Helmuth Heid | Jürgen Reith

Maler-fachkunde

5. Auflage

STUDIUM

VIEWEG+
TEUBNER

Helmuth Heid | Jürgen Reith

Malerfachkunde

Helmuth Heid | Jürgen Reith

Maler-fachkunde

5., vollständig überarbeitete Auflage

Mit 491 Abbildungen und 158 Tabellen in Farbe

STUDIUM

VIEWEG+
TEUBNER

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

5., vollständig überarbeitete Auflage 2010

Alle Rechte vorbehalten
© Vieweg+Teubner Verlag | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2010

Lektorat: Dipl.-Ing. Ralf Harms | Sabine Koch

Vieweg+Teubner Verlag ist eine Marke von Springer Fachmedien.
Springer Fachmedien ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.
www.viewegteubner.de

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: KünkelLopka Medienentwicklung, Heidelberg
Satz/Layout: Dipl.-Vw. Annette Prenzer
Druck und buchbinderische Verarbeitung: MercedesDruck, Berlin
Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.
Printed in Germany

ISBN 978-3-519-45900-2

Vorwort

Das Buch „Malerfachkunde“ soll in den berufsbildenden Schulen, den überbetrieblichen Ausbildungsstätten und Umschulungsmaßnahmen Verwendung finden. Es dient dem Unterricht im Maler- und Lackierergewerbe sowie Fahrzeuglackierer im lernfeldorientierten Unterricht der Berufsschule. Ebenso kann es in der Fachschule bzw. Technikerschule für Farb- und Lacktechnik sowie zur Vorbereitung auf die Meisterprüfung eingesetzt werden. Es entspricht den Rahmenlehrplänen für Maler- und Lackierer, Bauten- und Objektbeschichter sowie Fahrzeuglackierer auf Bundes- und Landesebene.

Die Malerfachkunde erscheint in der 5. überarbeiteten Auflage unter Berücksichtigung der heutigen technischen und wirtschaftlichen Veränderungen und Entwicklungen. Den Auszubildenden und Studierenden im Maler- und Lackierergewerbe soll das Buch als Nachschlagewerk, zur Informationsbeschaffung und zur Ergänzung der fachlichen Kenntnisse dienen. Allen am Maler- und Lackierergewerbe Interessierten soll das Werk eine Erweiterung des Fachwissens durch Selbststudium ermöglichen.

Kennzeichen dieses Buches ist die übersichtliche und kompakte Darstellung der Inhalte. Jedes Kapitel und jedes Unterkapitel bilden eine in sich abgeschlossene Einheit.

Die Autoren haben die Inhalte des Fachkundebuches unter sachlogischen Gesichtspunkten strukturiert. Dabei wurden die Inhalte der Rahmenlehrpläne und der Ausbildungsverordnungen entsprechend den Berufsbildern abgedeckt.

Von den Autoren wurde bewusst auf eine methodische Anordnung der Sachgebiete nach Lernfeldern verzichtet, um dem Lehrer bzw. dem Ausbilder ein Höchstmaß an didaktischer und methodischer Freiheit zu ermöglichen. Außerdem lassen sich dadurch stoffliche Überschneidungen und unnötige Wiederholungen vermeiden.

Die im Buch gewählte Struktur ermöglicht dem Lernenden ein selbständiges Erarbeiten der in den Lernfeldern geforderten unterschiedlichen fachlichen Inhalte.

Ein schnelles Auffinden von Begriffen und Sachbereichen ermöglicht das Nachschlagen im Sachwort- und Tabellenverzeichnis am Ende des Buches. Ein Teil der Übungsaufgaben sind kleine Kundenaufträge in denen die erlernten Grundlagen angewendet werden können.

Wir, die Unterzeichner, haben die Malerfachkunde in der 5. Auflage zum dritten Male überarbeitet und aktualisiert. Wir wünschen den Benutzern des Buches ein erfolgreiches Arbeiten beim Erreichen fachlicher Qualifikationen. Wir danken Firmen und Fachkollegen für ihre Anregungen und Unterstützung. Dank sagen wir dem Vieweg + Teubner Verlag für die Herausgabe dieser Malerfachkunde für das Berufsfeld Farbtechnik und Raumgestaltung.

Das vorliegende Buch wurde auf der Grundlage der aktuellen amtlichen Rechtschreibung erstellt.

Die Konzeption des Buches basiert auf der langjährigen Erfahrung der Autoren in der schulischen und praktischen Ausbildung im Berufsfeld.

Wir wünschen ein erfolgreiches Arbeiten mit der Malerfachkunde.

Fulda, März 2010 Helmuth Heid, Jürgen Reith

Inhaltsverzeichnis

1 Beruf, Arbeits- und Unfallschutz ... 1

1.1 Beruf und Berufsfeld ... 1
1.2 Ausbildung im Maler- und Lackierergewerbe ... 1
1.2.1 Aufgaben-/Tätigkeitsbereiche ... 2
1.2.2 Berufseignung ... 3
1.2.3 Ausbildungsberufsbild und -rahmenplan ... 4
1.2.4 Duale Berufsausbildung ... 6
1.2.5 Prüfungen im Maler- und Lackierergewerbe ... 8
1.3 Weiterbildung im Maler- und Lackierergewerbe ... 11
1.4 Berufsaufgaben im Maler- und Lackierergewerbe ... 13
1.5 Geschichtliches aus dem Malerhandwerk ... 14
1.6 Werkstatt und Arbeitsplatz ... 14
1.6.1 Werkstatt ... 14
1.6.2 Arbeitsplatz ... 16
1.6.3 Lackierwerkstatt ... 16
1.7 Arbeits- und Unfallschutz ... 17
1.7.1 Allgemeiner Unfallschutz ... 17
1.7.2 Beteiligte am Arbeits- und Unfallschutz ... 18
1.7.3 Vorschriften und Regeln ... 19
1.7.4 Gesundheitsgefährdung am Arbeitsplatz ... 19
1.7.5 Sicherheitsdatenblatt ... 22
1.7.6 Persönliche Schutzausrüstung (PSA) ... 23
1.7.7 Hautschutz ... 25
1.7.8 Leitern und Tritte ... 27
1.7.9 Fahrbare Arbeitsbühnen, Hubarbeitsbühnen ... 28
1.7.10 Arbeits- und Schutzgerüste ... 29
1.7.11 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel ... 32
1.7.12 Arbeitsräume, Lagerräume, Unterkünfte auf Baustellen ... 33
1.7.13 Erste Hilfe ... 35
1.7.14 Umweltschutz, Abfallbeseitigung ... 36

2 Physikalische Grundbegriffe ... 39

2.1 Körper und ihre Zustandsformen (Aggregatzustände) ... 39
2.2 Masse, Dichte und Gewichtskraft ... 40
2.3 Kohäsion (Zusammenhangskraft) ... 41
2.4 Adhäsion (Anhangskraft) ... 42
2.5 Porosität und Kapillarität ... 44
2.6 Diffusion und Luftfeuchte ... 46
2.7 Viskosität ... 47
2.8 Wärme und Wärmeleitung ... 49
2.9 Schall und Schallschutz ... 50
2.10 Elektrizität ... 51

3 Chemische Grundbegriffe ... 55

3.1 Gemenge (Gemische) ... 55
3.2 Chemische Verbindungen ... 56
3.3 Elemente ... 57

3.4 Atome und Moleküle ... 57
3.5 Luft und Wasser ... 58
3.6 Oxidation und Reduktion ... 59
3.7 Säuren, Basen, Salze ... 60
3.8 Kunststoffe (Plaste) ... 63

4 Optik und Farbenlehre ... 67
4.1 Licht und Farbe ... 67
4.2 Sehen ... 68
4.3 Lichtfarbe und Farbwiedergabe ... 69
4.4 Reflexion, Absorption, Refraktion ... 70
4.5 Farbmessung, Unterscheidung ... 72
4.6 Farbmischung ... 73
4.7 Farbordnung, Farbkreis ... 74
4.8 Farbkontraste ... 75
4.9 Farbwirkung ... 78
4.10 Raum und Farbe ... 79
4.11 Innenraum und Farbe ... 80
4.12 Fassade und Farbe ... 82
4.13 Farbe als Ordnungsmittel ... 86
4.14 Farb- und Objektgestaltung mit dem Computer ... 88

5 Stilkunde ... 91
5.1 Stilgeschichte ... 91
5.2 Griechisch-römische Grundlagen ... 92
5.3 Stilepochen ... 93
5.4 Verwendung der Farbe in früheren Jahrhunderten ... 98
5.4.1 Sandsteinfassaden ... 99
5.4.2 Bruchsteinwände – Putzfassaden ... 99
5.4.3 Fachwerk ... 100
5.5 Fachwerkkonstruktionen ... 101

6 Schrift und Beschriftungstechniken ... 103
6.1 Schriftentwicklung ... 103
6.2 Schriftstammbaum ... 103
6.3 Ziffern ... 105
6.4 Schriftbegriffe ... 106
6.5 Gestaltungsgrundsätze ... 107
6.6 Schriftanwendung ... 108
6.6.1 Schrift und Werbung ... 108
6.6.2 Schrift an Fahrzeugen ... 110
6.6.3 Schrift an Bauten ... 110
6.7 Schriftbeispiele ... 111
6.7.1 Schreibwerkzeuge ... 112
6.7.2 Grotesk (serifenlose Linearantiqua, Blockschrift) ... 112
6.7.3 Breite Groteskschrift (serifenlose Linearantiqua) ... 113
6.7.4 Egyptienne (serifenbetonte Linearantiqua) ... 113
6.7.5 Antiqua ... 114
6.7.6 Plakatschrift (Schreibschrift) ... 114
6.8 Schriftabwandlung ... 115

6.9 Vergrößerungsverfahren ... 116
6.10 Beschriftungstechniken ... 117
6.10.1 Objektbeschriftung ... 117
6.10.2 Fahrzeugbeschriftung ... 120
6.10.3 Schriftcomputer ... 121
6.10.4 Desktop-Publishing (DTP) ... 122
6.11 Siebdruck ... 124
6.12 Papier und Karton ... 127
6.12.1 Herstellung und Arten ... 127
6.12.2 Papiereigenschaften ... 128
6.12.3 Verwendung und Beschichtung ... 130
6.13 Textilien – Naturfasern und Kunstfasern ... 131

7 Werkzeuge, Geräte und Maschinen ... 137

7.1 Beschichtungswerkzeuge ... 137
7.1.1 Pinsel ... 137
7.1.2 Bürsten ... 139
7.1.3 Farbroller (Farbwalzen) ... 140
7.1.4 Neuentwicklungen ... 141
7.1.5 Werkzeugpflege ... 141
7.2 Spritzgeräte ... 143
7.2.1 Spritzpistole ... 143
7.2.2 Kompressoren ... 144
7.2.3 Spritzverfahren ... 145
7.2.4 Spritzstände, -wände und -kabinen ... 147
7.2.5 Trockenanlagen ... 148
7.3 Werkzeuge und Geräte für Vorarbeiten ... 150
7.3.1 Schleifmaschinen ... 150
7.3.2 Werkzeuge ... 152
7.3.3 Abbrenngeräte ... 153
7.3.4 Rührgeräte ... 154
7.3.5 Strahlgeräte ... 154
7.3.6 Hochdruckreiniger (Dampfstrahlreiniger) ... 154

8 Werk- und Hilfsstoffe ... 157

8.1 Farbmittel ... 157
8.1.1 Begriffe und Einteilung ... 157
8.1.2 Eigenschaften ... 160
8.1.3 Anorganische Pigmente ... 161
8.1.4 Organische Pigmente ... 163
8.2 Anorganische Bindemittel – Beschichtungsstoffe ... 164
8.2.1 Kalk – Kalkfarbe ... 165
8.2.2 Zement – Zementfarbe ... 166
8.2.3 Wasserglas – Silikatfarbe ... 166
8.2.4 Dispersionssilikatfarbe (nach VOB Teil C, DIN 18 363, 2.4.1) ... 167
8.3 Organische Bindemittel – Beschichtungsstoffe ... 168
8.3.1 Zelluloseleim – Leimfarbe ... 168
8.3.2 Kasein – Kaseinleim ... 168
8.3.3 Emulsionen, Suspensionen, Dispersionen ... 168
8.3.4 Dispersions-Beschichtungsstoffe, Kunststoffdispersionsfarbe nach DIN 55 945 ... 171

8.3.5 Silane, Siloxane, Siliconharze, Imprägniermittel ... 173
8.3.6 Siliconharz – Siliconharz-Emulsionsfarbe ... 174
8.3.7 Eigenschaften von Beschichtungsstoffen (Tab. 8.10) ... 174
8.3.8 Technische Merkblätter ... 175
8.4 Öle, Naturharze, Wachse ... 176
8.4.1 Natürliche Öle und Harze als Bindemittel ... 176
8.4.2 Schellack ... 176
8.4.3 Wachslösungen ... 177
8.5 Lacke ... 178
8.5.1 Lacke und Anstrichstoffe ... 178
8.5.2 Alkydharzlacke (AK-Lacke) ... 179
8.5.3 Acrylharzlacke (AY-Lacke) ... 180
8.5.4 Polyurethanlacke (PUR-Lacke) ... 181
8.5.5 Epoxidharzlacke (EP-Lacke) ... 182
8.5.6 Polyesterlacke (UP-Lacke) ... 182
8.5.7 Säurehärtende Lacke (SH-Lacke) ... 183
8.5.8 Nitrozelluloselacke (NC-Lacke) ... 184
8.5.9 Polymerisatharzlacke (PVC-Lacke) ... 185
8.5.10 Chlorkautschuklack (RUC-Lack) ... 185
8.5.11 Asphaltlack ... 185
8.5.12 Bitumenlack ... 186
8.5.13 Wasserbasierte Lacke (Wasserlacke) ... 186
8.5.14 UV-Lacke ... 187
8.5.15 Grundbeschichtungsstoffe ... 188
8.5.16 Zusatzstoffe – Additive ... 189
8.5.17 Beschichtungsaufbau, Beschichtungssysteme ... 190
8.5.18 Filmbildung, Trocknung und Härtung (Tab. 8.29, 8.30) ... 191
8.6 Löse- und Verdünnungsmittel (Tab. 8.31) ... 192
8.6.1 VOC-Verordnung ... 195
8.7 Hilfsmittel ... 196
8.7.1 Trockenstoffe und Trocknungsbeschleuniger ... 196
8.7.2 Absperrmittel ... 197
8.7.3 Fluate (Fluorsilikat) ... 197
8.7.4 Fungizide, bakterizide und algizide Stoffe ... 197
8.7.5 Entschichten ... 198
8.7.6 Schleifmittel ... 199
8.7.7 Glättungsmittel auf Holz- und Metalluntergründen ... 201
8.7.8 Dichtstoffe, Fugenabdichtung ... 202
8.7.9 Klebe- und Abdeckbänder ... 205

9 Beschichtungstechniken auf mineralischen Untergründen ... 209
9.1 Mineralische Untergründe ... 209
9.1.1 Putze – Mörtel ... 209
9.2.1 Kalkputz und hydraulischer Kalkputz ... 212
9.2.2 Zementputz ... 212
9.2.3 Gips – Gipsputz ... 213
9.2.4 Lehmputz ... 214
9.2.5 Sanierputz ... 215
9.3 Beton ... 215
9.3.1 Betongruppen ... 216
9.3.2 Betonarten – Begriffe ... 216

9.3.3 Betonschäden – Ursachen ... 217
9.3.4 Betonbeschichtungen ... 218
9.3.5 Porenbeton ... 219
9.3.6 Faserzement ... 220
9.4 Kunststeine Putzgrund – Mauerwerk ... 221
9.4.1 Lehmsteine ... 221
9.4.2 Ziegelsteine ... 222
9.4.3 Kalksandsteine ... 223
9.5 Natursteine ... 224
9.6 Beschichtungstechniken – Untergrundvorbehandlung ... 225
9.6.1 Prüfung und Vorbehandlung der Untergründe ... 225
9.6.2 Untergrundmängel – Beseitigung ... 227
9.6.3 Rissarten und Rissursachen (BFS-Merkblatt Nr. 19) ... 232
9.6.4 Risssanierung – Systemaufbau (exemplarisch) ... 233
9.6.5 Untergrundvorbehandlung im Außenbereich ... 235
9.6.6 Untergrundvorbehandlung im Innenbereich ... 235
9.6.7 Abbeizen von Dispersionsbeschichtungsstoffen ... 236
9.6.8 Glätt- und Füllstoffe auf mineralischen Untergründen ... 237
9.7 Beschichtungstechniken – Beschichtungsstoffe ... 237
9.7.1 Grundbeschichtungsstoffe ... 238
9.7.2 Beschichtung mit Kalkfarbe ... 238
9.7.3 Beschichtung mit Silikatfarbe ... 239
9.7.4 Beschichtung mit Dispersionssilikatfarbe ... 241
9.7.5 Beschichtung mit Leimfarbe ... 242
9.7.6 Beschichtung mit Dispersionsfarbe ... 242
9.7.7 Beschichtung mit Siliconharz-Emulsionsfarbe ... 244
9.7.8 Beschichtung mit lösemittelhaltiger Fassadenfarbe ... 245
9.7.9 Fassadenbeschichtung ... 245
9.7.10 Beschichtungen mit speziellen Beschichtungsstoffen ... 246
9.8 Struktur-, Modellierputze ... 248
9.8.1 Mineralische Edelputze ... 248
9.8.2 Kalkputz mit organischen Stabilisatoren ... 248
9.8.3 Dispersionssilikatputze ... 249
9.8.4 Organisch gebundene Putze (Dispersionsputze) ... 250
9.8.5 Siliconharzputze ... 251
9.8.6 Buntstein-/Natursteinputze ... 251
9.8.7 Gestaltung mit vorgefertigten Profilen ... 252
9.8.8 Hinweise zu Beschichtungen ... 254
9.9 Betoninstandsetzung ... 255
9.9.1 Betoninstandsetzung –Ursachen ... 255
9.9.2 Prüfung der Betonflächen, Schadensanalyse ... 256
9.9.3 Untergrundvorbereitung ... 257
9.9.4 Stoffe zur Instandsetzung und Beschichtung ... 257
9.9.5 Instandsetzungsmaßnahme – Durchführung ... 258
9.9.6 Rissinstandsetzung, Rissverpressung ... 259
9.10 Fassadenreinigung ... 260
9.10.1 Reinigungsmittel ... 260
9.10.2 Reinigen und Entschichten von Fassadenflächen ... 260
9.10.3 Reinigungssysteme für Kunst- und Natursteine ... 261
9.10.4 Umweltschutz ... 262

10 Beschichtungstechniken auf organischen Untergründen, Holz, Holzwerkstoffen und Kunststoffen ... 263

10.1 Holz ... 263
10.1.1 Aufbau und Beschaffenheit ... 263
10.1.2 Altersbestimmung ... 264
10.1.3 Wachstumsmängel, Holzfehler ... 265
10.1.4 Schnittrichtungen ... 266
10.1.5 Holzarten ... 266
10.1.6 Eigenschaften ... 269
10.1.7 Holzschutz ... 271
10.1.8 Holzschädlinge ... 274
10.2 Holzwerkstoffe ... 277
10.3 Beschichtungen auf Holz und Holzwerkstoffen ... 280
10.3.1 Prüfung des Untergrundes ... 280
10.3.2 Vorarbeiten ... 285
10.3.3 Spachteln und Füllern ... 286
10.3.4 Beschichtungen ... 286
10.3.5 Beschichtungstechniken – Ausführung ... 287
10.3.6 Beschichtung mit Lasuren ... 289
10.3.7 Beschichtung mit Lacken ... 290
10.3.8 Holzfußboden, Parkettbeschichtung ... 294
10.3.9 Fensterbeschichtungen ... 296
10.3.10 Beschichtungsfehler ... 299
10.3.11 Beschichtung von Holzwerkstoffen ... 300
10.3.12 Beschichtung von Fachwerk ... 300
10.3.13 Brandschutzbeschichtung auf Holz im Innenbereich ... 301
10.4 Lackiertechniken – Applikationsverfahren ... 302
10.5 Kunststoffe ... 306
10.5.1 Kunststoffe – Vorteile, Beschichtung ... 306
10.5.2 Kunststoffarten ... 307
10.5.3 Erkennungsmerkmale ... 307
10.5.4 Beschichtungsstoffe ... 309
10.5.5 Beschichtung – Ausführung ... 310

11 Beschichtungstechniken auf metallischen Untergründen ... 311

11.1 Beschichtungsuntergründe ... 311
11.2 Korrosion, Korrosionsarten ... 311
11.3 Untergrundprüfungen auf Stahl, Zink und Aluminium ... 314
11.4 Oberflächenvorbereitung ... 316
11.5 Korrosionsschutz ... 323
11.6 Nichteisenmetalle (NE-Metalle) ... 329
11.6.1 Beschichtung auf Zink ... 330
11.6.2 Beschichtung auf Aluminium ... 332
11.6.3 Beschichtung auf Kupfer ... 334
11.7 Effektlackierungen ... 334
11.8 Brandschutzbeschichtung ... 334

12 Trockenbau ... 337

12.1 Trockenbau ... 337
12.2 Gipsplatten ... 337

12.2.1 Verlegung von Gipsplatten ... 339
12.2.2 Beschichtung, Wandbekleidung ... 340
12.3 Gipsfaserplatten ... 342
12.4 Gips-Wandbauplatten ... 342

13 Wandbekleidungen, Wand-, Decken- und Bodenbeläge ... 345
13.1 Wandbekleidungen in Rollen (Tapeten) ... 345
13.1.1 Geschichte, Herstellung, Tapetenarten, -eigenschaften und -kennzeichnung ... 345
13.1.2 Wandbekleidungsabschlüsse ... 355
13.1.3 Unterlags-, Grundbeschichtungs- und Dämmstoffe ... 355
13.1.4 Klebstoffe für Tapezierarbeiten ... 357
13.1.5 Werkzeuge und Geräte ... 359
13.1.6 Untergründe und Vorarbeiten ... 362
13.1.7 Auswahl der Wandbekleidung ... 363
13.1.8 Prüfrichtlinien für Wandbekleidungen ... 364
13.1.9 Tapetenbedarf und -zuschnitt ... 365
13.1.10 Tapezieren ... 365
13.2 Wandbeläge ... 370
13.2.1 Arten und Eigenschaften ... 370
13.2.2 Klebetechniken ... 371
13.3 Kunststoff-Deckenplatten ... 374
13.3.1 Untergründe, Werkzeuge und Kleber ... 374
13.3.2 Verlegen von Polystyrol-Deckenplatten ... 374
13.3.3 Verlegen von Hart-PVC-Deckenplatten ... 375
13.4 Spanntechniken ... 375
13.5 Bodenbeläge ... 376

14 Wärmedämmung und Wärmedämmtechniken ... 381
14.1 Energieeinsparverordnung ... 381
14.2 Bauphysikalische Begriffe ... 383
14.3 Innen- und Außendämmung ... 384
14.4 Wärmedämmstoffe für die Außendämmung ... 386
14.4.1 Künstliche organische Dämmstoffe ... 386
14.4.2 Künstliche mineralische Dämmstoffe ... 387
14.4.3 Natürliche organische Dämmstoffe ... 387
14.4.4 Natürliche mineralische Dämmstoffe ... 388
14.4.5 Transparente Wärmedämmung (TWD) ... 388
14.5 Aufbau der Wärmedämmverbund-Systeme (WDVS) ... 389
14.6 Brandschutz für Wärmedämmverbundsysteme ... 393
14.7 Blower-Door-Messung ... 395
14.8 Innendämmung, Dämmstoffe und Dämmsysteme ... 395

15 Gestaltungstechniken ... 397
15.1 Alte Mal- und Putztechniken ... 397
15.1.1 Kalk-Schmucktechniken ... 397
15.1.2 Silikatmalerei ... 397
15.1.3 Schabloniertechnik ... 398
15.2 Gestaltungstechniken mit alten und neuen Werkstoffen ... 398
15.2.1 Spachteltechniken ... 402
15.2.2 Lasurtechniken ... 403

15.2.3 Steinimitationstechniken ... 404
15.2.4 Plastische Gestaltung mit Kunststoff-Dispersionsfarben ... 404
15.3 Glasfasergewebe ... 405
15.4 Gestaltungstechniken auf Holz und Glas ... 406
15.5 Vergoldungstechniken ... 408

16 Fahrzeuglackierung ... 411
16.1 Lackiervorbereitungen ... 411
16.1.1 Umfang und Qualität der Lackierarbeiten ... 411
16.1.2 Auswahl des Lackiersystems ... 411
16.1.3 Untergrund ... 411
16.1.4 Reparaturlackierung ... 411
16.2 Untergrundvorbehandlung ... 412
16.2.1 Reinigung ... 412
16.2.2 Beseitigung von Korrosion und alten Lackschichten ... 413
16.2.3 Schleifen ... 413
16.2.4 Spachteln ... 419
16.2.5 Grundieren und Füllern ... 421
16.3 Reparaturlackierung ... 424
16.3.1 Decklackierung ... 424
16.3.2 Decklacksysteme ... 425
16.3.3 Decklacke für die Reparaturlackierung ... 426
16.3.4 Lackieren von Kunststoffteilen an Fahrzeugen ... 427
16.3.5 Lackieren von Karosserien ... 429
16.4 Farbtongenauigkeit ... 432
16.5 Farbmischung ... 433
16.6 Verarbeitungspiktogramme ... 433
16.7 Spezialgeräte ... 435
16.8 Spritztechnik ... 437
16.9 Lackier- und Verarbeitungsfehler ... 439
16.9.1 Spritz- und Lackierfehler ... 439
16.9.2 Vorbereitungsfehler ... 440
16.9.3 Lackierfehler ... 443
16.9.4 Lackschäden durch Umweltbelastung ... 446
16.10 Lackier- und Trocknungsanlagen ... 448

17 Übungsaufgaben und Kundenaufträge ... 453

Anhang: Technische Richtlinien für Maler- und Lackiererarbeiten ... 485

Bildquellenverzeichnis ... 487

Literaturverzeichnis ... 489

Sachwortverzeichnis ... 491

Tabellenverzeichnis

Beruf und Unfallschutz

1.1 Übersicht ... 14
1.2 Hautschutzplan-Schema (Beispiele) ... 26
1.3 Last- und Breitenklassen ... 30
1.4 Kurzzeichen und Symbole auf elektrischen Geräten, Maschinen und Betriebsmitteln ... 32
1.5 Kombination von geometrischer Form und Sicherheitsfarbe sowie ihre Bedeutung für Sicherheitszeichnen (UUV, VBG 125) ... 34
1.6 Zulässige Lagermengen an Baustellen ... 35
1.7 Erste-Hilfe-Einrichtungen auf Baustellen ... 35

Chemische Grundbegriffe

3.1 Gemische ... 55
3.2 Wichtige Elemente ... 57
3.3 Säuren (Auswahl) ... 60
3.4 Laugen (Auswahl) ... 61
3.5 Einordnung der Kunststoffe ... 63
3.6 Beispiele von Monomeren ... 63

Optik und Farbenlehre

4.1 Farbtemperaturbereiche ... 70
4.2 Psychologische Wirkung der Farben ... 78
4.3 Kennzeichnungsfarben für Rohrleitungen ... 87

Stilkunde

5.1 Fachbegriffe zur Stilkunde (Auswahl) ... 91
5.2 Übersicht über die Stilepochen ... 93

Schrift und Beschriftungstechniken

6.1 Merkmale der wichtigsten Schriften ... 105
6.2 Römische Ziffern ... 106
6.3 DIN-Formate der A-Reihe ... 129
6.4 Arten und Eigenschaften der chemisch hergestellten Fasern ... 134

Werkzeuge, Geräte und Maschinen

7.1 Borsten und Haare – Besteckungsmaterial ... 139
7.2 Farbrollerbezüge ... 140
7.3 Übersicht Beschichtungsmittel – Reinigungsmittel ... 142
7.4 Werkzeuge für Vorarbeiten ... 153

Werk- und Hilfsstoffe

8.1 Einteilung der Farbmittel – Pigmente (Auswahl) ... 158
8.2 Einteilung der Farbmittel nach dem Farbton ... 159
8.3 Einteilung der Farbmittel nach der chemischen Zusammensetzung (DIN 55944) ... 159
8.4 Brechzahlen verschiedener Stoffe im Vergleich ... 160
8.5 Erdpigmente Auswahl ... 161
8.6 Mineralpigmente ... 162

8.7 Bronzen ... 164
8.8 Allgemeine Übersicht über Bindemittel (Beispiele) ... 165
8.9 Kunststoff-Dispersionsbeschichtungsstoffe (Auswahl) ... 172
8.10 Vergleich der Eigenschaften von Beschichtungsstoffen auf mineralischen Untergründen ... 175
8.11 Vergleichendes Beispiel von zwei Fassadenfarben mit den wichtigsten Produktangaben ... 176
8.12 Leinöl ... 177
8.13 Naturharze ... 177
8.14 Wachse ... 178
8.15 Unterscheidungskriterien von Lacken ... 178
8.16 Alkydharzlacke ... 179
8.17 Acrylharzlack ... 181
8.18 Polyurethanlacke ... 181
8.19 Epoxidharzlacke ... 182
8.20 Polyesterlack ... 183
8.21 Säurehärtende Lacke ... 184
8.22 Nitrozelluloselacke ... 184
8.23 Polymerisatharzlacke ... 185
8.24 Wasserbasierte Lacke ... 187
8.25 Grundbeschichtungsstoffe – Übersicht ... 188
8.26 Zusatzstoffe – Additive ... 189
8.27 Erstbeschichtungen ... 190
8.28 Überholungsbeschichtungen ... 190
8.29 Übersicht über Trocknung/Erhärtung ... 192
8.30 Reversible und irreversible Beschichtungen ... 192
8.31 Einteilung von Löse- und Verdünnungsmitteln ... 193
8.32 Gefahrklassen und Bezeichnungen ... 194
8.33 Grenzwerte für den VOC-Höchstgehalt (ChemVOCFarbV) ... 196
8.34 Entschichten mit Ablaugemittel und Abbeizmittel ... 198
8.35 Schleifmittelkörnung/Schleifpapierarten ... 200
8.36 Spachtelmassen – Übersicht ... 202
8.37 Fugendimensionierung – Verbrauch ... 204

Beschichtungstechniken auf mineralischen Untergründen

9.1 Mineralische Beschichtungsuntergründe ... 209
9.2 Anforderungskategorien für die Prismendruckfestigkeit, die kapillare Wasseraufnahme und die Wärmeleitfähigkeit von Putzmörteln nach der europäischen Putzmörtelnorm EN 998-1 ... 210
9.3 Putzmörtelgruppen nach DIN V 18550 ... 210
9.4 Putzsysteme für Außenputze mit Leichtputz Typ I und Typ II ... 211
9.5 Übersicht über die Erhärtung der Putze entsprechend den Mörtelgruppen ... 212
9.6 Baugipse und ihre Verwendung ... 214
9.7 Untergrundprüfung unbeschichteter Betonflächen (BFS-Merkblatt Nr. 1). ... 218
9.8 Prüfungen von Putzuntergründen (BFS-Merkblatt Nr. 9) ... 226
9.9 Rissarten und Risssanierungssysteme ... 234
9.10 Übersicht über Untergrundvorbehandlung im Außenbereich ... 235
9.11 Übersicht über Untergrundvorbehandlung im Innenbereich ... 236
9.12 Spachtelmassen auf mineralischen Untergründen ... 237
9.13 Beschichtungsstoffe für mineralische Untergründe – Übersicht ... 237
9.14 Einsatz von Grundbeschichtungsstoffen im Außenbereich ... 238

9.15 Beschichtungsmängel ... 240
9.16 Vorarbeiten ... 242
9.17 Beschichtungsmängel ... 243
9.18 Zuordnung Beschichtungsstoff – Untergründe ... 246
9.19 Beschichtungen mit speziellen Beschichtungsstoffen ... 247
9.20 Prüfung des Betonuntergrundes bei Betoninstandsetzungsarbeiten ... 256
9.21 Reinigungsmittel ... 260

Beschichtungstechniken auf organischen Untergründen, Holz- und Holzwerkstoffen

10.1 Bauschnittholz ... 267
10.2 Dauerhaftigkeitsklassen des Kernholzes nach DIN EN 350-2 ... 267
10.3 Holzarten und Holzeigenschaften für maßhaltige Außenbauteile ... 268
10.4 Zulässige Holzfeuchte für geschlossenporige Beschichtungen ... 271
10.5 Bestimmung der Beanspruchung, DIN EN 927-1 ... 273
10.6 Untergrundprüfungen (BFS-Merkblatt 18) ... 280
10.7 Vorarbeiten auf Altbeschichtungen ... 285
10.8 Untergrundbeschaffenheit ... 288
10.9 Stufen für Trockenschichtdicken von Beschichtungssystemen ... 288
10.10 Beschichtungsausführung ... 291
10.11 Beschichtungsausführung ... 292
10.12 Beschichtungsausführung ... 292
10.13 Beschichtungsausführung, Alkydharz-Lack ... 293
10.14 Beschichtungsausführung, Klarlack ... 294
10.15 Untergrundbeschaffenheit Holzfenster ... 296
10.16 Beschichtungsausführung auf Holzfenstern ... 297
10.17 Oberflächentemperatur für lasierende Beschichtungen (BFS-Merkblatt Nr. 18) ... 298
10.18 Brennbarkeitsklassen ... 301
10.19 Spritzverfahren im Vergleich ... 304
10.20 Eignung der Spritzverfahren ... 305
10.21 Übersicht über Kunststoffe ... 307
10.22 Geeignete Beschichtungssysteme ... 309
10.23 Beschichtungsstoffe für Kunststoffe (BFS-Merkblatt Nr. 22) ... 309
10.24 Stoffvergleich (Beispiele) ... 310

Beschichtungstechniken auf metallischen Untergründen

11.1 Untergrundprüfung (in Anlehnung an BFS-Merkblatt Nr. 20) ... 314
11.2 Schnittabstände nach DIN EN ISO 2409 ... 316
11.3 Gitterschnitt-Kennwerte und Auswertung ... 316
11.4 Verunreinigung der Oberfläche und Verfahren zu deren Entfernung (DIN EN ISO 12 944-4 Anhang C) ... 318
11.5 Oberflächenvorbereitungs-/Entrostungsverfahren ... 319
11.6 Oberflächenvorbereitungsgrade ... 322
11.7 Bindemittel und Pigmente für Korrosionsschutz-Beschichtungen (Beispiele) ... 324
11.8 Beispiele für erforderliche Sollschichtdicke von Beschichtungssystemen nach DIN EN ISO 12 944-5 ... 328
11.9 Verzinkungsverfahren ... 330
11.10 Beschichtungssysteme für Innen- und Außenbeschichtungen ... 331
11.11 Untergrundprüfung (BFS-Merkblatt Nr. 6) ... 333
11.12 Effektlackierungen ... 334
11.13 Brennbarkeitsklassen ... 335

Trockenbau

12.1 Plattenbezeichnung und Farbkennzeichnung ... 337
12.2 Kantenausbildungen von Gipsplatten ... 338
12.3 Plattenformate ... 339

Wandbekleidungen, Wand-, Decken- und Bodenbeläge

13.1 Wandbekleidungen in Rollen ... 345
13.2 Begriffe und Symbole aus der DIN EN 235 Wandbekleidungen in Rollen ... 353
13.3 Flüssige Unterlagsstoffe ... 356
13.4 Feste Unterlagsstoffe ... 357
13.5 Klebstoffe für Tapezierarbeiten ... 358
13.6 Werkzeuge und Geräte für die Vorbereitung der Untergründe ... 359
13.7 Werkzeuge zum Zuschneiden und Einkleistern von Wandbekleidungen ... 360
13.8 Werkzeuge und Geräte zum Anbringen und Nachbehandeln ... 361
13.9 Untergründe und Vorarbeiten ... 363
13.10 Übersicht Tapezierfehler ... 369
13.11 Kunststoff-Wandbeläge ... 373
13.12 Fasern für textile Bodenbeläge ... 378

Wärmedämmung und Wärmedämmtechniken

14.1 Anforderungen bei Neubauten ... 381
14.2 Anforderungen bei Altbauten ... 381
14.3 Wärmeleitzahl λ einiger Stoffe ... 383
14.4 U-Wertvergleich unterschiedlicher Baustoffe ... 384
14.5 Wärmedämmstoffe – Übersicht ... 389
14.6 Brandstoffklassen Einstufung ... 394
14.7 Brandverhalten Einstufung ... 394

Gestaltungstechniken

15.1 Gestaltungstechniken ... 399

Fahrzeuglackierung

16.1 Handwerkliche Fahrzeuglackierung ... 411
16.2 Die gebräuchlichsten Schleifkörner ... 415
16.3 FEBA Standard für die Körnung ... 415
16.4 Vergleich Trockenschliff – Nassschliff ... 418
16.5 Einsatz von Schleifmittel und Maschinensysteme ... 418
16.6 Reinigungsmittel ... 419
16.7 Spachtelmassen – Übersicht ... 420
16.8 Grundbeschichtungsstoffe – Übersicht ... 421
16.9 Grundierungen/Füller (Beispiele) ... 422
16.10 Deck-, Basis- und Klarlacke für Reparaturlackierung (Beispiele) ... 427
16.11 Kunststoffe – Kurzzeichen nach DIN 7728 (Auszug) ... 428
16.12 Grundierungen für Kunststoffe (Beispiele) ... 429
16.13 Verarbeitungspiktogramme ... 434
16.14 Störungen und Fehler beim Spritzen ... 439
16.15 Vorbereitungsfehler ... 441
16.16 Lackierfehler ... 443
16.17 Lackschäden ... 446

1 Beruf, Arbeits- und Unfallschutz

1.1 Beruf und Berufsfeld

Das **Berufsfeld** „Farbtechnik und Raumgestaltung" fasst verwandte Berufe mit ähnlicher Grundausbildung zusammen. Ein Wechsel innerhalb eines Berufsfeldes ist möglich, weil sich die Berufsbilder, die Aufgaben und die Ausbildung der Einzelberufe überschneiden.

Berufe im Berufsfeld:

- Maler und Lackierer
- Bauten- und Objektbeschichter
- Fahrzeuglackierer
- Vergolder
- Schilder- und Lichtreklamehersteller
- Gestalter für visuelles Marketing
- Raumausstatter
- Parkettleger
- Polsterer, Fahrzeuginnenausstatter

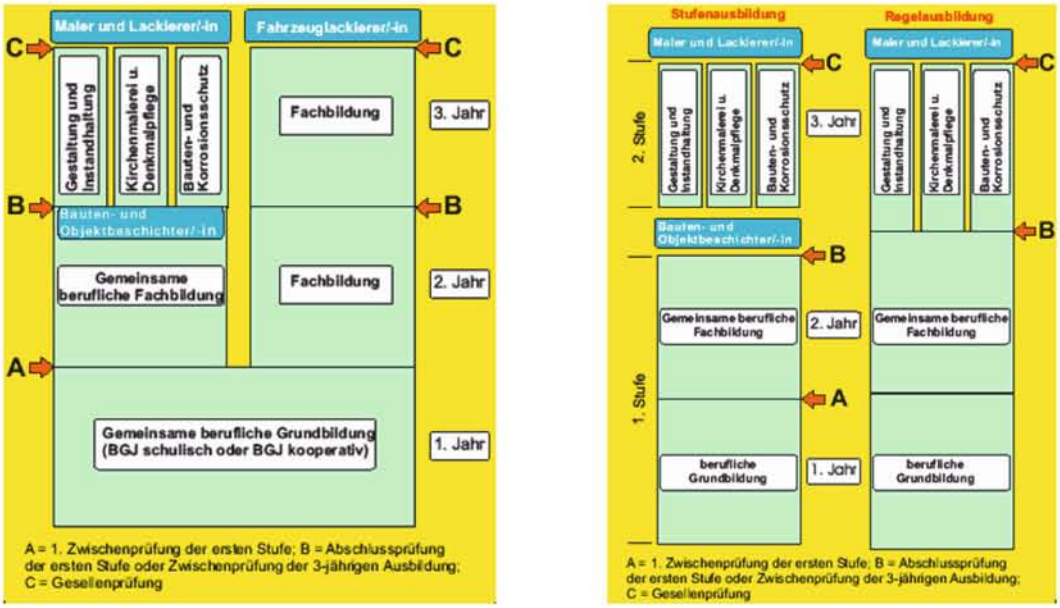
Das Maler- und Lackierergewerbe zählt zu den vielseitigsten Handwerksberufen. Das weit gefächerte Arbeitsgebiet reicht von der Gestaltung von Bauwerken und Räumen, technische Anlagen, Fahrzeugen, Kraftfahrzeugen, Flugzeugen und Schiffen, der Herstellung von Fassaden mit Wärmedämm-Verbundsystemen, Ausbau- und Montagearbeiten oder der Betonoberflächeninstandhaltung, der Restaurierung historischer Gebäude oder der Konservierung denkmalgeschützter Skulpturen über Schrift- und Werbegestaltung bis hin zu zahlreichen Spezialaufgaben, wie Holz-, Bauten- und Korrosionsschutz oder Straßenmarkierungsarbeiten.

Um den ständig steigenden Anforderungen an Qualität und Service sowie der zunehmenden Spezialisierung und Differenzierung von Technik und Werkstoffen gerecht zu werden, wurde bei der Neuordnung eine grundlegende Veränderung der Ausbildungsstruktur umgesetzt. Die alte Verordnung über die Berufsausbildung zum Maler und Lackierer vom 23. Juni 1975 beschrieb über ein einheitliches Ausbildungsberufsbild einen Beruf. Lediglich der Ausbildungsrahmenplan brachte die unterschiedlichen Ausbildungsinhalte zwischen den beiden Schwerpunkten Maler und Lackierer sowie Fahrzeuglackierer zum Ausdruck. Bei der Neuordnung entstanden aus den beiden Schwerpunkten zwei unterschiedlich strukturierte Ausbildungsordnungen mit eigenständigen Ausbildungsberufsbildern, die auf einer gemeinsamen Basis, der beruflichen Grundbildung des Berufsfeldes Farbtechnik und Raumgestaltung im 1. Ausbildungsjahr, gründen.

1.2 Ausbildung im Maler- und Lackierergewerbe

In der Neuordnung über die Berufsausbildung im Maler- und Lackierergewerbe vom 03. Juni 2003 werden der Ausbildungsberuf Bauten- und Objektbeschichter sowie der darauf aufbauende Ausbildungsberuf Maler/-in und Lackierer/-in gemäß § 25 der Handwerksordnung für die Ausbildung für das Gewerbe Nr. 13, Maler und Lackierer, der Anlage A der Handwerksordnung, staatlich anerkannt. Neben einer breit angelegten Grundbildung und der damit zusammenhängenden größeren beruflichen Anpassungsfähigkeit und Mobilität werden die neu geschaffenen Möglichkeiten der Ausbildung als Stufen- oder Regelausbildung mit drei Fachrichtungen im 3. Ausbildungsjahr für den Beruf Maler und Lackierer den unterschiedlichen Begabungen der Auszubildenden, sowie dem Bedarf des Handwerks nach qualifizierten, differenziert ausgebildeten Fachkräften besser gerecht.

1



1.1 Struktur der Stufenausbildung in der Ausbildungsordnung

Die neue Verordnung über die Berufsausbildung zum/-r Fahrzeuglackierer/-in regelt die staatliche Anerkennung des monostrukturierten Ausbildungsberufes sowohl gemäß § 25 der Handwerksordnung für die Ausbildung für das Gewerbe Nr. 13, Maler und Lackierer, der Anlage A der Handwerksordnung, als auch gemäß § 25 des Berufsbildungsgesetzes.

Nach der neuen Ausbildungsordnung können Fahrzeuglackierer/-innen sowohl im Handwerk als auch in industriell strukturierten Betrieben nach dem gleichen Ausbildungsrahmenplan ausgebildet werden.

Als übergeordnetes Ziel der neugeordneten Berufsausbildung im Maler- und Lackiererhandwerk steht die Hinführung zum selbstständigen **Planen**, **Durchführen** und **Kontrollieren** eines Kundenauftrags.

Das Maler- und Lackiererhandwerk ist ein Dienstleistungsgewerbe. So hat die Kundenorientierung in der Ausbildung Priorität. Der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechniken ermöglicht selbstständiges Lernen und das Lernen und Arbeiten im Team. Qualität sichernde Maßnahmen fördern die Kritikfähigkeit und sichern die Zufriedenheit der Kunden.

Die neu geschaffenen bzw. neu geordneten Berufe **Bauten- und Objektbeschichter**, **Maler und Lackierer** sowie **Fahrzeuglackierer** schaffen die Grundlage für diese langfristige Sicherung des Berufsstandes mit dem Ziel einer kontinuierlichen Qualitätsverbesserung.

1.2.1 Aufgaben-/Tätigkeitsbereiche

Bauten- und Objektbeschichter

Die Aufgabenbereiche sind in den standardisierten Ausführungen und Techniken des Maler- und Lackierhandwerks zu finden. Beschichtungen für Innen- und Außenflächen an Bauwerken und Objekten zählen ebenso zum Tätigkeitsbereich des Bauten- und Objektbeschichters wie die Erstellung von Untergründen mit Putz und Trockenbaumaterialien. Beim Sanieren und Modernisieren arbeiten Bauten- und Objektbeschichter oft im Team mit Maler und Lackierer aller drei Fachrichtungen.

Maler und Lackierer

Mit handwerklicher Raum- und Fassadengestaltung arbeiten Maler/-innen und Lackierer im Spannungsfeld zwischen Kunst, Kultur und

Technik. Sie schaffen ästhetische Innovationen und individuelle Umwelten. Sie führen ihre Arbeiten verantwortlich und mit einer hohen Gestaltungskompetenz aus.

Für die vielseitigen Aufgaben von Neugestaltung über Modernisierung, Instandsetzung, Sanierung bis hin zur Denkmalpflege finden sich die Spezialisten in drei unterschiedlichen Fachrichtungen:

- Gestaltung und Instandhaltung
- Kirchenmalerei und Denkmalpflege
- Bauten- und Korrosionsschutz

Fahrzeuglackierer

Ein Beruf, der nicht nur wegen der zu bearbeitenden Objekte ständig in Bewegung ist. Oberflächengestaltung bedeutet hier nicht ausschließlich das Lackieren von Fahrzeugen, Fahrzeugteilen, Metall- und Kunststoffobjekten (z. B. Airbrush). Bei der fachgerechten Umsetzung von Werbemotiven, Schriftdesigns oder Bildelementen setzen Fahrzeuglackierer/-innen auch künstlerische Akzente. Bei der Applikation an Fahrzeugen, Aufbauten, Objekten, Einzel- und Serienteilen ist fachliches Know-how gefragt. Von „einfacher" Handarbeit bis zum Einsatz hochtechnisierter Werkzeuge, Maschinen und Anlagen reicht das Spektrum des Aufgabenbereiches sowohl bei der Neufertigung als auch bei der Instandsetzung. Fahrzeuglackierer/-innen führen Demontage- und Montagearbeiten an Fahrzeugen durch, prüfen elektrische, elektronische, pneumatische und hydraulische Bauteile und

1.2 Fassadenreinigung mit dem Hochdruckreiniger

1.3 Ausmalen eines Deckenspiegels

1.4 Farbige Entwurfsgestaltung mit dem Computer

Systeme auf Funktion und dokumentieren die Ergebnisse. Sie planen die erforderlichen Arbeitsschritte und führen ihre Arbeiten selbstständig aus. Kundenorientierung und die Kompetenz, Arbeiten im Team zu erledigen, sind bei Fahrzeuglackierern/-innen selbstverständlich gefragt.

1.2.2 Berufseignung

Wie kaum ein anderes Handwerk verschönert das Maler- und Lackierergewerbe unser Umfeld, schützt Sachwerte und die Umwelt und bringt Farbe in unser Leben. Kaum ein anderes Handwerk ist so kreativ und bietet einem Menschen so viele Möglichkeiten, sich in der Gestaltung zu verwirklichen. Voraussetzung für die Ausbildung im Maler- und Lackierergewerbe ist:

1

Gesundheit: Widerstandsfähig bei der Arbeit im Freien, schwindelfrei bei Gerüstarbeiten, keine Allergien gegen Chemikalien und Beschichtungsstoffe, Stäube, Klebemittel.

Farbempfinden: Beim Farbenmischen und bei Gestaltungen, Farben sind harmonisch in ihre Umgebung einzubringen.

Formensinn: Gutes Augenmaß und zeichnerische Begabung, sichere Erfassung von Form, Muster und Dekor.

Neigung/Talent: Freude am Beruf, handwerkliches Geschick und gute Motorik, Sauberkeit, Fleiß und Ausdauer, Verstehen von Arbeitsanweisungen und ihre genaue Umsetzung.

Sozialverhalten: Teamfähig beim Arbeiten in Gruppen, ehrlich, kontaktfreudig und zuverlässig beim Umgang mit Kunden, Architekten und anderen Handwerkern

1.2.3 Ausbildungsberufsbild und -rahmenplan

Der Ausbildungsrahmenplan für das Maler- und Lackierergewerbe enthält Qualifikationen, die für alle Auszubildenden von Bedeutung sind und die während der gesamten Ausbildung vermittelt werden sollen. Dazu gehören die Berufsbildung, das Arbeits- und Tarifrecht, der Aufbau und die Organisation des Ausbildungsbetriebes, die Sicherheit und der Gesundheitsschutz bei der Arbeit sowie der Umweltschutz. Das Maler- und Lackierergewerbe ist ein Dienstleistungsgewerbe. So hat die Kundenorientierung in der Ausbildung Priorität. Der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechniken ermöglicht selbständiges Lernen und das Lernen und Arbeiten im Team. Qualität sichernde Maßnahmen fördern die Kritikfähigkeit und sichern die Zufriedenheit der Kunden.

Kernqualifikationen der Ausbildung im Maler- und Lackierergewerbe bleiben nach wie vor die Bereiche Gestaltung, Oberflächentechnik, Beschichtungstechnik, Instandsetzung und Instandhaltung mit unterschiedlichen Gewichtungen und Ergänzungen in den verschiedenen Ausbildungsberufen und Fachrichtungen.

Umfassendes Ziel der Berufsausbildung ist es, Auszubildende zur Ausübung einer qualifizierten beruflichen Tätigkeit zu befähigen.

Die ausgebildeten Fachkräfte sollen die ihnen übertragenen Arbeitsaufgaben

- selbständig planen,
- selbständig durchführen und
- selbständig kontrollieren können.

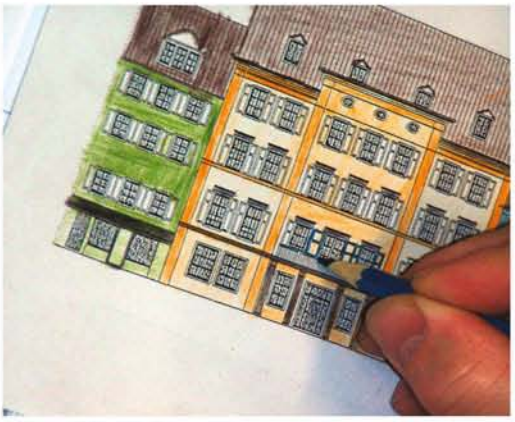
Was im Einzelnen darunter zu verstehen ist, beschreibt der Ausbildungsrahmenplan. Der Handlungsspielraum, in dem sich Selbständigkeit entfalten kann, ist durch die betrieblichen Arbeitsabläufe und Kundenaufträge bestimmt. Danach bedeutet beispielsweise:

Selbständiges Planen:
Arbeitsschritte festlegen (Arbeitsablaufplan);
Werkzeuge und Hilfsmittel festlegen;
Werkstoffbedarf ermitteln;
Ausführungszeit einschätzen.

Selbständiges Durchführen:
Arbeitsaufgabe ohne Anleitung durchführen.

Selbständiges Kontrollieren:
Die Arbeitsergebnisse bewerten und mit den Vorgaben vergleichen; feststellen, ob die Vorgaben erreicht wurden oder welche Nacharbeiten gegebenenfalls notwendig sind.

Diese Auffassung über die Berufsfähigkeit soll vor allem zum Ausdruck bringen, dass Fachkräfte im Rahmen ihrer Arbeit eigenständige Entscheidungen, beispielsweise zum Ablauf ihrer Arbeit innerhalb und außerhalb des Betriebes, zur Qualitätssicherung, im Umgang



1.5 Farbentwurf für Fassade

1.6 Bundesleistungswettbewerb Maler

1.7 Farbgestaltung Farbharmonie

mit Kunden und zur Arbeitssicherheit sowie zum Gesundheits- und Umweltschutz treffen können. Auch darin unterscheiden sich Gesellen/-innen von ungelernten oder angelernten Mitarbeiter/-innen.

Das Ausbildungsberufsbild enthält die Ausbildungsinhalte zusammengefasst in übersichtlicher Form. Es umfasst grundsätzlich alle Fertigkeiten und Kenntnisse (Qualifikationen), die als Gegenstand zur Erlangung des Ausbildungsabschlusses notwendig sind.

Die zum Ausbildungsberufsbild gehörenden Ausbildungsinhalte sind im Ausbildungsrahmenplan aufgeführt und sachlich und zeitlich gegliedert.

Ausbildungsberufsbild Bauten- und Objektbeschichter

Gegenstand der Berufsausbildung sind mindestens die folgenden Fertigkeiten und Kenntnisse:

1. Berufsbildung, Arbeitsrecht und Tarifrecht,
2. Aufbau und Organisation des Ausbildungsbetriebes,
3. Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit,
4. Umweltschutz,
5. Kundenorientierung,
6. Umgang mit Informations- und Kommunikationstechniken,
7. Auftragsübernahme, Planung, Vorbereitung von Arbeitsaufgaben, Arbeiten im Team,
8. Einrichten von Arbeitsplätzen,
9. Bedienen und in Stand halten von Werkzeugen, Geräten, Maschinen und Anlagen,
10. Be- und Verarbeiten von Werk-, Hilfs- und Beschichtungsstoffen sowie von Bauteilen,
11. Prüfen, Bewerten und Vorbereiten von Untergründen,
12. Herstellen, Bearbeiten, Behandeln und Gestalten von Oberflächen,
13. Durchführen von qualitätssichernden Maßnahmen.

Ausbildungsberufsbild Maler und Lackierer

Gegenstand der Berufsausbildung sind mindestens die folgenden Fertigkeiten und Kenntnisse:

Fachrichtung: Gestaltung und Instandhaltung

1. Berufsbildung, Arbeitsrecht und Tarifrecht,
2. Aufbau und Organisation des Ausbildungsbetriebes,
3. Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit,
4. Umweltschutz,
5. Kundenorientierung,
6. Umgang mit Informations- und Kommunikationstechniken,
7. Entwerfen und Ausführen von Gestaltungsarbeiten,

1

8. Herstellen von Beschriftungen und Kommunikationsmitteln
9. Durchführen von Maßnahmen zum Holz- und Bautenschutz,
10. Durchführen von Energiesparmaßnahmen, Ausbau- und Montagearbeiten,
11. Durchführen von qualitätssichernden Maßnahmen.

Fachrichtung: Kirchenmalerei und Denkmalpflege

1. Berufsbildung, Arbeitsrecht und Tarifrecht,
2. Aufbau und Organisation des Ausbildungsbetriebes,
3. Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit,
4. Umweltschutz,
5. Kundenorientierung,
6. Umgang mit Informations- und Kommunikationstechniken,
7. Herstellen von Werk- und Beschichtungsstoffen nach historischen Rezepturen,
8. Ausführen von historischen und gestalterischen Arbeitstechniken,
9. Durchführen von Instandsetzungsmaßnahmen im Rahmen der Denkmalpflege,
10. Ausführen von Reproduktionen und Rekonstruktionen nach historischen Vorlagen,
11. Durchführen von qualitätssichernden Maßnahmen.

Fachrichtung: Bauten- und Korrosionsschutz

1. Berufsbildung, Arbeitsrecht und Tarifrecht,
2. Aufbau und Organisation des Ausbildungsbetriebes,
3. Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit,
4. Umweltschutz,
5. Kundenorientierung,
6. Umgang mit Informations- und Kommunikationstechniken,
7. Einrichten von Baustellen, Bedienen und in Stand halten von Geräten, Maschinen und Anlagen,
8. In Stand halten und in Stand setzen von Bauwerken und Anlagen,
9. Durchführen von Korrosionsschutzmaßnahmen,
10. Durchführen von Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen an Bauwerken und Bauteilen aus Beton,
11. Herstellen von Kommunikationsmittel für Sicherheits- und Leitfunktionen,

Durchführen von qualitätssichernden Maßnahmen.

Ausbildungsberufsbild Fahrzeuglackierer

Gegenstand der Berufsausbildung sind mindestens die folgenden Fertigkeiten und Kenntnisse:

1. Berufsbildung, Arbeitsrecht und Tarifrecht,
2. Aufbau und Organisation des Ausbildungsbetriebes,
3. Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit,
4. Umweltschutz,
5. Kundenorientierung,
6. Umgang mit Informations- und Kommunikationstechniken,
7. Auftragsübernahme, Planung, Vorbereitung und Organisation von Arbeitsaufgaben, Arbeiten im Team,
8. Einrichten von Arbeitsplätzen,
9. Bedienen und in Stand halten von Geräten, Werkzeugen, Maschinen und Anlagen,
10. Be- und Verarbeiten von Werk-, Hilfs- und Beschichtungsstoffen sowie von Bauteilen,
11. Prüfen, Bewerten und Vorbereiten von Untergründen,
12. Herstellen, Bearbeiten, Behandeln und Gestalten von Oberflächen,
13. Ausführen von Demontage- und Montagearbeiten,
14. Herstellen von Beschriftungen, Design- und Effektlackierungen,
15. Durchführen von qualitätssichernden Maßnahmen.

1.2.4 Duale Berufsausbildung

Ausbildungsordnungen regeln bundeseinheitlich den betrieblichen Teil der dualen Berufsausbildung in anerkannten Ausbildungsberufen. Sie richten sich an alle an der Berufsausbildung im dualen System Beteiligten, insbesondere an Ausbildungsbetriebe, Auszubildende, Ausbilder und an die zuständigen Stellen, hier die Handwerkskammern. Der **duale Partner** der betrieblichen Ausbildung ist die Be-

rufsschule. Der Berufsschulunterricht erfolgt auf der Grundlage des abgestimmten Rahmenlehrplans. Da der Unterricht in den Berufsschulen generell der Zuständigkeit der Länder unterliegt, setzen diese den Rahmenlehrplan der Kultusministerkonferenz, erarbeitet von Berufsschullehrern der Länder, in eigene Rahmenlehrpläne um. Ausbildungsordnung und Rahmenlehrpläne sind im Hinblick auf die Ausbildungsinhalte und den Zeitpunkt ihrer Vermittlung in Betrieb und Berufsschule aufeinander abgestimmt.

Überbetriebliche Ausbildungsstätten

Die Berufsausbildung im Maler- und Lackierergewerbe findet in erster Linie auf den Baustellen am Objekt und nicht im Ausbildungsbetrieb statt. Jedoch unterliegt die Arbeit am Objekt oftmals einem starken Termin- und Leistungsdruck. Deshalb richtet sich der Ablauf der Ausbildung in erster Linie nach dem vorliegenden Auftragsbestand und nicht nach dem sachlogischen Aufbau des Ausbildungsrahmenplans. Diese Bedingungen erschweren eine nach lernmethodischen Gesichtspunkten ausgerichtete Ausbildung am Objekt.

Ein von allen Beteiligten anerkanntes Qualitätsmerkmal der Ausbildung im Maler- und Lackiergewerbe liegt in der Unterstützung der betrieblichen Ausbildung durch überbetriebliche Ausbildungsstätten.

Die Verordnung über die Berufsausbildung im Maler- und Lackierergewerbe (§ 4) legt fest, dass die Berufsausbildung entsprechend dem Ausbildungsrahmenplan während einer Dauer von acht (zwei-drei-drei) Wochen in überbetrieblichen Ausbildungsstätten zu ergänzen und zu vertiefen ist, sofern dies nicht im Ausbildungsbetrieb erfolgen kann.

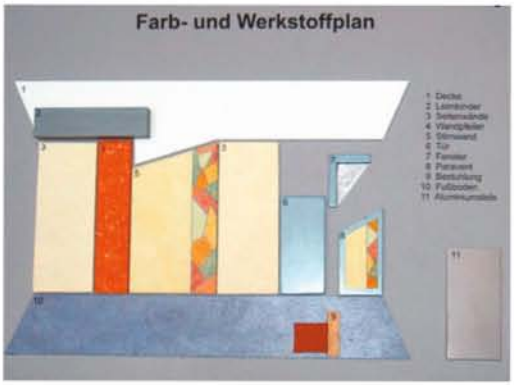
Berichtsheft

Die Auszubildenden haben ein Berichtsheft in Form eines Ausbildungsnachweises zu führen. Ihnen ist Gelegenheit zu geben, das Berichtsheft während der Ausbildungszeit zu führen. Die Ausbildenden haben das Berichtsheft regelmäßig durchzusehen. Das Führen des Berichtsheftes ist Voraussetzung für die Zulassung zur Abschlussprüfung/Gesellenprüfung. Das Führen des Berichtsheftes soll den zeitlichen und inhaltlichen Ablauf der Ausbildung für alle Beteiligten, Auszubildende, Betriebsleiter, Ausbilder, Berufsschullehrer, Mitglieder des Prüfungsausschusses und gesetzlichen Vertreter der Auszubildenden nachweisen. Grundsätzlich ist das Berichtsheft eine Dokumentation über die während der gesamten Ausbildungszeit durchgeführten Aufgaben. Es kann bei evtl. Streitfällen als Beweismittel dienen. Berichtshefte können u. a. über den Hauptverband Farbe Gestaltung Bautenschutz, Frankfurt am Main, die Landesinnungsverbände und Innungen bezogen werden.

1.8 Gesellenprüfung an der Prüfungskabine

1.9 Farbe im Innenraum

1



1.10 Farb- und Werkstoffplan

1.2.5 Prüfungen im Maler- und Lackierergewerbe

Prüfungen zum Bauten- und Objektbeschichter

Während der Berufsausbildung zum/ Bauten- und Objektbeschichter ist zur Ermittlung des Ausbildungstandes eine **Zwischenprüfung** durchzuführen. Sie soll am Ende des ersten Ausbildungsjahres stattfinden. Die Zwischenprüfung erstreckt sich auf die im Ausbildungsrahmenplan aufgeführten Fertigkeiten und Kenntnisse sowie auf den im Berufsschulunterricht entsprechend dem Rahmenlehrplan zu vermittelnden Lehrstoff, soweit er für die Berufsausbildung wesentlich ist. Der Prüfling soll in insgesamt höchstens acht Stunden eine Arbeitsaufgabe, die einem Kundenauftrag entspricht, durchführen und innerhalb dieser Zeit in insgesamt höchstens zehn Minuten hierüber ein Fachgespräch führen. Weiter soll er in insgesamt höchstens 180 Minuten Aufgaben, die im Zusammenhang mit der Arbeitsaufgabe stehen, schriftlich lösen. Für die Arbeitsaufgabe kommt insbesondere das Beschichten von Oberflächen unter Berücksichtigung von Gestaltungsgrundsätzen in Betracht.

Hierbei soll der Prüfling zeigen, dass er die Arbeitsaufgabe planen, notwendige Werkstoffe und Werkzeuge festlegen, den Arbeitsplatz einrichten, den Unfallschutz, den Gesundheitsschutz bei der Arbeit und den Umweltschutz beachten kann.

Abschlussprüfung

Die Abschlussprüfung erstreckt sich auf die im Ausbildungsrahmenplan aufgeführten Fertigkeiten und Kenntnisse sowie auf den im Berufsschulunterricht vermittelten Lehrstoff, soweit er für die Berufsausbildung wesentlich ist.

Der Prüfling soll in **Teil A** der Prüfung in insgesamt höchstens 14 Stunden eine Arbeitsaufgabe, die einem Kundenauftrag entspricht, durchführen und dokumentieren und innerhalb dieser Zeit in insgesamt höchstens zehn Minuten hierüber ein Fachgespräch führen. Hierfür kommt insbesondere das Beschichten, Bekleiden, Applizieren und in Stand setzen eines Objektes in Betracht.

Dabei soll der Prüfling zeigen, dass er den Arbeitsablauf unter Beachtung gestalterischer, wirtschaftlicher, technischer und organisatorischer Vorgaben selbständig und kundenorientiert planen, Arbeitszusammenhänge erkennen, Arbeitsergebnisse kontrollieren und dokumentieren sowie Maßnahmen zur Sicherheit und zum Gesundheitsschutz bei der Arbeit sowie zum Umweltschutz durchführen kann. Durch das Fachgespräch soll der Prüfling zeigen, dass er fachbezogene Probleme und deren Lösungen darstellen, die für die Arbeitsaufgabe relevanten fachlichen Hintergründe aufzeigen sowie die Vorgehensweise bei der Ausführung der Arbeitsaufgabe begründen kann.

Im **Teil B** der Abschlussprüfung soll der Prüfling in den Prüfungsbereichen Oberflächentechnik, Instandsetzung sowie Wirtschafts- und Sozialkunde geprüft werden. In den Prüfungsbereichen Oberflächentechnik und Instandsetzung sind insbesondere fachliche Probleme mit verknüpften informationstechnischen, technologischen und mathematischen Kenntnissen zu analysieren, zu bewerten und zu lösen.

Die Prüfung ist bestanden, wenn jeweils in den Prüfungsteilen A und B mindestens ausreichende Leistungen erbracht sind. Weiterhin sind in zwei der Prüfungsbereiche mindestens ausreichende Leistungen zu erbringen. Werden Prüfungsbereiche mit ungenügend bewertet, so ist die Prüfung nicht bestanden.

Prüfungen zum Maler und Lackierer

Zur Ermittlung des Ausbildungsstandes ist eine **Zwischenprüfung** durchzuführen. Sie soll am Ende des zweiten Ausbildungsjahres stattfinden. In der Zwischenprüfung soll festgestellt werden, ob und inwieweit Auszubildende die in den ersten 24 Monaten der Ausbildung zu vermittelnden Qualifikationen erreicht haben und sie unter Prüfungsbedingungen nachweisen können. Die Zwischenprüfung ist ein Kontrollinstrument für die Auszubildenden und Ausbildenden. Beide sollen den jeweiligen Ausbildungsstand erkennen, um, wenn sich ein Ausbildungsrückstand zeigt, korrigierend, ergänzend und fördernd auf die weitere Ausbildung einwirken zu können. Das Ergebnis der Zwischenprüfung hat keine rechtlichen Folgen für die Fortsetzung des Ausbildungsverhältnisses und geht auch nicht in das Ergebnis der Gesellenprüfung ein. Jedoch ist die Teilnahme an der Zwischenprüfung Voraussetzung für die Zulassung zur Gesellenprüfung. Die Zwischenprüfung für den Ausbildungsberuf Maler und Lackierer ist inhaltlich identisch mit der Abschlussprüfung des Ausbildungsberufes Bauten- und Objektbeschichter. Eine bestandene Zwischenprüfung im Ausbildungsberuf Maler und Lackierer/in führt nicht zur Berufsbezeichnung Bauten- und Objektbeschichter.

Gesellenprüfung

Die Gesellenprüfung erstreckt sich auf alle die im Ausbildungsrahmenplan aufgeführten Fertigkeiten und Kenntnisse sowie auf den im Berufsschulunterricht vermittelten Lehrstoff, soweit er für die Berufsausbildung wesentlich ist.

Der Prüfling soll in **Teil A** der Prüfung in insgesamt höchstens 20 Stunden eine Arbeitsaufgabe, die einem Kundenauftrag entspricht, durchführen und dokumentieren und innerhalb dieser Zeit in insgesamt höchstens 15 Minuten hierüber ein Fachgespräch führen. Für die Arbeitsaufgabe kommt je nach Fachrichtung insbesondere in Betracht:

Gestalten und Bearbeiten eines Objektes unter Anwendung von Beschichtungs-, Bekleidungs-, Applikations- und Instandhaltungstechniken.

Instandsetzen und Gestalten eines Objektes unter Anwendung von historischen und gestalterischen Arbeitstechniken einschließlich Reproduktion nach historischen Vorlagen.

Instandsetzen oder Beschichten eines Objektes aus Metall unter Anwendung von Techniken zur Oberflächenvorbereitung und Instandsetzen oder Beschichten eines Objektes aus Beton oder mineralischen Baustoffen unter Anwendung von Techniken zur Oberflächenvorbereitung und Bauwerkserhaltung.

Dabei soll der Prüfling zeigen, dass er die Arbeitsabläufe unter Beachtung wirtschaftlicher, technischer und organisatorischer Vorgaben selbständig und kundenorientiert planen, Arbeitszusammenhänge erkennen, Arbeitsergebnisse kontrollieren und dokumentieren sowie Maßnahmen zur Sicherheit und zum Gesundheitsschutz bei der Arbeit sowie zum Umweltschutz durchführen kann. Durch das Fachgespräch soll der Prüfling zeigen, dass er fachbezogene Probleme und deren Lösungen darstellen, die für die Arbeitsaufgabe relevanten fachlichen Hintergründe aufzeigen sowie die Vorgehensweise bei der Ausführung der Arbeitsaufgabe begründen kann.

Im **Teil B** der Abschlussprüfung soll der Prüfling in den Prüfungsbereichen Oberflächentechnik, Instandsetzung sowie Wirtschafts- und Sozialkunde geprüft werden. In den Prüfungsbereichen Oberflächentechnik und Instandsetzung sind insbesondere fachliche Probleme mit verknüpften informationstechnischen, technologischen und mathematischen Kenntnissen zu analysieren, zu bewerten und zu lösen.

Die Prüfung ist bestanden, wenn jeweils in den Prüfungsteilen A und B mindestens ausreichende Leistungen erbracht sind. Weiterhin sind in zwei der Prüfungsbereiche mindestens ausreichende Leistungen zu erbringen. Werden Prüfungsbereiche mit ungenügend bewertet, so ist die Prüfung nicht bestanden.

Hat der Prüfling die Gesellenprüfung nicht bestanden, erfüllt er in dieser Prüfung jedoch bestimmte Anforderungen, so hat er den Ab-

1

schluss Bauten- und Objektbeschichter erreicht. Die Anforderungen gelten dann als erfüllt, wenn in dieser Prüfung in Teil A sowie in einem fachbezogenen Prüfungsbereich in Teil B jeweils mindestens eine ausreichende Leistung erbracht wurde. Außerdem darf in keinem der fachbezogenen Prüfungsbereiche eine ungenügende Leistung erbracht worden sein.

Prüfungen zum Fahrzeuglackierer

Zur Ermittlung des Ausbildungsstandes ist eine **Zwischenprüfung** durchzuführen. Sie soll vor dem Ende des zweiten Ausbildungsjahres stattfinden. In der Zwischenprüfung soll festgestellt werden, ob und inwieweit Auszubildende die in den ersten 12 Monaten der Ausbildung zu vermittelnden Qualifikationen erreicht haben und sie unter Prüfungsbedingungen nachweisen können. Die Zwischenprüfung ist ein Kontrollinstrument für Ausbilder und Auszubildende. Beide sollen den jeweiligen Ausbildungsstand erkennen, um, wenn sich ein Ausbildungsrückstand zeigt, korrigierend, ergänzend und fördernd auf die weitere Ausbildung einwirken zu können. Das Ergebnis der Zwischenprüfung hat keine rechtlichen Folgen für die Fortsetzung des Ausbildungsverhältnisses und geht auch nicht in das Ergebnis der Gesellenprüfung ein. Jedoch ist die Teilnahme an der Zwischenprüfung Voraussetzung für die Zulassung zur Gesellenprüfung.

Die Zwischenprüfung erstreckt sich auf die im Ausbildungsrahmenplan aufgeführten Fertigkeiten und Kenntnisse sowie auf den im Berufsschulunterricht entsprechend dem Rahmenlehrplan zu vermittelnden Lehrstoff, soweit er für die Berufsausbildung wesentlich ist. Der Prüfling soll in insgesamt höchstens sieben Stunden eine Arbeitsaufgabe, die einem Kundenauftrag entspricht, durchführen und innerhalb dieser Zeit in insgesamt höchstens zehn Minuten hierüber ein Fachgespräch führen. Weiter soll er in insgesamt höchstens 180 Minuten Aufgaben, die im Zusammenhang mit der Arbeitsaufgabe stehen, schriftlich lösen. Für die Arbeitsaufgabe kommt insbesondere das Herstellen einer Oberfläche an einem Fahrzeugteil unter Anwendung manueller und maschineller Bearbeitungs- und Beschichtungstechniken sowie von Verbindungstechniken einschließlich Vorbereiten des Untergrundes und Übertragen einer Applikation in Betracht.

Hierbei soll der Prüfling zeigen, dass er Arbeitsschritte und Arbeitsabläufe planen, Arbeitsmittel festlegen, technische Unterlagen nutzen und den Zusammenhang von Technik, Gestaltung, Arbeitsorganisation, Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit sowie die Sicherheit und den Gesundheitsschutz bei der Arbeit berücksichtigen kann.

Durch das Fachgespräch soll der Prüfling zeigen, dass er fachbezogene Probleme und deren Lösungen darstellen, die für die Arbeitsaufgabe relevanten fachlichen Hintergründe aufzeigen sowie die Vorgehensweise bei der Ausführung der Arbeitsaufgabe begründen kann.

Abschlussprüfung

Die Abschlussprüfung erstreckt sich auf die im Ausbildungsrahmenplan aufgeführten Fertigkeiten und Kenntnisse sowie auf den im Berufsschulunterricht vermittelten Lehrstoff, soweit er für die Berufsausbildung wesentlich ist.

Der Prüfling soll in **Teil A** der Prüfung in insgesamt höchstens 14 Stunden eine Arbeitsaufgabe, die einem Kundenauftrag entspricht, durchführen und dokumentieren und innerhalb dieser Zeit in insgesamt höchstens 15 Minuten hierüber ein Fachgespräch führen. Hierfür kommt insbesondere das Vorbereiten, Beschichten und Gestalten einer Oberfläche an einem Fahrzeug oder einem Bauteil einschließlich Finish-Arbeiten sowie Instandsetzungs-, De- und Montagearbeiten in Betracht.

Dabei soll der Prüfling zeigen, dass er Arbeitsabläufe zielorientiert unter Beachtung wirtschaftlicher, technischer, gestalterischer, organisatorischer und zeitlicher Vorgaben selbständig planen, durchführen und Arbeitsergebnisse kontrollieren kann. Durch das Fachgespräch soll der Prüfling zeigen, dass er fachbezogene Probleme und deren Lösungen darstellen, die für die Arbeitsaufgabe relevanten fachlichen Hintergründe aufzeigen sowie die Vorgehensweise begründen kann.

Im **Teil B** der Abschlussprüfung soll der Prüfling in den Prüfungsbereichen Beschichtungs-

technik und Gestaltung, Instandsetzung und Instandhaltung sowie Wirtschafts- und Sozialkunde geprüft werden. In den Prüfungsbereichen Beschichtungstechnik sowie Instandsetzung und Instandhaltung sind fachliche Probleme mit verknüpften informationstechnischen, technologischen und mathematischen Kenntnissen zu analysieren, zu bewerten und zu lösen.

Die Prüfung ist bestanden, wenn jeweils in den Prüfungsteilen A und B mindestens ausreichende Leistungen erbracht sind. Weiterhin sind in zwei der Prüfungsbereiche mindestens ausreichende Leistungen zu erbringen. Werden Prüfungsbereiche mit ungenügend bewertet, so ist die Prüfung nicht bestanden.

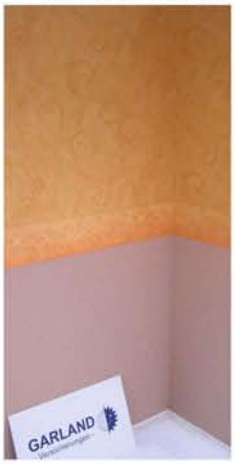
a) Arbeitsablaufplan erstellen

b) Farb- und Werkstoffplan herstellen

c) Firmenschild lackieren

d) Innentür lackieren

e) Informationstafel Farb- und Werkstoffplan präsentieren



f) Wandfläche, Bordüre und Sockelfläche tapezieren

g) Wandfläche mit Signet herstellen

h) Sondertechnik mit Profilleiste und Ritzer erstellen

i) Signet auf Wandfläche aufbringen

1.11 Gesellenprüfung Maler/in und Lackierer/in

1.3 Weiterbildung im Maler- und Lackierergewerbe

Fortbildungen: Innungen, Handwerkskammern, Fachzeitschriften, Produkthersteller, private und kommunale Schulungsträger bieten Kurse/Module zur Weiterbildung der Gesellen/-innen an. Hier ein paar Beispiele:

1

- Vorarbeiterkurse
- Baustellenleiterkurse
- Spezialbeschichtungen
- Schmucktechniken
- Vergolden
- Restaurierung
- Wandbekleidungen und Beläge
- Korrosionsschutz
- Betoninstandsetzung
- Wärmedämmung
- Spritztechniken
- Maschinenkurse
- Aufmaß
- Unfallverhütung

Weiterbildung zum Meister oder staatlich geprüften Farb- und Lacktechniker mit unterschiedlichen Schwerpunkten erfolgt an den weiterführenden beruflichen Schulen und Ausbildungsstätten. Hier können Lehrgänge an Meister- und Fachschulen in Vollzeit und Abendkursen besucht werden. Träger dieser Schulen sind Innungen, Handwerkskammern, Kommunen und die Länder.

Die Meisterprüfung ist im Maler- und Lackierergewerbe Voraussetzung zur Betriebsführung und damit zum selbständigen Führen eines Betriebes.

Die Ausbildung zum Handwerksmeister und die Prüfung ist in vier Teile gegliedert.

- fachpraktische Prüfung,
- fachtheoretische Prüfung,
- wirtschaftliche und rechtliche Prüfung,
- berufs- und arbeitspädagogische Prüfung.

Die Teile 3 und 4 sind für alle Handwerksberufe gleich. Dauer und Inhalt der Ausbildung der Teile 1 und 2 sind vom jeweiligen Beruf, in dem die Meisterprüfung abgelegt werden soll, abhängig. Voraussetzung zur Zulassung zur Meisterprüfung ist, in der Regel, eine erfolgreich abgelegte Gesellenprüfung in dem Beruf, in dem die Meisterprüfung abgelegt werden soll. Die früher geforderte mindestens dreijährige Berufspraxis ist nach der Novellierung der Handwerksordnung entfallen. So kann nun direkt nach der Gesellenprüfung die Meisterprüfung ablegt werden.

Die Verordnung über das Meisterprüfungsberufsbild und über die Prüfungsanforderungen in den Teilen I und II der Meisterprüfung im Maler- und Lackiererhandwerk ist durch die VO vom 13. Juni 2005 geändert worden. Sie wurde auf die gestiegenen Anforderungen der beruflichen Praxis ausgerichtet und trägt wesentlich dazu bei, dass die Meisterprüfung nach wie vor die zentrale Grundlage für die Qualitätssicherung der Ausbildung und Arbeit im Maler- und Lackiererhandwerk ist. Das Meisterprüfungsberufsbild macht deutlich, dass es nicht mehr auf Einzelkenntnisse und Fertigkeiten ankommt, sondern dass ganzheitliche Qualifikationen verlangt werden, die Planen, Durchführen und Kontrollieren umfassen. Dabei werden, neben einer stärkeren Kundenorientierung, insbesondere Leitungsfunktionen im technischen, kaufmännischen und personenwirtschaftlichen Bereich sowie die Befähigung zur Ausbildung erwartet.

Die Gliederung der Prüfung sieht vor, dass im Teil I der Meisterprüfung für das Maler- und Lackiererhandwerk vier Schwerpunkte gebildet werden:

1. Gestaltung und Denkmalpflege,
2. Kirchenmalerei und Denkmalpflege,
3. Bauten- und Korrosionsschutz,
4. Fahrzeuglackierung.

Jeder Prüfling hat einen dieser Schwerpunkte auszuwählen. Im jeweils gewählten Schwerpunkt hat der Prüfling ein Meisterprüfungsprojekt durchzuführen, das einem Kundenauftrag entspricht.

Im Teil II lässt die Verordnung keine Gliederung nach Schwerpunkten zu.

Zusätzlich bietet sich auch die Fortbildung zum Restaurator im Handwerk an. Die Meisterprüfung berechtigt zum Studium an den Fachhochschulen und Universitäten. Mit einem pädagogischen Studium ist auch die Ausbildung zum Lehrer an beruflichen Schulen möglich.

a) Farb- und Werkstoffplan

b) Präsentationsrahmen für Kundenauftrag „Theaterfoyer"

c) Präsentation Projekt für Kundenauftrag „Theaterfoyer"

1.12 Meisterprüfungsprojekt im Maler- und Lackierhandwerk

1.4 Berufsaufgaben im Maler- und Lackierergewerbe

Die Berufe der Farbtechnik und Raumgestaltung erfüllen vielfältige und wichtige Aufgaben. Sie schützen, schmücken und informieren.

Der Schutz der Sachwerte steht an erster Stelle. Er spart hohe Kosten und ist daher für die gesamte Volkswirtschaft von großer Bedeutung. Alle beschichteten Gegenstände, Bauten, Anlagen usw. halten länger. Die Beschichtung schützt sie z. B. vor Witterungseinflüssen, vor Rost und Fäulnis sowie vor mechanischen Einwirkungen (Kratzer, Stoß, Abrieb). Nach der neuen Energieeinsparverordnung sind Werte für die Gebäudedämmung sowohl für Neubauten als auch für Bestandsgebäude einzuhalten.

Hygiene. Gestrichene oder lackierte Gegenstände oder Bauteile weisen Schmutz, Bakterien und Ungeziefer ab. Durch besondere Beschichtungen bleiben Läden, Lebensmittelbetriebe, Schulen und Krankenhäuser leichter keimfrei und lassen sich besser pflegen.

Verschönerung. Farbe verleiht Gegenständen und Bauteilen ein schönes, angenehmes Aussehen. Ohne Beschichtungen sähen Räume, Möbel, Hausfassaden, Kraftfahrzeuge, Maschinen und Eisenbahnwagen trostlos aus. Farbe dient damit unserem Wohlbefinden.

Werbung. Aus der Werbung sind Farben nicht fortzudenken. Schilder und Schaufenster, Werbungen an Häusern und Fahrzeugen sind farbig. Farbe weckt unsere Aufmerksamkeit und hat einen höheren Erinnerungswert.

Kennzeichnung. Farbige Kennzeichen dienen der Sicherheit und Orientierung im Verkehr und in Betrieben. Denken wir nur an die Verbotsfarbe Rot oder an die Gebotsfarbe Blau.

Kulturelle Aufgaben. In der Denkmalpflege, der Erhaltung historischer Bauwerke, Kirchen oder Fachwerkhäusern erfüllt die Beschichtung eine wichtige Aufgabe. Die Wiederherstellung beschädigter, zerstörter oder verfärbter Baudenkmäler, Figuren oder Bilder nennt man Restaurierung. Hierzu gehören auch gewisse Reinigungsarbeiten.

Farben

- schützen vor schädlichen Einflüssen,
- dienen der Hygiene, verschönern unsere Umwelt, erleichtern die Information,
- dienen der Volkswirtschaft, unserem Wohlbefinden und unserer Sicherheit.

1

1.5 Geschichtliches aus dem Malerhandwerk

Tabelle 1.1 Übersicht

Zeitabschnitt	Malerarbeiten	Werkstoffe	Anmerkungen
Frühzeit bis etwa 1000 n.Chr.	Handwerkliche Malerarbeiten und Vergoldungen bereits im Altertum (Griechenland, Rom), seit 8. Jahrhundert zunehmend im deutschen Wohnraum, Klöster als Lehrmeisterstätten, Buchmalerei in hoher Blüte	Bleiweiß und Bleimennige, Zinnober, Karmin und Indigo sind bekannt; Hautleim, Kasein und Eiweiß sowie Tempera als Bindemittel	Durch Karl den Großen Schaffung der ersten Handwerksberufe nach römischen Vorbildern
Frühes Mittelalter etwa 1000 bis 1150	Zunahme der Malerbetriebe, die nur sehr klein waren; hauptsächlich für repräsentative Zwecke, daneben auch Wohnungen	Ölfarbtechnik mit Leinöl seit 12. Jahrhundert. Ölmalerei auf Goldgrund (Tafelbilder), Ocker und bestimmte Farblacke sind bekannt	Kirchen, Fürsten und Städte als Auftraggeber, später auch die Bürger; im 12. Jahrhundert die ersten Malerzünfte
Hohes und spätes Mittelalter etwa 1150 bis 1500	Handwerker und Künstler in einer Person; auch Beschichtungsarbeiten verschiedenartiger Objekte (Fachwerk, Saaldecken)	Zunahme der Werkstoffe, z. B. durch Leim-Kalktechnik, Ölfarbtechnik und Vergoldungen mehrerer Arten	Handwerker als ein besonderer, angesehener Stand; Entstehung des Malerwappens

1.6 Werkstatt und Arbeitsplatz

1.6.1 Werkstatt

Der Maler verbringt die meiste Zeit seiner beruflichen Tätigkeit nicht in der Werkstatt, sondern in und an Objekten der Auftraggeber. Deshalb ist die Malerwerkstatt immer mehr zu einem Lager- und Vorbereitungsraum geworden.

Anforderungen. Die Werkstatt muss hell, trocken und beheizbar sein, Ordnung und Sauberkeit ist selbstverständlich. Reinigungsmöglichkeiten gehören zur Malerwerkstatt ebenso wie zu Lackiererwerkstätten und Ateliers. Über Absetz- bzw. Schlammfangbecken soll das durch die Reinigung von Werkzeugen und Gefäßen verschmutzte Wasser in die Kanalisation geleitet werden.

Tageslicht gibt die beste Beleuchtung. Es zeigt Aussehen und Wirkungen der Farben sicherer als die beste künstliche Beleuchtung. Eine zusätzliche möglichst farbneutrale Beleuchtung bringt man blendfrei und direkt über den Arbeitsplätzen an.

Die Werkstattgröße richtet sich nach der Betriebsgröße (Zahl der Beschäftigten) und dem betrieblichen Angebot, wie Beschichtungen, Putz und Stuck, Trockenbau, Gerüstbau, Betoninstandsetzung, Spritzeinrichtung und Restaurierungsarbeiten.

Die Werkstatteinrichtung muss zweckmäßig und auf die Belange des Betriebs abgestimmt sein. Ordnungssysteme erleichtern die Werkstattorganisation, dazu gehören Regale, Schränke, Transportmittel und eine EDV-Anlage für die Registrierung von Ein- und Ausgängen. Arbeitstische erleichtern das Herrichten von Werkstoffen und Paletten bzw. Transportwagen das Bereitstellen und Beladen der Firmenfahrzeuge. Für Arbeiten auf den Baustellen gibt es werkstattmäßig ausgerüstete Fahrzeuge und tragbare Werkzeugkisten.

In Arbeitsräumen, z. B. Schleifraum, Spritz- und Trockenraum, werden Fenster, Türen, Möbel, Schilder usw. bearbeitet. Wichtig sind auch hier genügend Platz und ein Boden, der sich gut mit Wasser reinigen lässt. Transportable Gestelle (Hordenwagen) zur Ablage eignen sich besser für den Arbeitsraum als fest eingebaute Regale.

Lagerräume dienen für Werkstoffe, die man nicht gesondert aufbewahren muss, sowie Werkzeugen, Hilfsmitteln, Stehleitern, Tapeziertische, Bohlen, Maschinen und Geräte.

Im Farb- und Lackraum lagern die Vorräte an Beschichtungsstoffen, Binde- und Verdünnungsmitteln in gut verschließbaren Gefäßen. Feuergefährliche Löse- und Verdünnungsmittel sind gesondert zu lagern!

1.13 Werkstofflagerraum mit Auffangwanne

Flüssige Stoffe dürfen nicht ins Erdreich, Grundwasser oder in die Kanalisation gelangen. Vorsicht bei Bodeneinläufen, ggf. Auffangwannen aufstellen.

Geeignete Behältnisse zum getrennten Sammeln von Abfällen müssen bereitstehen. Sonderabfälle sind bis zum Recycling bzw. Entsorgen in dafür vorgesehenen Behältern zu lagern.

Getrenntes Sammeln und abfallbezogenes Entsorgen dient der Umwelt und spart Kosten.

Umkleide- und Waschräume tragen zur Hygiene und persönlichen Sauberkeit bei. Der **Aufenthaltsraum** dient der Erholung und dem Essen in den Arbeitspausen. Alle Räume sollen sauber gehalten werden und ihrer Nutzung entsprechend praktisch und freundlich eingerichtet sein.

Notausgänge müssen gekennzeichnet sein und dürfen nicht verstellt werden. Brandschutz- und Erste-Hilfe-Einrichtung muss schnell greifbar und jederzeit einsetzbar sein.

Werkstattregeln

Ordnung herrscht sowohl bei den Werkzeugen (nach Art, Größe und Verwendung) als auch bei den Gefäßen (nach Größe und Inhalt). Der Inhalt von Gefäßen muss deutlich gekennzeichnet sein. Jedes Werkzeug und jeder Werkstoff müssen an ihrem bestimmten Platz zu finden sein. Sorgfalt beim Aufbewahren von Werkzeugen und Werkstoffen ist selbstverständlich. Sauberkeit vor allem bei Geräten und Werkzeugen. Jeder Mitarbeiter muss gereinigtes und intaktes Werkzeug vorfinden können.

Staub-, Putz- und Farbreste lassen sich in frischem Zustand leichter entfernen. Man reinigt deshalb Werkzeuge, Geräte und Anmachgefäße sofort nach Gebrauch. Starke Verschmutzungen werden in der Werkstatt entfernt. Farbwalzen müssen bei täglichem Gebrauch nicht gereinigt werden, sie werden in geeigneten Boxen oder Folien luftdicht aufbewahrt. Die Reinigung erfolgt in der Werkstatt über dem Absetzbecken.

Lackpinsel sind nach Farbton getrennt aufzubewahren. Es kommen nur „ausgestrichene" Pinsel in die Aufbewahrungsbehälter.

Farbtuben müssen ein sauberes Gewinde haben und immer gut zugedreht sein.

Packungen mit Leim, Kleister, Füllstoff und Trockenfarben sind unbedingt gegen Feuchtigkeit zu schützen. Angebrochene Packungen sind zu vermeiden.

Farbbehälter müssen sofort nach Gebrauch oder dem teilweise Ausgießen am Rand abgestrichen

1

werden. Farbe an den Gebindewandungen nach unten streichen.

Farbdosen schließt man mit dem dazu gehörenden Deckel dicht ab. Der Dosen- und der Deckelrand soll beim Öffnen nicht beschädigt werden.

Verdünnungs- und Abbeizmittel sind gesondert und kühl zu lagern. Vor offenem Feuer schützen! Rauchverbot! **Giftige Stoffe** müssen gekennzeichnet sein und sind nur in den vorgeschriebenen Gefäßen aufzubewahren. Keine Getränkeflaschen verwenden! Giftige Werkstoffe abgeschlossen lagern.

Elektrische Maschinen (Schleif-, Bohrmaschinen, Rühr-, Schraubgeräte, Spritzgeräte, Putzmaschinen) sind nach den Bedienungsanleitungen und Sicherheitsbestimmungen zu benutzen, zu warten und zu pflegen. Sicherheitsvorschriften und Betriebsanweisungen müssen für jeden Mitarbeiter jederzeit einsehbar sein.

Klebe- und Abdeckmaterial (Abdeckbänder, Putzband, Abdeckmasken, Folien) sind nach Arten und Verwendungsbereich getrennt zu lagern. Der Lagerort soll trocken und nicht zu warm sein, die Klebemittel sollen nicht der Sonne ausgesetzt sein.

Zeichenpapiere und Schablonen lagert man trocken und so, dass sie nicht beschädigt werden können.

Leitern und Gerüste sind vor der Witterung zu schützen. Durch richtiges Lagern oder Hängen vermeidet man ein Durchbiegen. Bei längeren Leitern ist eine ausreichende Unterstützung nötig.

1.6.2 Arbeitsplatz

Der Maler arbeitet an den verschiedensten Arbeitsstellen.

- Neubauten
- Altbauten
- Wohnungen
- Fassaden

bei Privatkunden z. B.

- Familien
- Einzelpersonen
- jungen und alten Menschen

bei Gewerbetreibenden z. B.

- in Arztpraxen
- in Geschäftsräumen
- in Banken

bei öffentlichen Auftraggebern z. B.

- in Kindergärten
- in Krankenhäusern
- in Behörden

An jeder Arbeitsstelle braucht der/die Maler/in einen Aufenthalts- bzw. Umkleideraum, eine Toilette und Möglichkeiten zur sicheren Lagerung von Werkstoffen, Werkzeugen und Geräten. Bauwagen, Lager- und Wohncontainer und Toilettenhäuschen werden dann eingesetzt, wenn keine entsprechenden Räume in Gebäuden zur Verfügung stehen.

In Neubauten lässt man sich einen Raum zuweisen, der von keinen anderen Handwerkern benutzt wird (z. B. eine noch nicht beschichtete Küche, ein Kellerraum). In der Nähe sollten Wasser und ein Ausguss vorhanden sein (Umweltschutz beachten).

Der Neubau bietet dem Auszubildenden vielfache Anschauungsbeispiele für die unterschiedlichen Beschichtungs- und Klebetechniken. Ein Neubau birgt aber für den Neuling auch erhöhte Unfallgefahren.

In Altbauten ist die Aufbewahrung der Werkstoffe und Werkzeuge oft schwieriger. In bewohnten Häusern oder Wohnungen bevorzugt man den zuletzt zu bearbeitenden Raum. Manchmal genügt auch schon eine Raumecke. Altbauten bieten dem Auszubildenden Einblicke in die Behandlung bereits beschichteter oder belegter, beklebter Bauteile. Hier merkt er auch, wie mühevoll und umfangreich oft die Vorarbeiten sind.

Sauberkeit und Vorsicht müssen natürlich in allen bewohnten Räumen walten. Dazu gehört z. B. als eine der ersten Arbeiten das Abdecken der Böden und evtl. im Raum verbliebener Möbel. Verschmutzungen darf es nur in den zu bearbeitenden Räumen geben, sie müssen sich auf das unumgängliche Maß beschränken.

1.6.3 Lackierwerkstatt

Diese Werkstatt erfordert mehrere Arbeitsräume für die einzelnen Arbeitsgänge. Gebraucht wird ein Raum für Vorarbeiten (evtl. getrennt für gröbere und feinere Arbeiten), Spritz- und Trockenkabine (zusammenhängend oder getrennt), ein Raum für abschließende Arbeiten

an gespritzten Werkstücken oder Fahrzeugen sowie Abstellflächen für Fahrzeuge auf dem Hof. Wichtig ist ein Werkstoffvorbereitungsraum.

Aus Sicherheitsgründen und auch wegen der Staubgefahr müssen alle Räume von dem Spritzraum und der Trockenkabine durch Stahltüren abgeschlossen sein. Der abgesonderte Spritzraum muss staubfrei sein. Je nach Umfang des Betriebs sind weiter erforderlich: Lagerraum, Wasch- und Umkleideraum, WC, Büro- und Aufenthaltsraum.

Werkstattregeln

Ordnung, Sauberkeit und Sicherheit gelten besonders in der Lackiererei. Die Sicherheit steht an erster Stelle. Die Unfallverhütungsvorschriften für Lackierbetriebe sind eingehende gesetzliche Vorschriften.

Das *Rauchverbot* ist unbedingt einzuhalten. Aus Sicherheits- und Sauberkeitsgründen müssen Lackreste von Spritzgeräten, Arbeitsplätzen usw. von Zeit zu Zeit entfernt werden.

Belüftungsanlagen sind wichtig und bei der Arbeit einzuschalten. Elektrische Anlagen sollen in einem besonderen Raum stehen und explosionsgeschützt sein.

Lackvorräte dürfen nicht im Arbeitsraum gelagert werden.

Gebrauchte Putz- und Polierlappen lagert man wegen der Gefahr einer Selbstentzündung in feuersicheren, verschlossenen Metallbehältern.

Spritzgeräte, Schläuche usw. sind nach der gründlichen Reinigung laut Herstelleranweisung zu warten und zu pflegen.

Feuerlöschanlagen und Handlöschgeräte müssen in ausreichender Anzahl und stets einsatzbereit vorhanden sein. Fluchtwege dürfen nicht zugestellt werden.

1.7 Arbeits- und Unfallschutz

Gesetzliche Grundlagen, Beispiele:

- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
- Arbeitssicherheitsgesetz (AsiG)
- Arbeitszeitgesetz (ArbZG)
- Arbeitsstätten-Richtlinie (ASR)
- Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)
- Baustellenrichtlinie (92/57/EWG)
- Baustellenverordnung (BaustellV)
- Berufskrankheiten-Verordnung (BKV)
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
- Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV)
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)
- Gesetz über Ordnungswidrigkeiten (OwiG)
- PSA-Benutzungsverordnung (PSA-BV)
- Sozialgesetzbuch VII und X
- Straßenverkehrs-Ordnung (StVO)
- Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)
- Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen (RAB)

1.7.1 Allgemeiner Unfallschutz

Träger der gesetzlichen Unfallversicherung sind die gewerblichen Berufsgenossenschaften (1.12). Sie finanzieren sich über die Mitglieds-

1

beiträge der Unternehmen, die nur von den Unternehmern entrichtet werden. Sie richten sich nach den im abgelaufenen Jahr im Unternehmen angefallenen Lohn- und Gehaltssummen und nach dem Gefahrtarif (Gefahrklasse der Unternehmenszweige).

Für Maler und Lackierer zuständig ist die Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU). Mitgliedsbetriebe sind alle Unternehmen der Bauwirtschaft, die Bauarbeiten aller Art oder Teile von ihnen herstellen, umbauen, instandhalten, ausbessern oder abbrechen.

Die Dienstleistungen der BG BAU betreffen alle am Bau Beschäftigten.

Zentrale Aufgaben der BG BAU sind:

- durch entsprechende Maßnahmen Unfälle bei der Arbeit, Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren nicht entstehen zu lassen (Prävention),
- die Gesundheit und Leistungsfähigkeit nach Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten der Versicherten wiederherzustellen (Rehabilitation),
- die Versicherten nach Arbeitsunfällen oder Berufskrankheiten zu versorgen sowie Hinterbliebene finanziell abzusichern (Renten, Pflegegeld, Beihilfen, Abfindungen).

Arbeitsunfälle (Sozialgesetzbuch VII § 8) sind Unfälle von gesetzlich Versicherten während einer versicherten Tätigkeit. Darunter fallen auch sogenannte **Wegeunfälle.**

Das sind z. B. Unfälle auf dem zusammenhängenden unmittelbaren Weg nach und von dem Ort der Tätigkeit und Fahrten auf Veranlassung des Unternehmers.

Berufskrankheiten (Sozialgesetzbuch VII § 9) sind Krankheiten, die durch Rechtsverordnung der Bundesregierung als Berufskrankheit bezeichnet ist. Sie müssen im Zusammenhang mit einer versicherten Tätigkeit entstanden sein.

Ursachen für Arbeitsunfälle und Berufskrankheiten sind häufig fahrlässiges und unvorsichtiges Verhalten. Die Arbeitssicherheit wird beeinträchtigt durch Müdigkeit, Überarbeitung, Auswirkungen von Alkoholgenuss, Drogen, Medikamente, Krankheit und Schmerzen.

Arbeitsunfälle und Berufskrankheiten bringen Betroffenen Schmerzen, Körperschäden, häufig Verlust der Arbeitsfähigkeit und Lohnausfall.

BG BAU
Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft

1.14 Signet der BG BAU

1.7.2 Beteiligte am Arbeits- und Unfallschutz

Zur Durchführung eines organisierten betrieblichen Arbeitsschutzes sind die Aufgaben verteilt.

Der Unternehmer ist zuständig für die:

- Organisation der Arbeitssicherheit und der Ersten Hilfe
- Durchführung der Gefährdungsbeurteilung
- Beschaffung der Sicherheitseinrichtungen
- Übertragung von Unternehmerpflichten
- Unterweisung der Versicherten
- Bestellung von Ersthelfern, Fachkräften für Arbeitssicherheit und Sicherheitsbeauftragten
- Überwachung aller sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Maßnahmen
- Berücksichtigung des SIGE-Plans und der Hinweise des Koordinators nach Baustellenverordnung

Um diese Aufgaben zu erfüllen, unterstützen den Unternehmer:

Betriebsarzt/Arbeitsmediziner (Arbeitsmedizinischer Dienst, AMD) berät Arbeitgeber und Beschäftigte in Fragen der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes, er führt Vorsorgeuntersuchungen durch (GefStoffV § 15).

Technische Beratungsdienst (TBD)/Überbetrieblicher sicherheitstechnischer Dienst (ÜSD) nimmt für Betriebe im Unternehmermodell die Aufgaben einer Fachkraft für Arbeitssicherheit wahr. Er berät Unternehmen in sicherheitstechnischen Fragen der betrieblichen Einrichtungen, Anlagen, Arbeitsmittel und Arbeitsabläufe. Er schult die Mitarbeiter und hilft bei Gefährdungsbeurteilungen.

Technischer Aufsichtsdienst (TAD)/Technische Aufsichtsbeamte (TAB). Hier arbei-

ten Ingenieure und Meister als Spezialisten für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz. Ihre Aufgaben sind z. B. Beratung und Informationen zu Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz, Untersuchung und Auswertung von Unfällen, Überwachung der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes am Arbeitsplatz.

1.7.3 Vorschriften und Regeln

Arbeitssicherheit und Gesundheitsvorsorge ist die Hauptaufgabe der Berufsgenossenschaften.

Die BG BAU gibt dazu eine Reihe von Vorschriften, Regeln und Informationen u. a. heraus, die sie ihren Mitgliedern (Betrieben) kostenlos zu Verfügung stellt.

BG-Vorschriften	BGV
BG-Regeln	BGR
BG-Informationen	BGI
BG-Grundsätze	BGG

BGV Beispiele

BGVR	Datenbank
BGV A1	Grundsätze der Prävention
BGV D36	Leitern und Tritte
BGV A4	Arbeitsmedizinische Vorsorge
BGV A8	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz

BGR Beispiele

BGR 190 Benutzung von Atemschutzgeräten

BGR 195 Benutzung von Schutzhandschuhen

BGR 500 Betreiben von Arbeitsmitteln

BGI Beispiele

BGI 503	Handlungsanleitung zur Ersten Hilfe
BGI 521	Leitern sicher benutzen
BGI 639	Maler- und Lackierarbeiten
BGI 694	Handlungsanleitung für den Umgang mit Leitern und Tritten
BGI 663	Handlungsanleitung für den Umgang mit Arbeits- und Schutzgerüsten

BG-Grundsätze (BGG)

BGG 945 Prüfung von Hebebühnen

BGG 949 Aus und Fortbildung für den betrieblichen Sanitätsdienst

Weitere Info-Materialien der BG BAU sind:

- Informationsschriften für Maler und Lackierer z. B.
  Maler- und Lackiererarbeiten
  Sicher arbeiten – Gesund bleiben
- Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz Allgemeine Informationen
- Merkblätter, Richtlinien
- Bausteine (Sicherheitshinweise)
- Filme, Videos, CD-Rom
- Plakate, Aufkleber

GISBAU – Gefahrstoff-Informationssystem der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft bietet:

- Informationen über Gefahrstoffe am Bau
- Entwürfe von Betriebsanweisungen
- Handlungsanleitungen und Broschüren
- Verfahrens- und verwenderbezogene Informationen
- Produktinformationen GISCODE/Produkt-Code
- PC-Programm WINGIS

Gisbau-Informationen erhält man über das Internet oder über die BG BAU.

Zur Verfügung stehen alle Informationen den Unternehmern, Betriebsräten, Arbeitnehmern.

1.7.4 Gesundheitsgefährdung am Arbeitsplatz

Gefahrstoffe sind Stoffe und Zubereitungen, die im Chemikaliengesetz aufgeführt sind. In ihm sind Einstufung und Kennzeichnung von Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen enthalten (GefStoffV § 3). Als Gefahrstoff wird ein Stoff erkennbar, der einer der Gefahrenbezeichnungen (Eigenschaften) (Bild **1.**12) entspricht und entsprechend gekennzeichnet ist.

Weitere Gefährlichkeitsmerkmale sind:

Sensibilisierend
Krebserzeugend
Erbgutverändernd
Fortpflanzungsgefährdend

1

Die Auszüge aus der Gefahrstoffverordnung umfassen die wichtigsten Regelungen.

GefStoffV § 6 = Sicherheitsdatenblatt (1.7.5)
Hersteller, Einführer oder erneuter Inverkehrbringer gefährlicher Stoffe oder gefährlicher Zubereitungen hat den Abnehmern ein Sicherheitsdatenblatt zu übermitteln.

GefStoffV § 7 = Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung

Gefahrensymbol	Kennbuchstabe	Gefahrenbezeichnung (Eigenschaften)	Begriffsbestimmung nach Gefahrstoffverordnung
	T+	sehr giftig	äußerst schwere, akute oder chronische Gesundheitsschäden oder Tod
	T	giftig	erhebliche akute oder chronische Gesundheitsschäden oder Tod
	Xn	gesundheitsschädlich	akute oder chronische Gesundheitsschäden oder Tod
	C	ätzend	bewirkt in Berührung mit lebendem Gewebe dessen Zerstörung
	Xi	reizend	bewirkt Entzündung bei Berührung mit Haut und Schleimhäuten
	E	explosionsgefährlich	Explosionsgefahr ohne Luftsauerstoff
	O	brandfördernd	a) schnellerer Abbrand brennbarer Stoffe durch Sauerstoff-Abgabe b) organische Peroxide
	F+	hochentzündlich	flüssig Flammpunkt < 0 °C Siedepunkt < 35 °C
	F	leicht entzündlich	flüssig Flammpunkt < 21 °C
	F		fest nach kurzzeitiger Einwirkung einer Zündquelle leicht entzündlich
	F		selbstentzündlich Selbsterhitzung an Luft und Entzündung
	F		bei Berührung mit Wasser oder feuchter Luft, Bildung hochentzündlicher Gase
		entzündlich	flüssig Flammpunkt 21...55 °C
	N	umweltgefährlich	Veränderung der Beschaffenheit des Naturhaushaltes

Quelle: Kühn-Birett

1.15 Gefahrensymbole – Auszug entsprechend der Gefahrstoffverordnung

Der Arbeitgeber muss vor dem Einsatz eines Stoffes in seinem Betrieb ermitteln, ob es sich dabei um einen Gefahrstoff handelt.

Er muss prüfen, ob Stoffe mit geringerem gesundheitlichen Risiko erhältlich sind. Ist dies gegeben, so darf er nur diese verwenden.

Er ist verpflichtet ein Verzeichnis über Gefahrstoffe mit gefährlichen Eigenschaften zu führen. Es muss folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Gefahrstoffes
- Einstufung des Gefahrstoffes oder Angabe der gefährlichen Eigenschaften
- Mengen der Gefahrstoffe im Betrieb
- Arbeitsbereiche, in denen mit dem Gefahrstoff umgegangen wird.

GefStoffV § 8 = Grundsätze für die Verhütung von Gefährdungen (Schutzstufe 1)

Der Arbeitgeber hat beim Umgang mit Gefahrstoffen die zum Schutz des Lebens, der Gesundheit und Umwelt erforderlichen Maßnahmen zu treffen.

GefStoffV § 9 = Grundmaßnahmen zum Schutz der Beschäftigten (Schutzstufe 2)

Der Arbeitgeber hat geeignete persönliche Schutzausrüstung zu Verfügung zu stellen und diese in gebrauchsfähigem, hygienisch einwandfreiem Zustand zu halten. Er hat dafür zu sorgen, dass die Arbeitszeit auf die notwendige Mindestzeit beschränkt bleibt.

GefStoffV § 20 = Betriebsanweisung

Der Arbeitgeber hat eine arbeitsbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisung zu erstellen. In ihr sollen auf die beim Umgang mit Gefahrstoffen verbundene Gefahren für Mensch und Umwelt hingewiesen sowie die erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln festgelegt werden. Auf die sachgerechte Entsorgung ist hinzuweisen, Anweisungen über das Verhalten im Gefahrfall und über die Erste Hilfe sind zu nennen.

Arbeitsplatzgrenzwerte (bisher MAK-Wert). Nach der Gefahrstoffverordnung gibt es den Luftgrenzwert, d. h. den gesundheitsbasierten Arbeitsplatzgrenzwert (AGW). Der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) stellt in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 900) die Tätigkeiten mit Gefahrstoffen zusammen und

nimmt deren Einstufung und Kennzeichnung vor.

Der Arbeitsplatzgrenzwert ist der Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Zeitraum. Er gibt an, bei welcher Konzentration eines Stoffes akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten sind (§ 3 Abs. 6 GefStoffV).

Die TGRS 900 beinhaltet die Liste der Arbeitsplatzgrenzwerte und Kurzzeitwerte entsprechend dem Stand der Technik. Bei Überscheitung des AGW oder bei unmittelbarem Hautkontakt sind entsprechende Schutzmaßnahmen zu treffen.

Emission. Aussendung oder Abgabe von festen oder gasförmigen Stoffen sowie von Wärme, Geräuschen, Lärm oder Strahlen an Boden, Luft oder Wasser.

Emission. Einwirkung der Emissionen, z. B. Schadstoffe, auf Mensch, Tier und Pflanzen.

TRGS 555 Betriebsanweisung (1.17) und Unterweisung

Die Technische Regel enthält Empfehlungen für die

- Aufstellung von Betriebsanweisungen und
- Durchführung von Unterweisungen.

Vom Arbeitgeber sind arbeitsplatzbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisungen zu erstellen und an geeigneter Stelle in/an der Arbeitsstätte bekanntzumachen. Sie enthalten arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogene verbindliche schriftliche Anordnungen und Verhaltensregeln.

- In Ihnen muss auf die im Umgang mit Gefahrstoffen verbundenen Gefahren für Mensch und Umwelt hingewiesen werden.
- Es müssen die erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln festgelegt werden.
- Es ist auf die Entsorgung entstehender gefährlicher Abfälle hinzuweisen.
- Anweisungen über das Verhalten im Gefahrfall und über Erste-Hilfe-Maßnahmen sind zu geben.

Die Arbeitnehmer haben die Betriebsanweisung zu beachten.

Unterweisung. Der Arbeitgeber hat die Arbeitnehmer mündlich zu unterweisen

- vor der Beschäftigung mit Gefahrstoffen, danach
- mindestens einmal jährlich.

Die Unterweisung hat anhand der Betriebsanweisung arbeitsplatz- oder tätigkeitsbezogen zu erfolgen. Inhalt, Teilnehmer sowie Datum der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten. **Die Arbeitnehmer** müssen an den Unterweisungen teilnehmen, die Teilnahme ist durch Unterschrift zu bestätigen.

Gesundheitsgefährdung durch Arbeitsstoffe.

Um die Sicherheit beim Umgang mit Gefahrstoffen im Betrieb und am Arbeitsplatz für alle Beschäftigten gewährleisten zu können, zwingt die GefStoffV Hersteller, Lieferanten und Verwender zu einer einheitlichen Kennzeichnung der Gebinde und Verpackungen (**1**.15).

Die Kennzeichnung findet sich wieder auf den Sicherheitsdatenblätter und den Betriebsanweisungen.

Nicht verarbeitet werden dürfen Stoffe aus Gebinden, die keine Sicherheitskennzeichnung haben oder deren Kennzeichnung unleserlich ist.

Beschäftigungsbeschränkungen und Beschäftigungsverbote bestehen zum Schutz von Jugendlichen und werdenden oder stillenden Müttern beim Umgang mit Gefahrstoffen. Für verschiedene Arbeiten ist ein Mindestalter von 16 Jahren vorgeschrieben.

Die GefStoffV schreibt Sicherheitskennzeichnung für gefährliche Arbeitsstoffe vor (**1**.16).

Eine Gefährdungsbeurteilung (GefStoffV § 6) von Arbeitsplätzen und vor Beginn einer Tätigkeit ist verpflichtend für jeden Unternehmer. Sie ist Voraussetzung für betriebs- bzw. arbeitsplatzbezogene Arbeitschutzmaßnahmen. Ablauf einer Gefährdungsbeurteilung:

- Festlegen der zu beurteilenden Arbeitsbereiche
- Ermitteln von Gefährdungen (objekt/baustellenunabhängig sowie objekt-/baustellenspezifisch)

1

- Beurteilen der Gefährdungen
- Abschätzen und Bewerten des Risikos
- Geeignete Schutzmaßnahmen auswählen und festlegen
- Festgelegte Schutzmaßnahmen durch-/umsetzen
- Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen überprüfen

1.16 Kennzeichnung der Gebinde oder Behältnisse mit gefährlichen Arbeitsstoffen
1 Gefahrensymbole und Gefahrenbezeichnung
2 Gefahrenhinweise – R-Sätze
3 Sicherheitsratschläge – S-Sätze
4 Hersteller, Einführer, Lieferant
5 Bezeichnung des Stoffes, Bestandteile des Stoffes

Aufnahmewege der Gefahrstoffe am Arbeitsplatz und Schutzmaßnahmen

Einwirkung auf	Aufnahmewege	Schutzmaßnahmen
Nasenraum	Eindringen: Gase, Dämpfe, Stäube	Augenschutz, Ohrenschutz
Luftröhre	Einatmen: Gase, Dämpfe, Stäube,	geeigneter Atemschutz, Absaugung, Arbeitsplatzbelüftung
Speiseröhre	Aerosole	
	Verschlucken: Stäube, Flüssigkeiten	nicht trinken, essen und rauchen am Arbeitsplatz
Bronchien	Aufnahme über die Haut (Hautresorption): Stäube, Flüssigkeiten	
Alveolen		Schutzhandschuhe, Arbeitsschutzkleidung
Lunge	wie Luftröhre	

Bei gleichartigen Tätigkeiten bzw. Arbeitsabläufen ist die Gefährdungsbeurteilung exemplarisch durchzuführen. Ändern sich Arbeitsabläufe, bei neuen Arbeitsverfahren und nach Unfällen müssen Gefährdungsbeurteilungen wiederholt werden.

Eine Dokumentation über das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung ist schriftlich zu erstellen. Informationen, Handlungshilfen und Formblätter zur Gefährdungsbeurteilung stehen über BG BAU und GISBAU zu Verfügung.

1.7.5 Sicherheitsdatenblatt

Das Sicherheitsdatenblatt (REACH-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006) muss vom Hersteller, Einführer oder Inverkehrbringer gefährlicher Stoffe oder Zubereitungen dem professionellen Abnehmer ausgehändigt werden. Dies gilt nicht für den privaten Verarbeiter.

Für nicht gefährliche Zubereitungen wird gesetzlich kein Sicherheitsdatenblatt gefordert. Das Sicherheitsdatenblatt dient als Grundlage für die Erstellung einer Betriebsanweisung (**1.**17) es muss folgende Angaben enthalten:

1. Stoff-/Zubereitung- und Firmenbezeichnung
2. Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen
3. Mögliche Gefahren
4. Erste-Hilfe-Maßnahmen
5. Maßnahmen zur Brandbekämpfung
6. Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung
7. Handhabung und Lagerung
8. Expositionsbegrenzung und persönliche Schutzausrüstung
9. Physikalische und chemische Eigenschaften
10. Stabilität und Reaktivität
11. Toxikologische Angaben
12. Umweltbezogene Angaben
13. Hinweise zur Entsorgung
14. Angaben zum Transport
15. Rechtsvorschriften
16. Sonstige Angaben

Die Einzelheiten sind im Anhang I der Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 220 beschrieben.

Hinweise für eine sachgerechte Handhabung von Stoffen, die Gefahrstoffe enthalten oder freisetzen, findet man auf dem Gebindeetikett, auf Sicherheitsdatenblättern oder Verarbeitungsanleitungen. Dazu werden verwendet:

R-Sätze (68) = Hinweise auf besondere Gefahren, Kombination der R-Sätze

S-Sätze (64) = Sicherheitsratschläge, Kombination der S-Sätze

1.17 Beispiel für eine Betriebsanweisung gemäß TRGS 555

Beispiele für R-Sätze – Hinweise auf besondere Gefahren

R11	Leichtentzündlich
R 20	Gesundheitsschädlich beim Einatmen
R 36	Reizt die Augen
R 45	Kann Krebs erzeugen
R 61	Kann das Kind im Mutterleib schädigen

Beispiele für Kombination der R-Sätze

R 20/21	Gesundheitsschädlich beim Einatmen und bei Berührung mit der Haut
R 36/38	Reizt die Augen und die Haut
R 51/53	Giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben

Beispiele für S-Sätze – Sicherheitsratschläge

S 2	Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen
S 7	Behälter dicht geschlossen halten
S30	Niemals Wasser hinzugießen
S 39	Schutzbrille/Gesichtsschutz tragen
S 52	Nicht großflächig für Wohn- und Aufenthaltsräume verwenden

Beispiele für Kombination der S-Sätze

S 1/2	Unter Verschluss und für Kinder unzugänglich aufbewahren
S 20/21	Bei der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen
S 29/56	Nicht in die Kanalisation gelangen lassen

Nach § 7 GefStoffV ist zu prüfen, ob ein Arbeitsstoff, der Gefahrstoffe enthält, nicht durch andere ungefährliche Materialien oder Verfahren zu ersetzen ist.

1.7.6 Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten wird vorgebeugt durch:

- Technische Sicherheitseinrichtungen
- Organisatorische Vorkehrungen
- Tragen persönlicher Schutzausrüstungen

Entsprechend der tätigkeits- und objektbezogenen Gefährdungsbeurteilung ist die PSA zu Verfügung zu stellen und zu benutzen.

Regelungen und Anweisungen zur persönlichen Schutzausrüstung finden sich z. B. in:

BGV A1 „Grundsätze der Prävention“
BGR A1 „Grundsätze der Prävention“
BGR 195 „Einsatz von Schutzhandschuhen“
BGR 193 „Benutzung von Kopfschutz“

1

Bausteinen C PSA:

C 6 „Persönliche Schutzausrüstungen“
C 108 „Schutzhandschuhe“
C 179 „Hautschutz“ Infomappe:
B 1 „Kopfschutz“
B 5 „Handschutz“

Der Unternehmer hat geeignete persönliche Schutzausrüstung bereit zu stellen (BGR A 1 § 29). Er hat dafür zu sorgen, dass sie entsprechend bestehender Tragezeitbegrenzung und Gebrauchsdauer bestimmungsgemäß benutzt werden (§ 30).

Zum richtigen Einsatz hat er Unterweisungen durchzuführen (§ 31) über:

- die bestimmungsgemäße Benutzung
- die Reinigung und Pflege
- die ordnungsgemäße Aufbewahrung
- das Erkennen von Schäden

Die Versicherten haben die persönliche Schutzausrüstung bestimmungsgemäß zu benutzen (1.18), regelmäßig auf ihren ordnungsgemäßen Zustand zu überprüfen und festgestellte Mängel dem Unternehmer oder Beauftragten zu melden.

Zur persönlichen Schutzausrüstung gehören:

- Kopfschutz: Schutzhelme
- Fußschutz: Sicherheitsschuhe, Schutzschuhe
- Augen-, Gesichtsschutz: Schutzbrille, Schutzhaube
- Atemschutz: Partikelfilter, Atemschutzmaske, Atemschutzhaube
- Schutzhandschuhe: Auswahl entsprechend dem Einsatz, der Belastung
- Gehörschutz: Gehörschutzstöpsel, Gehörschutzkapseln, Gehörschutzwatte
- Schutzkleidung: Schutzanzug, Regen- und Winterschutzkleidung, Warnkleidung
- Knieschutz: Knieschutzpolster,
- Hautschutz: Hautschutzmittel
- PSA gegen Absturz: Haltegurte, Auffanggurte

Beispiele für die Verwendung der persönlichen Schutzausrüstung:

Kopfschutz:	Auf- und Abbau von Gerüst
Fußschutz:	bei Arbeiten in Neubauten, mit ätzenden Stoffen, Gerüstbau

1.18 Gebotszeichen für persönliche Schutzausrüstung

Augen- und Gesichtsschutz:	Schleifarbeiten mit Winkelschleifer, Spritzen von Kalkfarbe, starke Grobstaubbelastung
Atemschutz:	mechanisches Entfernen von Schimmel, Abschleifen alter Farbschichten; Spritzen von gefährlichen Stoffen
Schutzhandschuhe:	Entrostungs-, Gerüstbauarbeiten, Abbeizen von Farbschichten
Gehörschutz:	Arbeiten mit Maschinen (ab 85 dB (A))
Schutzkleidung:	Fassadenreinigung mit chemischen Reinigungsmitteln, schmutzintensive Entrostungsarbeiten
Knieschutz:	Fußbodenspachteln, Verlegen von Teppich, Laminat

Atemschutz. Bei fehlendem oder unzureichendem Atemschutz können schwere Gesundheitsschäden entstehen, deshalb Atemschutz unbedingt benutzen.

Atemschutzgeräte nach DIN EN 133 und 134 werden entsprechend ihrer Wirkungsweise unterschieden nach

- Filtergeräten (abhängig von der Umgebungsatmosphäre wirkend) und
- Isoliergeräten (unabhängig von der Umgebungsluft wirkend).

Filtergeräte werden unterschieden nach Gasfilter, Partikelfilter und Kombinationsfilter.

Gasfilter bei Gasen oder Dämpfen ohne Partikel, unterschieden werden

Typ A Kennfarbe braun	Organische Gase und Dämpfe von z. B. Lösemitteln
Typ B Kennfarbe grau	Anorganische Gase und Dämpfe von z. B. Säuren
Typ E Kennfarbe gelb	Flusssäure, Salzsäure
Typ K Kennfarbe grün	Ammoniak

Partikelfilter bei festen oder flüssigen Aerosolen, unterschieden werden

- P 1 Schutz gegen Schwebstoffe, die nicht giftig sind
- P 2 Schutz gegen feste und flüssige Partikel von mindergiftigen Stoffen, z. B. Mineralwolle, Grundbeschichtungsstoffe
- P 3 Schutz gegen feste und flüssige Partikel von giftigen und hochgiftigen Stoffen, z. B. Antifoulingfarben, Eichenholzstaub

Bei der Nutzung von Filtergeräten sind zu beachten:

- Gebrauchsanleitung des Herstellers
- Auswahl der Filter nach Art und Höhe der Schadstoffkonzentration
- Haltbarkeitsdatum bei Gasfiltern

Filtergeräte werden eingesetzt als: **Vollmasken,** sie umschließen das ganze Gesicht, Augen, Mund und Nase

Halbmasken, sie umschließen nur Mund und Nase

Atemschutzhauben, sie umschließen das ganze Gesicht oder den gesamten Kopf, sind mit Filter ausgestattet oder es wird Frischluft zugeführt.

Beim Tragen von Atemschutz werden an den Träger Anforderungen gestellt, die in BGVen und BGRen der BG BAU beschrieben sind, z. B. regelmäßige Unterweisung, Vorsorgeuntersuchungen, Tragezeitbegrenzung.

Schutzhandschuhe. Für die unterschiedlichen Belastungen, denen die Hände bei der Ausführung von Arbeiten ausgesetzt sind, steht eine Auswahl an Schutzhandschuhen zu Verfügung. Sie unterscheiden sich in der Handschuhform (Faust-, Drei- und Fünffingerhandschuhe) und dem Material, aus dem die Handschuhe bestehen (Naturlatex, Polychloropren, Nitril, Butylkautschuk, Viton). Nitril und Viton sind insbesondere bei Maler- und Lackiererarbeiten geeignet.

Es gibt keinen universellen Schutzhandschuh für alle Belastungen.

Augen- und Gesichtsschutz. Aus der Art der Arbeit (Einwirkung) ergibt sich die Auswahl des geeigneten Augen- und Gesichtsschutz.

- Schutzbrillen
- Schutzschirme
- Schutzhauben

1.7.7 Hautschutz

Hautschutz ist für den Maler besonders wichtig, da er berufsbedingt mit Stoffen zu tun hat, die bei unsachgemäßer Handhabung erhebliche Gesundheitsgefahren wie Entfettung und Verätzung der Haut sowie Hautekzeme mit sich bringen können. Bestimmte Produkte, z. B. chromathaltiger Zement, und Lösemittel, können Überempfindlichkeitsreaktionen (Allergien) der Haut hervorrufen.

Rangfolge von Schutzmaßnahmen

Prüfung

- ob ein weniger belastender Arbeitsstoff eingesetzt werden kann
- ob durch Änderung der Arbeitsabläufe der Hautkontakt vermindert werden kann
- ob Schutzkleidung, Schutzhandschuhe vorrangig anzuwenden sind

Hautschutzmittel gehören zu der persönlichen Schutzausrüstung. Ihre Anwendung wird in einen Hautschutzplan (Tabelle **1.**2) eingebunden.

Der Unternehmer hat einen Hautschutzplan zu erstellen, die Versicherten haben die zur Verfügung gestellten Hautschutzpräparate zu benutzen.

1

Orientierungshilfen für die Erstellung eines Hautschutzplanes gibt es in den BGR 197.

Begriffe zum Hautschutz (BGR 197):

- **Hautschutz** ist der Schutz vor beruflichen Schädigungen durch die Anwendung äußerlich auf die Haut aufzubringende Mittel.
- **Hautschutzmittel** werden vor einer hautbelastenden Tätigkeit auf die Haut aufgetragen.
- **Hautreinigungsmittel** werden nach einer hautbelastenden Tätigkeit auf der Haut angewandt.
- **Hautpflegemittel** (nicht PSA) werden nach einer hautbelastenden Tätigkeit auf die saubere Haut aufgetragen.

Hautschutzmittel sind vor Beginn der Arbeiten aufzutragen. Es gibt kein universell wirkendes Hautschutzmittel, d. h. für jedes Einsatzgebiet ist das geeignete Mittel zu verwenden. Ungeeignete Hauschutzmittel können die Aufnahme von Schadstoffen fördern.

Akute Kontaktekzeme entstehen durch Einwirkung von sofort reizenden Substanzen (z. B. Säuren, Laugen, Putze, Reinigungsmittel, organische Lösemittel). Diese führen zu akuten Entzündungen, die sich je nach Einwirkungszeit schwächer oder stärker ausbilden.

Chronische Kontaktekzeme entstehen durch Einwirkung von Schadstoffen (z. B. Wasch-, Reinigungsmittel, organische Lösemittel) über einen längeren Zeitraum. Die Reizung führt dazu, dass die Haut ihre Schutzfunktion einbüßt und sich die Empfindlichkeit gegen diese Stoffe steigert.

Allergische Kontaktekzeme (1.19) sind die Reaktion der Haut auf bestimmte Stoffe auf Grund der persönlichen Überempfindlichkeit.

Hauterkrankungen können verbunden sein mit: Juckreiz, Brennen, Rötungen, Bläschen, Raue Haut, Schuppung, Schrunden, Risse.

1.19 Hautschäden – Abnutzungsekzeme

Tabelle 1.2 Hautschutzplan-Schema (Beispiele)

Hautgefährdung	Hautschutzmittel	Hautreinigungsmittel	Hautpflegemittel	Schutzhandschuhe
	vor Arbeitsbeginn, auch nach Pausen	vor Pausen und nach der Arbeit	nach der Hautreinigung nach Arbeitsende	Hinweise auf speziellen Einsatzbereich
Baustelle: Anlauger, Lösemittel	Produktname A	Produktname B	Produktname C	Produktname D
Werkstatt: Lacke	Produktname E	Produktname F	Produktname G	Produktname H

Beispiel für die Vermeidung von Hautallergien.

Bei der Verwendung von Epoxidharzen (z. B. Beschichtungsstoffe für Industrieböden oder Parkhäuser) kann es durch Bisphenol-Harze, Reaktivverdünner und Amine schon nach relativ kurzer Kontaktzeit zu massiven und andauernden Hautallergien kommen. Durch zwingenden Einsatz von PSA, das sind Schutzanzug, Nitrilhandschuhe, Schutzbrille, muss ein direkter Hautkontakt vermieden werden.

Verhaltensregeln

- Vor der Arbeit und nach Pausen auf die Verschmutzung abgestimmte Hautschutzsalben benutzen.
- Nach der Arbeit jeweils geeignete Hautreinigungsmittel verwenden.
- Nach der Reinigung intensive Hautpflege durchführen, der Haut Fett und Feuchtigkeit zuführen.

Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung bei der Gefahr von Hauterkrankungen und bei ersten Anzeichen von Hauterkrankungen durchführen lassen.

1.7.8 Leitern und Tritte

Vor dem Einsatz einer Leiter oder eines Trittes ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu prüfen, ob nicht ein anderes Arbeitsmittel sicherer ist. Bei Arbeiten geringen Umfangs oder geringer Gefährdung können Leitern und Tritte benutzt werden.

In der **BGI 694 „Handlungsanleitung für den Umgang mit Leitern und Tritten“** sind Kriterien aufgelistet, nach denen Leitern und Tritte auszuwählen sind.

Daraus ergeben sich für den Unternehmer Verpflichtungen:

- Es dürfen nur Leitern und Tritte benutzt werden, die den Regeln der Technik entsprechen (mit GS-Zeichen).
- Sie müssen nach ihrer Bauart für die jeweils auszuführende Arbeit geeignet sein.
- Die Beschäftigten müssen im Umgang mit Leitern und Tritten unterwiesen sein.
- Leitern und Tritte müssen regelmäßig auf ihren ordnungsgemäßen Zustand überprüft werden.

Nach der **BGV D 36 sind Leitern** „ortsveränausderliche Aufstiege mit Stufen oder Sprossen, die mit Wangen oder Holmen verbunden sind“. Sie werden Holz oder Aluminium hergestellt.

Tritte sind „ortsveränderliche Aufstiege bis 1,00 m Höhe, deren tragende Schenkel in Gebrauchsstellung zug- und druckfest miteinander verbunden sind und deren oberste Fläche zum Betreten vorgesehen ist“. Sie werden aus Stahl oder Aluminium hergestellt.

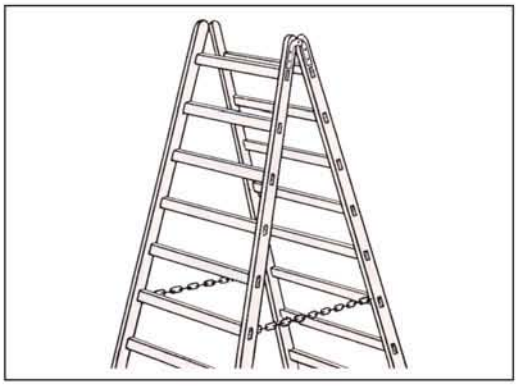
Leitern werden unterschieden nach Bauart und Einsatzbereich

- Anlegeleitern
- Schiebeleitern
- Rollleitern
- Steckleitern
- Glasreinigerleitern
- Stehleitern
- Podestleitern

Als Leiter-Werkstoffe kommen zum Einsatz Holz, Stahl, Aluminium, Kunststoff (GFK) (**1**.20).

1.20 Verbundleiter-Stehleiter Holmen Holz, Sprossen Aluminium

Stehleitern werden am häufigsten eingesetzt. Sie sind zweischenklige freistehende Leitern, bei denen Spreizsicherungen – Ketten oder Gurte – ein Auseinandergleiten verhindern.

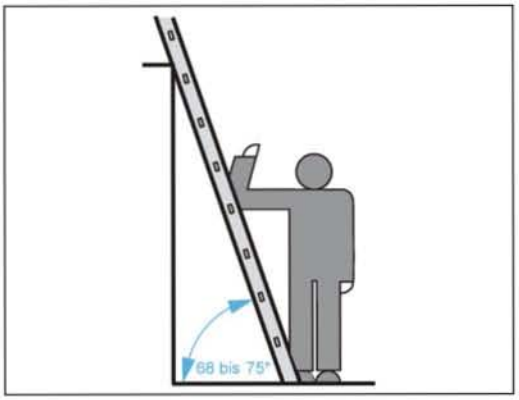


1.21 Stehleiter ohne Widerlager mit Spreizsicherung

Sicherheitshinweise:

- Nicht wie Anlegeleitern benutzen!
- Standsicher Aufstellen, gegen Einsinken und Umfallen sichern!
- Auf wirksame Spreizsicherung achten! (**1**.21)
- Oberste Sprosse nicht besteigen!
- Nicht auf andere Arbeitsplätze übersteigen!

Holmverlängerungen sind bei Stehleitern auf Treppen und schiefen Ebenen einzusetzen.



1.22 Anstellwinkel

Jede Holmverlängerung muss mit 2 Leiterklammern bzw. Klemmlaschen befestigt werden.

Mit entsprechendem Leiterzubehör lässt sich der Einsatz und die Sicherheit optimieren, z. B. durch Rollen, Wandabstützung, Traverse, Fußteile (z. B. Stahlspitze, Gumminoppen), Seitenhandlauf und Einhängevorrichtung.

Anlegeleitern werden zu ihrer Benutzung an ein Bauteil angelegt.

Sicherheitshinweise:

- Nur an sicheren Punkten anlegen!
- Sicher aufstellen!
- Richtigen Anstellwinkel einhalten (**1.**22)
- Durch entsprechende Leiterfüße gegen Abrutschen und Einsinken schützen!
- Standplatz nicht höher als 7,00 m!
- Die obersten drei Sprossen nicht betreten!
- Material und Werkzeug dürfen zusammen nicht mehr als 10 kg haben!
- Es dürfen nur Arbeiten geringen Umfangs ausgeführt werden!
- Es darf nur 2 Stunden von der Leiter aus gearbeitet werden, wenn der Standplatz über 2,00 m liegt!
- Mit beiden Füßen auf einer Sprosse stehen!

Nicht gearbeitet werden darf auf Anlegeleitern z. B.

- mit Säuren, Laugen,
- mit Maschinen und Geräten, die mit beiden Händen bedient werden müssen (z. B. Schleifmaschine, Hochdruckreinigungsgerät).

Allgemeine Regeln für Holzleitern:

- Zur Beschichtung keine deckenden Beschichtungsstoffe verwenden.
- Gegen Witterungs- und Temperatureinflüsse geschützt lagern.
- Schadhafte Leitern nicht benutzen.
- Angebrochene Holme, Wangen und Sprossen nicht flicken.

Für den Benutzer von Leitern muss eine Betriebsanleitung aufgestellt und an der Leiter deutlich erkennbar und dauerhaft angebracht sein (**1.**23).

Tritte werden unterschieden in Leitertritte, Treppentritte, Tritthocker und Rolltritte (tonnenförmige Tritte). Sie können sowohl ohne, als auch mit Rollen ausgestattet sein. DIN EN 14 183 Tritte.

1.23 Piktogramme – Benutzungsanleitung auf Leitern

1.7.9 Fahrbare Arbeitsbühnen, Hubarbeitsbühnen

Fahrbare Arbeitsbühnen (DIN EN 1004 und DIN 4422-1) sind Gerüste aus vorgefertigten Bauteilen mit festgelegten Abmessungen (**1.**24).

- maximale Belaghöhe in Innenräumen 12,00 m

- maximale Belaghöhe außerhalb von Gebäuden 8,00 m
- Es müssen konstruktiv festgelegte Innenaufstiege vorhanden sein.
- An der jeweiligen Arbeitshöhe muss ein dreiteiliger Seitenschutz vorhanden sein.
- Das Anbringen von Hebezeugen ist verboten.
- Überbrückungen zwischen Arbeitsbühnen und Gebäuden sind unzulässig.

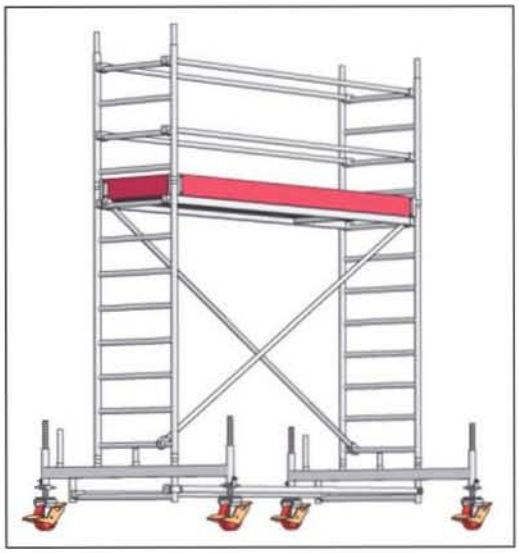
Allgemeine Benutzungshinweise:

- Fahrbare Arbeitsbühnen nach Aufbau- und Verwendungsanleitung des Herstellers Errichten und vor Verwendung von einer befähigten Person prüfen lassen.
- Fahrbare Arbeitsbühnen nur langsam und auf ebenem tragfähigem und hindernisfreiem Untergrund verfahren.
- Fahrrollen müssen unverlierbar befestigt sein und nach dem Verfahren durch Bremshebel festgesetzt werden.
- Jeglicher Anprall ist zu vermeiden.– Nur in Längsrichtung oder Übereck verfahren.
- Vor dem Verfahren lose Teile gegen Herabfallen sichern.
- Der Aufenthalt von Personen während des Verfahrens ist verboten.

Hubarbeitsbühnen sind auf einem fahrbaren Untergestell oder einem Fahrzeug aufgebaut und können auf die jeweilige Arbeitshöhe ausgefahren werden. Sie erhalten vor der ersten Inbetriebnahme von einem Sachverständigen eine Prüfbescheinigung und müssen mindestens einmal jährlich von einem Sachkundigen auf ihre Einsatzbedingungen hin geprüft werden.

Allgemeine Benutzungshinweise:

- Funktionsprobe täglich vor Arbeitsbeginn
- Bedienung nur von Personen, die mindestens 18 Jahre alt sind, in der Bedienung unterwiesen wurden und vom Unternehmer hierzu schriftlich beauftragt sind.
- Bei Arbeiten im öffentlichen Straßenverkehr gelbe Blinklichtleuchten einschalten.
- Hubarbeitsbühnen entsprechend der Betriebsanleitung aufstellen.



1.24 Fahrbare Arbeitsbühne, Gerüstgruppe 3
- Standleitern für Steckmontage, Aluminium
- Arbeitsböden, Alurahmen mit Sperrholz-Einlagen
- Durchstiegbrücke für Innenaufstieg
- Doppelrückenlehne
- Diagonale (Streben)
- Bordbretter
- Fahrbalken mit Rohrverbinder
- Lenkrollen, feststellbar
- Stahlspindeln für Niveauausgleich

1.7.10 Arbeits- und Schutzgerüste

Vor dem Auf-, Um- und Abbau von Gerüsten ist eine Gefährdungsbeurteilung vorzunehmen. Für Gerüstbauarbeiten muss ein Aufsichtsführender mit entsprechenden Kenntnissen eingesetzt werden, ebenfalls müssen die dabei Beschäftigten fachlich geeignet sein (Qualifikationsanforderungen sind festgelegt).

Arbeits- und Schutzgerüste (DIN EN 12811, DIN 4420 1-3, DIN EN 1004, DIN 4420 1-3) sind Konstruktionen, die aus Gerüstlagen mit

1

veränderlicher Länge und Breite an der Baustelle aus Gerüstteilen zusammengesetzt werden. Unterschieden werden

- Systemgerüste aus vorgefertigten Bauteilen aus Aluminium, Stahl, Holz (Belag)
- Stahlrohrkupplungsgerüste aus Stahl, Holz (Belag)
- Leitergerüste (Holz)

Arbeitsgerüste werden in 6 Lastklassen und Breitenklassen/Breite w der Gerüstlage in m eingeteilt (Tabelle **1.**3).

Für gewerkspezifische Arbeiten werden überwiegend die Arbeitsgerüste der Lastklassen 2 und 3 und der Breitenklasse W06 eingesetzt.

Tabelle **1.**3 Last- und Breitenklassen

Lastklassen der Arbeitsgerüste			
Last-Klasse	Gleichmäßig verteilte Last kN/m²	Last-Klasse	Gleichmäßig verteilte Last kN/m²
1	0,75	4	3,00
2	1,50	5	4,50
3	2,00	6	6,00
Breitenklasse/Breite w der Gerüstlage			
Breiten-klasse	Meter	Breiten-klasse	Meter
W06	0,6 < w < 0,9	W1.8	1,8 < w < 2,1
W09	0,9 < w < 1,2	W2,1	2,1 < w < 2,4
W1.2	1,2 < w < 1,5	W2,4	2,4 < w
W1,5	1.5 < w < 1,8		

Anwendungsbeispiele:

Arbeitsgerüste der Gerüstgruppe 2 dürfen nur für Arbeiten eingesetzt werden, die kein Lagern von Baustoffen und Bauteilen erfordern. Zulässig sind z. B.:

Beschichtungsarbeiten, Fassadenreinigung

Arbeitsgerüste der Gerüstgruppe 3 dürfen nur für Arbeiten eingesetzt werden, bei denen die Belastung aus Material und Personen das flächenbezogene Nutzgewicht von s 2,00 kN/m² nicht überschreitet.

Zulässig sind z. B.:

maschinelle Putz- und Stuckarbeiten, Beschichtungsarbeiten, WDVS-Arbeiten, wenn bei Materiallagerung auf der Belagfläche eine Durchgangsbreite von mindestens 0,20 m erhalten bleibt.

Arbeitsgerüste der Gerüstgruppen 4, 5 und 6 werden für Arbeiten eingesetzt, bei denen Baustoffe oder Bauteile auf dem Gerüstbelag abgesetzt oder gelagert werden, unter Einhaltung einer ausreichenden Durchgangsbreite. Dabei liegt die zulässige Belastung bei ≤ 3,00 kN/m². Zulässig sind z. B.:

Maurer-, Putz- und Fliesenarbeiten

Neben den Fassadengerüsten aus vorgefertigten Bauteilen gibt es: Hängegerüst, Traggerüst, Konsolgerüst und Schutzgerüst.

Schutzgerüste werden wie folgt unterschieden:

- Schutzdächer zum Schutz vor herabfallenden Gegenständen
- Fanggerüste, Dachfanggerüste sollen Personen bei Absturz auffangen

Schutznetze werden als Absturzsicherung und ggf. Schutz gegen herabfallende Gegenstände eingesetzt.

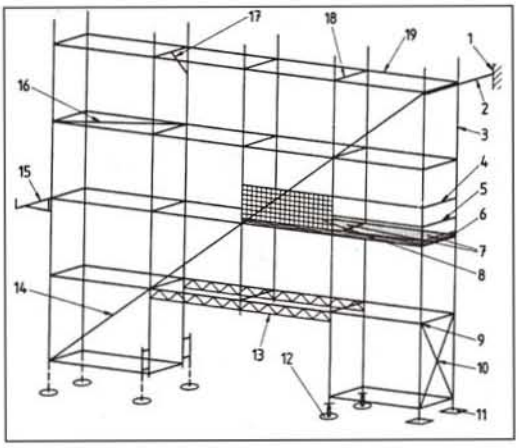
Für alle Gerüstarten gibt es in Normen festgelegte Bau- und Sicherheitstechnische Anforderungen. Für den Umgang mit Gerüsten gelten die von der BG BAU herausgegebenen BGI 663, BGV C22 und die Betriebssicherheitsverordnung TRBS 1203.

Systemgerüste (**1.**25) bestehen aus vorgefertigten Bauteilen. Von den Gerüstherstellern sind amtliche Zulassung, Prüfzertifikate, Aufbau- und Nutzungsangaben zu erhalten.

Der Gerüstersteller muss das fertig montierte Gerüst auf dessen ordnungsgemäßen Zustand hin prüfen. Die Prüfung soll in einem Prüfprotokoll dokumentiert werden, bei Fremdnutzung ist ein Übergabeprotokoll zu erstellen.

Der Unternehmer, der ein fremdgestelltes Gerüst in Benutzung nimmt, muss dieses vor Inbetriebnahme auf sichere Funktion überprüfen. Er kann dazu seine Gefährdungsbeurteilung und den Plan für die Benutzung verwenden, den ihm der Gerüstersteller, der Bauherr oder der SiGeKo im Sinne der Baustellenverordnung zur Verfügung stellen kann. Er ist für die Sicherheit seiner Mitarbeiter verantwortlich und muss diese entsprechend unterweisen.

Jeder Beschäftigte, der ein Gerüst benutzt, trägt Mitverantwortung für die Sicherheit. Er muss vom Unternehmer in der Nutzung des Gerüstes unterwiesen werden und sich danach verhalten.



1.25 Systemgerüst nach DIN 4420
1 Anker
2 Gerüsthalter
3 Ständer
4 Geländerholm
5 Zwischenholm
6 Bordbrett
7 Belagfläche
8 Geflecht
9 Knoten
10 Querverstrebung (das dargestellte Beispiel ist ein Aussteifungskreuz)
11 Fußplatte (nicht verstellbar)
12 Fußspindel
13 Überbrückungsträger
14 Längsverstrebung
15 Konsole
16 Horizontalverstrebung
17 Kopfband
18 Querriegel
19 Längsriegel

Eine Gerüstkennzeichnung (**1**.26) ist vorgeschrieben und muss am Gerüst angebracht sein.

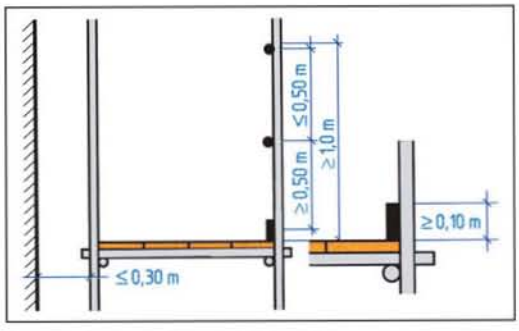
Arbeitsgerüst nach EN 12 811-1
Breitenklasse W06
Lastklasse 3
Gleichmäßig verteilte Last max. 2,00 kN/m²
Datum der Prüfung
Gerüstbaubetrieb Müller
1234 Malerdorf – Tel. 01234/1525

1.26 Beispiel einer Gerüstkennzeichnung

Für das Prüfprotokoll für Arbeits- und Schutzgerüste gemäß §§ 10 und 11 BetrSichV stehen Formblätter zu Verfügung, ebenso eine **Checkliste** zur Überprüfung durch den Gerüstbenutzer (BGI 663).

Allgemeine Sicherheitsregeln für den Auf- und Abbau sowie die Nutzung von Gerüsten.

- Abstand vom Gerüst zum Gebäude darf nicht mehr als 30 cm betragen (**1**.27)
- dreiteiligen Seitenschutz ab 2,00 m Belaghöhe verwenden (**1**.27)
- Verankerungen zug- und druckfest anbringen
- Ständer bzw. Rahmen sind lotrecht auf tragfähigen Untergrund zu stellen
- Längs- und Querverstrebungen sind über die gesamte Länge und Höhe einzubauen
- innenliegende Leitergänge benutzen
- nicht auf die Gerüstbeläge abspringen
- Gerüstbeläge sind um Bauwerksecken herumzuführen
- Vorsicht bei offenen Leiterluken.



1.27 Seitenschutz bei Arbeitsgerüsten nach DIN 4420

Der Gerüstbenutzer ist vor der ersten Benutzung und nach längeren Pausen verpflichtet, das Gerüst auf augenfällige Mängel hin zu überprüfen. Werden Mängel festgestellt, ist das Gerät bis zu deren Beseitigung nicht zu benutzen. Konstruktive Veränderungen dürfen nur vom Gerüstbauer durchgeführt werden.

1

1.7.11 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel

Der Einsatz elektrischer Geräte, Maschinen Anlagen und Betriebsmittel birgt Gefahren durch direktes Berühren stromführender Leitungen oder von Geräteteilen, die infolge eines Defektes unter Strom stehen. Deshalb dürfen elektrische Anlagen und Betriebsmittel nur von Elektrofachkräften verändert und instand gehalten werden.

Prüfungen. Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass elektrische Anlagen und Betriebsmittel auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden,

- vor der ersten Inbetriebnahme,
- nach einer Instandsetzung und
- in festgelegten Zeitabständen.

Bei Stromunfällen immer zuerst den Strom abschalten dann Erste-Hilfe-Maßnahmen einleiten!

Zur Vermeidung von Gefahren durch elektrischen Strom auf Baustellen sind Sicherheitsvorschriften zu beachten:

- nur Geräte, Maschinen und Betriebmittel mit GS-, VDE- oder CE-Zeichen einsetzen
- schadhafte Geräte, Maschinen und Leitungen müssen sofort außer Betrieb gesetzt werden
- Reparaturen dürfen nur von Elektrofachkräften ausgeführt werden
- Leitungsroller (Kabeltrommel) sollen aus Isolierstoff bestehen, sie müssen eine Überhitzungs-Schutzeinrichtung haben, die Steckdosen müssen spritzwassergeschützt sein
- elektrische Anlagen und Betriebsmittel müssen regelmäßig entsprechend den Prüffristen von Elektrofachkräften überprüft werden
- Strom von Speisepunkten abnehmen. Diese sind z. B.: Baustromverteiler, der Baustelle zugeordnete Abzweige ortsfester elektrischer Anlagen, Ersatzstromversorgungsanlagen mit Fehlerstromschutzschalter.
  Steckdosen in Hausinstallationen dürfen nicht benutzt werden.
- Bei kleinen Baustellen ist die Abnahme auch aus z. B. Kleinstbaustromverteilern oder Schutzverteiler zulässig. Diese dürfen auch über Steckvorrichtungen in Hausinstallationen betrieben werden.

Leuchten

Bauleuchten müssen mindestens sprühwassergeschützt und für rauen Betrieb (Tabelle **1.**4) geeignet sein.

Hand-/Bodenleuchten müssen schutzisoliert und strahlwassergeschützt ausgeführt sein. **Schalter und Steckvorrichtungen** müssen mindestens spritzwassergeschützt sein.

Bei Arbeiten in der Nähe von **elektrischen Freileitungen** müssen je nach Bemessungsspannung zwischen 1,00 m und 4,00 m Sicherheitsabstand eingehalten werden. Die Bemessungsspannung ist beim zuständigen Elektroversorgungsunternehmen zu erfragen.

Tabelle **1.**4 Kurzzeichen und Symbole auf elektrischen Geräten, Maschinen und Betriebsmitteln

	Gefährliche elektrische Spannung
	Schutzisoliert (Schutzklasse II)
	Schutzkleinspannung (Schutzklasse III)
	Trenntransformator (Schutztrennung)
	Explosionsgeschützte, baumustergeprüfte Betriebsmittel
	Für rauen Betrieb
	Staubgeschützt
	Regengeschützt (Sprühwassergeschützt)
	Spritzwassergeschützt
	Strahlwassergeschützt

Symbole für elektrotechnische Einheiten

V Volt (Spannung)
A Ampere (Stromstärke)
W Watt (Leistung)
kW Kilowatt (Leistung)
Hz Hertz (Frequenz)

Weitere Informationen über Elektrische Anlagen und Betriebsmittel in BGV A3, BGI 608, 609 und 594 in den Bausteinen B 10 und B 11.

Zeichen (**1.**28) auf elektrischen Geräten, Maschinen und Anlagen dienen zur sicherheitstechnischen Kennzeichnung.

Zum Beispiel sind elektrische Anlagen und Betriebsmittel mit dem VDE-Zeichen

- elektrisch sicher
- mechanisch sicher
- thermisch sicher
- normgerecht
- vom VDE während der Fertigung überwacht.

1.28 Zeichen auf elektrischen Geräten und Maschinen

ENEC- und VDE-Zeichen belegen die Sicherheit eines elektrotechnischen Erzeugnisses hinsichtlich elektrischer, mechanischer, thermischer, toxischer und sonstiger Gefährdungen.

Das CE-Zeichen (Konformitätszeichen der EU) ist kein Sicherheitszeichen. Ein CE gekennzeichnetes Produkt wurde von keiner anerkannten Prüfstelle getestet.

1.7.12 Arbeitsräume, Lagerräume, Unterkünfte auf Baustellen

Arbeits- und Lagerräume müssen zur Verhütung von Gefahren

- ausreichend belüftet sein,
- mit Tageslicht oder ausreichender Beleuchtung ausgestattet sein,
- Sicherheitsbeleuchtung bei Ausfall der Allgemeinbeleuchtung haben,
- nutzungsgerechte Größe (Grundfläche, Höhe) aufweisen,
- ebene Fußböden (ohne Löcher, Unebenheiten) haben, die rutschhemmend, trittsicher und leicht zu reinigen sind,
- mit Sicherheitskennzeichen versehen sein.

Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz (BGV A8) helfen durch:

Warnzeichen dem leichten und schnellen Erkennen von Gefahren bzw. Gefahrenstellen.

Gebotszeichen beim notwendigen Einsatz der PSA zu erkennen.

Verbotszeichen Gefahren und Unfälle zu vermeiden.

Rettungszeichen im Notfall Gesundheit bzw. Leben zu retten.

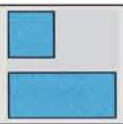
In den Vorschriften wird unterschieden nach Sicherheitszeichen, Sicherheitsfarben, Leucht- und Schallzeichen, Sprech- und Handzeichen. Sicherheitszeichen sind in Form und Farbe festgelegt (Tab. **1.**5).

Sicherheitsaussagen durch einfache Piktogramme sollen das richtige Verhalten schnell und sicher erkennbar machen (**1.**29).

1

1.29 Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz, Beispiele

Tabelle **1.5** Kombination von geometrischer Form und Sicherheitsfarbe und ihre Bedeutung für Sicherheitszeichen (UVV, VBG 125)

Geometrische Form / Sicherheitsfarbe			
Rot	Verbot (Verbotszeichen)		Material und Einrichtungen zur Brandbekämpfung (Brandschutz-Zeichen!)
Gelb		Warnung Vorsicht! (Warnzeichen)	
Grün			Rettung Erste Hilfe (Rettungs-, Hinweis- oder Zusatzzeichen)
Blau	Gebot (Gebotszeichen)		

Lagerung brennbarer Flüssigkeiten.

Dabei wird unterschieden nach

- erlaubnisfreier Lagerung, Flüssigkeiten bis zu 10.000 Liter
- überwachungsbedürftige Anlagen, Flüssigkeiten von mehr als 10.000 Liter
- Lagerung auf Baustellen (Tab. **1.6**)

Bei erlaubnisfreier Lagerung begrenzter Mengen von entzündlichen, leicht- oder hochentzündlichen Flüssigkeiten sind bauliche Anforderungen einzuhalten.

Brennbare Flüssigkeiten werden klassifiziert:

- Hochentzündlich, Flammpunkt < 21 °C, Siedepunkt < 0°C
- Leichtentzündlich, Flammpunkt < 21 °C
- Entzündlich, Flammpunkt zwischen 21 °C und 55 °C

Flammpunkt einer brennbaren Flüssigkeit ist die niedrigste Temperatur bei der ein Lösemittel Dämpfe in solcher Menge entwickelt, dass sich ein durch Fremdentzündung entflammbares Dampf-Luft-Gemisch bildet.

Brennbare Flüssigkeiten **in Lagerräumen und bei der Lagerung auf Baustellen** erfordern wegen der Brand- und Explosionsgefahr besondere Schutzmaßnahmen.

Unzulässig ist jegliche Lagerung:

- in Durchgängen und Durchfahrten
- in Treppenhäusern
- in allgemein zugänglichen Fluren
- in Dachräumen von Wohnhäusern

– in Gast- und Schankräumen
– in Arbeitsräumen, ausgenommen die Menge, die am gleichen Tag verarbeitet wird.

Tagesunterkünfte auf Baustellen müssen vorhanden sein

– bei mehr als zehn Beschäftigten,
– wenn Sicherheits- oder Gesundheitsgründe dies erfordern.

Anforderungen an Einrichtung und Ausstattung sind in Verordnungen und Richtlinien beschrieben, z. B. Baustein A 173

Gesetzliche Grundlagen sind Arbeitsstätten-Verordnung, Arbeitsstätten-Richtlinien, BGV und BGR A1 „Grundsätze der Prävention".

Tabelle 1.6 Zulässige Lagermengen an Baustellen

Ort der Lagerung	Art der Behälter	Lagermenge in Liter	
		A I	AII oder B
1 Wohnungen und Räume, die mit Wohnungen in unmittelbarer nicht feuerbeständig abschließbarer Verbindung stehen	zerbrechliche Gefäße	1	5
	sonstige Gefäße	1	5
2 Keller von Wohnhäusern (Gesamtkeller)	zerbrechliche Gefäße	1	5
	sonstige Gefäße	20	20

1.7.13 Erste Hilfe

Erste-Hilfe-Leistungen sollen durch ausgebildete Ersthelfer erfolgen. Je nach Betriebsgröße müssen ein oder mehrere Ersthelfer zur Verfügung stehen. Ebenso muss eine festgelegte Anzahl von Erste-Hilfe-Einrichtungen (Tab. **1.7**) auf der Baustelle vorhanden sein.

Ersthelfer erhalten eine Grundausbildung von mindestens 8 Doppelstunden und müssen innerhalb von 2 Jahren eine Fortbildung absolvieren.

Wo ist der Unfallort?
– genaue Angabe, Ort, Straße, Hausnummer

Was ist passiert?
– Sturz, Vergiftung, Stromschlag

Wie viele Verletzte?
– Anzahl

Welche Verletzungen?
– offene Wunde, Schnittwunde, Ohnmacht

Warten auf Nachfragen!
– Notruf nicht selbst beenden.

Zusätzliche Informationen zur Ersten Hilfe sind zu erhalten:

– BGI 509 „Ersten Hilfe im Betrieb
– Baustein A 2 „Organisation der Ersten Hilfe"
– BGV A1 „Grundsätze der Prävention
– BGR A1 „Grundsätze der Prävention"
– Arbeitsstättenverordnung
– Arbeitsstättenrichtlinien

Tabelle 1.7 Erste-Hilfe-Einrichtungen auf Baustellen

Erforderliches Personal und Material	bei einer Anzahl der Beschäftigten						
	bis 10	bis 20	21	30	40	51	101
Melde-Einrichtung (Telefon, Funk)	×	×	×	×	×	×	×
Aushang „Erste Hilfe"	×	×	×	×	×	×	×
Krankentrage			×	×	×	×	×
Sanitätsraum						×	×
Verbandkasten C* (klein) – DIN 13 157	1						
Verbandkasten E*(groß)[1]) – DIN 13 169		1	1	1	1	2	3
Ersthelfer	1	1	2	3	4	5	10
Betriebssanitäter							×
Verbandbuch	×	×	×	×	×	×	×
Rettungsgeräte und -transportmittel	bei schwer zugänglichen Arbeitsplätzen (z. B. im Tunnelbau, bei Druckluft-Arbeiten, in tiefen Baugruben u. a.)						

* nach Benutzung wieder auffüllen (routinemäßig vorsehen!)

[1]) Zwei kleine Verbandkästen ersetzen einen großen Verbandkasten

1

1.7.14 Umweltschutz, Abfallbeseitigung

Unter Umweltschutz fallen alle Maßnahmen, die dazu dienen, dem Menschen eine lebensfähige Umwelt zu sichern und die Qualität der Umwelt zu verbessern.

Durch unsachgemäßen Umgang mit z. B. Löse- und Verdünnungsmittel und Beschichtungsstoffen sowie gefährlichen Abfällen können Maler und Lackierer die Umwelt erheblich schädigen.

Besondere Belastungen ergeben sich aus den vier Bereichen:

- **Lärm** gehört heute zu den großen Umweltbelastungen. Er führt zu erheblichen gesundheitsschädlichen Beeinträchtigungen. Lärmverminderung durch geräuscharme Geräte, Maschinen und Anlagen wird durch gesetzlich festgelegte Lärm-Richtwerte erreicht.
- **Luftverschmutzungen** durch giftige Stäube und Dämpfe sowie belästigende Gerüche lassen sich vermindern bzw. vermeiden durch die Verwendung von ungiftigen, emissionsfreien Ersatzstoffen. Wichtig ist der Einsatz von Absaugeinrichtungen und Filteranlagen.
- **Wasserverschmutzung** entsteht durch das Einleiten von Farb- und Lackresten, Verdünnungsmittelabfällen, Abbeizmitteln und anderen giftigen Stoffen in das Abwasser und ins Erdreich. Durch umweltbewussten Umgang, materialgerechtes Sammeln und Entsorgen von Schadstoffen lässt sich Wasserverschmutzung vermeiden.
- **Abfallbeseitigung bzw. Abfallentsorgung** erfordern verantwortungsbewussten Umgang mit den „Malerabfällen". Ein Abfallschlüssel stuft die einzelnen Abfälle in Entsorgungs- bzw. Beseitigungskategorien ein. Danach erfolgt auf einem Reststoff-Sammelplatz die getrennte Reststofflagerung.

Nach dem Abfallgesetz wird unterschieden zwischen:

- gefährlichen Abfällen und
- nicht gefährlichen Abfällen (Kreislaufwirtschaft- und Abfallgesetz, KrW-/AbfG).

Bei der Entsorgung gefährlicher Abfälle erfolgt die Überwachung mittels Entsorgungsnachweisen, Begleitscheinen und Übernahmescheinen. Für Abfallkleinmengen ist bei der Nachweisführung eine vereinfachte Regelung vorgesehen. Abfälle aus privaten Haushalten unterliegen nicht den Nachweispflichten.

Definition der Abfallgruppen nach dem Abfallrecht:

- **Abfälle** sind bewegliche Sachen (§ 3 Abs. 1 des KrW-/AbfG), deren sich der Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss. Man unterscheidet Abfall zur Beseitigung und Abfall zur Verwertung.
- **Hausmüllähnlicher Gewerbeabfall** umfasst Abfälle aus Gewerbebetrieben, Geschäften, Dienstleistungsbetrieben, öffentlichen Einrichtungen, die je nach Art und Menge gemeinsam mit oder wie Hausmüll entsorgt oder verwertet werden.
- **Bauabfälle** entstehen bei Neu-, Umbau und Abbruchmaßnahmen. Der mineralische Teil (z. B. Beton, Keramik, Ziegel) wird als Bauschutt zerkleinert und der Wiederverwertung zugeführt. Der nichtmineralische Teil wird getrennt, verwertbare Stoffe werden aufbereitet/recycelt, nicht verwertbare Stoffe deponiert oder verbrannt. Schadstoffhaltige Abfälle müssen an der Baustelle getrennt und direkt entsorgt werden.

Die gesetzliche Abfallunterscheidung führt zum getrennten Sammeln und Entsorgen von Abfällen auf Baustellen nach:

- **wiederverwertbarem Bauschutt,** z. B. Putzreste, Beton, Ziegel, Fliesen, Mauersteine
- **nicht verwertbarem Bauschutt,** z. B. Gips, Bimssteine, Porenbetonsteine
- **hausmüllähnlichem Gewerbeabfall,** z. B. Bodenbeläge, Farbreste (ausgehärtet), Tapetenreste, Spanplatten
- **verwertbaren Bauabfällen (gewerkbezogen),** z. B. Bauholz, Folien, Farbdosen (leer, trocken) Schleifscheiben, Styropor, Verpackungen, Spraydosen, Kunststoffe.

Das führt zu einer sparsamen Abfallbeseitigung.

Praktische Regeln zum Umweltschutz

- Lösemittelarme Beschichtungsstoffe verwenden, sie tragen zur Luftreinhaltung bei.
- Wasserverdünnbare Beschichtungsstoffe nicht über die Kanalisation entsorgen, sie belasten erheblich unsere Kläranlagen.
- Werkzeuge, Geräte und Gefäße wassersparend reinigen. Reinigungswasser über Absetzbecken leiten.
- Alle Lösemittel gelten als wassergefährdende Stoffe, sie gehören nicht in die Kanalisation und ins Erdreich. Ein gekennzeichnetes Sammelgefäß gehört an jede Baustelle.
- Maler-Abfälle gehören nicht beim Kunden in die Mülltonne! Sie werden auf dem Betriebshof getrennt gesammelt und als hausmüll-ähnlicher Gewerbeabfall oder Sonderabfall sachgerecht entsorgt.
- Auch „Naturfarben" enthalten Lösemittel und Schadstoffe. Für die Verarbeitung und Entsorgung gelten die gleichen Sicherheits- und Entsorgungsvorschriften wie für herkömmliche Beschichtungsstoffe.
- Die Fassadenreinigung führt zur Schadstoffbelastung des Abwassers. Unbedingt Auflagen und Regelungen der Kommunen beachten.

- Beschichtungsstoffe, die den Blauen Engel (**1.**30) tragen, gelten als schadstoffarm. Das Umweltzeichen soll die Verwendung dieser Produkte fördern. Es wird unter Federführung des Umweltbundesamtes herausgegeben. **Schadstofffreie Produkte** erhalten das **Umweltzeichen** nicht.

  Den Blauen Engel erhalten z. B. Produkte, die lärmarm, aus 100 % Altpapier, schadstoffarm, aus Recycling-Kunststoffen, wassersparend, mehrfach verwendbar, abfallarm u. v. m. sind.
- Das EU-Umweltzeichen (**1.**31) der Europäischen Union erhalten Produkte, die während ihrer gesamten Lebensdauer geringe Umweltauswirkungen haben. Vergeben wird es nach Umweltkriterien, die für jede Produktgruppe verschieden sind. Zuständig in Deutschland ist das RAL und das Umweltbundesamt.
- **Der Grüne Punkt** (**1.**32) ist kein Umweltzeichen, sondern ein Hinweis auf die Organisation Duales System Deutschland GmbH. Verpackungen mit diesem Zeichen werden auf Kosten der Hersteller gesammelt, getrennt sortiert und der Wiederverwertung zugeführt.

  Weitere umfangreiche Informationen geben u. a. der Umweltratgeber für Maler und Lackierer, Technische Richtlinien D und der Umweltratgeber und Entsorgungsleitfaden für Fahrzeuglackierbetriebe, Technische Richtlinien E vom Hauptverband des deutschen Maler- und Lackiererhandwerks.

1.30 Blauer Engel

1.31 EU-Umweltzeichen

1.32 Grüner Punkt

2 Physikalische Grundbegriffe

Das täglich zu beobachtende Geschehen in der Natur folgt bestimmten Naturgesetzen. Durch Naturgesetze sind die möglichen Umwandlungen und Veränderungen der Stoffe, aus denen alle Dinge und Körper der Natur bestehen, festgelegt.

Hiermit beschäftigt sich insbesondere die Physik und die Chemie.

Die Physik befasst sich mit den Vorgängen, Regeln und Gesetzen, die unsere natürliche und technische Umwelt beschreiben und erklären. Praxisnahe Beispiele aus dem Berufsfeld: Physikalische Trocknung durch Verdunsten des Lösemittels; eine Beschichtung haftet auf dem Untergrund; die Saugfähigkeit von Untergründen.

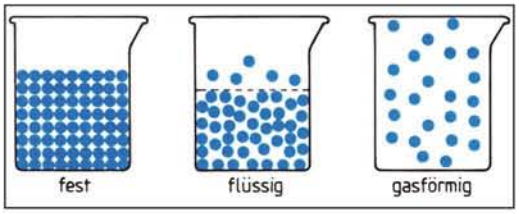
2.1 Körper und ihre Zustandsformen (Aggregatzustände)

Stoffe können in drei verschiedenen Erscheinungsformen, den drei Aggregatzuständen, auftreten (**2.**1):

- fest (z. B. Eis, Pigment, Stein, Stahl, Holz, Putz, Beton),
- flüssig (z. B. Wasser, Benzin, Lösemittel, Beschichtungsstoffe),
- gasförmig (z. B. Wasserdampf, Benzindämpfe, Lösemitteldämpfe, Luft).

Der *Aggregatzustand* eines Stoffes ist vom Druck und der Temperatur abhängig. Durch unterschiedliche äußere Bedingungen ändert sich die Zustandsform und stets auch das Volumen (**2.**2).

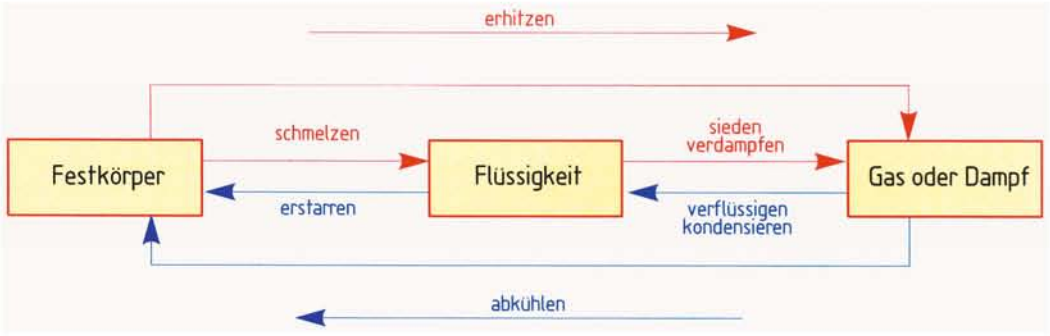
Temperatur. Bei Wärmeeinwirkung bis zu einem bestimmten Grad schmilzt Eis – es hat seinen *Schmelzpunkt* erreicht (Eis → Wasser). Erhöht man die Temperatur weiter, verdampft die Flüssigkeit nach Erreichen des *Siedepunktes* und geht in den gasförmigen Zustand über (Wasser → Wasserdampf). Kühlen wir Gase ab, kondensieren sie und werden wieder flüssig (Wolken → Regen).



2.1 Schematische Darstellung der Aggregatzustände

Schmelzpunkt = die Temperatur, bei der sich ein fester Körper verflüssigt; z. B. Eis 0 °C; Zink 420 °C; Sauerstoff –219 °C.

Siedepunkt = die Temperatur, bei der eine Flüssigkeit verdampft; z. B. Wasser 100 °C; Zink 907 °C; Sauerstoff –183 °C.



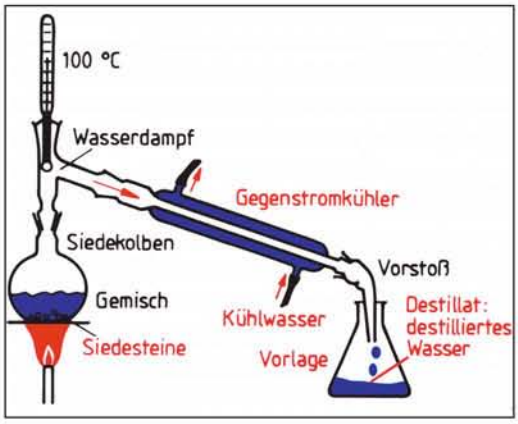
2.2 Mögliche Änderung der Aggregatzustände

2

Wenn sich in einem Flüssigkeitsgemisch die Siedepunkte der Einzelflüssigkeiten unterscheiden, so kann dies zur Trennung durch *Destillation* herangezogen werden. Die Flüssigkeit mit dem niedrigeren Siedepunkt verdampft zuerst. Der Dampf wird im Kühler kondensiert und das Kondensat wird aufgefangen; z. B. Terpentinölgewinnung, Alkoholgewinnung, Gewinnung von destilliertem Wasser (**2.**3).

Druck. Der Aggregatzustand hängt aber auch vom Druck ab. Drückt man Gase oder Dämpfe auf engem Raum zusammen (Kompression), verflüssigen sie sich (z. B. flüssiger Sauerstoff in der Gasflasche). Eis schmilzt bei Erwärmung viel eher als Eisen, ein Lösemittel wird eher gasförmig als Wasser.

Die Umwandlungspunkte (Schmelzpunkt, Erstarrungspunkt und Siedepunkt) für die einzelnen Stoffe, bei denen unter bestimmten Temperatur- und Druckvoraussetzungen eine Aggregatzustandsänderung eintritt, sind sehr verschieden. Diese Umwandlungsvorgänge gehören zu den physikalischen Vorgängen, weil keine Stoffänderung damit verbunden ist.



2.3 Gewinnung von destilliertem Wasser

Dampfförmige Stoffe üben nach außen einen Druck aus; z. B. bei Erwärmung von feuchtem Holz verdampft das Wasser und es entsteht ein Druck (Blasen) unter der dichten Grund- und Deckbeschichtung.

2.2 Masse, Dichte und Gewichtskraft

Masse. Um einen Fußball anzustoßen oder im Tor abzufangen, brauchen wir Kraft. Wenn keine Kraft auf den Fußball einwirkt, bleibt er im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung. Dieses Beharrungsvermögen eines Körpers nennen wir seine Masse. Sie hängt ab von seiner Menge (Volumen) und seiner Stoffart. Ein großer Stein ist schwerer aufzuheben als ein leichter, eine Feder kann man schon durch Blasen bewegen.

Die Masse ist eine physikalische Grundgröße. Sie gibt an, aus wie viel Stoff (Materie) ein Körper besteht. Als Formelzeichen für die Masse dient der Buchstabe *m*.

Die Einheit der Masse ist 1 kg (Kilogramm). 1 kg = 1000 g (Gramm); 1 t (Tonne) = 1000 kg

Dichte. Wir vergleichen mit einer Balkenwaage die Gewichtsmasse mehrerer gleich großer Würfel aus Styropor, Holz und Blei. Wir stellen fest, dass die Würfel bei gleichem Volumen (Rauminhalt) unterschiedlich schwer sind, eine unterschiedliche Dichte besitzen. Die Dichte ist eine kennzeichnende Eigenschaft eines jeden Stoffes.

1 dm^3 Wasser hat bei 4 °C die Masse 1 kg und die Dichte $r = 1\ kg/dm^3$.

Dichte ist das Verhältnis der Masse eines Körpers zu seinem Volumen.

$$\text{Dichte} = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}} = r = \frac{m}{V}$$

m = Masse (g, kg)

V = Volumen (cm^3, dm^3)

r (griech. rho)

Einheiten der Dichte sind kg/dm^3, kg/l, g/cm^3 und t/m^3.

Beispiel

2 l Lack wiegen 2,400 kg. Wie hoch ist die Dichte?

Ergebnis

$$g = \frac{2{,}400\ \text{kg}}{2\ \text{l}} = 1{,}200\ \text{kg/l}$$

Bei Stoffen mit Poren, Hohlräumen (z. B. Holz, Natursteine) nennt man die Dichte *Rohdichte*. Die Dichte der Beschichtungsstoffe lässt sich meist aus den technischen Merkblättern der Farben- und Lackindustrie entnehmen.

Umrechnung. Beschichtungsstoffe werden nach Liter angeboten. Manchmal ist deshalb eine Umrechnung nötig.

Beispiel

2,5 kg Lack sollen in *l* umgerechnet werden. Die Dichte beträgt 1,25.

Ergebnis

$$V = \frac{m}{r} = \frac{2{,}500\ \text{kg}}{1{,}25\ \text{kg/l}} = 2\ \text{l}$$

Um Literpreis und Kilopreis miteinander vergleichen zu können, merken wir uns die Umrechnungsformeln:

$$\textbf{Literpreis} = \textbf{Kilopreis} \cdot \textbf{Dichte}$$

$$\textbf{Kilopreis} = \frac{\textbf{Literpreis}}{\textbf{Dichte}}$$

Gewichtskraft. Um zu verhindern, dass ein Körper zur Erde fällt, müssen wir ihn heben oder festhalten. Der Körper hat eine Kraft, die ihn nach unten zieht – er wird „von der Erde angezogen". Diese Kraft nennt man seine Eigenlast oder Gewichtskraft. Sie nimmt mit der Entfernung vom Erdmittelpunkt ab, ist also vom Ort abhängig (vgl. die „Schwerelosigkeit" im Weltraum).

Die Kraft, die alle Körper zum Erdmittelpunkt zieht, ist die Erdanziehungs- oder Schwerkraft (Gravitation). Man nennt sie Eigenlast oder Gewichtskraft. Einheit dieser Kraft ist das Newton (N) mit seinen Ableitungen (1 daN = 10 N, 1 kN = 1000 N).

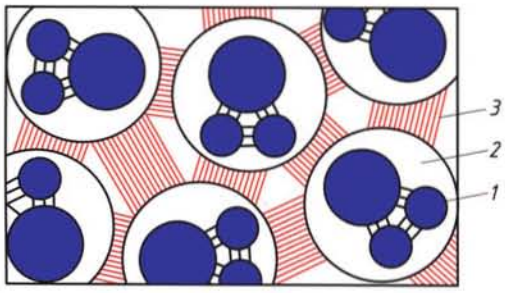
2.3 Kohäsion (Zusammenhangskraft)

Alle Stoffe bestehen aus unvorstellbar kleinen Teilchen, den Molekülen (lat. = kleine Masse). Die Moleküle werden durch eine Kraft zusammengehalten, die Zusammenhangskraft (**2.**4). Die Größe dieser gegenseitig wirkenden Anziehungskraft ist bei jedem Körper unterschiedlich und bestimmt sein Verhalten gegen äußere Einwirkungen (mechanische Eigenschaften).

■ **Versuch** Brechen Sie nacheinander ein Stück Tafelkreide, einen Holzstab und einen Eisenstab gleicher Dicke mit den Händen durch.

Ergebnis

Die Kreide bricht leicht, der Holzstab erfordert schon mehr Kraftaufwand, den Eisenstab aber schaffen Sie nicht mit den Händen. Seine Kohäsion ist zu groß, er ist zu *fest*.



2.4 Kohäsion
1 Atom
2 Molekül
3 Zusammenhangskraft

Die zwischen den Molekülen eines Körpers wirkende Kraft heißt Kohäsion oder Zusammenhangskraft. Sie hält die Moleküle in ihrer Lage zueinander fest („zusammen") und be-

2

stimmt wesentlich die mechanischen Eigenschaften eines Körpers.

Die Kohäsionskräfte spielen auch im Beschichtungsfilm eine große Rolle. Magere Beschichtungsfilme lassen sich durch Kratzen mit einem harten Gegenstand leicht zerstören. Die Beschichtung springt in Stücken ab. Hochwertige Beschichtungsstoffe dagegen bilden einen elastischen Film. Aufgrund ihrer Elastizität können sie Bewegungen des Untergrundes mitmachen. Die Elastizität hängt mit der Kohäsion der Moleküle im Beschichtungsstoff zusammen. Unterschiedliche Kohäsion ist auch für die Viskosität von Beschichtungsstoffen verantwortlich. Die Kohäsion von hochviskosen Beschichtungsstoffen wird durch Zugabe von Verdünnungsmitteln erniedrigt.

Bei festen Körpern ist die Kohäsion sehr groß, die Moleküle liegen in einer starren Anordnung dicht beieinander. Zum Aufbewahren fester Körper brauchen wir daher nur eine Unterlage.

Bei Flüssigkeiten ist die Kohäsion mäßig. Die Moleküle sind leicht beweglich und verschiebbar – Flüssigkeiten fließen auseinander. Für sie brauchen wir daher ein Gefäß.

Gase haben nur eine sehr geringe Kohäsion. Ihre Moleküle hängen nur ganz lose zusammen, streben auseinander. Für Gase brauchen wir deshalb ein geschlossenes Gefäß.

Festigkeitsarten. Je nach Größe der Kohäsion unterscheidet man bei den mechanischen Eigenschaften eines Stoffs verschiedene Festigkeitsarten.

Harte Körper (z. B. Metalle, Beton, eingebrannte Lackfilme) haben eine große Zusammenhangskraft. Sie lassen sich durch äußere Einwirkungen nicht leicht beschädigen. Darauf beruht z. B. die Stoß- und Kratzfestigkeit einer harten Lackoberfläche. Die Härte eines Stoffs lässt sich mit einem Härteprüfer messen und wird nach der *Mohsschen* Härteskala angegeben[1]. Zum Beispiel müssen Schleifpapiere eine höhere Härtestufe aufweisen als der zu schleifende Untergrund.

Spröde Körper (z. B. Glas, Gusseisen, magere Beschichtungsfilme) sind hart, aber unelastisch und daher leicht zerbrechlich.

Dehnbare oder elastische Körper (z. B. Gummi, Kunstharze, Filme fetter elastischer Beschichtungsstoffe) kann man bis zu einem bestimmten Punkt belasten. Nach der Entspannung nehmen sie wieder ihre ursprüngliche Form und Größe ein. Diese Eigenschaft ist für viele Beschichtungen wichtig, die den Bewegungen eines Untergrunds folgen müssen.

Plastische Körper (Kunststoffe, s. Kap. 3.8) lassen sich durch Drücken, Prägen, Pressen oder Ziehen in eine andere Form bringen (verformen), ohne zu reißen oder zu brechen.

[1] Friedrich Mohs, deutscher Naturforscher, 1773–1839

2.4 Adhäsion (Anhangskraft)

Kräfte wirken jedoch nicht nur zwischen den Molekülen *eines* Körpers (Kohäsion), sondern auch zwischen den Molekülen *verschiedener* Körper. Sie bewirken, dass verschiedene Körper zusammenhaften (z. B. eine Beschichtung auf dem Beschichtungsträger, **2.**5).

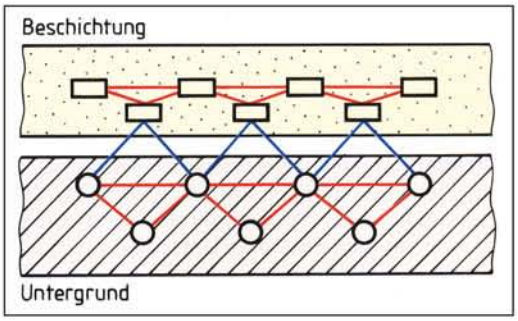
Die zwischen den Molekülen verschiedener Körper wirkende Kraft heißt Adhäsion oder Anhangskraft.

Von der Adhäsion zwischen Beschichtung und Untergrund hängt es ab, ob die Beschichtung gut haftet und neu beschichtet werden kann. Wenn die Adhäsion des Beschichtungsträgers geringer ist als die Kohäsion des Bindemittels, kriecht oder perlt die Farbe (magerer Lack auf fettem Untergrund).

■ **Versuch** Wir geben etwas Wasser auf eine saubere und auf eine gewachste Lackplatte.

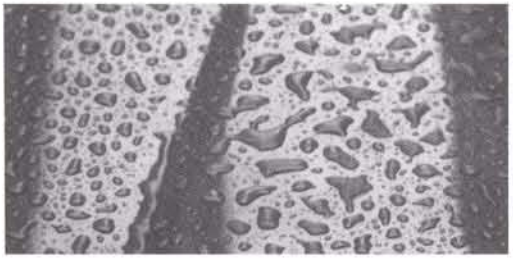
Ergebnis

Die saubere Lackplatte wird vom Wasser benetzt, es breitet sich darauf aus. Auf der gewachsten Lackplatte dagegen bleiben die Wassertropfen zusammen, das Wasser „perlt" (**2.**6).



2.5 Adhäsion und Kohäsion
blau = Adhäsionskräfte
rot = Kohäsionskräfte

a)



b)

2.6 Benetzbarkeit einer Lackplatte
a) saubere Platte = benetzbar,
b) gewachste Platte = nicht benetzbar, Wasser perlt ab

Benetzbarkeit nennt man die Eigenschaft fester Körper, an der Oberfläche Flüssigkeiten aufzunehmen. Die Benetzbarkeit ist gering, wenn die Oberflächenspannung (Kohäsion) der Flüssigkeit groß ist. So ist die Kohäsion des Wassers in unserem Versuch größer als die Adhäsion zwischen Wasser und gewachster Lackplatte. Das Wasser haftet deshalb nicht. Ähnliches stellen wir bei manchen Trockenpigmenten fest, die sich nicht fein in Bindemitteln verteilen. Erst nach Zugabe von *Netzmitteln* kommt hier die Adhäsion zustande (z. B. beim Ansetzen einer Lasurfarbe).

■ **Versuch** Die gewachste Lackplatte wird mit Putz- oder Waschmitteln gesäubert. Danach geben wir wieder etwas Wasser darauf.

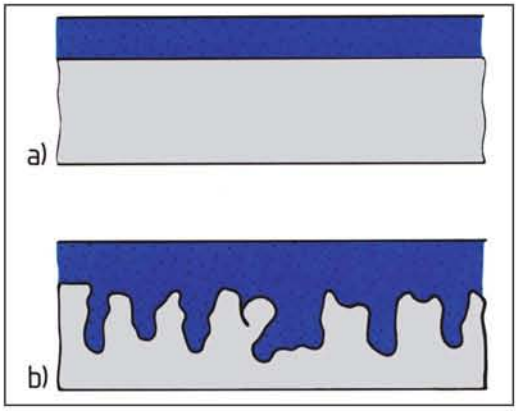
Ergebnis

Das Wasser benetzt nun auch diese Platte, weil sich seine Oberflächenspannung durch das Netzmittel verringert hat.

Eine Beschichtung haftet nur, wenn ihre Kohäsion geringer ist als die Adhäsion mit dem Untergrund. Deshalb müssen Schmutz und Staub vom Beschichtungsträger entfernt werden.

Matte, raue Oberflächen haben eine vergrößerte Oberfläche und dadurch eine erheblich stärkere Anhaftung als glänzende, glatte Oberflächen (**2.7**). Vor einer neuen Beschichtung muss deshalb der Untergrund angeschliffen werden. Auch die Reibung beim Beschichtungsauftrag mit dem Pinsel begünstigt die Adhäsion.

Beim Trocknen eines Beschichtungsstoffs treten durch gleichzeitige Wirkung von Adhäsion mit dem Untergrund und Kohäsion der Beschichtung Spannungen auf.



2.7 Oberflächen
a) glatte Oberfläche = schlechte Anhaftung
b) raue, poröse Oberfläche = vergrößerte Oberfläche, gute Anhaftung

2

Ist die Adhäsionskraft größer als die Kohäsionskraft, haftet der Film an allen Stellen fest. Im umgekehrten Falle treten starke Spannungen auf, und der Beschichtungsfilm reißt, rollt sich zusammen oder platzt ab.

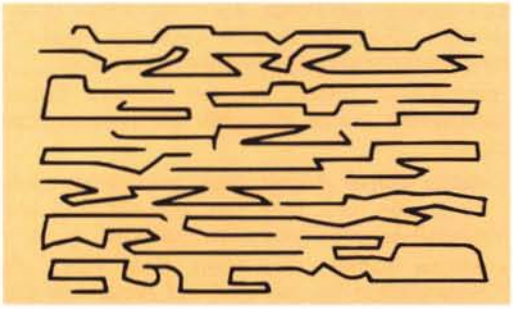
Für das Kleben ist die Adhäsion besonders wichtig. Klebstoffe (Leime, Kleister, Kleber) sind deshalb zähflüssige, hochmolekulare Verbindungen. Sie bewirken eine dauerhafte Oberflächenverbindung zwischen zwei Stoffen. Die Adhäsion zwischen Kleber und Oberfläche wird verstärkt durch die Kohäsion der Klebstoffmoleküle untereinander.

2.5 Porosität und Kapillarität

Wir wissen nun, dass ein Beschichtungsstoff durch Adhäsion gut *auf* dem Untergrund haftet. Wie lässt er sich noch besser mit dem Beschichtungsträger verbinden?

Porosität. Wenn man die Oberfläche fester Körper unter dem Mikroskop betrachtet, erkennt man, dass sie nicht geschlossen ist, sondern zahlreiche kleine Öffnungen hat. Sie ist porös.

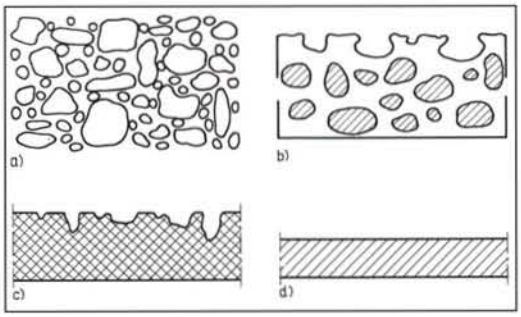
Holz ist in der Längs- und Querrichtung von feinsten Röhrchen (lat. *Kapillaren* = Haar) durchzogen. Sie leiten das Wasser und damit die Nährstoffe (**2.8**).



2.8 Kapillaren im Holz

Putz ist ein ein- oder mehrlagig aufgebrachter Mörtelbelag mit mineralischem Bindemittel. Er hat eine bestimmte Oberflächenstruktur. Je nach Art enthalten Putze kleine Hohlräume, die mit Luft gefüllt sein können, aber auch Flüssigkeiten ansaugen (**2.9**).

Metalle sind feste Körper mit großer Kohäsion. Sie haben daher auf der Oberfläche nur wenige und kleine Vertiefungen.



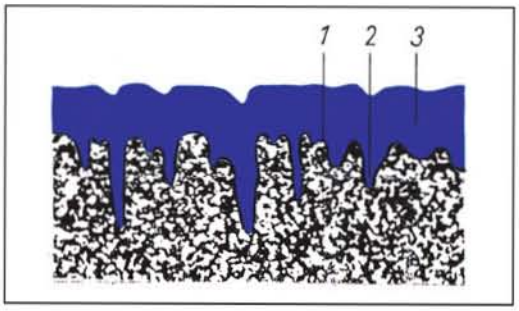
2.9 Porosität
Hohlräume a) im Putz, b) im Beton, c) Poren und Vertiefungen im Metall, d) keine Porosität bei Glas und Kunststoffen

Glas und Kunststoffe dagegen sind nicht porös.

> Warum steigt bei hölzernen Zaunpfählen und Telegrafenstangen sowie bei altem Grundmauerwerk (Keller) das Wasser (Grundfeuchtigkeit) langsam nach oben? Warum lässt sich ein auf Glas beschichteter Lack (Glasschilder) mit einem scharfen Werkzeug ohne Mühe *restlos* entfernen?
>
> Warum bleiben dagegen bei beschichtetem Holz nach dem Abkratzen alter Beschichtungen immer noch Spuren haften?

Flüssigkeiten können nur in einen festen Körper mit Poren eindringen. Die Beschichtung verankert sich dann in den Poren. Bei nichtporösen Untergründen (Glas, Kunststoffe) haftet der Beschichtungsstoff nur auf dem Beschichtungsträger. Feste Körper haben, wie wir gesehen haben, verschieden starke Porosität. So unterscheidet man:

- **dichte Körper** (Metall, Glas, getrocknete Lackfilme), die ganz oder fast unporös sind und deshalb kaum Flüssigkeiten ansaugen.
- **poröse Körper** (Ziegelstein, Holz, Putz), die Flüssigkeiten saugen und auf denen die Beschichtung besser haftet (**2.**10).



2.10 Porosität des Untergrunds
1 Untergrund
2 Poren
3 Beschichtungsstoff

Kapillarität. Die Saugfähigkeit der Körperporen nennt man Kapillarität. Sie macht es erforderlich, dass der Maler und Lackierer grundiert (Grundbeschichtung), bevor er Zwischen- und Schlussbeschichtungen ausführt. Die Grundbeschichtung ist ein Verbindungsglied zwischen dem Untergrund und der folgenden Beschichtung und dient als Haftvermittler. Hierzu machen wir zwei Versuche.

- **Versuch** Wir tauchen einen Pinsel mit der halben Borstenlänge in einen Beschichtungsstoff.

  Ergebnis

  Der Beschichtungsstoff steigt zwischen den Borsten hoch (**2.**11). Dadurch können Pinsel, Bürste, Farbroller oder Schwamm als Beschichtungswerkzeuge eingesetzt werden.

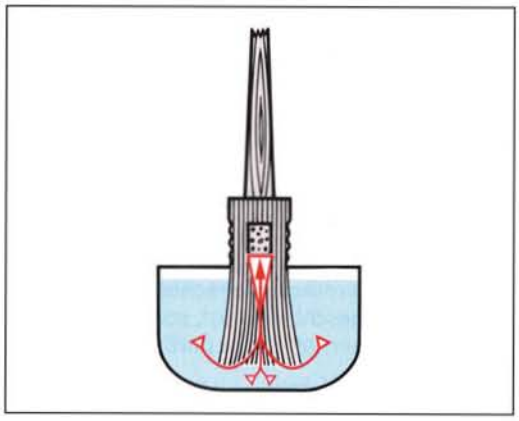
- **Versuch** Wir stellen 3 Glasröhrchen mit verschiedenen Durchmessern und einen Ziegelstein in eine mit gefärbtem Wasser gefüllte Glaswanne (**2.**12).

  Ergebnis

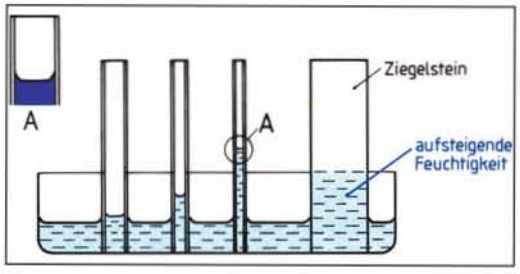
  Nach einiger Zeit beobachten wir, das Wasser steigt in den Röhrchen unterschiedlich hoch. Im engsten Röhrchen steigt es am höchsten. Auch im Ziegelstein steigt das Wasser nach oben.

Die gleiche Erscheinung können wir bei Mauerwerk beobachten, das nicht gegen aufsteigende Feuchtigkeit isoliert wurde. Im Laufe der Zeit dringt Feuchtigkeit aus dem Erdreich hoch und führt häufig zu Beschichtungsschäden.

Weiter sehen wir, dass das Wasser an der Glaswand höher steigt als in der Glasmitte. Die Adhäsion (Haftung, Anhangskraft) zwischen Wasser und Glaswand ist größer als die Kohäsion (der innere Zusammenhalt) des Wassers. Machen wir den gleichen Versuch mit z. B. Quecksilber, beobachten wir das Gegenteil. An der Glaswand steht die Flüssigkeit niederer als in der Glasmitte. Die Kohäsionskräfte im Quecksilber überwiegen.



2.11 Kapillarwirkung des Pinsels



2.12 Kapillarität

Man unterscheidet dichte und poröse Körper. Das Aufsteigen von benetzten Flüssigkeiten durch poröse Stoffe wird Kapillarität (Haarröhrchenwirkung) genannt. Auf porösem, saugfähigem Untergrund haften Beschichtungen gut.

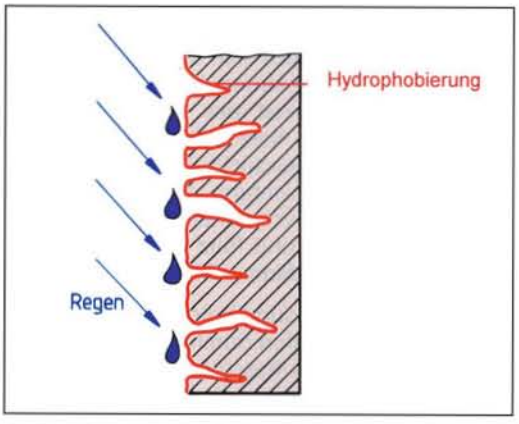
2.6 Diffusion und Luftfeuchte

2

Wände sind diffusionsfähig. Die Poren eines Körpers bilden ein zusammenhängendes Netz, durch das Gase und Flüssigkeiten hindurch dringen. Deshalb werden Gebäude durch die Wände hindurch stetig durchlüftet. Luft- und Wasserdampf dringt, unterstützt durch Luft- und Winddruck, durch das poröse Mauerwerk und durch offenporige Beschichtungen. Umgekehrt dringen verbrauchte Luft und Wasserdampf durch die Wände ins Freie.

Überlegen Sie die Auswirkungen nicht diffusionsfähiger Wände auf die Luft und den Feuchtigkeitsgehalt eines Gebäudes (Haltbarkeit des Materials, Wohlbefinden des Menschen).

Grundierung und Hydrophobierung. In der Malerpraxis macht die Kapillarität eine Grundierung vor der Zwischenbeschichtung erforderlich. Sie verringert eine zu starke Saugfähigkeit und dient als Haftvermittler zwischen Untergrund und Beschichtungsstoff. Will man die Kapillarwirkung ganz aufheben, behandelt man die Beschichtungsfläche mit Hydrophobierungsmitteln (**2.**13).



2.13 An einer hydrophobierten Fassade perlt Wasser ab

Die Poren werden mit einem wasserabweisenden Film ausgekleidet. Aufgrund der Oberflächenspannung perlt das Wasser ab. Hydrophobierte Untergründe, z. B. Holz, Beton, Sichtmauerwerk und Außenputz, weisen Feuchtigkeit ab und werden durch die Hydrophobierung vor Schädlingen geschützt.

Versiegelung. Wird eine glatte, saubere und dichte Oberfläche erwartet und muss das Eindringen von Feuchtigkeit verhindert werden, so wird eine Versiegelung vorgenommen. Die Poren werden durch eine mehrmalige Beschichtung (z. B. Einkomponenten-Polyurethanharzlack) geschlossen.

Luft, Temperatur und Feuchtigkeit gleichen sich innerhalb und außerhalb von Gebäuden fortwährend aus. Dieser Vorgang ist für die Gesundheit wichtig.

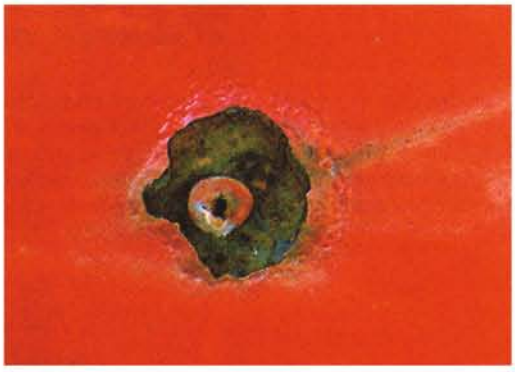
Diffusion. Gase haben das Bestreben, sich im Raum auszubreiten. Dabei durchdringen sie auch feste poröse Körper. Mehrere im Raum vorhandene Gase vermischen sich, ebenso wie sich Flüssigkeiten miteinander vermengen. Diese Erscheinung heißt *Diffusion* (lat. = durchdringen).

Je größer der Druckunterschied zwischen den Gasen ist, desto stärker ist die Diffusion. Unterschiedliche Porosität und Kapillarität von Mauerwerk, Putz- und Beschichtungen verringern die Durchlässigkeit. Die Diffusion hängt also ab von der Stoffart, der Dichte des Kapillarnetzes, dem Kapillardurchmesser sowie der Anzahl und Dicke der Beschichtungen oder Beläge.

Die Diffusion von Beschichtungsfilmen z. B. durch Wasserdampf ist bei Holz- und Putzschichten vorteilhaft. Dadurch lässt sich ein Gleichgewichtszustand zwischen der atmosphärischen Feuchtigkeit und der Feuchtigkeit des Beschichtungsuntergrundes erreichen. Nachteilig ist Feuchtigkeitsdiffusion bei Metallbeschichtungen, da hier Unterrostung der Beschichtung eintreten kann. Auch das Diffundieren von in Wasser gelösten Salzen durch Mauerwerk und Putz kann zur Zerstörung von Beschichtungsfilmen führen.

Osmose. Das Hindurchtreten von Flüssigkeiten infolge einer Diffusion durch eine halbdurchlässige Trennwand (z. B. Beschichtung) heißt Osmose. Eine Beschichtung lässt Wasser von außen durch. Die auf dem metallischen Unter-

grund haftenden Salzreste werden gelöst, und es bildet sich eine Salzlösung. Das Bestreben der Lösung, sich zu verdünnen, führt dazu, dass sich immer mehr Wasser ansammelt. Die Folge ist eine Blasenbildung, die zur Korrosion und damit zur Unterrostung (**2.**14) der Beschichtung führt.



2.14 Unterrostung durch Osmose

Die gegenseitige Durchdringung der Gase oder Flüssigkeiten heißt **Diffusion.** Durch Beschichtungen oder Beläge auf Decken und Wänden kann man die Diffusionsfähigkeit verändern.

Osmose ist ein einseitiger Diffusionsvorgang.

Luftfeuchte. Trocknung und Haftung der Beschichtungen hängen stark von der Luftfeuchte ab. Luft enthält immer eine gewisse Menge Wasserdampf, je nach Temperatur verschieden viel. Wärmere Luft nimmt mehr Wasserdampf auf als kältere (feucht-warme Tropen). Bei einem bestimmten Gehalt ist der Sättigungspunkt (Taupunkt) erreicht, der Wasserdampf kondensiert dann zu Tröpfchen. Es kommt zu Nebel und feuchtem Niederschlag auf Gegenständen (Schwitzen).

Unbeschichtete Körper (wie Gipsputz oder Holz) nehmen Feuchtigkeit aus der Luft auf und vergrößern dadurch ihr Volumen. Bei Trockenheit und Wärme geben sie die aufgenommene Feuchtigkeit wieder ab und verkleinern ihr Volumen. Man sagt, sie sind *hygroskopisch* (griech. = flüssig, feucht), passen also ihren Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft an.

Luftfeuchte ist der Wassergehalt der Luft. Hygroskopische Stoffe ziehen aus der Luft Wasserdampf an und geben ihn bei Trockenheit wieder ab.

In der Malerpraxis ist es darum in Jahreszeiten mit verhältnismäßig hoher Luftfeuchte und in den frühen Morgenstunden nicht ratsam, Außenbeschichtungen auszuführen.

2.7 Viskosität

Testbenzin fließt leichter als Klarlack, Leim leichter als Kleister. Das Fließverhalten der Flüssigkeiten ist also verschieden. Man nennt es Viskosität (lat. *viscum* = Vogelleim) und unterscheidet:

- dünnflüssige (niedrigviskose) Stoffe, z. B. Testbenzin, Verdünnungsmittel, Imprägnier- und Grundiermittel
- dickflüssige (mittelviskose) Stoffe, z. B. Klarlack, Kleister,
- zähflüssige (hochviskose) Stoffe, z. B. Farbpaste, Dispersionen, Standöl.

■ **Versuch** Nehmen Sie zwei gleiche Glasröhrchen. Füllen Sie das eine mit Wasser, das andere mit Klarlack. Dann werfen Sie eine kleine Kugel (vom Kugellager) hinein.

Ergebnis

Die Kugel fällt im Wasser schneller nach unten als z. B. im Kleister.

Ursache der Viskosität ist die „innere Reibung" der Moleküle aneinander. Bei großer Kohäsion halten die Moleküle stärker zusammen – die Flüssigkeit fließt langsamer. Bei Stoffen geringerer Kohäsion ist der Zusammenhalt der Moleküle schwächer – die Flüssigkeit fließt schneller.

2

Viskosität ist das Fließverhalten der Flüssigkeiten. Man unterscheidet niedrig-, mittel- und hochviskose Stoffe.

Viskosimeter. Für den Maler ist die Viskosität eine der wichtigsten Eigenschaften der Beschichtungsstoffe, die ja flüssig aufgebracht werden. Vom Flüssigkeitsgrad des Beschichtungsstoffs hängt es unter anderem ab, wie dick und damit haltbar der Beschichtungsfilm (die getrocknete Farbschicht) wird. Zähflüssige Beschichtungsstoffe ergeben dickere, dünnflüssige dagegen nur dünne Schichten. Auch das Beschichtungsverfahren wird durch die Viskosität mitbestimmt. Deshalb muss der Maler die nötige Viskosität der Beschichtungsstoffe kennen und messen können. Zum Messen dienen Viskosimeter.

Der Auslauf-Viskosimeter ist am bekanntesten (**2.**15). Der Ford- oder DIN-Becher wird ganz mit der zu messenden Flüssigkeit gefüllt. Dann öffnet man die Auslaufdüse und stellt fest, wie viel Sekunden das vollständige Auslaufen dauert. Die Anzahl der Sekunden bei 20 °C ist das Maß für die Viskosität.

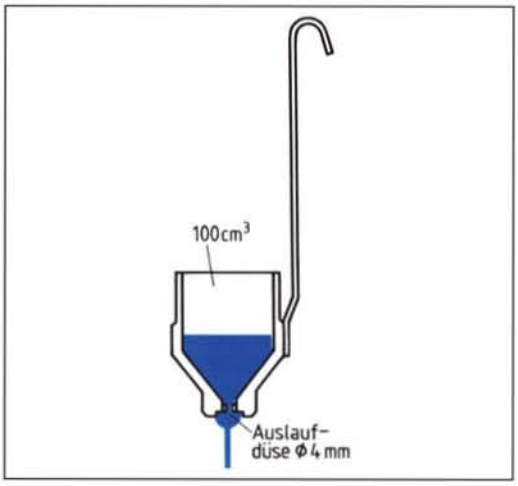
Beispiel

Die Auslaufzeit beträgt 60 Sekunden. Die Viskosität ist 60 DIN/s.

Grob beurteilen lässt sich die Viskosität aus dem Ablaufen des Beschichtungsstoffs am Rührholz oder daran, wie schwer er sich mit dem Rührholz umrühren lässt.

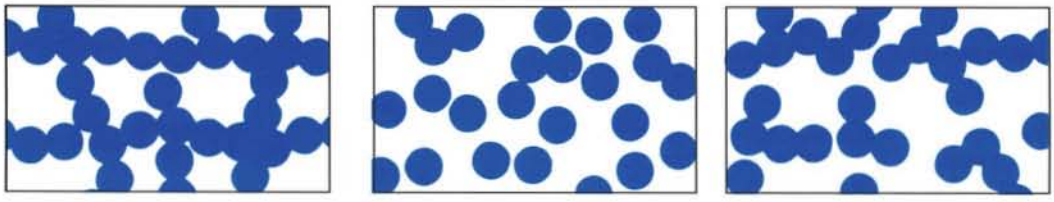
Thixotropie. Thixotrope Flüssigkeiten befinden sich während der Lagerzeit in einem eingedickten, starren Zustand (Gel-Zustand). Die Moleküle haben sich gerüstartig zusammengelagert. Vor dem Verarbeiten schüttelt und rührt man den thixotropen Lack und zerstört dadurch das Molekulargerüst – der Lack geht in einen fließenden Zustand über (Sol-Zustand). Nach dem Beschichten stellt sich der starre Zustand wieder ein (**2.**16). Diese Eigenschaft erreicht man durch Säure- und Salzzugabe bei der Herstellung.

Thixotrope Beschichtungsstoffe kann man satt auftragen, ohne dass sie von stehenden Flächen ablaufen. Sie tropfen beim Beschichten nicht.



2.15 Auslauf-Viskosimeter

Je dünner die Flüssigkeit, desto kürzer die Auslaufzeit und umso niedriger die Viskosität



2.16 Thixotropie

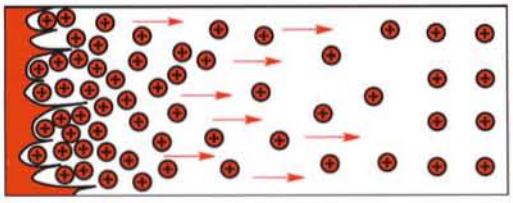
a) Gel-Zustand (in Ruhe), b) Sol-Zustand (nach Aufrühren), c) Bildung des Gel-Zustands (nach Auftrag des Beschichtungsstoffs)

2.8 Wärme und Wärmeleitung

Temperatur. Wärme ist eine Energieform. Die Wärme eines Körpers nennt man seine Temperatur. Sie wird mit dem Thermometer nach Kelvin (K) oder Grad Celsius (°C) gemessen. Kelvin (nach einem engl. Physiker benannt) beginnt beim absoluten Nullpunkt – 273 °C. Bei 273 K ist der °C-Nullpunkt erreicht. Demnach sind 20 °C = 293 K.

- **Versuch** Halten Sie einen Eisenstab und einen Glasstab jeweils mit einem Ende in eine Flamme. *Ergebnis* Die Wärme pflanzt sich über den ganzen Stab fort, und zwar beim Eisenstab schneller, beim Glasstab langsamer.

Wärmeleitung. Der Versuch zeigt, dass sich Wärme auf kältere Körperteile überträgt (**2.**17). Man nennt diese Eigenschaft Wärmeleitung. Einige Körper leiten die Wärme besser (z. B. das Eisen in unserem Versuch), andere schlechter (Glas). Metalle sind sehr gute Wärmeleiter, künstliche Bausteine haben eine geringe Wärmeleitfähigkeit (geringere Verdichtung der Moleküle), mineralische und pflanzliche Stoffe sowie Kunststoffe eine sehr geringe. Diese Eigenschaften macht man sich im Bauwesen zunutze. Baustoffe mit schlechter Wärmeleitfähigkeit verhindern die Wärmeabgabe nach außen und die Kälte- bzw. Wärmezufuhr von außen. Solche Dämmstoffe sind z. B. Mineralfaser, Kork, Polystyrol- und Moltopren-Schaumstoff. Umgekehrt nimmt man z. B. für Heizkörper die besonders wärmeleitenden Metalle.



2.17 Wärmeausgleich

Der Wärmedurchgangskoeffizient, besser bekannt als U-Wert, gibt die Wärmemenge an, die durch ein Bauteil strömt. Der U-Wert ist die am meisten gebrauchte Rechengröße für die Beurteilung der Wärmedämmfähigkeit von Bauteilen.

Der U-Wert (Einheit $\frac{W}{m^2 \cdot K}$) gibt an wie viel Wärmeenergie (W) durch 1 m^2 eines Baustoffes geht, wenn der Temperaturunterschied zwischen innen und außen 1 K $\triangleq$ 1 °C beträgt.

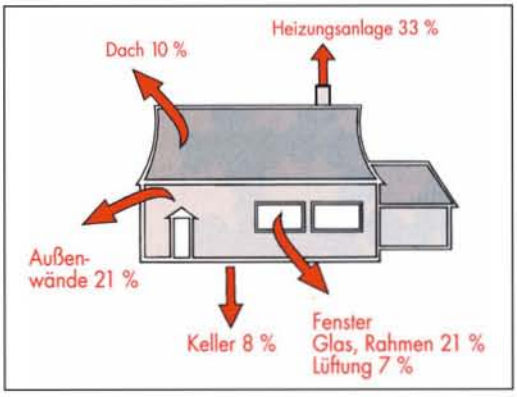
Je kleiner der U-Wert, umso besser der Wärmeschutz und geringer die Heizkosten.

Beispiel

Außenwand 1,4; Einfachverglasung 5,2; Kiefernholz 0,15; Polystyrol 0,035

Die Ausbreitung der Wärme kann auf dreierlei verschiedene Weise erfolgen

1. durch *Wärmeleitung*, bei der die Wärmeenergie von Molekül zu Molekül übertragen wird; (Wärmeverlust in Gebäuden)
2. durch *Wärmeströmung*, bei der ein Stoff mit seinem Wärmeinhalt von einer Stelle an eine andere strömt (nur bei Flüssigkeiten und Gasen); (Heizungssystem)
3. durch *Wärmestrahlung*, ohne Vermittlung irgend eines Stoffes; (Infrarotstrahler)



2.18 Wärmeverluste bei Gebäuden

2

Wärmemenge. Die vom wärmeren zum kälteren Körper übergehende Wärme heißt Wärmemenge. Ihre Einheit ist das Joule (J, sprich: dschul). Um 1 l Wasser um 1 °C oder 1 K zu erwärmen, braucht man eine Wärmeenergie von 4,19 kJ.

Wärmeausdehnung. Beim Erwärmen dehnen sich feste, flüssige und gasförmige Körper aus, vergrößern ihr Volumen. Bei Abkühlung ziehen sie sich wieder zusammen. Dabei verändert sich jeweils auch ihre Dichte. Deshalb lassen sich viele Beschichtungsmittel bei Kälte schwerer oder fast gar nicht verarbeiten.

Wärmetrocknung ist das Härten von Beschichtungen unter Zuhilfenahme von Wärme (Warmluft oder Infrarottrocknung). Wärme beschleunigt die Filmbildung durch schnelleres Verdunsten der Lösemittel oder durch Auslösung filmbildender Reaktionen bei chemisch trocknenden Lacken.

2.9 Schall und Schallschutz

Schallentstehung. Alles, was man mit dem Gehör wahrnimmt, bezeichnet man als Schall.

- **Versuch** Schlagen Sie eine Stimmgabel leicht an.

  Ergebnis

  Sie hören einen reinen Ton. Sie sehen und können durch Berühren feststellen, dass die Zinken der Gabel schwingen; sie bewegen sich leicht hin und her.

Als Schallträger ist immer ein Stoff erforderlich. Der Schallerreger überträgt die Schwingungen auf die angrenzenden Luftmoleküle. Von dort aus werden sie weiter auf benachbarte Teilchen übertragen.

Schall entsteht durch Schwingungen eines Körpers, die Schallquelle. Diese Schwingungen breiten sich als Wellen (Schallwellen) nach allen Seiten im Raum aus.

Schallgeschwindigkeit. Wir sehen ein Flugzeug fliegen und hören den Schall erst nach einer bestimmten Zeit. *Warum*? Weil Schall für seine Ausbreitung Zeit braucht. Die Schallgeschwindigkeit in Luft beträgt bei 15 °C (288 K) = 340 m/s (in Mauerwerk bis 4000 m/s).

Tonhöhe

- **Versuch** Spannen Sie eine Stricknadel an einem Ende ein (Schraubstock) und versetzen Sie das freie Ende durch Ziehen und Zurückschnellen in Bewegungen.

  Ergebnis

  Ein langes freies Ende der Stricknadel macht die Schwingungen sichtbar. Bei kurzem freien Teil schwingt die Nadel schneller; der Ton wird höher.

Die Anzahl der Schwingungen, die ein frei schwingender Körper in der Sekunde ausführt, heißt Frequenz. Die Tonhöhe steigt mit zunehmender Frequenz.

Einheit ist das Hertz (Hz). 1 Hertz & 1 Schwingung je Sekunde; 1000 Hz = 1 kHz (Kilohertz).

Lautstärke. Das Hören eines Tons ist neben der Höhe auch von seiner Lautstärke abhängig. Sie wird in der Einheit *db*(*A*) (Dezibel A) gemessen. Diese Maßeinheit löst die frühere Maßeinheit DIN-Phon ab. Töne über 130 dB(A), z. B. Düsentriebwerk, empfindet der Mensch als Schmerz (Schmerzschwelle). Wohngeräusche haben 30 bis 40 dB(A), normaler Straßenlärm 50 bis 60 dB(A), lauter Straßenlärm 80 dB(A). Bei Schallstärken über 90 dB(A) können an den Hörorganen Schäden auftreten.

Schallarten. Wir unterscheiden Luft-, Körper- und Trittschall. Luftschall breitet sich in der Luft aus. Körperschall breitet sich in festen Körpern (Wänden, Decken) aus und geht in die Luft über. Trittschall entsteht beim Begehen eines Fußbodens; er breitet sich in der Decke als Körperschall aus und wird ebenfalls

zum Teil als Luftschall abgestrahlt. Schall ist lästig oder sogar gesundheitsschädlich. Deshalb ist Schallschutz durch Dämmung oder Schluckung vorgeschrieben.

Schalldämmung mindert die Schallenergie beim Durchgang des Schalls durch einen Körper (Wände, Decken). Geeignete Dämmstoffe oder Bauweisen reflektieren einen Teil der auftretenden Schallwellen; ein anderer Teil wird von dem Körper absorbiert (aufgenommen). Einheit der Schalldämmung ist das dB(A) (Dezibel A). Die Art und Dichte sowie die Dicke eines Stoffes beeinflussen die Schalldämmung.

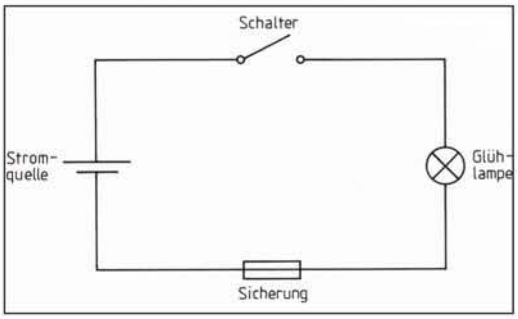
Schallschluckung. Poröse und mit vielen kleinen Öffnungen versehene Stoffe (z. B. Textiltapeten, Kork, Teppiche), deren rückseitige Oberfläche geschlossen ist, vermeiden das Reflektieren auftreffenden Schalls. Die Schallwellen werden absorbiert.

2.10 Elektrizität

Elektrischer Strom entsteht durch die Elektronenbewegung in den Atomen (s. Kap. 3.4). Die Elektronen fließen von einem Ort mit Elektronenüberschuss (negativer Pol) zu einer Stelle mit Elektronenmangel (positiver Pol). Bis sich die Ladungen ausgeglichen haben, besteht deshalb zwischen beiden Polen eine Spannung.

Voraussetzung für den Stromfluss ist eine geschlossene Leitung – ein Stromkreis. Bei Unterbrechung (z. B. Schalter) fließt kein Strom mehr (**2.**19).

Es wird unterschieden zwischen Leiter, Halbleiter und Nichtleiter. Im Nichtleiter (Isolatoren) kann kein Strom fließen.

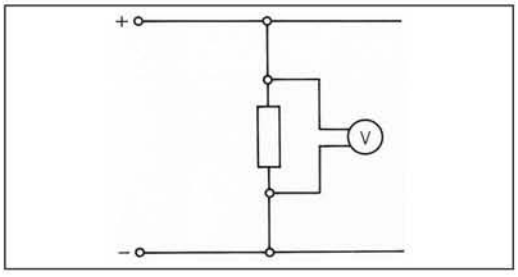


2.19 Schaltbild eines elektrischen Stromkreises

Leiter und Isolatoren. Nicht alle Stoffe leiten elektrischen Strom. Leiter sind Metalle, Wasser, Kohlenstoff (Graphit) u. a. – auch der Mensch. Nichtleitende Stoffe heißen Nichtleiter oder Isolatoren. Man benutzt sie in der Praxis z. B. zum Isolieren von Kabeln, um zu verhindern, dass Strom in Bauteile gelangt. Zu den Nichtleitern gehören Gummi, Kunststoffe, Glas, Lacke und Öle.

Elektrischer Strom entsteht durch Elektronenbewegung. Er fließt nur bei geschlossenem Stromkreis. **Isolatoren** leiten den Strom nicht.

Die Spannung (U) hat die Einheit Volt (V). Man misst sie mit dem Spannungsmesser (Voltmeter, **2.**20). Die normale Haushaltsspannung beträgt 230 Volt. Strom fließt nur, wenn eine Spannung vorhanden und der Stromkreis geschlossen ist.

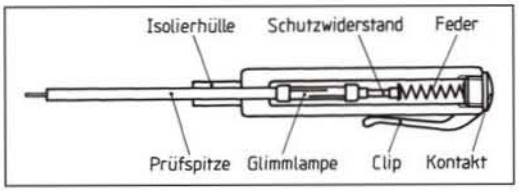


2.20 Schaltung von Spannungsmessern

Mit dem Phasenprüfer stellt man fest, ob eine elektrische Leitung unter Spannung steht (**2.**21): Der Strom fließt von der Steckdose über eine kleine Lampe durch den menschlichen Körper zur Erde. Die Erde dient als Rückleitung (denn der Stromkreis muss ja

2

geschlossen sein). Ein Schutzwiderstand sorgt dafür, dass nur eine geringe, ungefährliche Strommenge durch den Körper fließt. Sie lässt die Lampe aufleuchten und zeigt damit Stromfluss an. (Die Lampe leuchtet nur an einer Steckdosenbuchse (Phase) auf, weil die andere Buchse (Nullleiter) an die Rückleitung angeschlossen ist.)



2.21 Phasenprüfer

Elektrischer Widerstand (R). Die Spannung treibt den Strom durch den Stromkreis. Dabei setzen die Leitungen und vor allem der Verbraucher dem Strom Widerstand entgegen. Je stärker der Widerstand ist, desto mehr schwächt er die elektrische Energie. Die Einheit des elektrischen Widerstands ist das *Ohm*[1] (Ω = griech. Omega).

Die Stromstärke (I) wird mit dem Strommesser (Amperemeter) in *Ampere*[2] (A) gemessen. Sie zeigt die Elektrizitätsmenge an, die in 1 Sekunde durch den Stromleiter fließt. Die Stromstärke ist bei den Haushalts- und Malergeräten unterschiedlich. Eine Glühlampe braucht eine geringere Stärke als die Schleifmaschine oder ein Spritzgerät (100-Watt-Glühlampe = 0,45 A).

Ohmsches Gesetz. Die Stromstärke wächst mit zunehmender Spannung, nimmt dagegen mit zunehmendem Widerstand ab. Dabei ändert sich die Stromstärke im gleichen Verhältnis wie die Spannung und im umgekehrten Verhältnis wie der Widerstand. Dieses Ohmsche Gesetz drückt man in einer Formel aus:

$$\textbf{Stromstärke} = \frac{\textbf{Spannung}}{\textbf{Widerstand}} \qquad I = \frac{U}{R}$$

I in Ampere (A) R in Ohm (Ω)
U in Volt (V)

Elektrische Leistung. Eine Maschine mit Elektroantrieb erbringt eine bestimmte Leistung (P). Diese Leistung wird in Watt (W) bzw. Kilowatt (kW) gemessen. Sie ergibt sich durch Multiplikation der Stromstärke I mit der Spannung U:

$$P = U \cdot I \qquad 1\,\text{W} = 1\,\text{V} \cdot 1\,\text{A} \qquad 1\,\text{kW} = 1000\,\text{W}$$

Beispiel 1

Ein Heizwiderstand von 230 Volt hat 2,2 Ampere. Berechnen Sie die Leistung.

Ergebnis $P = U \cdot I = 230\,\text{V} \cdot 2{,}2\,\text{A} = \mathbf{506\,W}$

Beispiel 2

Ein Rutscher erbringt bei 230 V eine Leistung von 1000 W. Berechnen Sie die Stromstärke.

Ergebnis $I = \frac{P}{U} = \frac{1000\,\text{W}}{230\,\text{V}} = \mathbf{4{,}35\,A}$

Elektrische Energie. Glühlampen, Elektrogeräte und Elektromotoren zeigen ihre Leistung jeweils in Watt oder Kilowatt an. Die Leistung entnehmen sie dem Stromnetz, d. h., sie verrichten elektrische **Energie** (E). Diese **Energie** muss man dem Elektrizitätswerk bezahlen. Gemessen wird sie, indem man die Leistung (P) mit der Zeit (t) multipliziert. Einheit ist die Kilowattstunde (kWh).

Elektrische Energie

$E = P \cdot t$

1 Wattsekunde (Ws) = 1 Joule (J)

1 kWh ≙ 3 600 000 Ws

[1] Georg Ohm, deutscher Physiker, 1787–1854
[2] André Ampere, französischer Mathematiker und Physiker, 1775–1836

Beispiel

Berechnen Sie die Stromkosten für die Beleuchtung einer Malerwerkstatt. Drei 60-W-Lampen brennen durchschnittlich 4 Stunden an 20 Tagen im Monat. 1 kWh kostet 0,15 €

Ergebnis

$$E = P \cdot t = 180\ \text{W} \cdot 80\ \text{h} = 14\,400\ \text{Wh} = 14{,}4\ \text{kWh}$$

$$1\ \text{kWh} = 0{,}15\ €$$

$$14{,}4\ \text{kWh} \cdot 0{,}15\,\frac{€}{\text{kWh}} = 2{,}16\ €$$

Sicherheitsvorkehrungen sind im Umgang mit elektrischem Strom besonders wichtig, denn ein Stromschlag kann tödlich wirken. Stromleitungen müssen einen Mindestquerschnitt haben, damit sie bei großen Belastungen nicht zu sehr erwärmen (Brandgefahr). Einen besonderen Schutz bieten die hinter dem Zähler angebrachten Sicherungen. Sie unterbrechen den Stromkreis bei zu starkem Strom. In feuchten Räumen (Küche, Badezimmer, Keller) und im Freien sind elektrische Leitungen so verlegt, dass die stromführenden Teile nicht feucht werden (abgekapselte Schalter, Abzweig- und Steckdosen).

Alle Elektrogeräte müssen mit Schuko-Steckvorrichtungen ausgerüstet sein (Schuko = Schutzkontakt). Sie verhindert, dass bei einem schadhaften Gerät der Strom durch den menschlichen Körper fließt (Stromschlag).

Unfallverhütung

Keine ungeschützten stromführenden Leitungen berühren! Grundsätzlich keine Reparaturen an elektrischen Leitungen und Geräten vornehmen! Elektrische Anlagen und Sicherheitsvorkehrungen nur von Elektro-Fachleuten anbringen, entfernen oder ändern lassen.

Elektrogeräte niemals mit nassen Händen ein- oder ausschalten. Elektrische Leitungen nicht knicken, Isolatoren von Leitungen nicht beschädigen. Auf festsitzende Kontakte achten.

Bei Unfällen den Strom sofort abschalten, erst dann Verunglückte berühren.

Keine Arbeiten in der Nähe von ungeschützten, spannungsführenden Leitungen oder Geräten vornehmen, bevor der Fachmann für Spannungsfreiheit gesorgt hat.

Alle diese Regeln gelten nicht nur in der Werkstatt und auf der Arbeitsstelle, sondern auch zu Hause.

3 Chemische Grundbegriffe

Neben physikalischen Vorgängen wirken auch chemische Vorgänge bei Beschichtungen.

Chemie ist die Lehre von den Eigenschaften und Umwandlungen der Stoffe. Diese Vorgänge in den Beschichtungsstoffen und die Zusammensetzung und Eigenschaften der Werkstoffe erklärt die Chemie.

Beispiele aus dem Berufsfeld: Chemische Trocknung – der Lack erhärtet, weil er der Luft Sauerstoff entzieht;

Oxidbildung durch Sauerstoffeinwirkung auf Eisen, Zink, Aluminium und Kupfer;

Fluatieren von alkalischen Untergründen;

Salzausblühungen.

Chemie ist die Lehre von der Zusammensetzung, den Eigenschaften und Umwandlungen der Stoffe.

3.1 Gemenge (Gemische)

■ **Versuch** Eisen- und Schwefelpulver werden in einer Schale gut vermischt (vermengt). Dann halten wir einen Magneten an das Gemenge.

Ergebnis

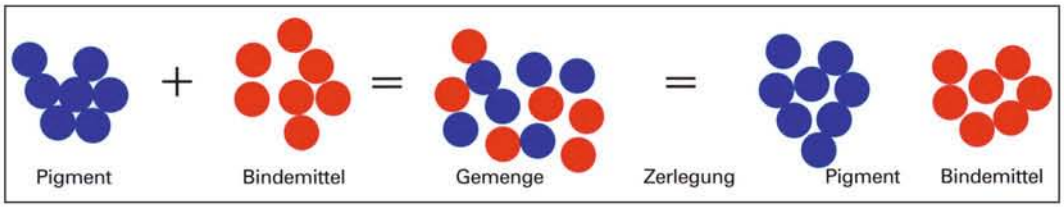
Das Eisenpulver wird angezogen und wieder unverändert vom Schwefel getrennt.

Gemenge, Gemische oder Dispersionen (lat. feinste Verteilung) sind also Mischungen verschiedener Stoffe, die durch physikalische Verfahren (Zerlegung) wieder getrennt werden können (z. B. Magnetismus, Destillieren, Filtrieren oder Schlämmen). Die Stoffe bleiben dabei unverändert (**3.**1). Zu unterscheiden sind:

- **Grobe Gemenge,** worin die Stoffe mit bloßem Auge zu erkennen sind (z. B. Zement-Sand-Gemisch),
- **Suspensionen,** in denen sich ein fester, wasserunlöslicher, meist pulverförmiger Stoff in einem flüssigen verteilt (z. B. Pigmente in Bindemitteln, Dispersionsfarben, Lehmwasser),
- **Emulsion,** hier ist im Gegensatz zu der Suspension der wasserunlösliche, fein verteilte Stoff flüssig. So können Fetttröpfchen im Wasser schweben (z. B. Milch ist ein Gemisch von Fetttröpfchen in Wasser),
- **Lösungen,** in denen sich die Moleküle des gelösten Stoffs fein, gleichmäßig und beständig mit der Flüssigkeit vermengen (z. B. Ammoniak in Wasser = Salmiakgeist, Kochsalz in Wasser, Leinölfirnis in Testbenzin). Lösungen sind daher einheitliche (homogene) Gemische und nur schwer wieder zu trennen.

Tabelle **3.**1 Gemische

Zustandsform der Bestandteile	Gemischtyp	Beispiel
fest – fest	Gemenge	Granit, Rohsalz
fest – flüssig	Suspension	Lehmwasser
	Lösung	Salzlösung
fest – gasig	Rauch	Tabakrauch Staubluft
flüssig – flüssig	Emulsion	Milch (Fetttröpfchen im Wasser)
	Lösung	Weinbrand (Alkohol im Wasser)
flüssig – gasig	Schaum	Seifenschaum (Luft im Seifenwasser)
	Nebel	Nebel (Wassertröpfchen in Luft)



3.1 Gemenge (Gemisch)

In der Natur gibt es kaum **Reinstoffe,** Gemische dafür umso mehr.

Die wichtigsten Typen zeigt Tabelle **3.**1.

Die Reinstoffe lassen sich einteilen in:

Chemische Verbindungen

z. B. Wasser, Säuren, Laugen, Kalk, Kunststoffe

Elemente

z. B. Sauerstoff, Eisen, Zink, Schwefel

Gemenge, Gemische oder Dispersionen sind Mischungen von Stoffen, die physikalisch wieder getrennt werden können. Die Stoffe bleiben unverändert.

3.2 Chemische Verbindungen

■ **Versuch** Wir vermengen 7g Eisen- und 4g Schwefelpulver und erhitzen das Gemenge in einem Reagenzglas.

Ergebnis

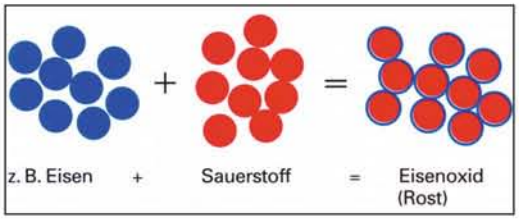
Das Gemenge glüht auf; es bleibt eine Substanz im Glas, die weder die Eigenschaften des Eisens noch des Schwefels hat und kaum magnetisch ist.

Chemische Reaktion. Eisen und Schwefel haben in unserem Versuch miteinander reagiert, eine chemische Reaktion ausgelöst. Dabei wird entweder Wärme (Energie) frei (z. B. das Löschen von Kalk, die Erhärtung von Polyesterspachtel) oder muss zugeführt werden (wie im Versuch). Aus den reagierenden Stoffen bilden sich neue Stoffe mit oft ganz anderen Eigenschaften (**3.**3).

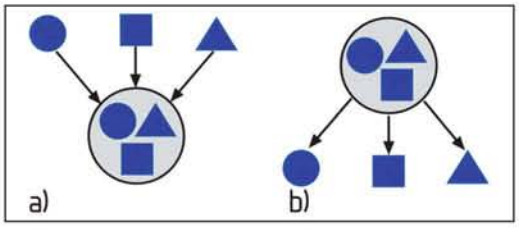
Synthese und Analyse. Die Vereinigung von Stoffen durch eine chemische Reaktion nennt man Verbindung oder Synthese (Stoffzusammenfügung). Verbindungen lassen sich nicht physikalisch, sondern nur chemisch durch Analyse (Stoffzerlegung) wieder trennen und in ihre Ausgangsstoffe zerlegen (**3.**4).

Der Begriff „analysieren" begegnet uns fast täglich. In welchem Zusammenhang z. B.? Denken Sie an Zeitungsberichte und Tagespolitik. Ein vereidigter Sachverständiger analysiert einen Beschichtungsuntergrund.

Bei einer chemischen Reaktion verbinden sich die Stoffe zu neuen Stoffen mit anderen Eigenschaften (Synthese). Verbindungen lassen sich nur chemisch wieder trennen (Analyse).



3.2 Chemische Verbindung



3.3 Chemische Reaktionen
a) Synthese, b) Analyse

3.3 Elemente

Elemente sind chemische Grundstoffe, aus denen andere Stoffe aufgebaut sind. Sie sind durch chemische Methoden nicht weiter in einfachere Stoffe mit anderen Eigenschaften zerlegbar.

107 Elemente sind bis heute bekannt, davon 90 in der Natur nachgewiesen, 17 lassen sich nur künstlich (durch sog. Kernreaktion) herstellen. Die meisten der in der Natur vorkommenden Elemente liegen nicht frei, sondern in Verbindungen vor. In der Formelsprache der Chemie werden für die Elemente Symbole eingesetzt. Man wählt dafür die Anfangsbuchstaben bzw. einen weiteren Buchstaben der meist lateinischen Namen der Elemente, z. B.

Sauerstoff = Oxygenium = O;

Wasserstoff = Hydrogenium = H;

Eisen = Ferrum = Fe.

Die wichtigsten Elemente sollte der Maler und Lackierer kennen, weil sie in den Werkstoffen enthalten sind (Tab. **3.**2).

Elemente sind Stoffe, die man chemisch nicht weiter zerlegen kann.

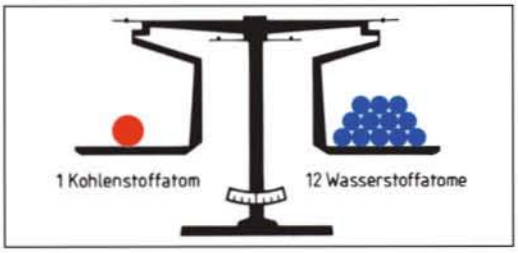
Tabelle **3.**2 Wichtige Elemente

	Name	Zeichen	relative Atommasse	Bemerkung
Metalle	**Schwermetalle**			
	Chrom	Cr	52	Schutzüberzug bei Kfz
	Eisen	Fe	56	Beschichtungsuntergrund, Pigmente
	Gold	Au	197	Blattgold
	Kupfer	Cu	64	Untergrund
	Silber	Ag	108	Blattsilber, Dekoration
	Zink	Zn	65	Beschichtungsuntergrund, Pigmente
	Leichtmetalle			
	Aluminium	Al	27	Beschichtungsuntergrund, Pigmente, Fluate
	Calcium	Ca	40	Beschichtungsuntergrund (Kalk, Gips, Kreide)
Nichtmetalle	**Fest**			
	Kohlenstoff	C	12	in vielen Verbindungen (Bindemittel, Lösemittel)
	Gasförmig			
	Fluor	F	19	Fluate
	Sauerstoff	O	16	in vielen Verbindungen
	Stickstoff	N	14	in vielen Verbindungen
	Wasserstoff	H	1	in vielen Verbindungen

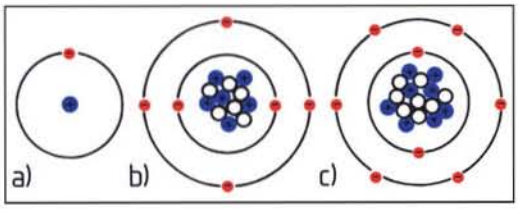
3.4 Atome und Moleküle

Atome sind die kleinsten Teilchen der Elemente, die chemisch nicht mehr zerlegbar sind. Die Atommasse ist unvorstellbar klein. Um sich eine gewisse Vorstellung über diese geringen Massen zu machen, sei an dieser Stelle erwähnt, dass in 12 g Kohlenstoff ungefähr $6 \cdot 10^{23}$ (eine 6 mit 23 Nullen) Kohlenstoffatome enthalten sind. Die Atommasseneinheit ist der 12. Teil der Masse eines Kohlenstoffatoms. Ein Kohlenstoffatom hat die Masse 12, Wasserstoff 1, Sauerstoff 16 (**3.**4).

Aufbau der Atome. Atome bestehen aus den elektrisch negativ geladenen *Elektronen*, den positiv geladenen *Protonen* und den neutralen *Neutronen*. Der Atomkern wird von den Protonen und den Neutronen gebildet. In bestimmten Abständen umkreisen ihn die Elektronen, die die Atomhülle bilden (**3.**5).



3.4 Atome



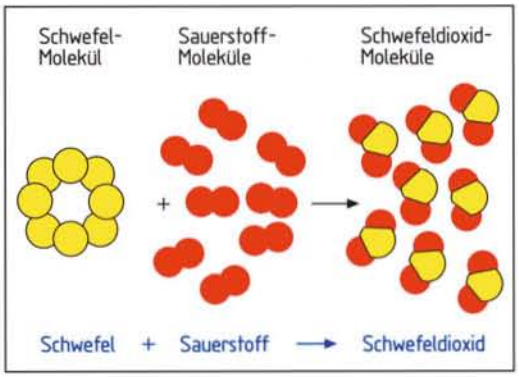
3.5 Atommodelle von
a) Wasserstoff, b) Kohlenstoff, c) Sauerstoff
⊖ Elektronen
⊕ Protonen } Atomkern
○ Neutronen
Wegen der beträchtlichen Unterschiede der Durchmesser von Kern und Hülle ist die Zeichnung nicht maßstabsgetreu.

Ein Atom hat immer die gleiche Anzahl Elektronen und Protonen. Es ist deshalb elektrisch neutral. Die Atome unterscheiden sich voneinander durch die unterschiedliche Anzahl der Protonen.

Ein Atom besteht aus Elektronen, Protonen und Neutronen. Durch die Anzahl ihrer Bausteine unterscheiden sich die Atome.

Im Periodensystem sind die Elemente nach der Zahl ihrer Protonen und Neutronen geordnet. Diese Ordnung sagt zugleich etwas über ähnliche Eigenschaften aus.

Moleküle sind die kleinsten Teile einer chemischen Verbindung von gleichen oder verschiedenen Elementen. Sie haben die Eigenschaften dieser Verbindung. Die Verbindung der Atome zu Molekülen ist auf unterschiedliche Weise möglich. Ein Beispiel zeigt Bild **3.6**.



3.6 Moleküle

Bei einer chemischen Reaktion werden die kleinsten Teilchen der Stoffe umgruppiert. So entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften.

Alle chemischen Reaktionen sind mit Energieumsetzung verbunden.

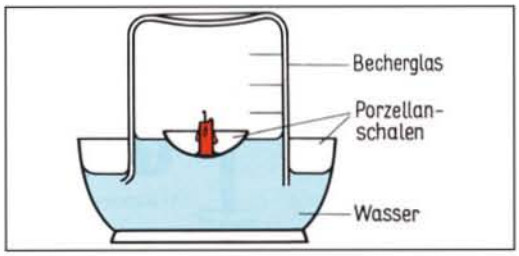
Durch chemische Reaktionen entstehen neue Stoffe.

3.5 Luft und Wasser

■ **Versuch** Wir stellen eine Kerze in eine kleine Porzellanschale und diese in eine größere Schale mit Wasser. Die Kerze wird angezündet und ein Becherglas darüber gestülpt, so dass die Außenluft abgeschlossen ist (**3.7**).

Ergebnis

Die Kerze erlischt nach kurzer Zeit, und das Wasser steigt im Becherglas hoch.



3.7 Luft unterhält die Verbrennung

Luft ist ein Gemisch aus etwa 21 % Sauerstoff, 78 % Stickstoff und 1 % Edelgasen. Nachdem bei unserem Versuch der Sauerstoff im Becherglas verbraucht war und keine neue Luft hinzutreten konnte, erlosch die Kerze. Luft unterhält also die Verbrennung.

Luft ist ein Gasgemisch aus Sauerstoff, Stickstoff und Edelgasen. Sie unterhält die Verbrennung.

Luft enthält aber auch Verunreinigungen, die sich schädlich auf die Beschichtungen auswirken, außerdem schwankende Mengen Wasserdampf (s. Kap. 2.6). Dieser Feuchtigkeitsgehalt verursacht u. a. das Rosten des Eisens (Korrosion, s. Kap. 3.6). Er ist mitentscheidend für die Lagerung bestimmter Stoffe (z. B. Zement, Gips) und für Trocknungsvorgänge (Putz, Holz, Lacke).

Sauerstoff ist das häufigste und eins der wichtigsten Elemente. Er kommt in zahlreichen Verbindungen vor, ist nicht brennbar, unterhält aber die Verbrennung.

Sauerstoff ist das häufigste Element und verbindet sich leicht mit anderen Grundstoffen.

Wasser (chemische Formel H_2O) ist Hauptbestandteil aller Organismen und lebenswichtig. Ohne Wasser würden die Pflanzen verdorren, würde das Vieh verdursten. Wasser ist aber zugleich das wichtigste Lösemittel für alle Verbindungen. Es löst feste Stoffe (Farbmittel), flüssige Stoffe (Laugen, Säuren) und gasförmige (Mineralwasser). Manche Stoffe lösen sich völlig in Wasser auf (z. B. Salze), andere lösen sich zwar nicht, verteilen sich aber gleichmäßig.

Wasser übernimmt bei allen wässrigen Beschichtungsstoffen die Aufgabe des Verteilungs-, Löse- und Verdünnungsmittels.

Jedes Lösemittel kann nur eine bestimmte Menge aufnehmen. Ist diese Menge erreicht, sprechen wir vom Sättigungspunkt. Reste bleiben dann ungelöst.

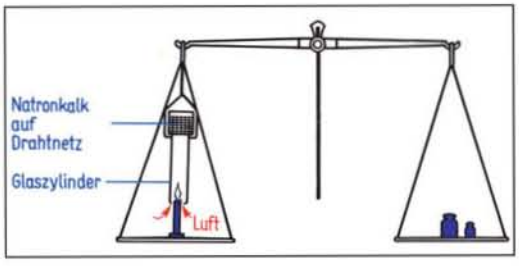
Wasser löst feste, flüssige und gasförmige Stoffe.

3.6 Oxidation und Reduktion

■ **Versuch** Eine Kerze wird so unter einen Glaszylinder gestellt, dass von unten Luft nachströmen kann. Auf ein Drahtnetz im oberen Teil des Zylinders geben wir Natronkalk. Diese Anordnung hängt man an eine Waage und gleicht mit Gewichten genau aus. Dann wird die Kerze angezündet (**3.8**).

Ergebnis

Die Schale mit den Verbrennungsprodukten senkt sich, wird also schwerer.



3.8 Verbrennung

Oxidation ist die Verbindung eines Elementes mit Sauerstoff zu Oxid. Dabei wird Energie (Wärme) frei. Jede Verbrennung ist eine schnelle Oxidation. Weil der Ausgangsstoff Sauerstoff aufnimmt, wird die Verbindung (das Oxid) schwerer.

Eine blitzschnelle Verbindung mit Sauerstoff führt zur Explosion.

Zahlreiche Pigmente sind Oxide, z. B. Bleimennige Pb_3O_4, Titandioxid TiO_2 und Zinkweiß ZnO.

Oxidative Trocknung ist ein in der Beschichtungstechnik sehr wichtiger Oxidationsvorgang von Ölfarben, Öllacken, ölhaltigen Alkydharzlacken. Sie nehmen Sauerstoff auf und vernetzen. Die Öle werden in ihren Lösemitteln unlöslich und widerstandsfähig gegen mechanische Einwirkungen.

Bei der Reduktion geschieht das Umgekehrte: einer Verbindung wird der Sauerstoff entzogen. Dazu braucht man Energie. Zugleich oxi-

diert das Reduktionsmittel. Ein Beispiel dafür ist die Metallgewinnung aus Erzen. Hier entstehen durch Brennen Oxide, die man durch Koksbrand zu Metallen reduziert.

Oxidation ist die Vereinigung eines Stoffs mit Sauerstoff zu einem Oxid. Dabei wird Energie (Wärme) frei.

Reduktion ist der Entzug von Sauerstoff aus einer Verbindung. Dabei wird Energie verbraucht, und das Reduktionsmittel oxidiert.

Korrosion. Feuchtigkeit lässt Eisen rosten, Säuren greifen Metalle an – diese aus dem Alltag bekannten schädigenden, zerstörerischen Einwirkungen von Luft und Wasser auf Metall nennt man Korrosion (siehe auch Kapitel 11).

Korrosionserscheinungen sind z. B. bei Holz, Stein und Kunststoffen: das Verwittern, Verrotten und Zerfallen.

Korrosion verursacht jährlich Milliardenschäden und tritt in Industriegegenden besonders stark auf. Der Korrosionsschutz ist eine wichtige Aufgabe für den Maler und Lackierer. Zwar kann die Korrosion nie völlig verhindert werden, doch ist es gelungen die Zerfallserscheinungen zu verlangsamen.

Je rauer die Oberfläche ist oder wird, desto rascher geht die Korrosion vor sich. Bei einigen Metallen (z. B. Kupfer, Magnesium, Aluminium) sind die Oxidationsschichten nicht porös und hemmen daher die weitere Korrosion (Patina). Edelmetalle (Gold, Silber usw.) werden nicht angegriffen.

Unterschieden werden nach dem chemischen Vorgang zwei Korrosionsarten:

1. die chemische Korrosion,
2. die elektrochemische Korrosion.

Chemische Korrosion wird durch die Reaktion (Oxidation) mit Wasser oder dem Luftsauerstoff hervorgerufen.

Elektrochemische Korrosion findet statt, wenn ein galvanisches Element (z. B. Batterie) entsteht. Mit Metallüberzügen kann Eisen geschützt werden. Besteht der Metallüberzug aus einem edleren Metall (z. B. Zinn, Zink), führen jedoch schon kleinste Risse zu Rostfraß. Es findet eine elektrochemische Korrosion statt. Dabei wirkt das unedle Eisen als „Auflösungselektrode".

Korrosion ist die chemische Einwirkung von Luft und Wasser auf Metalle und Legierungen.

Schutz vor Korrosion bietet die richtige Beschichtung.

3.7 Säuren, Basen, Salze

Säuren entstehen, wenn sich *Nichtmetalle* mit Wasserstoff verbinden oder wenn sich Nichtmetalloxide in Wasser lösen.

Beispiele

2 Atome Chlor verbinden sich mit 2 Atomen Wasserstoff zu Salzsäure: $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2\,HCl$.

Schwefeldioxid löst sich in Wasser zu schwefliger Säure: $SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$.

Säuren schmecken sauer, greifen die Haut und unedle Metalle an. Sie färben blaues Lackmuspapier oder Universalindikatorpapier rot. (Lackmus ist ein Indikator = Anzeiger; ein Papier, das mit einem natürlichen Pflanzenfarbstoff getränkt ist.) Durch die Kontrolle mit Indikatorpapier stellt man leicht Säurereste in Beschichtungsuntergründen fest.

Welche Wirkungen haben Säuren auf Beschichtungen? Wozu braucht man sie?

Tabelle 3.3 Säuren (Auswahl)

Säure	Verwendung
Salzsäure Schwefelsäure	Zur chemischen Entrostung in der Industrie
Kieselflusssäure	Bestandteil im Fluat, Ätzen von Glas
Phosphorsäure	Bestandteil im Rostumwandler
Gerbsäure Oxalsäure	Beizen von Holz

Säuren sind Verbindungen von Nichtmetallen mit Wasserstoff oder von Nichtmetalloxiden mit Wasser. Besonders bei Putz und Beton können sie Beschichtungsschäden hervorrufen. Bei Metallen fördern sie die Korrosion (Rost).

Vorsicht bei Arbeiten mit Säuren! Stets Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen. Beim Verdünnen immer die Säure vorsichtig unter Umrühren ins Wasser geben – niemals Wasser in Säure gießen! Säureflaschen müssen mit Giftetikett versehen sein. Bei Unfällen (Säurespritzer) Säure mit viel Wasser fortspülen.

Basen (Laugen) sind Verbindungen von bestimmten *Metalloxiden* mit Wasser. Sie gehören zur Hydroxidgruppe OH.

Beispiel

Gebrannter Kalk (Calciumoxid) verbindet sich mit Wasser zu „gelöschtem Kalk" (Calciumhydroxid): $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$.

Laugen schmecken seifenähnlich und fühlen sich glitschig an. Sie ätzen die Haut (z. B. Kalkfarbe) und greifen unedle Metalle an, lösen Fette auf und verseifen Ölfarben beim Ablaugen. Basen färben rotes Lackmuspapier oder Universalindikatorpapier blau und lassen sich so schnell nachweisen. Mit Indikatorpapieren erkennt man durch wechselnde Farbtöne sowohl saure und alkalische als auch neutrale Reaktionen.

Tabelle **3.4** Laugen (Auswahl)

Lauge	Verwendung
Calciumlauge	Früher Beschichtungsmittel
Natronlauge Salmiakgeist	Zum An- und Ablaugen ölhaltiger Beschichtungen
Kalilauge	Zum Reinigen und Ablaugen alter Beschichtungen

Basen oder Laugen sind Verbindungen von Metalloxiden mit Wasser. In bestimmten Beschichtungsuntergründen können Basen enthalten sein und sich nachteilig auswirken.

Vorsicht bei Arbeiten mit Laugen! Sie ätzen die Haut und sind besonders für die Augen gefährlich (Kalkspritzer). Schutzbrille tragen! Bei Unfällen mit viel Wasser spülen.

Vorzugsweise wird im Malerhandwerk Ammoniaklösung (Salmiakgeist) verwendet. Sie hat gegenüber den anderen Laugen den Vorteil, dass keine ätzenden und verseifenden Rückstände auf oder in der abgelaugten Beschichtungsfläche zurückbleiben (Tab. **3.4**).

Salze

■ **Versuch** Wir gießen verdünnte Natronlauge in ein Reagenzglas und machen die Indikatorprobe bis zur Blaufärbung. Darauf geben wir so lange verdünnte Salzsäure zu, bis die Blaufärbung verschwunden und noch keine Rotfärbung zu sehen ist. Dann dampfen wir diese neutrale Salzlösung ein.

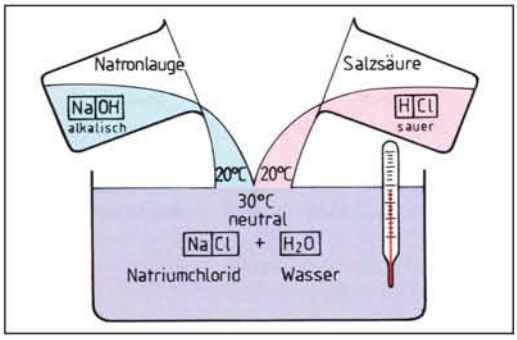
Ergebnis

Beim Eindampfen scheiden Kochsalzkristalle aus nach der Formel $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$.

Neutralisation

Salze entstehen also bei der Verbindung von Basen und Säuren. Zugleich bildet sich Wasser. Auch wenn sich Metalle in bestimmten Mengen mit Säuren verbinden, entstehen Salze, weil sich die Metallatome mit dem Säurerest verbinden (**3.9**).

Salze entstehen aus der Verbindung von Basen und Säuren oder von Metallen und Säuren.



3.9 Neutralisation

3

In der Malerpraxis können Salze an Baustoffen und Bauteilen Schäden verursachen. Da sie wasseranziehend (hygroskopisch) sind, können sie Beschichtungen und Beläge zerstören oder ablösen. Typisch sind ihre klar erkennbaren „Ausblühungen".

In Beschichtungsstoffen finden wir unlösliche Salze als Pigmente, z. B. Lithopone (Weißpigment), Chromgelb, Schwerspat.

Bei Holzschutzarbeiten werden Salze als Fungizide und Insektizide angewendet. Salze bilden, wie wir gesehen haben, Kristalle. Man benennt sie nach dem Metall und dem Säurerest.

Sulfate = Salze der Schwefelsäure (z. B. Kalziumsulfat [Gips], Bariumsulfat [Schwerspat])

Karbonate = Salze der Kohlensäure (z. B. Kalziumkarbonat [Kalk, Kreide], Kaliumkarbonat [Pottasche])

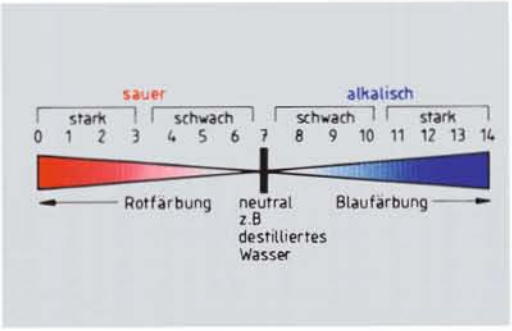
Silikate = Salze der Kieselsäure (z. B. Natriumsilikat [Wasserglas])

Chlorite = Salze der Schwefelsäure (z. B. Natriumchlorid [Kochsalz]).

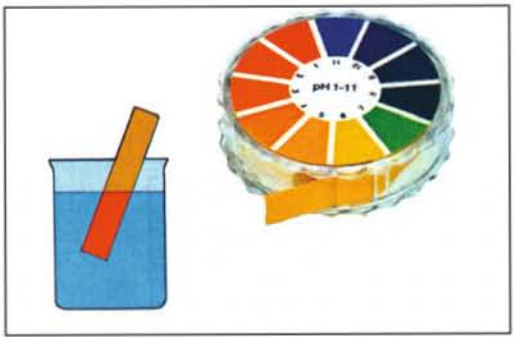
Neutralisation zeigte sich in unserem Natronlauge-Salzsäure-Versuch. Es ist der Zustand, in dem sich die Wirkungen von Basen und Säuren gegenseitig aufheben: Blaues Lackmuspapier färbt sich nicht rot, rotes nicht blau. Indikatorpapier färbt sich orange. Die sich daraus ergebenden Salze reagieren weder alkalisch (laugenhaft) noch sauer; es bleibt weder ein Überschuss an Lauge noch an Säure.

Schädigende Wirkungen auf die Beschichtung werden durch Neutralisation beseitigt. Bei der Neutralisation heben sich die Wirkungen von Basen und Säuren auf.

In der Malerpraxis spielt die Neutralisation eine große Rolle, denn ein Untergrund darf die Beschichtung nicht zerstören oder verändern. Er muss neutral, chemisch unwirksam sein. Kalkunbeständige Buntpigmente verändern unter alkalischer Wirkung ihren Farbton. Ölhaltige Beschichtungen verseifen bei alkalischer Einwirkung und werden wasserlöslich. Bei Kalkputzen dauert die alkalische Wirkung etwa 6 Monate, bei zementhaltigen Untergründen bis zu 2 Jahre. Eine zu früh aufgetragene Beschichtung wird nicht nur zerstört, sondern verzögert oder unterbindet auch den Verfestigungsvorgang im Putz. Die Neutralität muss daher stets geprüft werden. Abwässer, die Säuren oder Laugen enthalten, dürfen nicht in die Kanalisation gelangen. Sie müssen erst durch die Neutralisationsreaktion entgiftet werden.



3.10 pH-Skala



3.11 Universal-Indikatorpapier

Neutralisationsprüfung. Indikatorpapier, mit destilliertem Wasser befeuchtet, wird auf eine angekratzte, angenässte Putzstelle angedrückt. Indikatorpapier ist im Normalzustand gelb, bei säurehaltigen Untergründen verfärbt es sich rot, bei alkalischen Untergründen blau und bei neutralen Untergründen olivgrün. Maßzahl dafür ist der pH-Wert.

Der pH-Wert an der neutralen Grenze beträgt 6,9. Ein pH-Wert von 8 gilt als schwach alkalisch (*leichte Blaufärbung des Indikators*), einer von 11 als stark alkalisch (*starke Blaufärbung*). Mit dem pH-Wert > 5 beginnt der saure Bereich (Rotfärbung, **3.**10, **3.**11).

Zur Prüfung kann man auch Phenolphthalein benutzen, eine farblose organische Verbindung. Man streicht sie auf mehrere Stellen des Putzes, Rotfärbung zeigt noch ungebundene Kalk- oder Zementreste und damit alkalische Wirksamkeit an. Bei Säure bleibt die Flüssigkeit farblos.

3.8 Kunststoffe (Plaste)

Organische Stoffe. Die bisher erwähnten Stoffe waren Mineralien (Steine, Erdfarben) oder Metalle, also leblose, anorganische Stoffe. Dieser Zweig der Chemie heißt daher anorganische Chemie. Kunststoffe sind dagegen überwiegend Kohlenwasserstoffverbindungen, also pflanzliche, organische Stoffe (z. B. aus Holz, Erdöl, Kohle). Doch hat die organische Chemie inzwischen auch künstliche organische Stoffe geschaffen - Kunststoffe, ohne die wir uns das Leben nicht mehr vorstellen können (Tab. **3.**5).

Im Maler- und Lackiererhandwerk werden Kunststofferzeugnisse schon seit Jahrzehnten verarbeitet, z. B. Decken-, Wand- und Bodenbeläge – etwa $^1/_3$ der Pkw-Teile besteht heute aus Kunststoff.

Chemie des Kohlenstoffs. Der Kohlenstoff ist Grundbaustein der zahllosen organischen Verbindungen. In der Natur kommt er in reinem Zustand als Graphit und Diamant, in Verbindungen u. a. im Erdöl und Erdgas, in Kohle und Bitumen vor. Ein Kohlenstoffatom kann vier Bindungen mit Kohlenstoff oder anderen Atomen eingehen – es ist vierwertig.

Tabelle **3.5** Einordnung der Kunststoffe

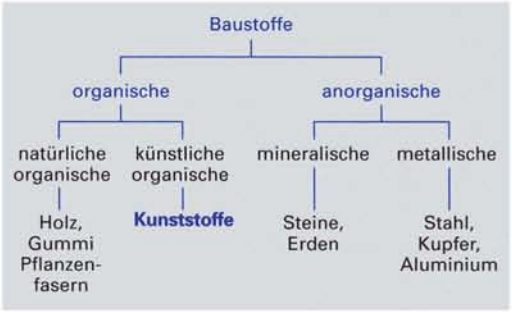


Tabelle **3.6** Beispiele von Monomeren

Kunststoffname	Handelsname	Verwendung
Polyethen PE	Vestolen A Hostalen Lupolen Baylon	Haushaltsartikel, Kabelisolierungen, Folien, Spielzeug, Schutzhelme
Polypropen PP	Vestolen P Hostalen PP Novolen	Haushaltsartikel, Schuhabsätze, Folien, Mülltonnen, Bierkästen
Polyvinylchlorid PVC	Vestolit Hostalit Vinoflex Vinnol	Folien, Platten, Borsten, Isolierungen, Kunstleder, Flaschen, Schläuche, Apparate
Polystyrol PS	Vestyron Hestyron Luran	Haushaltsartikel, Elektrogeräte, Verpackung, Joghurtbecher
Polytetrafluorethen PTFE	Teflon Hostafion	Temperaturbeständige Beschichtungen, Dichtungen, Isolierungen

Am häufigsten sind Verbindungen mit Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel und Chlor. Aber auch untereinander können Kohlenstoffatome fast unbegrenzt Ketten und Ringe bilden.

3

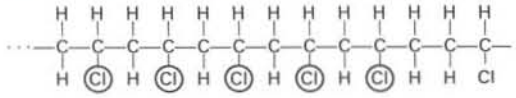
Makromoleküle. Die Stoffe und Verbindungen der anorganischen Chemie bestehen aus Molekülen mit wenigen Atomen.

Kunststoffe bestehen dagegen aus Riesen- oder Makromolekülen mit vielen Atomen (griech. *makro* = groß). 1000 bis 1 000 000 Atome können sie enthalten, die fadenförmig aneinander gereiht sind. Immer sind Kohlenstoff C und Wasserstoff H dabei, ferner geringe Mengen anderer Elemente.

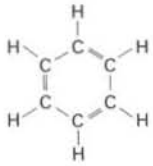
Beispiele

Makromoleküle des Polyvinylchlorids (PVC)
Ringförmige Bindung: Benzol

Makromoleküle des Polyvinylchlorids (PVC)



Ringförmige Bindung: Benzol



Wie die natürlichen Stoffe Cellulose und Eiweiß bestehen auch die Kunststoffe aus Makromolekülen. Diese setzen sich aus kleinen Bausteinen – den *Monomeren* – zusammen. Die Tabelle **3.**6 zeigt einige Beispiele.

Nach ihrem Verhalten unterscheidet man Kunststoffe in drei Gruppen:

1. Plastomere (oder Thermoplaste). Sie werden in der Wärme weich und formbar: Die unvernetzten Makromoleküle verlieren ihren Zusammenhalt und gleiten aneinander vorbei. Abgekühlt verharren die Molekülketten in ihrer neuen Lage: Der Kunststoff ist (wieder) fest (**3.**12).

2. Duromere (oder Duroplaste). Sie sind harte, spröde, wärmebeständige Kunststoffe. Erst bei Temperaturen von mehr als 300 °C zersetzen sie sich, ohne vorher zu erweichen. Ein Duroplast-Werkstück stellt ein einziges, stark vernetztes Makromolekül dar (**3.**13).

3.12
Plastomere
z. B. Polyethen

3.13
Duromere z. B.
Bakelit

3. Elastomere. Sie sind wie Gummi elastisch verformbar. Ihre Makromoleküle sind nur schwach vernetzt. Erwärmt verhalten sich die Elastomere wie die thermoplastischen Kunststoffe (**3.**14). Kunststoffe stellt man durch Polymerisation, Polykondensation und Polyaddition her.

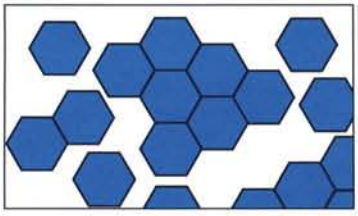
Bei der Polymerisation schließen sich gleichartige ungesättigte Kohlenwasserstoffmoleküle durch Aneinanderreihen zu einem Makromolekül (Riesenmolekül) zusammen. Diese Verbindungen heißen Polymerisate (**3.**15), z. B. Erhärtung von Polyesterlacken.

3.14 Elastomere z. B. vulkanisierter Naturkautschuk

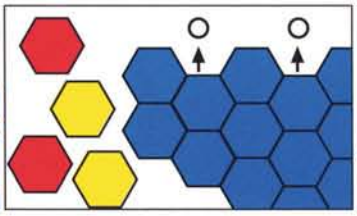
Bei der Polykondensation bilden ungleichartige Moleküle ein Makromolekül, wobei sich Nebenprodukte abspalten – meist Wasser (daher der Name Kondensation). Die Verbindungen nennt man Polykondensate (**3.**16), z. B. Trocknung von säurehärtenden Lacken.

Die Polyaddition verläuft wie die Polykondensation, jedoch ohne Wasserabspaltung. Dagegen lagern sich hierbei die Atome um. Die Produkte heißen Polyaddukte (**3.**17), z. B. Erhärtung von Polyurethanharzlacken.

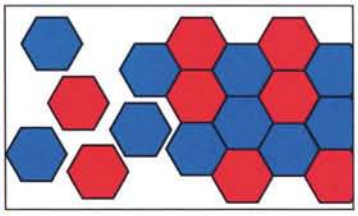
Kunststoffe entstehen durch Polymerisation (Polymerisate), Polykondensation (Polykondensate) oder Polyaddition (Polyaddukte).



3.15 Polymerisation



3.16 Polykondensation



3.17 Polyaddition

4 Optik und Farbenlehre

4.1 Licht und Farbe

Wenn bisher von „Farbe" gesprochen wurde, waren meist flüssige Beschichtungsstoffe oder Farbmittel (farbgebende Stoffe) gemeint.

Farbe bedeutet im täglichen Sprachgebrauch aber noch mehr.

„Farbe" hat jeder Gegenstand unserer Umwelt. Es ist seine Gegenstandsfarbe, sein Lokalton (z. B. rote Blume, blauer Mantel);

„Farbe" sagen wir zu bunten Tönen (Rot, Gelb, Blau) und drücken damit das Farbige, das Bunte aus;

„Farbe" charakterisiert auch die Farbrichtung eines Tons. So haben verschiedene gelbe Farbtöne die gleiche Farbrichtung Gelb;

„Farbe" bedeutet schließlich in der Physik die Farbigkeit als optische Erscheinung, deren Wesen sich aus dem Sonnenlicht erklären lässt;

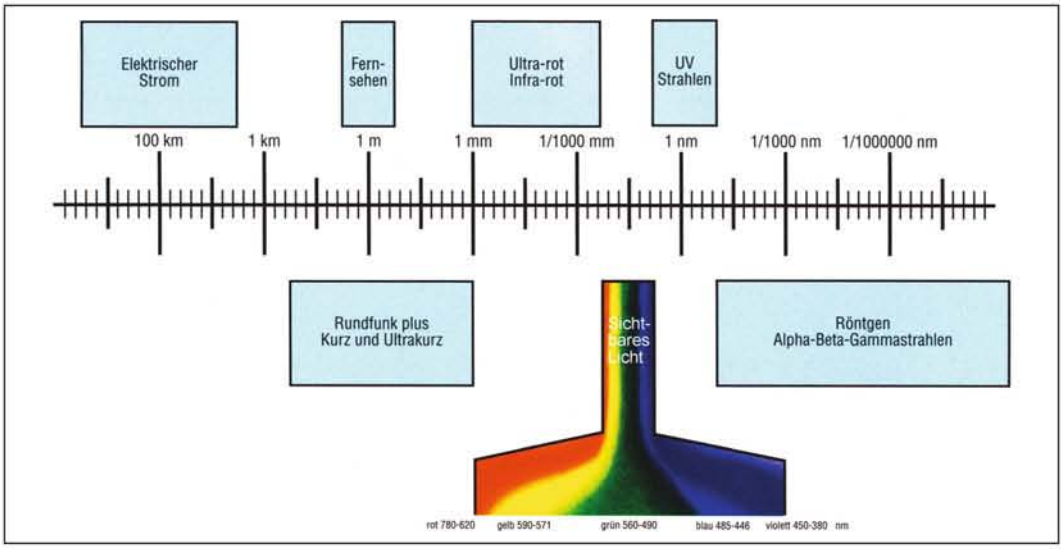
„Farbe" hat physiologische Wirkungen, d. h. das Licht und die Farben wirken auf unser Auge, das Gehirn und den Körper;

„Farbe" hat psychologische Wirkungen, d. h. sie wirkt auf unser Unterbewusstsein und beeinflusst unsere Einstellung zur Umgebung und unser Handeln;

„Farbe" hat optische Wirkungen, d. h. sie ermöglicht z. B. Raumkorrekturen, setzt Akzente und kennzeichnet.

Farbe ist ein durch das Auge vermittelter Sinneseindruck, also eine Gesichtsempfindung. Eine Farbe ist durch Buntton, Sättigung und Helligkeit gekennzeichnet (DIN 5033-1).

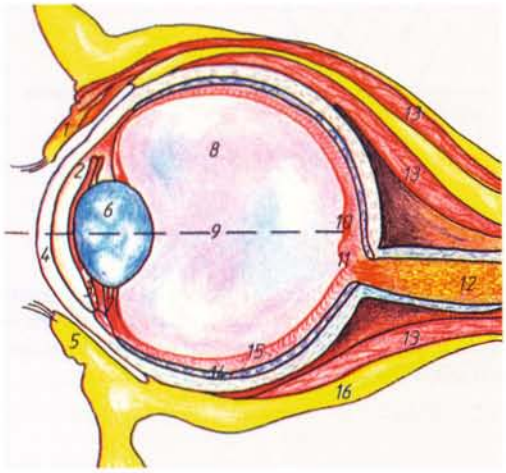
Lichtstrahlen, die von der Sonne oder von einer Lampe ausgehen, sind elektromagnetische Schwingungen. Sie breiten sich mit einer Geschwindigkeit von etwa 300 000 km/s (Lichtgeschwindigkeit) wellenförmig von ihrem Entstehungsort aus. Röntgenstrahlen, ultraviolette Strahlen, Infrarotstrahlen, Rundfunkstrahlen u. a. sind unsichtbar. Ihre Wellenlängen sind zu groß oder zu klein für das menschliche Auge. Nur der Wellenbereich zwischen 380 nm und 750 nm ist für uns als Licht sichtbar (**4.**1). 1 Nanometer ist ein Milliardstel m (1 nm = 1/1 000 000 000 m).



4.1 Schematische Darstellung elektromagnetischer Schwingungen auf dem Wellenband

4.2 Sehen

Das Auge mit seinen Teilen (**4.2**), die Sehnervenbahnen und das Sehzentrum im Gehirn werden als Gesichtssinn bezeichnet.



4.2 Teile des Auges
1 Oberes Lid
2 Vordere Augenkammer
3 Regenbogenhaut
4 Hornhaut
5 Unteres Lid
6 Linse
7 Ziliarmuskel
8 Glaskörper
9 Sehachse
10 Gelber Fleck
11 Blinder Fleck
12 Sehne
13 Augenmuskel
14 Lederhaut
15 Netzhaut
16 Aderhaut

Die Hornhaut lässt nur elektromagnetische Schwingungen mit einer Wellenlänge zwischen ca. 300 und 1500 nm zur Linse durch. Von der Linse wird weiter ausgefiltert, so dass nur Wellenlängen zwischen 380 und 720 nm auf die Netzhaut treffen.

Regenbogenhaut mit veränderlicher Pupille als Sehöffnung, regelt die einfallende Lichtmenge (Adaption); bei geringem Licht – weite Pupille, bei hellem Licht – kleine Pupille.

Linse, ein durchsichtiges elastisches Gewebe, zum scharf Sehen bei unterschiedlichen Sehentfernungen. Verändert wird die Form der Linse (Brennweite) durch den **Ziliarmuskel.**

Gelber Fleck, Anhäufung ausschließlich von Zapfen.

Blinder Fleck, Stelle ohne Lichtsinneszellen (Zapfen und Stäbchen).

In die Netzhaut eingebettet sind Rezeptoren, etwa 130 Millionen Stäbchen und 7 Millionen Zapfen je Auge. Sie sind nicht gleichmäßig auf der Netzhaut verteilt. Im Außenbereich der Netzhaut sind nur Stäbchen vorhanden, zum Zentrum (Gelber Fleck) hin verdichten sich die Zapfen.

Stäbchen reagieren sehr empfindlich schon bei wenig Licht, sie werden zum Hell-Dunkel-Sehen bei Nacht gebraucht, Stäbchen können Farben nicht erkennen, daher erscheinen nachts sprichwörtlich alle Katzen grau.

Zapfen reagieren erst ab einer gewissen Helligkeit, d. h. sie sind für das Sehen bei Tage und hellem Kunstlicht zuständig und dienen zum Erkennen von Farben. Von den Zapfen gibt es drei verschiedene Typen. Diese sprechen auf Wellenbereiche des Lichts an:

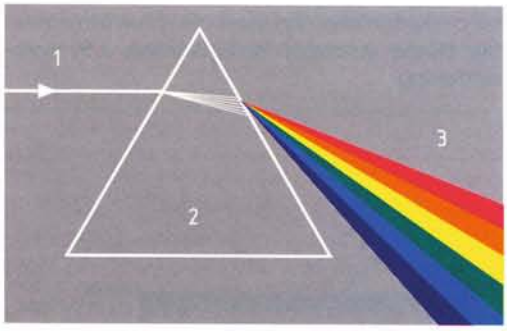
Zapfen Rot – langwellig, um 570 nm
Zapfen Grün – mittelwellig, um 540 nm
Zapfen Blau – kurzwellig, um 420 nm

Sehen. Licht wird nach dem Durchgang durch die Pupille von der Linse gebündelt und durch den Glaskörper auf die Netzhaut geführt. Rezeptoren wandeln die optischen Signale um und leiten diese an das Sehzentrum im Gehirn weiter. Dort entsteht das Bild.

Der physiologische Vorgang des Sehens bewirkt Vorgänge beim Menschen, d. h. Farben beeinflussen Gefühle, Handlungen, erzeugen Stimmungen und Emotionen. Farbiges Licht wird im Bereich der physischen und psychischen Therapie (Lichttherapie) eingesetzt.

Licht ist Voraussetzung für das Farben-Sehen und das Farben-Empfinden.

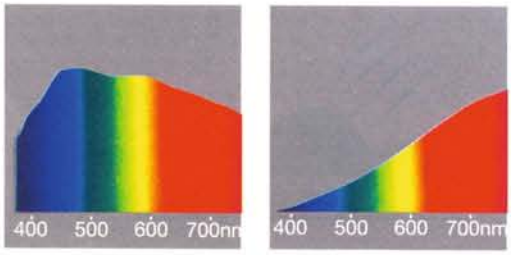
Spektrum. Beim Durchgang durch ein Glasprisma wird ein Lichtstrahl zweimal gebrochen: beim Eintritt und beim Austritt. Dabei wird das weiße Licht in seine Farben zerlegt. In der Natur kennen wir diesen Vorgang durch den Regenbogen. Das Farbband nennt man Spektrum, die einzelnen Farben (Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett) Spektralfarben oder auch Regenbogenfarben (**4.**3).



4.3 Zerlegung des Lichts (Versuch durch Isaac Newton)
1 Lichtstrahl 2 Prisma 3 Spektralfarben

Werden die Spektralfarben mit Hilfe einer Sammellinse wieder vereint, entsteht Weiß.

Im Spektrum des Sonnenlichts sind alle Farben annähernd gleich verteilt. Jede andere Lichtquelle hat ihr eigenes Spektrum. Dies ist auch der Grund für die unterschiedlichen Farbwiedergabeeigenschaften der Lichtquellen (**4.**4).



Spektrum Tageslicht Spektrum Glühlampe

4.4 Emissionskurven

Eine unverzerrte Farbwiedergabe wird nur mit speziellen Lampen erreicht, z. B. Xenon-Lampen und Halogen-Metalldampflampen. Tageslicht-Leuchtstofflampen erreichen eine annähernde Farbwiedergabe.

4.3 Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Lichtfarbe und Farbwiedergabe stehen in direktem Zusammenhang. Die spektrale Zusammensetzung und damit die Lichtfarbe von verschiedenen Lampentypen sind unterschiedlich. Körper erscheinen in dem Farbton, wie sie das auftreffende Licht mit den jeweiligen Wellenlängen der Farben reflektieren. Künstliches Licht sollte eine möglichst korrekte Farbwahrnehmung wie bei natürlichem Tageslicht ermöglichen.

Der Farbwiedergabe-Index (R_a) bezeichnet das Maß der Übereinstimmung einer Körperfarbe mit ihrem Aussehen unter der jeweiligen Lichtquelle. Beispiele:

Halogenglühlampen $R_a \geq 90$, d. h. sehr gute Farbwiedergabeeigenschaft,

Standartleuchtstofflampen R_a70–79, d. h. gute Farbwiedergabeeigenschaft,

Niederdruckentladungslampen $R \leq 39$, d. h. ungenügende Farbwiedergabeeigenschaft

Die Lichtfarbe der Lampen ist für die Raumqualität mit von Bedeutung (Farbtemperaturbereiche DIN 5035). Bei der Auswahl von Lampen für einen Raum muss die Beleuchtungsstärke, die Lichtfarbe, die Farbwiedergabe und die Farbgebung im Raum berücksichtigt und aufeinander abgestimmt werden. In einem Raum sollte stets die gleiche Lichtfarbe vorhanden sein. Die Farbe nw ist die am häufigsten eingesetzte Lichtfarbe. Weißes Licht ist in drei Farbtemperaturbereiche (DIN 5035) eingeteilt (Tab. **4.**1). Die Farbtemperatur wird in Kelvin (K) angegeben.

Lampen.

In einer Glühlampe wird ein elektrischer Leiter (Glühfaden bzw. Glühwendel) durch Stromfluss so stark erhitzt, dass er glüht, d. h. kurzwellige thermische Strahlung emittiert. Die aufgenommene elektrische Leistung wird jedoch nur zum Teil in Form elektromagneti-

scher Strahlung abgestrahlt. Der Anteil des sichtbaren Lichts erreicht maximal ca. 5 Prozent.

Die Leuchtstofflampe (Niederdruck-Gasentladungslampe) ist innen mit einem fluoreszierenden Leuchtstoff beschichtet. Quecksilberdampf und Argon dienen überwiegend als Gasfüllung. Die Ultraviolettstrahlung wird von der Leuchtstoffbeschichtung in sichtbares Licht umgewandelt. Die Zusammensetzung der Leuchtstoffe bestimmt die Lampenfarbe. Neonröhren sind keine Leuchtstofflampen, sie haben eine Neon-Füllung die rot-orange leuchtet.

Metamerie ist ein optisches Phänomen, bei dem zwei oder mehr Farben unter der einen Lichtquelle, z. B. Leuchtstofflampe, gleich aussehen und bei einer anderen Lichtart, z. B. Glühlampenlicht, Farbunterschiede zeigen. Ursache dafür ist die Verwendung unterschiedlicher Pigmente oder Farbstoffe mit entsprechend unterschiedlichen spektralen Eigenschaften.

Ein grüner Farbton aus einem grünen Pigment kann gleich aussehen wie ein Grün gemischt aus gelben, blauen und schwarzen Pigmenten. Auf Grund der Zusammensetzung sind die spektralen Eigenschaften unterschiedlich.

Beispiel:

Ein Farbton aus einer Tapete wird in Lack nachgemischt und erscheint im Mischraum bei Leuchtstofflampen gleich. Nach der Verarbeitung beim Auftraggeber weichen die Farben bei Glühlampenlicht deutlich voneinander ab.

Vorsicht bei der Farbauswahl und beim Farbenmischen, wenn dabei andere Lichtfarben vorhanden sind als in den Räumen des Kunden.

Tabelle 4.1 Farbtemperaturbereiche

Abkürzung	Bezeichnung	Farbtemperatur	Anwendung
ww	Warmweiß/ warm white	< 3300 K	Konferenz- u. Büroräume, Gasträume, Wohnräume
nw	Neutralweiß/ cool white	3300 K bis 5300 K	Schulen, Büros, Werkstätten, Ausstellungsräume
tw	Tageslicht/ day light	> 5300 K	Tageslichtersatz in geschlossenen Räumen und für technische Anwendungen

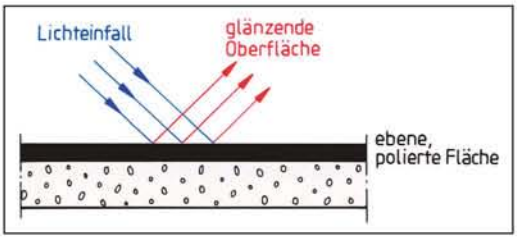
4.4 Reflexion, Absorption, Refraktion

Fällt Licht auf einen Körper, wird es von diesem verschieden aufgenommen und reflektiert. Davon ist das Aussehen eines Körpers abhängig.

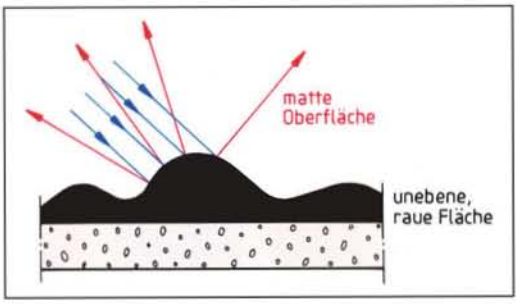
Reflexion bedeutet Zurückwerfen. Trifft Licht auf eine völlig lichtundurchlässige, ebene, polierte Oberfläche und wird von dort zurückgeworfen, spricht man von gerichteter Reflexion (**4.**5). Hierbei ist der Einfallwinkel gleich dem Ausfallwinkel. Die Fläche erscheint hochglänzend, z. B. Autolackierung.

Diffuse Reflexion bezeichnet man das Zurückwerfen von Lichtstrahlen von einer lichtundurchlässigen, aber unebenen, rauen Fläche (**4.**6).

Die Fläche erscheint matt, z. B. Silikatfarbenanstrich.



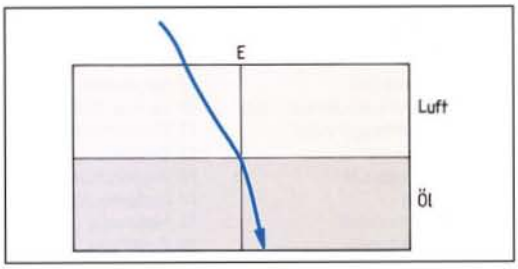
4.5 Gerichtete Reflexion



4.6 Diffuse Reflexion

Remission bedeutet, wenn ein Körper einen Teil des Lichtspektrums absorbiert und einen Teil reflektiert (**4.**10)

Refraktion/Lichtbrechung (**4.**7) Fällt der Lichtstrahl von einem optisch dünneren Stoff (z. B. Luft) in einen optisch dichteren Stoff (z. B. Wasser, Öl), so wird er zum Einfallslot hin gebrochen.



4.7 Refraktion = Lichtbrechung

Die Lichtbrechung der Stoffe ist unterschiedlich, das Maß der Brechung wird als Brechzahl angegeben. Je stärker ein Lichtstrahl gebrochen wird, um so größer ist die Brechzahl (n_D).

Beispiele:

Soff	Brechzahl n_D
Luft	1,0
Wasser	1,33
Leinöl	1,3
Benzol	1,49
Epoxidharz	1,55 ... 1,63
Glas	1,45 ... 2,14
Kreide	1,5
Titandioxid (Rutil)	2,71

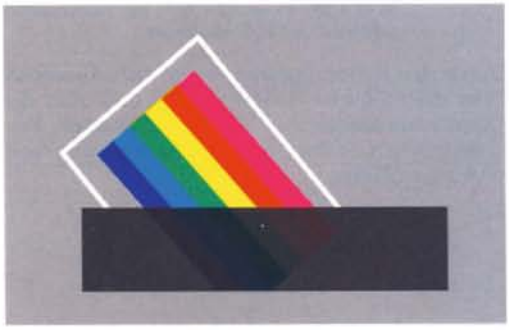
In der Malerpraxis spielt die Brechzahl (Brechungsindex) eine wichtige Rolle. Je stärker sich die Brechzahl von Pigment und Bindemittel unterscheidet, desto besser ist das Deckvermögen.

Körper mit großem Lichtbrechungsvermögen lenken alle Lichtwellen ab (Refraktion) und werden sie zurück (Reflektion). Die Fläche erscheint weiß (**4.**8)

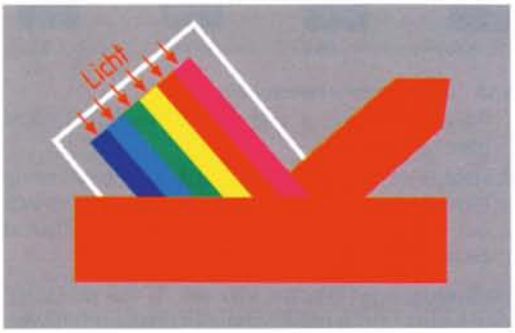
Körper ohne oder mit nur geringem Lichtbrechungsvermögen lenken das Licht nicht nur ab sondern verschlucken, absorbieren es. Der Körper erscheint schwarz (**4.**9)

Absorption (Aufsaugen **4.**10). Undurchsichtige Körper ohne oder mit nur geringem Lichtbrechungsvermögen lenken auftreffendes Licht nur geringfügig ab oder nehmen es in sich auf. Werden alle Lichtwellen absorbiert erscheint ein Körper schwarz. Die aufgenommene Energie der Lichtwellen wird in Wärme umgewandelt. Je geringer das Lichtbrechungsvermögen eines Körpers ist, umso mehr erwärmt er sich. Wichtig ist die Absorption bei der Erwärmung von z. B. wärmegedämmten Fassaden.

4.8 Volle Lichtreflexion – Weiß



4.9 Volle Absorption– Schwarz



4.10 Teilweise Reflexion – Farbe (z. B. Rot)

Absorbierte Lichtwellen werden in Wärme umgewandelt, ein Körper erwärmt sich in kurzer Zeit.

- Körper mit normalem Brechungsvermögen reflektieren einen Teil der Lichtstrahlen und absorbieren den anderen Teil. Die Oberfläche erscheint uns dann *grau*.
- Körper brechen und reflektieren nur einzelne Wellenlängen, sie zerlegen das Licht (teilweise Reflexion). Uns erscheinen nicht die absorbierten Lichtwellen, sondern nur die reflektierten Lichtwellen auf der Oberfläche als „Farbe" (**4.**10).

Je mehr Lichtwellen absorbiert werden umso größer ist die Erwärmung. Der Hellbezugswert gibt an, wie viel Lichtwellen reflektiert werden. Je größer der Wert umso geringer ist die Erwärmung.

4.5 Farbmessung, Unterscheidung

Farbmessung. Verschiedene Personen empfinden einen bestimmten Farbton unterschiedlich. Das hängt von der Empfindlichkeit des Auges, den Lichtverhältnissen, von Stimmungen und auch von der Übung ab. In der Arbeitspraxis ist jedoch eine gemeinsame Verständigung (objektive Wertung) nötig. Deshalb misst man Farbtöne mit besonderen Farbmessgeräten:

- **nach dem Farbton,** d. h. der Wellenlänge im Spektrum = Farbtonstufen,
- **nach der Reinheit** (Sättigung, Intensität), d. h. dem Anteil an reiner Farbe = Sättigungsstufen,
- **nach der Reflexion,** also dem reflektierten bzw. absorbierten Lichtanteil. Reines Weiß hat den höchsten Reflexionswert (100 %), Schwarz den geringsten (0 %) = Dunkelstufen.

Dieses „Farbmessen" bezeichnet man als Farbmetrik.

Drei Merkmale bestimmen die Farbempfindung. Sie sind gleichzeitig die Unterscheidungsmerkmale bei den meisten Farbsystemen (**4.**11).

1. **Farbton** wird bestimmt durch die messbare Wellenlänge, z. B. 780 bis 627 nm = Rot.
2. **Sättigung** bedeutet höchste Reinheit einer Farbe. Sie nimmt ab durch Zugabe von: Weiß = aufhellen, Schwarz = abdunkeln. Grau = trüben, Komplementärfarbe = trüben.

   Gleiche Sättigung von Farben bedeutet nicht gleiche Helligkeit.
3. **Helligkeit.** Jede Farbe besitzt eine bestimmte Eigenhelligkeit. Sie kann im optischen Vergleich mit einer vermessenen Grauleiter annähernd bestimmt werden.

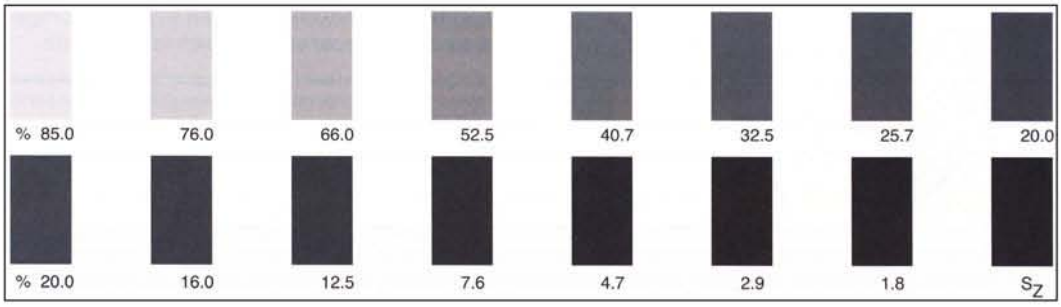
4.11 Dreidimensionaler Farbraum

Der Hellbezugswert gibt an, wie viel % des einfallenden Lichts von einer Fläche zurückgeworfen werden. Die Helligkeitsbestimmung eines Farbtons erfolgt mittels optischer Geräte oder durch Vergleich mit einer Grauskala und deren vermessenen Hellbezugswerten (**4.**12).

Beispiel

Hat ein Farbton den Hellbezugswert 76 (**4.**12), so werden 76 % der Lichtstrahlen reflektiert und 21 % absorbiert.

Durch den Hellbezugswert lassen sich Aussagen über die mögliche Raumhelligkeit und über die Oberflächentemperatur von beschichteten Flächen machen. Aufheizung kann zu negativen Auswirkungen führen.



4.12 Grauskala mit Hellbezugswerten

4.6 Farbmischung

Die additive Farbmischung entsteht, wenn mit Hilfe von Linsen oder Prismen alle Spektralfarben (Lichtfarben) zu weißem Licht vereinigt = addiert werden. Überlagern sich jeweils zwei Strahlkegel, entsteht durch Addition ein dritter Farbton.

Primärfarben

Grün	+ Blauviolett	=	Cyan
Rot	+ Blauviolett	=	Magenta
Rot	+ Grün	=	Gelb
Rot	+ Grün + Blauviolett	=	Weiß

Auf dem Prinzip der additiven Farbmischung beruhen z.B. das Farbfernsehen, die Farbdarstellung bei PC-Monitoren und Lightshows in Discotheken sowie Beleuchtungseffekte bei Konzert- und Theaterveranstaltungen.

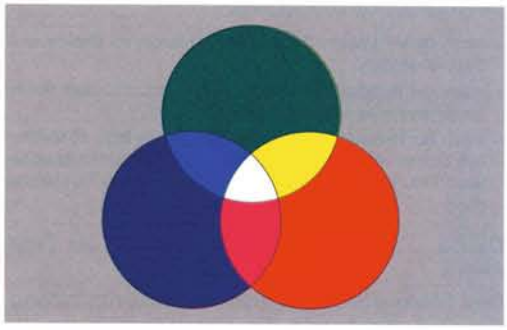
- **Versuch** In einem verdunkelten Raum richten 3 Projektoren ihre Strahlenkegel auf eine weiße Wand. Ihnen sind die Farbfilter Orange, Grün und Violett vorgesetzt.

  Ergebnis

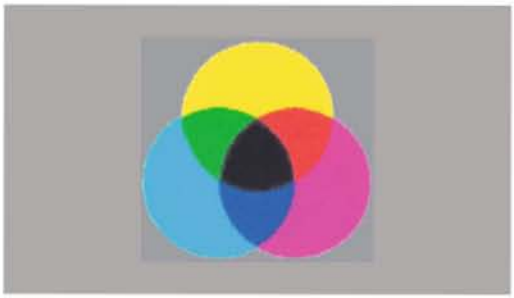
  Überlagern sich zwei Strahlenkegel, entstehen aus Orange + Grün = Gelb, Orange + Violett = Rot, Violett + Grün = Blau. Überlagern sich alle drei Lichter, erscheint Weiß (**4.**13).

Die subtraktive Farbmischung betrifft nicht Lichtfarben, sondern Pigmentfarben. Pigmentfarben sind Absorptionsfarben. Bei jeder Mischung mit Körperfarben wird deshalb Licht absorbiert (abgezogen, subtrahiert). Dadurch ist eine Farbmischung mit Pigmentfarben immer lichtärmer als die Ausgangsfarben (**4.**14).

Jede Mischung von Mal-, Anstrich- oder anderen „Farben" in der Praxis ist eine subtraktive Farbmischung. Mischt man Rot, Gelb und Blau in bestimmten Mengen, erhält man Schwarz, wie Bild **4.**14 zeigt.



4.13 Additive Farbmischung



4.14 Subtraktive Farbmischung

Primärfarbe

Gelb	+	Cyan	=	Grün
Cyan	+	Magenta	=	Violett
Magenta	+	Gelb	=	Rot
Cyan	+	Magenta + Gelb	=	Schwarz

Auf diesem Prinzip arbeitet die Farbfotografie und der Farbfilm. Durch übereinander Drucken von Farben oder Aufstreichen von Lasurfarben entsteht eine Subtraktion des Lichts.

Eine Mischung mit Pigmentfarben ist lichtärmer als die Ausgangsfarben – es ist eine subtraktive Farbmischung.

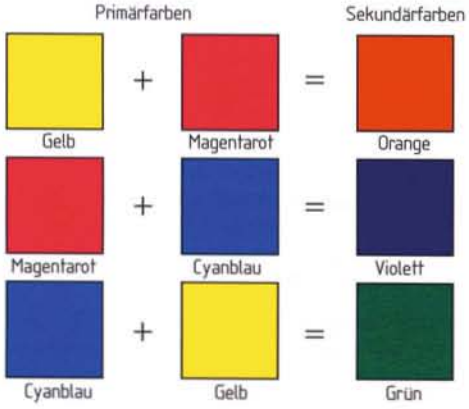
4.7 Farbordnung, Farbkreis

Einfachstes und allgemein gebräuchlichstes Ordnungsmittel für Pigmentfarben ist die Unterscheidung nach Primärfarben, Sekundärfarben und Tertiärfarben.

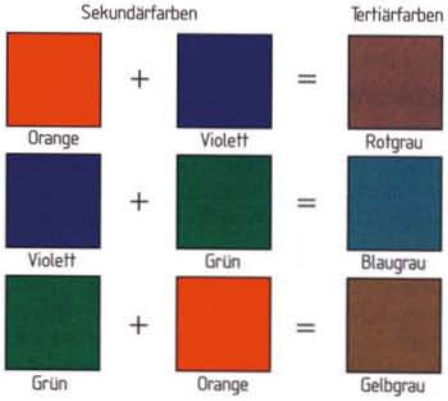
Primärfarben oder Grundfarben lassen sich nicht ermischen oder in andere Farben zerlegen. In keiner Grundfarbe ist der Anteil einer anderen Farbe enthalten (**4.**15).

Sekundärfarben ergeben sich aus der Mischung von je zwei Primärfarben (**4.**15).

Tertiärfarben ergeben sich aus der Mischung von jeweils zwei Sekundärfarben. Da in jeweils zwei Sekundärfarben die gleiche Primärfarbe enthalten ist, ergibt sich bei deren Mischung ein größerer Mengenanteil der Primärfarbe. Als Mischergebnis erhält man farbige Grautöne (**4.**16).

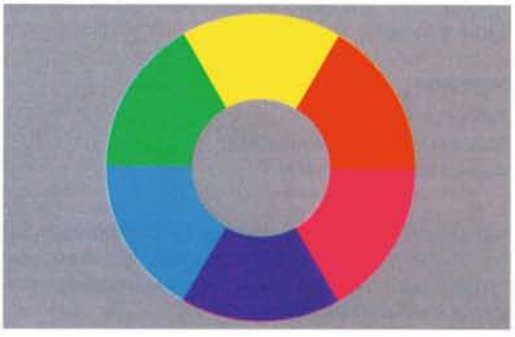


4.15 Primär- und Sekundärfarben



4.16 Sekundär- und Tertiärfarben

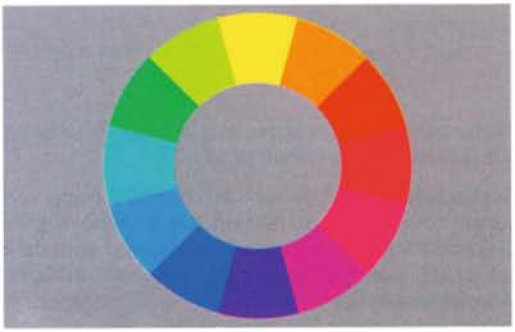
Der Farbkreis ist ein wichtiges Ordnungsmittel in der Farbenlehre. Er ist Gestaltungshilfe und Grundlage der Kontrastlehre.



4.17 Sechsteiliger Farbkreis

Die kreisförmige Anordnung der drei Primär- und der drei Sekundärfarben ergibt den sechsteiligen Farbkreis (**4.**17).

Durch Mischen von Zwischentönen in optisch gleichen Abständen erhält man einen 12- oder 24-teiligen Farbkreis. Gelb als hellstem Farbton liegt Violett als dunkelstem Farbton gegenüber (**4.**18).



4.18 Zwölfteiliger Farbkreis

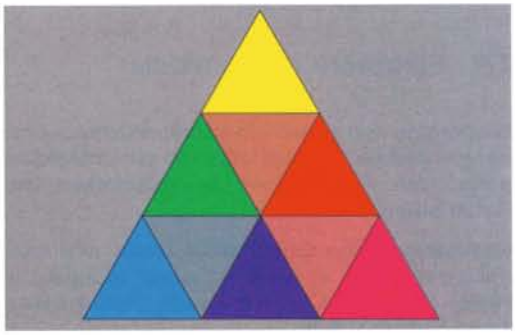
Komplementärfarben. Die genau im Farbkreis gegenüberliegenden Farben bezeichnet man als Komplementärfarben (Gegenfarben). Auf der rechten Seite des Farbkreises liegen die warmen, aktiven Farben, auf der linken Seite die kühlen, passiven Farben.

Aus den **Primärfarben** Gelb, Rot und Blau lassen sich alle anderen reinen Farben mischen. Beim Mischen zweier Grundfarben entstehen die **Sekundärfarben.**

Komplementärfarben heißen die im Farbkreis gegenüberliegenden Farbenpaare. Man wendet sie in der Farbgestaltung mehr oder weniger verändert an.

Mit ihnen lassen sich harmonische Farbgestaltungen erzielen.

Farbdreieck. Goethe hat ein harmonisches Farbdreieck mit den Primär-, Sekundär- und Tertiärfarben aufgebaut (**4.**19). Aus dem Farbdreieck lassen sich harmonische Farbstimmungen für Gestaltungen auswählen.



4.19 Farbdreieck

4.8 Farbkontraste

Kontrast bedeutet Gegensatz, Unterschied. Gestaltungen leben und wirken durch Kontraste, z. B. Formkontraste, Größenkontraste, Farbkontraste.

Farbkontrast entsteht, wenn zwischen zwei zu vergleichenden Farbwirkungen deutliche Unterschiede festzustellen sind und dadurch ein Spannungsverhältnis zwischen den Farben entsteht. Spannung wird erreicht durch Gegensätze wie: hell – dunkel, rein – gebrochen, warm – kalt, viel – wenig.

Künstler und Wissenschaftler arbeiten seit Jahrhunderten mit diesen Kontrastwirkungen. *Johannes Itten* hat die Farbkontraste beschrieben. Sie sind uns Grundlage und Orientierung bei der Lösung von Gestaltungsaufgaben.

4.20 Farbe-an-sich-Kontrast (Fassadenumhüllung)

4

Farbe-an-sich-Kontrast (Buntkontrast) (**4.**20) entsteht, wenn mindestens drei Farben zusammenwirken. Den stärksten Ausdruck erzielt man bei der Verwendung der Grundfarben aber auch bei anderen reinen Farben. Durch Aufhellen und Abdunkeln der Farben lässt sich die laute, bunte Farbwirkung mildern bzw. abschwächen.

Hell-Dunkel-Kontrast (**4.**21) bildet den größten Gegensatz, z. B. Schwarz – Weiß, Gelb – Violett. Dazwischen liegt eine Vielzahl an Ton- bzw. Farbstufen. Jede Farbe hat eine Eigenhelle, die als Kontrastwirkung berücksichtigt werden muss. Die Veränderung der Helligkeit einer Farbe führt häufig zu einem anderen Farbausdruck.

4.21 Hell-Dunkel-Kontrast (Schiefer und Holzfenster)

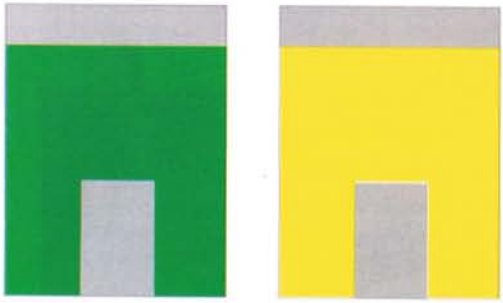
Kalt-Warm-Kontrast (**4.**22) beruht auf der subjektiven Empfindung von Menschen. So führen rotorange Töne zu einem Wärmeempfinden, blaugrüne Töne zu einem Kälteempfinden. Diese Farbwirkungen sind wichtig z. B. bei Gestaltungen von Wohnräumen, Verkaufsräumen und Produktionsbereichen. Kalte und warme Farben beinhalten noch andere Wirkungen wie z. B. schattig – sonnig, fern – nah, passiv – aktiv, feucht – trocken.

Komplementärkontrast (Gegenfarbenkontrast) (**4.**23) bezieht sich auf die im Farbkreis gegenüberliegenden Farben. Diese sogenannten Ergänzungsfarben ergeben zusammengemischt ein Grauschwarz. Nach der Harmonielehre sind komplementäre Farben harmonisch. Gestaltungen mit Komplementärfarben sind eindeutig, wirkungsvoll und in sich geschlossen. Durch Aufhellen oder Abdunkeln wird diese Kontrastwirkung nicht aufgehoben, nur abgeschwächt.

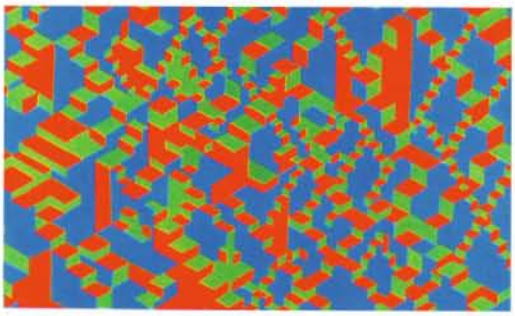
4.22 Kalt-Warm-Kontrast (Kinderzimmerschrank)

Simultan-, Flimmer- und Sukzessiv-Kontrast sind nicht real vorhanden, sie beruhen vielmehr auf Farbempfindungen im Auge eines Menschen.

4.23 Komplementärkontrast (Schwimmbadwand)



4.24 Simultankontrast (vergleichen und beurteilen Sie die beiden Grautöne)



4.25 Flimmerkontrast

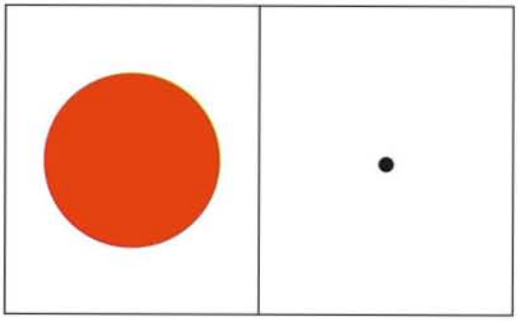
Simultankontrast (4.24) (Zusammenwirkung) entsteht durch die gegenseitige Beeinflussung von Farben. Eine Farbe verändert ihre Erscheinung durch die sie umgebende Farbe. Das gleiche Grau scheint unterschiedlich, es tendiert zum Komplementärfarbton der Umgebungsfarbe.

Vorsicht beim Nebeneinanderhalten von Farbmustern, es kann zu negativen simultanen Erscheinungen kommen.

Flimmerkontrast (4.25) entsteht bei der Verwendung von Farben gleicher Helligkeit und von bunten und unbunten Farben gleicher Helligkeit. Am stärksten ist der Flimmereffekt bei hochgesättigten Farben. Gleiche Wirkungen entstehen auch bei aufgehellten Farben.

Vorsicht, Flimmereffekt lässt z. B. Konturen verschwimmen oder macht Beschriftungen unleserlich. Durch Herstellen größerer Kontrastfarbigkeit bzw. Hell-Dunkel-Wirkungen lässt er sich vermeiden.

Der Sukzessivkontrast (sukzessiv – nach und nach) (4.26) bezieht sich bei längerem Betrachten einer Farbe auf das Entstehen von Nachbildern. Unser Auge wird dabei einseitig gereizt, es verbraucht Sehsubstanz. Nach dem Ende der Reizung erscheint in unserem Auge ein Nachbild in der komplementären Farbe. Der Vorgang führt zu einer Auffüllung der verbrauchten Sehsubstanz. Der gleiche Effekt entsteht auch bei Schwarz und Weiß. Je gesättigter eine Farbe ist, umso größer ist der Sukzessiv-Effekt.



4.26 Sukzessivkontrast (Sehen Sie etwas länger auf den roten Kreis, decken Sie diesen ab und sehen Sie dann auf den schwarzen Punkt. Was beobachten Sie?)

4.27 Quantitätskontrast (Hotelfassade)

Der Quantitätskontrast (4.27) ist ein Mengenkontrast und bezieht sich auf das Größenverhältnis von zwei oder mehreren Farben innerhalb einer Gestaltung. Dabei ist die Leuchtkraft bzw. der Lichtwert der Farben zu berücksichtigen. Flächengröße und Leuchtkraft einer Farbe im richtigen Verhältnis geben einer Gestaltung Spannung und Ausdruck.

Goethe hat die Lichtwerte in folgendem Zahlenverhältnis ausgedrückt. Gelb hat den höchsten. Violett den geringsten Lichtwert:

Gelb	9	Grün	6
Orange	8	Blau	4
Rot	6	Violett	3

Beim Qualitätskontrast (**4**.28) handelt es sich um die Spannung zwischen gesättigten und weniger gesättigten Farben.

Sättigung von Farben wird reduziert durch Weiß, Schwarz, Grau und die Komplementärfarbe. Je stärker die Farben entsättigt werden, umso mehr verlieren sie ihren Charakter, Ausdruck und Wirkung. Sie werden heller, kühler, dunkler, stumpf, trüb, neutral, gebrochen und vergraut. Dadurch jedoch werden Farben erst objektbezogen und vielseitig einsetzbar.

4.28 Qualitätskontrast (Fassadenmalerei)

4.9 Farbwirkung

Farben haben vielfältige Wirkungen auf den Menschen. In einem hellen, freundlichen Zimmer fühlen wir uns wohler als in einem dunklen. Ein hellblau gestrichener Arbeitsraum wirkt beruhigender als ein grellroter. So schreibt man Farben psychologische Wirkungen zu, Einwirkungen auf die „Seele" (griech. *psyche*) des Menschen, auf sein Gemüt, sein Befinden (Tab. **4**.2). Doch ist die Wirkung der Farben auf die einzelnen Menschentypen unterschiedlich intensiv.

Tabelle **4**.2 Psychologische Wirkung der Farben

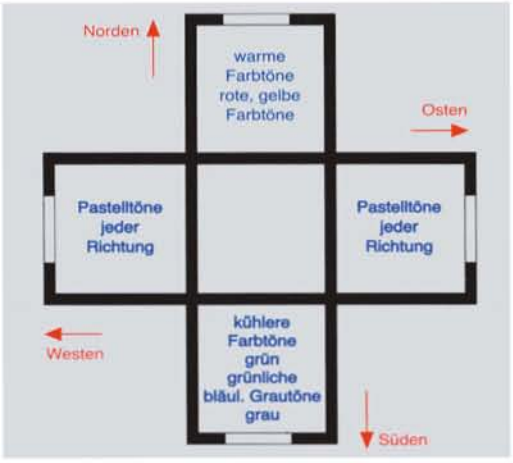
Farbe	Wirkung	Anwendung
Gelb	als hellste Buntfarbe leicht und heiter, angenehm und freundlich, schwerelos, durch Lichtreflexion anregend, belebend, raumauflösend	kleinen, dunklen Räumen gibt Gelb Wärme, sehr häufige Wandfarbe, aufgehellt, z. B. als Ocker
Orange	festlich-freudig, erwärmend, mit mehr Rot prunkvoll, lebensvoll, Farbe der Reife	für Räume nur in hellen Tönen
Rot	energisch (aggressiv), prächtig (Purpur), wärmend, aber auch alarmierend, ja beängstigend; leuchtendes Rot wirkt erregend	in kleinen Mengen zur Raumbelebung, in großen Mengen unruhig
Violett	je nach Rot- oder Blauüberschuss erregend oder beruhigend, „geheimnisvoll" und unklar, Farbe zwischen Tag und Nacht	in großen Flächen unerträglich, unruhig, verunsichernd
Blau	erregungsfreie Ruhe, zurückhaltend, Dunkelblau bedrückend, Eisblau stark kühlend. Blau erscheint zurückhaltend, beruhigend	für Bereiche der Ruhe und Entspannung, bei Sonneneinstrahlung kühlend
Grün	beruhigend, angenehm, ausgleichend, je nach Blau- oder Gelbüberschuss kalt oder warm	für Räume, in denen sich Menschen verschiedener Temperamente aufhalten und wo Konzentration gefordert wird
Braun	als Erdfarben (Umbra) wärmend und dämpfend, beruhigend und ausgleichend, erdhaft und neutral	fast in allen Wohnbereichen, für ausgeglichene Farbgebungen
Weiß	licht und weit, ist von anderen Farben abhängig, will von ihnen umgeben werden	überwiegend für Decken und Türen, oft leicht gebrochen (Altweiß, Elfenbein)
Schwarz	Trauer und Abkehr	in Räumen kaum anwendbar, Akzentfarbe, benötigt andere Farben, häufigste Schriftfarbe

Überlegen Sie, wie Sie Ihr Wohnzimmer und Schlafzimmer beschichten bzw. tapezieren würden – welche Farben bevorzugen Sie? Welche Farben fallen Ihnen an Fahrzeugen im Straßenverkehr sofort auf?

Farben, vor allem reine und intensive, wirken verschieden auf den Menschen. Aufhellungen mildern die Wirkungen etwas. Die Farbmenge, Untergrundart und Oberflächenwirkung des farbigen Objekts beeinflussen die Farbwirkung.

Im Mittelpunkt der Farbgestaltung steht der Mensch. Sein Wohlbefinden soll mit Hilfe psychologisch richtig gewählter Farben gefördert werden. Versuche haben gezeigt, dass bei entsprechender Farbwahl die Leistungsfähigkeit gesteigert, rasche Ermüdung ausgeschaltet und Unfälle verhütet werden. Dazu gibt Tabelle **4.1** einige Hinweise.

4.10 Raum und Farbe



4.29 Raumlage und Farbe

Möchten Sie in einem blau angestrichenen Zimmer mit hellrotem Tisch, grünen Stühlen und gelber Decke wohnen? Bei welchen Raumfarben fühlen Sie sich wohl?

Die Farbe ist ein wesentliches Gestaltungsmittel im Raum. Decke, Wände, Boden, Türen und Möbel sind harmonisch aufeinander abzustimmen (s. Kap. 4.5). Dazu gehören auch die Raumtextilien (Vorhänge, Teppiche), etwaige Holztäfelungen oder Kachelöfen.

Mit zu berücksichtigen sind die Lage des Raums (**4.29**), die Raumart, die Lichtverhältnisse im Raum, die Möblierung, Zweckbestimmung sowie modische Entwicklungen.

4.30 Optische Raumkorrekturen im Vergleich
a) Raum erscheint niedriger, tiefer, umrahmt
b) Raum erscheint höher, kürzer, umschlossen
c) Raum erscheint höher, tiefer, offen

Raumwahrnehmung. Der Blick eines Menschen fällt beim Betreten eines Raumes zuerst auf den Fußboden. Dieser gibt ihm die Trittsicherheit und Standfestigkeit. Anschließend erfasst der Blick die Wände und die Möblierung. Die Wahrnehmung der Raumsituation vermittelt emotional Behagen oder Unbehagen. Danach erst wandert der Blick in Richtung Decke, um den Raum insgesamt zu erleben.

Um die verschiedenen Räume einer Wohnung farblich zu gestalten, gibt es zahlreiche Möglichkeiten. Zu den Grundregeln gehören das Arbeiten mit Kontrasten (s. Kap. 4.8), die Wahl einer leitenden und vorherrschenden Farbe, das Betonen eines wertvollen Möbels oder Gemäldes durch eine ruhige Wandfarbe, das Hervorheben eines edlen Teppichs durch einen neutralen Bodenbelag. Oberflächenwirkungen (Struktur, Glanz) ergeben viele weitere Gestaltungsmöglichkeiten.

Optische Raumkorrekturen verändern Räume. Bei richtig gewählter Farbe lassen sie diese heller, größer oder niedriger erscheinen. Dazu verhelfen uns nah- bzw. fernwirkende Farben, ihre Helligkeit und Mengenverteilung.

Der bewusste Einsatz heller und dunkler, raumöffnender bzw. raumschließender Farben, großer und kleiner Tapetenmuster oder Streifen sowie besondere Farbgebungen an Decken führen zu optischen Raumveränderungen.

Beispiele

Lichte Farben und Tapeten mit kleinen Mustern lassen einen Raum größer erscheinen. Dunkle Farben und groß gemusterte Tapeten machen ihn kleiner.

Eine dunkle, starkfarbige Decke drückt. Sie lässt den Raum niedriger erscheinen, vor allem bei hellen Wandfarben. Umgekehrt heben und öffnen helle Decken den Raum, machen ihn scheinbar höher (**4.**30).

Senkrechte Tapetenmuster lassen den Raum enger und höher erscheinen, besonders bei heller Decke. Waagerechte, betonte Muster machen den Raum weiter und niedriger, vor allem bei dunkler Decke.

Eine dunkle Rückwand bei hellen Seitenwänden verkürzt einen langen schmalen Raum (Diele).

Zwei verschiedene Wand- oder Tapetenfarben lockern den Raum auf, machen ihn lebhafter.

Decke und Wand sind unterschiedliche Raumbegrenzungsflächen und werden gewöhnlich farblich verschieden gestaltet. In der Regel sollte die Decke heller geplant werden, um die Wirkung des Raumes freundlicher und größer zu beeinflussen. Sie muss jedoch nicht weiß gestrichen werden, man kann sie auch farblich passend abtönen. Dunkle Decken dagegen wirken meist schwer und drückend. Ein Wandfries (z. B. in hohen Räumen von Altbauten) streicht man in derselben Deckenfarbe. Geeignete Wandbeläge können raumhoch geklebt werden.

4.11 Innenraum und Farbe

Das Wohnzimmer erhält als Aufenthaltsraum für die ganze Familie überwiegend helle, warme Farbtöne. Die Farbigkeit wird eher von der Raumeinrichtung ausgehen. Das Zimmer muss vor allem wohnlich wirken, es sollte nicht den Eindruck von Kühle und Fremdheit vermitteln. Der persönliche Geschmack und die Lebensgewohnheiten der Bewohner bestimmen die Farbigkeit des Raumes. Hauptfarben können helle Gelb-, Beige- oder Brauntöne sein aber auch Terrakotta und warme Grüntöne. Weiß schafft Distanz, schafft eine Neutralität zu anderen Raumfarben.

Einzelne Wände oder Raumteile können farblich abgesetzt, akzentuiert werden. Hierzu stehen vielfältige Strukturen und Muster zu Verfügung.

Zu bedenken ist bei der Auswahl der Farben und deren Intensität die Gewöhnung bzw. die Überreizung. Starke Farbigkeit/Buntheit kann zu kürzeren Renovierungsintervallen führen.

Das Schlafzimmer wird bei der heutigen Wohnungssituation häufig auch zum Wohnen, als Kranken-/Pflegeraum, zweiter Fernsehraum oder Bügelraum genutzt. Pastelltonige aber auch sehr intensive, dunkle Farben können an-

gebracht sein. Zartes Grün oder lichtes Blau öffnen den Raum, wirken beruhigend und vermitteln Kühle. Intensive dunkle Rottöne z. B. schließen optisch den Raum, stellen mehr eine Wohnatmosphäre her. Eine anders gestaltete Bettwand und abgestimmte Vorhänge bieten weitere gestalterische Variationsmöglichkeiten.

Das Kinderzimmer verlangt kräftige Farben, z. B. Gelb, Grün oder Pink, keine Ocker- oder Brauntöne. Kleine Kinder lieben die Grundfarben Gelb, Rot oder Blau. Es müssen jedoch nicht alle Wände gleichfarbig gestaltet werden. Farbige oder farbig abgesetzte Möbel vor helltonigen Wänden lassen diese zur Geltung kommen. Freie, farblich neutrale Flächen können zum direkten Bemalen oder als Pinnfläche für selbstgemalte Bilder vorgesehen werden. Insgesamt soll die Farben auf das Alter und die Persönlichkeit des Kindes abgestimmt sein. Kinder sind schon früh in die Gestaltung ihrer Umgebung einzubeziehen.

Die Küche ist meist mit einem Keramiksockel oder -Spiegel versehen. Die Wandflächen sollten nutzungsbezogen beschichtet oder mit einem Wandbelag versehen werden. Die Nutzung als Wohnküche oder reine Kochküche bestimmt die Farb- und Stoffwahl. Eine breite Farbpalette ermöglicht vielfältige gestalterische Abstimmung mit den Möbelfarben bzw. dem -dekor sowie der Wand- und Bodenkeramik.

Das Bad wird heute wohnlich oder funktional repräsentativ eingerichtet. Keramik, Holzpaneelen, Korkplatten oder exklusive Malertechniken werden zur Gestaltung eingesetzt. Die Farbgebung ist in Verbindung mit den Sanitärelementen zu sehen. Häufig beeinflussen textile Accessoires (Vorleger, Handtücher, Vorhänge) die Gesamtwirkung.

Der Flur (Diele) ist die Visitenkarte einer Wohnung, eines Hauses. Der Gast bekommt diesen Raum zuerst zu sehen. Er sollte in seiner Gestaltung den Gesamteindruck der Wohnung spüren lassen. Farben, Strukturen und Muster an den raumbegrenzenden Flächen sollen auf die Architektur des Raumes (Größe, Form, Gliederung durch Türen, Nischen) abgestimmt sein. Wichtige Gestaltungselemente sind Türen und Bekleidungen, da sie die Wandflächen gliedern bzw. unterbrechen.

Der Bodenbelag wird in Art und Farbgebung in die Gesamtgestaltung einbezogen. Bodenbelagsarten, -farben, -muster, und -strukturen sind vielfältig, so dass für alle Räume zu deren Nutzung und Einrichtung passende Beläge zu finden sind.

Die Farben eines Bodenbelags, insbesondere von textilen Belägen, sind von der Lichteinwirkung (Lampenart, Einfallsrichtung) abhängig. Sie können bei künstlichem Licht anders wirken als bei Tageslicht. Darum sollen sie bei dem Licht ausgewählt werden, unter dem sie zur Wirkung kommen sollen. Die Beläge sollten der Raumnutzung, der Raumgröße und der Einrichtung angepasst sein.

Zum Beispiel verlieren dunkle Möbel auf hellen Bodenbelägen optisch ihre Standfestigkeit, sie „schweben". In kleinen Räumen sollten keine lebhaften, starkfarbigen Dessins (Muster) verlegt werden. Der Raumzuschnitt muss bei der Auswahl von floralen oder geometrischen Mustern beachtet werden.

Bei Echtholz- (Dielen, Parkett), Laminat- und Korkbelägen wirkt die Maserung, der Farbton und der Glanzgrad der Beschichtung.

Bei textilen Belägen kann die Art des Flors (Schlinge, Velours, Lang- oder Kurzflor) durch Lichteinwirkung zu unbeabsichtigten Effekten führen. Licht kann reflektiert oder verschluckt werden, ebenso können insbesondere bei Veloursbelägen Farbschattierungen auffällig werden.

Die Türen wenden meist in hellen Farben gehalten. Naturholztüren sind häufig in mittlerer Helligkeit oder dunkeltonig, was bei der Farbgestaltung eines Raumes zu beachten ist. Auch sind Stilart und Größe der Türen zu berücksichtigen. Futter und Bekleidung können ebenso farbig abgesetzt bzw. akzentuiert werden wie Füllungs- und Rahmenleisten.

Fußleisten bilden die Verbindung zwischen dem Boden (Belag) und den Wänden (Belag, Beschichtung). Sie kann sich dem Boden oder den Wänden unterordnen oder betont hervortreten.

4.12 Fassade und Farbe

Eine Fassadengestaltung beginnt mit einer Objektanalyse, daraus ergeben sich Farbvorschläge, ein Farbkonzept, Farb-, Stoffpläne und Farbmuster. Nach der Farbtonfestlegung wird die erforderliche Stoffmenge bestellt. Bei den meisten Beschichtungsstoffen ist nur noch eine geringe Nachnuancierung möglich.

4

Objektanalyse umfasst z. B.

- **Lage** (Stand zur Straße, Straßenzeile, Garten, Platz, Eckhaus, Straßenbreite, Himmelsrichtung)
- **Umgebung/Umgebungsfarben** (Innenstadt, Dorf, Neubaugebiet, Altstadt, historische Gebäude, Gewerbegebiet, Bepflanzung)
- **Größe** (Einzel-, Reihen-, Doppelhaus, Ein-, Zwei-, Mehrfamilienhaus, Wohnblock)
- **Form/Gliederung** (kompakt, verschachtelt, symmetrisch, asymmetrisch, horizontal, vertikal; Gauben, Erker, Loggien, Balkone, Fenster, Gesimse, Dächer)
- **Oberflächen** (vorhandene Farbtöne, Werkstoffe, Strukturen)
- **Nutzung/Nutzer** (Wohn-, Geschäftshaus, Hotel, Altenheim, Kindergarten, Schule, Paar mit/ohne Kinder, Mehrgenerationenhaus)

4.30 Fachwerk wird in Konstruktion und Farbigkeit von der jeweiligen Zeitepoche sowie den landschaftlichen bzw. regionalen Eigenheiten bestimmt. So weichen z. B. die Fachwerkfarben des Fränkischen Fachwerks von denen des Niedersächsischen Fachwerk deutlich ab.

4.31 Historische Fassaden sollten die Farbigkeit ihrer Entstehungszeit zeigen. Durch eingebrachten Zeitgeschmack bei einer Restaurierung wird die Originalität eines Objektes variierbar, es verliert seine historische Erkennbarkeit bzw. Zuordnung.

4.32 „Moderne" Fassadengestaltung wird bestimmt durch gliedernde, häufig formauflösende Architektur. Weiß, Grau- und Pastelltöne in Verbindung mit hochgesättigte Akzentfarben verstärken die architektonische Wirkung. Glas, ein verbreitetes Fassadenelement, wirkt überwiegend grau, lässt eine nach Tageslicht unterschiedliche Farbspiegelungen zu.

Farbvorschlag, Farbkonzept basiert auf

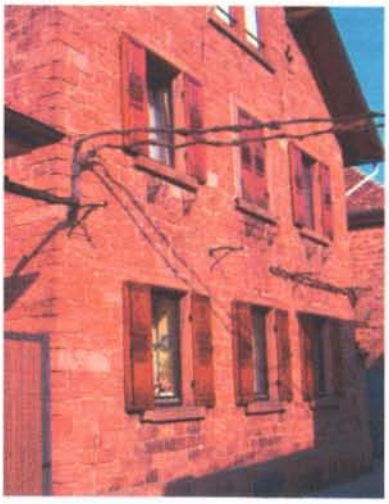
- Farbkontrastwirkungen
- Werkstoffwirkungen
- Strukturkontrasten
- Akzentuierungen
- Vorgaben des Auftraggebers, einer Denkmalbehörde, Farbleitplan der Kommune
- landschaftliche und historische Bezüge, Traditionen
- Umwelteinflüsse

- **Farbentwürfe** können manuell oder mit dem Computer erstellt werden. Fassaden werden digital fotografiert, in den PC übernommen, bearbeitet und farblich gestaltet.
- **Farbskizzen** vermitteln einen ersten Eindruck über die vorgeschlagene Farbigkeit, jedoch ohne originalgetreue Farbtonwiedergabe; sie sind z. B. in Aquarelltechnik schnell zu erstellen
- **Farb- und Stoffpläne** sollen das Zusammenspiel von Farben in Verbindung mit der qualitativen und quantitativen Oberflächenwirkung aller verwendeten Werkstoffe, Applikations-, Beschichtungs- und Gestaltungstechniken deutlich machen und entsprechend zu beurteilen sein.
- **Farbmuster** lassen sich auf Papieruntergründen, Musterplatten oder direkt am Objekt anlegen. Ein Farbmuster sollte möglichst auf der Originalstruktur ausgeführt werden, um Abweichungen gegenüber der Objektfläche zu vermeiden.

Die Fassadenfläche ist stets als Ganzes zu sehen, sie soll nicht durch falsch angebrachte Akzentuierung bzw. farbiges Absetzen zu stark gegliedert oder gar zerstört werden. Absetz-, Akzentfarben sollen eine Stuckatur oder Strukturierung durch Architekturelemente nicht in ihrer Wirkung aufheben. Haupt- und Akzentfarben sollten aufeinander abgestimmt bzw. harmonisch sein.

Sollen sehr dunklen Farben aufgebracht werden, ist der Untergrund zu beachten, um Schäden zu vermeiden, z. B. sind bei WDV-Systemen die Vorgaben der Hersteller zu beachten.

Bei historischen Bauwerken sollte sich die Farbgebung möglichst nach Originalbefunden am Objekt richten. Wenn es die Sachlage erfordert, ist die zuständige Denkmalbehörde oder ein Restaurator heranzuziehen.

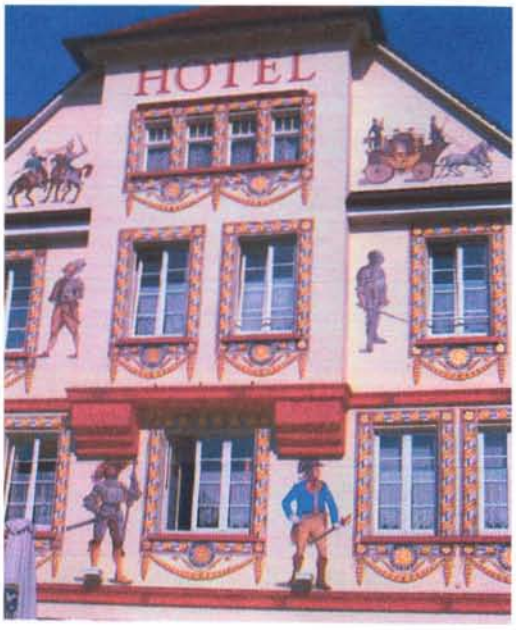


4.33 Natursteinfassaden (Sandstein, Schiefer, Kalkstein, Basalt, Granit) wirken durch die natürliche Eigenfarbe der Steine. Starker Bezug zur jeweiligen Landschaft (Fund-, Abbauort) vorhanden. Wird kein Schutz (z. B. Hydrophobierung) aufgebracht, setzen Steine Patina an, d. h. sie ändern ihre Farbe. Bei historischen Bauwerken waren die Steine überwiegend farbig beschichtet. Die Steinsichtigkeit wurde erst später als ästhetisch empfunden

4.34 Kunststeinfassade (Ziegelstein, Beton) erhält seine Farbigkeit durch den Farbton des Basisstoffes (Ton, Lehm), durch Beimischungen und die Brenntemperatur. Kunststeinfassaden sind häufiger in der Nordhälfte Deutschlands zu finden als im Süden. Teilweise werden sie deckend oder farblos beschichtet.

An den Bildbeispielen (**4.**33 bis **4.**42) werden unterschiedliche Gebäude gezeigt. Es soll deutlich werden, dass das Thema Fassadengestaltung vielseitig ist und umfangreiches Fachwissen erfordert.

4.35 Stuckfassaden erhalten ihre Wirkung durch die Plastitzität des Stucks bzw. der reliefartigen Oberfläche und der daraus sich ergebenden Licht- und Schattenwirkung. Richtig ausgeführte Farbfassungen steigern die plastische Wirkung, falsche Farbsetzungen betonen nur die Stuckelemente.



4.37 Fassadenmalerei mit objekt- bzw. nutzungsbezogenen bildhaften Darstellungen oder aufgemalter Scheinarchitektur (z. B. Bossen, Profile, Gesimse) ist insbesondere in Süddeutschland und in den Alpenländer zu finden. Religiöse und weltliche Motive sollten als Schmuck, aber auch zur Repräsentation dienen.

4.36 Putzfassaden sind am verbreitetsten. Die Oberfläche kann glatt bis stark strukturiert sein. Licht- und Schattenbildung, Staubablagerungen bzw. Verschmutzungsgefahr sind bei der Farbgebung zu berücksichtigen.

4.38 Häuserzeilen werden gebildet aus gleichen oder in der Bauweise sehr unterschiedlichen Gebäuden. Die optische Wirkung entsteht durch unterschiedliche Größen, Gebäudegliederungen, Flächigkeiten, Fensterformen, Farben und Nutzungen. Durch die Farbgebung sollte ein harmonisches Zusammenwirken entstehen, ohne die Individualität des Einzelobjektes aufzuheben.

4.39 Dachfarben, Dachlandschaften prägen mit das Bild eines Hauses und einer Stadt. Dachfarben werden in einigen Gemeinden bzw. Regionen vorgegeben, somit ergibt sich einheitliches Bild. Zum Beispiel darf in Gemeinden nur Grau, weitgehend mit Schiefer, gedeckt werden, woanders ist das rote Ziegeldach vorgeschrieben. Nicht beeinflusste Farbgebung führt zu einer Individualisierung mit positiven und negativen Ergebnissen.

4.40, 41, 42
Fassadenwerbung ist in vielen Kommunen durch entsprechende Satzungen geregelt. Historische, kulturelle, regionale Eigenheiten führen zu direkter Fassadenbeschriftung (4.40), zu Auslegern (4.41) oder zu individuellen Ausführungen (4.42). An historischen Gebäuden, in Altstadtzonen, historischen Straßen oder Plätzen werden häufig die Möglichkeiten der Außen-, Fassadenwerbung zu Gunsten eines abgestimmten Gesamtbildes eingeschränkt und müssen sich diesem unterordnen.

4.13 Farbe als Ordnungsmittel

Warum eignen sich Farben besonders auch für Kennzeichnungen, Hinweise und als Ordnungsmittel? Welche Beispiele sind Ihnen heute begegnet? Wo?

Sicherheitsfarben. Die fortschreitende Rationalisierung und Spezialisierung der Betriebe mit Einsatz moderner Fabrikations- und Transporteinrichtungen sowie der zunehmende Arbeitsplatzwechsel der Arbeitnehmer machen den Betrieb für den einzelnen Mitarbeiter immer weniger überschaubar. Zugleich erhöht sie die Zahl der Unfallquellen.

Um Gefahren zu verringern und ein einheitliches Erkennen zu erreichen, sind Sicherheitsfarben festgelegt.

Auf der Grundlage von DIN 5381 „Kennfarben" bzw. dem RAL-Farbregister RAL-F14 wurden repräsentative Mittelfarben ausgewählt. Beispiele s. Bild **4.**43.

Verbotszeichen
Sicherheitsfarbe rot, RAL 3001 Signalrot
Grundfläche weiß, RAL 9003 Signalweiß
Bildzeichen schwarz, RAL 9004 Signalschwarz

Warnzeichen
Sicherheitsfarbe gelb, RAL 1003 Signalgelb
Bildzeichen schwarz, RAL 9004 Signalschwarz

Gebotszeichen
Sicherheitsfarbe blau, RAL 5005 Signalblau,
Bildzeichen weiß, RAL 9003 Signalweiß

Rettungszeichen
Sicherheitsfarbe grün, RAL 6032 Signalgrün
Bildzeichen weiß, RAL 9003 Signalweiß

Brandschutzzeichen
Sicherheitsfarbe rot, RAL 3001 Signalrot
Bildzeichen weiß, RAL 9003 Signalweiß

4.43 Farbbezeichnung nach RAL-F14

Kennzeichnungsfarben für Rohrleitungen (Tab. **4.**3) sind in der DIN 2403 nach dem Durchflussstoff festgelegt. Farben dienen dem schnellen Erkennen von Rohrleitungen bezogen auf ihren Durchflussstoff und z. B. zur Gefahreneinschätzung bei einem Leck.

Für die Kennzeichnung von Farben werden in den deutschen Normen zwei verschiedene Systeme verwendet:

- RAL Farbenregister
- Farbenkarte nach DIN 6164.

Weitere Normen zur Farbkennzeichnung sind:

DIN 5381 – Kennfarben
DIN 4844-1 – Sicherheitskennzeichnung/Begriffe, Grundsätze und Sicherheitszeichen
DIN 4844-2 – Sicherheitskennzeichnung/Sicherheitsfarben
DIN 4844-3 – Sicherheitskennzeichnung/ergänzende Festlegungen zu den Teilen 1, 2
DIN 2404 – Kennfarben für Heizungsrohrleitungen
DIN 2405 – Kennzeichnung von Rohrleitungen in Kälteanlagen
DIN 67510-3 – Langleuchtende Pigmente und Produkte, langnachleuchtendes Sicherheitsleitsystem
DIN 67510-4 – Langnachleuchtende Pigmente und Produkte für Sicherheitsmarkierung und Kennzeichnung
DIN 30710 – Sicherheitskennzeichnung von Fahrzeugen und Geräten.

Das RAL-Farbregister 840 HR oder GL ist eine Basissammlung der gebräuchlichsten Lacke, das nicht auf wissenschaftlicher Basis aufgebaut ist. Es ist ein Registrierungssystem, das zuverlässig gleichbleibende Farben sichert. RAL-Farben dienen unter anderem der Gütesicherung und der Warenkennzeichnung.

Architekten, Einrichtern und Handwerkern stehen mit den RAL-Farben gleichbleibende Farbmuster zur Verfügung. RAL-Farben haben eine Grundnummer, zu der weitere Farben entsprechend ihrer Farbrichtung zugeordnet sind.

Nummern nach Farbtongruppen

RAL	1000	Gelb und Beige
	2000	Orange
	3000	Rot
	4000	Violett
	5000	Blau
	6000	Grün
	7000	Grau
	8000	Braun
	9000	Weiß, Aluminium, Schwarz
	F 7	Reflexfarben
	F 81	Farben im Straßenverkehr

Weitere Farbordnungssysteme sind:

RAL Design System. Es basiert auf dem international gebräuchlichen CIE-Farbraum und baut auf den Systemelementen Buntton, Helligkeit und Buntheit auf. Zwischen allen 1688 Farbtönen des Systems bestehen gleiche mathematische Beziehungen. Über eine rezeptierte Software lässt sich jeder beliebige Farbton visualisieren.

Tabelle **4.3** Kennzeichnungsfarben für Rohrleitungen

Durchflussstoff	Farbname	Nächstliegendes Farbmuster im RAL Farbregister RAL 840 HR
Wasser	Grün	RAL 6018
Wasserdampf	Rot	RAL 3000
Luft	Grau	RAL 7001
Brennbare Gase	Gelb	RAL 1021
Nicht brennbare Gase	Gelb mit Zusatzfarbe Schwarz	RAL 1021
Säuren	Orange	RAL 2003
Laugen	Violett	RAL 4001
Brennbare Flüssigkeiten	Braun	RAL 8001
Nicht brennbare Flüssigkeiten	Braun mit Zusatzfarbe Schwarz	RAL 8001
Sauerstoff	Blau	RAL 5015

NCS – Natural Colours System. Dieses Farbsystem ist logisch aufgebaut und geht von dem natürlichen Farbempfinden des Menschen aus. Es basiert auf sechs „Grundfarben" Weiß, Schwarz (unbunte Farben), Gelb, Rot, Blau und Grün (bunte Farben). Die Farbbezeichnungen beim NCS-System beziehen sich auf den Grad der Verwandtschaft eines Farbtons mit den sechs Grundfarben. Optisch sichtbar und verständlich wird das Farbsystem mit Hilfe des Doppelkegels (NCS-Farbkörper). Der weiteren Verdeutlichung dienen Farbkreis und Farbdreiecke.

In einem NCS-Farbatlas sind die Farbdreiecke mit den 40 Bunttönen dargestellt. Die Farbmuster sind visuell nach NCS und physikalisch definiert. Über das NCS-System können alle vorstellbaren Farben beschrieben, genau eingeordnet und produziert werden.

Das in Schweden entwickelte Farbsystem wird weltweit verwendet. Es gilt für alle Bereiche der Gestaltung mit Farbe.

Eine Vielzahl von Farbherstellern stellt die Farbmusterkarten auf der Basis des Natural Colours Systems her. Ebenso ist die Farbgebung der meisten Hersteller von Raumtextilien in das NCS-System eingebunden.

DIN-Farbenkarte wird vom DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, als DIN 6164 herausgegeben. Bei diesem Farbsystem sind die Farbreihen farbmetrisch eindeutig definiert und visuell gleichmäßig gestuft. Das Farbsystem geht von 24 Bunttönen aus, die sich in drei Richtungen variieren und mittels Zahlen benennen und ordnen lassen. Die Buntonzahl T gibt einen der 24 Bunttöne an, mit der Sättigungsstufe S wird der Sättigungsgrad angegeben und die Maßzahl für die Helligkeit wird als Dunkelstufe D genannt.

Beispiel

Farbe DIN 6164-7:3:2

Einige Farbhersteller arbeiten mit ihren Musterkollektionen nach eigenen Farbsystemen.

4.14 Farb- und Objektgestaltung mit dem Computer

Zur Farb- und Objektgestaltung von Fassaden und Innenräumen steht umfassende Software zu Verfügung, die in Verbindung mit der entsprechenden Hardware einfach, schnell und effizient einzusetzen ist.

Durch geeignete Software ist es möglich, Fassaden- oder Innenraumgestaltung fotorealistisch oder auf Zeichnungsbasis (**4.**44) am Bildschirm zu präsentieren und mit Hilfe des Druckers eine visuelle Kundenvorlage (**4.**45) zu erstellen.

4.44 Bauzeichnung vor der Bearbeitung

4.45 Objektgestaltung nach der Bearbeitung

Hardware

Jeder leistungsfähige PC, mit ausreichendem Arbeitspeicher, einer hochauflösenden Grafikkarte und mit dem Betriebssystem Windows XP ausgerüstet, kann zur Installation der Farbgestaltungs-Softwaren verwendet werden

Das Bild kann als Digitalfoto direkt, oder als Papierbild über den Scanner in die Software übernommen werden. Als gängigste Vorlage hat sich in der Praxis das Foto oder die Architekturzeichnung gezeigt. Deshalb ist ein Scanner in jedem Fall auch als Ergänzung zur Digitalkamera zu empfehlen.

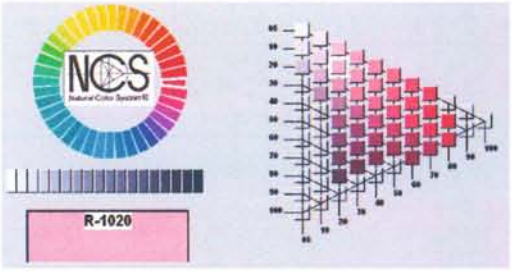
Mit modernen Farbdruckern können fotorealistische Ausdrucke mit guten Farbergebnissen erstellt werden. Bei Abweichungen zwischen dem Monitorbild und dem Ausdruck kann in den meisten Programmen durch ein integriertes Farbkalibrierungssystem eine Farbkorrektur durchgeführt werden.

Software

Die Software besteht aus den Programmteilen Bildbearbeitung, Gestaltungs- und Objektkatalog. Bei der Bildbearbeitung für Gestaltungsvorschläge werden Fotos von Objekten digitalisiert oder eingescannt, um diese dann farblich bearbeiten zu können. Licht und Schattenwirkungen bleiben dabei erhalten.

Die Darstellung unterschiedlicher Innenraumprofile erfolgt überwiegend im 3D-System, so dass eine weitgehend realistische Raumempfindung möglich wird.

Farbbasis bei der Bildverarbeitung sind z. B. das Natural Color-System (**4.**46) und/oder die Farbskalen (Farbsysteme) von Produktherstellern.



4.46 Farbraum NCS-System

Die Farbhersteller bieten eigene Programme an, die auf ihren Farb-/Mischsystemen basieren und/oder auf der Grundlage des NCS-Farbfächers arbeiten. Integriert sind Materialkataloge der Hersteller von Decken-, Wand-, und Bodenbelägen, Vorhängen und Möbeln.

Zum Gestaltungskatalog gehören je nach Softwarehersteller (Direktanbieter, Farbhersteller) Haustypen unterschiedlicher Baustile, Formen, Größen, Gliederungen, Fenster und Haustüren.

Zur umfassenden Kundenberatung können Bauteil- und Bauelementkataloge einschlägiger Hersteller integriert werden, mit denen sich z. B. Türen, Fenster, Stuckelemente, Materialstrukturen (z. B. Holz, Naturstein) einbinden bzw. austauschen lassen. So können Putze, Malertechniken wie Wischtechnik, Spachteltechnik und Lacktechniken in das Bild eingefügt werden.

Farbgenauigkeit im Fotorealismus

Bei allen fotorealistisch arbeitenden Farbgestaltungs-Programmen ergeben sich durch die Licht- und Schattenverhältnisse im Foto immer Farbdifferenzen zum Originalton. Eine 100 % Übereinstimmung mit der Farbtabelle des Herstellers kann es deshalb nur annähernd geben.

5 Stilkunde

5.1 Stilgeschichte

Sehen Sie sich die Wohnhäuser und Kirchen Ihrer Stadt an. Auf den ersten Blick unterscheiden Sie moderne und ältere oder sogar ganz alte Bauten. Auch die Schmucktechniken sind sehr verschieden, je nachdem, aus welcher Zeit sie stammen. Gewöhnen Sie sich daran, solche Unterschiede zu bemerken, schulen Sie den Blick für Bau- oder Schmuckformen.

Wer im Berufsfeld Farbtechnik und Raumgestaltung tätig ist, sollte historische Bauten, Schmucktechniken und Schriften an ihren wichtigsten Stilmerkmalen erkennen und zeitlich einordnen können. Er sollte auch einige wichtige Bauelemente und Schmuckformen nennen sowie die historischen Formen der Bauwerke mit den gegenwärtigen vergleichen können. Fachbegriffe erläutert Tabelle **5.**1.

Ein Kunststil bezeichnet die Zusammengehörigkeit aller Künste einer bestimmten Zeitepoche. So sprechen wir z. B. von der romanischen Buchmalerei, der gotischen Baukunst, der Renaissance-Plastik, der Literatur des Expressionismus und der Modernen Musik.

Tabelle **5.**1 Fachbegriffe zur Stilkunde (Auswahl)

Apsis	halbrunde, meist gewölbte Nische, in Kirchen der Abschluss des Chors
Arkade	Bogen über Pfeilern oder Säulen, auch Bogenreihe
Balustrade	Brüstung aus nebeneinandergestellten Säulchen mit einem Handlauf
Basilika	hoher Raum mit Fenstern und niedrigeren Seitenräumen (Seitenschiffen)
Bündelpfeiler	mehrere mit einem Pfeiler verbundene Halbsäulen
Chor	begrenzter Raum im Ostteil einer Kirche, Abschluss: Apsis
Dienst	hohe wandvorgelagerte Halb- oder Dreiviertelsäulen zur Stützung des Gewölbes
Empore	erhöhter Sitzraum in Kirchen
Fensterrose	radartig gegliedertes Fenster, meist über dem Mittelportal der Kirche
Gebundenes System	Vierungsgrundriss als Maßeinheit der Kirche, wobei die Aufteilung zwei Quadraten in den Seitenschiffen entspricht (Romanik)
Hallenkirche	längsgerichteter Kirchenbau, dessen Seitenschiffe so hoch wie das Mittelschiff sind und ein gemeinsames Dach haben
Hochaltar	Hauptaltar der Kirche
Kämpfer	Widerlager zwischen Bogenanfang und Stütze oder Wand
Kapellenkranz	dicht gereihte Kapellen um einen Chor (Gotik)
Kapitell	Kopf einer Stütze (Säule, Pfeiler), oft reich geschmückt
Kartusche	Zierschild, runde oder ovale Tafel für Inschrift oder Wappen (Barock)
Kassette	vertieftes vier- oder vieleckiges Feld einer Decke (Renaissance)
Knagge	verzierte Holzkonsole eines vorspringenden Balkens (Fachwerk)
Kolonnade	Säulengang (Barock, Klassizismus)
Konsole	plastisch aus der Wand vorspringender Block als Stütze (Kragstein)
Kreuzblume	blattförmiger Abschluss von Türmen (Gotik)
Krypta	meist unter dem Kirchenchor gelegener Raum
Langhaus	vor dem Chor liegende Raumteile eines längs gerichteten Kirchenraums
Lettner	Trennwand zwischen Chor und Langhaus (Romanik, Gotik)
Maßwerk	gotisches Bauornament, aus Zirkelschlägen entwickelt, besonders reich in Fenstern ausgebildet
Medaillon	kreisförmiges oder ovales Zierschild
Netzgewölbe	spätgotisches Gewölbe mit netzartig angeordneten Rippen
Pfeiler	senkrechte Stütze, im Gegensatz zur runden Säule
Pilaster	der Wand vorgelagerter Flachpfeiler
Portal	architektonisch besonders betonter Eingang, zur Tiefe hin gegliedert und mit Figurenanordnungen verziert

Tabelle **5.1** Fortsetzung

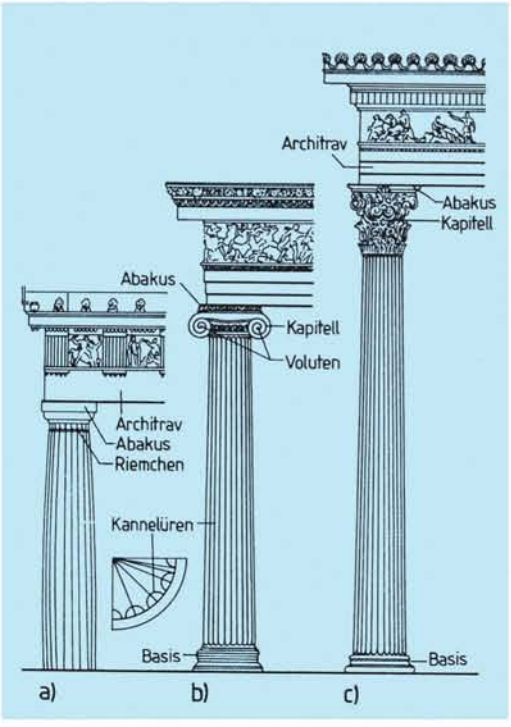
Proportion	das Verhältnis der Einzelteile zueinander
Querhaus	quer zur Längsachse des Langhauses angeordnete Raumteile, die die Kreuzform des Grundrisses bilden
Rippe	plastischer profilierter Steinbogen im Gewölbe (Gotik)
Rocaille	muschelartiges Hauptornament im Barock und Rokoko
Rosette	rosenähnliches, rundes Ziermotiv
Segmentbogen	Bogen, der keinen vollen Halbkreis umschreibt
Strebebogen	brückenartiger Bogen, der die Last des Hauptschiffs über die Seitenschiffe auf Strebepfeiler leitet (Gotik)
Stützenwechsel	Wechsel von Säule und Pfeiler (Romanik)
Vierung	das bei der Kreuzung von Langhaus und Querhaus entstehende Raumgeviert
Wimperg	Ziergiebel über gotischen Fenstern und Portalen

5

5.2 Griechisch-römische Grundlagen

Die griechisch-römische Zeit (Antike) bildet den Ausgangspunkt der europäischen Kunst.

Die Griechen schufen von etwa 1000 bis 150 v. Chr. die grundlegenden, auch später immer wieder angewendeten Formen der Säulen (**5.**1).

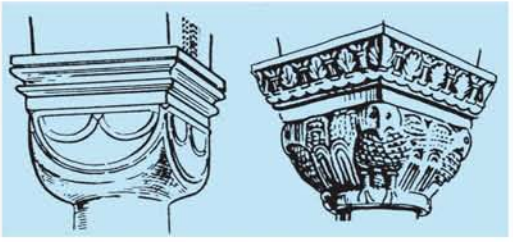


5.1 Griechische Säulenformen
a) dorisch, b) ionisch, c) korinthisch

a) **Dorische Säule.** Sie hat keine Basis (Säulenfuß), weist nach den Seiten leichte Schwellungen auf und hat kein geprägtes Kapitell (Kopf).
b) **Ionische Säule.** Die Basis ist vorhanden und durch Hohlkehlen stark betont. Das Kapitell läuft in zwei schneckenartigen Gebilden (Voluten) aus.
c) **Korinthische Säule.** Die Basis ist wieder einfach gehalten, dafür das Kapitell reicher mit Blattformen verziert (z. B. Akanthusblatt), oft in mehreren Reihen übereinander.

Ein anderes typisches Merkmal griechischer Baukunst ist der flache *Dreiecksgiebel*, der ebenfalls in späteren europäischen Stilformen wiederkehrt. Der *Mäander* ist eine typisch griechische Schmuckform. Auch er ist in späteren Stilen bis heute anzutreffen.

Die Römer (≈ 300 v. Chr. bis 450 n. Chr.) haben als erste die heute noch üblichen *Gewölbeformen* in großem Umfang angewendet. Sie haben diese Technik bis zu großen Kuppeln (Halbkugeln) entwickelt, so im Pantheon zu Rom mit 43,5 m Durchmesser. Die Gerichts- und Markthallen der Römer waren solche überwölbte Gebäude, deren Bauform man Basilika nennt.

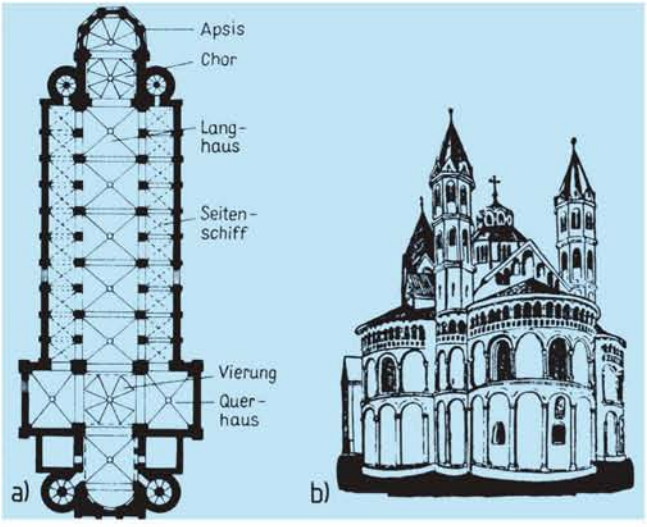


5.2 Würfelkapitelle mit linearen und figürlichen Ornamenten (Romanik)

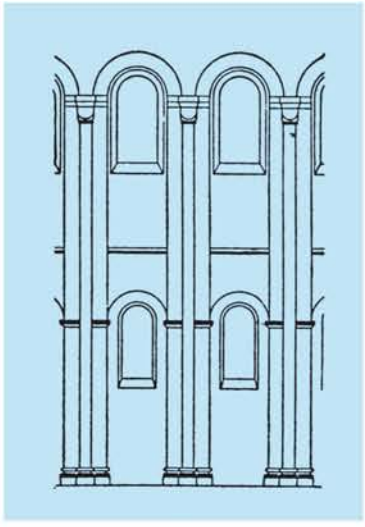
5.3 Stilepochen

Tabelle **5.2** Übersicht über die Stilepochen

Epoche/Beispiele	Typische Merkmale des Baustils	Dekor und Verzierung, Maltechniken
Romanik (≈ 750–1240) = Einflüsse römischer Kunst Dom in Aachen, St. Michael in Hildesheim, Speyer, Worms und Mainz, Bamberg, Kloster Maria Laach St. Aposteln in Köln (**5.**3b).	Dicke, schwere Mauern, von kleinen Fenstern unterbrochen, Rundbogen (**5.**4), Stützenwechsel, einfache Kapitelle (Würfel), Kreuzgewölbe *Kirchenform*: Basilika. Grundriss bildet oft eine Kreuzform (**5.**3a).	Schmiedeeisen, Kerbschnitt, Marmor, Mosaik; **Malerei:** Wände und Bögen mit Pflanzen- und Tierschmuck bemalt (Leimkalkfarbe, Tempera, Fresko), oft bemalte Holzdecken; Tafelbilder

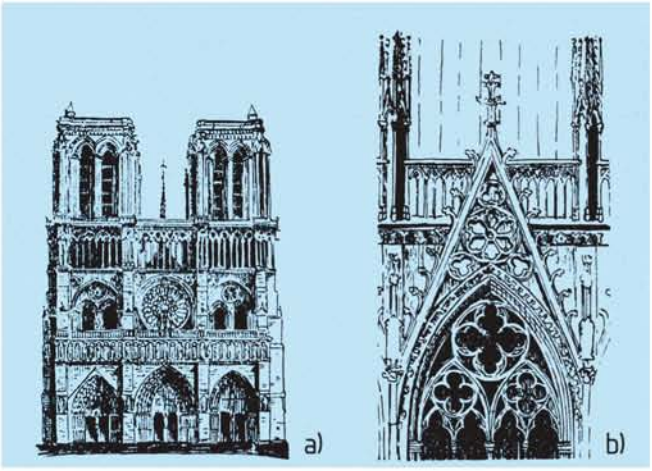


5.3 Romanische Basilika
a) Grundriss (Kreuzform), b) Chor von St. Aposteln in Köln

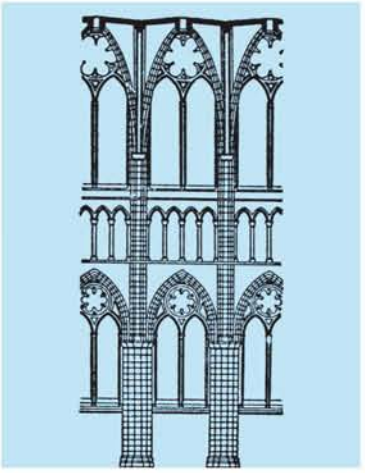


5.4 Innenaufriss des Speyerer Doms (Rundbogen)

Gotik (≈ 1240–1500, Frankreich ≈ 1140–1500) Entstehungsgebiet Frankreich	Wesentlich höhere Fenster, aufgelöste Massen, Strebebogen und -pfeiler (= Strebesystem, das Gebäude strebt in die Höhe), ausgebildete Säulen, Bündelpfeiler, Spitzbogen (**5.**6).	Schmiedeeisen, viel Schnitzerei (Altäre), zahlreiche Verzierungen in Sandstein innen und außen (Figuren, Fialen, Krabben, Knospen, **5.**5 b)
Dom in Köln, die französischen Dome (u. a. Paris, Reims, Lyon, Chartres, **5.**5a)	**Französische Gotik:** zweitürmig, breite Tore (Portale), viel Plastik, große Rundfenster	**Malerei:** vielgestaltiges Rankenwerk, Bänder, Leim-Kalk-Technik der Antike oder Kalk-Kasein-Technik, Eitempera; Malerei auf Goldgrund (Fassmalerei); Beginn der Ölfarbmalerei und Ölfarbanstriche; hervorragende Glasmalerei (Fenster)
Ulm und Freiburg, Stephansdom in Wien	**Deutsche Gotik:** eintürmig, meist nur ein Tor, weniger Schmuck, starke Betonung der Senkrechten (sehr hohe Türme)	Gotische Schrift mit schlanken Buchstaben (Gitterwerk)
Marienkirche in Lübeck	**Backsteingotik** in Norddeutschland, breite und hohe Türme, sehr wenig Plastik	**Maler:** Konrad Witz, Michael Pacher, Stephan Lochner, Martin Schongauer
Elisabethkirche in Marburg	*Hallenkirche*, Sonderform, bei der die Seitenschiffe dieselbe Höhe wie das Mittelschiff haben	



5.5 Gotik
a) Fassade von Notre Dame in Paris
b) Ziergiebel (Wimperg) über Fenstern und Portalen mit Fensterrose und Kreuzblume



5.6 Innenaufriss der Kathedrale von Reims (Spitzbogen)

Tabelle **5.2** Fortsetzung

Epoche/Beispiele	Typische Merkmale des Baustils	Dekor und Verzierung, Maltechniken
Renaissance (≈ 1520–1620, Italien ≈ 1350–1550) angestrebte Wiederbelebung der Antike, Hinwendung zur Natur, griechisch-römische Stilelemente, aus Italien kommend; Schlösser, Rat- und Bürgerhäuser: Rathaus Augsburg und Bremen, Heidelberger Schloss, Stadtkerne vieler Städte (**5.7**)	Im Idealfall Symmetrie, Aneinanderreihung gleicher Fensterachsen, oft überdachte Gänge (Arkaden), Dreiecksgiebel oder Segmentbogen über Fenstern; „klassische" Klarheit; prächtige Fassaden (Figuren in Nischen, Balkon über säulengeschmückten Eingängen, steinerne Geländer-Balustraden), Säulen und Pilaster; Kassettendecken geschnitzt oder bemalt; Blütezeit der Theaterdekorationen, Ehrenpforten und Festplätze setzt ein	Schnitzerei, Intarsien (Holzeinlegearbeiten), Eisen, Bronze, reiche Profile **Malerei:** bemalte Fachwerkhäuser und Giebel, farbenfreudige Wohnungen; Formenwelt der Antike (Mäander, Akanthus); Freskomalerei auf frischem Putz, dann zunehmend wieder Temperamalerei, Bilder in Öltempera; Einführung der Perspektive in die Malerei (Dürer); neue Farben: Erdschwarz, Asphalt, künstlicher Zinnober, Umbra **Maler:** Albrecht Dürer, Hans Baidung Grien, Matthias Grünewald, Lucas Cranach, Hans Holbein d. J.; Raffael, Leonardo da Vinci; Michelangelo, Tizian
Barock (≈ 1600–1770) aus der Gegenreformation und dem Absolutismus der Fürsten hervorgehend. Residenzen in Versailles, Würzburg, Kloster Weingarten, Dom in Fulda (**5.8**), Kloster Weltenburg, Theatinerkirche in München	Symmetrie; Betonung der Mittelachse; plastisch ausgebildete Fassaden; Schmuckfassaden; scheinbar überladener Stuck, Schmuckwerk innen und außen; Räume als Prunksäle, Kirchenräume, lichtdurchflutet, Spiegelkabinette Ab um 1680 große illusionistische Deckenmalerei. Ab 1700 Zusammenspiel von Architektur, Malerei und Stuck	*Alle* Handwerke zeigen ihr vielseitiges Können; überreiches Schnitz- und Stuckwerk, Intarsien, Holzbildhauerei, Gold u. a. teure Werkstoffe (Porzellan); Rocaille-Ornament (**5.9**) **Malerei:** Beginn einer Farben- und Lackindustrie, Wand- und Deckenmalerei in Kasein-Kalk-Technik, reiche Stuckumrahmungen, Vergoldungen **Maler:** Rembrandt, Rubens, van Dyck; Gebr. Asam, J. B. Zimmermann, Matthias Günther

5.7 Rathaus in Augsburg, erbaut zwischen 1615 und 1620

5.8 Dom in Fulda

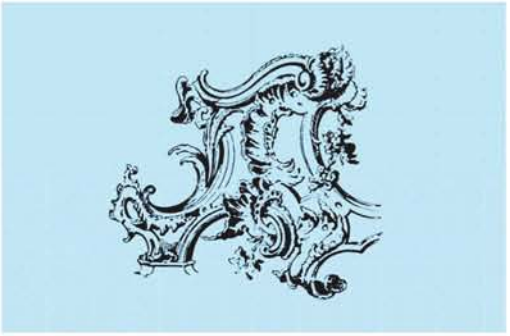
Tabelle **5.2** Fortsetzung

Epoche/Beispiele	Typische Merkmale des Baustils	Dekor und Verzierung, Maltechniken
Rokoko (≈ 1730–1780) Wieskirche, Birnau, Klosterkirche Ottobeuren, Wallfahrtskirche Vierzehnheiligen	Helle Innenräume, „schwingende" Linien, asymmetrischer und frei aufgetragener Stuck (ohne Model)	Rocaille (1720–1780) Bandelwerk-Stuck (1710–1740) gewebte Stoffe und Ledertapeten **Maler:** Watteau, Fragonard, Tiepolo

19. Jahrhundert

Mit Barock und Rokoko gingen die letzten, in sich geschlossenen Stilepochen zu Ende. Von nun an wird in den einzelnen Stilbereichen nicht immer einheitlich gestaltet, d. h. Baukunst, Malerei, Plastik usw. gehen häufig verschiedene Wege.

Klassizismus (≈ 1770–1830/40) Alte Wache und Brandenburger Tor in Berlin (**5**.10), Glyptothek in München, Münzstätte in Karlsruhe, Opernhaus in Hannover	Erneut Rückkehr zur Antike, Übernahme griechischer und römischer Bauelemente; Säulenhallen (dorische Säulen), Dreiecksgiebel, große Kuppeln; „klassische" Strenge, klare Maße, nüchterne Räume; Girlanden und Medaillons innen und außen	Sparsame Dekorationen, antike Ornamente; Stahl (Gusseisen) und später Beton als neue Baustoffe **Malerei:** gusseiserne Säulen, Treppen usw. fordern neue Anstrichmittel = Metallschutzfarben; Entwicklung der Wasserglastechnik; allgemeiner Rückgang in der Anstrichtechnik; Kobaltblau, Chrom- und Zinkgelb, Ultramarinblau **Maler:** Philipp Otto Runge, Caspar David Friedrich
Biedermeier (≈ 1820–1850)	Ein innenarchitektonischer Einrichtungsstil mit klassischen Grundformen; einfach, bürgerlich-gemütlich, Schmuck und Blumen (**5**.11)	Profile und Intarsien sparsam; schlichte Möbel, Holzmaserungen und helle Hölzer; Papiertapete (Streifenmuster); Lithopone und Marsfarben erfunden **Maler:** Carl Spitzweg, Moritz von Schwind



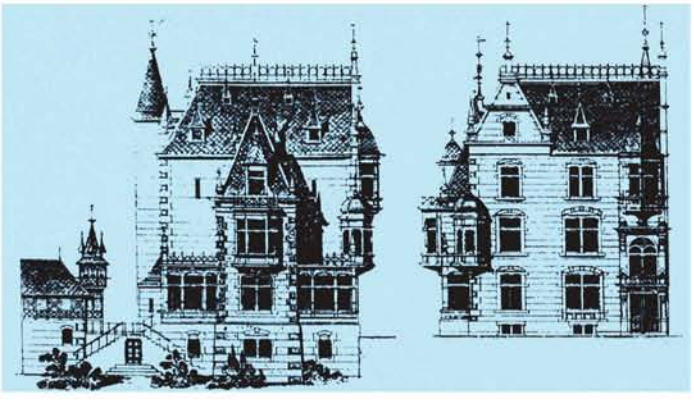
5.9 Rocaille – Ornament-Rokoko

5.10 Die Alte Wache in Berlin, erbaut zwischen 1816 und 1818 – Klassizismus

5

Tabelle **5.2** Fortsetzung

Epoche/Beispiele	Typische Merkmale des Baustils	Dekor und Verzierung, Maltechniken
Historismus **Neuromanik** (≈ 1830–1920) Kloster-, Gefängnisbau, Industriebauten, Synagogen **Neugotik** (≈ 1850–1910) vor allem Kirchenbau **Neurenaissance** (≈ 1840–1910) staatliche Großbauten wie Museen, Universitäten, Post-, Bahn-, Justizgebäude, Theater **Neue deutsche Renaissance** (≈ 1875–1895) und **Neubarock** (≈ 1885–1905) Banken, Warenhäuser, Bürgerhäuser	Bewusste Übernahme von Stilelementen vergangener Epochen; oft mehrere Stilformen in einem Gebäude vereinigt; „repräsentative" Gebäude: Rathäuser, Kirchen und „vornehme" Villen, Museen, Bahnhöfe Glas-Stahl-Konstruktionen (Kristallpalast London 1851, Pariser Weltausstellung 1889); seit 1890 „Wolkenkratzer" in den USA	Schnitzereien, Stuck und Gitter maschinell als Massenware, Zunahme der Furniere **Malerei:** zahlreiche Vorlagenwerke für Dekorationsmalereien und Schriften sowie Ornamente; Plakatkunst und Reklame beeinflussen die Malerei, ebenso die Tapetenindustrie; Teerfarblacke nach der Erfindung des Anilins **Maler:** Adolph Menzel, Ludwig Thoma, Wilhelm Leibl, Max Liebermann
Die in dieser Stilepoche erbauten Häuser wurden in den letzten Jahren beliebte Objekte der farblichen Erneuerung unserer Städte. Fassadenwettbewerbe mit öffentlicher Unterstützung führten zu farblich entsprechenden Lösungen bei der Anstricherneuerung oft ganzer Straßenzüge. Bei der Farbgebung dieser Althausfassaden, sollte man Rücksicht auf die historischen Farbbefunde nehmen.		



5.11 Neurenaissance-Villa (Vorder- und Seitenansicht)

5.12 Jugendstilgebäude

Tabelle **5.2** Fortsetzung

Epoche/Beispiele	Typische Merkmale des Baustils	Dekor und Verzierung, Maltechniken
Jugendstil (≈ 1890–1914)	Abkehr vom Historismus; Technik „soll den Bauten dienen", Licht, Luft und Sonne in den Raum kommen; Suche nach „zeitgemäßen" Stilformen, Gründung von Werkkunstkreisen und Werkkunstschulen; neue Möbelformen, Gebrauchsgegenstände und Schriftformen	Metall herrscht vor (Konsumartikel, Tore, Zäune, Stahlbeton); weitere Zunahme der Werkstoffindustrie, 1900 Stärkeleim; der „Dekorationsmaler" arbeitet an Decken und Wänden (stilisierte Tier- und Pflanzenornamente, Einfassungen verschiedener Art); zuletzt überladenes Schmuckwerk auf Tapeten, Stoffen, Möbeln usw. **Maler:** Henri Toulouse-Lautrec, Ferdinand Hodler

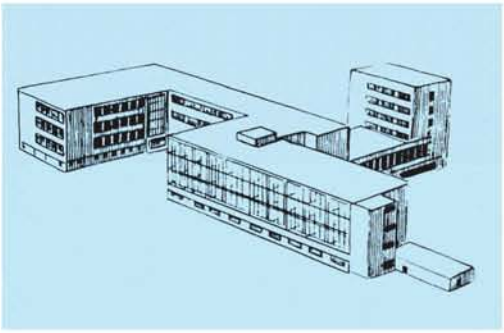
20. Jahrhundert

Der Jugendstil reicht bereits ins 20. Jahrhundert. Um 1910 bemerkte man im Bauen neue Formen, die „moderne Sachlichkeit". Im Vordergrund stand der Zweck eines Gebäudes, unnötiger Zierat wurde fortgelassen, klare Linien waren ein wesentliches Merkmal. Würfelförmige und andere Gebilde wurden aneinandergereiht, große und klare Flächen üblich.

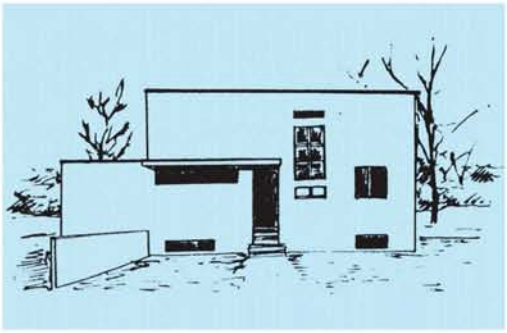
Maler: *Emil Nolde, E. L. Kirchner, Franz Marc, Pablo Picasso, Georges Braque, Otto Dix, Marc Chagall*

Bauhaus. 1919 von *Walter Gropius* in Dessau gegründet, war eine neuartige Schule moderner Architekten und Gestalter. Diese Richtung verbreitete sich bald in viele Länder und andere Kontinente.

Bauhaus Der Gebäude des Bauhauses selbst (**5**.13), Wohnblöcke in Berlin-Siemensstadt	Neue Wege des Bauens, Gestaltens und der Innenarchitektur; abgeleitet: „funktionsgerechte" Lösung der Bauaufgaben (Le Corbusier), neue Ordnung des Entwurfs	Einrichtungen nach „rein praktischen" Gesichtspunkten **Malerei:** einfache Formen im Malerhandwerk, in Dekorationen und auf Ausstellungen; der „glatte" Anstrich als Anstrichkunst, Anstrich als edler Werkstoff. **Maler:** Oskar Schlemmer, Lionel Feininger



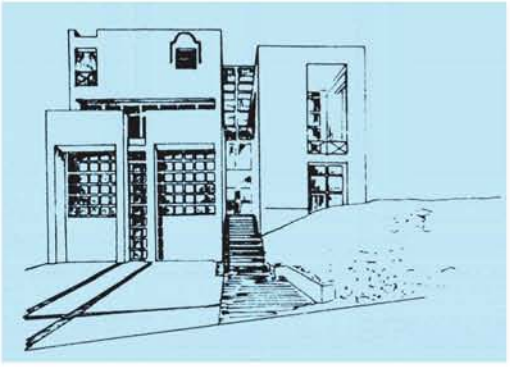
5.13 Bauhaus in Dessau (1915–1928)



5.14 Direktorenwohnhaus von Walter Gropius (Dessau 1925–26)

Tabelle **5.2** Fortsetzung

Epoche/Beispiele	Typische Merkmale des Baustils	Dekor und Verzierung, Maltechniken
Baukunst nach 1945 Bauten von Neutra, Mies van der Rohe u. a. Architekten. Aufbau bzw. Umbau ganzer Städte oder Stadtteile	Beachtliches Niveau der Baukunst, nur zögernder Einsatz neuer Werkstoffe, aber fieberhafte Bautätigkeit-Rückwirkungen des Bauhausstils aus den USA; einfache geometrische Grundformen, oft Abkehr von der Senkrechten und Waagerechten; Fertigbau und zahlreiche vorgefertigte Teile	**Malerei:** Anstrich wird noch mehr von zahlreichen, oft synthetischen Werkstoffen und deren Wirkung bestimmt; neue Werkstoffe auch in der Werbung, Schilderherstellung, Fahrzeuglackierung; zahlreiche „konfektionierte" (verarbeitungsfertige) Werkstoffe; Trockenpigmente kaum noch üblich
Postmoderne seit 1975 Museen, Banken, Mietwohnungen	Aufgreifen historischer Architekturformen ohne Berücksichtigung der Säulenformen (s. Kap. 5.2 (Dreiecksgiebel, Säule, Kapitell)	Computerbeschriftungen



5.15 Haus Malchen (1976–78) von Arne Josip von Kostelas

5.16 Messe-Ausstellungsgelände in Düsseldorf (eröffnet 1971)

5.4 Verwendung der Farbe in früheren Jahrhunderten

Für das Verständnis denkmalpflegerischer Aufgaben und Arbeiten ist die Kenntnis über die Verwendung der Farbe in früheren Jahrhunderten wichtig.

In früheren Jahrhunderten wurden für große Wandflächen vor allem Kalkfarben verwendet. Für historische, großflächige Farbgestaltungen standen bis um 1850 drei Grundfarben zur Verfügung: Grau, Rot und Gelb (Ocker). Alle anderen Pigmente wurden als „Zierfarben" nur in kleinen Flächen für die Gestaltung von Detailformen eingesetzt. Daneben wurde auch Schwarz verwendet.

Graue Malfarbe erhielt der Maler durch starkes Abmischen von Schwarzpigmenten mit Kalk. Das Ausgangsmaterial für die Herstellung schwarzer Pigmente war geriebene Holzkohle. In Weinbaugebieten ist aber auch die Wurzel der Weinstöcke und damit Rebenschwarz verwendet worden (leichter Blauschimmer). Reines Schwarz verwendete der Maler meistens ausschließlich für Konturlinien, Malerei, Schriftzüge und Jahreszahlen. Gelb wird mit Hilfe von natürlich vorkommendem gelben Ocker ausgeführt. Derartige Gruben waren auf wenige Regionen beschränkt, so dass bei weiter Entfernung zu den Ockergruben hohe Transportkosten anfielen.

Rot wird aus rotem Ocker (natürlich vorkommend oder gebrannt) sowie aus Eisenoxid hergestellt.

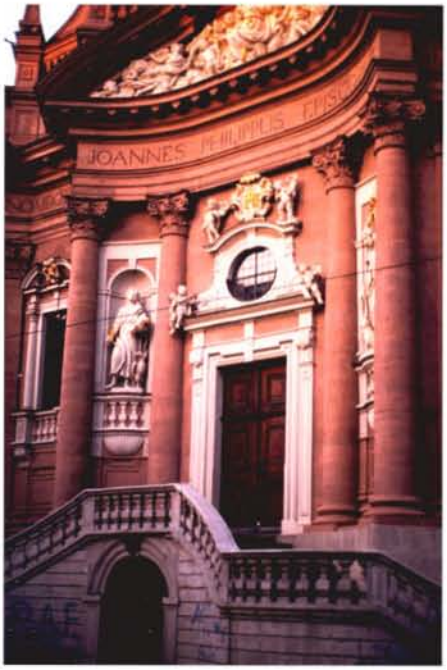
Die Architektur vergangener Jahrhunderte war nicht vom Gedanken der Materialgerechtigkeit geprägt. Häufig wurde das Baumaterial überfasst. Dabei sollte es entweder wie ein anderes Material wirken oder aber das gleiche Material mit den Mitteln der Malerei wiederholen.

5.4.1 Sandsteinfassaden

Sandsteinfassaden (**5.**17) waren oft steinsichtig, meistens aber mit ein oder zwei Schlämmen Kalkfarbe gestrichen. Die Anstriche waren so dünn, dass die Struktur der Steinmetzarbeit sichtbar und damit das Gebäude mit dem aufwendigen und teuren Baumaterial erkennbar blieb. Der Anstrich hatte in erster Linie die Aufgabe, die unterschiedlich farbigen Sandsteine einheitlicher erscheinen zu lassen und die Verwendung unterschiedlich farbiger Sandsteine (aus verschiedenen, oft weit entfernten Steinbrüchen) vorzutäuschen. Bei den dünnen Schlämmen blieben die unterschiedlichen Helligkeitswerte der Sandsteine abgemindert weiter erkennbar.

Aus der Entfernung war in der Regel nicht sofort erkennbar, ob die Fassade gestrichen wurde oder nicht. Denn schließlich sollte mit Hilfe des Anstrichs eine aufwendige steinsichtige Sandsteinwand vorgeführt werden, bei der nur einheitlich farbige Steine für die entsprechenden Wandflächen verwendet wurden. Dies war früher natürlich nur unter größten Schwierigkeiten und Kosten möglich.

Meistens zeigen die Sandsteinfassaden einfarbige Schlämmen, ohne die Zierglieder farbig abzusetzen. Vereinzelt sind aber auch die Architekturglieder unterschiedlich farbig gestrichen. Johannes Dientzenhofer (1663–1726) wählte z. B. je nach Auftrag und Aufwand unterschiedliche Lösungen. Schloss Pommersfelden blieb partiell steinsichtig. Desgleichen waren die Fenster- und Türgewände am Fuldaer Stadtschloss nicht gestrichen. Das Schloss Concordia in Bamberg wurde dagegen einheitlich gelb geschlämmt. Die Neumünsterfassade in Würzburg (**5.**19) und der Fuldaer Dom wurden mit einer Rotfassung (entsprechend einem roten Sandstein) versehen. Die Säulen wurden zum Teil mit grauer Farbe (wie grauer Sandstein) und die Skulpturen weiß (Marmor-Porzellan-Imitation) gestrichen, so dass ein feierlicher und aufwendiger Eindruck entstand.



5.17 Sandsteinfassade – Neumünster Würzburg – 1. Hälfte 18. Jahrhundert

5.4.2 Bruchsteinwände – Putzfassaden

Massive Wände wurden in der Regel als Bruchsteinmauerwerk errichtet, das anschließend ein- oder zweilagig verputzt wurde. So entstand eine unebene Wandfläche. Fenster- und Türgewände, Eckquaderungen und Gesimse wurden gewöhnlich in Werkstein gefertigt. Auch diese wurden wie die eigentliche Wandfläche gestrichen. Um eine aufwendigere Steinarchitektur vorzutäuschen, wurden die Eckquader und Gewände, teils auch komplette Scheinarchitekturen, wie z. B. auch bei verputztem Fachwerk, aufgemalt (**5.**18 und **5.**19).

Typisch sind z. B. auch gleichmäßig gemalte Kanten- und Sockelquaderungen oder ein durchgehend auf die gesamte Fläche aufgemal-

tes Fugennetz, das mit der tatsächlichen Anordnung der Steine gewöhnlich keine Gemeinsamkeiten aufweist.

Vereinzelt findet man noch Ziegelsteinimitationen. Oft wurde auf einer Ziegelsteinmauer eine Ziegelsteinmalerei aufgemalt, bei der jedoch nicht das Fugennetz der vorhandenen Wand wiederholt wurde. Diese Imitation findet man selbst bei Schlossbauten (Schloss in Potsdam) oder beim Fachwerkbau (z. B. in Ehingen).

Erst seit dem ausgehenden 19. Jahrhundert wird das Vorzeigen unterschiedlicher Baumaterialien beliebt. Vor allem Villen und Stadthäuser mit Ziegelstein, Sandsteingewänden und -sockel sowie Fachwerk wurden bei derartigen Gebäuden nicht gestrichen. Nur vereinzelt konnten Schmuckmotive aufgemalt sein.

5.18 Scheinarchitektur

5.19 Verputztes Fachwerk mit aufgemalter Scheinarchitektur

5.4.3 Fachwerk

Das farbige Gestaltungsprinzip von Fachwerkbauten (**5.**20) war bis zum 19. Jahrhundert in ganz Mitteleuropa, trotz erheblicher Abweichungen im Konstruktiven und in den Details, weitgehend ähnlich. Es wird durch die Hervorhebung des Holzgerüsts mit Hilfe der Farbgebung charakterisiert. Die Hölzer wurden durch einen Anstrich in einer der Grundfarben Rot, Gelb oder Grau hervorgehoben. Zur optischen Verbreiterung und Begradigung der Kanthölzer wurde in der Regel zwei oder mehr Zentimeter über das Holz in das Gefach auf den Putz gestrichen.

Die Gefachfläche war weiß und lag seit dem 16. Jahrhundert gewöhnlich bündig zu den Hölzern. Der Übergang von den farbig gefassten Hölzern zu den weißen Gefachen wurde durch dunklere Konturlinien und Bänder gebildet, die die Hölzer begleiten.

Das System dieser begleitenden Verzierungen war unterschiedlich aufwendig. Fehlstellen der Kanthölzer (waldkantige Stellen, ungenaue Bearbeitungen des Holzes oder bauliche Veränderungen im Fachwerkgefüge) wurden bündig mit der Holzfläche überputzt. Sie konnten dann durch die Farbfassung überdeckt und damit optisch ausgeglichen werden. Die Gefache blieben gewöhnlich mit Ausnahme von Kontur- und Begleitlinien ohne weitere Verzierung. Nur für etwa jedes zehnte Gebäude ist nach heutiger Befundlage eine derartige Bemalung der Gefachflächen mit Jahreszahl, Figuren, Blumen oder anderen Motiven nachzuweisen.

Die Schnitzereien wurden kaum farblich hervorgehoben. Schnitzereien dienten wohl in erster Linie zur Strukturierung der Fläche. Die bunte, z. T. naturalistische Bemalung von Blumenmotiven, Tieren und menschlichen Gestalten an den Fachwerkbauten haben mit historischen Farbgebungen nichts gemeinsam und sind typisch für das 20. Jahrhundert.

5.20 Fachwerkbauten mit historischer Farbfassung außen und innen

Die Außengestaltung galt gleichermaßen für den Innenraum, da der Innenraum bis um 1700 gewöhnlich fachwerksichtig blieb.

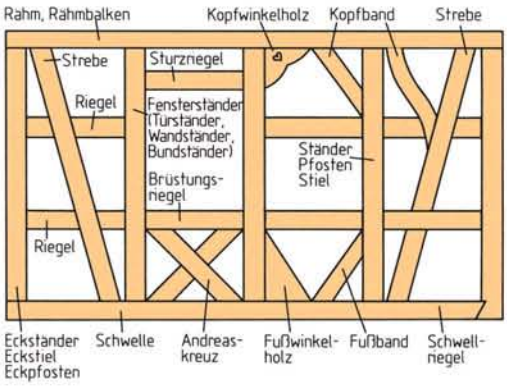
In den Städten blieben die Fassaden in den Traufgassen und auf der Rückseite des Hauses häufig ohne farbige Behandlung. Vor allem Scheunen und Wirtschaftsgebäude blieben bis heute farblich oft unbehandelt.

Insbesondere für den ländlichen Bereich zeigt sich vereinzelt, dass das Fachwerk der Bauernhäuser und Scheunen bis heute keinen Anstrich erhielt. Eine räumlich-plastische Wirkung wurde hier häufig durch die unterschiedliche Strukturierung der Putzoberfläche bewirkt. Datierte unfarbige Kratzputze sind seit dem 18. Jahrhundert belegt und besonders im 19. Jahrhundert zahlreich. Sie waren der kostengünstigere Ersatz für eine farbige Gestaltung der Fassade.

5.5 Fachwerkkonstruktionen

Die ältesten Fachwerkbauten Deutschlands stammen aus dem 13. Jahrhundert. Bereits zu dieser Zeit war der Fachwerkbau in seiner Konstruktion (Ständer- und Geschossbau) (**5.**21) vollkommen entwickelt.

Seitdem hat sich die Bauform nur noch im Detail gewandelt. So bildet um 1500 der Übergang von der Verblattung zur Verzapfung eine technische Neuerung. Doch unterlagen besonders die Schmuckformen, die unter anderem Aufschluss über den Reichtum des Bauherren geben, den vielen geschmacklichen Wandlungen und liefern so Hinweise zur Datierung von Fachwerkbauten. Dabei konnte schon mit Hilfe der Fachwerkgestaltung (z. B. durch das Aufmalen von Zierformen oder Marmorierungen) ein Gebäude im Außenbau „modernisiert“ werden.



5.21 Benennung von Fachwerk-Konstruktionsteilen

Berufe der Denkmalpflege. Trotz der zahlreichen Zerstörungen durch Kriege und andere Einwirkungen gibt es noch viele historische Gebäude, die laufend restauriert (ausgebessert, wiederhergestellt) werden müssen. Das Maler- und Lackiererhandwerk ist dabei vor allem an der farbigen Gestaltung beteiligt: durch Kirchenmaler, Vergolder und Restauratoren. Die Ausbildung im Schwerpunkt Kirchenmalerei und Denkmalpflege bereitet optimal auf die Aufgaben in der Denkmalpflege vor. Gefordert werden Geduld, Ausdauer, Feingefühl und Ehrfurcht vor dem Überlieferten. Techniken der alten Beschichtungen vor Jahrhunderten müssen gelernt und beherrscht werden. Bei historischen Bauten treten verstärkt Probleme des Untergrunds, der Techniken und Farbgebung auf. Künstlerische Tätigkeiten im Rahmen der Denkmalpflege bedürfen der speziellen Begabungen und Ausbildung. Die Fachrestaurierung obliegt dem Restaurator mit der speziellen Ausbildung in einer Fachakademie, einer Hochschule oder Fachhochschule.

6 Schrift und Beschriftungstechniken

6.1 Schriftentwicklung

> Was haben Sie in den letzten 8 Tagen geschrieben und gelesen? Wie würde sich Ihr Leben (auch beruflich) ändern, wenn Sie weder lesen noch schreiben könnten? Warum reicht die Sprache zur Verständigung, zum Lernen usw. nicht aus?

Die Schrift gibt dem Menschen die Möglichkeit, Gedanken festzuhalten und mitzuteilen. Die Geschichte der Schrift ist zugleich ein Spiegelbild der Kultur. Schrift ist nicht nur ein Bindeglied von Mensch zu Mensch, sondern auch vom Vergangenen zur Gegenwart.

Eine Vorstufe der Schrift waren die sogenannten Kerbhölzer, Stäbe mit Kerbschnitten meist zahlenmäßiger Bedeutung. Die Mayas und andere Völker benutzten Knotenschriften, die aus zahlreichen Verschlingungen in Fäden bestanden. In den Bilderschriften der eiszeitlichen Höhlen und Felsen sind bereits Gedanken festgehalten (Jagdszenen). Aus China stammt die Erfindung von Wortbildern, wozu eine Unmenge von Wortzeichen nötig war. Daraus haben sich die ersten Zierschriften entwickelt. Die ägyptischen Hieroglyphen führten von der Bilderschrift zur ersten Stufe der Laut- und Buchstabenschrift. Dabei verzichtete man noch auf die Wiedergabe der Vokale (Selbstlaute – a, e, i, o, u). Die Semiten hatten schon im 13. vorchristlichen Jahrhundert ein Alphabet von 21 Buchstaben (Zeichen).

Die Griechen übernahmen diese Zeichen, ergänzten sie mit Vokalen und schufen daraus das uns geläufige Alphabet. Nun konnte man Worte bilden, indem man die Buchstaben aneinanderreihte.

Die Römer übernahmen das Alphabet der Griechen und erweiterten es durch die Buchstaben X, Y und Z. Erst im 10. Jahrhundert unterschied man zwischen U, V, C und K, noch später trennte man I und J und fügte das W hinzu.

6.2 Schriftstammbaum

Bild **6.**1 zeigt uns die Entwicklung der wichtigsten abendländischen (europäischen) Schriften von den Römern bis in unsere Zeit.

Römische Schriften

Die Capitalis (lat. *capitalis* = Haupt) ist eine reine Großbuchstabenschrift. Ihre Form wurde durch den Gebrauch des Meißels und die Anpassung an den spröden Stein bestimmt; sie beruht größtenteils auf der Grundlage des Quadrats. Diese Schrift bildete durch fast zwei Jahrtausende das Vorbild der Großbuchstaben (= Versalien) lateinischer Schriften.

Römische Kursive (schrägliegende Schrift). Sie ist eine handschriftlich vereinfachte, in Wachstäfelchen eingeritzte „Verkehrsschrift". Die heute üblichen Ober- und Unterlängen bahnen sich in ihr an.

Die Unzialschrift (Unziale, „*unzia*" = $1/12$ Fuß = 1 Zoll als übliche Höhe) zeigt abgerundete Formen, die sich bequemer schreiben lassen. Die Rundungen lassen schon den Übergang zu den Kleinbuchstaben erkennen (E → ∈ → e).

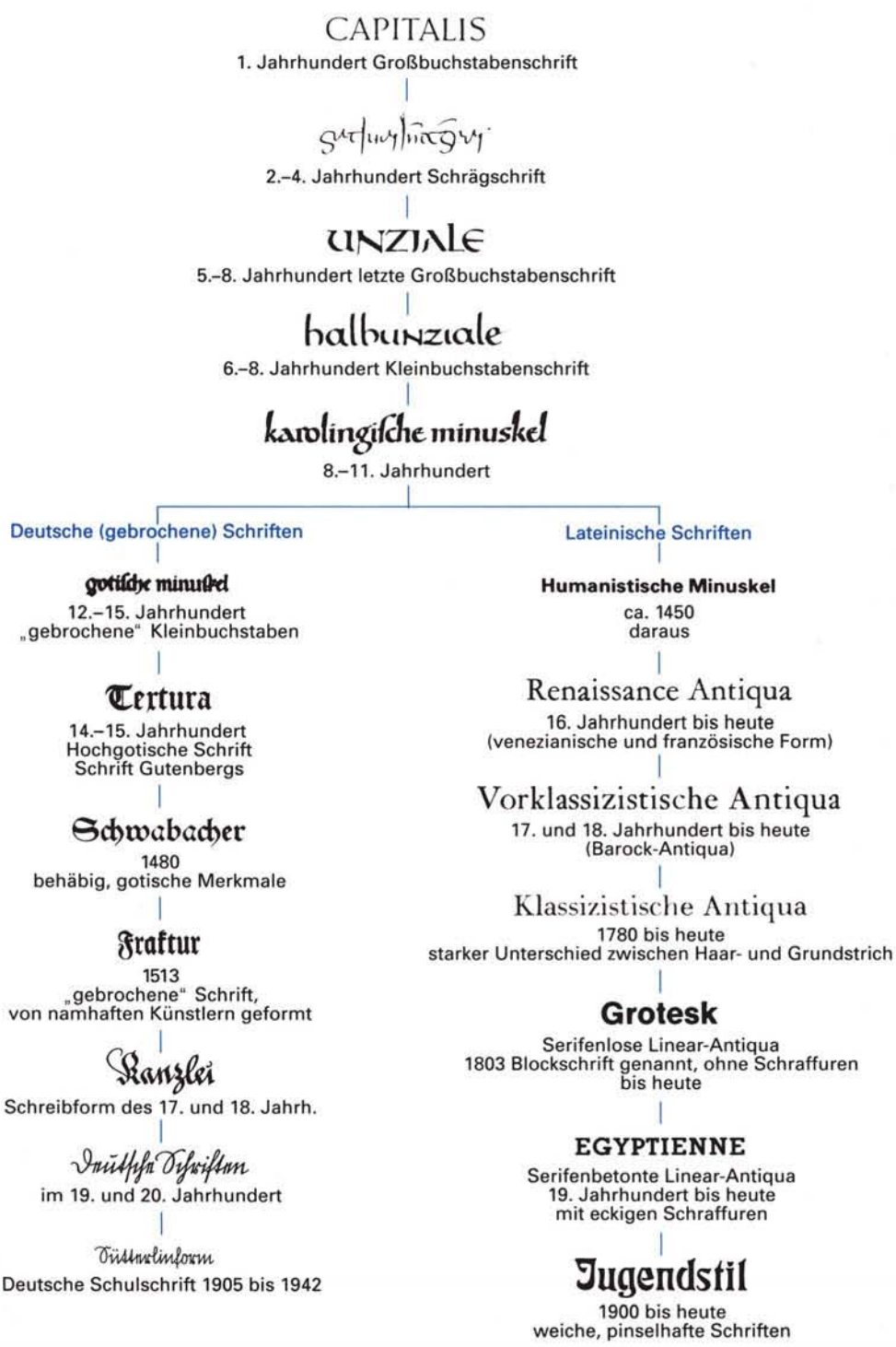
Die Halbunziale ist eine Schrift, in der erneut Buchstabenänderungen zu den Kleinbuchstaben (Minuskeln; lat. *minus* = weniger) hin vorgenommen wurden.

Nationalschriften

Größere Beeinflussungen der Schrift traten durch die Völkerwanderung ein. Jedoch übernahmen alle Nationen die üblich gewordenen kleinen Buchstaben.

Die karolingische Minuskel, auf *Karls des Großen* Anweisungen geschaffen, zeigt eine vollkommen ausgebildete, abgeschlossene Kleinbuchstabenform. Wie teilweise schon ihre Vorgänger, wurde sie mit einer Federhaltung im Winkel von 45° geschrieben.

Die gotische Minuskel zeigt als erste (deutsche) Schrift eine „gebrochene" Form, d. h. ein Fortstreben von der gerundeten Form = Knickung der bisher gebogenen Elemente. Das Buchstabenbild wird schmaler, während die Höhe zunimmt. Mit der Erfindung der Buchdruckerkunst (*Gutenberg* in Mainz, 1440) scheidet die Handschrift als Buchschrift langsam aus.



6.1 Schriftstammbaum – Entwicklung der abendländischen Schrift

Humanistische Minuskel

Sie kommt aus Italien und entwickelt sich durch die Bestrebungen des Humanismus. Als Vorbilder dienen die besten Schriften des 8. und 9. Jahrhunderts.

Deutsche Druckschriften

Gotische Druckschriften entwickeln sich vornehmlich im mitteleuropäischen Raum, während in Italien die lateinischen Schriften Vorrang behalten. Die höchsten Formen gotischer Schriften bildet Gutenbergs Mitarbeiter *Peter Schöffer aus*.

Die Schwabacher beherrscht mit ihren sachlichen, schönen Formen als Druckschrift vor allem die Reformationszeit und die Renaissance.

Die Fraktur ist eine Abkehr von den bisher strengen Formen. Sie neigt zu übertriebenen Schnörkeln der Buchstabenanfänge und Buchstabenendungen und weist bereits auf den Barockstil hin. Sie ist die heute noch meistverwendete gebrochene Schrift in der Werbung und bei Zeitungsnamen (z. B. Frankfurter Allgemeine).

Lateinische Druckschriften

Sie entwickeln sich aus der Capitalis. Diese bringt schon als „Antiqua" (= alte Schrift) einen Unterschied zwischen Grund- und Haarstrich (Wechselstrich), etwa im Verhältnis 8:1 bis 10:1. Typisch sind dann bei der klassizistischen Antiqua die Abschlüsse (Serifen = Querstriche an Kopf und Fuß), die mit den senkrechten Balken durch einen eleganten Bogen verbunden sind. Diese Formen der Antiqua sind äußerst klar und leserlich. Sie zeigen das klassische Schönheitsideal, so dass man heute noch mit ihnen arbeitet, auch in der Schilderherstellung. Das Verhältnis der Balkenstärke zur Höhe beträgt nach neuesten Erkenntnissen 1:5.

Schriften des 19. und 20. Jahrhunderts

Die Egyptienne (*serifenbetonte* Linear-Antiqua) weist bereits deutlich auf das technische Zeitalter hin. Sie entstand in der Zeit der Eroberung Ägyptens durch *Napoleon I.* Ihre Elemente sind einfach, die Balken haben fast gleiche Stärke, die Abschlüsse sind balkenförmig.

Die Italienne ist eine Sonderform der Egyptienne. Sie fand als „Westernschrift" mit besonders betonten Serifen nach dem Zweiten Weltkrieg wieder nach Europa zurück, von wo sie italienische Auswanderer im 19. Jahrhundert in die Neue Welt mitgenommen hatten.

Die Grotesk (*serifenlose* Linear-Antiqua) ist eine einfache Schrift ohne Serifen. Obwohl bereits 1803 in England entwickelt, setzte sie sich erst nach 1925 mit der Bauhaus-Bewegung in Dessau durch. Der Name „Grotesk" kommt von ihrem „ungewohnten" Aussehen – eine serifenlose Schrift erschien absurd, lächerlich, eben grotesk.

Alle heute vorkommenden Schriften sind in der DIN 16518 (Klassifikation der Schriften) zusammengestellt. Die Merkmale der wichtigsten Schriften zeigt Tabelle **6.**1.

Tabelle **6.1** Merkmale der wichtigsten Schriften

En Gotisch	En Schwabacher	En Fraktur	En Renaissance-Antiqua
En Klassizistische Antiqua	*En* Kursive	En Egyptienne	En Grotesk

Versalien sind Großbuchstaben, Minuskeln oder Gemeine sind Kleinbuchstaben. Eine schrägliegende Schrift nennt man Kursive. Die heute weniger üblichen deutschen Schriften (Gotik, Schwabacher, Fraktur) heißen auch „gebrochene" Schriften.

Antiquaschriften gehen auf die Römische Capitalschrift zurück. Ihre Erkennungsmerkmale sind Serifen und der Wechselstrich.

6.3 Ziffern

Ziffern sind der Ausdruck von Zahlen in besonderen Zeichen. Wir unterscheiden arabische und römische Ziffern.

Die arabischen Ziffern sind die uns bekannten von 0 bis 9, wobei die Null das Zehnersystem vervollständigt. Die Araber übernahmen diese Zahlenzeichen von den Indern, die sie schon im 2. Jahrhundert verwendet haben sollen. In der uns bekannten Form stehen die arabischen Ziffern seit etwa dem 16. Jahrhundert fest.

Die römischen Ziffern werden von links nach rechts angeordnet und zusammengezählt. Ein Wert kann abgezogen werden, wenn er links vor einem größeren steht. Das ist bei I, X und C der Fall. Die Zeichen V, L und D können nicht links vor einem höheren Wert stehen (**6.2**). Römische Ziffern verwendet man für Jahreszahlen an Gebäuden, für Stockwerke sowie bei Papst- und Herrschernamen (*Papst Paul VI.*, *Kaiser Friedrich II.*).

Tabelle **6.2** Römische Ziffern

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	89	LXXXIX
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	344	CCCXLIV
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
X	XX	XXX	XL	L	LX	LXX	LXXX	XC	C	1966	MCMLXVI
100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000		
C	CC	CCC	CD	D	DC	DCC	DCCC	CM	M	2009	MMIX

6

6.4 Schriftbegriffe

Bevor man Schrift schreibt oder zeichnet, ist es erforderlich, eine Linieneinteilung zu erstellen. Die Schrift steht auf der Grundlinie, die Versalien (Großbuchstaben) und die Oberlängen der Gemeinen (Kleinbuchstaben) werden von der Oberlänge begrenzt. Bei den Gemeinen gibt es noch die n-Höhe, das ist die obere Begrenzung der Buchstaben a, c, e, m, n usw. Diese n-Höhe liegt zweckmäßigerweise zwischen $^2/_3$ und $^3/_4$ der Höhen Grundlinie – Oberlänge. Außerdem gibt es bei den Gemeinen noch Unterlängen bei den Buchstaben g, j, p, q, y, die durch die Unterlänge begrenzt werden. Diese Unterlänge soll dem Abstand n-Höhe – Oberlänge entsprechen (**6.2**).

6.2 Schriftlinien und Schriftlängen

Die optische Mitte ist bei der Schriftgestaltung zu berücksichtigen. Halbiert man z. B. die Höhe zwischen der Grundlinie und der Oberlänge, so erhält man die geometrische oder mathematische Mitte. Damit die Querbalken des E oder H nicht optisch zu tief erscheinen, legt man sie über diese geometrische in die *optische* Mitte.

Unter dem Ausgleichen der Schrift versteht man den richtigen, d. h. optisch guten Abstand der Buchstaben innerhalb eines Wortes und der Wörter innerhalb eines Satzes. Da die Buchstaben unterschiedliche Außenformen aufweisen, ist es erforderlich, dass sie enger (unterschnitten) oder weiter (gesperrt oder spationiert) gezeichnet werden. Dabei sind der größte Abstand zwischen zwei senkrechten Buchstaben wie z. B. bei IH und der sog. „Null-Abstand" zwischen Buchstaben, die sehr offen sind, wie z. B. TO oder zv, entscheidend. Bei den Buchstaben TA, LT, AV gibt es sogar negative Abstände, d. h. die Buchstaben überschneiden sich.

Als Wortabstand gilt die Breite eines I mit seinen beiden größten Buchstabenabständen als Faustregel.

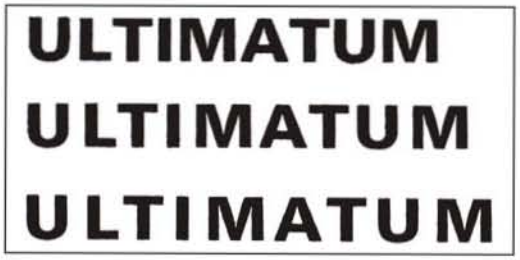
Grundsätzlich geschieht das Ausgleichen nicht mit dem Maßstab, sondern mit dem Auge. Dabei sollen die Flächen zwischen den Buchstaben optisch gleich groß sein.

6.5 Gestaltungsgrundsätze

Es genügt nicht, Schrift zeichnen oder schreiben zu können. Man muss auch die Grundsätze der Gestaltung kennen.

Das Ausgleichen oder Ausmitteln ist aus Bild **6.**3 zu erkennen. Die unterschiedlichen Umrissformen der einzelnen Buchstaben bedingen, dass wir beim Aneinanderreihen zu Wörtern *verschieden* breite Abstände verwenden.

Obere Zeile = nicht ausgeglichen, große Zwischenräume z. B. bei LT und AT. Mittelzeile = *gleichmäßig* ausgeglichen. Das Bild ist zwar gelockert, doch sind die Abstände zwischen Senkrechten noch zu schmal. Den Abstand zwischen Senkrechten nennt man *Normalabstand*, alle anderen sind schmäler. Untere Zeile = durch Erweitern der Normalabstände *richtig* ausgeglichene, ausgemittelte Schrift.



6.3 Ausgleichen oder Ausmitteln

Das Ausgleichen geschieht nicht mit dem Maßstab, sondern mit dem Auge. Dabei sollen die Flächen zwischen den Buchstaben optisch gleich groß sein. Bei Buchstaben TA, LT gibt es sogar negative Abstände, d. h. die Buchstaben überschneiden sich.

Die Zeilenanordnung zeigt Bild **6.**4. Mehrere Zeilen ergeben eine Satzgruppe, einen *Zeilenfall*. Man kann die Zeilen alle auf Mitte stellen = *Mittelachse* oder symmetrische Anordnung. Die andere Möglichkeit bietet die asymmetrische Anordnung. Die Zeilenanordnung hängt stets vom Text und seiner sinngemäßen Gliederung ab; sie kann nicht willkürlich vorgenommen werden. Vor allem dürfen Sie die Zeilen nicht sinnlos trennen.

Das Format der zur Verfügung stehenden Fläche ist zu beachten. Niemals kann man die Fläche (Schild, Plakat, Fassade, Fahrzeug usw.) völlig oder fast ganz mit Schrift „überdecken". Zur Übersicht, Lesbarkeit und Wirkung braucht man stets einen unbeschriebenen Teil. In diesen Raum hat sich die Schrift einzuordnen. Dabei muss man auch das Umrissbild der ganzen Zeilengruppe berücksichtigen. Meist ist das Format bereits in Größe und Form festgelegt, so dass sich Schriftart und -größe, Zeilenanordnung und weitere Elemente (z. B. Signet) anpassen müssen.

6.4 Zeilenanordnung

Die optische Mitte ist zu beachten. Das bedeutet, dass sich die waagerechte Mitte der Schrift nicht genau mit der Formatmitte deckt. Die optische Mitte befindet sich immer etwas über der mathematischen, so dass unter der Schrift ein etwas größerer freier Raum bleibt (**6.**5).

6.5 Optische Mitte

Auch bei der Schrift gibt es verschiedene Möglichkeiten rationellen Arbeitens. Schon der Filzstift brachte wesentliche Erleichterungen gegenüber dem Pinsel oder der Feder.

In der Schriftgestaltung und Werbung verwendet man auch den Begriff Typografie. Unter *Typografie* versteht man die Anordnung eines

Textes auf einen Untergrund in einer gestalterischen Formgebung. Für gute Typografie ist Lesbarkeit ein wesentliches Kriterium.

Die wichtigsten typografischen Textanordnungen sind:

- der Blocksatz oder Spaltensatz ist der typische Buch- und Zeitungssatz.
- der linksbündige Flattersatz wirkt lebendig. Die Zeilenanfänge können bei Absätzen zusätzlich eingerückt werden.
- der rechtsbündige Flattersatz ist schwerer lesbar als Block- und linksbündiger Flattersatz, daher sollte er nur für kurze Texte verwendet werden.
- der Mittelachssatz wirkt durch die symmetrische Anordnung konservativ. Der Schwerpunkt des Textes soll in der optischen Blattmitte liegen. Es ist der typische Urkundensatz.
- der lockere Zeilenfall wirkt dynamisch. Man muss hierbei jedoch auf das optische Gleichgewicht achten.
- ohne Zeilenordnung ist der Lesefluss bei einem Text nicht mehr gegeben. Zusammengehörige Texte sind gegliedert. Diese Textanordnung wird vorwiegend bei Werbeanzeigen verwendet.

Regeln für die Textanordnung

- Zusammengehörendes muss zusammenbleiben.
- Asymmetrie gliedert Flächen spannungsreicher als Mittelsatz, ist jedoch schwieriger anzuwenden. Im Zweifelsfall: Goldener Schnitt.
- Auszeichnungen und Hervorhebungen wie Farbwechsel, Schriftgrößenwechsel (Versalien, Kapitälchen), Schriftcharakterwechsel (kursiv, halbfett, fett), Negativsatz, Unterstreichungen, Spationierung nur maßvoll einsetzen.
- Versaliensatz ist nur für kurze Begriffe sinnvoll, da er im Allgemeinen schlechter lesbar ist als der gemischte Satz.
- Schwerpunkt bei Flächen ist in der Regel die obere Hälfte.
- Texte, Signets und Bildelemente dürfen nicht aus dem Format herausfallen. Bewegungen, Blickrichtung einer Darstellung (Gesicht), Fahrzeuge sollen ins Format hineinlaufend dargestellt werden, da die Bewegungsrichtung das Auge des Betrachters leitet.
- Bei historischen Schildern sollte man den Fachmann befragen. Die Industrie bietet kaum Sinnvolles an (Brauerei-Schilder!).
- Bei gebrochenen Schriften sollen keine Versalworte verwendet werden, da die Lesbarkeit stark eingeschränkt ist. Bei der gebrochenen Schrift gibt es auch keine Kursivschrift.

6.6 Schriftanwendung

6.6.1 Schrift und Werbung

Im letzten Abschnitt wurden schon werbende Aufgaben der Schrift erwähnt, z. B. an Fassaden. Neben dem/der Maler/-in und Lackierer/-in gibt es verwandte Berufe, die sich fast ausschließlich damit beschäftigen: Schilder- und Lichtreklamehersteller/-in sowie Gestalter/-in für visuelles Marketing. Gute Wirkungen erzielt man bei Beachtung folgender Hinweise:

Die Signalwirkung der Schrift ist bewusst zu nutzen. Von jeder Schrift gehen Wirkungen aus, mit denen man beim Lesen bestimmte Begriffe verbindet (**6.6**).

Beispiel

Eine Werbung für einen Blumenladen – ausgeführt in gut gewählter, leichter Schreibschrift – drückt das Leichte, Beschwingte aus, das wir mit dem Begriff „Blumen" in Gedanken verbinden. Die Werbung wird noch besser, wenn man

eine an Blumen erinnernde Farbe verwendet. Für technische Erzeugnisse bietet sich dagegen eine sachliche Egyptienne-Schrift an.

Die Erinnerungswirkung der Schrift wird gezielt genutzt. Durch gleiche Schriftart und Farbe auf Briefbögen, an Gebäuden oder Fahrzeugen erinnern Firmen ihre Kunden immer wieder an das Unternehmen. Dieselbe Wirkung hat das Signet.

6.6 Schriftwirkungen

Das Signet (lat. *Signum* = Zeichen) stellt einen bestimmten Begriff (z. B. Waren) oder Art und Namen einer Firma in kürzester, einprägsamster Form dar. Es wird gewissermaßen zum Symbol. Ein Signet kann aus Einzelbuchstaben, einem Wort, Zeichen oder Verbindungen daraus bestehen. Beispiele für alle Arten finden wir überall im Alltag.

Schrift und Zeichen können nicht nur beim Signet gemeinsam eingesetzt werden. Sie ergänzen sich vielfältig und steigern die Werbewirkung. Schrift und Zeichen müssen jedoch in der Art, Größe und Farbe zueinander passen (z. B. Antiqua-Text und ein Signet in Antiqua).

Die Farbgebung der Schrift muss dem Objekt angepasst sein, für das geworben wird. So wird man zarte Farben für Parfümerie-Artikel nehmen, leuchtende Farben für „Blickfänge", „Hausfarben" für Erzeugnisse eines bestimmten Herstellers (z. B. Bücher von Vieweg+Teubner). Auch Autofarben können zur Beachtung beitragen.

Die Form der Schrift passt man ebenfalls dem Zweck an. Schriften für kurzlebige Schilder und Plakate (Pinselschriften) eignen sich nur selten auch für dauernde Ladenbeschriftungen. Da Schriften häufig über die ganze Straßenbreite hinweg gelesen werden müssen, braucht man klare Formen, nicht zu große, fette Buchstaben. Schriftmischungen (d. h. gleichzeitige Anwendung verschiedener Schriften) müssen gekonnt sein. Sie erfordern Übung und Kreativität. Man sollte solche Anwendungen dem Schilder- und Lichtreklamehersteller überlassen.

Die Größe der Schrift darf auch in der Werbung nicht übertrieben werden. Das Gleiche gilt für die Balkendicke. Stets muss die Schrift gut lesbar sein.

Der Schriftcharakter soll dem Inhalt bzw. dem Zweck einer Werbung entsprechen. Schrift muss immer gut lesbar sein!

Die Werbung nutzt die Signal- und Erinnerungswirkung der Schrift, ihre Farbgebung, Form und Größe jeweils für den bestimmten Zweck. Schriftübertreibungen schaden der Werbewirkung.

6.6.2 Schrift an Fahrzeugen

In beachtlichem Umfang werden Schriften an Fahrzeugen angebracht, so an Lieferwagen, Firmenfahrzeugen, Lastkraftwagen oder Waggons. Hier gelten z. T. andere Richtlinien, da sich bewegende Objekte das Erfassen und die Lesbarkeit erheblich beeinträchtigen.

Farbe. Die Schrift ist der Farbe des Fahrzeugs und dem Objekt, Motiv oder Inhalt der Werbung anzupassen. Die Fahrzeugfarben können in satten Farben gehalten sein, doch müssen Schriften darauf im Kontrast stehen (z. B. Hell-Dunkel-Kontrast).

Text. Die an sich kleinen Werbeflächen und die Lesbarkeit verlangen einen kurzen, ausdrucksvollen Text (z. B. Namen und Art des Unternehmens, Anschrift dagegen in kleinerer Schrift evtl. nur an den Türen).

Art. Die Schrift muss schnell erfassbar sein, deutlich und augenfällig wirken. Etwas kräftigere Schriften wirken besser als sehr schmale, magere Schriften. Breitlaufende oder gesperrte Schriften sind bei einer klaren, überschaubaren Gliederung günstiger.

Anordnung. Die kleineren Flächen verlangen eine auffallende, vor allem jedoch gut lesbare Anordnung. Bei kleineren Fahrzeugen kommt gewöhnlich die obere Hälfte in Betracht, so dass die Schrift in Augenhöhe liegt. Große Lkw erhalten meist eine Beschriftung in der Aufbau- bzw. Kastenmitte (z. B. Speditionswagen), manchmal auch (zusätzlich) auf den Planen.

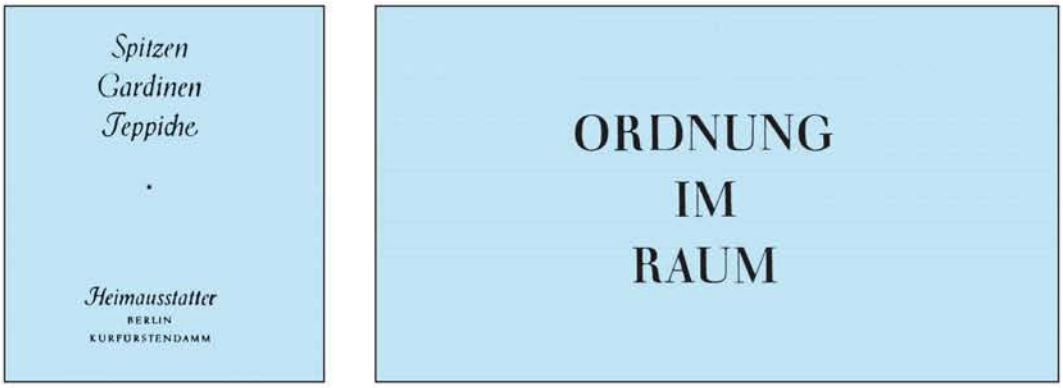
6.6.3 Schrift an Bauten

Wo begegnet Ihnen an und in Gebäuden Schrift? Wozu dient sie?

Die Schrift ist heute aus der engen Verbindung mit Gebäuden nicht mehr fortzudenken. Sie dient dabei den verschiedensten Zwecken und kann innen und außen an Gebäuden angebracht sein. In Gebäuden dient sie in erster Linie der Information (z. B. Hinweise in Verwaltungsgebäuden oder an Türen). An Bauwerken (Fassaden) dient sie vor allem der Werbung und Bekanntmachung. So weisen Firmen auf sich und ihre Erzeugnisse hin, werden Einfahrten gekennzeichnet, schmücken Schriften alte Gebäude (historische Hinweise, z. B. an Geburtshäusern berühmter Persönlichkeiten).

Schrift an und in Gebäuden erfüllt informierende und werbende Aufgaben.

Untergrund. Die Schrift ist aber nicht Selbstzweck, nicht für sich allein da. Stets ist sie mit einem tragenden Untergrund verbunden. Bei Gebäuden sind das gewöhnlich Putz, Glas, Holz, Metall oder eine bestimmte Beschichtung. Dieser Untergrund hat folgende Aufgaben:



6.7 Untergrund als Umrahmung der Schrift

- **Aufnahme oder Befestigen der Schrift,** um sie zu tragen und damit zu ihrer Lesbarkeit und Wirkung zu verhelfen.
- **Umgrenzen, Umrahmen der Schriftfläche,** um sie gegen andere Teile abzugrenzen oder die beschriftete Fläche zusammenzufassen. Die Schrift ist in diese gegebenen Flächen leicht erfassbar und gefällig, sinn- und bedeutungsgemäß einzuordnen, z. B. als rechteckiger Schriftblock (= Summe aller Zeilen) in ein Rechteck im Quer- oder Hochformat (**6.9**). Aus der Form der Fläche können sich auch schmückende Wirkungen ergeben, z. B. verzierte Blechschilder oder betonte Schildeinfassungen.
- **Als „stofflicher" Träger der Schrift** bedingt der Untergrund gewöhnlich die Technik, z. B. Kunstharzfarbe auf Putz oder Glas. Die Schrift muss sich auch einer gegebenen Technik anpassen. So erfordert z. B. eine Mineralfarbfassade Schrift in Mineralfarben.
- **Als „farbiger" Schriftträger** sind die Eigenfarbe oder die vom Maler gewählte Farbe gut auf die Schriftfarbe abzustimmen bzw. umgekehrt. Dadurch wird vor allem die gute Lesbarkeit gesichert (s. Kap. 4.5).

Der Schriftuntergrund an und in Bauten hat mehrere Aufgaben gleichzeitig zu erfüllen. Er ist sorgfältig auszuwählen, gut vorzubereiten und auf die Schriftfarbe abzustimmen.

Die Schriftform (Schriftart) soll sich dem Gebäude anpassen. Historische Bauwerke sollen mit den Schriften ihrer Entstehungszeit versehen werden, z. B. klassizistische Häuser mit klassizistischer Antiqua. Für moderne Gebäude eignen sich vor allem Blockschriften (Serifenlose Antiqua) und gut lesbare Formen der Egyptienne (Serifenbetonte Antiqua). In bestimmten Fällen sind auch Schreibschriften angebracht, z. B. für Mode-, Parfümerie- oder Blumenläden. Eine elegante Schreibschrift ist die englische Schreibschrift.

Die Schriftgröße hängt zum einen von der verfügbaren Fläche ab (z. B. Platz über einem Schaufenster), zum anderen von der Lesbarkeit. Giebelreklamen haben große Fernwirkung und sind daher in großer Schrift (Schriftgrad) anzubringen. Hinzu kommt, dass oft einzelne Wörter aus Fahrzeugen erkennbar sein müssen (z. B. Ortsschilder, Wegweiser). Die Schriften haben sich der Gesamtfassade unterzuordnen. Sie sollen nicht zu stark betont werden, nicht selbständig stehen und die architektonische Einheit des Hauses nicht sprengen. Innen sollen sie ihren Zweck erfüllen (z. B. Hinweise auf Etagen, Firmen).

6.7 Schriftbeispiele

Das Schreiben mit der Feder fördert die Übung des Verständnisses für die Schrift und Proportion der Buchstaben und ist eine zeichnerische Grundübung.

6.7.1 Schreibwerkzeuge

Das vorherrschende Schreibwerkzeug ist die Feder, wobei es zwei Arten gibt: die Ornamentfeder und die Bandzugfeder.

Die Ornamentfeder hat an ihrer Spitze ein rundes Plättchen, mit dieser Feder lassen sich gleich breite Striche, am Anfang und Ende abgerundet, ausführen.

Die Bandzugfeder ergibt einen Wechselstrich je nach Handhaltung. Mit ihr lassen sich die gebrochenen Schriften sehr gut schreiben. Jede Feder hat eine Unter- und Oberfeder, die eine kleine Menge Schreibflüssigkeit aufnimmt und beim Schreiben langsam und gleichmäßig wieder abgibt.

6.8 Verschiedene Feder- und Plakatschreiberarten
a) Ornamentfeder, b) Bandzugfeder,
c) Plakatschreiber – rund,
d) Plakatschreiber – flach

Neue Federn sind zum Schutz gegen Rost leicht gefettet und nehmen nur schwer Schreibflüssigkeit auf. Durch vorsichtiges Abbrennen mittels eines Streichholzes lässt sich das Fett entfernen. Die Federn werden zweckmäßigerweise mit Scribtol, einer speziellen Schreibtusche, gefüllt. Dazu hat die Scribtolflasche eine im Deckel eingebaute Pipette. Das Eintauchen in die Schreibflüssigkeit mit der Feder sollte man vermeiden, damit die Feder nicht kleckst.

Neben den Federn werden vom Maler auch noch Pinsel zur Schriftgestaltung verwendet. Vorherrschende Pinselart ist der Plakatschreiber, ein Plattpinsel mit längeren feinen Haaren. Das Schreiben mit dem Plakatschreiber sollte erst nach vorheriger Einübung mit der Feder erfolgen.

6.7.2 Grotesk (serifenlose Linearantiqua, Blockschrift)

Die Versalien (Großbuchstaben) sind der römischen Kapitalschrift entlehnt. Sie beruhen größtenteils auf dem Quadrat und haben mäßige Höhe (**6.**9a).

Blockschrift mit der Feder oder dem Filzstift ist zwar nicht für alle Berufe unseres Berufsfelds erforderlich, jedoch fördern die Übungen das Verständnis für die Schrift und die Buchstabenbreiten und sind zeichnerische Grundübungen.

Die Gemeinen (Kleinbuchstaben) setzen sich aus denselben Elementen (Einzelteilen) zusammen wie die Versalien (**6.**9b). Die Buchstaben v, w, x, o, c und s sind nur eine Verkleinerung der entsprechenden Großbuchstaben. Andere weichen nur geringfügig von den Versalien ab (z. B. k, p und y). Wichtig ist jedoch, dass es bei den Gemeinen drei verschiedene Längen gibt: Mittellänge = v, w, x, z

6.9 Proportion der Antiqua
a) Versalien, b) Gemeinen

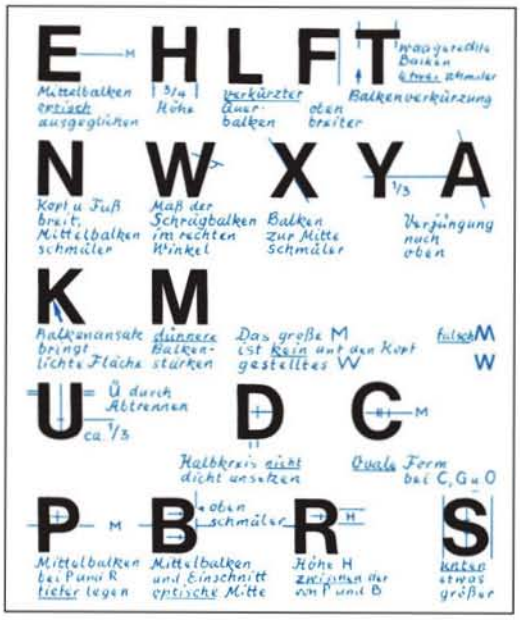
und andere; Mittel- und Oberlänge = l, k, b, h und d. Mittel- und Oberlänge entsprechen der Höhe der Versalien bei der Blockschrift. Unterlänge und Mittellänge haben y, j, p, q und g.

Das Verhältnis der Mittellänge zur Ober- bzw. Unterlänge ist 2:1.

Die Ziffern haben entweder die Höhe der Versalien, oder man hält sie alle etwas geringer.

6.7.3 Breite Groteskschrift (serifenlose Linearantiqua)

Bild **6.**10 zeigt die wesentlichen Konstruktionsmerkmale. Zu beachten ist z. B., dass alle Mittelbalken (etwa die Buchstaben B, E, F, H und R) auf einer optischen Mitte stehen, d. h. etwas über der eigentlichen (mathematischen) Mitte. Für die Konstruktion legt man sich am besten ein Maß für die wesentlichen Abmessungen aus dünnem Karton an, um sie immer wieder genau übertragen zu können (Maßzettel).



6.10 Konstruktionsmerkmale einer breitlaufenden Grotesk (Blockschrift)

Bild **6.**11 zeigt die Versalien und Minuskeln des Alphabets mit den Zahlen. Bei Kleinbuchstaben ist darauf zu achten, dass bei den runden Buchstaben (z. B. a, b, d, g) die Bogen oben bzw. unten verjüngt in die Senkrechten einlaufen müssen. Rundungen der Groß- und Kleinbuchstaben (e, o, u, c, G usw.) sollen über die Mittel- bzw. Oberlänge und über die Unterlänge gezeichnet werden, damit diese Buchstaben optisch gleich groß wirken.

6.11 Versalien, Minuskeln und Ziffern einer breitlaufenden Grotesk

6.7.4 Egyptienne (serifenbetonte Linearantiqua)

6.12 Egyptienne-Minuskeln

Die Grundmerkmale dieser Schrift sind aus Bild **6.**13 und den Erklärungen zu ersehen. Im Gegensatz zur breiten Grotesk wird hier eine

schmallaufende Egyptienne gebracht (**6.**12). Angewendet wird die Egyptienne in letzter Zeit vielfach in der Industrie, im Bauwesen und in der Geschäftswelt.

6.13 Egyptienne-Versalien und ihre Konstruktionsmerkmale
1. Gegensatz zwischen Haar- und Grundstrichen ist fast fortgefallen.
2. Schraffuren und andere Abschlüsse sind nicht gerundete Balken.
3. Die Auslaufpunkte sind zu eckigen Formen geworden, z. B. E F. Buchstabenbreiten, auf 5 cm Höhe bezogen:
   2,3 cm = EFC; 2,4 cm = S;
   2,5 cm = G P B R; 2,6 cm = H T O Q;
   2,7 cm = D; 2,8 cm = U;
   2,9 cm = N X Y V K; 3,0 cm = A
   Die Buchstaben N X Y A V W M K U haben an den Schraffuren zum Teil leichte Bögen. Bei allen Querbalken ist auf die optische Mitte (B- und R-Einschnitt) bzw. auf die genau einzuhaltende mathematische Mitte zu achten, z. B. H.

6.7.5 Antiqua

Hier wird das Beispiel einer typisch klassizistischen Antiqua gewählt (**6.**14). Die Konstruktion erleichtert man sich durch verschiedene Schablonen aus dünnem Karton. Für andere Teilformen empfiehlt es sich, mit dem Kurvenlineal aus Kunststoff zu arbeiten (z. B. bei den Buchstaben C, D, J, O, R und S).

6.14 Klassizistische Antiqua-Schrift
1. Starker Kontrast Haar-Grundstriche, 2. Waagrechte Schraffuren, 3. Senkrechter Schraffurenabschluss. Bei E F L T und Z Schablonen für die Schraffuren benutzen. Schablonen für die waagrechten Schraffuren bei E F H I P R T X, ebenfalls bei den Buchstaben A K V W Y und Z

6.7.6 Plakatschrift (Schreibschrift)

Plakat- oder Pinselschriften werden mit einem Plattpinsel oder langhaarigem Plakatschreiber geschrieben. Die Schräglage beträgt ≈ 70°. Das Beispiel ist eine typische Kursivschrift.

Der Pinsel ist stets in der *Diagonale* eines Quadrats anzusetzen und darf niemals gedreht werden (**6.**15 oben links). Beachten Sie die oben rechts und unten links spitz auslaufenden Striche (Balken). Man erreicht sie nur durch *unveränderte* Pinselhaltung. Dadurch bilden sich auch die wechselnden Strichstärken.

Alle Striche werden von oben nach unten gezogen (Ausnahme: der dünne x-Balken). Bögen und runde Buchstaben sind sauber zusammenzusetzen. Die Pinsel müssen sorgfältig gereinigt werden, damit sie in der Spitze genau „schließen" (**6.**16 und **6.**17).

Pinselschriften können vielfach angewendet werden, z. B. für Hinweise („Frisch gestrichen") und Plakate für Sport- und andere Vereine, gesellschaftliche Veranstaltungen, Werbezwecke an Fassaden.

6.15 Pinselschrift (Plakatschrift) als Kursive, Grundübungen und kleines Alphabet

6.16 Pinselschrift, großes Alphabet

6.17 Pinselschrift, Ziffern und Anwendung

6

6.8 Schriftabwandlung

Durch Abwandeln der Schriften erzielt man andere Wirkungen. Möglichkeiten bieten andere Maße, Konturen und plastische Schrift.

Abwandlungen der Maße. Durch Verändern der Balkenbreite oder der Höhen- und Breitenmaße der Buchstaben ergeben sich andere Wirkungen.

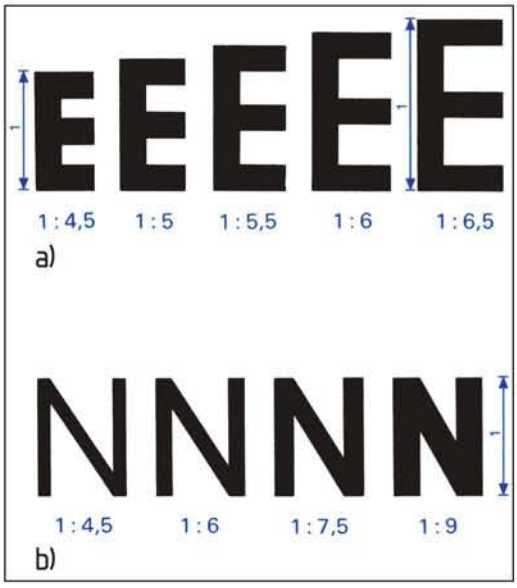
Beispiele

Vergrößern wir die Buchstabenhöhe bei gleicher Balkenbreite, erhalten wir eine magere Schrift (**6.**18). Auch wenn wir bei gleicher Buchstabenhöhe die Balkenbreite verringern, gibt es eine magere Schrift.

Buchstabenhöhe und Balkenbreite kann man nur im gleichen Verhältnis verändern, z. B. Breite zur Höhe 1:8. Bei sehr niedrigen Buchstaben sind alle Querbalken etwas schwächer zu halten (z. B. bei E, F, H).

Schriften mit besonders großer Balkenbreite heißen fette Schriften im Unterschied zu mageren mit schmalen Balken. Dazwischen liegen die normalen und halbfetten Schriften.

Die Veränderungen der Balkenbreiten dürfen nicht zu weit gehen. Die Lesbarkeit muss stets erhalten bleiben.



6.18 Maßabwandlung
a) Vergrößern der Höhe bei gleicher Balkenbreite
b) Verändern der Balkenbreite bei gleicher Höhe

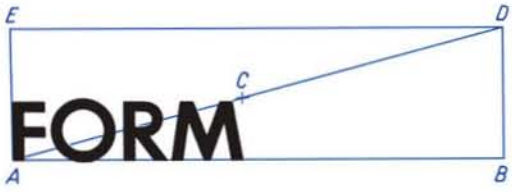
6.9 Vergrößerungsverfahren

Um Schriften oder Zeichnungen allgemein zu vergrößern oder zu verkleinern, gibt es zwei grundsätzliche Möglichkeiten: das zeichnerische und das optische Verfahren.

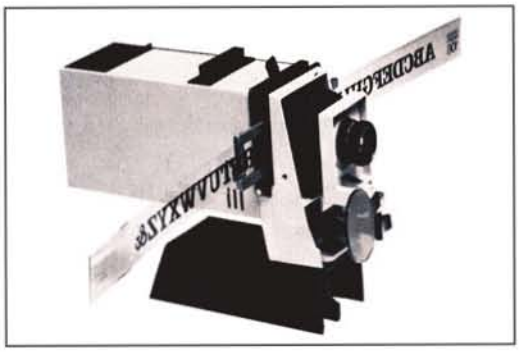
Zu den zeichnerischen Verfahren gehören die Diagonalvergrößerung, der Pantograph und als meist verwendetes Verfahren das Rasternetz. Zu den optischen Verfahren gehören der Tageslichtprojektor, das Diaskop und das Epidiaskop. Bei allen optischen Verfahren kann es zu Verzerrungen kommen, wenn Projektor und Wand nicht genau rechtwinklig zueinander stehen. Ein weiterer Nachteil der optischen Verfahren ist, dass man einen abgedunkelten Raum benötigt, um die Umrisse zu erkennen.

Diagonalvergrößerung. Um ein Wort oder eine Schriftzeile nach Vorlage zu vergrößern, legt man die gewünschte neue Länge *AB* fest (**6.**19) und errichtet auf *A* eine Senkrechte. Die Zeichnung der bisherigen Schrift wird winkelgenau auf Punkt *A* befestigt. Nun zieht man von *A* über *C* eine Diagonale. Die Senkrechte *BD* gibt die neue Schrifthöhe an. Das neue Schriftrechteck *ABED* wird vervollständigt.

Der Grusograph-Schriftprojektor ist ein speziell für Schriftvergrößerungsverfahren entwickeltes Gerät. Hierbei sind alle Buchstaben auf stabilen, glasklaren Kunststoffstreifen in 20 mm Höhe aufgereiht (**6.**20). Die Streifen werden in eine Schiebekassette geschoben und durch ein lichtstarkes Vergrößerungsgerät auf eine Papierbahn geworfen, wo man sie leicht nachzeichnen kann. So lassen sich Schriften von 50 mm bis 250 mm Höhe projizieren, mit einem Zusatzgerät bis zu 600 mm Höhe.



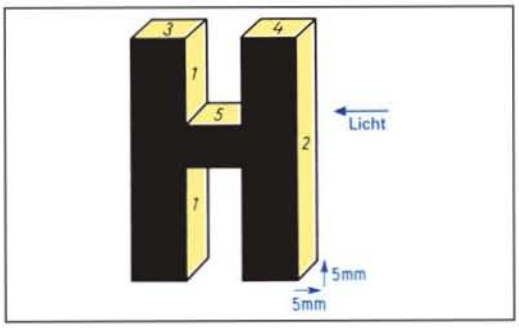
6.19 Diagonalvergrößerung



6.20 Grusograph-Schriftprojektor

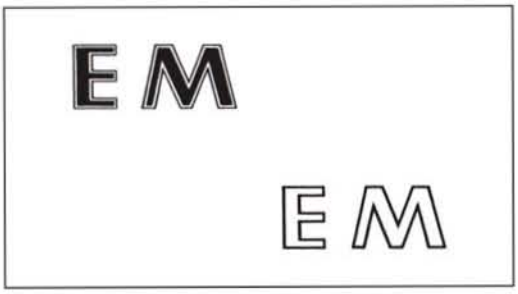
Das Epidiaskop, der Overhead-Projektor und der Dia-Projektor sind ebenfalls geeignete Hilfsmittel der Schriftvergrößerung.

Buchstaben mit Konturen. Um Versalien Konturen (d. h. besondere Umrisse) zu geben, kann man sie einfassen oder in gewisser Entfernung umreißen (**6.**22). Auch farblich passende Konturen eignen sich.

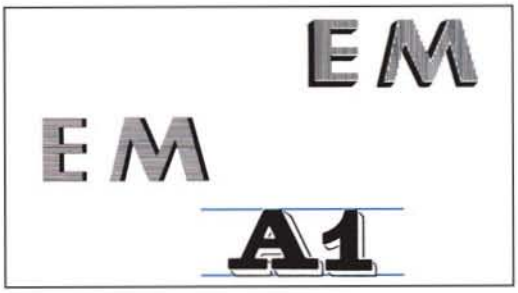


6.21 Anfertigen einer plastischen Schrift

Die so gewonnenen Schattenpartien kann man farbig oder grau anlegen. Vorher muss man sich überlegen, wo die angenommene Lichtquelle steht, die den Schatten hervorruft (meist auf der rechten Seite). In Bild **6.**21 steht die Lichtquelle genau rechts neben der Schrift. Dann sind die Flächen 7 und 2 am hellsten; 3, 4 und 5 legt man dunkler an, jedoch bei dunklen Buchstaben keinesfalls schwarz. Andere Lösungen zeigt Bild **6.**23.



6.22 Buchstaben mit Konturen



6.23 Plastische Schriftmuster

Konturen um Buchstaben folgen stets dem ganzen Umriss. Sie müssen die Buchstabenform einfassen, dürfen sie nicht zerreißen oder auflösen.

Plastische Schrift stellt man am besten mit einer Schriftpause auf Transparentpapier her (**6.**21). Hierzu wird nach dem Ausmalen der Schrift die Pause neu aufgelegt und gleichmäßig nach rechts und oben im selben Maß verschoben (hier je 5 mm). Die neuen Außenlinien geben die Schattengrenzen.

Eine Aufsicht auf die Buchstaben und eine Untersicht unter die Buchstaben zugleich ist nicht möglich.

Eine Veränderung durch Schreibwerkzeuge ist möglich bei der Pinsel- oder Plakatschrift. Schreibt man eine Pinselschrift mit etwas dickerer Temperafarbe und einem nicht zu weichen, kurzen Haarpinsel, deckt die Schrift nicht in allen Teilen vollkommen. Die Wirkung wird erhöht, wenn man auf Vlieswandbekleidung oder wenig gestrichenem Putz schreibt. Doch erfordert diese Technik sorgfältige Übungen auf dem jeweiligen Untergrund.

6.10 Beschriftungstechniken

6.10.1 Objektbeschriftung

Folgende Merkmale bestimmen die Techniken der Schrift: der *Werkstoff*, aus oder mit dem die Schrift hergestellt wird, der *Untergrund*, auf dem die Schrift angebracht ist, und die für die *Herstellung* verwendeten Werkzeuge, Apparate oder Hilfsmittel.

Herstellen und Ausmalen von Schriftpausen. Zuerst wird die gewählte Schrift mit Bleistift und Lineal aufgezeichnet. Es ist ebenfalls möglich, die Schrift über Vergrößerungsgeräte (Episkop) optisch zu vergrößern und dann nachzuzeichnen.

Auf diese gezeichnete Vorlage wird ein Transparentpapier gelegt, auf dem die Schrift nachgezeichnet wird. Hierbei lassen sich noch Abstände durch Hin- und Herrücken ausgleichen.

Das Transparentpapier mit der Schrift wird dann auf eine weiche Unterlage gelegt (Decke, Polystyrol). Mit einer Nadel oder einem Pausrad werden die Umrisse der Buchstaben nachgestochen.

Anschließend wird die Pause von der Rückseite mit feinem Schleifpapier geschliffen, damit die Grate sich beim Aufpausen nicht zudrücken und die Löcher schließen.

Danach wird die Pause auf dem Untergrund mit Tesaband befestigt. Mit einem Pausbeutel werden die Umrisse nachgefahren. Der Pausbeutel ist bei hellen Untergründen mit Ruß aus verbranntem Zeitungspapier, das nicht färbt, zu füllen. Bei dunklen Untergründen verwendet man Kreide. Die Pausen lassen sich oft verwenden. Schließlich wird die so aufgepauste Schrift mit dem Pinsel ausgemalt.

Geschriebene und aufgemalte Schriften. Die Techniken der Schriftherstellungen durch Schreiben oder Folienschnitt auf Glas lassen sich auch auf andere Untergründe ableiten.

Schreiben auf Glas. Üblich ist die Beschriftung der Glasvorderseite mit Alkydharz-Lackfarbe. Dazu verwendet man Schreibpinsel und Malstock. Die Schriftformen paust man auf das Glas oder klebt sie mit Abklebeband glatt *hinter* die Glasfläche. Die Schrift soll bei einmaligem Auftrag vollkommen decken; kleine Fehler sind nach dem Trocknen mit einer Schneidefeder zu korrigieren. Oder man klebt Schriftfolien auf die Vorderseite der Scheibe, schneidet die einzelnen Formen aus und legt sie deckend an (evtl. Stupfen). Beide Techniken zeigen die Schrift von ihrer lesbaren Seite. Jedoch ersetzen selbsthaftende Buchstaben u. a. Techniken diese Verfahren heute weitgehend.

Hinterglasbeschriftung. Die Schrift und andere Formen werden *hinter* der Glasscheibe aus aufzuklebenden Folien herausgeschnitten. Das Glas schützt die Schriften und Zeichen, man bekommt scharfe Kanten und hat für mehrfarbige Techniken zahlreiche Möglichkeiten. Lesen Sie darüber in der entsprechenden Fachliteratur nach.

Schriftschablonen. Nicht selten werden Schriften in sehr kleinem Grad verlangt, die sauber, gleichmäßig und schnell geschrieben werden sollen. Kommt eine „frei geschriebene" Schrift nicht in Frage, kann man Schriftschablonen verwenden. Zum Schreiben benutzt man Tuschefüllhalter mit auswechselbaren Röhrenfedern verschiedener Strichbreiten.

In zunehmendem Maß werden Schrifttechniken entwickelt, die das mühevolle Zeichnen, Konstruieren, Ausmalen oder Ausschneiden der Schrift ersparen. Solche Schriften eignen sich für viele Anwendungen. Zahlreiche Schriftarten und -größen sowie Zeichen, Symbole, Figuren, Rasterfolien, Linien usw. stehen zur Wahl. Diese Schriften sind ebenso als Vorlagen für Vergrößerungen wie für den Siebdruck geeignet.

Bei Anreibeschriften befinden sich Schriften und Zeichen auf der *Rückseite* transparenter Bögen, wo sie nur leicht anhaften. Die Durchsichtigkeit der Bögen und Anlegemarken ermöglichen Anlegen und Ausgleichen. Jeder Buchstabe wird nach genauem Anlegen mit einem Anreibestäbchen an allen Stellen gleichmäßig angerieben. Dadurch verliert er seine Haftung gegenüber dem Trägerpapier und geht vollkommen auf den neuen Untergrund über. Mit einem darübergelegten Transparentpapier reibt man leicht nach. Bei geeignetem Untergrund schützt man Klarlackbeschichtung vor Beschädigungen und mutwilligem Entfernen (6.24).

Abziehschriften befinden sich ebenfalls auf der Vorderseite eines Trägerpapiers. Die Übertragung geschieht durch Anfeuchten mit Wasser. Geeignet sind vor allem glatte, wenig saugende Untergründe wie Glas und Lack. Die ausgeschnittenen Zeichen werden zum Anordnen und Ausgleichen auf den Untergrund gelegt. Danach taucht man mehrere Zeichen in Wasser und lässt den Klebstoff einige Minuten anlösen. Anschließend wird jedes Zeichen an die ermittelte Stelle gehalten und das *Trägerpapier* (nicht umgekehrt) unter dem Zeichen weggezogen. Die noch feuchten Zeichen lassen sich anfangs in ihrer Lage noch korrigieren. Nach Abdecken mit Löschpapier (das überschüssiges Wasser aufnehmen soll) wird jede Zeile mit einer geeigneten Gummiwalze übergerollt.

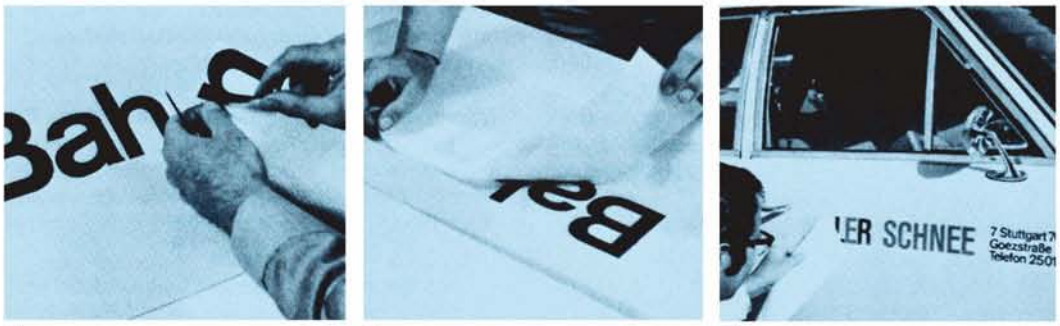
Schablonenschriften. Dafür verwendet man selbstklebende Schneidfolien, worauf die Formen mit dem Bleistift vorgezeichnet werden. Mit einer Schneidefeder werden sie ausgeschnitten und von der Trägerfolie abgehoben. Nach Entfernen der Trägerfolie wird die ausgeschnittene Schablone auf den Untergrund geklebt. Das früher übliche Ausstupfen der Buchstaben mit dem Pinsel wird heute weitgehend durch Ausspritzen oder Aussprühen (Sprühdosenlack) ersetzt. In der gleichen Technik erstellen wir auch Einfach- oder Mehrfach-Zierlinien. Ebenso werden Schriften auch auf einfachem Schablonenpapier aufgezeichnet und ausgeschnitten. Die Schablone legt man dann auf einen glatten Untergrund. Dabei müssen die Ränder fest angepresst werden, damit kein Farbmittel unterlaufen kann. Außerdem gibt es Fertig-Schablonenschriften in verschiedenen Schriftarten und Größen.

Selbstklebende Fertigschriften sind in kompletten Alphabeten im Fachhandel zu bekom-

men. Es sind einwandfrei ausgeschnittene Formen aus Kunststoff-Folien in zahlreichen Ausführungen und Farben. Bei ihrer Verwendung sind die Einteilung und Anordnung zu beachten. Es gibt Fertigschriften auf geteiltem Trägerpapier, dessen oberes Drittel abgezogen wird, damit der Buchstabe auf dem Untergrund montiert werden kann. Ein Ausgleichen der Schrift ist noch möglich, bevor der untere Teil abgezogen und die Schrift endgültig fest montiert wird. Geschnittene Schriften aus Folie hebt man mit einem selbstklebenden Übertragungspapier vom Silikonpapier ab und klebt es in einem Zug auf den glatten Untergrund auf. Dann zieht man das Übertragungspapier von der Schriftoberseite ab (**6.**25).

a) b) c)

6.24 Anreibeschriften
a) Schriftbogen mit Hilfe von Anlegemarken genau auflegen,
b) Schrift anreiben,
c) Folie abziehen



a) b) c)

6.25 Buchstabenübertragung selbstklebender Schriften
a) Schutzpapier entfernen, Buchstaben auslegen und ausrichten,
b) Übertragungspapier über die ausgemittelte Schriftzeile legen,
c) Übertragungspapier abziehen, Kanten andrücken – die Schrift haftet

Die besprochenen Schrifttechniken verlangen nach wie vor grundlegende Fertigkeiten: richtige Auswahl von Schriftart, -größe und -farbe, das Kombinieren von Schriften und exaktes Anordnen.

Plastische Massiv-Buchstaben. Diese aus Kunststoff oder Metall gefertigten feinpolierten Buchstaben großer und kleiner Alphabete haben sich in der Werbung durchgesetzt. Es gibt auch hier mehrere Größen und Schriften, farbig und auch mit Konturen. Das wetterbeständige Material erlaubt auch Außenanwendungen. Sie werden nach besonderen Verfahren (z. B. durch Dübel) dauerhaft montiert. Schablonen in natürlicher Größe dienen zum Ausmitteln der Abstände.

Ausgeschnittene Buchstaben lassen sich in gewünschter Form und Größe aus Karton, Schaumpolystyrol oder anderen Werkstoffen herstellen.

Schaumpolystyrol-Buchstaben ermöglichen vor allem sehr plastische Formen, da es dieses Material in unterschiedlichen Stärken gibt. Die Formen werden ebenfalls von Papier oder mit Hilfe aufgelegter Pappbuchstaben übertragen. Zum Ausschneiden benutzt man Styroporschneider, die mit elektrisch geheizten Drähten arbeiten und wie eine Laubsäge geführt werden. Gleiche Buchstaben kann man durch übereinander gelegte Platten in einem Zug mehrfach bekommen. Die ausgeschnittenen Buchstaben legt man lose aus, um die Abstände zu ermitteln. Als Richtlinie benutzt man am besten ein Lineal. Geklebt wird mit Hartschaumkleber für Schaumpolystyrol.

Schriftherstellung mit besonderen Geräten. Das *Episkop* projiziert undurchsichtige Vorlagen (Fotos, Schrift usw.) auf die Arbeitsfläche. Der Abstand des Geräts und die Optik bestimmen das Maß der Vergrößerung. Ein *Epidiaskop* vergrößert sowohl undurchsichtige als auch durchsichtige Vorlagen (Negative, Diapositive). Das *Antiskop* ist besonders für Berufe der Schriftherstellung geeignet. Man kann es für senkrechte oder waagerechte Projektion einsetzen. Die in der Satzherstellung heute üblichen *Fotosetzgeräte und Computer* werden auch handwerklich zur Schriftgewinnung eingesetzt.

Das Neoprint-Verfahren ist ein Stempelverfahren (**6.**26). Es arbeitet mit verschiedenen Buchstabenformen und -größen in Stempelform und mit verschiedenen Farben. Der Buchstabenabstand wird durch eine einstellbare Skala auf der Anlegeschiene reguliert. Die Farbmittel sind lichtecht, wisch- und wetterbeständig. Dieses Verfahren wird nur noch selten angewendet.

6.26 Neoprint-Beschriftung

6.10.2 Fahrzeugbeschriftung

Beschriftete Fahrzeuge gehören heute in den Alltag. Überlegen Sie, welche Fahrzeuge aus welchen Handelszweigen Ihnen begegnet sind. Wie waren sie beschriftet (Art, Größe und Farbe)?

Für die Auswahl der Farben spielt ihre symbolische Wirkung eine Rolle (s. Abschn. 4.7). Starkfarbige Flächen sollen neutrale Schriftfarben bekommen, z. B. Schwarz, Weiß oder Grau. Neigen zwei Farben zum „Flimmern" (z. B. Blau auf Rot), hilft gewöhnlich ein Konturieren der Buchstaben. Starkleuchtende Flächen kann man vorher mit Weiß unterlegen; es steigert die Leuchtkraft.

Typ und Form des Fahrzeugs sind zu berücksichtigen; denn Schrift und Fahrzeug müssen in einem guten Größenverhältnis zueinander stehen. Entsprechend sind die zu beschriftenden Flächen auszusuchen, wobei man Vorder- und Rückfront nicht vergessen darf. Die an sich langgestreckte Form der meisten Fahrzeuge soll nicht durch senkrechte Unterteilungen, aber auch nicht zu kontrastreiche waagerechte Teilungen beeinträchtigt werden. Die wichtigsten Wörter sollen sich nach Möglichkeit in Augenhöhe befinden (**6.**27). Lange Wörter nicht in Versalien anbringen.

6.27 Beschriftung eines Fahrzeugs

Untergrund und Beschriftung. Eine gute Haltbarkeit der Beschriftung wird nur bei Beachtung der Lackierart und entsprechenden Vorarbeiten erreicht. Die zu beschriftende Wagenfläche kann man kaum anschleifen. Sie muss besonders sorgfältig gereinigt werden, vor allem von Pflegemitteln bei Altlackierungen.

Acryl-Lackierungen sind ebenfalls lösemittelfest und sollten deshalb innerhalb von 3 Tagen nach der Lackierung beschriftet werden, am besten ebenfalls mit Acryl-Autolack. Ältere Lackierungen reibt man leicht mit Nitroverdünnung an.

Thermoplastische Acryl-Lackierungen lassen sich nur mit thermoplastischen Acryl-Autolacken beschriften. Hier kann man auch keine Spritzfolie einsetzen. Man reinigt mit Silikonentferner und entfernt später auch damit das Anlegemittel. Zwischen den Spritzgängen muss das Lösemittel gut abdunsten. Abdeckpapier bzw. Folie sind sofort zu entfernen, sonst können sie festkleben.

Kunstharzlackierungen, luftgetrocknet oder bei 60 °C, sind mit Silikonentferner zu reinigen und mit einem Kunststoff-Schleifkissen leicht anzurauen. Es wird farbloser Zwischenprimer vorgespritzt, 1/2 Kreuzgang. Nach dem Abdunsten beschriftet man mit Kunstharz-Autolack.

PVC-Planen-Beschriftung erfordert eine Vorprobe. Notfalls muss die Lackfabrik geeignete Werkstoffe nachweisen (Probe einsenden). Die Plane wird mit Nitroverdünnung gereinigt. Zur Beschriftung dienen besondere Schriftfarben. Nach der Beschriftung darf die Plane erst am nächsten Tag gerollt oder der Witterung ausgesetzt werden.

Das Siebdruckverfahren eignet sich vor allem, wenn eine kleinere Serie Fahrzeuge gleiche Beschriftungen erhalten soll. Die Anwendung auf Türen (ausgehängt), Seiten- und Rückteilen der Fahrzeuge ist möglich (s. Abschn. 6.11).

Schablonen-Spritzverfahren. Hier werden die Schriften aus selbstklebendem, transparentem Spezialpapier herausgeschnitten. Um ein Unterlaufen des Farbmittels unter der Schablone zu verhindern, empfiehlt sich ein Ausspritzen der Buchstaben mit farblosem Transparentsealer (Füller).

Schriftzüge und Firmenzeichen bekannter Unternehmen werden als abziehbare Kunststofffolien durch Spezialfirmen geliefert. Der Untergrund ist mit einer Wasser-Spülmittel-Lösung anzufeuchten; nach dem Abziehen der Schutzfolie wird das Zeichen genau angelegt. Auf noch feuchtem Grund kann man die Lage noch korrigieren. Danach drückt man mit einem Kunststoff-Quetscher (Rakel) von der Mitte nach den Rändern an, wobei alles Wasser entfernt werden muss. Die Kanten sind besonders sorgfältig anzudrücken.

Abziehverfahren. Es gibt Abziehbilder für zahlreiche Erzeugnisse (Markenfabrikate, Firmenzeichen); gedruckt sind die Bilder auf zweischichtigem Papier. Man streicht einen mitgelieferten Kleber mit dem Pinsel gleichmäßig auf das Bild; der Kleber soll ≈ 3 bis 15 Min. anziehen. Inzwischen streicht man die zu beklebende Fahrzeugfläche mit einer Wasser-Spülmittel-Lösung ein und legt das Abziehbild blasenfrei an. Nach dem Anreiben zieht man von einer Ecke her das dicke Schutzpapier ab. Das noch verbleibende Seidenpapier ermöglicht ein letztes Anrollen; es lässt sich nach gutem Anfeuchten ebenfalls abziehen. Die das Bild umgebenden Kleberreste werden mit Testbenzin entfernt, und zwar über die Kanten der Bilder nach außen. Zum Schluss wird alles mit einer Wasser-Spülmittel-Lösung nachgewaschen.

6.10.3 Schriftcomputer

Mit computergesteuerten Schriftsystemen kann man eine große Anzahl von Schriften für vielfältige Beschriftungen rationell zeichnen, gegebenenfalls Pausen stechen und aus den handelsüblichen Folien schneiden. Die Schriften und Zeichen lassen sich schnell strecken und stauchen, verzerren, bogen-, wellen-, kreis-, zylinder- und kugelförmig, optisch räumlich

oder in Perspektive und in beliebiger Neigung kursiv oder in Spiegelschrift setzen und mit Umrandungen (Konturen) darstellen.

Während auf dem Grafikbildschirm der Auftrag originalgetreu in Schrift und Bild (Signet) mehrfarbig wiedergegeben wird, erscheinen auf dem Dialogbildschirm alle dazu erforderlichen Informationen – die Daten und Positionsangaben. Die Bedienungstastatur entspricht der deutschen Schreibweise. Das Digitaltablett mit der Maus (Tastensensor) dient zur digitalen Eingabe von Bildern, Signets, Firmenlogos und Schriftzügen.

Es erfasst auch ungenaue Zeichnungen mit wackligen Konturen und macht daraus genaue Zeichnungen mit exakten Konturen. Die Zeichnungen lassen sich korrigieren, verändern, mit Schriften und Texten mischen. Alle Aufträge speichert der Computer auf einen Datenträger. Von dort können sie jederzeit wieder abgerufen werden.

Schneller noch als durch Digitalisieren kann man Schriftzüge und Signets mittels eines Scanners einlesen.

Der Grafikdrucker liefert die Angaben beider Bildschirme einschließlich der Zeichnungen. Ein Entwurfsplotter zeichnet originalgetreu (mehrfarbig) im Verhältnis zum eingegebenen Papierformat. Der Rollenplotter zeichnet und schneidet genau, schnell und leise die Buchstaben und Zeichen in beliebiger Größe und Anzahl auf die Folie (**6.**30).

6.10.4 Desktop-Publishing (DTP)

Als Alternative zur Schrift- bzw. Satzherstellung auf traditionellen Fotosatzanlagen und der Reprografie auf großformatigen Reproduktionskameras lassen sich mit Desktop-Publishing-Programmen vollständige Druckvorlagen an einem Personalcomputer erstellen.

Damit kann ein Fachmann am Schreibtisch das Layout von Publikationen gestalten – von Werbedrucksachen, kompletten Zeitschriften und Büchern bis hin zu Werbeobjekten des Malers, Schauwerbegestalters, Schilder- und Lichtreklameherstellers.

Die Erfassung von Text- und Bilddateien und ihre Weiterverarbeitung bis zur fertigen Druckvorlage an einem DTP-Arbeitsplatz führte zu dem englischen Kunstwort „Desktop-Publishing", das wörtlich übersetzt „Schreibtisch-Veröffentlichung" heißt.

Über Zusatzprogramme wie Zeichen- und Grafikprogramme werden technische Zeichnungen und Grafiken erstellt. Farbbilder und Fotografien werden von einem Scanner oder einer Videokamera digitalisiert und mit zugehöriger Software anschließend nach „allen Regeln der Kunst" retuschiert.

Nach dem Laden der Text- und Bilddateien in das Desktop-Publishing-Programm kann der Layoutgestalter die Bilder vergrößern oder verkleinern, beschneiden, Raster- und Kontrastwerte korrigieren, die Schrift nach den typografischen Regeln verändern (manipulieren), Linien und Rasterflächen ergänzen und schließlich die so aufbereiteten Bild- und Textelemente frei plazieren, bis die Seite bzw. Werbefläche genau seinen Vorstellungen entspricht.

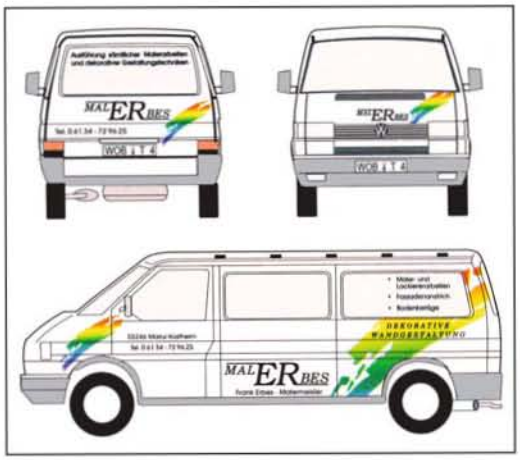
Ebenso kann er das zu beschriftende Werbeobjekt (z. B. ein Fahrzeug, eine Leuchtreklame) digitalisieren und auf dem Monitor darstellen, um anschließend mit DTP einen Entwurf für den Kunden anzufertigen.

Das fertige Layout wird auf einem Laserdrucker mit der Qualität von Fotokopiergeräten oder auf einem Laserbelichter ausgegeben, der mit einem Laserstrahl Fotomaterial mit einer Auflösung von 1 000 000 Punkten je cm^2 belichtet. Die negativ bzw. positiv belichteten Filme sind die Vorlagen für Druckplatten und Siebdruckformen. Druckvorlagen eines Mehrfarbendrucks werden getrennt nach Farbauszügen ausgegeben.

Zur Ausstattung eines Desktop-Publishing-Arbeitsplatzes gehören ein Personalcomputer mit Großbildschirm, ein Scanner sowie ein Drucker mit hoher Auflösung und die entsprechende Software für die Text- und Bildverarbeitung.

Der ständig wachsende Einsatz des Computers in allen Bereichen der Wirtschaft zwingt insbesondere die beruflichen Schulen zur flexiblen Auseinandersetzung mit den sich rasch ändernden beruflichen Inhalten. So gewinnt der EDV-Unterricht, vorrangig der Umgang mit professioneller Grafik-Software, einen zunehmend höheren Stellenwert.

Fahrzeugdesign. Fahrzeugbeschriftungen werden mit einer Grafik-Software (z. B. Corel Draw, Adobe Illustrator) erstellt. Firmenlogos und Schriftelemente werden auf der Fahrzeugmaske plaziert, so dass ein möglichst realistisches Bild entsteht (**6.**28).



6.28 Fahrzeugbeschriftungen

Laserbelichter dienen zur Erstellung von Kopiervorlagen auf Fotomaterial für den Siebdruck. Mit Schneidprogrammen (z. B. EuroCut und Easycut) und Digitaldruckmaschinen werden die Entwürfe schnell und wirtschaftlich auf selbstklebenden Folien umgesetzt (**6.**29 und **6.**30).

6.29 Drucker

6.30 Schneidplotter

Die Siebdrucktechnik kommt in der Regel dann zum Einsatz, wenn höhere Stückzahlen gefragt sind. Digitaldruck wird bei geringen Auflagen und komplexen Grafiken und Fotos eingesetzt. Mit Schneidplottern werden klar abgegrenzte Schriften, Formen und Farbflächen erstellt.

Mit Farbkopierern, Tintenstrahl- und Laserdruckern lässt sich eine gute Bildqualität erreichen. Man kann somit im Voraus – zum Vorteil für Hersteller wie Kunden – das Aussehen des Endprodukts beurteilen und Änderungen in Form und Farbe ohne wesentlichen Aufwand noch vor der Produktion vornehmen.

6.31 Vakuumdrucktisch mit Handdruckanlage

6.11 Siebdruck

Die Siebdrucktechnik hat im Zug der technischen Entwicklung heute einen hohen Stand erreicht und wird auch in unserem Berufsfeld angewendet. Im Siebdruckverfahren lassen sich auch kleine Auflagen und Stückzahlen schnell herstellen, vor allem Schilder, Beschriftungen, Plakate und figürliche Darstellungen und Dekorationen an Raumteilen und Möbeln sowie in der Fahrzeugbeschriftung.

Vorteile

- Die Technik ist leicht erlernbar und lässt sich auf allen Untergründen anwenden (Papier, Pappe, Holz, Kunststoff, Putz, Glas, Textilien, Metall usw.).
- Es werden nur wenige, einfache Geräte gebraucht.
- Siebdruck lässt sich auf waagerechten und senkrechten Flächen einsetzen, also auch an Deckenflächen. Dazu auf Flächen beliebiger Größe, auch auf gekrümmten Flächen.
- Er ermöglicht kleine Druckauflagen und solche von mehreren tausend Stück. Ein besonders lohnenswertes Anwendungsgebiet ist die Anfertigung von Verkehrs- und Hinweisschildern.

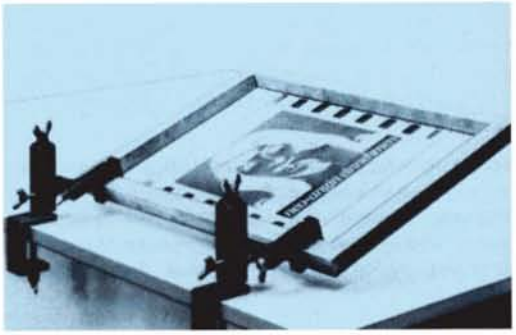
Die Siebdruckschablone ist der eigentliche Druckträger. Er wird mittels einer Einspannvorrichtung wegklappbar an einer Arbeitsplatte montiert. Mit einer Rakel (Gummiabstreifer) wird die Druckfarbe über die ganze Fläche verteilt und durch die freien Maschen des Gewebes gedrückt. An diesen Stellen bedeckt sie nachher die darunterliegenden Flächen, das Druckgut. Siebdruck ist demnach ein Durchdruckverfahren, ein Beschichtungsverfahren.

Im Grunde ist das Siebdruckverfahren eine Schablonentechnik, bei der eine pastöse Druckfarbe durch ein Sieb mit feinen Maschen auf eine Fläche aufgetragen wird. Jeder Untergrund kann bedruckt werden, wenn man mit geeigneten Schablonen arbeitet und die richtige Druckfarbe nimmt.

Siebdruckeinrichtung (6.31). Zum Siebdrucken benötigt man:

a) den Siebdruckrahmen aus Metall, Aluminium, seltener aus Holz, Er ist in mehreren Größen erhältlich (z. B. DIN A0, A1, A2) oder auch selbst herzustellen. Spannleisten oder Klemmgeräte gehören dazu;

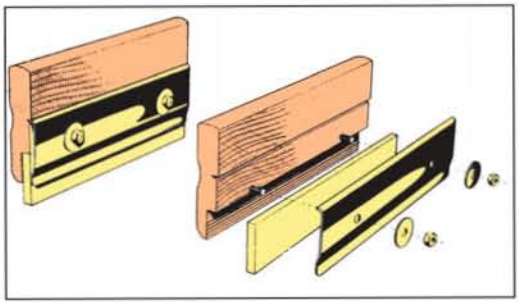
b) einen Drucktisch, der auf einer Seite eine drehbare Vorrichtung hat, woran der Druckrahmen befestigt und an Scharnieren hoch- bzw. heruntergeklappt werden kann (6.32). Praktischer und rationeller arbeitet man an einem Siebdrucktisch mit einer Vakuumdruckplatte (Vakuum = luftleerer Raum). Durch Ansaugen wird das Druckgut (z. B. Papier, Pappe) während des Druckvorgangs festgelegt, fixiert;



6.32 Tischplatte mit Siebdruckzwingen und -rahmen

c) **das Siebdruckgewebe,** feinmaschig, möglichst abrieb- und reißfest, aus Polyamid- (Perlon, Nylon) oder Polyestergaze als Schablonenträger. Feinheit etwa 10000 bis 14400 Maschen je cm^2 bei einer Maschenweite von 25 und 50 µm;

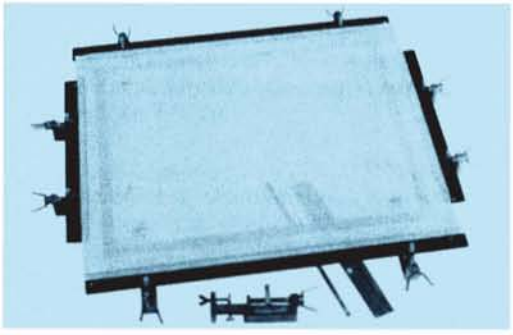
d) Gummirakel in mehreren Breiten, aus Holz, Kunststoff oder Metall, mit einer Ziehkante aus Gummi (6.33).



6.33 Gummirakel

Aufspannen des Druckgewebes. Die Gaze, das Gewebe oder Sieb werden auf den Rahmen zugeschnitten und ≈ 3 cm über den Rahmen hinausragend auf einer Seite durch Annageln oder Festklammern mit der Klammerpistole, mit Siebklebstoff oder mit Hilfe von Klemmleisten befestigt. Man spannt zuerst zur Mitte der gegenüberliegenden Seite und befestigt dort dann nach den beiden Seiten.

Beim Spannen des Gewebes ist darauf zu achten, dass es fadengerade (winklig) aufgezogen wird und straff sitzt.

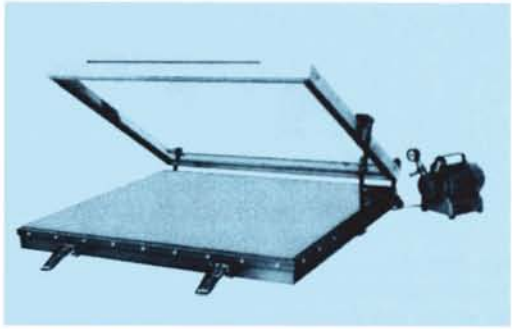


6.34 Spanngerät mit aufgespanntem Rahmen

Zweckmäßig ist die Benutzung von Spanngeräten oder bereits fabrikmäßig gespannter Rahmen (**6.**34). Eine zusätzliche Verklebung des Gewebes entlang des Rahmens, das Aufnageln von Leisten oder Einschieben von Spannleisten – bei entsprechend profilierten Rahmen – verstärken die Haltbarkeit des Siebs.

Die Druckschablone (Kopiervorlage) kann durch verschiedene Verfahren gewonnen werden: Tuschezeichnung auf transparente Folie, Verwendung von Anreibeschriften, durch Ausschneiden von Motiven (Buchstaben, Zeichen) aus lichtundurchlässigem Material oder durch Schneiden spezieller Siebdruckfilme. Diese Arbeiten werden auf einer ebenen Glasplatte ausgeführt. Alle Kopiervorlagen im Siebdruck entsprechen dem späteren Druckbild, sie sind dia*positiv*.

Die Kopie ist das Übertragen der Druckschablone auf das Drucksieb. Dazu wird das Sieb im verdunkelten Raum bei Gelblicht mit einer lichtempfindlichen Kopierlösung gleichmäßig beschichtet und getrocknet. Dann befestigt man die Druckschablone auf der Glasscheibe eines Kopiergeräts und legt das Drucksieb mit der Gewebeseite zum Glas darauf (**6.**35). Mit dem Licht einer Kopierlampe wird nun eine bestimmte Zeit belichtet (**6.**36). Ein Belichtungsversuch ist anzuraten.



6.35 Tischkopiergerät mit Vakuumansaugung

Druckschablonen können durch manuelle (mit der Hand) oder fotomechanische Verfahren hergestellt werden. Dabei müssen die später druckenden und nicht druckenden Partien scharf voneinander getrennt sein.

Alle druckenden Elemente müssen vollkommen deckend erstellt werden.

Bei der Kopie werden die *lichtdurchlässigen* Partien der Druckschablone gehärtet. Die *lichtundurchlässigen*, bedeckten Teile werden dabei nicht gehärtet, bleiben wasserlöslich. Sie werden anschließend in einem Wasserbad herausgewaschen und sind im Sieb die farbdurchlässigen Partien.

Für das Kopieren und Drucken gibt es auch ein Vielzweckgerät für beide Arbeitsgänge. Zusätzlich ist es für alle Entwurfs-, Zeichen- und Schneidearbeiten geeignet, besonders für den handwerklichen Siebdruck und kleinere Auflagen.

Fotoschablonen. Neben den erwähnten manuellen Techniken zur Gewinnung von Druckschablonen haben sich Fotoschablonen gut

a) b) c)

6.36 Arbeitsgänge beim Siebdruck
a) Die seitenverkehrt eingelegte Kopiervorlage bei der Belichtung
b) Druckfertiges Sieb mit eingelegtem Druckpapier, durch Anschlagmarken in der Lage fixiert
c) Drucken mit leicht nach vorn gehaltener Rakel

6

eingeführt. Für den Plakatdruck und für Rasterdrucke ist diese Technik unentbehrlich geworden. (*Raster*: Betrachten Sie durch ein Vergrößerungsglas Schrift und Bild einer Tageszeitung und einer farbigen Illustrierten.) Bei der Herstellung von Fotoschablonen werden bestimmte Einzeltechniken der Fotografie angewendet.

Die direkte Kopiermethode wirkt auf einer lichtempfindlichen Schicht direkt auf das Siebgewebe. Ein wichtiger Vorteil liegt darin, dass man fotografisch gewonnene Diapositive anwenden und große Plakate drucken kann.

Bei dem Verfahren wird eine flüssige Kopierlösung, die durch Kaliumbichromat lichtempfindlich gemacht wurde, gleichmäßig auf das saubere, gespannte und entfettete Sieb aufgetragen. Die Schicht trocknet in einer Dunkelkammer und wird dabei lichtempfindlich. Das Druckmotiv bringt man mit Hilfe eines Dias durch Belichten auf, aber auch durch Bearbeiten einer durchsichtigen Folie mit bestimmten Deckfarben. Beim anschließenden Entwickeln werden die Teile des Gewebes freigelegt, die beim Drucken Farbe durchlassen sollen.

Die indirekte Kopiermethode (Nasskopie) wird mit einem Pigmentpapier und einer Übertragungsfolie, also indirekt, durchgeführt. Dieses Verfahren ist zwar umständlicher, aber für Drucke geeignet, die größte Feinheiten in der Darstellung bringen sollen (z. B. kleine Schriften).

Das Pigmentpapier wird zusammen mit der Übertragungsfolie in einer Entwicklerschale lichtempfindlich gemacht, sensibilisiert. Belichtet wird ebenfalls mit dem Dia „Schicht auf Schicht" liegend. Bei der Entwicklung in einem Wasserbad wird das Pigmentpapier unter Wasser abgezogen. Danach wird die gehärtete Gelatineschicht (der eigentliche Bildträger) auf einer Glasplatte auf, besser in das gespannte Sieb gedrückt (übertragen) und getrocknet. Erst dann wird die Folie vollkommen abgezogen und die Schablone entschichtet.

Die direkte Kopiermethode ist ziemlich einfach; hier bringt man die lichtempfindliche Schicht *direkt* auf das Sieb.

Bei der indirekten Kopiermethode geschieht die Übertragung auf das Sieb mit Hilfe eines lichtempfindlich gemachten Pigmentpapiers, also *indirekt*.

Drucken. Bei der Wahl der Druckfarben muss man die Art der Schablone berücksichtigen, damit sie nicht durch die Einwirkung des in der Farbe enthaltenen Lösemittels auf dem Sieb zerstört wird.

Die Innenkanten des Rahmens werden mit Klebeband abgeklebt, damit keine Farbe zwischen Rahmen und Gewebe fließen kann (**6.**37). Den Rahmen schraubt man an der Schwinge fest oder befestigt ihn beweglich auf der Druckunterlage.

Anlegen der zu bedruckenden Fläche winkelgerecht unter dem Sieb. Der Rahmen ist hochgeklappt. Das Sieb darf auf der Druckfläche aufliegen. Zwischen Sieb und Druckunterlage muss ein Abstand von ≈ 2 mm sein.

Damit jedes Druckgut winkelgerecht unter das Sieb kommt, macht man mit Selbstklebeband o. Ä. auf der Druckunterlage eine Markierung (**6.**36b).

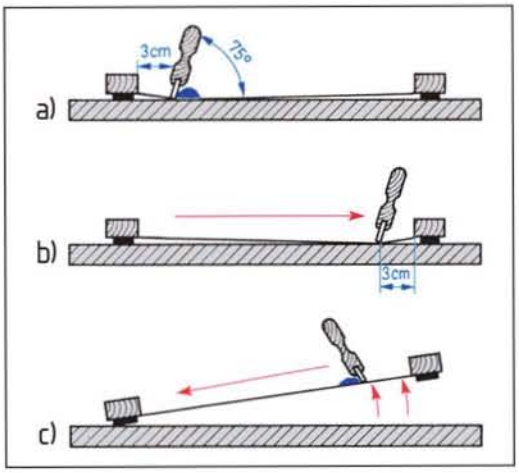
Die erste unterlegte Druckfläche dient zum Probedruck. Damit sich leichtes Druckgut (z. B. Papier) durch das Herunterklappen des Rahmens nicht verschiebt, sprüht man die Druckplatte mit einem Adhäsivspray ein. Danach wird etwas Druckfarbe auf einer Seite des Siebs aufgegossen und mit der Rakel unter gleichmäßigem Druck und einer Winkelhaltung von ≈ 75° über die ganze Fläche gezogen (**6.**36c und **6.**37).

Hochklappen des Rahmens und Prüfen der Druckqualität ist der nächste Schritt. Dabei ist auf die Viskosität der Farbe zu achten, denn sie bestimmt die Konturenschärfe.

Der Farbverbrauch beträgt bei einer Druckgröße von DIN A3 ≈ 150 g Farbe für 100 Drucke. Die bedruckten Gegenstände legt man zum Trocknen in Trockengestelle.

Damit das Sieb bei längerer Druckunterbrechung nicht eintrocknet, besprüht man es mit einem „Sieböffner". Danach ist zwei- bis dreimal auf Makulatur zu drucken.

Nach dem Druck sind alle Arbeitsgeräte, besonders die Siebdruckschablone und Rakel, zu reinigen. Dazu benutzen wir nur das Reinigungsmittel, das für die jeweilige Farbsorte vorgesehen ist. Es gibt auch Siebwaschanlagen zum Reinigen. Gereinigte Siebe kann man mit Entschichtungsmitteln für eine neue Verwendung vorbereiten.



6.37 So arbeitet man richtig mit der Rakel
a) Rakel aufsetzen, mit beiden Händen außen fassen, unter gleichmäßigem Druck ziehen.
b) Rakel nicht bis zum Ende ziehen!
c) Mit geringem Druck Farbe zurückstreichen (sie tropft nicht durch), wodurch ein schnelles Eintrocknen des Siebes verhindert wird.

Für die verschiedenen Untergründe sind spezielle Siebdruckfarben lieferbar. Für jede Sorte gibt der Hersteller genaue Vorschriften, die unbedingt beachtet werden müssen.

Plakat-, Öl- oder Lackfarben eignen sich nicht; sie sind zu grobkörnig und verstopfen das Druckgewebe.

Nach dem Drucken muss das Sieb sofort mit einem der Farbe entsprechenden Lösemittel gereinigt werden. Die Schablone löst sich beim Reinigen ab; das Gewebe ist für weitere Druckarbeiten verwendbar.

6.12 Papier und Karton

6.12.1 Herstellung und Arten

Papier ist ein im Wesentlichen aus pflanzlichen Fasern bestehender Werkstoff. Die verwendeten Fasern beeinflussen entscheidend die Papiereigenschaften.

Zur Papierherstellung werden verschiedene Rohstoffe eingesetzt:

Holzschliff aus feinem Sägemehl von vorwiegend Fichtenholz für einfache Papiere (Zeitungspapier), ist billig, vergilbt schnell.

Zellstoff ein höherwertiger Faserstoff aus pflanzlichen Rohstoffen, (Nadel- und Laubhölzer, Stroh, Zuckerrohr, Alfagras), hohe Festigkeit, geschmeidig, vergilbt kaum, für hochwertige Papier- und Fasererzeugnisse.

Hadern aus Leinen- und Baumwolllumpen, für hochwertige Papiere (Banknoten, Dokumentenpapiere).

Altpapier aus gebrauchtem Papier mit einem Zusatz von neuem Papier, vielfältige, unterschiedliche Papierqualitäten (Papiere, Pappen).

Der mit Wasser angesetzte Halbstoff (Rohstoff) wird mit Leim, Färb- und Füllstoffen häufig auch optischen Aufhellern zur Papiermasse aufbereitet. Der Papierbrei läuft über ein umlaufendes endloses Sieb, dort lagern sich die Fasern neben- und übereinander an, dabei läuft das Wasser ab. Von dort wird die Papierbahn über Nass- und Trockenwalzen und durch ein Glättwerk zum Aufrollen geführt.

Papierarten. Anzahl und Arten sind fast unbegrenzt, aus über 100 Papierarten eine Auswahl:

Maschinenglattes Papier = Papier wie es aus der Maschine kommt, ohne zusätzliche Nachbehandlung, für einfache Drucksachen, Zeitungen, Bücher.

Maschinengestrichenes Papier = eine oder beide Seiten gestrichen, für Mehrfarbendrucke z. B. Fachzeitschriften, Fachbücher, Broschüren, Prospekte, Buntpapier.

Satiniertes Papier = zwischen hochpolierten Stahlzylindern (Kalander) unter Druck verdichtetes und geglättetes Papier, für hochwertige Drucksachen und Bücher.

Karton = ein- oder mehrlagiges, dickeres Papier, gestrichen oder ungestrichen. Für hochwertige Verpackungen, Buchdeckel, Papierbecher, Milch oder Saftverpackungen.

Pappe = mehrlagig übereinandergelegtes Faservlies, Benennung je nach Rohstoff (Holz/Holzpappe, Altpapier/Graupappe) oder Verwendung (Deko-, Kartonagenpappe) oder Struktur (Wellpappe).

Aquarellpapier. Raues oder strukturiertes Zeichenpapier, Wasserfarben (Aquarellfarben) werden von dem Papier aufgenommen, können aber nicht durchdringen, dehnt sich beim Befeuchten stark aus.

Pergamentpapier. Festes Papier mit hoher Nassfestigkeit, Fettdichtigkeit und Reinheit, hornhautähnlich, leicht durchscheinend. Zur Verpackung von Lebensmittel, als Trennpapier in der Industrie und als Dekopapier.

Krepppapier. Schmiegsames, dehnbares Papier das durch Stauchen (Kreppen) der feuchten Papierbahn entsteht. Zur Dekoration, Verpackung, für Abdeckarbeiten, als Hygiene- und Filterpapier.

Löschpapier. Voluminöses, saugfähiges, füllstoffreiches Papier meist aus reiner Baumwolle und Zellstoff. Hohe Benetzbarkeit und Saugfähigkeit, zum Aufnehmen von Flüssigkeiten.

Packpapier. Vielfältige Papiere mit unterschiedlichen Eigenschaften (Reiß-, Knitter-, Scheuerfestigkeit, Elastizität, Steifigkeit) zur Verpackung und für Abdeckarbeiten. Durch Zusätze werden Packpapiere nassfest, wasserabweisend, aroma- und wasserdampfdicht.

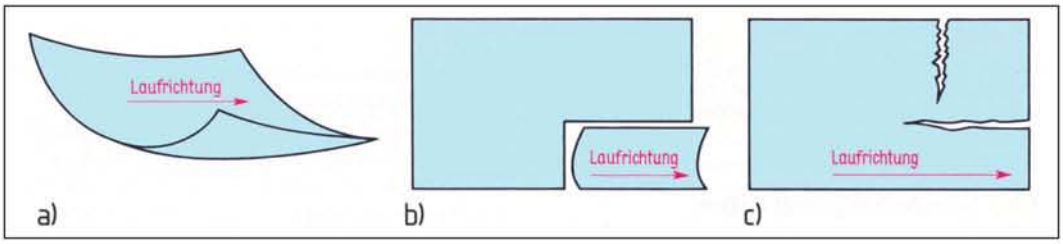
Silikonpapier. Durch Beschichten mit Silikon erhält man „antiadhäsive“ Papiere. Sie verhindern das Ankleben von klebrigen Stoffen, Folien und selbstklebenden Papieren (z. B. Etiketten).

Zeichenpapier. Holzfreie und holzhaltige Qualitäten, meist in der Oberfläche geleimt, wenig durchscheinend, radierfest und häufig auch abwaschfest. Für Zeichen- und Maltechniken mit unterschiedlichem Gewicht.

6.12.2 Papiereigenschaften

Oberfläche. Man unterscheidet zwischen der Sieb und der Filzseite. Die bei der Herstellung dem Sieb zugewandte Seite (Siebseite) erkennt man an der Siebmarkierung. Durch Anhäufung von Füllstoffen hat die Filz- oder Schönseite eine geschlossene Oberfläche (trägt die Druckmuster der Tapeten).

Transparenz ist der Grad der Lichtdurchlässigkeit. Holzfreie Papiere sind im Allgemeinen transparenter als holzhaltige. Sehr transparente Papiere braucht man für Schrift- und andere Pausen.



6.38 Laufrichtung
a) Feuchtigkeitsprobe bei Papier, b) Feuchtigkeitsprobe bei Karton, c) Reißprobe bei Papier

Leimung. Leim dient dazu, das Papier beschreibbar zu machen und besondere Eigenschaften zu erzielen. Z. B. müssen Schreibpapiere eine Vollleimung haben, Aquarellpapiere nicht.

Laufrichtung ist die Richtung, in der das Papier durch die Papiermaschine läuft. Dabei legen sich die Fasern überwiegend in diese Richtung. Papier weist in dieser Richtung meist eine größere Festigkeit und Steifigkeit auf. Papier ist sehr wasserempfindlich, es verändert durch Feuchtigkeit seine Abmessung (z. B. Tapete) und reißt leicht. Beim Streichen oder Kleben dehnt es sich vor allem in der Dehnrichtung, weniger in der Laufrichtung. Tapetenpapiere werden in der Laufrichtung bedruckt, sie dehnen sich besonders in die Breite. Zur Prüfung der Laufrichtung gibt es zwei Verfahren:

Feuchtigkeitsprobe. Man schneidet aus der Bogenseite ein etwa spielkartengroßes Stück heraus, legt es einen Augenblick vorsichtig in eine Schale mit Wasser und nimmt es dann mit der nassen Seite auf die flache Hand. In der sich bildenden Krümmung liegt die Laufrichtung (**6.**38a). Dasselbe gilt für angefeuchteten Karton (**6.**38b).

Reißprobe. Beim langsamen Einreißen eines Stück Papiers in zwei Richtungen zeigt die Laufrichtung geradere Kanten (**6.**38c).

Flächengewicht (flächenbezogene Masse)

Papiere unterscheidet man außer nach Stoff- und Oberflächenbeschaffenheit auch nach Gewicht. Das Flächengewicht gibt an, wie viel 1 m^2 der Papiersorte wiegt (z. B. 150 g/m^2 = 1 m^2 des Papiers wiegt 150 g). Danach teilt man in Papier, Karton und Pappe ein.

Von Papier spricht man nach DIN 6730 von einer Flächenmasse von 7 bis 150 g/m^2, über 150 g/m^2 von Karton.

Beispiele

Zeitungspapier 52 g/m^2
Schreibmaschinenpapier 80 g/m^2
Postkartenkarton 170 g/m^2

Pappe. Flächengewicht > 600 g/m^2.

DIN-Formate. Papiere und Karton sind nach DIN genormt. Ausgangsformat ist DIN A0 (= 1 m^2 groß). Durch Bogenhalbierung entsteht jeweils das nächstkleinere Format. Für Papiere nimmt man vorzugsweise die A-Reihe, für Pappen oft die B-Reihe, für Umschläge die C-Reihe. Um Quer oder Hochformat eindeutig zu bestimmen, nennt man grundsätzlich zuerst die Breite und dann die Höhe (Tab. **6.**3).

Tabelle **6.**3 DIN-Formate der A-Reihe

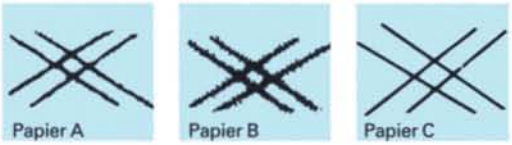
Format	mm	Format	mm
DIN A0	841 × 1189	DIN A4	210 × 297
DIN A1	594 × 841	DIN A5	148 × 210
DIN A2	420 × 594	DIN A6	105 × 148
DIN A3	297 × 420		

Bei den Papierformaten wird stets die Breite vor der Höhe angegeben, um Hoch- und Querformat unterscheiden zu können. Nach dem Flächengewicht unterteilt man zwischen Papier, Karton und Pappe.

Wichtig für das Kleben von Papieren ist die Laufrichtung, denn quer zu ihr dehnen sich die Papiere stärker.

Saugfähigkeit gegenüber wässrigen Flüssigkeiten hängt von der Papierleimung ab. Von manchen Papieren wie Löschpapier, Filterpapier, Makulaturpapier und Abwischpapier verlangt man hohe Saugfähigkeit. Von Schreib- und Druckpapieren, Tapetenpapier und Ab-

deckpapier dagegen eine geringere Saugfähigkeit, also eine gute Leimung.



6.39 Verlaufsbild bei unterschiedlicher Saugfähigkeit von Papieren, Federstrichprobe

Die Saugfähigkeit lässt sich prüfen durch die „Federstrichprobe". Zieht man mit Tinte, Tusche oder Wasserfarbe Linien über ein Papier, so kann man am Verlauf, erkennen, wie stark ein Papier saugt (6.39). Ölige Bindemittel werden von den meisten Papieren schnell aufgenommen, sie durchdringen das Papier.

6.12.3 Verwendung und Beschichtung

Der/die Maler/in und Lackierer/in verwendet Wandbeläge aus bedrucktem, geprägtem und geknittertem Papier. Zum Abdecken von Fußböden, Möbeln, Fenstern, Treppen und dergleichen wird neben der Kunststofffolie auch Abdeckpapier eingesetzt. Für Zeichen- und Dekorationstechniken wird Transparent- und Schablonenpapier benötigt. Als preiswerter Beschriftungsgrund für kurzlebige Mitteilungen, z. B. Preisschilder, Hinweisschilder, eignet sich besonders der Plakatkarton.

Der/die Fahrzeuglackierer/in verwenden Papier z. B. zum Abdecken von Fahrzeugteilen und zum Reinigen mit Silikonentferner.

Abdeckpapier. Bei allen Abklebe- bzw. Abdeckarbeiten ist zu überlegen, ob wegen der löslichen Druckfarben bedrucktes Papier geeignet ist. Spezielle Abdeckpapiere in unterschiedlichen Stärken, unbeschichtet, beschichtet oder mit aufkaschierten Folien lassen sich je nach der zu erwartenden Belastung einsetzen. Ihre Entsorgung ist einfach, umweltfreundlich und kostengünstig.

Schablonenpapier kommt bei der Schablonier-technik zum Einsatz. Es ist in unterschiedlichen Flächengewichten im Handel, ist glatt, schnittfest und fasert nicht aus. Muster oder Schriften werden auf der Vorderseite gezeichnet und mit einem scharfen Schablonenmesser ausgeschnitten. Vor dem Schablonieren sollte die geschnittene Schablone mit Leinölfirnis getränkt oder mit einem Isolierlack abgesperrt werden. Damit wird verhindert, dass das Papier aufweicht und die Schablone sich wellt oder schnell aufreißt.

Transparentpapier wird zum Aufpausen und Übertragen von Schriften und Formen verwendet. Es wird z. B. eingesetzt, um alte Muster von Wand- und Möbelflächen abzunehmen oder als Entwurfspapier. Es ist ein halbdurchsichtiges, sprödes Papier, das beim Lochen aufplatzt und nicht wieder einfällt. Transparentpapier gibt es als Bögen und Rollen in unterschiedlichem Flächengewicht, es ist sehr feuchtigkeitsempfindlich.

Plakatkarton wird für Plakate, Hinweisschilder, Preisschilder usw. eingesetzt. Er ist einseitig weiß oder farbig gestrichen. Zum Beschriften und Bemalen eignen sich am besten Plaka- oder Temperafarben, die gut decken und schnell trocknen. Plakatkarton lässt sich auf der gestrichenen Seite gut mit einem Filzstift/Marker beschreiben oder mit Stempelbuchstaben bedrucken. Nicht geeignet ist er für das Abkleben mit Klebebändern oder Selbstklebefolien zur Herstellung scharfer Konturen. Der Karton reißt beim Abziehen auf. Bleistiftlinien sollten nur wo nötig und sehr dünn gezogen werden und dann stehen bleiben. Jedes Radieren führt zu Glanzstellen.

Beschichtungsstoffe

Leim- und Dispersionsfarben sollen nicht zu dünn sein und gut decken. Sie sind flott aufzutragen, am besten mit einer feinen Farbwalze, damit die Oberfläche gleichmäßig leicht strukturiert ist und keine Pinselstreifen entstehen. Auch beim Pinselauftrag muss flott gearbeitet werden, da sich sonst die Papierfasern aufstreichen.

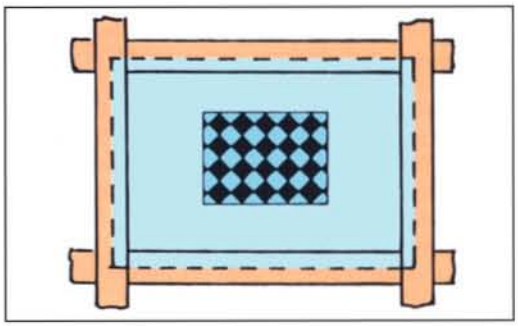
Temperafarben werden auf Papier, Pappe bzw. Plakatkarton für Schriften oder Malarbeiten eingesetzt. Sie sind nur wenig zu verdünnen, damit das Deckvermögen nicht leidet. Der Auftrag erfolgt überwiegend mit dem Pinsel. Da die Temperafarbe schnell antrocknet, muss der Farbauftrag flott erfolgen, um Ansätze zu vermeiden.

Lacke werden häufig für Überzüge eingesetzt. Sie sollen farblos, sehr hell, nicht vergilbend, elastisch, abriebfest und wasserunempfindlich

sein. Es kommen Kunstharz-, Spiritus- und Nitrolacke zum Einsatz. Geeignet sind jedoch auch wasserverdünnbare Werkstoffe auf Acryl- und Dispersionsbasis. Solche Überzüge werden aufgesprüht oder gespritzt (Spritzpistole, Spraydose). Lacke auf Papier sollen schnell verdunsten, um den Untergrund nicht zu sehr aufzuweichen oder anzuquellen.

Fixativ wird als farbloser Überzug zum Festigen von Kohle-, Blei- oder Kreidezeichnungen eingesetzt. Es darf die Farbtöne nicht verändern und soll matt auftrocknen. Fixative bestehen aus sehr hellen Kunst- und Naturharzen, die in Spiritus gelöst sind. Sie werden mit dem Mund über ein Blasröhrchen aufgesprüht oder mit der Spraydose aufgetragen.

Beschichtung. Papier wellt sich beim Auftrag von wasserverdünnbaren Beschichtungsstoffen. Es lässt sich deshalb am besten im verklebten bzw. aufgezogenen Zustand beschichten. Für Farbskizzen, Farbentwürfe, Schriften usw. eignen sich dickere Papiere, die vor dem Farbauftrag aufgezogen werden. Dazu nässt man das Papier auf der Rückseite gleichmäßig und satt mit einem Schwamm an und klebt es auf der Vorderseite mit Nass-Klebebändern (**6.**40, Breite 4 bis 5 cm) an. Die Klebebänder werden 1 bis 2 cm auf die Papierkanten geklebt und fest auf einem Reißbrett aus Holz angedrückt. Bei sehr spannungsreichem Papier sollte um die Hälfte versetzt ein zweiter Klebestreifen geklebt werden. Kunststoffbeschichtete oder lackierte Reißbretter sind wegen mangelnder Haftung der Klebestreifen nicht geeignet. Das durch Annässen gewellte (entspannte) Papier spannt sich beim Trocknen wieder glatt. Nach dem Trocknen lässt sich das aufgezogene Papier vollständig streichen oder bemalen ohne wellig zu werden. Große Flächen kann man aus rationellen Gründen auch spritzen.



6.40 Aufziehen von Zeichenpapier

Pappe wird vor allem gebraucht für *Plakate* des Schriftenmalers u. a. Berufe, ausgeschnittene *Buchstaben* für Werbezwecke und als Druckträger im Siebdruck (etwa dauerhafte Hinweise, Plakate, Schilder). Je nach Art und Dicke kann Pappe mit Leim- und Dispersionsfarbe sowie Temperafarben gestrichen oder gespritzt werden. Die Saugfähigkeit ist bei einfachen, billigen Pappen bedeutend größer als bei gepressten, teureren. Für wasserhaltigen Farben sind ausreichend dicke Pappen zu wählen. Bei einseitigen dicken Beschichtungen wird nach dem Trocknen fast immer ein Wölben auftreten, was sich durch Aufkleben oder Anheften vermeiden lässt. Für anspruchsvollere stabilere Objekte sollte man Weichfaser-Dämmplatten oder Hartfaserplatten nehmen, die sich auch gut bekleben lassen. Allerdings wölben sich die Platten nach der Glanzseite hin, wenn sie nicht ausreichend mit einem Träger verbunden sind.

Um das Wölben von Pappen oder Platten zu vermeiden, sollte auf der Rückseite Papier gegengeklebt werden, so dass die einseitige Spannung aufgehoben wird.

6.13 Textilien – Naturfasern und Kunstfasern

Textilien verarbeitet der/die Maler/in und Lackieren/in als Wandbekleidung (Textiltapete), Fußbodenbeläge, in geringem Umfang als Spannstoff z. B. für Wandflächen oder als Dämmstoff zur Wärmedämmung. Textilien dienen als Schriftträger (Transparente) oder als Unterlagsstoff. Sie werden eingesetzt zur Überbrückung von Rissen, Plattenstößen und Fugen, als Armierung unter Putz und zur Gestaltung von Wand- und Deckenflächen.

Arten. Rohstoffe für Textilien sind tierischer (Schafswolle, Ziegenhaare) und pflanzlicher Herkunft (Baumwolle, Hanf, Jute), in großem Maße jedoch Kunstfasern (Chemiefasern). Erkennen lassen sich die Fasern mit Hilfe der Brennprobe:

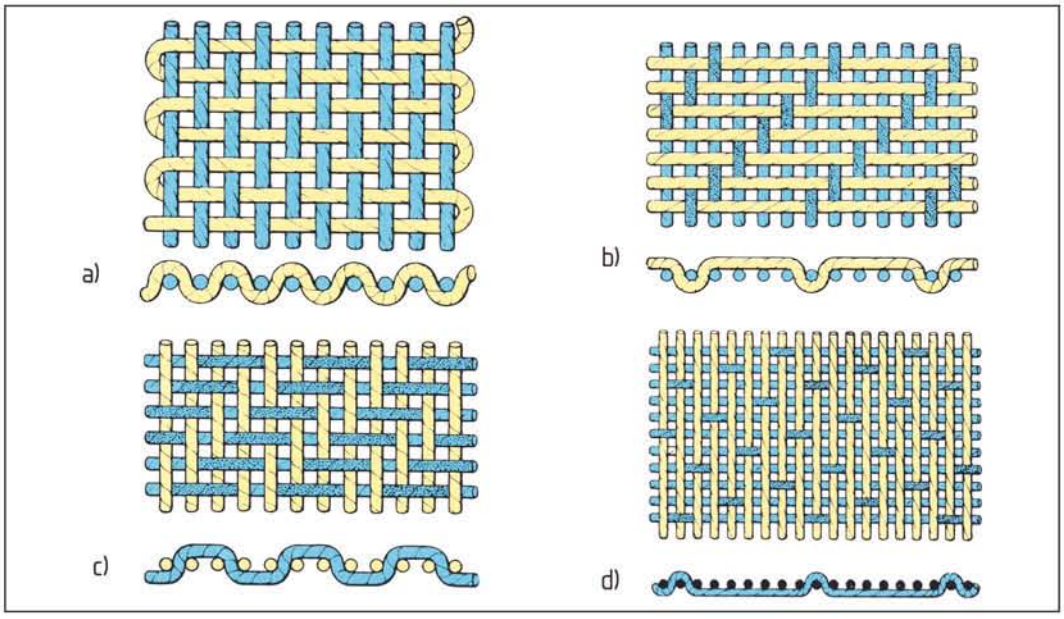
Pflanzliche Fasern brennen gut und gleichmäßig, glimmen etwas nach, hinterlassen kaum Asche und riechen nach verbranntem Papier;

Tierische Fasern verbrennen schlecht, mit flackernder Flamme, bilden graue Asche und riechen nach verbranntem Hörn;

Chemiefasern schmelzen bei Annäherung an die Flamme und bilden festhaftende Ascheknötchen.

Bindungen. Die Fäden werden in Webstühlen zu Geweben verarbeitet. Diese bestehen aus mindestens zwei Fadengruppen oder -richtungen: Die senkrechten Fäden bilden die *Kette*, die waagerechten den *Schuss*. Aus ihren Kreuzungen (für die verschiedene Möglichkeiten bestehen) ergeben sich die Bindungen. Nach einer bestimmten Fadenzahl wiederholt sich eine Bindung im Gewebe immer wieder. Daraus entsteht wie bei der Tapete der Rapport. Wir unterscheiden drei Grundbindungen:

- **Leinwandbindung** (Tuch- oder Taftbindung), die festeste Bindung, bei der Schussfäden immer nur über oder unter einem Kettfaden laufen (**6.**41a);
- **Köperbindung,** wobei der Schussfaden mehrere (mindestens zwei) Kettfäden überspringt und durch Verschiebung der Bindungsstellen Schräglinien im Gewebe entstehen (**6.**41b und c);
- **Atlas- oder Satinbindung,** in der Regel aus zweierlei Fäden, mit besonders glatter Oberfläche (**6.**41d).



6.41 Grundbindungen
a) Leinwandbindung, b) einseitiger oder ungleichseitiger Köper, c) gleichseitiger oder Doppelköper, d) Atlas- oder Satinbindung

Raumtextilien aus Naturfasern sind pflanzlichen und tierischen Ursprungs.

Pflanzliche Fasern sind: Baumwolle (Pflanzenhaare), Flachs, Jute, Hanf (Stängelfasern), Sisal, Kokos (Blattfasern). **Tierische Fasern sind:** Schaf-, Mohair-, Lama-, Alpaka-, Kaschmir-, Angorawolle, Kamelhaar, Rosshaar, Rinderhaar. **Seide (Echt- und Wildseite):** Maulbeerseide, Tussahseide.

Baumwolle wird aus den Fruchtkapseln von Baumwollpflanzen gewonnen. Die Samenhaa-

re werden von den Samenkernen gelöst und zu Textilien verarbeitet.

Verwendung: Möbelbezugs-, Dekorations- und Wandbekleidungsstoffe.

Eigenschaften: hygroskopisch, Schimmelpilzbefall bzw. Fäulnis bei längerer Feuchtigkeit.

Flachsfasern werden aus dem Stengel der Flachspflanze gewonnen. Die Faserbündel in den Stengeln werden 100 cm lang. Die Fasern werden zu Leinen verarbeitet.

Verwendung: Dekorations-, Wandbekleidungs- und Möbelbezugsstoffe, Markisenstoff, Leinenvelours.

Eigenschaften: nehmen Feuchtigkeit schnell auf und geben sie schnell wieder ab, glatte Oberfläche dadurch schmutzabweisender als Baumwollgewebe.

Jutefasern werden aus den Stängeln (4 bis 5 m hoch) der Jutepflanze gewonnen.

Verwendung: Wandbekleidungsstoff, Jutefilz, Trägergewebe für Linoleum und Teppichbeläge, Spannleinwand.

Eigenschaften: geringe Verschleißfestigkeit, sehr gute Feuchtigkeitsaufnahme, zieht sich beim Trocknen stark zusammen.

Sisalfasern werden aus den bis 1,5 m langen Blättern der Sisalagave gewonnen.

Verwendung: sehr haltbare Seile und Stricke, Läufer, Teppiche und Teppichböden.

Eigenschaften: verschleißfest, druckunempfindlich, feuchtigkeits- und lichtbeständig, nicht verrottbar.

Kokos wird als 15 bis 30 cm lange Fasern von der Kokosnuss gewonnen.

Verwendung: Fußmatten, Läufer, Teppiche, Teppichböden.

Eigenschaften: sehr zug- und abriebfest, hart und rau, nimmt wenig Schmutz auf, feuchtigkeitsunempfindlich, witterungsbeständig und verrottungsfest.

Haargarn besteht aus groben Tierhaaren (Ross-, Rinder- und heute vor allem Ziegenhaar.

Verwendung: Haargarnteppiche, Polsterfüllstoffe.

Eigenschaften: hochstrapazierfähig, gutes Dämmverhalten, hohe Trittschalldämmung, hygroskopisch.

Seide wird als „echte" Seide vom gezüchteten Maulbeerspinner gewonnen. Wildseide in der Natur gesammelt. Die Raupen des Maulbeerspinners (Schmetterling) spinnen zum Verpuppen mit einem Seidenfaden, ca. 3000 bis 4000 m lang ein Schutzgehäuse (Kokon).

Verwendung: hochwertige Dekorations-, Wandbekleidungs- und Möbelbezugsstoffe (Damast, Brokat, Seidenplüsch), Teppiche.

Eigenschaften: edler Glanz, weich im Griff, zugfest, hochscheuerbeständig, gute Dehnbarkeit, kein Mottenfraß.

Wildseide ist gröber, ungleichmäßiger, geringerer Glanz und härter im Griff.

Kunstfasern in Form von Geweben gibt es als bahnenförmige dichte Wandbekleidungen, in netzartigen Strukturen, in Vliesform oder als vielfältiges Material für textile Wand- und Bodenbeläge. Teilweise werden Kunstfasern mit Naturfasern gemischt.

Jede der vielfältigen synthetischen Fasern hat besondere Eigenschaften, ist gewissermaßen eine „Faser nach Maß". Chemiefasern sind unverrottbar, d. h. gegen Fäulnis beständig (wasserabweisend). Sie sind auch abrieb- und sehr reißfest. Chemiefasern (und auch andere) können in ihren Eigenschaften durch sog. Ausrüstungen verbessert werden (z. B. antistatische, bakterizide, flammhemmende, schmutzabweisende oder verschleißfeste Ausrüstung). Die Arten und Eigenschaften zeigt Tabelle **6.**4.

Die Verwendung der „Chemiefasern" erstreckt sich, wie Tabelle 6.4 zeigt, vor allem auf Wand- und Bodenbeläge, von denen hohe Strapazierfähigkeit, leichte Reinigung und Bakterienfreiheit gefordert werden. Je nach Art der Faser ist für die Verarbeitung eine bestimmte Raumtemperatur vorgeschrieben (z. B. 20 °C). Stärkere Erwärmung kann zu Dehnungen führen.

Filz besteht aus Tierhaaren, Wolle oder Kunstfasern, die in Schichtdicken von mehreren Millimetern eng miteinander verfilzt und gepresst werden. Filzwandbekleidungen gibt es in Bahnenform, verspannbar oder zu kleben. Sie sind wärme- und schallisolierend, fett-,

wasser- und schmutzabweisend ausgerüstet, flammhemmend und mottensicher. Durch Aufnahme und Abgabe der Raumluftfeuchtigkeit wirken sie klimatisierend. Lieferbar sind sie in vielen Sorten und Farben, zum Verkleben mit einem klebefähigen Papierträger ausgestattet. Ein weiteres Anwendungsgebiet für Filze sind Bodenbeläge (Nadelvlies).

Raumtextilien bestehen aus tierischen, pflanzlichen oder chemischen Fasern. Sie werden überwiegend gewebt. Mischungen von Fasersorten sind üblich. Faserart und -dicke, evtl. Ausrüstung und Webart bestimmen die Eigenschaften und Verwendung.

6

Beschichtungsgerechte Eigenschaften der Textilien. Gewöhnlich brauchen Textilien keine Beschichtung. Sie müssen sich aber für Beschriftungen und einwandfreies Verkleben eignen, sonst entsprechend vorbereitet werden. Verklebungen und Verspannungen müssen für evtl. Beschichtungen, Beschriftungen oder Bemalungen gleichmäßig straff und fadengerade verarbeitet sein. Das Gewebe soll keine zu großen Knoten oder Fehlstellen haben.

Grundbeschichtung. Die starke Saugfähigkeit der Gewebe führt zu unerwünschter Ausdehnung der Fäden. Eine Grundbeschichtung mit Leimwasser setzt die Saugfähigkeit herab und spannt zugleich die Fäden. Kunstharzdispersion verdünnt man je nach Gewebe 1:1 bis 1:3. Zur Beschichtungskontrolle kann man eine geringe Menge Weißpigment beigeben. Die Grundbeschichtung darf nicht zu stark eingerieben werden, damit das Gewebe fadengerade bleibt. Nach dem Trocknen entfernt man evtl. Knoten und Fasern vorsichtig mit feinem Schleifpapier. Auf dieser Grundbeschichtung lässt sich gut mit Dispersions- und Plakatfarbe weiterarbeiten. Häufig genügt ein einmaliger Auftrag durch Spritzen oder Rollen.

Tabelle 6.4 Arten und Eigenschaften der chemisch hergestellten Fasern

auf Zellulose-Basis	auf synthetischer Basis
Viskose und Modal (Danufil, Colvera, Zantrel) geringe, Elastizität, Viskose knittert stark, sehr saugfähig, stark hygroskopisch, bei 60 °C waschbar Viskosefasern in Mischungen mit Baumwolle, und Chemiefasern für Dekorations- und Möbelbezugsstoffe **Acetat und Triacetat** (Tricel, Arnel, Rhodiafasern) sehr elastisch, Knitter- und Druckstellen erholen sich schnell, wenig hygroskopisch und saugfähig, Gewebe trocknet schnell, bei 30 °C waschbar. Häufig anstelle von Seide für Dekorations- und Möbelbezugsstoffe	**Polyamid** PA (Enkalon, Nylon, Perlon) reiß- und scheuerfest; für Heimtextilien, Teppiche, Teppichböden, Seile, Beimischungen zu anderen Fasern **Polyacryll** PAC (Dolan, Dralon, Redon) leicht und seidig, sehr lichtbeständig; für Dekorations- und Möbelstoffe, Teppichböden, Autoverdecke **Polyester** PE (Diolen, Trevira) reiß- und scheuerfest, temperaturbeständig, schwer entflammbar; für Wandbekleidungen, Teppichböden, Seile **Polypropylen** PP (Meraklon, Vestan) elastisch und scheuerfest, formbeständig, großes Volumen; für Teppichböden, Wandbekleidungen

Sollen Textilwandbekleidungen mit wasserverdünnbaren Beschichtungsstoffen beschichtet werden, ist eine lösemittelhaltige Grundbeschichtung nötig. Insbesondere bei preiswerten Textiltapeten (Jute) ergeben sich dabei folgende Vorteile:

- das Aufstellen der Fasern wird verhindert
- ein Anweichen des Trägers wird vermieden
- die starke Saugfähigkeit wird reduziert
- der Materialverbrauch bei der Beschichtung wird gesenkt
- die Zeit für die Beschichtung wird geringer.

Bei Beschichtungsarbeiten auf Textilwandbekleidungen ist ein erheblich höherer Materialverbrauch anzusetzen als auf geputzten Flächen. Zur Erhaltung der Struktur sind nur schwach gefüllte Farben aufzubringen, dabei ist der Beschichtungsstoff für die erste Beschichtung stärker zu verdünnen.

Beschichtungsstoffe. Außer Plakat- und Dispersionsfarben gibt es spezielle *Stoffmalfarben* für Gewebe. Sie sind gebrauchsfertig, durch Wachsemulsionen abgebunden, ziehen nicht in die Gewebefasern ein und trocknen schnell.

Die Fixierung erfolgt durch nachträgliche Wärmebehandlung (Bügeln). Die Verarbeitung ist durch Pinselauftrag, Schablonieren und Siebdruck möglich.

Beschichtungs- und Maltechniken. Die früher übliche Technik des Einbettens von Nessel in Kleber für Beschichtungs- und Tapeziergründe ist völlig fortgefallen. Stattdessen bettet man Rupfen oder Glasfasergewebe ein, die aus dekorativen Gründen nach der Trocknung ein- bis zweimal beschichtet werden. Es ist darauf zu achten, dass die Beschichtungen in einem gleichmäßigen Glanz stehen bleiben.

7 Werkzeuge, Geräte und Maschinen

Der Möbeltischler kann mit einer Baumsäge keinen Schrank anfertigen, der Maurer braucht seine Kelle, der Friseur die richtige Schere. Alle Handwerksberufe haben ihre eigenen Werkzeuge, die sich im Laufe der Jahrhunderte entwickelt haben. Nur wer gutes, zweckmäßiges Werkzeug benutzt, kann auch gute Arbeit leisten.

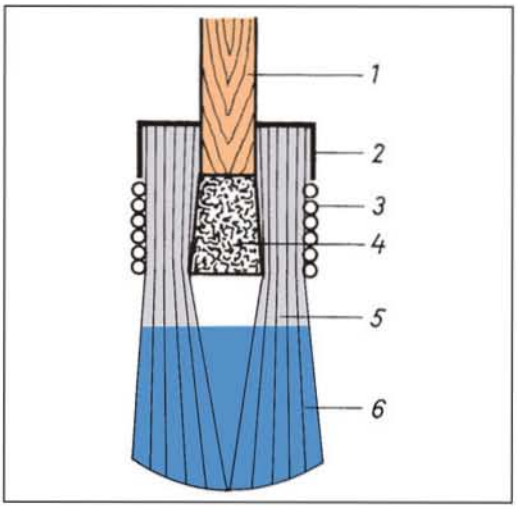
7.1 Beschichtungswerkzeuge

7.1.1 Pinsel

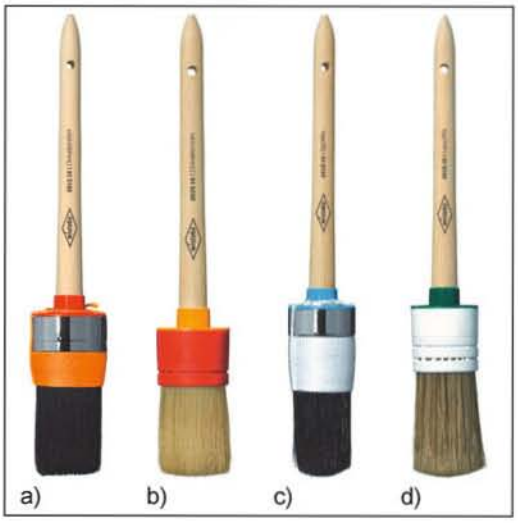
Das Streichverfahren mit dem Pinsel ist das älteste Applikationsverfahren (*applizieren* = auftragen) von Beschichtungsstoffen. Pinsel werden seit mehr als 20 000 Jahren verwendet. Das „Streichen" ist noch immer das bevorzugte Applikationsverfahren besonders beim Grundieren. Denn nur durch das mechanische „Einreiben" des Beschichtungsstoffs mit dem Pinsel kann auf vielen Untergründen eine ausreichende Adhäsion und damit eine dauerhafte Verbindung mit der folgenden Beschichtung erreicht werden. Pinsel sind vielseitig einsetzbar, wirtschaftlich und leicht zu reinigen. Nach der Borstenbindung unterscheidet man Ring- und Kapselpinsel.

Ringpinsel. Besteckungsmaterial ist das Borsten- oder Kunstfaserbündel, das die Farbe ansaugt, festhält und beim Streichen abgibt. Durch Kapillarität der Hohlräume zwischen den Borsten oder Kunstfasern wird diese Wirkung noch verstärkt. Der Bund verbindet das Besteckungsmaterial mit dem Stiel (7.1). Der Vorbund (Bindfaden, Metall oder Kunststoff) hält das Besteckungsmaterial zusammen. Der Korken spreizt die Borsten oder Kunstfasern, ermöglicht durch einen Hohlraum die Farbfüllung und gibt Elastizität. Der Metall- oder Kunst-stoffring schließlich, nach dem diese Pinselart benannt ist, gibt dem Bund Festigkeit (7.2).

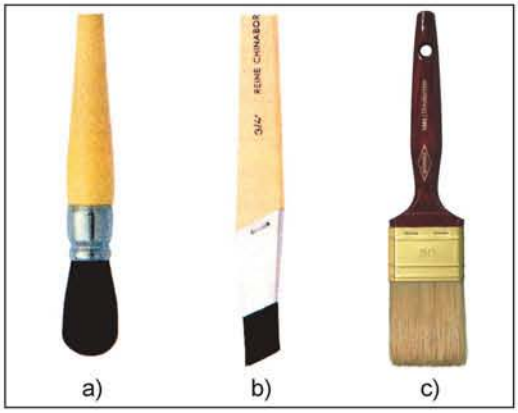
Beim Kapselpinsel ist das Besteckungsmaterial in einer runden, ovalen oder flachen Metallzwinge eingepresst (7.3). Diese Bundart erleichtert die Handhabung, den Farbauftrag und die Reinigung.



7.1 Ringpinsel (Schnitt)
1 Stiel
2 Metall- oder Kunststoffring
3 Schnur (Vorbund)
4 Korken
5 Borsten- oder Kunstfaserbündel
6 angesaugte Farbe



7.2 Ringpinsel
a) Lackier-Ringpinsel mit Chinaborsten
b) Ringpinsel für Wasserlack und Lasuren
c) Lackier-Ringpinsel mit Borstenmischung
d) Allzweckpinsel, metallfrei, kurzschlusssicher, Chinaborsten

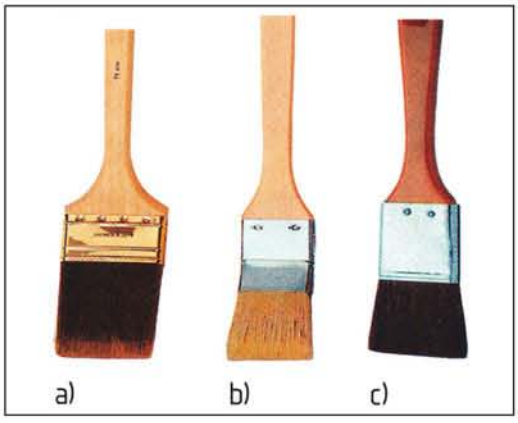


7.3 Kapselpinsel
a) runde Metallzwinge, b) flache Metallzwinge, c) Flachpinsel

Lackier-, Mal-, Schablonier-, Heizkörperpinsel, Strichzieher, Vertreiber, Modler u. a. sind Kapselpinsel.

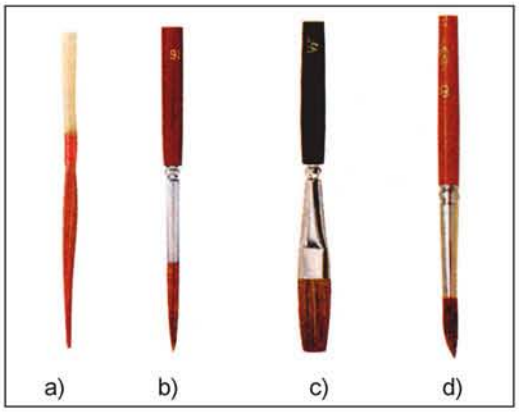
7

Spezialpinsel. Neben diesen Streichpinseln gibt es Spezialpinsel für Lackierungsarbeiten, Heizkörperstreichen, Vergoldungen, Hinterglas- und Schablonierarbeiten, Farbentfernung (Ablaugen) u. a. (**7.4**).

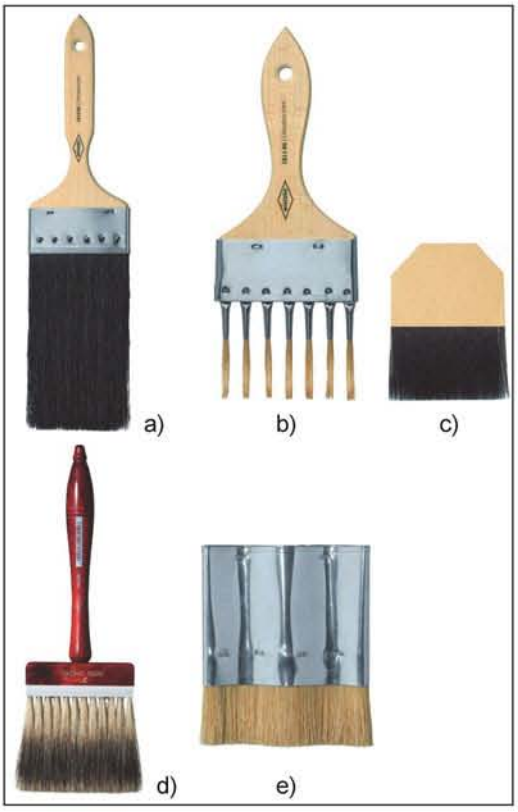


7.4 Spezialpinsel
a) Fassadenpinsel, abgewinkelt
b) Heizkörperpinsel
c) flacher Lackierpinsel

Malpinsel gibt es als kurz- oder langborstige Flachpinsel, kurz- oder langhaarige Rund- und Flachpinsel für Schriftmalerei (Schriftpinsel, Plakatschreiber, Konturierpinsel u. a.), Dekorationsarbeiten und Spezialtechniken des Malerhandwerks (**7.5**).



7.5 Malpinsel
a) Schlepper, b) Konturierpinsel
c) Plakatschreiber, d) Aquarellpinsel



7.6 Spezialwerkzeuge
a) Schläger
b) Zackenpinsel
c) Anschusspinsel für Vergolder
d) Dachvertreiber
e) Birkenmodler

Flächenbelebungswerkzeuge sind Strichzieher (Berliner oder Greizer Strichzieher, Schräg- und Ölfarbstrichzieher), Fingerpinsel u. a.

Spezialwerkzeuge sind Anschusspinsel, Zackenpinsel, Modler, Vertreiber und Schläger (7.6).

Kennzeichnung der Pinselgrößen. Eine am Stiel eingeprägte Ziffer gibt die Größe an. Ringpinsel werden in den Größen 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 bis 24 mit entsprechend dicken Borstenbündeln von 20, 25, 30, 35 bis 75 mm Durchmesser hergestellt.

Kapselpinsel sind lieferbar in den Größen 2 bis 30 mit Durchmesser von 8 mm bis 51 mm (runde Form) und in den Größen 1 bis 6 mit verschiedenen Durchmessern (ovale Form).

Manche Spezialpinsel (z. B. Heizkörperpinsel, Plakatschreiber, Modler) haben Breitenangaben in Zoll (1 Zoll = 25,4 mm).

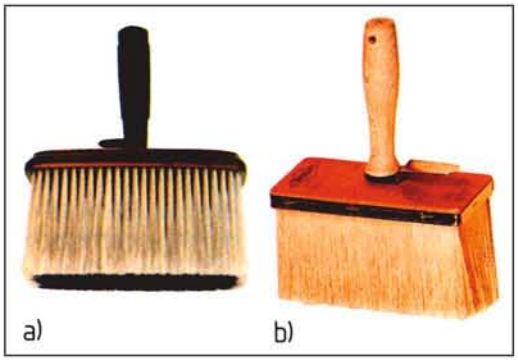
Borsten und Haare. Gute Pinsel und Streichbürsten haben kräftige Borsten. Zunehmend verwendet man auch Kunstborsten. Billigere Pinsel- und Bürstensorten (Haushaltspinsel) enthalten unterschiedliche Mengen von Pferde- oder Rinderhaaren (Tab. 7.1).

Tabelle 7.1 Borsten und Haare – Besteckungsmaterial

Art	Eigenschaften	Verwendung
Borsten steife, konische Haare der Haus- und Wildtiere	spitz oder gespalten, schuppenartig kräftig, elastisch, wasserfest, laugenbeständig, säureempfindlich	für alle Beschichtungs- und Dekorationswerkzeuge gut geeignet; nicht in Kalk und Zement
Kunstborsten Nylon- oder Polyesterfaser	mit Fahnen oder besonderen Profilen versehene Spitzen, auch x-förmiges Profil, glatt, glänzend, unempfindlich gegen Chemikalien, langsame Abnutzung	für mehrere Kunstharz-Beschichtungsmittel, Lasurbeschichtung usw., Ablaugpinsel, Stupfbürsten, Fassadenstreicher
Pflanzliche Borsten Kokos- und Fiberborsten	aus fleischigen Blättern verschiedener tropischer Agaven gewonnen und zu billigen Bürsten, Beiz- und Kaltleimpinseln verarbeitet	zum Abbeizen mit stark alkalischen Abbeizmitteln
Haare vom Rind, Pferd, Dachs, Bär, Fischotter u. a.	wenig elastisch, spitz zulaufend, glatt, dünn, kalkempfindlich, schneller abnutzend	Mal- und Dekorationspinsel, Tapezierbürsten, Pferde- und Rinderhaare in billigen Streichbürsten
Feinhaare vom Rindsohr, Iltis, Marder, Eichhörnchen	kurz und sehr weich	Mal- und Künstlerpinsel

7.1.2 Bürsten

Eine Streichbürste besteht aus dem Besteckungsmaterial, dem Bürstenbrett und dem Griff (7.8). Das Besteckungsmaterial (Borsten, Nylonfasern, Haarmischungen oder Borsten-Kunststoffmischungen) ist in Reihen gepresst oder gebündelt und mit wasserfestem Kunstharzkleber im Bürstenholz verklebt oder vulkanisiert. Der Griff wird im Borstenbrett (Bürstenholz) verschraubt. Es gibt die Größen 1 bis 3 bei Bestückungslängen von ≈ 68 mm bis 95 mm.



7.7 Streichbürste
a) in Bündeln vulkanisiert
b) in Reihen vulkanisiert

Flächenstreicher sind ähnlich wie Streichbürsten, aber kleiner und schmaler bei geringerer Borstenlänge. Sie sind eine Art Flachpinsel. Wegen ihrer flachen Form geben sie den Beschichtungsstoff gleichmäßiger ab als Ringpinsel. Man verwendet sie vor allem auf großen Beschichtungsflächen. Bestimmte Sorten sind für Lackierungen bzw. Bodenversiegelungen gut geeignet. Lieferbar sind mehrere Sorten und Größen, auch in Plastikkörpern.

Pinsel und Bürsten wählt man nach Art und Größe der zu bearbeitenden Flächen. Sie müssen sofort nach Gebrauch gereinigt werden.

7.1.3 Farbroller (Farbwalzen)

Vorteile. Farbroller kamen um 1950 von den USA nach Europa. Sie haben bei geeigneten Beschichtungsflächen gegenüber dem Streichpinsel und der Streichbürste unverkennbare Vorteile:

- Mit dem Farbroller trägt man den Beschichtungsstoff schneller und damit (besonders bei großen Flächen) zeitsparender auf.
- Farbroller hinterlassen in der Beschichtung eine gleichmäßige Struktur (Stupfwirkung, Korn) und vermeiden Ansatzspuren.
- Sie bewirken eine gleichmäßige Filmdicke, weil das Bezugsmaterial der Rolle durch Ansaugen bzw. Abgeben des Beschichtungsstoffs stets eine gleichbleibende Menge auf dem Beschichtungsträger hinterlässt.
- Farbroller eignen sich besonders zur Beschichtung auf rauen Flächen (Raufaser, Fassadenputz). Sie füllen die Vertiefungen des Untergrunds gut aus und passen sich unebenen Flächen an.

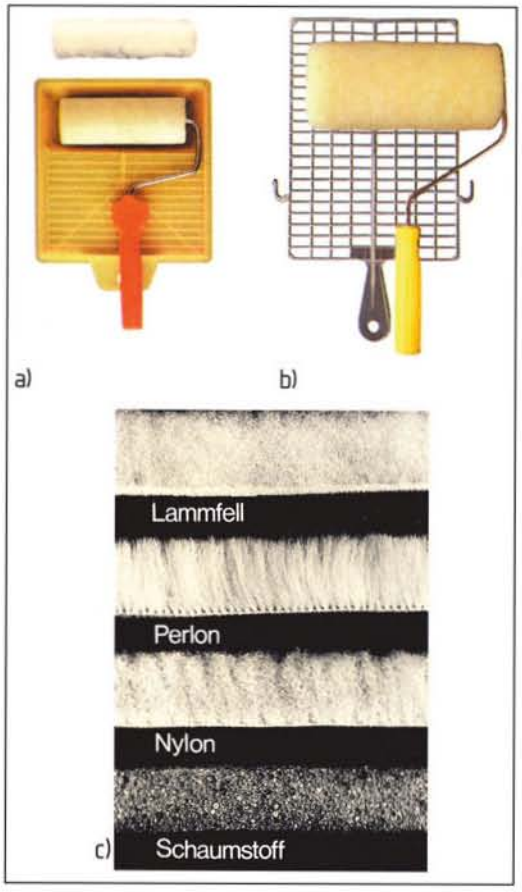
Nachteilig kann sich bei dünnen Farbmitteln und schnellem Rollen das Spritzen auswirken. Farbroller lassen sich vielfältig einsetzen, z. B. zum Lackieren und Heizkörperbeschichten. Mit einem Strukturroller erzielt man stärkere Strukturen.

Farbrollerbezug. Art und Qualität des Farbrollerbezugs sind auf die Verwendung abgestimmt und bestimmen die Farbmenge, die auf die Beschichtungsfläche gelangt. Sie beeinflussen auch die gleichmäßige Abgabe des Beschichtungsstoffs, die Filmdicke und die Körnung des Beschichtungsfilms (Tab. 7.2 und 7.8). Es gibt auch auswechselbare Rollen und Verlängerungsstangen.

Neue Farbroller sind vor Gebrauch mit Dispersionsfarben in Wasser zu tauchen und gut auszuschleudern, damit der Beschichtungsstoff in der Rolle nicht antrocknet.

Tabelle 7.2 Farbrollerbezüge

Art	Eigenschaften	Pflegehinweise
Lammfell	bestes Farbhaltevermögen, sehr gleichmäßige Beschichtungsstoffabgabe bei feinstem Korn, hohe Beschichtungsleistung	Farbroller sofort nach Gebrauch mit Wasser, warmer Seifenlauge, Lösungsmittel oder Pinselreiniger reinigen. Bei Pinselreiniger ist gut nachzuspülen. Lammfellroller sind gegen mangelhafte Reinigung besonders anfällig; sie verkrusten schnell. Perlon-, Polyamid- und Nylonroller lassen sich besser reinigen. Mohairbeläge wegen ihrer geringen Florhöhe äußerst sorgfältig reinigen. Schaumstoffroller können bei ungenügender Reinigung schnell verkrusten. Praktische Reinigung bzw. Aufbewahrung in Farbroller-Boxen.
Perlon-, Polyamid- und Nylonplüsch	besonders widerstandsfähig gegen Chemikalien in Beschichtungsmitteln, verrotten nicht, geringeres Beschichtungsstoff-Aufnahmevermögen, gröbere Struktur	
Mikrofasern	Kunstfaser, extrem saugfähig, tropft nicht, daher zur Verarbeitung von dünnflüssigen Lacken, Lasuren, Beizen geeignet, absolut fussel- und tropffrei	
Mohair- oder Velours-plüsch	bei einer Florhöhe von etwa 4 mm bis 6 mm zum Lackieren, vor allem für Polyesterharzlacke geeignet	
Schaumstoff	(Moltoprenwalzen) zum Lackieren geeignet, gut für Plastikmassen	



7.8 Farbroller
a) Lackierroller (Moltopren) mit Farbwanne, darüber Kunstplüschroller,
b) Farbroller mit Abstreichgitter,
c) Rollerbezugsmaterial im Schnitt

7.1.4 Neuentwicklungen

Einige Neuerungen werden zunächst für Heimwerker angeboten.

Glattstrichpinsel haben einen auswechselbaren (wegwerfbaren) Streichkopf aus Hartschaum und sind leicht zu reinigen.

Anstrichkissen aus Schaumstoff gleiten gut auf der Anstrichfläche (7.9). Doch ist dieses Werkzeug umstritten, weil der Beschichtungsstoff so sehr verdünnt werden muss, dass leicht Adhäsion und Kohäsion, Deckfähigkeit und Schichtdicke außer Kontrolle geraten.

Farbroller mit Farbbehälter. Ein Kunststoffbehälter nimmt den Beschichtungsstoff auf. Darin läuft eine „Speisewalze" und gibt den Beschichtungsstoff gleichmäßig an die Auftragswalze ab. Farbspritzer gibt es kaum mehr.

Farbroller mit Werkstoffzuführung. Bei diesen Geräten wird der Farbwalze durch ein Airlessgerät während des Rollvorgangs Beschichtungsmittel zugeführt. Der Einsatz lohnt sich aber nur bei größeren Beschichtungsflächen.

7.9 Anstrichkissen

7.1.5 Werkzeugpflege

Was sagen Sie, wenn Ihnen ein/e Kollege/in auf der Arbeitsstelle ungereinigte Pinsel hinterlassen hat? Überlegen Sie, wie viel Arbeitszeit (und Arbeitsfreude) Ihnen verlorengeht, weil Sie die inzwischen hart gewordenen Pinsel erst aufweichen und reinigen müssen. Bedenken Sie, dass Sie auf einem Neubau u. U. das Reinigungsmittel gar nicht zur Hand haben.

Pinsel und Bürsten sind sorgfältig zu behandeln und zu pflegen. Schiefgestrichene, verschmutzte und teilweise verhärtete Farbwerkzeuge sind für hochwertige Arbeiten nicht mehr zu verwenden.

Neue Pinsel und Bürsten taucht man vor dem ersten Gebrauch in Wasser, wobei sich der Schnurvorbund strafft. Nach Gebrauch in wässerigen Beschichtungsstoffen (Leim-, Dispersions-, Mineral- und Silikatfarben) sind sie sofort gründlich auszuwaschen und auszuschleudern, Bürsten dann mit den Borsten nach unten aufzuhängen.

Abgenutzte Borsten bindet man auf.

Das jeweils richtige Reinigungsmittel hängt vom verwendeten Beschichtungsstoff ab (Tab. 7.3).

Tabelle 7.3 Übersicht Beschichtungsmittel – richtiges Reinigungsmittel

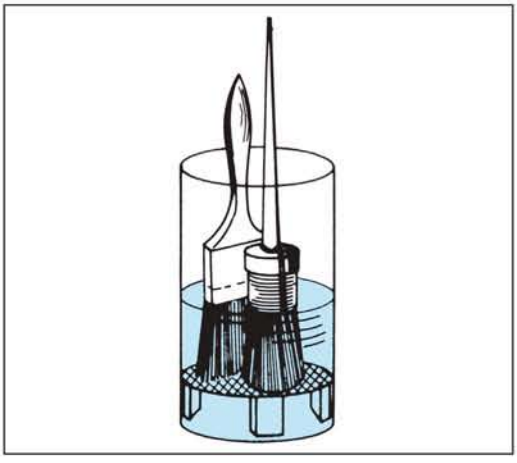
Beschichtungsmittel	Bei sofortiger Reinigung	Bei Reinigung nach Erhärtung
Kleister und Leimfarben	Wasser	Wasser
Dispersionsfarben	Wasser	Nitroverdünnung Abbeizfluid
Kalkfarben Zementfarben Silikatfarben	Wasser	Reinigung nach Erhärtung **nicht möglich**
Ölfarben Alkydharzlacke	Testbenzin Kunstharzverdünnung Pinselreiniger	Nitroverdünnung Abbeizfluid
Schellack	Spiritus	Spiritus Abbeizfluid
Nitrolacke	Nitroverdünnung	Nitroverdünnung Abbeizfluid
Chlorkautschuklacke	Spezialverdünnung	Spezialverdünnung Abbeizfluid
Polyurethanlacke Polyesterlacke Epoxidharzlack	Spezialverdünnung	Reinigung nach Erhärtung **nicht möglich**

Ölfarbpinsel (Lackfarben) werden mit Pinselreiniger oder Testbenzin ausgewaschen. Oder man streicht sie gut auf dem Rührholz aus und bewahrt sie in Halböl auf (1/2 Leinölfirnis, 1/2 Testbenzin) – besser hängend als stehend, damit sich die Borsten nicht verbiegen. Bei längerer Aufbewahrung im Wasser verklebt und verschmutzt ein Ölfarbpinsel, weil Ölfarben durch Oxidation mit dem Sauerstoff des Wassers trocknen.

7.10 Waschrohr mit Farbroller

Lackierroller, die in Kunstharzfarbe oder -lack gebraucht wurden, lassen sich auch unausgewaschen für einige Zeit in luftdichten Behältern aufbewahren (untergetaucht im Beschichtungsstoff oder Verdünnungsmittel). Zum Reinigen gibt es Reinigungstrommeln (7.10).

Lackierpinsel erfordern sorgfältigste und sauberste Aufbewahrung. Sie dürfen nicht in Wasser stehen, weil manche Lacke auch unter Wasser erhärten. Die Flüssigkeit richtet sich nach der Art des verarbeiteten Lackes (Halböl, Verdünnungsmittel, 7.11).



7.11 Behälter für Lackierpinsel

7.2 Spritzgeräte

Bei der Spritztechnik wird der Beschichtungsstoff – kalt oder warm – in mehr oder weniger feine Tröpfchen zerteilt mit Luftdruck, mit Materialdruck oder elektrostatisch versprüht, also auf den Beschichtungsträger verteilt. Die Spritztechnik verkürzt die Arbeitszeit erheblich. Gespritzte Flächen sind außerdem glatter als gestrichene. Durch Spritzen lassen sich auch sehr schnell trocknende Beschichtungsstoffe auftragen, die mit dem Pinsel nicht verarbeitet werden können.

7.2.1 Spritzpistole

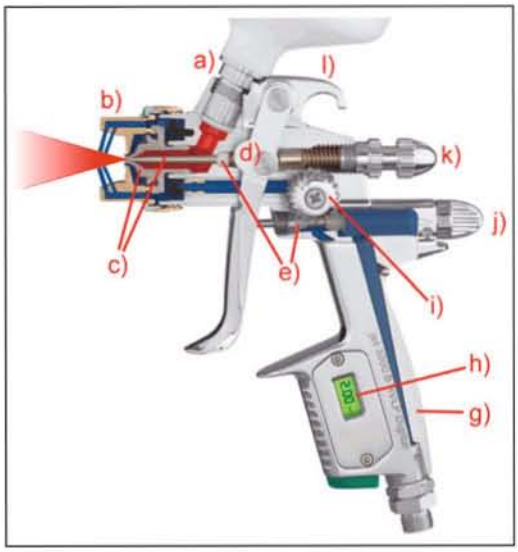
Die Spritzpistole ist das eigentliche Spritzgerät. Ihre Bestandteile zeigt Bild **7.**12.

Die Materialdüse in Bild **7.**12 regelt die abzugebende Materialmenge. Man wählt ihre Größe so, dass die gewünschte Menge bei mittlerer Düsenöffnung erreicht wird. Die üblichen Düsengrößen liegen zwischen 0,7 und 2,5 mm. Größere Düsen für dickflüssige Beschichtungsstoffe gehen bis zu 6 mm.

Wirkungsweise der Spritzpistole. Der Beschichtungsstoff wird zur Materialdüse c gefördert. Den Materialfluss regelt die Farbnadel c, die durch den Abzugsbügel d betätigt wird. Beim Ziehen des Abzugsbügels öffnet zuerst die Luftzufuhr, dann kann der Beschichtungsstoff durch die Düse fließen. Material- und Luftstrahl treffen sich außerhalb der Farbdüse. Dabei wird der Beschichtungsstoff in sehr kleine Teile zerstäubt (Außenmischkopf, **7.**13). Findet die Mischung von Luft und Spritzmaterial im Inneren des Strahlkopfes statt, spricht man von Innenmischung.

Materialdüsen und Farbnadeln müssen stets die gleiche Größenbezeichnung haben. Für feinste Zerstäubung verwendet man die kleinste Düsenbohrung.

Das beste Spritzergebnis erzielt man durch genaue Übereinstimmung von Luftdüse, Materialdüse und Farbnadel. Entsprechende Kombinationen geben die Hersteller heraus.

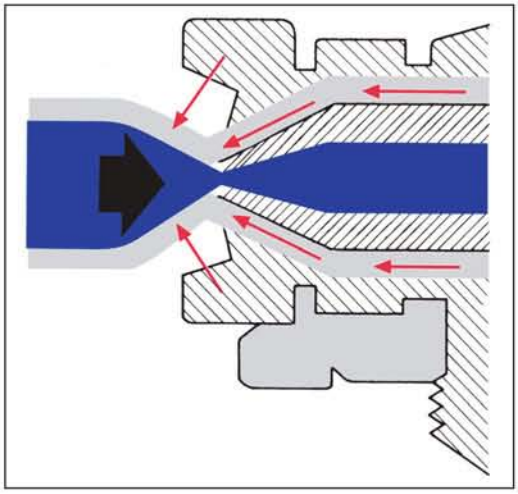


7.12 Schnittmodell einer SATAjet HVLP DIGITAL:

a) Becheranschluss mit Siebaufnahme in Becher oder Pistole für schnellen Becherwechsel – vereinfacht die Reinigung
b) Luftdüse aus Messing, verchromt, mit Quick-Change-Luftdüsengewinde für schnellen Wechsel mit nur 1,5 Umdrehungen
c) Materialdüse und Farbnadel aus Edelstahl
d) Abzugsbügel mit Farbnadelabdeckung
e) Selbstnachstellende Dichtungen an Luftkolben und Farbnadel
g) Ergonomisch optimierter Pistolenkörper mit pflegeleichter, korrosionsbeständiger Oberfläche
h) Digitale Druckanzeige für hohe Farbtongenauigkeit
i) Rund-/Breitstrahlregulierung – leichte Einhandbedienung mit dem Daumen
j) Luftmikrometer zur Zerstäuberluft-Einstellung
k) Materialmengenregulierung mit Kontermutter
l) Aufhängehaken

Systeme der Beschichtungsstoff-Zufuhr

Beim Fließsystem fließt der Beschichtungsstoff ohne Druck durch Schwerkraft an die Farbdüse und wird dort durch den Luftstrom zerstäubt (**7.**14a). Die Fließbecherpistole ist die gebräuchlichste Spritzpistole.



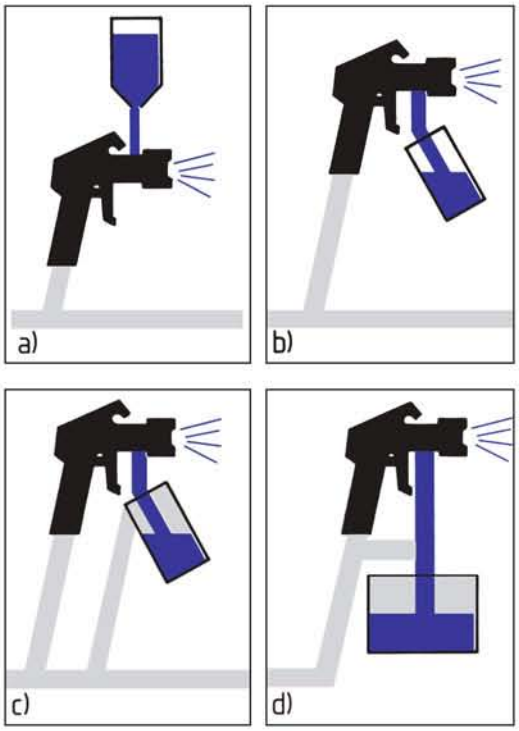
7.13 Strahlkopf (Düsenkopf) mit Außenmischung
0,5 bis 0,7 mm für wasserverdünnbare Werkstoffe
1,0 mm für Kunstharz- und Möbellacke aus dem Drucktank
1,2 mm für Lackierungen in der Kfz-Industrie
1,8 mm überwiegend bei Saugpistolen
2,2 mm größte Düsen für Saug- und Fließbecherpistolen
2,8 mm für schwere und gefüllte Werkstoffe (Kleine Abweichungen bei einzelnen Fabrikaten sind möglich.)

Mit ihr lassen sich fast alle Beschichtungsstoffe spritzen. Ihr Becherinhalt beträgt 0,5 l.

Beim Saugsystem wird der Beschichtungsstoff durch den Luftstrom aus dem Saugbecher gesaugt, mitgerissen und auf den zu spritzenden Untergrund geschleudert (7.14b).

Beim Drucksystem drückt die von der Luftleitung abgezweigte Druckluft den Beschichtungsstoff aus dem Farbbecher oder Druckkessel über einen Farbschlauch zur Düse (7.14c). Das System erspart das ständige Nachfüllen der Handbecher und damit Arbeitsunterbrechungen.

Beim Umlaufsystem fördert eine Pumpe den Beschichtungsstoff über einen Farbschlauch in die Spritzpistole an der Düse. Das überschüssige Spritzgut fließt über ein Sieb in den Farbbehälter zurück und gelangt mit dem übrigen Material von neuem zur Pistole (7.14d).



7.14 Beschichtungsstoffzufuhr
a) Fließsystem, b) Saugsystem, c) Drucksystem mit Farbbecher oder Druckkessel, d) Umlaufsystem

7.2.2 Kompressoren

Die zum Hochdruckspritzen erforderliche Druckluft wird als Luft angesaugt und im Kompressor komprimiert (verdichtet). Die Einheit für den Luftdruck ist bar.

Kompressoren gibt es als fahrbare und stationäre Anlagen. Je nach Betriebsgröße stehen Kessel von 20 bis 750 l zur Verfügung. Das Ansaugvolumen reicht von 60 l/min bis zu 1000 l/min. Es werden drei unterschiedliche Kompressorarten eingesetzt:

Membrankompressoren. Diese eignen sich nur für einen relativ geringen Druck bis ca. 3 bar und nicht für Dauerleistungsbetrieb. So sind diese Verdichter nur für kleinere Arbeiten sinnvoll einsetzbar.

Schraubenkompressoren. Diese Kompressoren sind für hohen Luftverbrauch und einen Druck bis zu 15 bar ausgelegt. Da diese Ver-

dichter auch für den Dauerbetrieb geeignet und sehr wartungsfreundlich sind, dabei aber nicht viel Platz benötigen, findet man sie in vielen Lackierwerkstätten.

Kolbenkompressoren. Diese Kompressoren gibt es ein- und mehrstufig. Sie verfügen über großdimensionierte Windkessel und sind auch bei Drücken über 15 bar sehr wirtschaftlich. Leider weisen diese Verdichter aber viele Verschleißteile auf.

Wichtig bei Kompressoren ist der Luftfilter, der die Ansaugluft reinigt. Kompressoren für Fahrzeuglackierungen stehen in besonderen Räumen, damit sie keinen Spritznebel ansaugen.

Aufbereitung der Druckluft. Die verdichtete Luft kann Verunreinigungen enthalten. So kann bereits verunreinigte Luft angesaugt werden. Im Kompressor können Ölrückstände in die Spritzluft gelangen. Außerdem bildet sich durch die Verdichtung der Luft Kondenswasser. Die Druckluft muss für das Spritzen aufbereitet werden. In Lackierwerkstätten werden zur Druckluftaufbereitung insbesondere folgende Geräte bzw. Geräteteile eingesetzt:

- Haupt-, Öl- und Wasserabscheider am Kompressor,
- Kältetrockner,
- Mikrofilter und Aktivkohle-Absorber.

An der Druckluftentnahmestelle sorgt die Kombifeinstfiltereinheit mit Manometer für die Spritzgeräte zusätzlich für die Reinheit der Druckluft.

7.2.3 Spritzverfahren

Die Verfahren der Beschichtungsstoff-Zerstäubung unterteilt man in Luftdrucksysteme und luftlose Drucksysteme (Materialdrucksysteme).

Luftdrucksysteme

- Niederdruck-Spritzgeräte
- Hochdruck-Spritzgeräte
- Elektrostatik-Hochdruck-Spritzgeräte.

Luftlose Drucksysteme

- Höchstdruck-Spritzgeräte (Airless)
- Elektromagnetische Spritzgeräte
- Elektrostatik-Airless-Spritzgeräte.

Niederdruckverfahren. Mit nur leichtem Druck von 0,2 bis 0,9 bar, aber mit großer Strömungsgeschwindigkeit gelangt die Luft über einen Schlauch durch ein Gebläse (Staubsaugerprinzip) zur Spritzpistole. Der verhältnismäßig große Luftstrom verteilt den Beschichtungsstoff vor der Düse in kleine Tröpfchen, die dann zum Spritzobjekt getragen werden. Auf diese Weise kann man alle üblichen Beschichtungsstoffe verarbeiten.

Niederdruckverfahren

Vorteile: geringe Spritznebelbildung und Umweltbelastung, leichter Transport.
Nachteile: grobe Zerstäubung, erhöhte Einstellmittelzugabe, Atemschutz.

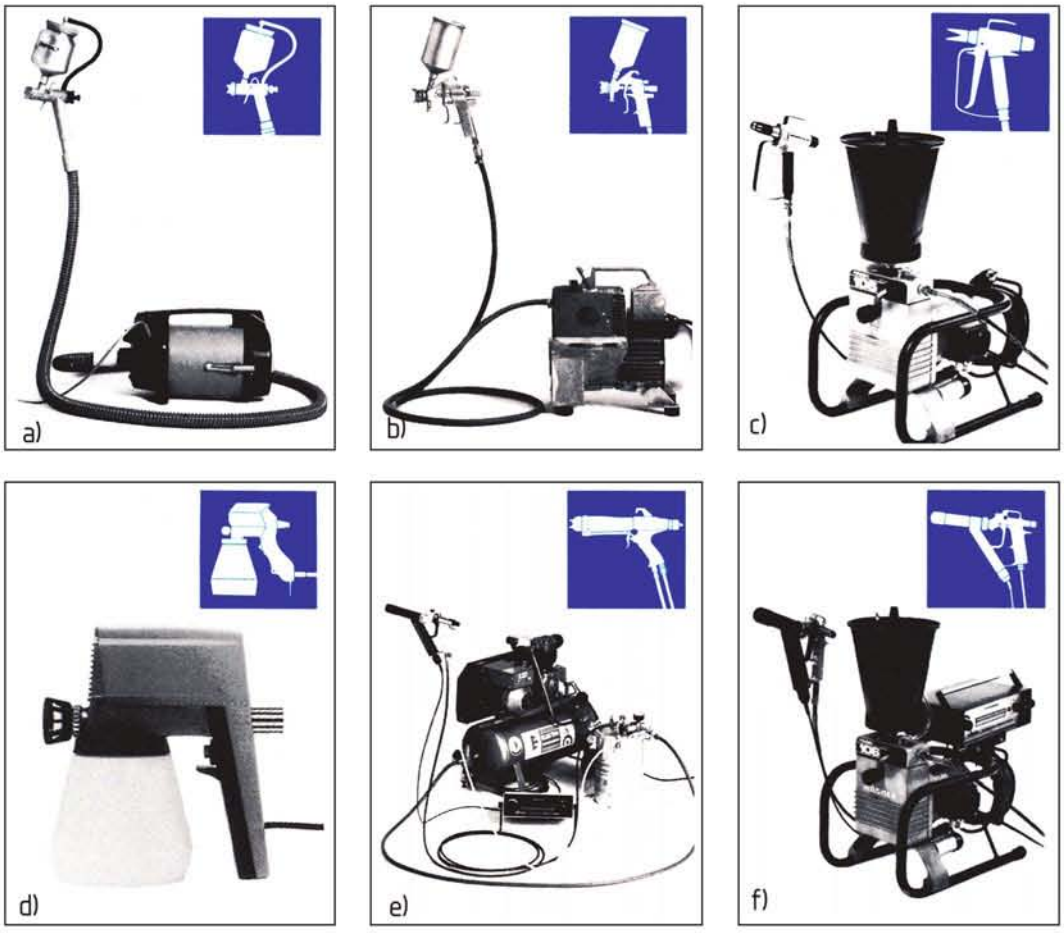
Hochdruckverfahren. Am gebräuchlichsten ist das Hochdruckspritzen. Der Kompressor verdichtet die angesaugte Luft auf 1 bis 6 bar. Nach der Reinigung in einem Öl- und Wasserabscheider gelangt sie durch einen Druckluftschlauch zur Spritzpistole und trifft im Bereich der Düse mit dem Beschichtungsstoff zusammen. Dieser wird vom Luftstrom zerstäubt, mitgerissen und als Spritzstrahl auf das zu beschichtende Objekt transportiert.

Hochdruckverfahren

Vorteile: feine Zerstäubung, gute Flächenleistung.
Nachteil: sehr starke Spritznebelbildung, daher Schutzvorkehrungen notwendig (Atemschutzmaske, gute Be- und Entlüftung).

In modernen Lackierbetrieben hat sich die effektive und sparsame Verarbeitung von Füllern und wertvollen Lacken mit der *HVLP-Technik* (HVLP = **H**igh **V**olume, **L**ow **P**ressure, d. h. niedriger Druck bei hohem Volumen) weiter stark durchgesetzt.

Die Pistole entspricht in der Wirkungsweise der Hochdruck-Spritzpistole, jedoch wird der Eingangsdruck bis zum Austreten aus der Pistole auf 0,2 bis 0,7 bar reduziert. Dadurch wird starker Rückprall der Materialtröpfchen, eine Verringerung von Sprühnebel und Materialverbrauch erreicht.



7.15 Spritzgeräte

a) Niederdruck, b) Hochdruck, c) Höchstdruck (Airless), d) elektromagnetisch (Höchstdruck), e) Elektrostatik-Hochdruck, f) Elektrostatik-Airless

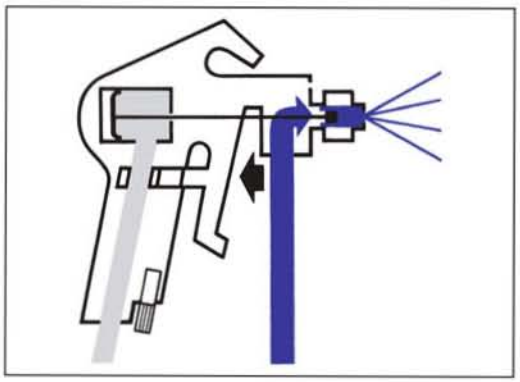
Höchstdruckverfahren

Hier wird der Beschichtungsstoff durch eine Pumpe unter hohem hydrostatischem Druck (bis 500 bar) in die Airlesspistole gepresst und durch eine Spritzdüse in feinste Teilchen zerstäubt (**7.16**). Wesentlich ist dabei das Fehlen der Zerstäuberluft (daher der Begriff *airless* = luftlos). Der Beschichtungsstoff verlässt die sehr enge Spritzdüse (0,12 mm bis 1,30 mm Durchmesser) mit hoher Geschwindigkeit. Dabei zerfällt der freie Strahl des Beschichtungsstoffs auf Grund des Luftwiderstands in feinste Teilchen, und der Beschichtungsstoff wird geradlinig zum Objekt bewegt. Bei Elektrostatik-Airlessgeräten bestimmt zusätzlich ein elektrostatisches Feld den Transport des Beschichtungsstoffs zum Objekt.

Höchstdruckverfahren

Vorteile: sehr hohe Spritzleistung; umweltfreundlich, da geringe Spritznebelbildung und wenig Lösemittelverdunstung; feine Zerstäubung auch dickflüssiger Werkstoffe; dickere Schichten in einem Arbeitsgang.

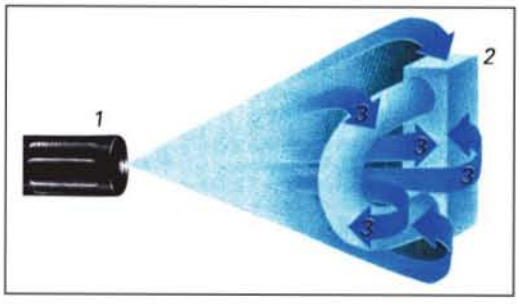
Nachteile: hohe Anschaffungskosten, hoher Düsenverschleiß, Oberflächenqualität geringer als beim Hochdruckspritzen.



7.16 Airless-Spritzpistole

Elektromagnetisches Verfahren (Höchstdruckverfahren). Zum elektrischen Spritzen benutzt man kleinere Kompaktgeräte, die nach dem Airlessprinzip arbeiten. Eine Membranpumpe saugt den Beschichtungsstoff aus dem Farbbehälter an und drückt ihn durch eine Düse mit gleichmäßigem Sprühstrahl auf das Objekt.

Elektrostatisches Verfahren. Zwischen dem zu beschichtendem Objekt und der Spritzdüse wird ein elektromagnetisches Feld mit hoher Spannung aufgebaut (7.17). Seinen positiven Pol bildet das geerdete Werkstück, den negativen der Beschichtungsstoff. Dieser wird unmittelbar vor, bei oder unmittelbar nach der Zerstäubung aufgeladen. Die negativ aufgeladenen Beschichtungsstoff-Teilchen wandern aufgrund der Anziehungskraft des positiven Pols entlang der elektrischen Kraftlinien zum Werkstück. Infolge des elektrischen Feldes wird auch die Rückseite des Objekts beschichtet.



7.17 Elektrostatisches Spritzen
1 Farbspritzpistole
2 geerdetes Werkstück
3 allseitig gleichmäßiger Niederschlag der Beschichtungsstoffpartikel

Diesen Effekt nennt man elektrostatischen Umgriff. Durch ihn lassen sich auch verwinkelte Konstruktionen ohne Beschichtungsstoffverluste allseitig beschichten. In Hohlräume und Vertiefungen dringt das elektrostatische Feld jedoch nicht oder nur teilweise ein (*Faraday*scher Käfig). Deshalb hat das rein elektrostatische Spritzsystem für das Handwerk nur geringe Bedeutung. Wichtiger sind die Mischsysteme:

- **Elektrostatik-Hochdruckspritzen,** bei dem zusätzlich die Vorteile des Luftdrucksystems genutzt werden;
- **Elektrostatik-Airless-Spritzen,** das auch die Vorteile des luftlosen Drucksystems nutzt.

Elektrostatisch lassen sich beschichten: Metalle, Holz mit einer Feuchtigkeit ab 12 %, nichtleitfähige Werkstoffe mit einer leitfähigen Beschichtung.

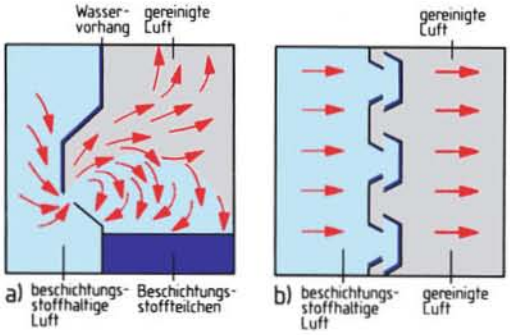
Im Maler- und Lackiererhandwerk setzt man heute vor allem Niederdruck-, Hochdruck- und Airless-Spritzverfahren ein. In geringerem Umfang sind auch elektromagnetische, Elektrostatik-Hochdruck- und -Airless-Spritzsysteme im Einsatz sowie einfach zu handhabende handwerkliche Spritzsysteme (z. B. Farbsprühgeräte mit Handpumpen, Sprühdosen meist nur zum Ausbessern, Spritzmaschinen für dickflüssige, plastische Beschichtungsstoffe).

7.2.4 Spritzstände, -wände und -kabinen

Diese Anlagen sind erforderlich, um einwandfreie, hochwertige, von Umwelteinflüssen abgesicherte Oberflächen zu erzielen. Spritzstände verwendet man vor allem für kleinere, nicht zu schwere Objekte. Der Lacknebel scheidet meist durch veränderte Luftströmung ab; es gibt aber auch Wasserberieselung. Spritzwände kommen für größere, schwere Objekte in Betracht. Sie können mit Wasserberieselung und Lacknebelauswaschung ausgerüstet sein. Spritzkabinen gewährleisten das Lackieren in staubfreier Luft. Sie sind allseitig geschlossen und mit Be- und Entlüftungsanlagen ausgestattet.

Bei der Lacknebelabsaugung unterscheidet man die Nass- und die Trockenabscheidung.

Nassabscheidung. Die farbnebelhaltige Luft wird durch einen schmalen Spalt abgesaugt und an der Spaltöffnung von einem Wasservorhang oder Wasserfilm gekreuzt. Dabei zerstäubt das Wasser zu kleinen Tropfen und mischt sich mit der beschichtungsstoffhaltigen Luft. Die in der starken Strömung gereinigte Luft wird nach oben abgesaugt, die Beschichtungsstoffteilchen zersetzen sich durch Benetzungsmittel und fallen nach unten in den Wasserbehälter der Kabine (7.18a). Dieses Verfahren gewährt eine höhere Beschichtungsstoffabscheidung.



7.18 Spritzkabine
a) Nassabscheidung, b) Trockenabscheidung

Trockenabscheidung. Mit Hilfe eines Ventilators strömt die farbnebelhaltige Luft durch schmale Spalte (Labyrinthe). Die Geschwindigkeit nimmt dabei zu, die schweren Beschichtungsstoffteilchen werden auf die Labyrinthfallen geschleudert und bleiben dort in Filtermatten hängen. Die gereinigte Luft wird aus der Kabine abgesaugt (7.18b). Dieses Verfahren ist einfacher und billiger als die Nassabscheidung, jedoch ist die Abscheidung geringer. Es eignet sich vor allem für Betriebe, in denen nicht dauernd gespritzt wird.

Es ist untersagt, in ein und demselben Spritzstand ölhaltige Beschichtungsstoffe und Nitrozelluloselacke zu verspritzen. Die daraus gemischten Lackfilmschichten neigen zur Selbstentzündung!

7.2.5 Trockenanlagen

Die kombinierte Spritz- und Trockenkabine ist die kleinste Lackieranlage (7.19). Sie hat jedoch nur wenig Kapazität (Leistungsfähigkeit) und einen hohen Stromverbrauch durch abwechselndes Hochheizen und Herunterkühlen. Getrennte Trockenanlagen vermeiden diese Nachteile.

7.19 Kombinierte Spritz- und Trockenkabine

Die kombinierte Spritz- und Trockenkabine muss man nach dem Spritzen auf „Trocknen" umstellen. Dabei schalten die Abluftgebläse aus, und der Frisch- Umlaufventilator arbeitet wie bei einer getrennten Trockenkabine. Die Thermometereinstellung beträgt 60 bis 80 °C. Die vom Umlaufventilator angesaugte Kabinenluft wird durch einen Lufterhitzer erwärmt und über einen Deckenkanal mit Feinstfilterung von oben wieder in die Kabine zurückgeleitet. Die Lösemitteldämpfe führt man über eine besondere Leitung ins Freie.

Auf der Frischluft-Ansaugseite muss Frischluft mit ≈ 10 bis 15 °C zugeführt werden, damit sich keine gefährlichen Konzentrationen von Lösemitteldämpfen ergeben (max. 0,8 Vol.- %).

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen dem Luft- und dem Ofentrocknen.

Das Lufttrocknen bei Raumtemperatur dauert verhältnismäßig lange. Es erfordert einen sauberen Raum mit geringer Luftfeuchtigkeit.

Man kann das Trocknen beschleunigen durch Temperaturen von 25 bis 100 °C. Für beschleunigtes Trocknen (Einbrennen) bei etwa 100 bis 300 °C gibt es Lacktrockenöfen.

Die Ofentrocknung bei Temperaturen über 100 °C eignet sich gut für Beschichtungsstoffe mit großer Oberflächenhärte und ausgezeichneter Haftfähigkeit. Ofentrocknung wird auch gern im Anschluss an automatische Spritzverfahren eingesetzt. Es gibt zwei Arten von Trocknungsöfen: Im Konvektionsofen trocknet man mit erhitzter Luft, im Strahlungsofen mit Infrarotstrahlen.

Konvektionsöfen gibt es als Kammeröfen (geschlossene Räume mit den notwendigen Öffnungen, geeignet für kleinere Arbeiten), Tunnelöfen (mit Transportöffnungen an beiden Enden) und Buckelöfen (wie zuvor, jedoch mit Einschluss der Warmluft).

Strahlungsöfen arbeiten mit Infrarotstrahlen. Sie beginnen bei 0,7 Mikrometer (1 Mikrometer = $^1/_{1000}$ mm). Diese Strahlen werden von den lackierten Objekten unter Erwärmung absorbiert. Je nach Wellenlänge werden verschiedene Wärmemengen abgegeben und je nach Werkstoff aufgenommen. Infrarotstrahler sind mit Reflektoren ausgestattet, die die Strahlung in die gewünschte Richtung lenken. Dabei unterscheidet man Dunkelstrahler, Hellstrahler und Gasheizung. Meist werden Dunkelstrahler verwendet. Für Hellstrahler müssen die Farben besonders eingestellt werden.

Infrarot-Trockner sind durch einen geringen Energieverbrauch und äußerst kurze Trocknungszeiten die optimale Lösung, vor allem bei Vorarbeiten und Teillackierungen. Dies gilt sowohl für konventionelle Lacksysteme als auch für wasserbasierende Lackreihen. International werden Infrarotstrahler bei den führenden Automobilherstellern an Reparatur- und Finish-Bändern eingesetzt. Neben den mobilen Strahlersystemen werden auch größere Trocknungssysteme für den Einbau in der Lackierkabine oder an einem Schienensystem montierte Strahlereinheiten angeboten.

Schutzmaßnahmen und Unfallverhütung. Werkstoffe, Arbeitsgeräte und Maschinen bilden besonders in der Lackierwerkstatt Gefahrenquellen. Deshalb sind die Unfallverhütungsvorschriften und -bestimmungen genau zu befolgen.

Der **AGW** (**A**rbeitsplatz**g**renz**w**ert) gibt für einen bestimmten Zeitraum (Referenzzeitraum) bezogen auf die Konzentration eines Stoffes in der Luft an, wie stark die Luft mit dem Stoff im Durchschnitt belastet ist. Er gibt ebenso an, bei welcher Konzentration eines Stoffes akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten sind. Die Konzentrationen von Gasen und Dämpfen werden in ml/m³ und die von Stäuben in mg/m³ angegeben.

Das Einhalten der Arbeitsplatzgrenzwerte dient dem Schutz der Gesundheit von Beschäftigten vor einer Gefährdung durch das Einatmen von Stoffen. Die Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes entbindet nicht von den sonstigen Regelungen der GefStoffV.

Gefahrenklassen dienen u. a. zur Einteilung explosiver Mittel nach dem Flammpunkt. Der Flammpunkt ist die unterste Temperatur, bei der brennbare Flüssigkeiten noch entflammbare Dämpfe entwickeln.

- **Gefahrenklasse I**
  Flammpunkt unter 21 °C (z. B. Leichtbenzin, Benzol, bestimmte Lacke)
- **Gefahrenklasse II**
  Flammpunkt 21 bis 55 °C (z. B. Terpentinöl, Testbenzin)
- **Gefahrenklasse III**
  Flammpunkt über 55 bis 100 °C (z. B. Gas- und Heizöl, Dieselöl)

Unfallverhütungsvorschriften gibt es für Lackierbetriebe in größerer Zahl. Sie sind gewissenhaft zu beachten. Dazu gehören Vorschriften über elektrische Anlagen und Betriebsmittel, Beschichtungsarbeiten (7.20), über Lacktrockenöfen sowie Richtlinien über den Gesundheitsschutz bei Beschichtungsarbeiten.

7.20 Beim Spritzen ist das Tragen der Atemschutzmaske Pflicht für Lackierer/Innen

Der Arbeitgeber hat ferner eine arbeitsbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisung zu erstellen, in der auf die mit dem Umgang mit Gefahrstoffen verbundenen Gefahren hingewiesen wird.

Auch sind die erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln in der Betriebsanweisung (7.21) festzulegen. Arbeitnehmer, die mit Gefahrstoffen, Maschinen und Geräten umgehen, müssen anhand dieser Betriebsanweisungen unterwiesen werden.

a)

b)

7.21 a) Betriebsanweisung gemäß Gefahrstoffverordnung (Leerformular)
b) Betriebsanweisung Maschinen und Geräte (Hauchruckreiniger)

7.3 Werkzeuge und Geräte für Vorarbeiten

7.3.1 Schleifmaschinen

Vorteile. Der Einsatz handlicher, leicht zu transportierender Schleifmaschinen bietet viele Vorteile:

- Anschluss an jede Schukosteckdose,
- schnell einsatzbereit,
- hohe Schleifleistungen,
- rationelles Schleifen großer Beschichtungsflächen (z. B. Türen),
- geeignet auch für schwer zugängliche Schleifstellen,
- gleichmäßig geschliffene Beschichtungsflächen.

Feinschleifmaschinen (Rutscher) (7.22a) sind die gebräuchlichsten Schleifmaschinen im Maler- und Lackiererhandwerk. Ihre viereckige Schleifplatte kann sich kreisförmig oder gerade bewegen (Schwingschleifer). Die gerade verwendet man vor allem zum Schleifen von Holzoberflächen in der gewachsenen Holzrichtung. Für die verschiedenen Oberflächenformen gibt es auswechselbare Schleifplatten. Zum Absaugen des schädlichen

Schleifstaubs dienen transportable Elektrostaubsauger oder direkt anschließende Staubsäcke. Rutscher mit Druckluftantrieb benutzt man in explosionsgefährdeten Räumen (Spezial-Lackierwerkstätten). Rundschleifmaschinen werden hauptsächlich für Grobschliff genommen.

Tellerschleifer (Rundschleifer) mit Elektro- oder Druckluftantrieb setzt man für Kleinflächen, Spachtelübergänge, Kanten und schwer zugängliche Stellen ein. Sie haben eine runde rotierende Schleifscheibe und z. T. auch Staubabsaugung (**7.**22b).

Exzenterschleifer (**7.**22b) sind eine Mischung aus Schwing- und Winkelschleifern. Sie kombinieren die schwingende mit der rotierenden Bewegung. Diese Geräte eignen sich besonders für den Grob- bis Feinschliff an kleineren bis mittleren Flächen auf Metall, Kunststoff und Holz sowie bei Altbeschichtungen, Füllern und Spachtelschichten. Es lässt sich damit ein extrem feiner Schliff an ebenen und gewölbten Flächen erreichen.

Dreieckschleifer (**7.**22c), nieder- bis hochtourig, sind leicht zu handhabende „Einhandschleifer". Je nach Typ und Schleifpapier dienen sie zum Entrosten, Entfernen alter Beschichtungen, Kantenbrechen, Entgraten oder zum Polieren. Mit ihnen kommt man auch gut an schwer zugängliche Stellen heran.

Hand-Bandschleifer können oft große stationäre Schleifmaschinen ersetzen. Auch hier gibt es Staubabsaugung (**7.**22d). Durch sinnvolle Konstruktion, Schleifrahmen mit Anschlag zum Leisten- und Rahmenschleifen sind sie vielseitig verwendbar.

Da sich das Band stets in Längsrichtung der Bandschleifmaschine bewegt, eignet sich dieses Gerät besonders zum Faser- und Planschleifen von Holz, aber auch zum Anschleifen von Altlackierungen, von Metallen usw.

Zubehör. Je nach Art und Fabrikat gibt es auswechselbare Stahldraht-Entrostungsscheiben, Polierscheiben und Farbrührsätze sowie die zahlreichen Schleifpapiere (s. Kap. 8.7.6).

7.22 Schleifmaschinen
a) Feinschleifmaschine mit Staubabsaugung (direkt von der Schleiffläche durch gelochtes Schleifpapier); b) Exzenterschleifer mit Direktabsaugung (durch den Schleifteller);
c) Dreieckschleifer mit Direktabsaugung; d) Bandschleifer mit Direktabsaugung

Wählen Sie für den jeweiligen Zweck (Untergrund) das passende Schleifpapier mit der richtigen Körnung.

Achten Sie beim Benutzen von Schleifmaschinen auf die Schutzbestimmungen im Umgang mit elektrischem Strom! Verwenden Sie in explosionsgefährdeten Räumen nur Druckluft-Schleifmaschinen! Das GS-Zeichen (7.23) steht für Maschinen, deren Sicherheit von der Berufsgenossenschaft geprüft wurde.

7.23 GS-Zeichen

7.3.2 Werkzeuge

Werkzeuge erfüllen nur im sauberen und gepflegten Zustand ihre Funktion. Verwenden Sie jedes Werkzeug nur für den vorgesehenen Zweck.

Eine Übersicht über die wichtigsten Werkzeuge für Vorarbeiten zeigen Bild 7.24 und Tabelle 7.4 (Werkzeuge für Tapezier- und Klebearbeiten s. Kap. 13.1.5).

7.24 Werkzeuge
a) Malerspachtel
b) Japan-/Flächenspachtel
c) Stuckateurspachtel
d) Glättekelle
e) Kittmesser
f) Schaberstiel mit
g) Handschaber
h) Schleifklotz
i) Cuttermesser
j) Drahtstahlbürste
k) verschiedene Plattenformen

Tabelle **7.4** Werkzeuge für Vorarbeiten

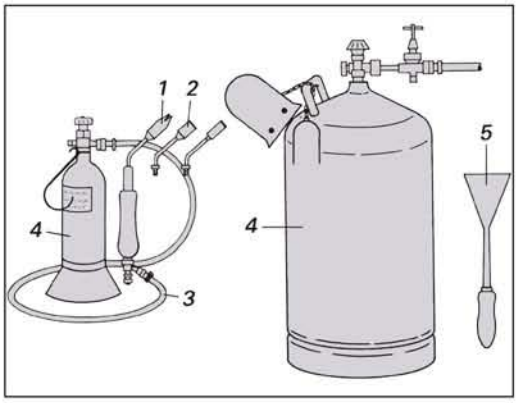
Werkzeug	Beschreibung	Verwendung
Malerspachtel	elastische, gehärtete, geschliffene Stahlklinge in Holzheft, auch rostfreier Stahl, Klingenbreite 1 bis 14 cm	Universalwerkzeug zum Abkratzen, Abstoßen, Abbrennen, Füllstoffanrühren, Vergipsen u. a.
Flächenspachtel (Japanspachtel)	breites Spachtelblatt mit Blechversteifung, Holzrücken oder Stiel, auch auswechselbare und verstellbare Blätter (Härteeinstellung), Blattbreite 3 bis 30 cm; Abart: Quadrat- und Kunststoffspachtel mit verstärkter Griffleiste	zum Spachteln von Öl- und Spachtelmassen auf vorbereiteten Untergründen (z. B. Türen). Für Kunststoffputze; die Massen haften kaum, keine Bildung von Rostflecken
Glättekelle	trapezförmige, dreieckige oder andere Kelle aus rostfreiem Stahl, Kunststoff oder mit Filzbelag und Holzgriff in verschiedenen Ausführungen	für Stuckateur-, Putzer- u. a. Arbeiten (Auftragen, Aufziehen, Glätten, Verfugen, Eckenausbilden usw.)
Kittmesser	elastische Messer mit spitzer, gerader oder anderer stumpfer Klinge, auch zweischneidig, verschiedene Ausführungen, Holzgriff	zum Verkitten von Fugen und bei Verglasungsarbeiten
Farbkratzer und Schaber	Dreikantstahlplatte oder andere Form beim Zugschaber, langer Stiel mit Holzgriff; ferner Ziehklingen und rechteckige Wandschaber, Tapetenabkratzer	zum Abkratzen alter Beschichtungen, auch nach Abbeizarbeiten; Ziehklingen zum Abziehen von Holzflächen; schwere Schaber für Estriche
Drahtstahlbürste	in gerade oder gebogene Holzkörper reihenförmig eingelassene Drahtbündel, verschiedene Formen und Größen	zum mechanischen Entfernen alter Beschichtungen und Roststellen, überwiegend auf Metallgrund, auch bei Heizkörpern
Schleifklotz	rechteckiger Klotz aus Gummi oder Kork mit Einspannvorrichtung für Schleifpapier, verschiedene Größen	zum Handschliff gestrichener, gespachtelter, auch alter Oberflächen (statt Schleifmaschine)

7.3.3 Abbrenngeräte

Eine wirksame Methode zum Entfernen glasharter und dicker Farbschichten ist das Abbrennen mit dem Propan-Abbrenngerät (**7.25**). Die Lötlampe wird dazu kaum noch benutzt. Das Propangerät besteht aus der Stahlflasche (4), dem Zuführschlauch (3) und der handlichen Abbrennpistole (1) mit dem Brenner (2). Die Stahlflasche enthält Propan-Flüssiggas, das beim Hydrieren (Anlagern von Wasserstoff) von Kohle und Erdöl entsteht.

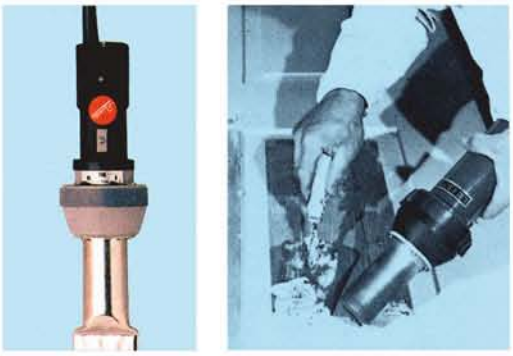
Das Gerät ist ohne Anwärmzeit sofort einsatzbereit und arbeitet mit rußfreier Flamme.

Die Brenner sind so eingerichtet, dass man nicht mit der direkten Flamme, sondern nur mit dem heißen Flammensaum schonend abbrennt. Die im Brennkopf sturmsicher untergebrachte Flamme lässt sich regulieren. Für die verschiedenen Anforderungen gibt es auswechselbare Brenner unterschiedlicher Breite.



7.25 Propan-Abbrenngerät
1 Abbrennpistole
2 Brenner
3 Zufuhrschlauch
4 Stahlflasche
5 Abbrennspachtel

Neuerdings hat man auch elektronisch regelbare Heißluftgebläse zum Entfernen alter Beschichtungen entwickelt. Die Beschichtung wird ohne Verbrennen des Untergrunds mit einem Heißluftstrahl angeblasen (7.26), wonach er mühelos abgehoben werden kann. Diese Heißluftgebläse eignen sich auch als Trockengeräte.



7.26 Abbrennen mit dem Heißluftgebläse

Wegen Erstickungsgefahr darf man nur in gut durchlüfteten Räumen abbrennen!

7.3.4 Rührgeräte

Beschichtungsmittel, Plastikmassen, Zweikomponenten-Materialien, Kunstharzputze, Mörtel und Kleber müssen vor der Verarbeitung gründlich aufgerührt werden, bzw. es sind die einzelnen Komponenten (Bestandteile) nach dem Zusammengeben gut zu verrühren. Dafür gibt es, je nach Werkstoffart und benötigter Menge, verschiedene Rührgeräte (7.27). Der Antrieb kann elektrisch oder mit Druckluft erfolgen, die Drehzahl lässt sich gewöhnlich stufenlos verstellen.

7.27 Rührgerät

7.3.5 Strahlgeräte

Ähnlich der Arbeitsweise beim Spritzen wird unter Druck ein scharfkörniges Strahlmittel (Quarzsand, Stahlkies u. Ä.) mittels Gebläse auf das Objekt geschleudert. Das Gebläse arbeitet mit einem Druck bis zu 6 bar. Anwendung zum Reinigen von Natur- und Kunststeinflächen (Beton), zum Entrosten oder Mattieren von Glasflächen.

7.3.6 Hochdruckreiniger (Dampfstrahlreiniger)

Das Reinigen von Fassaden, Maschinen und Geräten geschieht mittels Flüssigkeitsstrahler (Kalt- oder Warmwasser) oder Dampf unter hohem Druck (7.28).

Mit einer Rotordüse können fest haftende Verschmutzungen gelöst, Farbe entfernt oder auch nicht mehr tragfähige Untergründe abgelöst werden.

Die DIN 8200 definiert folgende Strahlsysteme: Druckstrahlen, Druckluftstrahlen, Nassdruckluftstrahlen, Schlämmstrahlen, Druckflüssigkeitsstrahlen und Dampfstrahlen.

7.28 Reinigen einer Fassade

In den Fällen, wo sich der Schmutz ohne Zuhilfenahme von Chemikalien ablösen lässt, stellt die Hochdruckreinigung unbestritten die kostengünstigste und wirksamste Reinigungsmethode dar.

Wird allerdings der Einsatz von Reinigungs- oder Abbeizchemikalien notwendig, so sind für die Aufbereitung und Entsorgung der Abwässer entsprechende Vorbereitungen bzw. besondere Maßnahmen mit den zuständigen Behörden wie Abwasserverband, Gewerbeaufsicht, Umweltamt der Kommune usw. abzuklären.

Mitarbeiter müssen außer einem Helm noch umfangreiche Schutzkleidung tragen.

8 Werk- und Hilfsstoffe

Im Maler- und Lackiererhandwerk wird eine große Anzahl vielfältiger Werk- und Hilfsstoffe sowie Hilfsmittel verarbeitet und eingesetzt. Dazu gehören zum Beispiel:

Flüssige, pastöse oder pulverförmige Stoffe wie Grundbeschichtungsstoffe, Lacke, Lasuren, Spachtelmassen, Farbpigmente.

Beläge wie Wand-, Decken-, Bodenbeläge.

Spezielle Werkstoffe für Arbeiten wie Wärmedämmung, Schalldämmung, Fußbodenbeschichtung, Betoninstandsetzung, Rissverpressung, Verputzen, Trockenbau, Schmucktechniken, Restaurierung, Beschriftung.

Hilfsstoffe wie Absperrmittel, Fluate, Abbeizmittel, Dichtstoffe.

Hilfsmittel wie Schleifmittel, Abdeckbänder, Abdeckfolien, Reinigungsmittel.

8.1 Farbmittel

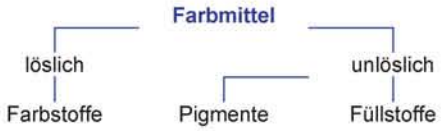
8.1.1 Begriffe und Einteilung

Farbmittel ist nach DIN 55 943 („Farbmittel") der Oberbegriff für alle farbgebenden Stoffe. Farbmittel können anorganischer oder organischer Natur sein. Bei den organischen Farbmitteln unterscheidet man zwischen Farbstoffen und Pigmenten, bei den anorganischen zwischen Pigmenten und Füllstoffen.

Nach der DIN-Norm wird unterschieden zwischen

- im jeweiligen Medium *löslichen* Farbstoffen und
- im jeweiligen Medium *unlöslichen* anorganischen oder organischen, bunten oder unbunten Pigmenten.

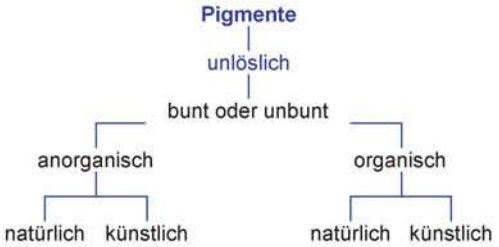
Eine schematische Übersicht über die Farbmittel gibt die folgende Grafik.



Farbstoffe sind organische Farbmittel, die in Lösemittel und/oder Bindemittel löslich sind, das heißt in einem geeigneten Lösemittel werden die Einzelteilchen bis zur Molekülgröße aufgeteilt. Deshalb sind Lösungen von Farbstoffen zwar je nach Farbstoff unterschiedlich gefärbt, aber beim Betrachten gegen das Licht durchsichtig. Farbstoffe werden kaum in Beschichtungsstoffen verwendet. Eine deckende Beschichtung ist nicht möglich. Das für den Maler wichtigste Anwendungsgebiet liegt bei der Anfärbung von rohem Holz, dem sogenannten Beizen. Hier gibt es wasserlösliche (Wasserbeizen) oder alkohollösliche (Spiritusbeizen) Farbstoffe.

Pigmente (Tab. **8.**1) sind nach EN 971-1 (Lacke und Anstrichstoffe) in Lösemittel und/oder Bindemittel praktisch unlösliche, organische oder anorganische, bunte oder unbunte Farbmittel. Pigmente sind plättchen- oder pulverförmige Teilchen und geben Beschichtungsstoffen den gewünschten Farbton. Da Pigmente in Lösemitteln und Bindemitteln nicht löslich sind, liegen sie in Beschichtungsstoffen als Dispersion vor. Das einfallende Licht wird an den Pigmentteilchen reflektiert oder/und absorbiert. Deshalb besitzen Pigmente auch im Gegensatz zu Farbstoffen ein Deckvermögen.

Eine schematische Übersicht über die Pigmente gibt die folgende Grafik.



Farblack ist ein Pigment, das durch Fällen eines gelösten Farbstoffes mit einem Fällungsmittel erzeugt wird. Hierbei können auch

Farbstoffe auf Farbunterlagen (Substrate) durch physikalische oder/und chemische Einflüsse so gebunden werden, dass sie als Pigment verwendet werden können. Diese chemische Bindung nennt man Verlackung.

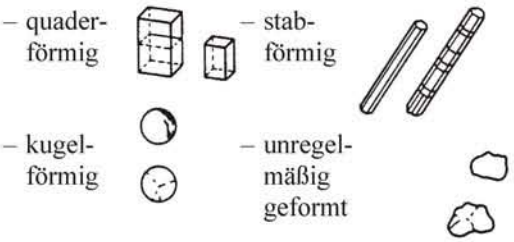
Aufgaben der Pigmente

- Farbgebung
- Überdeckung (Deckvermögen)
- Schichtbildung (Füllvermögen)
- Schutz vor chemischen Einflüssen, z. B. UV-Strahlen, Korrosion
- Schutz vor physikalischen Einwirkungen, z. B. mechanischer Abrieb
- Erhöhung der Wetter-, Wasser- und Alterungsbeständigkeit.

Eigenschaften der Pigmente

- Farbton
- Färbevermögen
- Deckvermögen
- Lichtbeständigkeit
- Chemikalienbeständigkeit
- Verträglichkeit mit Bindemitteln
- Verträglichkeit mit anderen Pigmenten
- Dispergierbarkeit
- Gesundheitsgefährdung.

Pigmentformen (nach DIN 53 206)



8

Tabelle 8.1 Einteilung der Farbmittel – Pigmente (Auswahl)

Farbmittel/Pigmente

Anorganische Pigmente

Erdpigmente

Weißpigmente
Kreide
Kalkspat
Leichtspat
Schwerspat
Talkum
Quarz

Buntpigmente
Ocker
Rote Erde
Umbra
Terra die Siena
Eisenglimmer
Grüne Erde

Mineralpigmente

Weißpigmente
Lithopone
Titandioxid
Zinkoxid/Zinkweiß
Zinksulfid
Bleiweiß

Buntpigmente
Eisenoxidgelb
Chromgelb
Nickeltitangelb
Chromorange
Cadmiumorange
Eisenoxidrot
Chromrot
Cadmiumrot
Zinnoberrot
Ultraminrot
Chromoxidgrün
Cobaltgrün
Ultramarinblau
Cobaltblau
Eisenblau
Eisenoxidbraun
Bleimennige

Schwarzpigmente
Eisenoxidschwarz
Pigmentruß
Spinellschwarz

Metallpigmente
Zinkstaub Aluminium Kupfer-Zink
Titandioxid auf Glimmer
Eisenoxid auf Glimmer

Organische Pigmente

Tier- und Pflanzenpigmente natürlich

Weißpigmente nicht vorhanden bzw. unbedeutend

Buntpigmente
Karmin (8.1)
Purpur
Indischgelb
Sepia
Krapplack
Gummigut
Indigo
Kasseler Braun
Rebschwarz

Teerpigmente künstlich

Buntpigmente
(kleine Auswahl)
Arylidgelb
Bisarylidgelb
Dipyrazolonorange
Perininorange
Azokondensationsrot
Naphtholrot
Dioxazinviolett
Indanth ronblau
Phtalocyaningrün
Azokondensationsbraun

Schwarzpigmente
Anilinschwarz Perylenschwarz

Glanzpigmente
Fischsilber (Guanin)

Leuchtpigmente
Azomethinfluoreszenzgelb

8.1 Cochenille (Schildlaus) für Buntpigment Karmin

Benennung. Nur wenige Farbmittel haben durch Normen oder Handelsbräuche festgelegte Namen. Üblich sind Beinamen, abgeleitet von Aussehen, Herkunft und Überlieferung. Am zuverlässigsten sind Benennungen nach der chemischen Zusammensetzung (z. B. Titandioxid, Eisenoxidrot, Chromgelb).

Einteilung. Farbmittel (Pigmente) können eingeteilt werden nach dem Farbton (Tab. **8.**2), der Zusammensetzung (Tab. **8.**3), der Herkunft (z. B. Fundorte bei Erdpigmenten) oder Verwendung (z. B. Kalkfarben, Zementfarben, Universalfarben).

Farbmittel sind farbgebende Stoffe. Statt der löslichen Farbstoffe werden heute hauptsächlich die unlöslichen Pigmente verwendet.

Tabelle **8.**2 Einteilung der Farbmittel nach dem Farbton

Weißpigmente Schwarzpigmente	anorganisch	Titandioxid, Bleiweiß, Zinkweiß, Lithopone Kreide, Schwerspat Ruß
	organisch	Anilischwarz, Rebschwarz
Buntpigmente	anorganisch	Ocker, Umbra, Ultramarinblau, Chromgrün, Zinkgrün, Chromgelb, Zinkgelb, Eisenoxidgelb, Eisenoxidrot, Bleimennige
	organisch	Hansagelb, Signalrot, Kalkgrün

Tabelle **8.**3 Einteilung der Farbmittel nach der chemischen Zusammensetzung (DIN 55944)

Farbmittel	Pigmente/Farbstoffe	Gewinnung	Beispiele
Anorganische Farbmittel (unlöslich)	natürliche anorganische Pigmente = Erdpigmente	durch mechanische Behandlung (Schlämmen, Mahlen) natürlicher anorganischer Stoffe	Kreide, Ocker, Umbra, Grünerde Terra di Siena
	synthetische anorganische Pigmente = Mineralpigmente	durch chemische und/oder physikalische Umwandlung (Fällen bzw. Glühen) anorganischer Stoffe	Weißpigmente, Chromgelb, Bleimennige, Kobaltblau, Ultramarinblau, Englisch rot
	Metalleffektpigmente = Bronzen	durch Zerkleinern von Metallen	Bronzen
	Kohlenstoffpigmente = Ruß	durch Abbau von Graphit oder unvollständige Verbrennung von Gas, Öl	Ruß, Graphit
Organische Farbmittel und Pigmente	natürliche organische Pigmente	durch Aufbereiten tierischer oder pflanzlicher Pigmente/Farbstoffe	Sepia, Indigo, Kasseler Braun
	synthetische organische Pigmente	aus Erdöl, Teer (= Pigmentfarbstoffe) oder durch Einfärben von Substraten (Farbstoffträger) mit löslichen Farbstoffen (= Farblacke)	zahlreiche, überwiegend starkfarbige Pigmente Arylidgelb, Anthanthronrot, Indanthronblau
Organische Farbstoffe (löslich)	natürliche organische Farbstoffe	aus Tier- oder Pflanzenfarbstoffen	Cochenille, Schüttgelb
	synthetische Farbstoffe	aus Erdöl oder Teer	Chinilingelb, Monoazoorange, Disazobraun

Füllstoffe (Verschnittmittel) sind preiswerte, farblose oder weiße Stoffe, die den teuren Pigmenten zugegeben werden. Verschnittene Pigmente sind aber nicht nur wirtschaftlicher, sondern haben auch positiven Einfluss auf die Eigenschaften von Beschichtungsstoffen. Zum Beispiel:

Magnesiumsilikat (Talkum) wird wegen seiner guten Fülleigenschaften und sperrigen Teilchenform in Spachtelmassen, Füllern und Dispersionsfarben eingesetzt.

Aluminiumsilicate (Kaolin. Glimmer) werden als haftungsverbessender Füllstoff oder Schichtbildner in Grundbeschichtungsstoffen und Füllern und für spezielle Beschichtungsstoffe mit chem. Beständigkeit, UV-Beständigkeit sowie Korrosionsschutz verwendet.

Weitere Füllstoffe sind:

- Calciumcarbonat (Kreide) in Dispersionsfarben
- Eisenglimmer im schweren Korrosionsschutz
- Graphit für leitfähige Lacke
- Polyamid-Pulver zur Strukturgebung

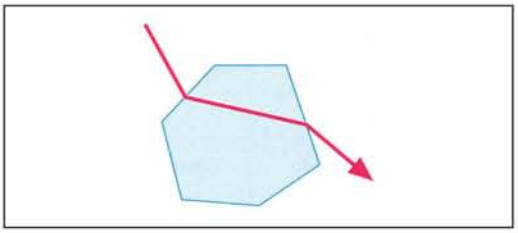
8

8.1.2 Eigenschaften

Von Malfarben und Beschichtungsstoffen wird verlangt, dass sie gut decken und färben, außerdem – je nach Verwendungszweck – licht-, alkali- und wetterbeständig sind.

Das Deckvermögen ist die Eigenschaft eines pigmentierten Beschichtungsstoffes, die Farbe oder Farbunterschiede des Untergrunds abzudecken. Das Deckvermögen hängt ab vom Lichtbrechungsvermögen des Pigments und dem Lichtbrechungsvermögen des ihn umgebenden Bindemittels, von der Teilchenform und -größe des Pigments, vom Mengenverhältnis Pigment-Bindemittel-Zusatzstoffe (Pigmentvolumenkonzentration), von der Dicke des Beschichtungsfilmes und vom Auftragsverfahren (Applikationsart) z. B. Streichen, Rollen, Spritzen usw.

Je stärker ein Pigment einfallende Lichtstrahlen ablenkt, desto besser deckt es (**8.**2). Kleinere Teilchen lagern dichter beieinander und lenken daher Lichtstrahlen stärker ab als größere. Die Teilchengröße beträgt etwa 0,1 bis 5 µm (sprich „mü"; 1 µm = $^1/_{1000}$ mm). Das beste Deckvermögen haben gemischt disperse Pigmente. Weniger deckende Farbmittel nennt man Lasurfarben.



8.2 Lichtbrechung (Lichtablenkung) im Pigmentteilchen

Tabelle **8.4** Brechzahlen verschiedener Stoffe im Vergleich

Füllstoff bzw. Weißpigment	Brechzahl bei 550 nm	verschiedene Medien	Brechzahl bei 550 nm
Bariumsulfat	1,64	Luft	1,00
Lithopone	1,84	Wasser	1,33
Bleicarbonat	1,94	Leinöl	1,47
Zinksulfid	2,37	Alkydharz	1,55
Titandioxid		Melaminharz	1,55
Rutli	2,75		

Je größer die Brechzahl (Tab. **8.**4), umso besser das Deck- und Aufhellvermögen (bei Weißpigmenten)

Das **Färbevermögen** ist nicht immer gleich dem Deckvermögen. Es ist die Eigenschaft eines Pigments, andere mit ihm vermischte Pigmente im Farbton zu verändern (besonders Weiß). Dieses Vermögen hängt ab von der Teilchengröße, dem Absorptionsvermögen und der Pigmentkonzentration.

Lichtbeständigkeit (-echtheit) wird für Innen-, besonders jedoch für alle Außenbeschichtungen gefordert. Das Pigment darf durch Licht- und Sonnenstrahlen nicht erheblich ausbleichen, vergilben oder nachdunkeln

Ermittelt wird der Grad der Lichtechtheit mit dem Blaumaßstab nach DIN 53 952, beurteilt nach Werten von 1 bis 8.

Farbmittel, die außen eingesetzt werden, sollen mindestens den Wert 6 aufweisen.

Chemikalienbeständigkeit ist die Eigenschaft von Pigmenten, gegen chemische Einflüsse wie

Säuren, Laugen, Haushaltsreiniger, Fruchtsäfte, Vogelexkremente beständig zu sein. Beispiel: Chromgelb wird durch Kalkeinfluss rot, Kalkgelb bleibt gelb, ist alkalibeständig.

Wetterbeständigkeit ist die Voraussetzung von Beschichtungsstoffen für Außenbeschichtungen. Der Beschichtungsfilm muss gegen zer-störende atmosphärische Einflüsse wie Temperaturschwankungen, Feuchtigkeit, Licht und Abgase beständig sein.

Pigmente müssen gut decken und färben, je nach Verwendung licht-, alkali- und wetterbeständig sein.

8.1.3 Anorganische Pigmente

Natürliche anorganische Pigmente (Erdpigmente) kommen als weiße oder farbige Erden vor. Sie werden gebrochen, geschlämmt, getrocknet, gemahlen und abgefüllt. Manche Sorten erhalten durch einen Brennprozess einen anderen Farbton (z. B. Umbra gebr.). Man unterscheidet Weiß-, Schwarz- und Buntpigmente (Tab. **8.**5). Die Schwarzpigmente dieser Gruppe spielen für Beschichtungen kaum noch eine Rolle

Künstliche anorganische Pigmente (Mineralpigmente, Tab. **8.**6)

Weiße Mineralpigmente werden überwiegend für Lacke, Öl- und Dispersionsfarben verwendet. Sie werden in aktive und inaktive Pigmente eingeteilt.

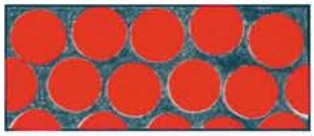
Aktive Pigmente sind basische Pigmente und reagieren im Beschichtungsstoff mit den öligen Bindemitteln. Sie bilden mit den Fettsäuren der Öle wasserunlösliche Metallseifen (**8.**3). Zu diesen Pigmenten gehören Bleimennige, Bleiweiß, Zinkweiß und Zinkoxid. Die Beschichtungen werden quellsicher, alterungsbeständiger, fester und elastischer. Seifenbildende Pigmente werden für den Korrosionsschutz verwendet.

Tabelle **8.**5 Erdpigmente (Auswahl)

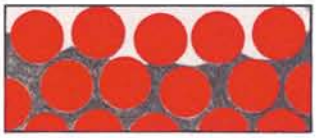
	Name	Eigenschaften [1]	Verwendung
Weißpigmente	Kreide	D und F in Leim sehr gut, in Öl schlecht, L sehr gut, alkalibeständig	für Leim- und Dispersionsfarben, Kitte und Spachtelmassen
	Schwerspat	D und F in Leim gut, in Öl schlecht, L sehr gut, alkalibeständig	für Spachtelmassen, vor allem als Verschnittmittel
	Gips	nicht wetterbeständig	zum Verputzen (nur innen), Füllstoff
Buntpigmente	Ocker	D und F gut, L sehr gut, alkalibeständig	für alle Bindemittel
	Terra di Siena	D und F gering, L sehr gut, alkalibeständig	gute Lasurfarbe
	Rote Erdfarben	D, F und L sehr gut, alkalibeständig	als Mal- und Abtönfarben
	Umbra	D und L sehr gut, F gut, alkalibeständig	als Abtönfarben

[1]) D = Deckvermögen, F = Färbevermögen, L = Lichtbeständigkeit

8.3 Aktives Pigment



8.4 Inaktives Pigment



8.5 Abbau einer Beschichtung mit inaktivem Pigment

Passive Pigmente werden dagegen vom öligen Bindemittel umschlossen (**8.**4) und bleiben unverändert. Passive Pigmente werden als inaktive oder inerte Pigmente bezeichnet. Sie neigen zum Kreiden, also zum Freilegen der Pigmente an der Oberfläche durch Abbau des Bindemittels (**8.**5).

Wichtigstes Weißpigment für Beschichtungsstoffe ist Titandioxid. Titandioxid in Rutilform ist von unvergleichlicher Wetter- und Lichtbeständigkeit. Seine Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einwirkungen sowie seine Unlöslichkeit auch in Säuren machen das Pigment zu einem auch gesundheitlich unbedenklichen Stoff. Früher bedeutende Weißpigmente, wie Bleiweiß, Zinkweiß und Lithopone, sind entweder aus gesundheitlichen Gründen zurückgedrängt oder wegen ungenügender Wetterbeständigkeit auf Grundbeschichtungsstoffe und Vorlacke beschränkt.

Schwarzpigmente besitzen kaum Lichtstreuvermögen, jedoch werden so gut wie alle Wellenlängen des sichtbaren Lichtes absorbiert. Pigmentruße sind die wichtigsten Pigmente, sie bestehen aus Kohlenstoff. Die Beständigkeitseigenschaften sind hervorragend.

Eisenoxid- und Spinellschwarz (Mineralpigmente) haben eingeschränkte und unterschiedliche Eigenschaften und Verwendungsbereiche. Wichtig für die Verwendung in wässrigen Bindemitteln ist die Benetzbarkeit und Dispergierbarkeit und in öligen Bindemitteln die Trockenfähigkeit.

Buntpigmente sind alle anorganischen oder organischen Pigmente, die nicht weiß oder schwarz sind. Wegen ihrer unterschiedlichen Eigenschaften, z. B. das Färbevermögen, eignen sich nicht alle zum Abtönen von sämtlichen Beschichtungsstoffen. Für Mal- und Dekorationstechniken und in der Denkmalpflege sind Erd- und Mineralpigmente in Pulverform unentbehrlich.

8

Tabelle **8.**6 Mineralpigmente

	Name und Zusammensetzung	Eigenschaften [1])	Verwendung
Aktive Weißpigmente	Bleiweiß = basisches Bleicarbonat	D und F gut, L sehr gut, besonders wetterbeständig, nicht mit allen Pigmenten verträglich. durch schwefelhaltige Gase Bräunung, **giftig!**	für Leinölfirnis, Alkydharz u. a. Bindemittel, für Grundbeschichtungen außen; für Innenbeschichtungen verboten. Kennzeichnungspflichtig
	Zinkweiß = Zinkoxid (ZnO)	D und F gut, L sehr gut, wetter- und glanzbeständig. Vergilbung sehr gering, pilztötend	in Öl- und Lackbindemitteln für Innen- und Außenbeschichtungen
Inaktive Weißpigmente	Lithopone = Zinksulfid + Bariumsulfat	D und F gut, L sehr gut, alkalibeständig, Sorten nach Zinksulfidanteil: Rot- (30 %), Grün- (40 %), Silbersiegel (60 %)	für Leim-, Öl-, Kunstharz- und Dispersionsfarben innen, Spachtelmassen
	Titandioxid (TiO_2)	D, F und L sehr gut, wetterbeständig	für Öl-, Kunstharz- und Dispersionsfarben; Anatas für Innen-, Rutil bes. für Außenbeschichtungen
	Titanweiß = TiO_2 + Verschnitt	D, F und L gut Kreidungsneigung bei Außenbeschichtungen	für Mal- und Beschichtungsstoffe
Buntpigmente	Bleimennige = Bleioxid	D und F gut, dunkelt nach, alkalibeständig, **giftig!**	für Korrosionsschutzfarben, nicht für Deckfarben
	Bleicyanamid	D, F und L gut, alkalibeständig, **giftig!**	gelbe Korrosionsschutzfarben für Metallgrund- und -deckbeschichtungen
	Chromgelb = Bleichromat	D gut, F sehr gut, dunkelt nach, nicht alkalibeständig (Orangeverfärbung), **giftig!**	in öligen und Kunstharzbindemitteln
	Chromgrün = Chromgelb + Berliner Blau	D und F sehr gut, dunkelt nach, nicht alkalibeständig (Rotbraunverfärbung), **giftig!**	für alle Bindemittel, vielfach für Tür- und Fensterbeschichtungen außen
	Zinkgelb = chromsaures Zinkkalium	D und F gering, L gut, nicht alkalibeständig (Rotverfärbung), **giftig!**	für Korrosionsschutzgrundierungen für Öl-, Kunstharz- und Dispersionsfarben
	Zinkgrün	D, F und L gut, nicht alkalibeständig (Verfärbung), **giftig!**	
	Eisenoxidgelb Eisenoxidrot (Fe_2O_3)	D, F und L sehr gut, alkalibeständig, wetterfest	sehr gute Mischfarben, auch als lasierende Pigmente
	Ultramarinblau	D gering, F gut, L sehr gut, alkalibeständig	ausgezeichnet für außen, für alle Bindemittel

[1]) D = Deckvermögen, F = Färbevermögen, L = Lichtbeständigkeit

Aktive Weißpigmente bilden mit öligen Bindemitteln wasserunlösliche Metallseifen und sind (vor allem in Mischungen miteinander) sehr wetterbeständig.

Die Blei- und Chromverbindungen unter den Buntpigmenten sind giftig!

Metalleffektpigmente (Bronzen) sind metallische Farbpulver. Die Sorten unterscheiden sich nach dem Farbton und dem Feinheitsgrad (Gold-, Silber-, Aluminiumpulver, Kupfer-Zink-Legierungen). Nachträgliches Polieren erhöht den Metallglanz.

Höchste Glanzwirkung ergibt sich durch Pudern (Einstreuen in den noch „klebrigen" Öllack). Mischen mit Weiß- und Buntpigmenten ist nicht üblich, beeinträchtigt überdies den Metallglanz (Tab. **8.**7).

Korrosionsschutzpigmente greifen im Rahmen chemischer Umsetzungen in das an der Grenzfläche von Metall und Lackierung ablaufende Geschehen ein und vermitteln dabei einen aktiven Rost- bzw. Korrosionsschutz. Neben den Pigmenten, die Deckvermögen und Farbe verleihen und ästhetischen Zwecken dienen, kommt den aufgrund chemischer Mechanismen wirksamen Korrosionsschutzpigmenten erhebliche Bedeutung zu. Die chemische Aktivität, die z. B. Zinkphospat, Bleimennige, Zinkstaub und einige andere Korrosionsschutzpigmente entfalten, berührt auch den menschlichen Organismus. Deshalb sind besondere gesundheitliche Schutzvorkehrungen zu treffen.

Leuchtfarbstoffe – Leuchtpigmente

Lumineszenz ist der Sammelbegriff für alle Leuchterscheinungen bei Stoffen. Sie werden unterschieden nach:

phosphorizierende (Phosphoreszens), d. h. nachleuchtende Stoffe, sie leuchten nach Anregung mit Licht. Nachleuchten kann Sekunden bis Stunden dauern.

fluoreszierende (Fluoreszens) Stoffe, leuchten nur unter Einwirkung von UV-Licht- und Röntgenstrahlen.

Bei der **Tageslicht-Fluoreszenz** leuchten Stoffe durch Umwandlung von UV-Licht-Anteilen des Tageslichts in sichtbares Licht („Neonfarben", Textmarker). Fluoreszierende Leuchtpigmente aus org. Pigmenten werden z. B. bei der Theater- und Bühnenmalerei eingesetzt.

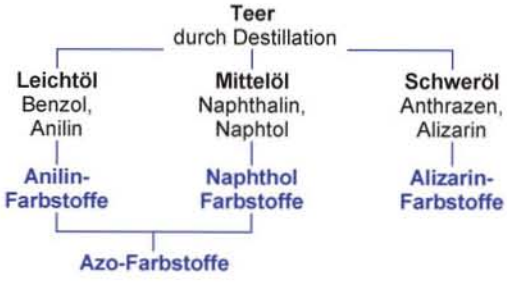
Leuchtfarben werden verwendet als Sicherheits-, Signal- und Informationsfarben sowie zum Erzielen gestalterischer Effekte.

8.1.4 Organische Pigmente

Natürliche organische Pigmente haben im Bautenfarbenbereich untergeordnete Bedeutung, sie werden überwiegend in „Naturfarben", der Denkmalpflege, für Holzimitationen und Malfarben eingesetzt.

Künstliche organische Pigmente und Farbstoffe (Azofarbstoffe, -pigmente und Farblacke)

Ausgangsprodukt ist Teer (Teerfarben bzw. Anilinfarben) oder alle künstlich hergestellten organischen Farbstoffe. Durch komplizierte chemische Verfahren werden zahlreiche Sorten und unbegrenzt Farbtöne erzeugt. Sie umfassen die Mehrzahl der stark farbigen, leuchtenden Farbmittel. Ihre Verwendung erstreckt sich aufzahlreiche Stoffe in der Farben- und Lackindustrie (Azopigmente) sowie z. B. in Textilien, Kosmetikartikeln, Schmuck (Azofarbstoffe).



8

Tabelle **8.7** Bronzen

Name und Zusammensetzung	Eigenschaften [1])	Verwendung
Kupferbronze	D sehr gut, F je nach Feinheit gut bis gering, L gut; gefärbte K. bleicht aus, W gering, schwach giftig	zum Bronzieren für Dekorationen und Schmucktechniken für Effektlackfarben
Goldbronze = Kupfer + Zink	D sehr gut, F je nach Feinheit gut bis gering, L gut, nicht wetterbeständig	wie vor, außerdem für Bilderrahmen, Goldimitation, Effektlackierung
Aluminiumpulver	D und L sehr gut, F gut, W sehr gut, durch Lacküberzüge noch besser	für hitzebeständige, reflektierende und rostschützende Beschichtungen, Effektlacke
Silberbronze = Kupfer-Zink-Nickel-Legierung	D gut bis sehr gut, F gut bis gering, L gut, kann aber nachdunkeln, nicht wetterbeständig	wie Goldbronze, für hitzebeständige Beschichtungen, Effektlacke

[1]) D = Deckvermögen, F = Färbevermögen, L = Lichtbeständigkeit, W = Wetterbeständigkeit

8

Teerfarbenpigmente bestehen aus dem Teerfarbstoff und der Farbunterlage, dem Substrat. Der Teerfarbstoff gibt den Farbton, die Farbunterlagen bilden den eigentlichen „Farbkörper", der überwiegend aus weißen Erdpigmenten besteht. Es gibt zwei Wege der Herstellung: Verkollern oder Verlacken von Teerfarbstoff und Farbunterlage.

Verkollern. Wasserunlösliche Farbstoffe werden durch mechanische Verfahren fest mit Füllstoffen verbunden, weil sie sonst zu teuer und schlecht mischbar wären. Das Ergebnis sind Pigmentfarbstoffe.

Verlacken. Wasserlösliche Farbstoffe färben ein Substrat. Durch Zugabe von Chemikalien schafft man daraus eine wasserunlösliche Verbindung – die Farblacke.

Eigenschaften. Das Deck- und Färbevermögen ist gut bis ausreichend, die Lichtbeständigkeit sehr unterschiedlich. Z. T. verblassen Teerfarben sehr schnell. Die Alkalibeständigkeit ist nur mäßig. Vorsicht bei „Kalkfarben". Mit anderen Pigmenten sind sie verträglich. Sie sind hitzebeständig und ungiftig.

Teerpigmente werden meist gemeinsam mit anorganischen Pigmenten eingesetzt. Sie dienen als Pigmente für Dispersionsfarben, Lacke, Metalleffektlacke und Druckfarben.

Substrat ist ein unlöslicher, meist unbunter Stoff, z. B. Tonerdehydrat, das zur Herstellung von Farblacken eingesetzt wird.

8.2 Anorganische Bindemittel – Beschichtungsstoffe

Bindemittel und Beschichtungsstoffe

Bindemittel nennt man den nichtflüchtigen Anteil der Bindemittellösung oder -dispersion eines Beschichtungsstoffes, der die Beschichtung bildet (EN 971-1).

Aufgaben

Anhaftung – Adhäsion, das Bindemittel soll die Beschichtung auf dem Untergrund haften lassen

Zusammenhang – Kohäsion, das Bindemittel hält den Beschichtungsstoff zusammen, umschließt und verbindet die Pigmente zu einer dichten Beschichtung.

Das Bindemittel bestimmt die Eigenschaften einer Beschichtung, z. B.

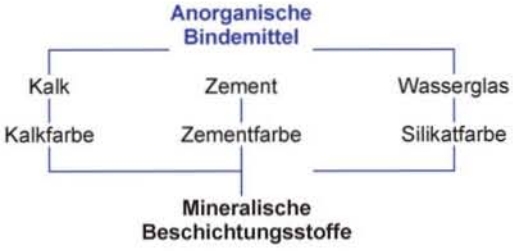
- Härte und Elastizität
- Trocknung bzw. Härtung
- Viskosität
- Beständigkeit gegen Chemikalien, Feuchtigkeit, UV-Strahlen, Witterung, Hitze.

Die Einteilung der Bindemittel ist nicht genormt, sie kann nach unterschiedlichen Kriterien vorgenommen werden (Tab. **8.8**).

Tabelle 8.8 Allgemeine Übersicht über Bindemittel (Beispiele)

Anorganische Bindemittel	
Mineralische Bindemittel	**Silikatische Bindemittel**
Kalk	Natronwasserglas
Zement	Kaliwasserglas
Organische Bindemittel	
Leime	**Kunstharze**
Haut-, Knochenleim	Acrylharz
Zelluloseleim	Alkydharz
Kaseinleim	Polyesterharz
Zellulosekleister	Polyurethanharz
Kunststoffdispersionen	Epoxidharz
Polyvinylacetat	Melaminharz
Polyvinylpropionat	Siliconharz
Styrol-Betadien	**modifizierte**
Polymethacrylat	**Naturprodukte**
Öle	Nitrozellulose
Leinöl	Chlorkautschuk
Leinölfirnis	**bituminöse Stoffe**
Leinöl-Standöl	Bitumen
Naturharze	Asphalt
Schellack	Teer
Dammar	
Kolophonium	

Anorganische Bindemittel entstehen durch Brennen bzw. Schmelzen mineralischer Stoffe. Sie sind wasserverdünnbar, alkalisch, erhärten durch chemische Reaktionen und sind nach dem Erhärten wasserunlöslich.

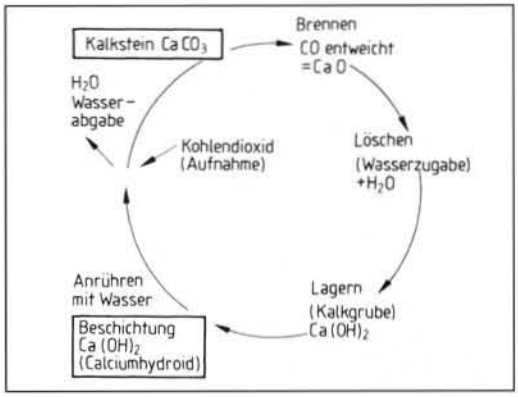


8.2.1 Kalk – Kalkfarbe

Kalk ist einer der ältesten Werkstoffe, der über Jahrtausende vielfältig verwendet wurde.

Kalkstein wird gebrannt, dabei wird Kohlendioxid abgespalten und es entsteht der gebrannte Kalk. Der gebrannte Kalk wird mit Wasser gelöscht, d. h. in einer Kalkgrube in Wasser eingesumpft und mehr oder weniger lange gelagert. Durch Verdünnen des Kalkbreis mit Wasser entsteht Kalkfarbe.

Den Vorgang vom Abbau des Kalksteins bis zur Versteinerung der Kalkfarbe zu Kalkstein bezeichnet man als den Kreislauf des Kalkes (**8.**6).



8.6 Der gebrannte, gelöschte und aufgestrichene Kalk (Kalkfarbe) wird nach dem Trocknen wieder kohlensaurer Kalkstein

Kalkarten

Luftkalke erhärten an der Luft unter Aufnahme von Kohlendioxid (Carbonatisierung)

Hydraulische Kalke erhärten durch Aufnahme von Kohlendioxid aus der Luft und Bindung von Wasser (hydraulische und carbonatische Erhärtung)

Kalkfarbe besteht aus Kalk (DIN EN 459-1) und Wasser, Kalk ist zugleich Bindemittel und Weißpigment. Er kann bis zu 5 % Massenanteil kalkechte, lichtbeständige Buntpigmente binden.

Kalkfarbe erhärtet durch Aufnahme von Kohlendioxid aus der Luft und Verdunsten des Wassers. Den Erhärtungsvorgang bezeichnet man als *Carbonatisierung*. Dabei verbindet sich Kohlendioxid mit dem Anmachwasser zu Kohlensäure und die Kalkfarbe versteinert wieder zu Kalkstein. Die Kohlendioxidaufnahme erfolgt, solange die Beschichtung noch feucht ist. Die Trocknung sollte möglichst langsam erfolgen, da sonst keine H_2CO_3-Bildung mehr möglich ist. Nach der Austrocknung setzt sich die Carbonatisierung durch die Luftfeuchtigkeit fort.

Verwendung. Kalkfarbe wird als Beschichtungsstoff im Innen- und Außenbereich eingesetzt. Die Beschichtung ist feuchtigkeitsbeständig, bedingt wetterbeständig und wasserdampfdurchlässig. Wegen des hohen pH-Wertes wirkt sie desinfizierend und fungizid.

Im Außenbereich ist die Haltbarkeit eingeschränkt, schweflige Gase in der Luft bilden mit Wasser Schwefelsäure, die den Kalk in wasserlöslichen Gips umwandelt.

Als Untergründe eignen sich Putze der Mörtelgruppen I und II, auf III nur Innen.

Kalkfarbe aus gelöschtem Weißkalk hat die besten Eigenschaften, vor allem eine große Reinheit und ein hohes Bindevermögen. Zum Abtönen eignen sich nur alkalibeständige Pigmente, z. B. farbige Erdpigmente, besonders gut.

Zur Erhöhung der Bindefähigkeit um kräftigere Farbtöne zu erzielen, oder die Wischfestigkeit zu verbessern, können Milch, Quark, Leinöl oder Zelluloseleim zugegeben werden.

8.2.2 Zement – Zementfarbe

Zement besteht zum überwiegenden Teil aus Kalkstein, Quarzsand, Tonerde und Eisenoxid. Werden diese Stoffe bis zum Verschmelzen gebrannt, entsteht Portlandzement. Durch verschiedene Zusätze erhält man Normenzemente mit unterschiedlichen Eigenschaften.

Normenzemente sind:

- Portlandzement
- Eisenportlandzement
- Hochofenzement
- Trasszement.

Verwendung für:

- Bindemittel für Putze
- Beton

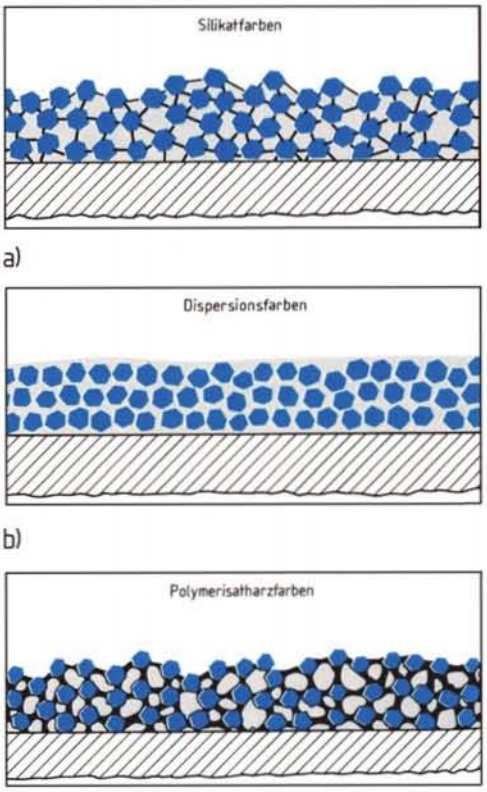
Zementfarben (eigentlich Kalk-Weißzementfarben DIN EN 197-1) entstehen auf der Basis von Weißzement, der für Beschichtungszwecke besonders vorbereitet ist. Zement ist ein hydraulisches Bindemittel, er erhärtet durch chemische Wasserbindung.

Es gibt weißen und durch Abtönung mit zementechten Pigmenten hellgetönten Zement in Pulverform zum Anrühren in Wasser. Beschichtungsausführung auf saugfähigen Untergründen der Mörtelgruppen P I, P II und P III und auf Beton. Angerührte Farben sind nicht lagerfähig, Werkzeuge sind sofort zu reinigen.

Vorsicht, hohe Alkalität!

8.2.3 Wasserglas – Silikatfarbe

Wasserglas ist das Bindemittel für Silikatfarbe.



8.7 Schematische Darstellung der Pigment- und Bindemittelbindung
a) Pigmente und Untergrund sind durch Silikatkristallgitter miteinander verbunden und bilden bei der Trocknung keinen Film aus.
b) Pigmente sind vom Bindemittel vollständig umhüllt mit einer mehr oder weniger starken Filmbildung.
c) Pigmente und Füllstoffe sind durch Bindemittelbrücken miteinander verbunden, sie sind nicht mehr vollständig umhüllt.

Kaliwasserglas wird durch Verschmelzen (1400 bis 1500 °C) von Quarzsand und Pottasche hergestellt. Der hierbei entstehenden glasartigen Masse wird bei 100 bis 165 °C unter Druck Wasser zugesetzt, es entsteht das flüssige farblose Wasserglas.

Silikatfarben sind mineralische Beschichtungsstoffe auf der Basis von Kaliwasserglas (Fixativ) und wasserglasbeständigen anorganischen Pigmenten als Zweikomponentenfarbe nach VOB/C DIN 18363 2.4.1. Silikatfarben dürfen keine organischen Bestandteile, z. B. Kunststoffdispersionen, enthalten. Die *Härtung von Silikatfarben* erfolgt durch eine chemische Reaktion zwischen einem alkalischen Untergrund und Wasserglas. Dabei nimmt das Kaliwasserglas Kohlendioxid aus der Luft auf und spaltet Wasser ab, das verdunstet. Diesen Vorgang nennt man *Verkieselung* (**8.7**).

Verwendung. Silikatfarben eignen sich für mineralische saugfähige Untergründe, z. B. Putze, Beton, Ziegel- und Natursteine, ausgenommen gipshaltige Untergründe. Die Untergründe müssen sauber und fettfrei sein. Sandende Untergründe werden mit verdünntem Wasserglas (Fixativ) mit der Bürste vorgestrichen.

Darauf werden mindestens zwei Anstriche mit Silikatfarbe aufgebracht. Die Applikation erfolgt mit Streichwerkzeugen im Kreuzgang oder im Rundschlag.

Eigenschaften:

- verkieseln mit dem Untergrund
- nicht filmbildend
- hochdiffusionsfähig für Wasserdampf und Kohlendioxid
- kalkähnliches Aussehen
- matte Oberflächenwirkung
- nicht brennbar
- umweltfreundlich
- geruchlos
- wasch- und scheuerbeständig
- UV-beständig

Mit Silikatfarben lassen sich verschiedene Oberflächenwirkungen erzielen, von lasierend bis deckend und granierend.

Mittels rein mineralischem Farbpulver mit lichtbeständigen anorganischen Pigmenten und mineralischen Füllstoffen ist eine eingeschränkte Farbgebung möglich.

Kalk-, Zement- und Silikatfarben ätzen! Augen und Haut sind sorgfältig zu schützen. Arbeiten mit Silikatfarben dürfen nur nach besonders sorgfältiger Schutzabdeckung von z. B. Glas-, Stein-, Fliesen- und Metallflächen durchgeführt werden.

8.2.4 Dispersionssilikatfarbe
(nach VOB Teil C, DIN 18 363, 2.4.1)

Dispersionssilikatfarben sind mineralische Beschichtungsstoffe auf der Basis von Kaliwasserglas und kaliwasserglasbeständigen Pigmenten. Sie dürfen maximal 5 % Massenanteil an organischen Bestandteilen (Kunststoffdispersion), bezogen auf die Gesamtmenge des Beschichtungsstoffes in Lieferform, aufweisen.

In Dispersionssilikatfarben enthaltene Kunstharze und/oder Kunstharzdispersionszusätze ermöglichen eine Anlieferung als Einkomponentenbeschichtungsstoff. Sie dürfen jedoch nicht als Silikat- oder Einkomponenten-Silikatfarbe bezeichnet werden.

Eigenschaften:

- hochdiffusionsfähig
- spannungsarm
- UV-beständig
- farbtonbeständig
- matte Oberflächenwirkung
- umweltschonend
- pilz- und schimmelwidrig
- lagerbeständig (ca. 1 Jahr)

Dispersionssilikatfarben sind je nach Qualitätsstufe und Einsatzbereich wetterbeständig oder entsprechen den Nassabriebklassen 3 und 2.

Geeignet für Beschichtungen im Außenbereich (DIN EN 1062-1) auf neuen und alten unbeschichteten und beschichteten mineralischen Untergründen, insbesondere auf quarzreichen Untergründen oder Untergründen, die mineralisch (systembezogene Grundbeschichtung) aufbereitet wurden.

Dispersionssilikatfarben für Innenbereiche (DIN EN 13300) sind besonders geruchsarm, ökologisch unbedenklich, für Allergiker geeignet und für besonders sensible Bereiche

(Kindergärten, Krankenhäuser und Wohnräume einsetzbar. Sie eignen sich auf allen Putzuntergründen aber auch auf intakten Dispersionsfarben, Kunstharzputzen, Gipskartonplatten und Raufasertapeten. Gipshaltige Untergründe müssen mit einem speziellen Grundbeschichtungsstoff vorgearbeitet werden.

8.3 Organische Bindemittel – Beschichtungsstoffe

8.3.1 Zelluloseleim – Leimfarbe

Zelluloseleim wird auf der Basis von Methylzellulose hergestellt, dabei wird wasserunlösliche Zellulose durch chemische Reaktionen in wasserlösliche Zelluloseverbindungen umgewandelt.

Eigenschaften:

- physikalische Trocknung (Wasserverdunstung)
- nach Trocknung wasserlöslich (reversibel)
- chemisch neutral
- mit allen Pigmenten verträglich.

Zelluloseleim wird in kaltes Wasser eingerührt im Verhältnis

- 1 : 25 als Bindemittel für Leimfarben und
- 1 : 50 zum Vorleimen stark saugender Flächen (Ansatzverhältnis auf Verpackung).

Leimfarbe besteht aus Kreide, die in Wasser eingesumpft ist, und in Wasser angerührtem Zelluloseleim. Mehr Leimzugabe bindet die Leimfarbe stärker ab, verringert allerdings die Deckfähigkeit. Leimfarben ergeben eine matte, mehr oder weniger wischbeständige, hoch diffusionsfähige, gut deckende Beschichtung. Beschichtungen mit Leimfarben sind wasserlöslich, sie müssen deshalb vor Neubeschichtungen bis auf den Putzgrund gründlich abgewaschen werden.

Der Putzgrund muss fest, trocken und leicht saugfähig sein. Die Saugfähigkeit wird durch Vorleimen (Vorstreichen mit Leimlösung) reduziert.

Anwendungsgebiete sind Decken- und Wandflächen in Wohnräumen. Wegen ihrer ökologischen und gesundheitlichen Unbedenklichkeit ist Leimfarbe besonders für Allergiker geeignet. In Feuchträumen blättert die Farbe leicht ab, kreidet schnell oder führt zur Schimmelbildung.

8.3.2 Kasein – Kaseinleim

Kasein ist ein eiweißhaltiger Käsestoff, der sich von der sauergewordenen Milch abscheidet. Getrocknetes Kasein ist wasserunlöslich, es wird durch Zugabe von Kalk oder Lauge aufgeschlossen (wasserlöslich gemacht).

Eigenschaften:

- physikalische Trocknung
- bedingt wasserbeständig.

Anwendungsgebiete: Bindemittel in Kalkfarbe, dann wetterbeständig, Bindemittel in Malfarben, zur Restaurierung von Bildern, in der Kirchenmalerei.

8.3.3 Emulsionen, Suspensionen, Dispersionen

Emulsionen sind fein verteilte Gemische zweier an sich nicht mischbarer Flüssigkeiten, wie z. B. Leinöl und Wasser. Emulgatoren wie Tenside oder Zelluloseleim verhindern die Entmischung.

Natürliche Emulsionen sind z. B. Milch, Eidotter, Mayonnaise und Latex. Künstliche Emulsionen sind viele Kosmetika sowie Leime und Lacke.

Suspensionen sind nicht mischbare (heterogene) Stoffgemische aus einer Flüssigkeit und einem darin fein verteilten Feststoff, z. B. Kunststoffe in einer wässrigen Lösung.

Suspensionen sind z. B. Tusche, Blut, Hefeweizen aber auch Dispersionsfarben und -lacke. Vor allem Polymerisatharze und Acrylatharze sind darin feste Kunststoffe. Grobdisperse Suspensionen werden wegen ihrer guten Stabilität und Pigmentverträglichkeit bevorzugt, feindisperse dringen tiefer in den Untergrund ein, werden deshalb vor allem als Grundbeschichtungsstoff und Überzugsstoff benutzt.

Suspensionen sind die im Malerhandwerk verwendeten Kunststoffdispersionsfarben und Dispersionslacke.

Kunststoffdispersionen sind verhältnismäßig stabile Mischungen verschiedener Stoffe. Durch Polymerisation werden gleiche und ungleiche Monomere zu Riesenmolekülen verbunden. Diese Macromoleküle sind in der wässrigen Lösung fein verteilt. Emulgatoren in der Lösung verhindern die Entmischung, Stabilisatoren halten die Dispersion stabil.

Beispiele

für homopolymere Dispersionen aus gleichen Monomeren:
Vinylacetet – polymerisiert zu = Polyvinylacetat
Methacrylat – polymerisiert zu = Polymethacrylat

Beispiele

für copolymere Dispersionen aus ungleichen Monomeren:
Vinylacetet + Ethylen – polymerisiert zu = Polyvinylacetat-Copolymerisat
Styrol + Butadien – polymerisiert zu = Styrol-Butadien

Mehrere Zusatzmittel sind für die Verwendung von Kunststoffdispersionen in Beschichtungsstoffen nötig:

- Verdickungsmittel,
- Entschäumungsmittel,
- Konservierungsmittel,
- Weichmacher,
- Filmbildungshilfsstoffe.

Neue Stoffentwicklungen machen manche Zusatzmittel überflüssig.

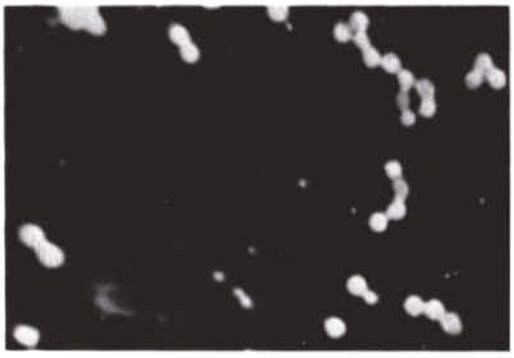
Eigenschaften und Anwendung

Dispersionen und die mit ihnen hergestellten Beschichtungsstoffe liegen mit ihren Eigenschaften zwischen den wässrigen und öligen/lackartigen Bindemitteln. Sie sind in flüssigem Zustand mit Wasser verdünnbar, der getrocknete Beschichtungsfilm ist jedoch wasserunlöslich.

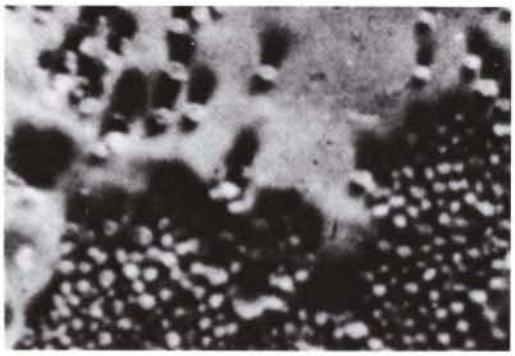
Trocknung (Bild **8.**8 bis **8.**10)

Emulsionen trocknen durch Verdunsten des Wassers und Oxidation der öligen Bestandteile.

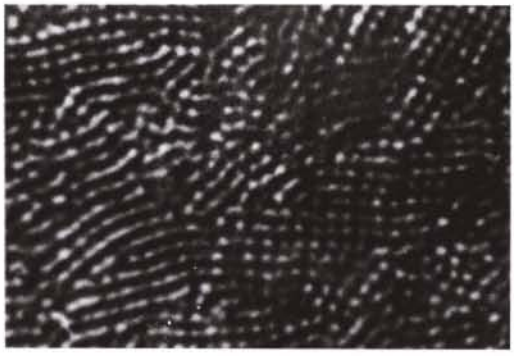
Dispersionsfarben trocknen physikalisch durch Verdunsten des Wassers. Dabei fließen die Kunststoffteilchen und Pigmente zusammen und verkleben mit- und aneinander. Das Zusammenfließen wird als „kalter Fluss" bezeichnet. Bei tieferen Temperaturen, $< 5\ °C$, verfilmen die thermoplastischen Kunststoffteilchen nicht, es kommt zu Störungen bei der Filmbildung (Kreidung, Fleckenbildung). Bei zu hohen Umgebungs- und Untergrundtemperaturen kann das Wasser zu schnell verdunsten, wobei der kalte Fluss ungleichmäßig verläuft. Folgen sind auch hier Kreidung und Fleckenbildung,



8.8 Kunststoff-Dispersion, etwa 1:1000 mit Wasser verdünnt und durchs Mikroskop bei 1250facher Vergrößerung betrachtet. Die Teilchengröße der einzelnen weißen Kunststoffkügelchen beträgt etwa $^1/_{1000}$ mm. D. h.: 1000 dieser Kügelchen ergäben aneinander gereiht eine Strecke von 1 mm. Oder anders: In einem Fingerhut hätten etwa 1 Million Kügelchen Platz.



8.9 Trocknende Dispersion
Ein Tropfen der stark verdünnten Dispersion unter dem Mikroskop. Der dunklere Rand zeigt die Grenze des Tropfens, die helle Fläche den Wasseranteil der Dispersionsfarbe. Zu erkennen ist, wie die einzelnen Dispersionskügelchen danach streben, sich miteinander zu verbinden und einen Film zu bilden. Mit zunehmender Wasserverdunstung schließen sich die Kügelchen zu einem mikroporösen Trockenfilm zusammen.



8.10 Getrockneter Dispersionsfilm
Die Dispersionskügelchen haben sich eng aneinandergeschlossen und bilden nach restloser Austrocknung der wässerigen Bestandteile einen mikroporösen Film.
Die kleinsten Lücken zwischen den Kügelchen sind Poren, die den Wässerdampf durchlassen (Diffusionsfähigkeit). Auch ein getrockneter Dispersionsfilm hat – selbst wenn er dickschichtig aufgetragen worden ist und glänzt – durch die Kugelformen immer noch feine Poren.

Prüfverfahren. Werkstoffe werden bei der Entwicklung und Herstellung ständig geprüft. Die Verfahren, Apparate und Geräte dafür sind in vielen DIN-Normen festgelegt. Sie sichern gleichbleibende Werkstofftypen und -qualitäten.

Qualitätsstandards für wasserhaltige Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für den Innenbereich (Dispersions-, Dispersions-, Silikatbeschichtungsstoffe und Siliconharzfarben) sind in der DIN EN 13 300 beschrieben:

Nassabriebbeständigkeit beurteilt die Beständigkeit der Beschichtung gegen wiederholtes Reinigen. Sie wird nach der Dickenabnahme der Schicht in folgende Klassen eingeteilt:

0 keine Anforderungen

1 < 5 µm bei 200 Hüben
2 ≥ 5 µm und < 20 um bei 200 Hüben
3 ≥ 20 µm und < 70 um bei 200 Hüben
4 < 70 µm bei 40 Hüben
5 > 70 µm bei 40 Hüben

Klasse 2 entspricht alt scheuerbeständig, Klasse 3 entspricht alt waschbeständig

Glanzeinteilung basiert auf definierten Reflektormeterwerten. Ihre Bezeichnung ist

- glänzend
- mittlerer Glanz (seidenmatt, seidenglänzend)
- matt
- stumpfmatt

Kontrastverhältnis = Deckvermögen, wird nach 4 Klassen bestimmt. Der Hersteller gibt das Kontrastverhältnis als Ergiebigkeit (m^2/l) in Abhängigkeit zur jeweiligen Klasse an.

Maximale Korngröße teilt nach der Größe der größten Teilchen innerhalb eines Beschichtungssystems ein:

fein	bis zu 100 µm
mittel	bis zu 300 µm
grob	bis zu 1500 µm
sehr grob	über 1500 µm

Wetterbeständigkeit als Qualitätsbezeichnung für Beschichtungsstoffe im Außenbereich unterliegt keiner Norm.

Die Angabe bezieht sich auf die Widerstandsfähigkeit einer Beschichtung gegenüber atmosphärischen Einflüssen wie Licht, Feuchtigkeit und Temperatur. Schädigende Schadstoffe in

der Luft werden nicht berücksichtigt. Prüfungen der Hersteller von Beschichtungsstoffen auf Wetterbeständigkeit erfolgen durch Langzeitbewitterung im Freien oder in Klimakammern.

Lichtbeständigkeit ist definiert als die „Widerstandsfähigkeit von Anstrichen gegen Veränderungen, die durch Einwirkung von Globalstrahlung (Sonnen-, Himmelsstrahlung) in Anwesenheit von Feuchtigkeit bedingt sind" (DIN 23 231). Nicht lichtbeständige Farbstoffe bzw. Pigmente verändern sich nach unbunt und in ihrer Helligkeit.

Lichtechtheit beschreibt die Konstanz von Farben, Lacken und anderen Oberflächen bei längerer Beleuchtung. Sonnenlicht führt bei vielen Stoffen zu einer sichtbaren Farbtonveränderung. Der Grad der Lichtechtheit wird mit dem Blaumaßstab nach DIN 53 952 ermittelt und in 8 Stufen angegeben:

Lichtechtheitsstufe – Beurteilung

8 hervorragend
7 vorzüglich
6 sehr gut
5 gut
4 ziemlich gut
3 mäßig
2 gering
1 sehr gering

Zur Prüfung der Lichtechtheit werden Musteraufstriche nach einer Belichtungszeit mit blauen Wollstreifen verglichen.

Chemikalienbeständigkeit. Beschichtungsstoffe unterliegen der Beanspruchung unterschiedlicher aggressiver Flüssigkeiten und Gase, z. B. Laugen, Säuren, Lösemittel, Reinigungsmittel und Öle. Durch deren Einwirkung darf sich der Beschichtungsstoff nicht verändern, er muss seine Eigenschaften und Aufgaben beibehalten. Eine generelle Beständigkeit gegen alle Einwirkungen gibt es nicht. Die Auswahl der Beschichtungsstoffe richtet sich nach der zu erwartenden Beanspruchung, z. B. heizölbeständige Dispersionsfarbe für einen Öl-Tankraum.

Lager- und Frostbeständigkeit sind im Allgemeinen begrenzt. Ungeöffnete Gebinde sind länger haltbar als angebrochene Gebinde.

Verdünnung mit Wasser kann die Eigenschaft der Beschichtungsstoffe verändern, sie dürfen deshalb nur nach Angabe des Hersteller verdünnt bzw. verarbeitet werden.

8.3.4 Dispersions-Beschichtungsstoffe, Kunststoffdispersionsfarbe nach DIN 55 945

Kunststoffdispersion als Bindemittel ist das gebräuchlichste Bestimmungswort für Kunststoffdispersionsfarben (*KD-Farben*). Kunststoffdispersion ist eine feine Verteilung von Polymeren oder Kunstharzen in Wasser. Sie liegt in handelsüblicher Form als stabiles, kolloidales (in Teilchen) System von meist milchigem Aussehen vor.

Kunststoffdispersionsfarbe ist ein aus Kunststoffdispersion, Pigmenten und Füllstoffen mit Wasser hergestellter Beschichtungsstoff unter Verwendung von Zusatzmitteln bzw. Additiven.

KD-Farben eignen sich auf allen mineralischen Untergründen, auf Gipskartonplatten, Gipsbauplatten, Beton, Porenleichtbeton, Kalksandstein-, Ziegelmauerwerk, ausgenommen auf Putzen der Mörtelgruppe PI.

Besonders eingesetzt werden KD-Farben auf Raufasertapeten, Relief- und Prägetapeten, Glasfasergewebe, Vlieswandbekleidung und Altbeschichtungen.

Die Einsatzbereiche Innen oder Außen, die Untergründe wie Putz oder Glasfasergewebe sowie Oberflächeneffekte und Nutzung bestimmen die Auswahl von Kunststoff-Dispersionsbeschichtungsstoffen (Tab. **8.**9).

Im Außenbereich werden KD-Farben auch als Fassadenfarben bezeichnet, die je nach Putzbeschaffenheit als „glatte" oder als „gefüllte" Beschichtungsstoffe eingesetzt werden. Glatte Fassadenfarben (Bindemittel 100 % Reinacrylat) haben eine geringere Filmdicke als die mit feinsten Zuschlagstoffen gefüllten Farben.

Eigenschaften der Fassadenfarben

- wetterbeständig nach VOB
- wasserabweisend nach DIN 4108
- scheuerbeständig nach DIN 53 778
- diffusionsfähig
- hochdeckend
- strukturerhaltend oder füllkräftig
- geruchsfreundlich bzw. geruchsneutral

Für Innenbeschichtungen sind nur Dispersionsfarben zu verwenden, die den Anforderungen für Innenbereiche gemäß DIN EN 13 300 entsprechen, d. h. mindestens Nassabriebbeständigkeit Klasse 3.

Glanzgrad der KD-Farben nach DIN EN 13 300

- glänzend
- mittlerer Glanz
- matt
- stumpfmatt

Dispersionsbeschichtungsstoffe werden streichfähig in Eimern oder Containern sowie in Pulverform als Sackware geliefert und sind bis auf wenige Ausnahmen in allen Applikationsverfahren zu verarbeiten.

Lagerung soll kühl, aber frostfrei, erfolgen.

Entsorgung. Materialreste eintrocknen lassen und mit dem Hausmüll oder als Baustellenabfall entsorgen.

Tabelle 8.9 Kunststoff-Dispersionsbeschichtungsstoffe (Auswahl)

Werkstoff-Type	Eigenschaften	Verwendung
Kunststoff-Dispersionsfarben, wetterbeständig Fassadenfarben (glatte und füllende Systeme)	wetter- und vergilbungsbeständig, für glatte und für füllende Beschichtungen, von matt bis mittlerer Glanz, alkalibeständig, PVK: 30 bis 50 %, abtönbar	für Fassadenbeschichtungen auf mineralischen Untergründen P II und P III, Beton, Kunststeine und stark beanspruchte Innenflächen
Dispersions-Abtönfarben	wetterbeständig, hoch lichtbeständig, gut färbend und deckend, matt bis mittlerer Glanz	als Volltonfarbe pur gestrichen im Innen- und Außenbereich, zum Abtönen außen und innen für sämtliche dispersionsgebundene Farben und Kunstharzputze/Plastiken
KD-Farben, heizölbeständig für innen mit PA-Prüfzeichen (Nachweispflicht)	hochelastisch, heizölbeständig, mittlerer Glanz bis glänzend	für Ölauffangwannen (3 erforderliche Beschichtungen farbig), Sockelfarbe in ölbelasteten Räumen, Mindestauftrag 800 ml/m^2
KD-Farben für innen, DIN EN 13 300	Nassabriebbeständigkeit Klasse 3, hochdeckend, reinigungsfähig, matt, beliebig abtönbar	Dispersionsfarben für Decken und Wände innen, 1 bis 2 Beschichtungen je nach Untergrund, Streich-, Roll- oder Spritzauftrag
KD-Farben für innen, DIN EN 13 300	Nassabriebbeständigkeit Klasse 2, hoch reinigungsfähig, matt bis mittlerer Glanz, beliebig abtönbar	für Decken- und Wandflächen mit höherer Beanspruchung, 1 bis 2 Beschichtungen je nach Untergrundbeschaffenheit
„Latexfarben" Reinacrylat für innen, DIN EN 13 300.	Nassabriebbeständigkeit Klasse 1, hoch reinigungsfähig, matt bis glänzend, abtönbar, desinfektionsmittelbeständig	für höchste Ansprüche an Decken und Wänden, optimale Ergebnisse durch 2 abgestimmte Beschichtungen, für Glasfasergewebe, Vliese
Kunstharzputze KD-Putze mit Körnungen von 1,0 mm bis 5,0 mm	wetterbeständig, verschiedene Strukturen, leicht auszuführen, diffusionsfähig, abtönbar (Pastelltöne)	auf festen mineralischen Untergründen außen und innen, auf Mörtelgruppe P II und P III
Kunstharzputze als Struktur- und Modellierputze (Roll- und Kellenputz)	Nassabriebbeständigkeit Klasse 3, wetterbeständig, leicht aufzutragen und in beliebigen Varianten zu strukturieren und zu modellieren	Fassaden und Innenwandflächen, in Räumen, wo anspruchsvolle individuelle Strukturen als Wand- oder Deckenbeschichtung verlangt werden
Raufasereffekt-Dispersionsfarben	durch Holzspanzusätze (Buche) und tragende Füllstoffe raufaserähnlicher Oberflächeneffekt, im Roll- und Spritzauftrag durchführbar, mehrfach überstreichbar	optimale Deckenbeschichtung, besonders auf Sandwich-Decken oder auf Gipskartonplatten „Die nahtlose Raufaserbeschichtung"
KD-Plastiken für strukturierte Beschichtungen	Nassabrieb-Kl. 1 u. 2, strukturgebend – von rundverlaufendem Feinkorn bis zur Grobplastik (Erbslochkrater), abtönbar, farblos, deckend und lasierend überstreichbar	für hochstrapazierfähige Wandbeschichtungen in Treppenhäusern, Fluren, Kantinen, Schulen, Krankenhäusern usw.

Tabelle 8.9 Fortsetzung

Werkstoff-Type	Eigenschaften	Verwendung
Armierungsfarben, plasto-elastische KD-Farben	Plasto-elastische Beschichtungssysteme mit differenzierten Beschichtungsaufbauten, elastisch, füllend, rissüberbrückend, Armierungsgewebeträger, abtönbar, wetterbeständig, matt bis mittlerer Glanz	bewährtes System gegen Risse im Putz und im Beton. Rissarten: putztechnische Risse, Stoß- und Lagerfugenrisse, gleichzeitig hervorragender Fassadenschutz
Dispersionslacke	hohes Dehnvermögen, langlebig, geringe Alterungsneigung, diffusionsfähig, sehr gut haftend. Brillante Farbtöne matt bis glänzend	auf Holzwerk, innen und außen Fachwerk, verzinkte Stahlbleche, Hart-PVC Fenster, alte lackierte Flächen
KD-Lasuren außen und innen	wetterbeständig, sehr gut haftend, geringe Alterungsneigung, UV-strahlenbeständig	Holzbeschichtungen innen und außen, Gartenzäune, Dachuntersichten, Holzverkleidungen und Holzkonstruktionen
KD-Spachtelmassen	gute Füllkraft, Körnung mittel < 0,8 mm, Körnung fein < 0,3 mm, Maschinenspachtel	für alle zu glättenden festen Untergründe wie Beton, Putze, Gipskarton, feste KD-Anstriche und KD-Putze

8.3.5 Silane, Siloxane, Siliconharze, Imprägniermittel

Silane sind monomere, kleinstteilige Silicium-Verbindungen, aus denen im Baustoff durch chemische Reaktion Silicone gebildet werden, die wasserabweisend wirken.

Geeignet auf alkalischen Baustoffen, z. B. Beton, *weniger geeignet* auf chemisch neutralen Baustoffen, z. B. Naturstein und Ziegel.

Silane dringen wegen der geringen Molekülgröße gut in dichte Baustoffe ein.

Siloxane sind anhydrolisierte Silane mit einer Kette von 2 bis 5 Siliciumatomen. Sie reagieren unter Wasserabspaltung zu Siliconharzen. *Geeignet* auf neutralem, alkalischem und leicht feuchtem Untergrund.

Siloxane besitzen ein sehr gutes Eindringvermögen auch in feinporöse Baustoffe.

Siliconharze (Kap. 8.3.6) sind hochmolekulare Stoffe in der Verbindung von mehreren Siloxanen.

Geeignet auf trockenen, saugfähigen Baustoffen, z. B. Sandstein, Porenbeton.

Siliconharze haben wegen ihrer Molekülgröße eine geringere Eindringtiefe, eignen sich jedoch gut auf saugenden Untergründen und sind nach kurzer Zeit wasserfest.

Imprägniermittel

Silan-, Siloxan- und Siliconharz-Imprägniermittel haben als Träger Alkohol oder Kohlenwasserstoff (Lösemittel).

Um die Schutzwirkung zu erreichen, muss das Imprägniermittel im Flutverfahren oder durch Nass-in-nass-Beschichtung aufgetragen werden. Für die unterschiedlichen Baustoffe sind Materialverbrauchswerte vorgegeben. Alle Produkte sind farblos.

Einsatzgebiete:

- zur hydrophoben Imprägnierung von mineralischen Baustoffen
- zur nachträglichen Imprägnierung von Silikatfarbenbeschichtungen.

Sicherheitsdatenblätter einsehen, Unfallverhütungsvorschriften beachten!

8.3.6 Siliconharz – Siliconharz-Emulsionsfarbe

Siliconharz wird in einem dreistufigen Herstellungsablauf aus den Rohstoffen Quarz und Methylchlorid gewonnen. Je nach Produktionsverfahren enthält es zwischen 80 % und 90 % mineralische (anorganische) Bestandteile. Das chemische Grundgerüst ist mit der Struktur eines Quarzsandes vergleichbar, jedoch sind einige Sauerstoffatome durch wasserabweisende organische Bestandteile ersetzt. Chemisch ist Siliconharz zwischen den rein organischen und den rein anorganischen Stoffen einzuordnen. Es wird durch Polykondensation hergestellt. Siliconharz wird in organischen Lösemitteln gelöst und für die Siliconharz-Emulsionsfarbe in einer wässrigen Lösung emulgiert.

8

Siliconharz-Emulsionsfarben und Siliconharz-Putze sind nicht filmbildend. Sie besitzen auf Grund ihrer mikroporösen Struktur (**8.**11) eine Wasserdampfdurchlässigkeit und Kohlensäuredurchgängigkeit, wie sie auch mineralische Beschichtungsstoffe aufweisen. Der wasserabweisende Charakter der Siliconharz-Emulsionsfarben gewinnt mit der Bewitterungsdauer an Wirkung, da sich die bei der Herstellung zugesetzten hydrophilen Hilfsmittel aus der Beschichtung herauswaschen. Durch die hydrophoben Eigenschaften der Beschichtung wird die eigentliche Schutzfunktion unterstützt.

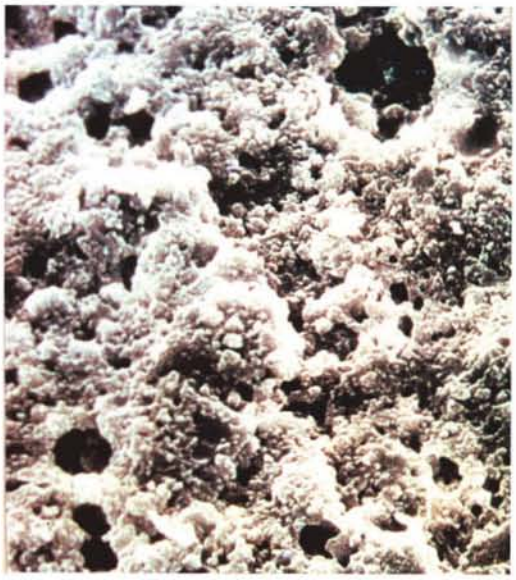
Beschreibung/Normen für Siliconharzfarben
- Innenbereich DIN EN 13 300
- Außenbereich DIN EN 1062-1

Eigenschaften der Siliconharz-Emulsionsfarben
- wetterbeständig nach VOB
- wasserabweisend
- nicht filmbildend
- mikroporös
- hoch wasserdampfdurchlässig
- hoch CO_2-durchlässig
- gutes Deckvermögen
- beständig gegen aggressive Luftschadstoffe
- kein Nährboden für Pilze, Algen, Moose
- spannungsarm
- nicht thermoplastisch
- umweltschonend, geruchsarm
- wasserverdünnbar

Die Zusammensetzung der Bindemittelkomponenten – Siliconharz und Kunststoffdispersion – sind anteilmäßig nicht festgelegt, so dass die Eigenschaften produktbezogen unterschiedlich sein können.

Siliconharz-Emulsionsfarben und -putze sind geeignet auf
- Putzen der Mörtelgruppe P 1c, PII und PIII
- alten Silikatfarben und Silikatputzen
- alten Kunststoff-Dispersionsfarben und Kunststoffputzen
- Ziegel-Sichtmauerwerk
- Kalksandstein-Sichtmauerwerk.

Die geringe Spannung macht sie besonders geeignet an historischen Gebäuden und als Renovierungsfarbe für Wärmedämm-Verbundsysteme, mit deren sehr differenzierten Putz-Schlussbeschichtungen.



8.11 1000fache Vergrößerung einer Beschichtung zeigt die Mikroporosität

8.3.7 Eigenschaften von Beschichtungsstoffen (Tab. **8.**10)

Begriffsdefinition s_d-Wert:

s = Schichtdicke,

$_d$ = Diffusionswiderstand

Der s_d-Wert gibt die Dicke einer ruhenden Luftschicht an, die den gleichen Wasserdampfdiffusions-Widerstand besitzt wie eine entsprechende Beschichtung oder ein Baustoff.

Als hoch diffusionsfähig gelten alle Beschichtungsstoffe, die einen s_d-Wert kleiner als 10 cm, gemessen im Vergleich zur ruhenden Luftschicht, haben.

Der **W-Wert** gibt die Flüssigkeitsaufnahme eines Beschichtungsstoffes bzw. eines Untergrundes an, d. h. wie viel Wasser pro qm bei ständiger Wässerung innerhalb einer bestimmten Zeit von einem Untergrund oder einer Beschichtung aufgenommen wird.

Niedriger *W*-Wert = geringe Wasseraufnahme – guter Regenschutz, hoher *W*-Wert = größere Wasseraufnahme – schlechter Regenschutz.

8.3.8 Technische Merkblätter

(Praxismerkblätter, Technische Informationen)

Zu jedem Beschichtungsstoff gibt es ein Technisches Merkblatt. Es enthält Produktaussagen des Herstellers, dient der Information über ein Produkt und hilft beim Produktvergleich (Tab. **8.**11). Die Angaben sind nicht rechtsverbindlich. Verbindliche Aussagen findet man in dem für jedes Produkt vorgeschriebenen Sicherheitsdatenblatt (Abschn. 1.7.5).

Ein aussagefähiges Technisches Merkblatt enthält Angaben, die für eine Produktauswahl und Verarbeitung wichtig sind:

- Produktbeschreibung
- Produkteigenschaften
- Anwendungsbereiche
- Verarbeitung
- Beschichtungsaufbau
- Lieferform, Gebindegrößen
- Transport und Lagerung
- Sicherheitshinweise, Schutzmaßnahmen
- Entsorgung

Speziell zur Verarbeitung sind weitere detaillierte Vorgaben vorhanden:

- zur Untergrundbeschaffenheit und der Untergrundvorbereitung
- über die Werkstoffzubereitung und Verarbeitung
- zum Verbrauch
- zur Verarbeitungs-, Objekttemperatur und Trocknung
- zur Werkzeugreinigung

Tabelle **8.**10 Vergleich der Eigenschaften von Beschichtungsstoffen auf mineralischen Untergründen

Eigenschaften	Silikatfarbe	Dispersionsfarbe	Dispersionssilikatfarbe	Siliconharz-Emulsionsfarbe
Diffusion s_d-Wert	sehr gut 0,05	gut 0,2 bis 1,1	sehr gut < 0,1	sehr gut 0,02 bis 0,05
Regenschutz *W*-Wert = kg/m^{2}h^{0,5}	gering 1 bis 4	sehr gut 0,05 bis 0,2	gut 0,2 bis 0,5	sehr gut < 0,1
CO_2-Schutz	gering	schlecht	sehr gut	gering
Kreidung	gering	deutlich	gering	deutlich
Verschmutzung	gering	gering	deutlich	gering
Rissüberbrückung	nein	nein	bedingt	nein

Tabelle **8.11** Vergleichendes Beispiel von zwei Fassadenfarben mit den wichtigsten Produktangaben

Materialbeschreibung	Dispersionssilikatfarbe	Dispersionsfarbe
Bindemittel	Kaliwasserglas und Copolymerisat	Reinacrylat
Füllstoff	Carbonate, Silikate	Carbonate, Silikate
Additive	Filmbildehilfsmittel, Netz-, Verdickungsmittel, Entschäumer	Filmbildehilfsmittel, Netz-, Verdickungs-, Konservierungsmittel, Entschäumer
Verdünnungsmittel	Wasser, Silikatgrund	Wasser
Physikalische Kennwerte		
Dichte	1,5g/cm^3	1,5g/cm^3
Festkörpergehalt	55 %	61 %
pH-Wert	11 bis 12	8,6
Wasserdampfdiffusion		
μH_2O-Wert	388	6580
s_d-Wert	0,05 m	0,9 m
Wasseraufnahmekoeffizient *W*-Wert	0,26 (kg/m$^2 \cdot$ h^{0,5})	0,03 (kg/m$^2 \cdot$ h^{0,5})
CO_2-Durchlässigkeit	durchlässig	μCO_2 1730000

8

8.4 Öle, Naturharze, Wachse

8.4.1 Natürliche Öle und Harze als Bindemittel

Pflanzenöle werden gewonnen durch Auspressen von z. B.

Flachssamen – Leinöl (Tab. **8.**12)

Sojabohnen – Sojaöl

Samen des Tungbaumes – Holzöl

Sonnenblumenkerne – Sonnenblumenöl.

Die Öle werden aufbereitet, d. h. entschleimt, gebleicht, filtriert, teilweise erhitzt und mit Trockenstoffen vermischt.

Naturharze (Tab. 8.13) werden als Bindemittel für Naturlacke und -farben eingesetzt. Sie dürfen nach DIN 55 945 nicht chemisch modifiziert oder in ihrer natürlichen Struktur verändert worden sein. Zusatzstoffe sind nicht enthalten.

Naturharzlacke enthalten als Löse- und Verdünnungsmittel Terpentinöle oder Citrusterpene, die umwelt- und gesundheitsgefährdend sind. Bei der Verarbeitung sind die besonderen Verarbeitungseigenschaften zu beachten. Von herkömmlichen Lacken abweichende Nutzungseigenschaften sind festzustellen und ggf. Gewährleistungseinschränkungen beim Auftraggeber anzumelden

8.4.2 Schellack

Schellack wird aus den harzartigen Ausscheidungen der Lackschildlaus hergestellt. Diese werden in Spiritus oder Alkohol gelöst. Der Farbton von Schellack ist braungelb bis rotbraun.

Schellack wird für Möbelpolituren und als natürlicher Lack auf hochwertigen Möbeln eingesetzt.

Tabelle **8.**12 Leinöl

Öle	Eigenschaften	Verwendung
Leinöl	trocknet sehr langsam, elastisch, vergilbt leicht, ist irreversibel, stark wasserquellbar, verseift bei Alkalität, ist pigmentverträglich, ergibt mit wässrigen Bindemitteln Emulsionen	Bindemittel in Ölfarben, Naturharzlacken, Alkydharzlacken, Herstellung von Leinölkitt, Bindemittel in Abtönfarben (wirkt trocknungsverzögernd)
Leinölfirnis (Erhitzung von Leinöl und Zugabe von Sikkativen)	schnelle Härtung, matt auftrocknend, trocknet durch Sauerstoffaufnahme, wetterbeständig, Vergilbung unter Lichtabschluss, ungiftig	Ölfarben, Holzlasuren, zum Ölen von Massivholzmöbeln, Fußböden, Fachwerkbalken, sonst wie unter Leinöl beschrieben

Tabelle **8.**13 Naturharze

Naturharze	Eigenschaften	Verwendung
Schellack Ausscheidung der Lackschildlaus	in Spiritus löslich, hart, hellbraune bis braune Farbe	Schellack (Spirituslack), Polituren, Absperrmittel (Isolierlack)
Kolophonium Harz aus Kiefern	in Terpentinöl und Alkohol löslich, hellgelbe bis dunkelbraune Farbe, sehr weich, durch Nachbehandlung hart und spröde, stark vergilbend	hochwertige Lackharze, Naturharzlacke, Harzseifen, Trockenstoffe
Dammar Harz von Laubbäumen (Asien)	in Benzol, Alkohol, Estern löslich, nicht vergilbend, weiß bis braun, sehr hell, sehr wasserbeständig	Weißlacke, Gemäldefirnis, Zusätze in Alkydharzlacken
Kopale halbversteinerte tropische Harze	sehr hell, hellgelb, braun, schwarz je nach Herkunftsland, wetterbeständig, in Ölen löslich, Terpentinöl	Öllacke, Naturharzlacke, Fußbodenlacke, Luftlacke, Spachtel, Dekorationslacke

Vor allem bei der Restaurierung alter Möbel und Instrumente wird Schellack eingesetzt. Das Auftragsverfahren ist aufwendig, da es überwiegend in Handarbeit ausgeführt wird. Schellacklösung wird mit Pinsel oder Polierballen aufgetragen und nach dem Trocknen leicht geschliffen. Dann erfolgen mehrere Schellackaufträge mit dem Polierballen, bis die Poren gefüllt sind und eine geschlossene Oberfläche entstanden ist. Danach wird die Fläche bis zum Hochglanz poliert.

8.4.3 Wachslösungen

Wachse (Tab. **8.**14) sind fettartige Stoffe, die in Lösemitteln gelöst sind. Entsprechend ihrer Herkunft unterscheidet man Naturwachse und Kunstwachse.

Eigenschaften

- seidenartiger, stumpfer Glanz
- leichte Betonung (Anfeuerung) der Holzmaserung
- wasserabweisend
- stehendes Wasser dringt durch, Wasserflecken entstehen
- nicht kratz- und abriebfest
- nicht beständig gegen Fette und Öle, Lösemittel
- leichte Verschmutzungsneigung.

Der Auftrag von Wachs erfolgt mit kurzborstigen Pinseln oder mit Leinenlappen, überschüssiges Wachs wird mit einem Lappen abgewischt.

Matter Seidenglanz entsteht durch ein Abreiben der Fläche mit Rosshaar, einer Bürste oder mit einem nicht fusselnden Lappen.

Gewachste Flächen müssen zur Pflege regelmäßig nachgewachst werden.

Tabelle 8.14 Wachse

Wachsart	Farbton	Lösemittel	Verwendung
Bienenwachs (Bienenwabe)	hellgelb	Terpentinöl, Alkohol, Testbenzin	Holzwachs, für Holzbauteile, Möbel Wachsemulsionen, Bohnerwachs
Karnaubawachs (Wachspalme)	graubraun, gelblich	Ether, Alkohol	
Paraffin (Braunkohle, Mineralöl)	weiß, gelblich	Terpentinöl, Testbenzin	
Erdwachs (Zeresin, Mineral)	gelblichweiß	Terpentinöl, Testbenzin	
Montanwachs (Braunkohle)	dunkelbraun, hellbraun	Testbenzin	

8.5 Lacke

8.5.1 Lacke und Anstrichstoffe

8

Lack, Anstrichstoff nach DIN EN 971-1 „ist ein flüssiger oder pastenförmiger pigmentierter Beschichtungsstoff der, auf einen Untergrund aufgebracht, eine deckende Beschichtung mit schützenden, dekorativen und/oder anderen spezifischen technischen Eigenschaften ergibt".

Klarlack gemäß DIN EN 971-1 ist ein transparenter Beschichtungsstoff ohne Pigmente zur Farbgebung – ein Beschichtungsstoff, der, auf einen Untergrund aufgetragen, eine transparente Beschichtung mit schützenden, dekorativen oder spezifischen technischen Eigenschaften bildet.

Lackfarbe ist ein nicht genormter Begriff, der in Deutschland als Benennung für pigmentierten Lack verwendet wird.

Lacke können organische Lösemittel und/oder Wasser enthalten oder frei davon sein. Ebenso können sie Pigmente, Füllstoffe und sonstige Zusätze (Additive) enthalten.

Werden Lacke nach ihren Bindemitteln benannt, müssen sie die charakteristischen Eigenschaften der jeweiligen Bindemittel besitzen, sie müssen anteilmäßig entsprechend vorhanden sein.

Lacke werden nach folgenden Kriterien unterschieden und charakterisiert (Tab. 8.15):

Tabelle 8.15 Unterscheidungskriterien von Lacken

Unterscheidung nach	Beispiele
Art der Zusammensetzung	– nach dem Bindemittel, z. B. Alkydharzlack, Dispersionslack, Epoxidharzlack, Polyurethankarzlack, Acrylharzlack, Nitrocelluloselack – nach dem Lösemittel, z. B. Spirituslack, Wasserlack
Art der Beschaffenheit	Pulverlack, „High Solid"-Lack, tixotroper Lack
Art des Auftragsverfahrens	Spritzlack, Flutlack, Tauchlack, Gießlack
Art der Filmbildung	Einbrennlack, Zweikomponenten-Reaktionslack
Glanzgrad der Lackierung	Hochglanzlack, Seidenglanzlack, Mattlack
Effekt der Lackierung	Strukturlack, Narbeneffektlack, Hammerschlaglack, Noppenlack, Reißlack, Perlmuttlack, Metalliclack
Lage im Beschichtungsaufbau	Grundbeschichtung, Vorlack, Decklack, Einschichtlack
Art des Untergrundes	Holzlack, Blechlack, Papierlack, Lederlack
Art des Objektes	Fensterlack, Bootslack, Autolack, Schultafellack, Möbellack, Coil-Coating-Lack, Fußbodenlack

8.5.2 Alkydharzlacke (AK-Lacke)

Alkydharzlack ist ein Lack, der als charakteristischer Filmbildner (Bindemittel) Alkydharze enthält.

Alkydharze sind ölmodifizierte Polyesterharze, d. h. dass an Polyestermoleküle Öle oder Fettsäuremoleküle angebaut wurden. Alkydharze bzw. Alkydharzlacke werden nach der Menge der eingebauten Fettsäuren unterschieden (Tab. **8.**16):

Tabelle **8.**16 Alkydharzlacke

Bindemittel	Eigenschaften	Verwendung
langölige Alkydharzlacke	guter Verlauf, gute Elastizität, gute Wetterbeständigkeit, leichte Verarbeitbarkeit in allen Applikationsverfahren, langsame Trocknung **Trocknung:** physikalisch/chemisch, d. h. Verdunsten des Lösemittels und Aufnahme von Sauerstoff (oxidativ) **Verdünnung:** Testbenzin, Terpentinersatz, Lackverdünnung	Beschichtungsstoffe für den Holz- und Korrosionsschutz im Innen- und Außenbereich, lufttrocknende Malerlacke
mittelölige Alkydharzlacke	guter Verlauf, geringe Elastizität, stoßfest, große Härte, gute Wetter- und Chemikalienbeständigkeit, schnelle Trocknung, alle Applikationsverfahren **Trocknung:** physikalisch/chemisch oder nur chemisch (oxidativ) **Verdünnung:** Testbenzin, Terpentinersatz, Lack-, Universalverdünnung	Beschichtungsstoffe für Metalluntergründe und mechanisch leicht beanspruchte Holzuntergründe, Möbellack, Maschinenteile, lufttrocknende Malerlacke für innen und außen, spritzbare Industrielacke
kurzölige Alkydharzlacke	geringe Elastizität, sehr hart, stoß- und schlagfest, gute Wetter- und Chemikalienbeständigkeit, Auftrag überwiegend im Spritzverfahren **Trocknung:** nur physikalisch, teilweise durch Wärmetrocknung beschleunigt **Verdünnung:** Universalverdünnung, Spezialverdünnung	Beschichtungsstoffe für Industrielackierungen; Einbrennlacke

- langölige, fette Alkydharze > Ölgehalt mehr als 60 %
- mittelölige, mittelfette Alkydharze > Ölgehalt zwischen 45 und 60 %
- kurzölige, magere Alkydharze > Ölgehalt unter 4 %.

Außer Fettsäuren, die nach Art und Menge sehr unterschiedlich in Alkydharzen eingesetzt werden, gibt es zusätzliche Modifizierungsstoffe. Diese ermöglichen die Herstellung von Alkydharzlacken mit speziellen Eigenschaften.

Beispiele für modifizierte Alkydharze

Harzmodifizierte Alkydharze (Einbau von Kolophonium oder Tallöl)

- trocknen schneller
- haften besser

Styrol modifizierte Alkydharze

- führen zu schnellerer Antrocknung und Klebefreiheit
- sind beständiger gegen Wasser und Chemikalien
- nachteilig ist die schlechtere Durchtrocknung

Urethanmodifizierte Alkydharze

- schnellere Erhärtung
- bessere Chemikalienbeständigkeit
- höhere mechanische Widerstandsfähigkeit
- stärkere Neigung zum Kreiden und Vergilben

Acrylmodifizierte Alkydharze

- höhere Wetterbeständigkeit
- höhere Lichtbeständigkeit
- bessere Alterungsbeständigkeit
- empfindlicher gegen mechanische Einwirkungen

Siliconmodifizierte Alkydharze

- bessere Wärmebeständigkeit
- bessere Wetterbeständigkeit
- geringere Vergilbungsneigung
- hohe Einbrenntemperaturen

Thixotrope Alkydharzlacke werden zunehmend als Bauten- und Strukturlacke eingesetzt. Thixotropie entsteht hier durch den Einbau von Polyamidketten in Alkydharze. Thixotrope Alkydharzlacke

- lassen sich leichter verarbeiten,
- bleiben besser auf senkrechten Flächen stehen,
- die Tropfneigung ist gering,
- ergeben höhere Schichtdicken und Kantenabdeckung,
- setzen im Gebinde nicht ab.

Wasserverdünnbare oxidativ trocknende Alkydharzlacke gewinnen als Bautenlacke im Sinne des Umweltschutzes vermehrt an Bedeutung. Durch bestimmte Herstellungstechniken werden Alkydharze wasserverdünnbar oder wasserlöslich. Bei der Trocknung verdunstet das Wasser. Wegen des Wasseranteils muss bei der Verarbeitung genauer auf eine Umgebungstemperatur von 18 bis 20 °C und eine Luftfeuchtigkeit von 65 bis 85 % geachtet werden. Klimatische Abweichungen können zu Verlaufs-, Trocknungs- und Haftungsstörungen führen.

8

Verwendung auf Zink und verzinkten Untergründen

Ölhaltige Alkydharzlacke sind *nicht* für Beschichtungen auf Zink- und verzinkten Stahlteilen geeignet, da sie frühzeitig verspröden und ihre Haftung verlieren. Ursache für die Enthaftung der Beschichtung ist die Zinkseifenbildung am Untergrund, d. h., wenn Fettsäuren des Bindemittels mit der Zinkoberfläche reagieren können. Dies kann bei direktem Kontakt von Alkydharzlack mit dem Untergrund erfolgen oder auch bei Grundbeschichtungen, die für Fettsäuren durchlässig sind. Hier wandern die Fettsäuren durch die Grundbeschichtung zum Zinkuntergrund.

Vergilbung von Alkydharz-Weißlacken

Zwei Ursachen können zu deutlichen Vergilbungen bei Alkydharzlacken führen.

1. **Dunkelvergilbung durch fehlendes Tageslicht.** Durch Mangel an natürlichem Licht bilden sich dreifach ungesättigte Linolenfettsäuren, die zu Gelbverfärbungen führen. Die sich dabei gebildeten chinonartigen Verbindungen zerfallen unter Lichteinfluss und die Lackflächen werden wieder hell. Typische Stellen sind z. B. Türfalzen, Schrankinnentüren, Türinnenseiten von Räumen ohne Fenster.
2. **Vergilbung durch Einwirkung von Ammoniak.** Durch austretende Ammoniakverbindungen z. B. in Dispersionsfarben, -klebern, Silikatfarben und Haushaltsreinigern. Auch hier kommt es zur Bildung ungesättigter Fettsäuren, die innerhalb kurzer Zeit zu elfenbeinfarbenen Vergilbungen der Beschichtung führen.

Alkydharzlacke sind lösemittelhaltig und werden mit gesundheitsschädlichen Verdünnungsmitteln auf die Verarbeitungskonsistenz eingestellt.

Bei der manuellen Verarbeitung Hautschutz beachten. **Räume gut lüften, bei Spritzen von Alkydharzlacken Atemschutzmaske benutzen!**

8.5.3 Acrylharzlacke (AY-Lacke)

Acrylharze entstehen durch Polymerisation aus Acrylsäureestern und/oder Methacrylsäureestern. Mit ihnen lassen sich physikalisch trocknende Beschichtungsstoffe herstellen. Durch Zugabe von anderen Bindemitteln, z. B. Epoxidharze, Phenolharze, Alkydharze, erhält man lufttrocknende oder ofentrocknende (wärmehärtende) Acryllacke (Tab. **8.**17).

Bei der physikalischen Trocknung verdunsten die Lösemittel, bei der Wärmetrocknung härten die Lacke ab 60 °C.

Tabelle **8.17** Acrylharzlacke

Bindemittel	Eigenschaften	Verwendung
Acrylharzlack lufttrocknend,	schnelle Trocknung, gute Haftfähigkeit, licht-, frostbeständig, alkalibeständig	auf Beton, Putz, Ziegel, zur Fassadenbeschichtung, sperrt Nikotin- und Wasserflecken ab, als Putzgrundiermittel, auf Hartkunststoffen (Duromeren)
wärmehärtend	sehr gute Haftung, hoch wetterbeständig, beständig gegen UV-Strahlen, Salzwasser, Chemikalien, verdünnte Säuren und Laugen	Industrielackierung von Metallen, z. B. Zink, Aluminium, Stahl, Fahrzeuglackierung

8.5.4 Polyurethanlacke (PUR-Lacke)

Polyurethanlacke (Tab. **8.**18) sind ein- oder zweikomponentige Reaktionslacke, deren Bindemittel Polyurethane durch Polyaddition von Polyisocyanaten mit hydroxylgruppenhaltigen Polyolen hergestellt werden.

Bei einkomponentigen Beschichtungsstoffen sind die Reaktionsstoffe (Polyisocyanat und Polyolen) bereits vermischt, aber noch nicht chemisch abgebunden. Die Erhärtung erfolgt erst durch Einwirkung von Luftfeuchtigkeit.

Bei zweikomponentigen Beschichtungsstoffen werden die Komponenten Stammlack (Polyolen) mit dem Härter (Polyisocyanat) kurz vor der Verarbeitung gemischt. Das Mischungsverhältnis ist den Herstellerangaben zu entnehmen und muss in jedem Fall genau eingehalten werden. Die Topfzeit (Verarbeitungszeit) ist zu beachten, es darf nicht mehr Material angesetzt werden, als in dieser Zeit zu verarbeiten ist. Die Erhärtung erfolgt durch die chemische Verbindung der Komponenten.

Neben den chemisch härtenden PUR-Lacken gibt es physikalisch und oxidativ trocknende PUR-Lacke. Verbindungen mit Acrylharzen zu hochwertigen Acryl-Polyurethan-Lacken gewinnen in der industriellen Lackierung an Bedeutung.

Tabelle **8.**18 Polyurethanlacke

Bindemittel	Eigenschaften	Verwendung
Polyurethanlacke	**einkomponentige PUR-Lacke** elastisch, sehr widerstandsfähig gegen mechanische Beanspruchung, sehr gute Beständigkeit gegen Wasser, Öl, Lösemittel, Chemikalien, gute Haftfähigkeit **zweikomponentige PUR-Lacke** elastisch, hohe Wetterbeständigkeit, Abriebfestigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Lösemittel und viele Chemikalien Vorsicht! Härter darf nicht mit Wasser in Berührung kommen PUR-Einbrennlacke Vorsicht bei der Verarbeitung vor isocianathaltigen Dämpfen bzw. Aerosolen	Versiegelung von Holzfußboden, Parkett, stark beanspruchte Holzbauteile, Möbel, Kunststoffe, Beton, Konservierung alter Bausubstanz Innen- und Außenbeschichtungen auf Beton, Holz, geeigneten Kunststoffen, Stahl, Aluminium, Zink, als Coil-Coating-Beschichtungsstoff, High-Solid-Lacke in der Fahrzeuglackierung, auf Eisenbahnwaggons, Flugzeugen Vorsicht auf Altbeschichtungen, Acryl- und Alkydharzlacke nicht geeignet Kfz-Steinschlagschutzgrundierung, Innenlackierung von Dosen für Lebensmittel, Treibstoffkanister, Drahtisolierlacke, Pulverlacke

Spezielle PUR-Lacke werden als Absperrgründe eingesetzt, sie verhindern ein Durchschlagen von Holzinhaltsstoffen durch die nachfolgenden Lackschichten.

Polyurethan-Dispersionen werden als Filmbildner für Metallic-Basis-Lacke eingesetzt.

Beschichtungen mit PUR-Lack sind sehr hart, abriebfest, beständig gegen Wasser, Öle und Chemikalien.

PUR-Lacke können in allen Applikationsverfahren aufgetragen werden. Sie enthalten Lösemittel, die bei der Verarbeitung zu hohen Raumluftkonzentrationen führen können. Persönliche Schutzausrüstung benutzen, für ausreichende Belüftung sorgen. Nach dem Auftrag dickerer Schichten kann es über einen langen Zeitraum zu Lösemittelbelastung der Umgebung kommen. Vorsichtsmaßnahmen bei der Verarbeitung von 2K-PUR-Lacken (Isocyanate, Amine) beachten, Atem- und Hautschutz einsetzen.

8

8.5.5 Epoxidharzlacke (EP-Lacke)

Epoxidharzlacke (Tab. **8.**19), sind zweikomponentige Reaktionslacke, deren Bindemittel Epoxidharz durch Polykondensation von Epichlorhydrin und Bisphentol A hergestellt wird.

Die beiden Komponenten Stammlack (Epoxidharz) und Härter (z. B. Polyamine, Polyamide, Polyisocyanate) werden getrennt geliefert und kurz vor der Verarbeitung gemischt.

Die chemische Reaktion zwischen Stammlack und Härter setzt sofort ein, dabei vernetzt das Epoxidharz durch Polyaddition und erhärtet.

Das Mischungsverhältnis ist den Herstellerangaben zu entnehmen, es ist unbedingt einzuhalten. Die Topfzeit (Verarbeitungszeit) ist produktabhängig

Einige pigmentierte Epoxidharzlacke neigen bei Beschichtungen im Außenbereich zum Abkreiden und zu Glanzverlust.

Vorsicht bei der Verarbeitung, Sicherheitshinweise und -kennzeichnung beachten. Dämpfe von Stammlack und Härter sind gesundheitsschädlich für die Atemorgane. Härter, besonders Polyamine, wirken stark atzend!

Atemschutzmaske, Schutzhandschuhe, Schutzbrille tragen, Arbeitsräume gut lüften!

8.5.6 Polyesterlacke (UP-Lacke)

Polyesterlacke (Tab. **8.**20) gibt es mit ungesättigten Polyesterharzen (UP) und mit gesättigtem Polyester (SP).

Gesättigte Polyester haben als physikalisch trocknende Beschichtungsstoffe nur geringe Bedeutung im Lackbereich.

Tabelle **8.**19 Epoxidharzlacke

Bindemittel	Eigenschaften	Verwendung
Epoxidharzlacke	**lösemittelverdünnbar** (Spezialverdünnung) alkali-, Chemikalien- und lösemittelbeständig, abrieb- und schlagfest, große Haftfestigkeit Topfzeit: ein Tag bis drei Tage **lösemittelfrei** alkali-, Chemikalien- und lösemittelbeständig, abriebfest, elastisch, wasser- und wetterbeständig, große Schichtdicke möglich **wasserverdünnbar** gegen Lösemittel, Säuren und Chemikalien eingeschränkt beständig, hohe Alkalibeständigkeit, abriebfest, wetterbeständig, Topfzeit: wenige Stunden	Grundbeschichtung Korrosionsschutz, Elektrotauchlackierungen in der Fahrzeugserienlackierung, Pulverlacke, Betonbeschichtungen, Einbrennlack z. B. für Haushaltsgeräte, Emballagen, dauerelastische Beschichtungen zur Rissüberbrückung auf Beton insbesondere Betonböden, Stahlkonstruktionen

Ungesättigte Polyesterlacke (UP-Lacke) sind Zweikomponentenlacke.

Der Stammlack besteht aus dem in Styrol gelösten ungesättigten Polyesterharz, als Härter werden organische Peroxidverbindungen eingesetzt.

Wird der Stammlack mit dem Härter vermischt, wird die Polymerisation ausgelöst, die Erhärtung beginnt. Durch Zugabe von Beschleunigern (Kobaltverbindungen) wird die Härtung beschleunigt.

Die noch nicht gehärtete Lackschicht reagiert nachteilig auf Sauerstoff, deshalb wird dem Lack häufig Paraffin beigegeben. Das Paraffin setzt sich nach oben ab und verringert die Sauerstoffaufnahme. Dadurch kann die Lackschicht gut aushärten. Die nun wachsartige Oberfläche muss abgeschliffen oder poliert werden.

Die Topfzeit liegt zwischen 10 und 30 Minuten, in dieser Zeit beginnt der Lack zu gelieren, d. h. er geht vom flüssigen in den festen Zustand über.

Tabelle **8.**20 Polyesterlack

Bindemittel	Eigenschaften	Verwendung
Polyesterlack	seidenglänzend bis hochglänzend, hohe Schichtdicken, klar, sehr hart und spröde, unempfindlich gegen mechanische Einwirkungen; beständig bei Einwirkung von Wasser, Chemikalien, Licht, Alkohol Festkörperanteil bis zu 100 % nicht geeignet für Bewitterung, Temperaturbeständigkeit bis 80 °C, ausgehärtete UP-Lackschichten lassen sich durch Erwärmen der Oberfläche ablösen, bedingt schlagfest	Möbelbeschichtung, Metallbeschichtung, Gießharze

Die Erhärtung läuft dann innerhalb von 20 bis 30 Minuten ab.

Beim Ansetzen der Lackmenge kurze Topfzeit beachten! Spritzpistole frühzeitig (vor dem Gelieren) entleeren bzw. reinigen.

UP-Lacke werden im Spritz- oder Gießverfahren aufgetragen. Die Filmdicke liegt bei matten Oberflächen zwischen 20 und 50 µm, bei hochglänzenden Flächen muss zwischen 300 und 500 µm aufgetragen werden. Der Auftrag erfolgt in einem Arbeitsgang.

Verarbeitungshinweise der Hersteller genau beachten!

Glasfaser verstärkte ungesättigte Polyesterharze (GFK) haben besondere mechanische Eigenschaften. Sie werden zum Bau von hochbelastbaren Kunststoffteilen wie z. B. Möbel, Sitzschalen, Bootsrümpfe, Karosserieteile eingesetzt.

Unbedingt persönliche Schutzausrüstung benutzen!

Härter enthalten ätzende Peroxide, Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen. Härterspritzer auf der Haut mit viel Wasser abwaschen. Härterspritzer im Auge sofort gründlich mit Wasser spülen und ohne Verzug einen Augenarzt aufsuchen.

Austretende Dämpfe greifen die Atemwege und Lunge an, Atemschutzmaske benutzen. UP-Lacke nur bei guter Be- und Entlüftung verarbeiten.

8.5.7 Säurehärtende Lacke (SH-Lacke)

Säurehärtende Lacke (Tab. **8.**21) sind ein- oder zweikomponentige Lacke mit den Bindemitteln Harnstoff-, Melamin- oder Phenolharz. Häufig handelt es sich um Kombinationen von Harnstoff- oder Melaminharz mit Alkydharzen. SH-Lacke härten sowohl bei normaler Raumtemperatur als auch bei Erwärmung durch Polykondensation aus.

Zweikomponentige SH-Lacke werden mit Härter (ca. 10 %) vermischt und sind damit gebrauchsfertig, die Topfzeit beträgt bis zu drei Tagen. Einkomponentige SH-Lacke können eine Topfzeit von mehreren Monaten

erreichen. SH-Lacke können organische Löse- und Verdünnungsmittel enthalten oder an dessen Stelle Wasser. Es handelt sich dann um sogenannte SH-Wasserlacke oder SH-Hydrolacke. SH-Lacke, denen Nitro- und Alkydharzlacke beigemischt werden, bezeichnet man z. B. als Nitro-Kombinations-Lacke.

Der Lackauftrag kann mit dem Pinsel, der Spritzpistole, der Walze oder Gießmaschine erfolgen. Die Schichtdicke liegt zwischen 20 bis 60 µm und soll bei zweimaligem Auftrag – Grund- und Deckbeschichtung – erreicht werden. Die Verarbeitungs- und Raumtemperatur soll nicht unter 15 °C liegen.

Bei der Verarbeitung und Aushärtung von SH-Lacken wird Wasser und Formaldehyd freigesetzt, **für gute Be- und Entlüftung ist zu sorgen.**

Tabelle **8.21** Säurehärtende Lacke

Bindemittel	Eigenschaften	Verwendung
SH-Lacke	gutes Füllvermögen (Festkörpergehalt 50 %), hohe Härte und hoher Abriebwiderstand	für stark beanspruchte Beschichtungen in Innenbereichen
Phenolharzlacke	geringe Elastizität, gute Haftung	z. B. Büro- und Schulmöbel, Fußböden
Harnstoffharz-, Melaminharzlacke	Beständigkeit gegen Wasser, Chemikalien und Lösemittel gut bis mäßig	Parkettversiegelung, Einbrennlacke auf Metallen

8

8.5.8 Nitrozelluloselacke (NC-Lacke)

Das Bindemittel Nitrozellulose (Cellulosenitrat) entsteht durch Veresterung von Zellulose mit Salpetersäure.

Nitrozelluloselacke (Tab. **8.**22) bestehen aus dem Bindemittel Nitrozellulose, aus Harzen (meist Alkydharze), Weichmachern (z. B. Phosphorsäure, Rizinusöl), Mattierungsmitteln (z. B. Kieselsäureverbindung, Kunstwachs), Schleifmitteln (Zinkstearat), Lichtschutzmitteln, Löse- und Verdünnungsmitteln. Zur Farbgebung kommen Farbstoffe bzw. Pigmente hinzu.

Nitrozelluloselacke trocknen physikalisch, sie sind schnelltrocknend. Grundbeschichtungen können nach 20 bis 30 Minuten geschliffen werden, Deckbeschichtungen sind nach 30 bis 45 Minuten trocken.

Der Festkörpergehalt liegt zwischen 20 % und 50 %, d. h. 80 % bis 50 % Löse- und Verdünnungsmittel verdunsten. Daraus ergibt sich eine hohe Umweltbelastung.

Je nach Zusammensetzung von NC-Lacken werden diese eingesetzt als Matt- und Glanzlack, Politur, Spachtel, Füller und Klarlack. Die Verarbeitung des Lackes kann in allen Applikationsverfahren – Streichen, Spritzen, Gießen, Walzen, Tauchen, Fluten oder Spachteln – erfolgen.

Bei der Applikation von Nitrozelluloselacken soll die Verarbeitungstemperatur nicht unter 15 °C und die Trockentemperatur nicht über 45 °C liegen. Zu hohe Luftfeuchtigkeit führt zu einem milchig-weißen Anlaufen des Lackes.

NC-Lacke gehören zu den feuergefährlichen Stoffen und sind gesundheitsschädlich! Wegen des hohen Lösemittelanteils ist für gute Be- und Entlüftung zu sorgen, eine Atemschutzmaske ist zu tragen.

Tabelle **8.22** Nitrozelluloselacke

Bindemittel	Eigenschaften	Verwendung
Nitrozellulose-Lacke	schnell trocknend, sehr gute Haftung, lichtbeständig, geringe Beständigkeit gegen Chemikalien, Wasser, Wärme; beständig gegen Benzin und Öle; gute Kratz- und Abriebbeständigkeit, hochglänzend, sehr gut polierbar oder mattschleifbar, pigmentiert und pigmentfrei, reversibel, physikalisch trocknend	auf Metallen, Holz, Putz, Absperrmittel, Grundiermittel, Einlassgrund, Schnellschliffgrund, Beschichtungen im Innenausbau, für gering beanspruchte Möbelflächen, Nicht auf allen Altbeschichtungen geeignet! Probebeschichtung durchführen.

8.5.9 Polymerisatharzlacke (PVC-Lacke)

Polymerisatharzlacke (Tab. **8.**23) sind Lösungen von Polymerisatharzen, z. B. Acrylat-Copolymere oder Vinylchlorid-Copolymere in flüchtigen Lösemitteln und Zusätzen von Filmbildnern, Weichmachern, Füllstoffen und Pigmenten.

Polimerisatharzlacke trocknen physikalisch, die Löse- und Verdünnungsmittel sind schnell flüchtig, die Beschichtung trocknet schnell. Die Beschichtung bleibt nach dem Trocknen reversibel. Die Verdünnung von Polymerisatharzlacken muss nach Angabe des Herstellers erfolgen, es sind nur die vorgeschriebenen Verdünnungsmittel zu verwenden. Die Abtönfähigkeit ist eingeschränkt, Farbtöne vom Hersteller mischen lassen.

Geeignete Applikationsverfahren sind Streichen, Rollen, Spritzen, dabei sind die Verarbeitungshinweise der Hersteller zu beachten.

Achtung, schnell flüchtige Lösemittel, bei der Verarbeitung für gute Be- und Entlüftung sorgen, Atemschutzmaske benutzen.

Tabelle **8.**23 Polymerisatharzlacke

Bindemittel	Eigenschaften	Verwendung
Polymerisatharzlacke Polyvinylchlorid-Lacke (PVC-Lacke)	schnelle Trocknung, seidenmatt, seidenglänzend, gute Haftfestigkeit, Alkalibeständigkeit, Wetterbeständigkeit, beständig gegen Alkohole, Fette, Treibstoffe, Wasser, besonders widerstandsfähig gegen chemische Einflüsse, geringe Wasserdampfdurchlässigkeit	auf mineralischen Untergründen, z. B. Sichtbeton, Betonböden, Putzen, Ziegelstein, auf Eisen und NE-Metallen, Korrosionsschutzbeschichtungen, Unterwasserbeschichtungen, Kunststoffe

8

8.5.10 Chlorkautschuklack (RUC-Lack)

Künstlicher Kautschuk wird in Lösemittel gelöst, dieser Lösung wird Chlor zugeführt. Der Chloranteil beträgt bis zu 67 %.

Dem Bindemittel Chlorkautschuk werden Weichmacher (ca. 35 %) und Lösemittel zugesetzt. Mit geeigneten Pigmenten gemischt entsteht ein spezieller Beschichtungsstoff, Chlorkautschuklack.

Eigenschaften

hart aber elastisch, wetterbeständig, sehr wasserbeständig, säuren- und laugenbeständig, gegen mechanische Belastungen beständig, physikalische Trocknung

nicht beständig gegen tierische Fette und Öle, neigt zum Kreiden und Vergilben, nicht hitzebeständig, unempfindlich gegen Reinigungsmittel, reversibel

Verwendung

- Unterwasseranstriche,
- für chemisch stark belastete Beschichtungen,
- geeignet auf Metallen, Beton, Putzen P II, P III.

Die Verarbeitung ist schwierig, Chlorkautschuklacke sind zäh und ziehen sehr schnell an, sie lassen sich schwer verstreichen und ziehen Fäden.

Zyklokautschuklack ist eine Bindemittelkombination aus Zyklokautschuk und Harzen, z. B. Alkydharzen. Der testbenzinverdünnbare Lack lässt sich leichter verarbeiten als Chlorkautschuklack. Der Vorteil liegt in den Eigenschaften: hitzebeständig, wetter-, alkali- und chemikalienbeständig. Verwendungsbereiche sind Beschichtungen auf mineralischen Untergründen und auf Metalluntergründen für Korrosionsschutz- und Brandschutzsysteme.

8.5.11 Asphaltlack

Dem in der Natur vorkommenden harten und spröden Asphalt werden Bitumen (Erdölprodukt), Harze und Weichmacher zugesetzt. Durch Verkochen mit trocknenden Ölen entsteht Asphaltlack. Als Lösemittel dienen aromatische Kohlenwasserstoffe.

Asphaltlacke trocknen physikalisch, ölhaltige Lacke oxidativ, sie bleiben nach dem Trocknen reversibel.

Als Verdünnungsmittel eignet sich Testbenzin.

Die Beschichtung ist wasser-, wetter- und alterungsbeständig.

Verwendung finden Asphaltlacke auf Zink- und Stahluntergründen, sie eignen sich besonders für den Korrosionsschutz. Für Beschichtungen über und unter Wasser geeignet, z. B. Schleusentore.

8.5.12 Bitumenlack

Als Bindemittel ist Bitumen, ein Produkt aus Erdöl, in Testbenzin oder aromatischen Kohlenwasserstoffen gelöst. Nur einige spezielle Pigmente sind für eine begrenzte Farbgebung geeignet. Die Trocknung ist physikalisch, die Beschichtung bleibt reversibel.

Bitumenlacke haben gleiche Eigenschaften wie Asphaltlacke, sie sind beständig gegen Salzwasser, verdünnte Säuren und Laugen.

Sie sind nicht beständig gegen Benzine, Öle und Fette.

Verwendung finden Bitumenlacke als Absperrmittel auf Bauwerksfundamenten, als Unterwasserbeschichtungen auf Beton und Metallen, zur Innenbeschichtung von Holz- und Metalldachrinnen, für den Unterbodenschutz an Kraftfahrzeugen. Beschichtungen mit Bitumenlack sind ohne eine Absperrbeschichtung nicht mit lösemittelhaltigen Beschichtungsstoffen zu überarbeiten.

8.5.13 Wasserbasierte Lacke (Wasserlacke)

Handelsbezeichnungen sind z. B. Wasser-. Hydro-, Aqualack oder Acryllack.

In Wasserlacken ist das Bindemittel hauptsächlich in Wasser gelöst oder in feinen Tröpfchen oder Teilchen in Wasser verteilt. Diese Emulsionen oder Dispersionen werden durch Emulgatoren (Tenside) stabilisiert. Durch Kombinationen wasserlöslicher Bindemittel mit Dispersionen (Hybritsystem) können die Eigenschaften (z. B. Antrocknung, Verdünnbarkeit) von Wasserlacken verbessert werden.

Bindemittel in Wasserlacken sind Kunstharze, z. B. Polyurethan-, Polyester-, Alkyd- und Acrylatharze.

Die Moleküle der Kunstharze enthalten wasserfreundliche Molekülgruppen. Die modifizierten Kunstharze sind mit z. B. Ether lösbar, einem mit Wasser mischbaren organischen Lösemittel.

Der Hauptanteil an Löse- und Verdünnungsmittel ist Wasser, der Anteil an organische Löse-/Verdünnungsmittel, 5 % bis 15 %, ist teilweise zugesetzt.

Der Festkörpergehalt liegt zwischen 30 % und 60 %, die Trockenschichtdicke je Schicht bei 30 µm bis 60 µm.

Wasserbasierte Lacke trocknen überwiegend physikalisch, je nach Bindemittel erfolgt zusätzlich eine chemisch Vernetzung oder eine Vernetzung durch UV-Strahlen.

Anwendungsbereiche (Tab. **8.**24) von Wasserlacken umfassen fast alle Untergründe, vor allem werden sie im Innenbereich wegen der guten umwelt- und gesundheitlichen Eigenschaften eingesetzt. Diese gelten nach der Trocknung, bei der Verarbeitung bestehen Einschränkungen.

Bei der Verarbeitung von Wasserlacken bestehen Unterschiede gegenüber lösemittelhaltigen Lacken, in der Auftragstechnik, den Verarbeitungsbedingungen, Werkzeugen und Geräten sowie dem allgemeinen Umgang (Lagerung, Haltbarkeit).

Hinweise zur Verarbeitung von Wasserlacken

Wasserbasierte Lacke haben nur einen geringen Anteil an Lösemitteln, so dass bei der Verarbeitung die Lösemittelemission gering ist. Daraus ergeben sich Unterschiede zur Verarbeitung von lösemittelhaltigen Lacken bezogen auf Lagerung, Haltbarkeit, Verarbeitung und den Einsatz von Arbeitsgeräten.

Lagerung und Haltbarkeit

- Wasserlacke sind frostempfindlich, nicht unter 5 °C lagern und transportieren
- Gebinde vor starker Hitze (z. B. direkter Sonneneinstrahlung) schützen

- nur in Gebinde umfüllen die geeignet sind, d. h. Kunststoffgefäße oder Metalldosen mit unbeschädigter Innenlackierung
- Gebinde nach Gebrauch sorgfältig verschließen um Hautbildung zu vermeiden
- übrig gebliebene, verdünnte Reste nicht in das Originalgebinde zurückschütten

Verarbeitung

- Mindesttemperatur nicht unterschreiten (stoffabhängig zwischen 5 °C und 15 °C Luft- und Objekttemperatur), bei zu niedrigen Temperaturen kann eine narbige Lackoberfläche entstehen. Die mechanischen und chemischen Beständigkeiten können sich verschlechten.
- relative Luftfeuchtigkeit sollte zwischen 40 % und 70 % liegen. Bei hoher Luftfeuchtigkeit ist die Luft mit Wasser gesättigt und kann langsamer Wasser aus dem Lack aufnehmen, d. h. die Trocknung läuft verzögert ab. Wenn möglich Luftfeuchte reduzieren.
- Trockenzeit ist u. a. abhängig von der Schichtstärke (je stärker die Schicht, um so länger die Trockenzeit)
- zum Schleifen sollten spezielle Schleifpapiere und Schleifmaschinen eingesetzt werden, die auf die thermoplastischen Eigenschaften abgestimmt sind
- vor einem Zwischenschliff muss die Oberfläche trocken sein (Oberfläche reißt sonst auf)

Arbeitsgeräte

- Arbeitsgeräte (z. B. Pinsel, Messbecher) sollen aus nicht rostendem Material bestehen
- Spritzpistolen (Düsen, Zubehör) müssen geeignet sein
- Arbeitsgeräte sofort nach Gebrauch mit Wasser gründlich reinigen

Arbeitssicherheit/Entsorgung

- Schutzausrüstung tragen
- Einatmen des Spritznebels vermeiden
- für Frischluftzufuhr sorgen
- Hautschutzplan einhalten
- Entsorgung, ausgehärtet als Gewerbeabfall
- flüssige Farbreste und Reinigungsflüssigkeit dürfen nicht in Oberflächengewässer gelangen

Tabelle 8.24 Wasserbasierte Lacke

Bindemittel	Eigenschaften	Verwendung
z. B. Polyurethan-, Polyesterharz-, Alkydharzlacke 1K- u. 2K-PUR-Lack	lichtecht, lösemittelfest, blockfest, gute bis sehr gute Haftung, Elastizität und Härte, Glanzgrad matt bis seidenglänzend, hoch belastbar gegen mechanische und chemische Einflüsse	Fenster, Türen, Möbel, Fußböden Holz, Metalle, Hartkunststoffe
Acrylatharzlacke Dispersionslacke Acrylatdispersion	elastisch, diffusionsfähig, witterungs- und UV-beständig, vergilbungsstabil	Holzbauteile innen und außen, Beton, Porenbeton, Kalksandsteine, Stahl, Zink, verzinkter Stahl

8.5.14 UV-Lacke

UV-Lacke sind Beschichtungsstoffe, die unter UV-Licht in Sekunden aushärten. Hierbei werden die Lösemittel einpolymerisiert und können nicht mehr verdunsten.

Es gibt wässrige, lösemittelhaltige, pulverförmige und so genannte 100%-ige Lacksysteme.

Zusammensetzung:

- reaktive Acrylate (Bindemittel)
- Fotoinitiatoren (Mittel zur Polymerisation)
- Hilfsmittel (Netz-, Verlaufsmittel, Farbpigmente u. a.)

Eigenschaften.

UV-Lacke haben einen hohen UV-und Lichtschutz, sind witterungsstabil und weisen hohe mechanische Beständigkeit auf.

Verwendung finden UV-Lacke in der industriellen Lackierung von Metall-, Holz- und Kunststoffteilen.

Hinweis zur Verarbeitung

- UV-Lacke müssen kühl, trocken und dunkel gelagert werden, vor Lichteinfall schützen
- UV-Lacke dürfen nicht verunreinigt und verdünnt werden

Arbeitssicherheit/Entsorgung

- Schutzausrüstung tragen, UV-Lacke können Kontaktallergien verursachen
- Haut und Augen schützen
- Putzlappen, Schutzkleidung, die mit UV-Lack benetzt sind getrennt sammeln und entsorgen, kein Gewerbeabfall
- Wasser gefährdender Stoff, darf nicht in Kanalisation oder Grundwasser gelangen
- Lackreste und Reinigungsflüssigkeit als Sonderabfall entsorgen

8.5.15 Grundbeschichtungsstoffe

Grundbeschichtungsstoffe (Tab. **8.**25) stellen eine Verbindung zwischen Untergrund und Beschichtung her. Sie dringen mehr oder weniger in den Untergrund ein, festigen ihn oder sperren ihn ab. Dabei wird die Saugfähigkeit egalisiert und oder gemindert. Pigmentierte Grundbeschichtungsstoffe bringen zugleich eine erste Abdeckung des Untergrundes.

Die Auswahl der Grundbeschichtungsstoffe richtet sich nach der Untergrundart, dem Untergrundzustand und dem aufzubringenden Beschichtungsstoff oder Belag. Grundbeschichtungsstoffe sind nach Angabe des Herstellers zu verdünnen und zu verarbeiten.

Für spezielle Beschichtungssysteme sind die vom Hersteller vorgeschriebenen Grundbeschichtungsstoffe zu verwenden. Wo es möglich ist, sollen umweltfreundliche, wasserverdünnbare Grundbeschichtungsstoffe eingesetzt werden.

8

Tabelle **8.**25 Grundbeschichtungsstoffe – Übersicht

Arten, Bindemittel	Eigenschaften	Verwendung
Absperrgrund (Isoliergrund) Sperrgrund ölfreier Kunstharzlack	farblos, weiß deckend; für innen und außen, schnell trocknend, sehr gute Absperrwirkung, mindert Saugfähigkeit	sperrt Teer, Ruß, Bitumen, Wasserränder, Nikotin, Wachsreste u. a. ab, Grundierung für Holz, Hartfaser, Putz, Beton, Stein, Pappe, Gewebe u. a., für alle Applikationsverfahren
Absperrmittel Acrylharz-Dispersion wasserverdünnbar	weiß deckend, für innen und außen, hohe Absperrwirkung, diffusionsfähig	sperrt gegen Durchschlagen farbiger Holzinhaltsstoffe bei tropischen und einheimischen Hölzern ab, gegen Verfärbungen durch Salzlösungen oder Teerölen kesseldruckimprägnierter Hölzer
langölige Alkydharze	weiß, matt bis seidenglänzend, für innen und außen, elastisch, wasserdampfdiffusionsfähig Wichtig: Füllkraft, Kantenabdeckung, Verlauf	für Fenster, Türen, Holzwerk, neutraler Putz, Mauerwerk, Metall Ventilationsgrund, für alle Applikationsverfahren
Kunstharzbasis	weiß, wenige Bunttöne, für innen und außen, korrosionsschützend, haftvermittelnd, blei- und chromatfrei	für Eisen, Stahl, verzinkten Stahl, NE-Metalle, duromere Kunststoffe, Hart-PVC, GfK (glasfaserverstärkte Kunststoffe), Holz
Spezial-Alkydharze Kunstharze	weiß, wenige Bunttöne, korrosionsschützend (aktive Pigmente) schnell trocknend nitrofest gutes Eindringvermögen in Rostnarben und Poren	für Eisen und Stahl u. a. Heizkörpergrundbeschichtung, Streichen und Rollen nur an kleinen Flächen, mit allen Systemen spritzbar, für alle Applikationsverfahren geeignet
Acrylharz wasserverdünnbar	weiß, wenige Bunttöne, für innen und außen, korrosionsschützend, blei- und chromatfrei, schnell trocknend, geruch- und schadstoffarm kühle und feuchte Witterung verlängert die Trockenzeit	als rostschützende Grundbeschichtung auf Stahl, als haftvermittelnde Grundbeschichtung auf NE-Metallen, verzinktem Stahl, duromere Untergründe, Hart-PVC, mineralische Untergründe; geeignete Streich- und Rollwerkzeuge verwenden

Tabelle 8.25 Fortsetzung

Arten, Bindemittel	Eigenschaften	Verwendung
PVC-Acrylharz-Kombination	weiß, Bunttöne, sehr schnell trocknend, sehr gute Haftung und Wetterbeständigkeit	für Zink, verzinkte Stahlteile, Leichtmetalle, Beton, Putz, Faserzement, Hart-PVC, duromere Kunststoffe; für alle Applikationsverfahren
Polyurethan-Acrylharz (2K)	weiß, korrosionsschützend, hohe mechanische und chemische Beständigkeit, füllkräftig, gutes Standvermögen, sehr gute Schleifbarkeit	für Eisen, Stahl, Beton, Holz- und Holzwerkstoffe; für Luft- und Airlessspritzverfahren
Epoxidharz (2K)	weiß, hellgrau, korrosionsschützend, haftvermittelnd, blei- und chromatfrei, sehr gute mechanische und chem. Beständigkeit	für Eisen und Stahl, NE-Metalle, verzinkten Stahl GfK, Hart-PVC
Imprägniergrund Epoxidharz (2K) wasserverdünnbar	farblos, für innen und außen, haftungsvermittelnd	Haftbeschichtung auf Beton und Estrichflächen für Epoxidharz-Dispersion (2K) Beschichtung
Grundbeschichtungsstoffe für mineralische Untergründe		
Polymerisatharzbasis lösemittelhaltig	farblos, haftvermittelnd, hohes Eindringvermögen	zum Grundieren und Verfestigen von alten, sandenden Untergründen, abgewaschenen oder mechanisch entfernten Altbeschichtungen
Acrylatbasis wasserverdünnbar	leicht gelblich, oberflächenfestigend, filmbildend	zum Verfestigen kreidender, fest haftender, tragfähiger Beschichtungen und Putze; Verminderung der Saugfähigkeit
Wasserglas Wasserglasbasis	farblos, geruchlos, stark alkalisch, hoch wasserdampfdiffusionsfähig, nicht filmbildend	Grundierung stark saugender – Egalisierung unterschiedlich saugender – Verfestigung oberflächlich sandender Untergründe; für Beschichtungen mit Silikat und Dispersionssilikatfarben
Silicon-Emulsionsbasis wasserverdünnbar	farblos, hydrophobierend	Verminderung der Saugfähigkeit, grundfestigend, hydrophobierende Wirkung

8.5.16 Zusatzstoffe – Additive

Additive (Tab. 8.26) sind Hilfsstoffe, die in kleinen Mengen zur Verbesserung bzw. Veränderung der Eigenschaften von Beschichtungsstoffen beigemischt werden.

Einige Additive sind nur für den Produktionsablauf wichtig und andere beeinflussen das Verhalten der Beschichtungsstoffe bei der Verarbeitung. Additive werden bei der Herstellung den Beschichtungsstoffen zugesetzt oder als Zusatzstoffe vor der Verarbeitung den Beschichtungsstoffen beigemischt.

Tabelle 8.26 Zusatzstoffe – Additive

Zusatzstoffe	Wirkung
Netzmittel	– verringern die Oberflächenspannung zwischen Bindemitteln und Pigmenten, die Pigmente werden vom Bindemittel völlig benetzt
Verdickungsmittel	– erhöhen bei Lacken und Dispersionsfarben die Viskosität; Entmischungsgefahr wird verringert, leichtere Verarbeitung
Weichmacher	– beeinflussen die physikalischen Eigenschaften, z. B. Erhöhung der Plastizität und Elastizität, Verbesserung des Haftvermögens, Förderung der Filmbildung von Kunststoffdispersionsfarben

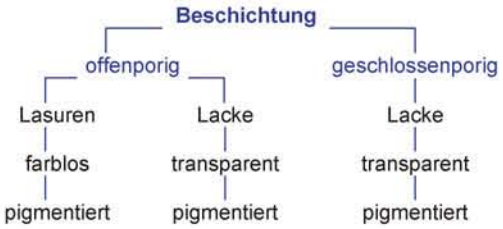
Tabelle 8.26 Fortsetzung

Zusatzstoffe	Wirkung
Trockenstoffe (Sikkative)	– beschleunigen die Trocknung durch Aufnahme von Sauerstoff, Verwendung bei Ölfarben, Öllacken, langöligen Alkydharzlacken; größere Mengen führen zu Beschichtungsfehlern
Hautverhütungsmittel	– verzögern bei allen oxidativ erhärtenden Lacken (Alkydharzlacke), die Hautbildung im Gebinde
Schaum- und Blasenverhütungsmittel	– verhindern bei der Herstellung die Schaumbildung – ermöglichen ein leichtes Entweichen von eingeschlossener Luft beim Applizieren z. B. mit dem Schaumstoffwälzchen; Vermeidung von Blasen und Kratern im Beschichtungsfilm
Mattierungsmittel	– bewirken eine matte Oberflächenwirkung
Bakterizide, Fungizide, Insektizide, Algizide	– Wirkstoffe gegen das Wachstum von Bakterien, Pilzen, Insekten und Algen – verhindern die Bildung von Pilzen und Bakterien bei der Lagerung im Gebinde

8

8.5.17 Beschichtungsaufbau, Beschichtungssysteme

Der Beschichtungsaufbau ist abhängig vom Beschichtungsstoff, dem Beschichtungssystem, dem Applikationsverfahren und den Anforderungen an eine Beschichtung. Unterschieden werden kann dabei:



Der klassische Beschichtungsaufbau besteht aus

- Grundbeschichtung,
- Zwischenbeschichtung und
- Schluss- bzw. Deckbeschichtung.

In der VOB Teil C DIN 18363 wird bei der Ausführung unterschieden nach

- Erstbeschichtung (Tab. **8.**27) und
- Überholungsbeschichtung (Tab. **8.**28).

Hierbei werden je nach Untergrundart unterschiedliche Beschichtungsaufbauten vorgegeben.

Tabelle 8.27 Erstbeschichtungen

Mineralische Untergründe, Gipskarton-, Gipsfaserplatten	innen: Grund- und Schlussbeschichtung außen: eine Zwischenbeschichtung zusätzlich
Holz- und Holzwerkstoffe	Grund-, Zwischen- und Schlussbeschichtung
Metall	innen: Grund- und Schlussbeschichtung außen: Grund-, Zwischen- und Schlussbeschichtung
Kunststoff	Grund- und Schlussbeschichtung

Bei speziellen Untergründen oder Arbeitstechniken sind differenzierte Ausführungen beschrieben.

Tabelle 8.28 Überholungsbeschichtungen

Mineralische Untergründe, Gipskarton-, Gipsfaserplatten	innen: ein Arbeitsgang außen: eine Zwischen- und Schlussbeschichtung
Holz- und Holzwerkstoffe	innen: ein Arbeitsgang außen: Zwischen- und Schlussbeschichtung
Metall	innen: ein Arbeitsgang außen: Zwischen- und Schlussbeschichtung
Kunststoff	ein Arbeitsgang

Vor einer Überholungsbeschichtung sind die entsprechenden Oberflächenvorbereitungen auszuführen.

Aufgaben der Grundbeschichtung

- Haftvermittlung zwischen dem Untergrund und den folgenden Beschichtungen
- Herabsetzung bzw. Egalisation der Saugfähigkeit des Untergrundes
- Absperren von Stoffen im Untergrund
- Korrosionsschutz von Stahlbauteilen

Die Eigenschaften der Grundbeschichtungen richten sich nach ihren Aufgaben, z. B. sind Grundbeschichtungsstoffe auf Holzuntergründen niedrigviskos, um eine

- hohe Eindringtiefe zu erzielen und
- Grundbeschichtungen im Korrosionsschutz hochviskos, um dicke Schichten zu erhalten.

Auftragsverfahren für Grundbeschichtungsstoffe sind abhängig vom Untergrund und dem Beschichtungsstoff, z. B. können Grundbeschichtungen auf Holzuntergründen mit dem Pinsel, der Spritzpistole oder im Tauchbecken aufgetragen werden, dagegen sollen Korrosionsschutzbeschichtungen auf Stahlbauteilen mit dem Pinsel aufgetragen werden.

Grundbeschichtungsstoffe müssen mit den nachfolgenden Beschichtungsstoffen verträglich sein, es sollte möglichst in einem Beschichtungssystem gearbeitet werden.

Aufgaben der Zwischenbeschichtung, z. B.

- Erhöhung der Schichtdicke in einem Beschichtungsaufbau, insbesondere beim Korrosionsschutz,
- Verbesserung der Deckfähigkeit im Hinblick auf die Schlussbeschichtung,
- Füllen von Poren, Schleifriefen und kleinen Unebenheiten.

Bei den meisten Beschichtungsstoffen sind vor und nach dem Auftrag der Zwischenbeschichtung Schleifarbeiten durchzuführen. Durch das Anrauen der jeweiligen Beschichtung wird die Oberfläche vergrößert und damit eine bessere Haftung erzielt.

Die Zwischenbeschichtung sollte in dem gleichen Applikationsverfahren wie die Deckbeschichtung erfolgen. Der Grad der Verdünnung ist abhängig vom Beschichtungsstoff und dem Applikationsverfahren.

Aufgaben der Deck-/Schlussbeschichtung

- Die Deck-/ Schlussbeschichtung muss dem Beschichtungssystem die geforderten Oberflächeneigenschaften geben bzw. den zu erwartenden Beanspruchungen entsprechen, z. B. Beständigkeit gegen mechanische, chemische und klimatische Einwirkungen
- Schutz der vorhergehenden Beschichtungen
- Farbtongebung
- Oberflächenwirkung: Glanzgrad, Struktur.

Die Deck-/ Schlussbeschichtung muss auf die unter ihr liegenden Beschichtungen abgestimmt sein. Sie wird meistens unverdünnt oder nach Angabe des Herstellers verdünnt aufgetragen, um die Eigenschaften des Beschichtungsstoffes nicht zu beeinträchtigen. Übermäßige Zugabe von Verdünnungsmitteln kann zu Glanzverlust, Farbtonveränderung, Verminderung der Schichtstärke, Beeinträchtigung der Filmbildung und Reduzierung der werkstoffspezifischen Beständigkeiten führen.

8.5.18 Filmbildung, Trocknung und Härtung (Tab. 8.29, 8.30)

Trocknung ist die Gesamtheit der Vorgänge, die den Übergang eines Beschichtungsstoffes vom flüssigen in den festen Zustand bewirken.

Härtung ist der Übergang eines Beschichtungsstoffes vom flüssigen in den festen Zustand unter Molekülvergrößerung durch chemische Reaktionen oder physikalische Einwirkung.

Tabelle 8.29 Übersicht über Trocknung/Erhärtung

Trocknung/Erhärtung	Werkstoffe
Physikalische Trocknung Verdunstung der Löse- und Verdünnungsmittel	Leimfarben, Leim, Kleister, Acrylharzlack, Spirituslack, Nitrozelluloselack, Chlorkautschuklack, Polymerisatharzlack
Chemische Härtung	
– oxidative Härtung Verdunstung der Löse- und Verdünnungsmittel, Aufnahme und chemische Bindung von Sauerstoff	Ölfarben, Öllacke, Alkydharzlacke
– Polymerisation Bildung von Makromolekülen durch Zusammenlagerung von gleichartigen Molekülen	Polyesterlacke Polyurethanlack, Epoxidharzlack
– Polyaddition Bildung von Makromolekülen durch Verbindung (Addition) verschiedenartiger Moleküle	Phenolharzlacke
– Polykondensation Bildung von Makromolekülen durch Verbindung verschiedenartiger Moleküle unter Abspaltung von Wasser	Melaminharzlacke Harnstoffharzlacke
Neben den reinen Trocknungs- und Härtungsformen gibt es gemischte Formen, z. B. oxidativ und gleichzeitig Vernetzung durch Polykondensation	mittelöliges Alkydharz mit Melaminharz gemischt

Tabelle 8.30 Reversible und irreversible Beschichtungen

Reversibel = umkehrbar	Irreversibel = nicht umkehrbar
Beschichtungen, deren Bindemittel nach Trocknung beim Überstreichen mit dem gleichen Beschichtungsstoff wieder gelöst werden, sind reversibel. Ursache liegt im gleichen Lösemittel, das das Bindemittel anlöst.	Beschichtungen, deren Bindemittel nach der Trocknung/Härtung beim Überstreichen mit dem gleichen Beschichtungsstoff durch das gleiche Lösemittel nicht wieder gelöst werden, sind irreversibel.
Reversibel sind nur physikalisch trocknende Beschichtungsstoffe, z. B. Nitrolacke, Chlorkautschuklacke, aber auch Leimfarbe.	Irreversibel sind chemisch härtende Beschichtungsstoffe, z. B. Öllacke, Alkydharzlacke, 2K-Lacke, aber auch Dispersionsfarbe, Kalkfarbe.
Reversible Beschichtungen sind mit dem gleichen Beschichtungsstoff schwer überstreichbar, sie reiben sich auf.	Irreversible Beschichtungen sind gut überstreichbar.

8.6 Löse- und Verdünnungsmittel

Lösemittel ist eine aus einer oder mehreren Komponenten bestehende, unter festgelegten Trocknungsbedingungen flüchtige Flüssigkeit, in der das Bindemittel vollständig löslich ist (DIN EN 971-1).

Reaktives Lösemittel ist ein Lösemittel, das während der Filmbildung durch chemische Reaktion Bestandteil des Bindemittels wird und dadurch seine Eigenschaft als Lösemittel verliert (DIN 55 945). Die gleiche Definition gilt für reaktive Verdünnungsmittel.

Verdünnungsmittel ist eine aus einer oder mehreren Komponenten bestehende, unter festgelegten Trocknungsbedingungen flüchtige Flüssigkeit, die einem Beschichtungsstoff zugegeben wird, um Eigenschaften, vor allem die Viskosität, zu beeinflussen (DIN EN 971-1).

Aufgaben von Löse- und Verdünnungsmitteln

- **Lösemittel** lösen feste und flüssige Stoffe (z. B. Harze), ohne sie chemisch zu verändern.
- **Verdünnungsmittel** verdünnen flüssige Beschichtungsstoffe, d. h. mit ihnen wird die geeignete Verarbeitungskonsistenz eingestellt.

Eigenschaften von Löse- und Verdünnungsmitteln

- Sie sind farblos, denn sie sollen den Farbton eines Beschichtungsstoffes nicht verändern.
- Sie verdunsten bei der Trocknung bzw. Erhärtung aus der Beschichtung.
- Sie beeinflussen die Trocknungsgeschwindigkeit.
- Sie beeinflussen den Verlauf bei der Applikation.
- Sie sind fast alle brennbar und damit feuergefährlich.
- Lösemittel-Luftgemische sind explosionsgefährlich.
- Die Dämpfe sind gesundheitsgefährdend (hirn-, nervensystem-, leber-, nieren- und hautschädigend).

Einige Lösemittel können auch als Verdünnungsmittel eingesetzt werden, jedoch sind nicht alle Verdünnungsmittel als Lösemittel geeignet.

Tabelle **8.31** Einteilung von Löse- und Verdünnungsmitteln

Mittel	Verdunstungszahl	Gefahrklasse	Flammpunkt	Verwendung
Terpenkohlenwasserstoffe				Ölfarben, Öllacke, Naturharzlacke
z. B. Terpentinöl	38	AII	32 °C	
Aliphatische Kohlenwasserstoffe				Öl-, Naturharz-, Alkydharzlacke
Testbenzin	60	AII	39 °C	
Aromatische Kohlenwasserstoffe				Alkydharzlacke, Acrylharzlacke, Epoxidharzlacke, Nitrolacke, Harnstoffharzlacke, Melaminharzlacke, Phenolharzlacke, Polyesterharzlacke
z. B. Toluol	6,1	AI	5 °C	
Xylol	17	AII	25 °C	
Styrol	16	AII	31 °C	
Chlorierte Kohlenwasserstoffe				Chlorkautschuklacke, lösende Abbeizmittel, Entfettungsmittel
z. B. Methylenchlorid	2	–		
Perchlorethylen	10	–	–	
Alkohole				Spirituslacke, Schellack, Nitrocelluloselacke
z. B. Methanol	6,3	B	7 °C	
Ethanol	8,3	B	11 °C	
Butanol	33	AII	34 °C	
Methylbenzylalkohol	920	AMI	68 °C	
Esther				Alkydharzlacke, Nitrocelluloselacke, Acrylharzlacke, Polimerisatharzlacke, Melaminharzlacke, Phenolharzlacke, Harnstoffharzlacke
z. B. Methylacetat	2,1	AI	13 °C	
Ethylacetat	2,9	AI	4 °C	
Ethylglykolacetat	57	AII	52 °C	
Ketone				Alkydharzlacke, Nitrocelluloselacke, Acrylharzlacke, Chlorkautschuklacke, Polymerisatharzlacke
z. B. Aceton	2,1	B	19 °C	
Methylisobutylketon	7	AI	14 °C	
Cyclohexanon	40	AII	40 °C	
Ether				Alkydharzlacke, Acrylharzlacke, Nitrocelluloselacke, Phenolharzlacke, Harnstoffharzlacke, Melaminharzlacke, Chlorkautschuklacke, Schellack
z. B. Tetrahydrofuran	3	B	23 °C	
Methylglykol	34	–	38 °C	
Ethylglykol	43	–	43 °C	
Wasser	80	–	–	Leim, Kleister, Leimfarben, Kalkfarben, Silikatfarben, Wasserlacke, Dispersionsfarben, Dispersionssilikatfarbe, Siliconharz-Emulsionsfarben

Aromatenfreie Lösemittel – Isoparaffine – sind eine neue Lösemittelgeneration, die eine deutlich geringere Belastung von Arbeitsplatz und Umgebung bringt. Die typischen Eigenschaften der Alkydharz-Werkstoffe bleiben erhalten.

Bei der Verwendung ungeeigneter Verdünnungsmittel in einem Beschichtungsstoff können folgende Mängel auftreten:

- Verlaufsstörungen
- Trübung des Beschichtungsstoffes
- Orangenschaleneffekt
- Bläschenbildung
- Zersetzung des Beschichtungsstoffes
- Trocknungsverzögerung

Die Zugabe von zuviel Verdünnungsmittel kann

- den Glanz verringern,
- die Deckfähigkeit vermindern,
- die Schichtdicke reduzieren
- die Beständigkeit gegen äußere Einflüsse vermindern und
- Schutzfunktionen einbüßen.

8

Verdünnungshinweise der Hersteller von Beschichtungsstoffen beachten, nur geeignete bzw. vorgeschriebene Verdünnungsmittel verwenden!

Verdunstungszahl nennt die charakteristische Verdunstungsgeschwindigkeit für jedes Lösemittel. Sie ist abhängig z. B. von der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit, der Art des Lösemittels und dem Rückhaltevermögen des Bindemittels.

Beschichtungsstoffe enthalten Lösemittelgemische mit unterschiedlichen Anteilen an flüchtigen Lösemitteln. Durch sie lassen sich je nach Anteil die Eigenschaften z. B. Glanz, Durchtrocknung, Trocknungsgeschwindigkeit und die Auftragsverfahren z. B. Streichen, Spritzen, Fluten steuern. Nach Gruppen wird unterschieden:

- leichtflüchtige Lösemittel
  Verdunstungszahl VD < 10
- mittelflüchtige Lösemittel
  Verdunstungszahl VD 10 bis 35
- schwerflüchtige Lösemittel
  Verdunstungszahl VD 35 bis 50
- sehr schwer flüchtige Lösemittel
  Verdunstungszahl VD > 50

Das von brennbaren Flüssigkeiten ausgehende Gefahrenpotential (Tab. **8.**32) wird über den Flammpunkt festgelegt.

Der **Flammpunkt** nennt die niedrigste Temperatur, bei der eine Flüssigkeit brennbares Gas oder brennbare Dämpfe in solcher Menge abgibt, dass durch Kontakt mit einer Zündquelle sofort eine Flamme auftritt.

Nach der TRbF (Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten) gibt es zwei Gefahrklassen:

A – nicht wasserlösliche brennbare Flüssigkeiten

B – bei 15 °C wasserlösliche brennbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt unter 21 °C

Danach gelten für Lagerung und Transport folgende Gruppeneinteilungen:

Tab. **8.**32 Gefahrklassen und Bezeichnungen

Gefahrklasse VbF (alt)	Flammpunkt	Bezeichnung BetrSichV (seit 2002)	Lösemittel z. B.
A I und B	unter 0 °C unter 21 °C	hochentzündlich, leicht entzündlich	Azeton Benzin Toluol
AII	21 °Cbis 55 °C	entzündlich	Petroleum Terpentinöl
AII	55 °C bis 1000 °C	keine Zuordnung	Dieselkraftstoff, Heizöl

Die **Zündtemperatur** gibt die niedrigste Temperatur an, bei der ein Lösemitteldampf-Luft-Gemisch sich selbst entzündet, z. B. Testbenzin bei 240 °C, Azeton bei 540 °C.

Verdünnungsmittel (Lösemittelgemische) werden in der Praxis unterschieden nach:

Kunstharzverdünnung (Terpentinersatz, Testbenzin) zum Verdünnen von z. B. Ölfarben, Öllacken, Naturharzlacken, Alkydharzlacken.

Nitroverdünnung zum Verdünnen von z. B. Alkydharzlacken, Nitrolacken, Kunststofflacken.

Universalverdünnung zum Verdünnen von z. B. Alkydharzlacken, Nitrolacken.

Spezialverdünnung zum Verdünnen von z. B. Polyurethanlacken, Epoxidharzlacken, Polymerisatharzlacken, Polyesterharzlacken.

Waschverdünnung (Gemisch aus Benzin, Petroleum, Testbenzin u. a. Lösemitteln) zum Reinigen und Entfetten.

Streich- und Spritzverdünnung Lösemittelgemisch, das für Applikationsverfahren spezielle Verarbeitungseigenschaften besitzt.

Lösemittel können die Gesundheit gefährden!

Lösemitteldämpfe werden über die Atemwege aufgenommen und schädigen die Lunge – Arbeitsplatz gut lüften, Atemschutz verwenden;

Lösemittel werden über die Haut aufgenommen, entfetten die Haut, verursachen Allergien – geeigneten Hautschutz einsetzen, Schutzhandschuhe, Hautschutz und Hautpflegemittel.

8.6.1 VOC-Verordnung

VOC (Volatile Organic Compounds) bezeichnet flüchtige organische Verbindungen in der Luft (gas- und dampfförmig). Dazu gehören z. B. Kohlenwasserstoffe, Alkohole, Aldehyde. Wenn Lösemittel verdunsten oder Beschichtungsstoffe trocknen, entweichen VOC in die Umgebungsluft.

Zweck der Verordnung ist es, den Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen in Farben und Lacken zu reduzieren, um die Luftverschmutzung zu vermeiden bzw. zu verringern.

Rechtsgrundlage ist die

- EU-Richtlinie: 2004/42/EG („Decopaint"-Richtlinie), diese wurde in nationales Recht umgesetzt mit der
- Lösemittelhaltigen Farben- und Lack-Verordnung (ChemVOCFarbV).

Sie enthält Bestimmungen für das Inverkehrbringen von Produkten (Anhang I), die zur Beschichtung von Bauwerken, ihren Bauteilen und dekorativen Bauelementen oder zur Fahrzeugreparaturlackierung verwendet werden.

In Anhang II (ChemVOCFarbV) werden Zeitpunkte genannt, ab denen gebrauchsfertige Produkte einen festgelegten Grenzwert an VOC nicht mehr übersteigen dürfen. Die Produkte (Gebindeetikette, Techn. Merkblätter) müssen eine entsprechende Kennzeichnung haben.

Waagerecht und deutlich lesbar sind anzubringen

- die Produktkategorie des gebrauchsfertigen Produktes
- die entsprechenden Grenzwerte für flüchtige organische Verbindungen in g/l
- der maximale Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen in g/l

Kennzeichnungsbeispiel auf einem Gebinde:

„EU Grenzwert für dieses Produkt (Kar. A/i): 600 g/l (2007)/500 g/l (2010). Dieses Produkt enthält max. 500g/l VOC."

In der Verordnung werden Farben und Lacke in 12 Produktkategorien (**8.**33) unterteilt. Für jede Kategorie sind Grenzwerte festgelegt, jeweils zeitlich gestaffelt und unterschieden nach Lösemittelbasis:

- Lb = lösemittelbasiert
- Wb = wasserbasiert.

Für den Verarbeiter stehen ab 2007 bzw. 2010 durch den Inverkehrbringer nur noch Produkte mit den vorgeschriebenen VOC-Werten zu Verfügung. Die Hersteller sind verpflichtet, die geforderten Grenzwerte einzuhalten, die Überwachung obliegt den Gewerbeaufsichtsämtern.

Neben den wasserbasierten Produkten wird es weiterhin lösemittelbasierte Produkte geben.

In Bereichen der Denkmalpflege und der Lackierung von Oldtimer Fahrzeugen muss Erlaubnis über den Einsatz VOC-nichtkonformer Produkte eingeholt werden.

Lacke und Farben zur Beschichtung von Möbeln fallen generell nicht unter die ChemVOCFarbV.

Tabelle 8.33 Grenzwerte für den VOC-Höchstgehalt (ChemVOCFarbV)

	Produktkategorie	Typ	VOC g/l Stufe I ab 01.01.2007	VOC g/l Stufe I ab 01.01.2010	Beispiele Beschichtungsstoffe Wb u. Lb
a	Matte Beschichtungsstoffe für Innenwände und -decken	Wb Lb	75 400	30 30	Dispersionsfarbe innen, Dispersions-Silikatfarbe innen, Latexfarbe matt, Flüssige Raufaser
b	Glänzende Beschichtungsstoffe für Innenwände und -decken	Wb Lb	150 400	100 100	Latexfarbe, Acryllack farbloser Überzug
c	Beschichtungsstoffe für Außenwände auf mineralischen Baustoffen	Wb Lb	75 450	40 430	Silikatfarbe, Dispersionsfarbe, Dispersions-Silikatfarbe, Betonlasur, Betonschutz-Beschichtungsstoff, Füllfarbe
d	Beschichtungsstoffe für Holz-, Metall-, Kunststoffe, innen u. außen	Wb Lb	150 400	130 300	alle typischen Bautenlacke, Grund-, Zwischenbeschichtungsstoffe, Füller, Vorlacke; Acryl-, PU-, Alkyd-, Hybridbasis Alkydharzlack, Metalliclacke
e	Klarlacke, Lasuren u. sogen. deckende Lasuren, innen und außen	Wb Lb	150 500	130 400	Dickschicht-, Dünnschichtlasuren, Eintopflasur, Klarlack, Bindemittelbasis wie unter d
f	Minimal filmbildende Lasuren	Wb Lb	150 700	130 700	Holz-, Holzschutz-, Imprägnierlasur; Bindemittelbasis Alkyd-, Hybrit; Alkydharzbasis
g	Absperrende Grundbeschichtungsstoffe	Wb Lb	50 450	30 350	Sperrgrund, Absperrgrund, Isoliergrund (nicht Isolierdeckfarbe)
h	Verfestigende Grundbeschichtungsstoffe	Wb Lb	50 750	30 750	Grundhärter (Dispersionsbasis) Tiefgrund
i	Einkomponenten-Speziallacke	Wb Lb	140 600	140 500	Heizkörperlack, Haftgrund Korrosionsschutz-Beschichtungsstoffe, Bodenbeschichtung, Metalliclacke
j	Zweikomponenten-Speziallacke	Wb Lb	140 550	140 500	wie unter i, jedoch 2K-Stoffe
k	Multicolor-Beschichtungsstoffe	Wb Lb	150 400	100 100	Multicolorfarben
l	Beschichtungsstoffe für Dekorationseffekte	Wb Lb	300 500	200 200	Effektbeschichtungsstoffe, Effektlasur

Angaben in g/l beziehen sich auf das gebrauchsfertige Produkt.
Die Bindemittelbasis bei wasserbasierten und lösemittelbasierten Beschichtungsstoffen ist häufig gleich, deshalb wurde bei den Beispielen keine Zuordnung vorgenommen.
Für Produkte in der Fahrzeugreparaturlackierung sind entsprechende Grenzwerte für den VOC-Höchstgehalt festgelegt.

8.7 Hilfsmittel

8.7.1 Trockenstoffe und Trocknungsbeschleuniger

Trockenstoffe – Sikkative werden nur bei oxidativ trocknenden Beschichtungsstoffen eingesetzt, wie Ölfarben, Öllacken sowie ölhaltigen Alkydharzlacken. Sie bewirken durch die Beschleunigung der Sauerstoffübertragung eine schnellere Trocknung und bessere Härtung.

Sikkative dürfen nur in geringen Mengen – 1 bis 3 % – zugesetzt werden. Durch größere

Mengen entstehen Beschichtungsfehler, z. B. Runzelbildung, Farbtonveränderung, Trocknungsverzögerung.

Sikkative entstehen durch Schmelzen und Fällen von Metalloxiden – Blei, Mangan, Kobalt. Heute werden überwiegend Kobald-Sikkative eingesetzt.

Trocknungsbeschleuniger auf Alkydharz-Basis werden Kunstharzlacken zugesetzt. Sie verkürzen die Trocknung um ca. 25 %. Kunstharzlacke in hohen Schichtstärken trocknen schneller durch.

8.7.2 Absperrmittel

Absperrmittel (bzw. Isoliermittel) verhindern das Anlösen von Stoffen in und an Untergründen. Es sind lösemittelhaltige oder wasserverdünnbare Beschichtungsstoffe. Sie werden eingesetzt bei Nikotin-, Wasser-, Ruß-, Öl- und Fettflecken, bei Aufdrucken auf Gipskartonplatten und Kennzeichnungen auf Wandflächen mit Filz-, Kopier- oder Ölmalstiften. Sie verhindern das Durchbluten vorhandener Teer- und Bitumenbeschichtungen durch nachfolgende Beschichtungen und das Durchschlagen von Farbstoffen aus Holzteilen, MDF- und Gipskartonplatten.

Bei der Auswahl des geeigneten Absperrmittels ist es wichtig, ob der abzusperrende Stoff wasser- oder lösemittellöslich ist.

Neben den schnelltrocknenden lösemittelhaltigen Lack- und Polymerisatharzfarben kommen zunehmend umweltfreundliche, spezielle Kunstharz-/Dispersionsfarben zum Einsatz. Absperrmittel auf Kunstharz-Dispersionsbasis eignen sich für besonders sensible Bereiche wie Wohnräume, Schulen, Restaurants und Lebensmittelbetriebe. Sie haben allerdings eine längere Trocknungsdauer, ehe eine weitere Beschichtung erfolgen kann.

Absperrmittel sollen diffusionsfähig sein und eine gute Haftung zum Untergrund haben.

Vorsicht bei der Verarbeitung lösemittelhaltiger Absperrmittel, sie sind leicht entzündlich. Sicherheitsvorschriften beachten!

8.7.3 Fluate (Fluorsilikat)

Fluate sind wässrige Lösungen aus Metallsalzen (Aluminium, Blei, Magnesium, Zink) der Kieselfluorwasserstoffsäure. Sie sind als Salz zum Selbstauflösen in Wasser oder als flüssige Lösung im Handel. Eingesetzt werden Fluate

- zum Neutralisieren alkalischer Untergründe,
- zur Verfestigung mürber mineralischer Putze,
- zum Abtöten von Schimmelsporen, Algen und Moosen,
- zum Aufbrechen dünner Sinterschichten.

Fluate werden nach Angabe verdünnt zweimal nass-in-nass aufgetragen. Sie werden gründlich mit Wasser nachgewaschen, um nicht umgesetzte Fluatreste zu beseitigen.

Fluate sind für Gipsputze ungeeignet!

Fluate sind giftig! Unter Verschluss aufbewahren. Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen, Glas, Stein, Metall, Pflanzen u. a. abdecken.

8.7.4 Fungizide, bakterizide und algizide Stoffe

Beschichtungsstoffe für Innen- und Außenbereiche können mit Wirkstoffen gegen Schimmelpilze, Bakterien, Moose, Flechten und Algen fabrikmäßig ausgestattet sein. Wirkstofffreien Beschichtungsstoffen werden bei Bedarf vor Ort z. B. schimmelwidrige Lösungen zugegeben.

Zur Reinigung befallener Flächen stehen mikrobiozide Lösungen zur Verfügung. Sie werden vor nachfolgenden Beschichtungen eingesetzt, einige wirken auch vorbeugend. Wirkstoffe sind z. B. Ammoniumchloridverbindungen oder wasserstoffperoxidhaltige Lösungen.

Je nach Befall werden entsprechende Wirkstoffkombinationen den Beschichtungsstoffen zugegeben und diese unter Beachtung der Verarbeitungsvorschriften und Sicherheitshinweisen appliziert. Für sensible Räume wie Lebensmittelbetriebe, Krankenhäuser und Wohnräume stehen entsprechend zugelassene wirkstoffhaltige Beschichtungsstoffe zur Verfügung.

Vor dem Einsatz der Wirkstoffe müssen die befallenen Flächen gereinigt werden. Dies kann mechanisch trocken oder durch Nassreinigung erfolgen. Nach ausreichender Trocknung erfolgt der Auftrag der Wirkstofflösung oder der Beschichtungsaufbau bzw. das Bekleben mit einem Wandbelag.

Gefahrstoffhinweise beachten!

Schutzkleidung, Schutzbrille, Schutzhandschuhe tragen.

Mikrobiozide Wirkstoffe und entsprechend ausgestattete Beschichtungsstoffe dürfen nicht in Grund- und Oberflächengewässer gelangen.

8.7.5 Entschichten

Ablauge- und Abbeizmittel (Tab. 8.34)

Altbeschichtungen lassen sich mit Ablauge- oder Abbeizmitteln entfernen.

Tabelle 8.34 Entschichten mit Ablaugemittel und Abbeizmittel

	Ablaugemittel (alkalisch, sauer)	Abbeizmittel/Abbeizfluide (neutral)
Wirkstoffe	Natronlauge Kalilauge Natriumhydroxid alkalische Salze Salmiakgeist z. T. mit verdickenden Zusätzen	aliphatische Kohlenwasserstoffe, Esther, Dichlormethan, Methanol, Methylenchlorid, Ethanol, Tenside, Verdickungs-, Netzmittel
Wirkung	Verseifung (chemisch)	Lösung (physikalisch)
Anwendung bei	Ölfarben, Öllacke, ölhaltige Kunstharzlacke	Lacke auf Öl-, Nitrozellulose-, Kunstharz-, Chlorkautschukbasis, PUR-Lacke, Kunststoffbeschichtungen, Dispersionsfarben, KH-Putze, Spachtelmassen, Polituren
Ausführung	Dick bzw. mehrmals nass-in-nass auftragen. Keine Pinsel mit Naturborsten verwenden! Verseifte Beschichtung mit Spachtel abschieben und gründlich mit Wasser nachwaschen. **Vorsicht bei gerbsäurehaltigem Holz, Verfärbung!** **Häufig Neutralisation nötig.**	Dick auftragen, einwirken lassen, nach Kräuseln/Hochziehen der Beschichtung mit Spachtel abschieben. Gründlich mit Waschverdünnung oder Testbenzin nachwaschen. Dispersionsfarbe mit Dampfstrahlgerät oder Wasserstrahl abwaschen. Schnelles Verdunsten der Lösemittel durch Abdecken mit Folie verhindern.

Bei Arbeiten mit diesen Mitteln zuerst den Gebindeaufdruck, die Verarbeitungshinweise und ggf. die Sicherheitsdatenblätter lesen und beachten. Vorgaben der Unfallverhütungsvorschriften unbedingt einhalten!

Bei Arbeiten mit Ablauge- und Abbeizmittel zuerst den Gebindeaufdruck oder die Verarbeitungsanweisung lesen und beachten. Unfallverhütungsvorschriften einhalten!

Schutzbrille, Schutzhandschuhe, Schutzkleidung tragen.

Thermisches Entschichten

Abbrennen. Ölfarben und Lacke lassen sich durch Hitze erweichen. Durch Hitzeeinwirkung wird die Beschichtung weich und bildet Blasen. Sie lässt sich dann mit einem Abbrennspachtel abschieben. Farbreste werden nach Erhärtung abgeschliffen. Abgebrannte Flächen sind für Klarlackierungen ungeeignet.

Geräte zum Abbrennen sind Abbrennlampe (Benzin), Propangas-Abbrenngerät, Heißluftföhn.

Vorsicht beim Umgang mit Abbrenngeräten! Unfallverhütungsvorschriften beachten.

Freiwerdende Dämpfe können gesundheitsschädlich sein!

8.7.6 Schleifmittel

Schleifmittel werden verwendet:

- zum Abschleifen von Rost, losen Anhaftungen und nicht haftenden Altbeschichtungen,
- zum Glätten von Unebenheiten, Rauigkeiten und hoch stehenden Teilen,
- zum Aufrauen/Anrauen von glatten Untergründen, Altbeschichtungen, NE-Metallen.

Schleifmittelarten

Gebundene Schleifmittel
z. B. Schleifscheiben, Schleifsteine

Gestreute Schleifmittel
z. B. Schleifpapiere, Gitterschleifleinen

Elastische Schleifmittel
z. B. Faservlies

Schleifmittelformen (Handelsformen)

Trockenschleifpapier als

- Bogen
- Rollen
- Blätter
- Bänder
- Streifen
- Scheiben

zum Handschliff und Maschinenschliff, gelocht und ungelocht. Zum Befestigen durch Klemmen, selbstklebend oder mit Klettverschluss.

Wasserfeste Schleifpapiere als Bogen zum Handschliff mit

- flexiblen Schleifkornträgern, kein Vorweichen erforderlich, nicht über längere Zeit im Wasser liegen lassen,
- stabilen Schleifkornträgern, ca. 15 Minuten vorweichen.

Papier als Schleifkornträger unterscheidet sich durch das Gewicht und die Ausrüstung für den Nass- und Trockenschliff. Art des Trägerpapiers ist auf der Rückseite angegeben.

- A-Papier = 70 g/m^2
- B-Papier = 100g/m^2 für Handschleifarbeiten
- C-Papier = 120g/m^2
- D-Papier = 150 g/m^2 für maschinelle Schleifarbeiten
- E-Papier = 170g/m^2

Wirkungsgrad von Schleifpapieren ist abhängig von der Härte des Schleifkorns und der für den jeweiligen Einsatz richtigen Korngröße (Körnung).

Entsprechend der Härteskala nach Mohs hat

- Glaspapier Härte 4 bis 6
- Flintpapier Härte 7, natürliche Schleifkörner
- Korundpapier Härte 8 bis 9
- Aluminiumoxidpapier, Härte 9 bis 9,2 synthetische Schleifkörner
- Siliciumcarbidpapier Härte 8,2 bis 9,6

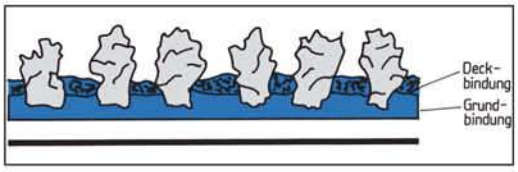
Korngrößen entstehen durch Zerkleinern der Rohkörner. Die Korngröße ergibt sich aus Siebgrößen, die auf dem Zollmaß aufgebaut sind.

Zum Beispiel Korngröße 120 – ein Schleifkorn, das durch ein Sieb mit 120 Maschen pro Zoll (25,4 mm) fällt.

Bindung ist für die Befestigung des Schleifkorns auf dem Trägermaterial und die Leistungsfähigkeit des Schleifmittels wichtig (**8.**12)

Grundbindung hält das Schleifkorn auf dem Trägermaterial,

Deckbindung stützt und verbindet das aufgestreute Schleifkorn. Unterschieden wird dabei zwischen Hautleimbindung, Kunstharzbindung, Vollkunstharzbindung und Spezialharzbindung.



8.12 Bindung der Schleifkörner auf dem Trägermaterial

Wirkstoffe in der Deckbindung verhindern, dass Staubpartikel das Schleifpapier zusetzen und verkleben. Sie erhöhen damit die Standzeit (Nutzungsdauer) des Schleifpapiers.

Streuarten

Schleifpapiere mit *dichter Streuung* (90 bis 100 % mit Schleifkorn bedeckt) ergeben ein gleichmäßiges Schleifbild, Schleifpapiere mit *offener Streuung* (50 bis 70 % der Fläche) haben Lücken zum Aufnehmen des abgetragenen Materials.

Die Schleifpapiere gibt es in weiteren unterschiedlichen Qualitäten für den individuellen, wirtschaftlichen Einsatz (Tab. **8.**35)

Die Auswahl des Schleifpapiers wird durch die Untergrundart, den Untergrundzustand und das beabsichtigte Schleifergebnis bestimmt.

Schleifkornart, -dichte und -größe bestimmen das Schleifbild, die Schleifwirkung und die Standzeit.

Tabelle **8.**35 Schleifmittelkörnung/Schleifpapierarten (**8.**13)

Schleifpapier	Körnung	Anwendungsgebiet/Untergrund					
		Holz	Metall	Spachtel	Altbeschichtung	Kunststoff	Stein
Glaspapier (gelb)	40 bis 220				×		
Flintpapier (braun)	40 bis 220	×			×		
Korundpapier	24 bis 400	×	×	×	×	×	
Edelkorundpapier	40 bis 400	×	×	×	×	×	
Stearatpapier	40 bis 400	×		×	×	×	
Aluminiumoxidpapier	40 bis 800		×	×	×	×	
Siliciumcarbidpapier für Trockenschliff für Nassschliff	 24 bis 400 60 bis 1200	×	×	 × ×	 × ×	 × ×	×
Siliciumcarbid-Kombinationen	16 bis 150	×		×		×	

8.13 Schleifpapierarten

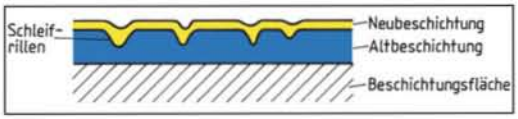
8.14 Kennzeichnung der Schleifpapiere

Kennzeichnung der Schleifpapiere (**8.**14)

Je größer/gröber das Schleifkorn, umso tiefer die Schleifrille (**8.**15).

Tiefe Schleifrillen erfordern mehr Aufwand zur Glättung.

Gitterschleifleinen als Scheibe (Discs) mit anhaftenden Schleifpartikeln



8.15 Schleifrillen

Nylonfaservlies (Schleifpads) mit fest an den Fasern verbundenen Schleifpartikeln.

- Typ A Aluminiumoxid-Schleifkorn (rotbraun), Grobschliff,
- Typ S, F Siliciumcarbid-Schleifkorn (grauschwarz), Feinschliff.

Eigenschaften: gleichmäßiger Materialabtrag auch an schwierigen Konturen, hohe Standzeit, wasser- und lösemittelfest, hoch flexibel; keine Schleifriefen, Kringel oder Kratzer, sehr feines gleichmäßiges Finish.

Einsatzgebiete: Mattschliff von intakten Altlackierungen, Anrauen von Aluminium, Entfernen von Schleifspuren.

Fiber, Fiberscheibe, mehrlagiges Spezialpapier oder Kunststoff mit Armierung für starke Beanspruchung.

Körnungsart

- Korund, Körnung 16 bis 150, für Metall, Spachtel, Lack
- Siliciumcarbid, Körnung 16 bis 150, für Stein.

Häufig wird auch die Dicke als Kennzeichen verwendet (0,4 mm bis 0,8 mm).

Gewebe, mit Korundkörper, leichtes, flexibles Gewebe (Kennzeichnung F + J), schweres und steifes Gewebe (Kennzeichnung Y + Y). Unterschiedliche Ausstattung ermöglicht individuellen Einsatz in den Anwendungsgebieten Holz, Metall und Kunststoff.

Weitere Schleifmittel

Bimssteinpulver für z. B. die Herstellung einer Schleiflackierung mit dem Schleifmodler.

Rosshaar für z. B. Durchschleifen von Vergoldung an Profilen, Schleifen von Profilen an Füllungstüren, Ausschleifen von patinierten Schnitzereien.

Stahlwolle in den Feinheitsgraden

000 bis 00	zum Mattschleifen polierter und lackierter Flächen, Reinigen und Polieren von NE-Metallen, Feinreinigen von Holz
0 bis 1	zum Schleifen grundierter, profilierter Flächen, Reinigen von Metallen, z. B. Rohre, Heizkörper
2 bis 3	zum Entfernen alter Beschichtungen auf unebenen oder profilierten Teilen
2 bis 5	zum Reinigen von Fliesen, Parkett, Natur- und Kunststeinplatten.

Schleifpasten bestehen aus in Wachsemulsionen eingerührten groben oder feinen Schleifpulvern. Grobkörnige Pasten dienen zum Vorschleifen, Feinschleifpasten zum Ausschleifen feiner Staub- und Schmutzpartikel.

8.7.7 Glättungsmittel auf Holz- und Metalluntergründen

Spachtelmassen (Tab. **8.**36) sind pigmentierte, hoch gefüllte Beschichtungsstoffe zum Ausgleichen von Unebenheiten des Untergrundes. Sie können im Zieh-, Streich- oder Spritzverfahren aufgetragen werden. Spachtelmassen sind gut schleifbar, aber nicht beständig gegen äußere Einflüsse, z. B. Feuchtigkeit. Sie müssen durch eine folgende Beschichtung geschützt werden. Die Auftragsstärke ist abhängig vom Bindemittel.

Als Füller werden streich- oder spritzfähige, hochgefüllte Beschichtungsstoffe bezeichnet. Füller können folgende Bindemittelbasis haben: Acryl, Epoxid, Polyurethan, Copolymerisate und Alkydharz.

Der Füllerauftrag kann auch in dickeren Schichten erfolgen, diese trocknen schnell und sind sehr gut trocken- und nassschleifbar. Sie werden auf Holz- und Metalluntergründen als Grund- und Zwischenbeschichtungen eingesetzt.

Tabelle **8.36** Spachtelmassen (Übersicht)

Bindemittelbasis	Eigenschaften	Verwendung/Verarbeitung
Acrylharz wasserverdünnbar	schnell trocknend 1 bis 3 Stunden, hohes Füllvermögen, für innen und außen, Auftrag bis 500 µ, sehr gut schleifbar	auf Holz- und mineralischen Untergründen und Altbeschichtungen, ein- und mehrschichtiger Auftrag; Objekt-, Luft- und Materialtemperatur nicht unter + 5 °C
Öl-Kunstharz	Trocknung über Nacht, große Ergiebigkeit, nur für innen, nachglättbar	auf grundierten Holzuntergründen und Altbeschichtungen, mehrschichtiger dünner Auftrag am Tag
Kunststoff-Kombination	schnell trocknend 2 bis 3 Stunden, tixotrop, gut füllend, elastisch, für innen und außen	auf rohem Holz, grundierten Metallteilen, 2 K-Polyesterspachtelflächen; als Ausfleckspachtel, dünnschichtiger Auftrag mehrmals möglich
Kunstharzspachtel	schnell trocknend, nicht einfallend, Dünn- und Dickschichtspachtel, nass und trocken schleifbar	auf grundierten Holz- und Metallflächen als Fleck- und Flächenspachtel, mehrmaliger Auftrag bis 1000 µ
KH-Spachtel	spritzfähig	nach entsprechender Verdünnung, dickschichtig
Nitrocellulose-Alkydharz (Kombispachtel)	schnell trocknend 2 Stunden, gut ziehfähig, leicht schleifbar	als schnell trocknender Feinspachtel auf Nitro-Kombi- und thermoplastischen Altlackierungen; dünne Schichten auftragen, max. 80 µ
Im Gebinde angebrochene Spachtelmasse glattstreichen, mit Folie sorgfältig abdecken und Gebinde gut verschließen!		
2 K-UP Ungesättigter Polyester	schnell trocknend 15 bis 20 Minuten, Topfzeit 4 bis 5 Min. festkörperreich, leicht schleifbar	auf blanken Metallflächen als Grob-, Feinspachtel; Ausfüllen von Beulen, Fleckspachtel; Spachtel und Härter gut mischen
2 K-EP Epoxidharz	schnell trocknend, große Härte, abriebfest, hohe Dichte gegen CO_2, wasser-, säuren-, laugen- und mineralölbeständig	auf Betonuntergründen an Decke, Wand und Boden; zum Fleckspachteln, Schließen von Lunkern, zur dünnschichtigen Egalisation, vollflächige Dickschichtspachtelung bis 4 mm
Sicherheitsratschläge bei der Verarbeitung von 2K-Spachtel beachten, Augen und Haut schützen!		

8.7.8 Dichtstoffe, Fugenabdichtung

Fuge (DIN 52 460) ist ein beabsichtigter oder toleranzbedingter Raum zwischen Bauteilen. Lage, Konstruktion und Dimension der Fuge muss geplant werden.

Dichtstoffe werden eingesetzt zum Abdichten von Fugen und Verglasungen. Sie schützen vor Einflüssen wie Feuchtigkeit, Wind, Schall und dienen damit der Werterhaltung. Sie müssen eine ausreichende Haftung am Untergrund besetzen, um die auftretenden Kräfte

- Zugkraft (Dehnung)
- Druckkraft (Stauchung)
- Scherkraft
- Schälkraft

durch Bewegungsaufnahme auszugleichen. Wichtig ist dabei die Alterungsbeständigkeit, denn Dichtstoffe müssen über Jahre ihre Funktion behalten.

Dichtstoffe in Kartuschen und Folienkartuschen sind spritzbar mit Handdruck-, Druckluft- und Akkupistolen. Produktarten:

- Silicon – sauer, neutral, alkalisch vernetzt
- Polyurethan – ein-, zweikomponentig
- Polysulfid – zweikomponentig
- Acryldispersion
- Acryl-Lösemittel
- MS-Polymer
- Butylkautschuk

Dichtstoffe werden entsprechend ihres **Rückstellvermögens** (DIN EN ISO 7389) und der

Verformungscharakteristik (IVD Merkblatt Nr. 2) beurteilt und eingeteilt nach:

Eigenschaftsgruppen	Rückstellvermögen
– härtend	nein
– plastisch	< 20 %
– elastoplastisch	> 20 % < 40 %
– plastoeelastisch	≥ 40 % < 70 %
– elastisch	≥ 70 %

Weitere Unterscheidungsmerkmale sind lösemittelfrei, lösemittelhaltig und wasserhaltig, mit Sauerstoff, Feuchtigkeit oder Härter reagierend.

Härtend sind Dichtstoffe, die nach einer gewissen Zeit völlig aushärten, z. B. reiner Leinölkitt.

Plastische Dichtstoffe besitzen praktisch kein Rückstellvermögen, d. h., sie gehen nach einer Verformung nur geringfügig in ihren ursprünglichen Zustand zurück, z. B. Buthyldichtstoff.

Elastoplastische Dichtstoffe besitzen ein geringes Rückstellvermögen, der plastische Anteil überwiegt, z. B. Acrylatdispersion.

Plastoelastische Dichtstoffe besitzen ein höheres Rückstellvermögen, der elastische Bestandteil überwiegt, z. B. 1K-Polyurethan, 2K-Polysulfid.

Elastische Dichtstoffe verändern unter Einwirkung einer Kraft ihre Form (Länge, Breite, Höhe) und nehmen nach Beendigung der Krafteinwirkung ihre urspüngliche Form wieder ein, z. B. Silicon, MS-Polymer.

Dichtstoffe – Eigenschaften

- elastisches Verhalten (Bewegungsaufnahme)
- Untergrundverträglichkeit
- Haftungseigenschaften
- Anstrichverträglichkeit
- mechanische/chemische Belastbarkeit

Verträglichkeit. Dichtstoffe dürfen mit vorhandenen und aufzubringenden Beschichtungssystemen und Baustoffen keine schädigende Wechselwirkung zeigen.

Es wird unterschieden zwischen Anstrichverträglichkeit und Überstreichbarkeit.

Anstrichverträglich ist ein Dichtstoff, der zur Abdichtung beschichteter Bauteile verwendet werden kann, ohne dass sich schädigende Wechselwirkungen zwischen Dichtstoff, der Beschichtung und angrenzenden Baustoffen ergeben. Nachfolgende Beschichtungen dürfen nur 1 mm im Randbereich die Fuge überdecken. Dabei geht es um:

- Haftung Dichtstoff auf Beschichtungsstoff
- Haftung Beschichtungsstoff auf Dichtstoff (Grenzbereich 1 mm)
- kein Erweichen des Beschichtungsstoffes oberhalb oder unterhalb des Dichtstoffes
- keine Verfärbung des Beschichtungsstoffes

Überstreichbar (DIN 52452-4) ist ein Dichtstoff, der ganzflächig überstrichen werden kann, ohne dass sich schädigende Wechselwirkungen ergeben. Nur nach der Freigabe durch den Hersteller mit Angabe des Beschichtungsstoffes darf ein Dichtstoff überstrichen werden. Dabei geht es um:

- Haftung auf der ganzen Dichtstoffoberfläche
- keine Rissbildung bei zulässiger Bewegung
- kein Erweichen des Beschichtungsstoffes
- keine Verfärbung des Beschichtungsstoffes

Elastische Dichtstoffe sind grundsätzlich nicht ganzflächig überstreichbar.

Elastomere Fugenbänder sind elastische Kunststoffbänder mit bestimmter, in ganzer Länge durchgehender Form. Sie werden mit einem systembezogenen Klebstoff an den angrenzenden Bauteilen festgeklebt.

Rohstoffbasis der Fugenbänder sind:

- Polyurethan
- Polysulfid
- Silicon

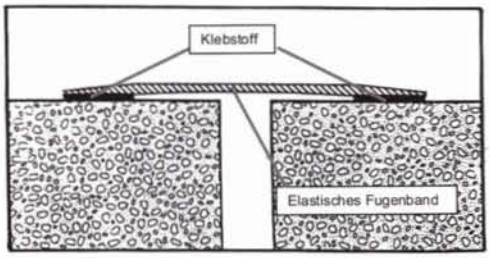
Die Fugenbänder (**8.**16) entsprechen der Technischen Vorschrift im IVD-Merkblatt Nr. 4, sie:

- sind reißfest
- haben gutes Haft- und Dehnverhalten
- sind UV-beständig
- verfärben angrenzende Bauteile nicht
- sind anstrichverträglich
- haben ein Rückstellvermögen von ≥ 70 %

Anwendung finden die Fugenbänder bei Fugen, die nicht mit spritzbaren Dichtstoffen abgedichtet werden können, z. B. bei

- zu schmalen Fugen unter 10 mm Breite
- zu breiten Fugen über 35 mm Breite

- Fugen zwischen Waschbeton-Bauteilen
- Gebäudetrennfugen



8.16 Befestigung Fugenband

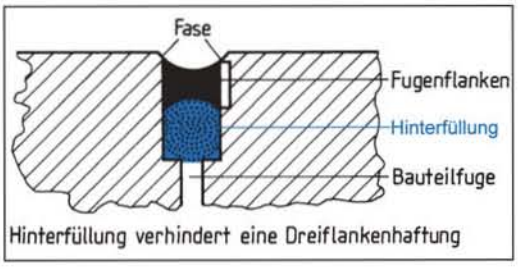
Vorkomprimierte Dichtbänder aus elastischem, imprägniertem, lösemittelfreiem Polyurethan-Schaumstoff; auf ca. 15 % der Ausgangsdicke vorkomprimiert.

Nach Einbringung des Bandes in die Fuge entwickelt dieses eine Rückstellkraft, drückt gegen die Fugenflanken und dichtet diese auch bei Fugenbewegungen ab.

Fugenarten

Anschlussfuge – Fuge zwischen Bauteilen, die sich von Material und Funktion unterscheiden.

Bauteilfuge (Dehnungsfuge) – Fuge zwischen Beuteilen von gleichartigem Material oder gleichartiger Funktion (**8.**17).



8.17 Fugenabdichtung – Bauteilfuge

Trennfuge – durchgehende Fuge zwischen Gebäude oder Gebäudeteilen

Sanitärfuge – Fugen in Sanitärräumen (IVD-Merkblatt Nr. 3, Nr. 14) sind Wartungsfugen (DIN 52460), die fungizide Wirkung geht unterschiedlich schnell verloren.

Wartungsfuge – eine chemischen und/oder physikalischen Einflüssen ausgesetzte Fuge, deren Dichtstoff in regelmäßigen Zeitabständen überprüft und ggf. erneuert werden muss, um Folgeschäden zu vermeiden.

Dreiecksfuge – Fuge, bei der die Abdichtung eine Haftung an zwei Kontaktflächen hat.

Stoßfuge – Fuge, bei der die Flanken senkrecht zur Bauteilebene (Hauptbewegungsrichtung) stehen.

Überlappungsfuge – Fuge, bei der die Flanken parallel zur Bauteilebene (Hauptbewegungsrichtung) stehen.

Glasversiegelung – elastischer Verschluss als Teil vom Glasabdichtungssystem

- mit Vorlegegeband
- vorlegebandfrei

Fugenflanken müssen doppelt so tief wie breit sein (DIN 18 540).

Rundschnüre aus nicht Wasser saugendem Material, z. B. Polyethylen und ggf. Schaumstoff, werden gleichmäßig tief in den Fugengrund eingelegt.

Abfolge der Fugenabdichtung

- Vorbereiten der Fugenflanken
- Einbringen des Hinterfüllmaterials
- Einbringen der entsprechenden Dichtstoffmenge (Tab. **8.**37)
- Glätten der Dichtstoffoberfläche

Tabelle **8.**37 Fugendimensionierung – Verbrauch

Fugenbreite in mm	Dicke des Dichtstoffs mm	Verbrauch in ml
6	6	36
8	8	64
10	10	100
15	8	120
20	10	200
25	12	300
30	15	450

Reparaturabdichtungen erfordern eine gezielte Untergrundprüfung, um die Ursache für den Fugenschaden zu ermitteln (BFS-Merkblatt Nr. 23 Abs. 2.3.2.1).

Glasabdichtungen sind nach Art und Konstruktion in der DIN 18 545 geregelt. Sie sind im Bereich der Verglasung sehr vielfältig, im

System sehr unterschiedlich und mit einer großen Anzahl von Dichtstoffen durchführbar.

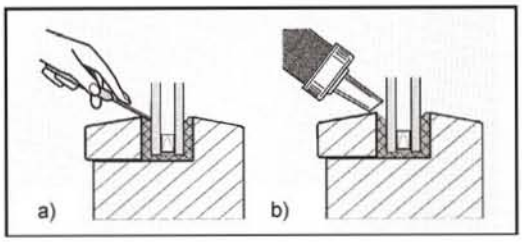
Glasfalzen müssen mit einem Primer oder Sperrgrund versehen sein, die Haftflächen fest, sauber, frost-, fett- und staubfrei sein.

Für die Abdichtung kommen plastische und elastische Dichtstoffe zum Einsatz. Die Dichtstoffe müssen beschichtungsverträglich sein. Bei plastischen Dichtstoffen ist die Versiegelung nach dem Grundieren vorzunehmen, anschließend kann der Dichtstoff vollflächig überstrichen werden.

Bei elastischen Dichtstoffen ist die Versiegelung nach Beendigung der Beschichtungsarbeiten durchzuführen.

Nachversiegelung (**8.**18) bedeutet die Abdichtung aller Fugen am Holzfenster im Bereich der Flügel- und Blendrahmen. Dazu gehört:

- altes Dichtmaterial schräg zur Scheibe hin abschneiden
- Glasscheibe reinigen
- neuen Dichtstoff einspritzen
- Mindestbreite der Oberfläche ≥ 8 mm



8.18 Nachversiegelung

Weitere Ausführungen zur Glasabdichtung in dem BFS-Merkblatt Nr. 18 und dem IVD-Merkblatt Nr. 9

8.7.9 Klebe- und Abdeckbänder

Ein **Klebeband** ist ein biegsamer Streifen mit selbstklebenden Eigenschaften, der auf verschiedenen Untergründen kleben kann. Das Kleben erfolgt durch Andrücken direkt auf den Untergrund ohne Vorbehandlung, Einfluss von Wärme oder Befeuchtung mit Wasser.

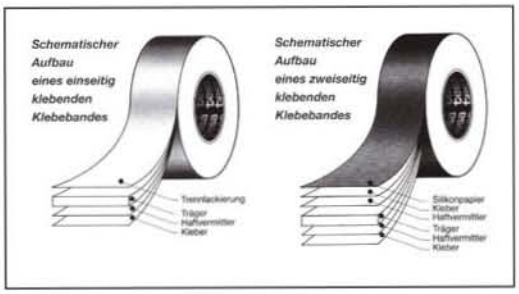
Es wird unterschieden zwischen:

8.19 Abdeck- und Klebemittel

- beidseitig klebenden Bändern
- einseitig klebende Bänder

Klebebänder (**8.**19):

- dienen zum Abdecken und Schützen von Oberflächen und Objekten
- sorgen für randscharfe Farbabgrenzungen
- sind auf dem abgedeckten Untergrund fixiert und verrutschen nicht
- werden für schmälste und in Kombination mit Abdeckmaterialien für großflächige Einsatzbereiche angeboten



8.20 Schematischer Aufbau

Trägermaterialien für Kleber sind:

- Papier (glatt, gekreppt, unterschiedlich dehnfähig)
- Gewebe aus Zellwolle, Baumwolle, Polyamid, oder Glasfaser mit unterschiedlichen Eigenschaften
- Folien aus
  Weich-PVC = flexibel, anschmiegsam, gut isolierend

Hart-PVC = dimensions-, UV-stabil, feuchtigkeitsbeständig

Polyester = reißfest, abriebfest, alterungsbeständig, temperaturbeständig bis 130 °C

Polypropylen = dehnbar, kältestabil

Unterschiedliche Kleber bestimmen maßgeblich die Eigenschaften der Klebebänder:

- Synthese- und Naturkautschuke
- Reinacrylate
- Modifizierte Acrylate
- Acrylatdispersionen
- Schmelzhaftkleber

Je nach Anwendung ist die Auswahl zu treffen.

Gesamteigenschaften von Klebebändern

- Gesamtdicke in mm
- Klebkraft
- Lichtdurchlässigkeit
  Fähigkeit, Licht zu absorbieren oder zu reflektieren
- Transparenz
  Fähigkeit, Licht durchzulassen
- Farbechtheit
  Farbstabilität bei Außenbewitterung
- Temperaturbeständigkeit
- Witterungs- und Chemikalienbeständigkeit
- Alterungsbeständigkeit
- Reißfestigkeit (Reißkraft, Reißdehnung)
- Abriebfestigkeit
- Lagerfähigkeit (Temperatureinflüsse beachten)

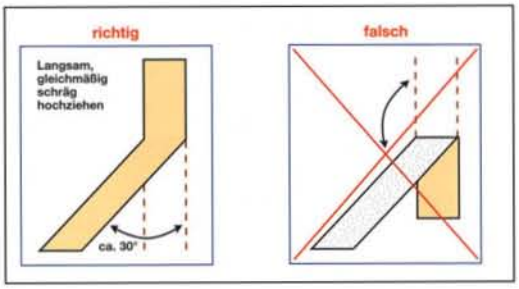
Trägerbedingte Eigenschaften beziehen sich auf Reißfestigkeit/Reißkraft und Reißdehnung.

Klebemassenbedingte Eigenschaften betreffen die Klebkraft/Adhäsion, Anfasskraft, Abrollkraft, Scherfestigkeit.

Anwendung. Oberflächen müssen frei von Staub, Fett, Feuchtigkeit und anderen Schmutzanhaftungen sein.

Die Umgebungstemperatur sollte zwischen +5 °C und +40 °C liegen. Durch extreme Verarbeitungs- und Lagertemperaturen kann das Klebeband zerstört werden oder es zu Folgeschäden an der Oberfläche kommen.

Zum rückstandsfreien Abziehen sollte das Klebeband im spitzen Winkel vom Untergrund abgezogen werden (**8.**21).



8.21 Abziehen des Klebebandes

Untergründe. Natursteine, z. B. Marmor, Granit und **Kunststeine,** sind Risikountergründe. Auch bei kurzzeitigem Einsatz von Klebebändern kann es zu Oberflächenverfärbungen kommen. Vom Abkleben wird abgeraten.

Metalloberflächen wie Kupfer, Zink und Blei können sich auf Grund chemischer Reaktionen verfärben.

PVC-Kunststoffoberflächen sind mittels einer 48stündigen Probeverklebung auf Eignung des Klebebandes zu prüfen. Ungeeignete Bänder können zu Klebemittelrückständen, Verfärbungen und Reißen des Klebebandes führen.

Empfindliche Lackbeschichtungen erfordern Abdeckbänder mit leichter bis mittlerer Klebekraft. Bei zu stark klebenden Bändern oder zu langer Verweildauer auf dem Objekt kann es zu Lackabrissen beim Abziehen des Bandes kommen.

Eloxierte Aluminium-Oberflächen sind erst nach einer Testklebung mit dem geeigneten Klebeband abzukleben.

Grundsätzlich sollte bei alten und empfindlichen Untergründen und Beschichtungen eine Testverklebung vorgenommen werden.

Kleberrückstände haben als Ursache z. B.

- zu lange Verweilzeit des Klebebandes auf der Oberfläche
- UV-Belastung
- längere Feuchtigkeitsbelastung
- Unter-, Überschreitung der Verklebetemperatur
- Weichmacherwanderung
- falsches Klebeband

Klebebandentfernung sollte sorgfältig und oberflächenschonend erfolgen.

Klebebandentfernung, Hinweise:

Träger entfernt, Klebemassenreste noch weich

– Entfernen mit Reinigungsbenzin

Träger spröde, reißt teilweise ab

– mit Föhn erwärmen und vorsichtig abziehen

Klebemasse erhärtet

– entfernen mit Universalverdünnung

Vor dem Entfernen Untergrund auf Eignung prüfen.

Durch Lösemittel quellen die Klebemassen nur an, diese müssen deshalb gründlich eingeweicht und anschließend mit einem Kunststoffspachtel entfernt werden.

Beim Entfernen mit Lösemittel oder Erwärmen ist für ausreichende Belüftung zu sorgen, ggf. eine Atemschutzmaske, Filter A, zu benutzen.

Weitere Abdeck- und Klebemittel:

Teppich-Verlegebänder aus Polypropylen-Folie oder Gewebe-Träger, beidseitig klebend

Glasfaser-Gewebeband selbstklebend, zum Abdecken von Fugen und Rissen bei GK-Platten

Anti-Rissband Vlies, flexibel, selbstklebend, zum Überdecken von Schadstellen (Risse, Löcher) an mineralischen Untergründen, sofort überarbeitbar

Schutzfolie, PE-Folie, einseitig vollflächig klebend, zum Abdecken größerer Flächen, z. B. Fenster, Steinflächen, Treppen, Teppich

Abdeckfolie mit Klebeband zum Abdecken von größeren Flächen

Klebeband aus PVC-Folie, einseitig vollflächig klebend, zweite Seite an einem Rand klebend, zum Ankleben von Abdeckmaterialien (Papier, Folien)

9 Beschichtungstechniken auf mineralischen Untergründen

9.1 Mineralische Untergründe

Beschichtungsuntergründe oder -träger (Tab. **9.**1) sind alle Flächen, die aus vielfältigen Gründen und mit unterschiedlichen Beschichtungsstoffen versehen werden. Die Beschichtungsstoffe müssen auf den jeweiligen Untergrund abgestimmt sein.

Tabelle **9.**1 Mineralische Beschichtungsuntergründe

Mineralische Untergründe	Putze	Kalk-, Kalkzement-, Zement-, Gipsputze, Anhydrit, Leicht-, Normal-, Schwerbeton, Sichtbeton
	Beton	
	Kunststeine	Ziegel, Klinker, Porenleichtbeton, Kalksandstein, Gipsstein Sandstein, Muschelkalk, Granit, Marmor, Schiefer, Basalt
	Natursteine	
	Glas	Fensterglas, Bauglas, Ornamentglas, Sicherheitsglas

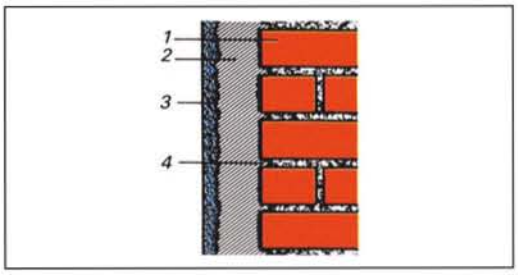
9.1.1 Putze – Mörtel

Mineralischer Putz ist eine erhärtende Mörtelschicht aus Bindemittel (Baukalk, Zement, Gips, Lehm) und Zuschlägen (Gesteinskörnungen) sowie Füllstoffe aus Quarzsand, Kalkstein oder expandiertes Polystyrol (EPS). Das zur Verarbeitung und Härtung notwendige Wasser verdunstet weitgehend. Putz erhält seine endgültigen Eigenschaften nach der Verfestigung am Putzträger.

Die ein- oder zweilagig aufgetragene Putzschicht (**9.**1) haftet auf dem Putzträger (Mauerwerk, Bau-Matten, Beton u. a. und bildet eine ebene Fläche. Mineralische Putze sind feinporig, diffusionsoffen, lösemittelfrei und nicht brennbar.

Aufgaben bzw. Funktion von Putz

- Schutz gegen äußere Einwirkungen wie Witterung, tierische und pflanzliche Schädlinge
- Untergrund für Beschichtungen und Beläge
- Regulation von Feuchtigkeit/Luftfeuchtigkeit durch Aufnahme und Abgabe von Wasser
- Wärmedämmung als wirtschaftlicher und umweltschonender Faktor
- Verschönerung und Gestaltung (Putztechniken, Fresco, Sgraffito)



9.1 Putzaufbau auf einem Putzträger
1 Ziegelmauerwerk
2 Unterputz
3 Oberputz (Edelputz)
4 Mauerfuge mit Mauermörtel

Mörtel ist ein Baustoff, der aus Bindemittel, Sand und Anmachwasser besteht. Er wird eingesetzt als

- Putzmörtel (zum Verputzen von Wände und Decken)
- Mauermörtel (Erstellen von Mauerwerk, Mauerfugen)
- Fugenmörtel (zum Ausfugen von Verblendern und Sichtmauerwerk)
- Estrichmörtel (Untergrund für Fußbodenbeläge)

Normen für Putz und Putzsysteme:

DIN EN 998-1 Mineralische Putzmörtel (Kalk-, Kalkzement-, Zementputze) Zusammensetzung, Eigenschaften und Anforderungen (Tab. **9.**2)

- Druckfestigkeit, Klassen CS I bis CS IV, Anforderungen in N/mm^2
- Kapillare Wasseraufnahme, Klassen W 0 bis W 2, Anforderungen in $kg/(m^2 min^{0,5})$

– Wärmeleitfähigkeit), Klassen T 1 und T2 Anforderungen W/m · K)

DIN V 18 550 Putz und Putzsysteme, Ausführung DIN EN 13 279-1 Gipsbinder und Gips-Trockenmörtel

Tabelle **9.2** Anforderungskategorien für die Prismendruckfestigkeit, die kapillare Wasseraufnahme und die Wärmeleitfähigkeit von Putzmörteln nach der europäischen Putzmörtelnorm EN 998-1

Eigenschaft	Klassen	Anforderung
Druckfestigkeit (28 Tage)	CS I CS II CS III CS IV	0,4–2,5 N/mm² 1,5–5,0 N/mm² 3,5–7,5 N/mm² ≥ 6,0 N/mm²
Kapillare Wasseraufnahme	W0 W1 W2	Nicht festgelegt $c \leq 0{,}40$ kg/(m²·min^{0,5}) $c \leq 0{,}20$ kg/(m²·min^{0,5})
Wärmeleitfähigkeit	T1 T2	≤ 0,1 W/(m · K) ≤ 0,2 W/(m · K)

Planung und Ausführung von
Außenputzen DIN EN 13 914-1
Innenputzen DIN EN 13 914-2

In Deutschland maßgeblich ist die DIN V 18 550, sie dient als Grundlage für die Vergabe- und Vertragsordnung (VOB DIN 18 350).

Die Mörtelgruppen nach DIN 18 550 sind die Grundlage, um geeignete Beschichtungsstoffe, Bekleidungen und Beläge auszuwählen (Tab. **9.**3).

Das aufzubringende Putzsystem (Aufbau der Putzlagen) richtet sich nach den Anforderungen an den Putz und nach der Beschaffenheit des Untergrundes. Putzsysteme bestehen aus Unterputz und Oberputz, dabei sollen die Putzlagen so aufeinander abgestimmt sein, dass keine Spannungen auftreten; Unterputz soll härter als Oberputz sein. Wichtig ist die Haftung des Putzmörtels auf dem Untergrund.

9

Tabelle **9.3** Putzmörtelgruppen nach DIN V 18550

Mörtelgruppe	Eigenschaften	Verwendung	Druckfestigkeit
P I Kalkmörtel Ia Luftkalkmörtel Ib Wasserkalkmörtel Ic Hydraulischer Kalkmörtel	geringe Festigkeit, gut wasserdampfdurchlässig, stark saugend, alkalisch 1/2 bis 1 Jahr	Innenputze Außenputze (geringe Beanspruchung) Historische Gebäude	keine Anforderungen 1,0 N/mm²
P II Kalkmörtel IIa Hochhydraulischer Kalkmörtel IIb Kalkzementmörtel	mittlere Festigkeit, wasserdampfdurchlässig, schwächer saugend, alkalisch 1/2 bis 1 Jahr	Außenputze Innenputze (starke Beanspruchung)	2,5 N/mm²
P III Zementmörtel IIIa Zementmörtel mit Kalkhydrat IIIb Zementmörtel	hohe Festigkeit, wenig wasserdampfdurchlässig, gering saugend, lange, hohe Alkalität	Sockelputze Feuchträume Unterputze	10,0 N/mm²
P IV Gipsmörtel IVa Gipsmörtel IVb Gipssandmörtel IVc Gipskalkmörtel IVd Kalkgipsmörtel	geringe Festigkeit, wasserdampfdurchlässig, sehr stark saugend, nicht alkalisch	Innenputze (ausgenommen Feuchträume)	2,0 N/mm² keine Anforderungen
P V Anhydritmörtel Va Anhydritmörtel Vb Anhydritkalkmörtel	fest, dehnfähig, wasserdampfdurchlässig, saugfähig	Innenputze Gipsestriche	2,0 N/mm²

Nach den Normen werden unterschieden:

- Normalputz
- Leichtmörtelputz (Typ I und Typ II)
- Edelputz
- Wärmedämmputz
- Sanierputz

Normalputz (Kürzel: GP) ist ein Putzmörtel ohne besondere Eigenschaften, DIN EN 998-1. Trockenrohdichte > 1.300 kg/m^3.

Leichtputzmörtel (Kürzel LW) ist ein Putzmörtel mit geringer Rohdichte und begrenzter Festigkeit, DIN EN 998-1 und DIN V 18 550 (Tab. **9.4**)
In der DIN V 18 550 werden die Leichtputze unterschieden nach Typ I, Trockenrohdichte ≤ 1.300 kg/m^3 und Typ II, Trockenrohdichte < 1.000 kg/m^3. Leichtputzsysteme werden eingesetzt als

- Unterputz mit Edelputz als Oberputz
- Unter- und Oberputz
- Unterputz und Armierungsputz mit Gewebeeinlage

Edelputze (Kürzel CR) sind spannungsarme, dünn- oder dickschichtige Oberputze. Sie bestehen aus Werk-Trockenmörtel mit normgerechten Bindemitteln und natürlichen Zuschlagstoffen. Farbpigmente werden dem Trockenmörtel im Herstellerwerk beigemischt.

Dünnschichtige Putze werden in Kornstärke (2 mm bis 5 mm) aufgetragen und abgezogen. Mögliche Strukturierung u. a. als Rillenputz, Scheibenputz, Reibeputz, Münchner Rauputz.

Dickschichtige Putze werden über Kornstärke aufgezogen und strukturiert. Beispiele sind Kratzputz, Waschelputz, Kellenwurf, freie Modellierung oder gefilzt.

Ihren Farbton erhalten Edelputze durch UV-beständige, mineralische Pigmente. Bei dunklen Farben ist eine höhere Aufheizung und damit stärkere Dehnung zu beachten. Der Hellbezugswert sollte > 30 sein.

Haarrisse < 0,2 mm können bei mineralischen Putzsystemen vorkommen, sie sind jedoch unbedenklich. Sie fallen bei feineren Strukturen mehr auf als bei gröberen.

Tabelle **9.4** Putzsysteme für Außenputze mit Leichtputz Typ I und Typ II

Wasser abweisende Putzsysteme	Unterputz		Oberputz [a]	
	Leichtputzmörtel entsprechend Mörtelgruppe nach DIN V 18 55O	Druckfestigkeitskategorie nach DIN EN 998-1	entsprechend Mörtelgruppe nach DIN V18 550	Druckfestigkeits-kategorie nach DIN EN 998-1
Leichtputz Typ I	–	–	P I	CS I
	–	–	P II	CS II
	P II	CS II	P I	CS I
	P II	CS II	P II	CS II
Leichtputz Typ II	P II	CS II	P I	CS I [b]
	P II	CS II	P I	CS I
	P II	CS II	P II	CS II

a) Leichtputze mit organischen Leichtzuschlägen (z. B. expandiertes Polystyrol) sind außen nur als Unterputze zu verwenden.
b) Oberputzdicke maximal 5 mm oder nach Herstellerangabe.

Wärmedämmputze (Kürzel T) haben einen größeren Anteil an Polystyrolkügelchen. Der Rechenwert der Wärmeleitfähigkeit muss ≤ 0,2W/(m K) betragen, die Trockenrohdichte ≤ 600 kg/m^3 sein. Die Dicke von Wärmedämmputzsystemen beträgt Unterputz/Wärmedämmputz zwischen 20 mm und 100 mm und Oberputz zwischen 8 mm und 12 mm. Werden Armierungsputze mit Gewebeeinlage als Zwischenlage eingesetzt, erhöht sich die Schichtdicke um bis zu 6 mm.

Als Oberputz können Edelputze aufgebracht werden.

Sanierputze (Kürzel R) sind porenreiche Spezialputze, die bei feuchtem und salzbeladenem Mauerwerk eingesetzt werden (Abschn. 9.2.6).

Egalisationsanstriche sind Beschichtungen im Farbton des Edelputzes, sie werden wegen mögli-

cher Farbtonveränderungen aufgebracht. Ursachen für die meist weißlichen Farbtonveränderungen sind Ausblühungen von Kalkhydrat, die bei langsamer Trocknung durch hohe Luftfeuchtigkeit und niedrige Temperatur, durch Regen oder Nebel auf dem neuen Putz entstehen können.

Zur Vermeidung dieses optischen Mangels werden sogenannte Egalisationsfarben (Ausgleichsfarben) aufgebracht, die keinen Einfluss auf die Putzeigenschaften haben sollen. Eingesetzt werden Beschichtungsstoffe auf der Basis Siliconharzemulsion, Acrylat-Dispersion, Siloxan, Dispersion-Silikat. Durch die Beschichtung wird auch die Abwitterung von Edelputz verzögert.

Der Beschichtungsauftrag, ein- oder zweimalig, sollte nach Oberflächentrocknung (zwei bis drei Tage) erfolgen.

9.2.1 Kalkputz und hydraulischer Kalkputz

Kalkputz gibt es in unterschiedlichen Zusammensetzungen mit entsprechenden Eigenschaften, Verwendungsbereichen und Druckfestigkeiten (Tab. **9.5**). Er hat eine raue, sandfarbene Oberfläche, ist je nach Putzart mehr oder weniger hart und bleibt alkalisch, bis er völlig durchgehärtet ist.

Kalkputze, hydraulische Kalkputze und Kalkzementputze werden in Innen- und Außenbereichen eingesetzt. Sie bestehen nur aus Kalk und Sand oder aus Kalk, Zement und Sand. Zur Veränderung der Eigenschaften tragen Zuschläge, z. B. Polystyrolkügelchen (Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften), bei. Zusatzmittel sollen z. B. die Maschinengängigkeit verbessern.

Luftkalkmörtel erhärtet durch Aufnahme von CO_2 aus der Luft (Tab. **9.5**). Um die Festigkeit zu erhalten, ist eine permanente Aufnahme von CO_2 nötig. Es sind deshalb nur CO_2-durchlässige Beschichtungsstoffe (Kalkfarbe, Silikatfarbe, Dispersionssilikatfarbe, Silikonharzemulsionsfarbe) geeignet. Luftkalkputze erkennt man bei einer Kratzprobe an der geringen Festigkeit und der starken Saugfähigkeit bei einer Benetzungsprobe. Luftkalkputze sind an historischen Bauwerken zu finden und an Gebäuden bis ca. 1960.

Hydraulischer Kalkmörtel erhärtet durch Aufnahme von H_2O. Er wird überwiegend als Innenputz eingesetzt oder als Außenputz bei geringer Beanspruchung.

Wegen seiner Eigenschaften hart, saugend, diffusionsfähig, alkalisch, spannungsarm, wird er im Innenbereich als Alternative zu Gipsputz eingesetzt.

Hochhydraulische Kalkmörtel und Kalkzementmörtel erhärten durch Reaktion mit dem Anmachwasser (Hydratation) Sie sind schwach saugend, wasserhemmend bzw. wasserabweisend und nur bedingt wasserdampfdiffusionsfähig.

Als Außenputze, Putze in Keller- und Feuchträumen und auf Wandflächen mit höherer mechanischer Beanspruchung werden sie verwendet.

Nach entsprechender Härtungszeit sind die Putze für fast alle Beschichtungssysteme geeignet. Zu beachten wäre ggf. noch die Alkalität.

Tabelle **9.5** Übersicht über die Erhärtung der Putze entsprechend den Mörtelgruppen

PI	**Erhärtung durch CO_2-Aufnahme aus der Luft;** Oberflächenfestigkeit erst nach mehreren Wochen erreicht; Durchhärtung dauert bis zu einem Jahr. Karbonatisierung
PII	**Erhärtung durch Aufnahme von H_2O (hydraulisch);** Durchhärtung innerhalb von 28 Tagen, beim Einsatz hochhydraulischer Kalke 10 Tage.
PIII	**Erhärtung hydraulisch;** Endhärte nach 28 Tagen.
PIV	**Erhärtung hydraulisch;** mit Kalkanteil zusätzlich durch CO_2-Aufnahme; Festigkeit je nach Gipssorte und Kalkanteil in 1 Std. bis zu mehreren Tagen. Kalkgipsputz erreicht die Endfestigkeit nach der Trocknung in mehreren Wochen.

9.2.2 Zementputz

Zementputz besteht aus dem Bindemittel Zement und mineralischen Zuschlägen, als Hauptbestandteil Sand, er macht die Masse des Mörtels aus. Weitere mineralische Zuschläge sind z. B. Perlite oder Blähton.

Organische Zuschläge zur Schaffung bestimmter Eigenschaften sind Kunststoffgranulate oder geschäumte Kunststoffe.

Zusatzmittel beeinflussen die Mörtel- und Verarbeitungseigenschaften. Werkseitig zugegeben werden können in geringen Mengen z. B. Luftporenbildner, Dichtungsmittel, Erstarrungsbeschleuniger und haftungsverbessemde Stoffe.

Eingesetzt wird Zementputz

- an Sockelflächen
- an Wandflächen in Feuchträumen
- an Kelleraußenwandbereichen
- auf unter der Erdoberfläche liegenden Bauteilen
- als Unterputz für Wasser sperrende Beschichtungen

Merkmale von Zementputz

Zementputz ist grau (zementartiger Farbton), sehr hart und wegen des grobkörnigen Sandes relativ rau. Wegen des dichten Gefüges ist der Putz schwach saugend, wasserabweisend und gering wasserdampfdurchlässig. Es entsteht eine besonders feste Verbindung zum Untergrund.

Wegen der Putzhärte und mangelnder Elastizität muss der Untergrund für Zementputz geeignet sein. Bei zu weichem Untergrund kann es zu Rissbildungen im Zementputz oder zu Ablösungen kommen.

Bei einer Beschichtung ist darauf zu achten, dass sich die hohe Alkalität nur langsam abbaut. Auch nach Erhärtung des Putzes können deshalb nur alkalibeständige Beschichtungsstoffe eingesetzt werden.

9.2.3 Gips – Gipsputz

Gipsgestein ist Calciumsulfat-Dihydrat $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (kristallwasserhaltig). Beim Brennen des Gipsgesteins wird das chemisch gebundene Wasser teilweise oder vollständig entzogen. Nach der Verarbeitung wird wieder Wasser in kristalliner Form gebunden und Gips erhält seine Festigkeit.

Höhere Brenntemperaturen entziehen mehr Wasser und führen zur langsameren Erhärtung nach dem Ansetzen.

Anhydrit ist in der Natur vorkommendes kristallwasserfreies Calciumsulfat ($CaSO_4$)

Vorkommen – Rohstoffe

- Naturgips, Naturanhydrit (Ablagerungen)
- Gips aus technischen Prozessen (Rauchgasentschwefelung bei Kraftwerken, REA-Gips)

Unterschieden werden:

Baugipse ohne Zusätze

- Stuck-/Montagegips, Verarbeitungszeit ca. 8 Minuten; Ausbesserungs- u. Installationsarbeiten, Setzen von Eckschutzschienen, Putzprofilen und Elektrodosen, Herstellung von Gipsplatten, Gipsbauplatten,
- Modellgips, Versteifungsbeginn 11 Minuten (+/– 3 Min.); Zug- und Gießarbeiten für Stuck, denkmalpflegerische künstlerische Arbeiten, Modell- und Formenbau
- Putzgips, Verarbeitungszeit ca. 1,5 Stunden; Innenputz- und Rabitzarbeiten

Baugipse mit Zusätzen/Zuschlägen (Tab. 9.6)

- Maschinengipsputze
- Handputze
- Spachtelgipse
- Ansetzgipse
- Gipskleber

Werkseitig beigegebene Zusätze (Additive) sind z.B. Cellulosederivate, Abbindeverzögerer; als Zuschläge werden z. B. Kalksteinmehl, Kalkbrechsand, geblähte Perlite verwendet.

Gipsputze sind Innenputze, ihre Verarbeitung wird in DIN V 18550 und DIN 13914-2 beschrieben.

Merkmale von Gipsputzen

Gipsputz ist heller als Kalk- oder Zementputz.

Gipsputz ist glatt, da Gips nur feine Sande binden kann. Er ist offenporig/wasserdampfdiffundierend (Porenvolumen zwischen 50 und 65 Vol.-%) mit großen Kapillaren. Dadurch gelangt flüssiges Wasser schnell an die Oberfläche und der Putz trocknet in kurzer Zeit aus.

Daraus ergibt sich auch das relativ hohe und schnelle Wasseraufnahmevermögen. Länger einwirkende Feuchtigkeit und hohe Temperaturen (über 60 °C) können das Putzgefüge und damit die Festigkeit schädigen.

Gipse und Gipsputze sind bei Transport und Lagerung vor Feuchtigkeit zu schützen. Die Lagerung von Baugipsen ist begrenzt, ca. 3 Monate.

Verarbeitung.

Beim Anmachen von Frischmörtel ist der werkseitig angegebene Wassergipswert zu beachten. Dieser beeinflusst die Verarbeitbarkeit und die Versteifungszeit.

Einflüsse auf die Versteifungszeit sind z. B. zu hohe Wasserzugabe, Überlagerung des Gipses, erhöhte Temperaturen, Saugvermögen des Untergrundes.

Gipsputze werden in der Regel einlagig in 8 mm bis 10 mm Putzdicke aufgetragen. Größere Putzdicken erfolgen frisch in frisch.

Verarbeitungszeit ca. 1,5 Stunden.

Gips/Gipsputz bindet durch chemische Verbindung mit Wasser (Hydratation) und Verdunsten des überschüssigen Wassers.

Bei zu nassem Glätten bildet sich eine Sinterschicht (Bindemittelanreichung) an der Oberfläche. Diese dichte, relativ harte, wassersperrende und glänzende Schicht wirkt haftungsstörend für die folgenden Beschichtungen oder Klebearbeiten und muss deshalb vorher entfernt werden.

Tabelle 9.6 Baugipse und ihre Verwendung

Gipsart	Abbindezeit	Verwendung
Stuckgips ohne Zusätze	8 bis 20 Minuten	Innenputze, Stuck-, Form-, Rabitzarbeiten, Ausbesserungsarbeiten
Putzgips ohne Zusätze	zieht schnell an, bleibt länger verarbeitbar	Innenputze (Gipsputz, Gipskalkputz), Rabitzarbeiten
Haftputzgips/Handputze	1 bis 2 Stunden	einlagige Innenputze, Haftputze
Maschinengipsputze	1,5 bis 2 Stunden	einlagige Innenputze, in Ausnahmefällen zweilagig (maschinelles Anmischen und Verpumpen)
Ansetzgips	10 bis 15 Minuten	Befestigen von Gipskarton- und Verbundplatten
Spachtelgips	ca. 10 Minuten	Verfugen und Verspachteln von Gipsplatten
Gipskleber	bis 20 Minuten	Verbinden und Verfugen von Gipswandbauplatten und anderen Gipsbauelementen

9.2.4 Lehmputz

Der Lehmputz ist einer der ältesten Naturbaustoffe für Innen- und Außenflächen. Wegen der positiven baubiologischen und bauphysikalischen Eigenschaften wird er besonders in Innenräumen eingesetzt. An Außenflächen muss der Lehmputz gegen Feuchtigkeit geschützt werden (Beschichtung und/oder konstruktiv).

Eigenschaften.

- hochdiffusionsfähig, kapillar leitfähig
- emissionsfrei
- schadstoffabsorbierend
- reguliert die Luftfeuchtigkeit
- wasserlöslich, wieder verwertbar
- hautschonend (bei der Verarbeitung)
- abtönbar im Pastelltonbereich
- pH-neutral (bei erhöhter Dauerfeuchte > 70 % Gefahr von Schimmelbildung)

Grundbestandteile von Lehmputz sind Lehm (Ton) als Bindemittel und Sande (fein- und grobkörnig). Zusätze können sein

- Strohhäcksel (Unterputz 3 cm, Oberputz 1 cm lang), Flachs- und Hanffasern
- frischer Kuh- bzw. Pferdemist
- Karbonfasern (gegen elektromagnetische Strahlungen)
- Pigmente

Lehmputz wird als Ein- oder Mehrlagenputz, als Unter- und Oberputz eingesetzt.

Lieferformen sind:

erdfeucht, in geschlossenen Gebinden
trocken, in Papiersäcken
Lehmputze lassen sich auch selbst herstellen,

dabei werden die einzelnen Bestandteile vor Ort gemischt.

Untergründe. Ziegelmauerwerk, Ziegelrabbitz, Lehmsteine, Schilfrohrmatten, Weidengeflecht, Beton (Haftvermittler notwendig). Gipsgebundene Untergründe sind nicht geeignet. Der Untergrund muss saugfähig, fest, staub- und schmutzfrei und trocken sein.

Putzaufbau – Ausführung (Beispiel zweilagig)

- Ansetzen des Lehmputzes
- Untergrund mit Lehmschlämme vorstreichen
- Unterputz aufbringen (ca. 10 mm bis 15 mm)
- Oberputz (ca. 5 mm)
- Lehmstreichputz (bei Bedarf zur Farbgestaltung und Strukturierung, 2 mm bis 3 mm)

Ein Schlussanstrich kann auch mit Leim- oder Kalkfarbe ausgeführt werden.

Der Putzauftrag erfolgt mit der Kelle oder Putzmaschine, abgezogen wird mit Glättscheibe oder Kartätsche und mit einem Filzbrett nachgefilzt. Eine Nachbearbeitung z. B. bei Unebenheiten, feinen Trockenrissen ist einfach. Der Lehmputz wird angenässt und nochmals abgefilzt. Werkzeugreinigung mit Wasser

Sicherheitshinweis. Es sind keine besonderen Maßnahmen einzuhalten.

Trocknung erfolgt nur durch Verdunsten des Wassers. Für ausreichende Belüftung ist zu sorgen. Die Trocknungszeit ist abhängig von der Lufttemperatur und -feuchtigkeit.

Für Überholungsbeschichtungen auf Lehmputz und als Erst- und Überholungsbeschichtung auf allen Putzarten, Beton, Gipskartonplatten, Altbeschichtungen und Holzfaserplatten stehen Lehm-Streichputz und Lehm-Spachtelputz zu Verfügung. Diese Lehmputze lassen sich in kräftigen Farbtönen mischen. Streichwachse können als Oberflächenschutz und zur Verstärkung der Farbwirkung aufgetragen werden.

Für die Erhaltung des durch Lehmputz positiven Raumklimas sind Beschichtungsstoffe einzusetzen, die die besonderen Eigenschaften des Lehmputzes unterstützen.

9.2.5 Sanierputz

Sanierputze sind Spezialputze mit sehr hoher Porosität und Wasserdampfdurchlässigkeit sowie verminderter kapillarer Leitfähigkeit.

Anwendung:

Zum Verputzen von feuchtem und salzhaltigem Mauerwerk im Innen- und Außenbereich um Salzausblühungen zu vermeiden.

Sanierputz einlagig oder mehrlagig, Mindestschichtdicke 20 mm bis 25 mm

Eigenschaften:

Mörtelgruppe P II
Luftporengehalt im Festmörtel > 40 %
Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu < 12$
kapillare Wasseraufnahme 24 h < 0,3 kg/m^2
Luftporenbildner sind z. B.
Naturseifen, Tenside, Aluminiumpulver

Wirkung:

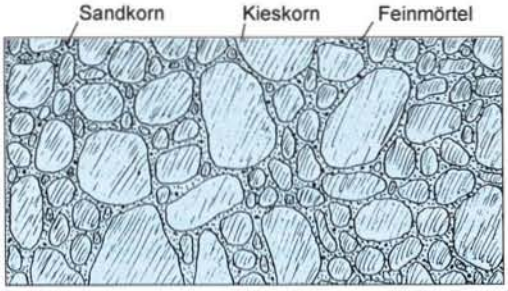
- Verlagerung der Verdunstungsebene für die im Mauerwerk befindliche Feuchtigkeit von der Putzoberfläche in die Putzschicht
- Gelöste Salze werden mit Wasser in den Porenraum des Putzes transportiert und kristallisieren dort aus, d. h. sie werden nicht an der Putzoberfläche sichtbar. Dabei zerstören sie nicht das Porengefüge des Putzes.

Nach ausreichender Trocknung wird der Sanierputz beschichtet oder mit einem Oberputz versehen. Ausreichende Trocknung des Sanierputzes (Richtwert 1 mm/Tag) erforderlich. Beschichtungsstoff oder Putz müssen hochdiffusionsfähigen und hydrophob eingestellt sein.

9.3 Beton

Beton (DIN 1045) ist ein künstlicher Stein. Durch Mischen von Zement – aus Kalkstein und Ton – und Wasser entsteht der Zementleim. Er umhüllt die Zuschlagstoffe – Sand

und Kies – und füllt die Hohlräume aus. Durch Hydratation, Reaktion des Zements mit dem Anmachwasser, wird Beton fest, der Zement-, stein (**9.2**) entsteht. Der größte Teil des Wassers wird als Kristallwasser gebunden. Durch diese Eigenschaft erhärtet Beton auch unter Wasser.



9.2 Normalbeton mit geschlossenem Gefüge aus natürlichem Betonzuschlag

Bestandteile des angemischten Betons

Zement DIN 1164

Portland-, Eisenportland-. Hochofen-. Trasszement

Anmachwasser

sauberes Brauchwasser (Trinkwasser)

Betonzuschläge

Sand, Kies, Splitt, Gesteinsmehl

Betonzusatzmittel

Beschleuniger, Verflüssiger, Dichtungsmittel, Fließmittel, Luftporenbildner, Verzögerer

9.3.1 Betongruppen

Betongruppen sind in der DIN 1045 entsprechend ihrer Zusammensetzung festgelegt. Die Druckfestigkeit als eine der wichtigsten Eigenschaften des Betons wird beurteilt durch die Prüfung nach 28 Tagen an Probewürfeln. Aus der ermittelten Druckfestigkeit lässt sich Beton den Festigkeitsklassen zuordnen. Ein C8/10 hat die Zylinderdruckfestigkeit von 8 N/mm^2 und die Würfelfestigkeit von 10 N/mm^2.

Betonfestigkeitsklassen (DIN EN 206-1:2001 und DIN 1045-2:2001) Auswahl:

Festigkeitsklasse	
neu	**alt**
C8/10	B 10
C12/15	B 15
C20/25	B 25
C35/45	B 45
C70/85	B 85
C100/115	B 115

(C = englisch concrete = deutsch Beton)

Die Betonfestigkeit ergibt sich aus den Rezepturen zur Betonherstellung. Darin sind angegeben:

- Zementart
- Größtkorn
- Sieblinie
- Konsistenz
- Zementmenge
- Zugabewasser (Menge)
- Zuschläge (Menge)

Die Sieblinie gibt die Zusammensetzung der Korngröße in einem Zuschlaggemisch an.

9.3.2 Betonarten – Begriffe

Beton ist ein Sammelbegriff für einen Baustoff, der sich unterscheiden lässt nach

- der Trockenrohdichte (Leichtbeton, Normalbeton, Schwerbeton)
- der Druckfestigkeit
- dem Ort der Herstellung (Baustellenbeton, Ortbeton, Transportbeton)
- Verwendung (Unterwasserbeton, Estrich)
- Erhärtungszustand (Frischbeton, Festbeton)
- der Konsistenz (Fließbeton, Stampfbeton, Pumpbeton, selbstverdichtender Beton)

Stahlbeton, ein Beton, der mit Stahleinlagen wie Drähten, Stäben oder Matten bewehrt ist. Beton und Stahl (Armierung) wirken zusammen, Beton übernimmt die Druckkräfte, Stahl die Zugkräfte. Der Stahl rostet im Beton nicht, da während der Erhärtung des Zements freier Kalk mit dem Porenwasser zu hoch alkalischem Calciumhydroxid wird. Es bildet sich eine Passivschicht auf der Stahloberfläche, die eine Rostbildung verhindert. Wird aber das Calciumhydroxid durch chemische Prozesse abgebaut, rostet der Stahl. Folge sind Betonschäden.

Spannbeton. Stahlarmierung wird vorgespannt, um bei erhöhten Zug- und Biegekräften die Rissbildung im Beton zu verhindern.

Schwerbeton. Beton mit besonders schweren Gesteinskörnungen (Zuschlägen). Große Trockenrohdichte, geringe Wärmedämmfähigkeit.

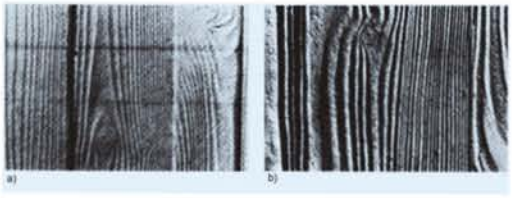
Leichtbeton (DIN 4219). Ein Beton mit Lufteinschlüssen und damit geringer Rohdichte bzw. geringem Gewicht. Lufteinschlüsse werden erzielt durch Blähton, Bims, oder Schlacke. Die Wärmedämmfähigkeit ist dadurch höher als bei Normalbeton.

Porenbeton. Ein Leichtbeton, bei dem die Luftporen durch Zusatz von gas- oder schaumbildenden Stoffen entstehen.

Transportbeton (Fertigbeton). Die Bestandteile werden in einem Betonwerk entsprechend den Anforderungen gemischt und mit z. B. Fahrmischer zur Baustelle gebracht. Dort wird der Beton eingebracht.

Ortbeton wird als Transportbeton an die Baustelle geliefert oder vor Ort hergestellt, in vorher erstellte Schalung mit ggf. Armierung eingebracht, verdichtet und erhärtet.

Sichtbeton. Ein durch entsprechende Schalung glatter, schalungsrauer oder strukturierter unverputzter Beton (**9.3**).



9.3. Sichtbetonoberfläche, Schalung mit gestrahlten Brettern

Estrichbeton. Spezialbeton zur Herstellung von Fußboden.

Betonfertigteile. In einem Fertigteil- oder Betonwerk hergestellte Teile, z. B. Decken, Wände, Garagen, Sanitärzellen, Träger, Stützen. Nach Härtung werden die Teile auf die Baustelle geliefert und eingebaut.

Betonwerksteine sind werkseitig hergestellte Teile wie Kanalrohre, Fensterbänke, Pflaster, Blumenkübel, Treppenstufen.

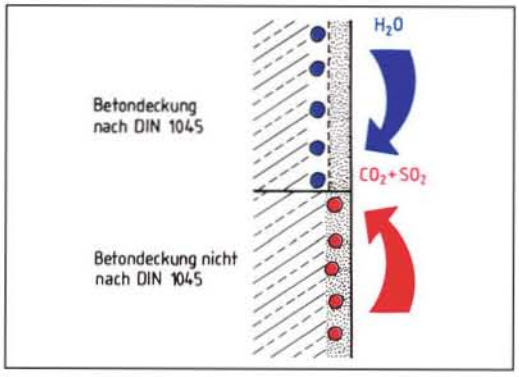
9.3.3 Betonschäden – Ursachen

Beton, ein inhomogener Baustoff, unterliegt inneren und äußeren Veränderungen. Diese werden von verschiedenen Faktoren bestimmt:

- der Betongüte,
- der Betondeckung (**9.4**),
- den Umwelteinflüssen,
- der Feuchtigkeitsbelastung,
- den Temperaturschwankungen,
- der Lage des Objektes.

Besonders schädigend wirken sich dabei aus

- Chloridbelastungen (Tausalz),
- CO_2-Belastungen (Kohlendioxid),
- H_2SO_4-Belastungen (Schwefelsäure),
- Belastungen durch verschiedene Salze.



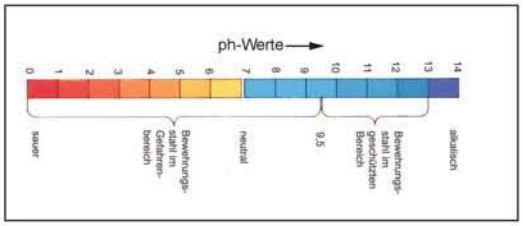
9.4 Betondeckung

Das CO_2 dringt in den Beton ein und reagiert mit Wasser zu Kohlensäure. Die Kohlensäure verbindet sich mit dem in den Betonporen vorhandenen alkalischen Calciumhydroxid. Dabei entsteht Calciumkarbonat (Kalkstein) und Wasser. Man nennt diesen Vorgang Carbonatisierung. Er führt zu einem neutralen pH-Wert, der Korrosionsschutz wird aufgehoben (**9.5**).

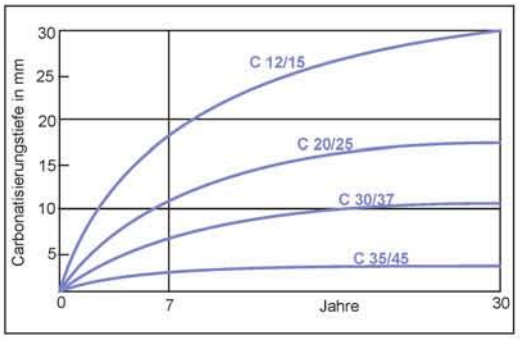
Die **Carbonatisierungsgeschwindigkeit** (**9.6**) ist abhängig von

- der Festigkeit des Betons (höhere Betondichte günstig),
- dem Anteil des Zements (viel Calciumhydroxid wirkt verzögernd),

- der Feuchtigkeit des Betons (Porenwasser behindert das Eindringen von CO_2),
- der Zeit, in der CO_2 eindringen kann,
- dem Alter des Betons (Carbonatisierungsgeschwindigkeit verringert sich mit zunehmendem Alter),
- der Porosität des Betons; poröse Betone besitzen eine größere Oberfläche und haben damit eine größere Angriffsfläche für äußere Einwirkungen gegenüber dichteren Betonen.



9.5 pH-Wert



9.6 Einfluss der Betonfestigkeitsklasse auf die Carbonatisierungsgeschwindigkeit

Um die Carbonatisierung nachhaltig zu verzögern, muss neuer Beton durch gasdichte und wasserabweisende Beschichtungen geschützt werden.

Geeignete Beton-Beschichtungen müssen folgende Eigenschaften erfüllen:

- starke Einschränkung der Kohlendioxiddiffusion (CO_2-Bremse)
- weitgehende Erhaltung der Wasserdampfdiffusion
- Schutz vor äußerer Feuchtigkeit
- dauerhafte Rissüberbrückung
- ästhetisch gute Oberflächenwirkung (farblose, lasierende, deckende Beschichtungen)

Die gebräuchlichsten Beschichtungsstoffe für *Grund-*, *Zwischen-* und *Schlussbeschichtungen* sind auf der Basis folgender Bindemittel hergestellt:

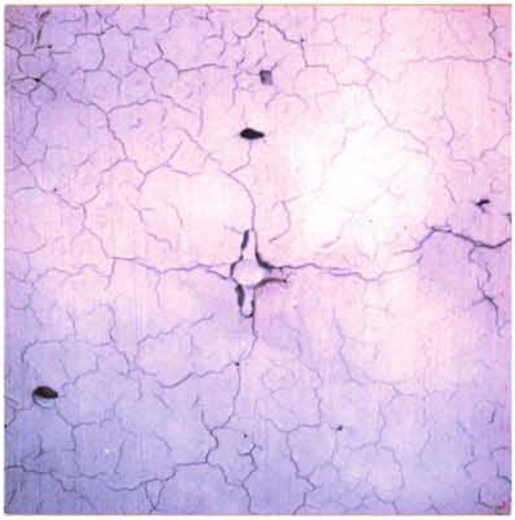
- Polymerisatharz, lösemittelhaltig
- Dispersion, Copolymerisate z. B. Styrol-Acrylat-Dispersion, Polymerisate z. B. Reinacrylat
- Acrylharz
- Epoxidharz, Polyurethanharz
- Hydrophobierung auf Silan-/Siloxanbasis.

Die Auswahl des richtigen Beschichtungssystems richtet sich nach dem Untergrund, der zu erwartenden Belastung, den Umwelteinflüssen und der gewünschten Oberflächenwirkung. Der Beschichtungsaufbau ist abhängig vom Beschichtungssystem.

9.3.4 Betonbeschichtungen

Tabelle 9.7 Untergrundprüfung unbeschichteter Betonflächen (BFS-Merkblatt 1)

Untergrundprüfung	Prüfung auf	Beseitigung des Mangels
Augenschein	– Rostflecken – Risse (Art, Breite, Verlauf) (9.7 und 9.8) – Trennmittelrückstände – Poren, Lunker, (9.40) Kiesnester – Verschmutzung – Moos, Algen, Schimmel	z. B. Rödeldrähte entfernen entsprechende Sanierungssysteme einsetzen Hochdruckreinigung Schließen durch Überspachteln Hochdruck-Wasserstrahl mechanisch entfernen, biozid behandeln
Ankratzen und Benetzen, Kratzprobe, Hammerschläge	– Sinterschichten – Oberflächenfestigkeit, Hohlstellen	schleifen, strahlen strahlen abschlagen, Beton aufbauen



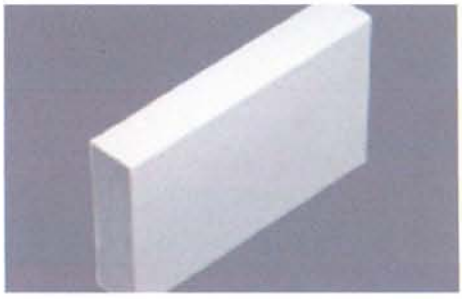
9.7 Feine netzartige Oberflächenrisse
Beseitigung: beschichtungstechnisch

9.8 Betonschaden wegen Korrosion der Bewehrung
Beseitigung: Betoninstandsetzung

Qualität und Haltbarkeit einer Beschichtung kann nur so gut sein, wie der Untergrund es zulässt. Deshalb muss ein Betonuntergrund sorgfältig geprüft und zur Beschichtung vorbereitet werden (Tab. **9.7**).

9.3.5 Porenbeton

(Grundlegende Anforderungen an Porenbeton DIN-Normen DIN V 4165, DIN 4166, DIN 4223; Porenbetonsteine DIN EN 771-4, DIN V 20 000-404)



9.9 Porenbeton Planstein

Porenbeton ist aus Zement und/oder Kalk, Quarzsand und Wasser hergestellt. Dieser Mischung wird Aluminiumpulver zugegeben das mit den alkalischen Stoffen reagiert und Gasbläschen (Wasserstoff) entwickelt. Durch die Bildung der Gase entstehen die Poren. Dieses Mörtelgemisch wird in große Formen gefüllt und nach Erhärtung zu Steinen oder Platten geschnitten.

Eigenschaften

- niedrige Rohdichte, 0,30 bis 1,00 kg/dm^3
- gute Druckfestigkeit, 2,5 bis 10,0 N/mm^2
- sehr niedrige Wärmeleitfähigkeit, 0,09 W/(mK)
- niedriger Wasserdampf-Diffusionswiderstand
- sehr gute Wärmespeicherung
- geringere thermische Ausdehnung als Normalbeton
- Leichte Be- und Verarbeitung
- gute Ökobilanz und baubiologische Eigenschaften
- schnelle Feuchtigkeitsaufnahme
- langsame Feuchtigkeitsabgabe
- reagiert mit Feuchtigkeit alkalisch

Porenbetonbauteile für tragende und nicht tragende Wände:

- Plansteine (**9.9**)
- Planelemente
- Wandtafeln
- Planbausteine
- Wandplatten (Wirtschaftsbau)

für Decken:

- Porenbeton-Deckenplatten

Montage bei Platten mit Nut und Feder erfolgt trocken oder mit Kunstharzmörtel, bei glatten Platten mit Kunstharzmörtel oder Dünnbettmörtel.

Fugenarten ergeben sich aus der Beanspruchungsart der Fugen.

Fugen mit nur dichtender Funktion

- Horizontalfugen
- Vertikalfugen

Fugen mit dichtender Funktion bei

- geringer Zug- und Druckbeanspruchung
- größerer Zug- und Druckbeanspruchung (Anschlussfugen)

Zur Fugenabdichtung sind nur für Porenbeton zugelassene Dichtstoffsysteme zu verwenden. Elastische Fugendichtstoffe dürfen nicht beschichtet werden.

9

Bautechnische Voraussetzungen (Auszug aus BFS-Merkblatt Nr. 11)

Porenbetonflächen müssen:

- vor aufsteigender und rückseitiger Feuchtigkeit geschützt sein,
- an den Fugen und Anschlussstellen dauerhaft dicht sein,
- eine ausreichende Wasserabführung aufweisen. Bei längerer Rohbaustandzeit sollte zum vorläufigen Feuchtigkeitsschutz eine hydrophobierende Grundierung vorgenommen werden.

Untergrundprüfung umfasst die sichtbaren und erkennbaren Mängel auf der Porenbetonoberfläche.

Beschichtungsfläche soll fest, staubfrei, frei von lockeren Teilen, rissfrei und frei von Ausblühungen sein. Sie muss vor der Beschichtung lufttrocken sein. Ausbesserungen dürfen nur mit speziellen Mörteln ausgeführt werden.

Oberflächenbehandlung.

Putze sind bezogen auf ihre Druckfestigkeit von Bedeutung. Diese sollte immer geringer sein als die des Putzuntergrundes.

Mineralische Leichtputzsysteme sind auf die Eigenschaften des Porenbetons abgestimmt und für den Außenbereich wasserabweisend eingestellt.

Putzsysteme für Innenputze sind abhängig von ihrem Anwendungsbereich.

Beschichtungen.

Außenbereich, hier dürfen nur Beschichtungssysteme eingesetzt werden, die vom Hersteller für Porenbeton empfohlen werden. Geeignete Beschichtungssysteme:

- Dispersionssilikatfarbe/-putze
- Dispersionsfarbe
- Kunstharzputz
- Siliconharzemulsionsfarbe

Bei Erstbeschichtungen Mindestauftragsmenge 1.800 g/m^2.

Farbige Beschichtungen auf Porenbeton sind nur mit einem Hellbezugswert von > 30 auszuführen.

Innenbereich, hier sind alle Beschichtungssysteme und Wandbeläge geeignet. Zur Herstellung glatter Wandflächen dafür geeignete Spachtel- bzw. Füllmassen einzusetzen. Bei stärkerer Feuchtigkeitsbelastung (rel. Luftfeuchtigkeit > 70 %) müssen Wasserdampfbremsen bzw. -sperren aufgebracht werden.

9.3.6 Faserzement

Faserzement ist ein Verbundwerkstoff aus Zement und zugfesten Fasern. Früher wurde als Fasern vorwiegend Asbest verwendet, dies ist heute verboten.

Asbestfreie Faserzement-Produkte bestehen aus Zement, Zusatzstoffen wie z. B. Kalksteinmehl und Fasern wie z. B. Glas-, Kunststoff- und Cellulosefasern. Diese Fasern sind nicht lungengängig und damit gesundheitlich unbedenklich.

Faserzementprodukte sind Dach-Wellplatten, Balkon- und Fassadenverkleidungen, Pflanzgefäße, Rohre u. a. Formstücke. Die Teile haben eine hohe Festigkeit und Alkalität, die sich nur langsam abbaut. Faserzementplatten neigen zu Ausblühungen.

Beschichtung. Es gelten ähnliche Beschichtungsvoraussetzungen wie bei Beton. Geeignete Beschichtungsstoffe sind Silikat-, Polimerisatharz- und Siliconharzemulsionsfarben. Auf alten, nicht mehr alkalischen Faserzementplat-

ten sind nach entsprechender Grundbeschichtung auch Dispersionsfarben geeignet.

Asbesthaltiger Faserzement

Heute werden wegen des Verbots keine Asbestzementplatten mehr hergestellt. Als Untergrund für den Maler sind sie aber noch häufig vorhanden.

Asbest wirkt krankheitsverursachend.

Die Inhalation von Asbest-Feinstaub kann eine fibrogene (Asbestose) oder krebserzeugende Wirkung haben.

Asbestzementprodukte unterliegen grundsätzlich den Asbestrichtlinien und der TRGS 519. Mechanische, stauberzeugende Bearbeitungen und Beschädigungen (Hochdruckreinigung, Schleifen) sind grundsätzlich untersagt. Sie sind nur unter Beachtung aller Vorsichtsmaßregeln und nur durch sachkundige, ausgebildete und geprüfte Personen durchzuführen. Dem Gewerbeaufsichtsamt müssen Arbeiten an asbestzementhaltigen Produkten/Untergründen 14 Tage vor Beginn schriftlich angezeigt werden. Die Arbeiten unterliegen dem gewerblichen und privaten Haftungsrecht sowie der Gefahrstoffverordnung.

9.4 Kunststeine Putzgrund – Mauerwerk

Mauerwerk nach DIN 1053 wird aus Mauersteinen und Mauermörtel hergestellt und muss deren Eigenschaften entsprechen. Es muss im Verband gemauert werden, d. h. die Stoßfugen der übereinander liegenden Schichten sind versetzt. Neben statischen Gründen wird dadurch für den Putz ausreichende Risssicherheit gewährleistet. Die Ausbildung der Stoßfugenbreite ist abhängig von den Steinen und der Art der Vermauerung. Entstehen größere Zwischenräume in den Fugen als die vorgeschriebenen, sind diese vor dem Verputzen mit geeignetem Mörtel zu schließen.

9.4.1 Lehmsteine

Lehm ist kein genormter Baustoff.

Leichtlehmsteine und Lehmbauplatten werden aus erdfeuchtem Lehm hergestellt, dem unterschiedliche Zuschlagstoffe zugemischt werden.

Zuschlagstoffe sind überwiegend

- Strohhäcksel
- Holzspäne
- Hanfscheiben
- Blähton

Das Gemisch wird in Formen gepresst und getrocknet dabei wird nur wenig Energie benötigt.

Lehmsteine

- sind wasserdampfdiffusionsfähig
- regulieren die Luftfeuchtigkeit
- speichern Wärme
- sind kompostierbar und recyclefähig
- schwinden beim Austrocknen
- sind nicht wasserfest

Lehmsteine gibt es in mehreren Formaten, die mit Lehm-, Kalk- oder Trasskalkmörtel vermauert werden. Mauersteine für Innenwände können unverputzt bleiben oder mit Lehm-, Kalk- oder Trassputz verputzt werden.

Beschichtungsstoffe und Wandbekleidungen sollten die Eigenschaften der Lehmsteine nicht beeinträchtigen. Es eignet sich insbesondere

- Lehmfarbe
- Leimfarbe
- Kalkfarbe
- Papiertapeten

Lehmbauplatten sind Trockenbauplatten für den Innenausbau. Sie haben ähnliche Eigenschaften wie die Lehmsteine. Die Befestigung ist unterschiedlich, mechanische Befestigung mit Tellerdübel auf massivem Untergrund oder bei Leichtbauweise auf eine Lattenkonstruktion verschraubt. Nach der Montage werden die Platten mit Armierungsgewebe (Jute, Glasfaser) überzogen, das in Lehmputz eingelegt wird.

9.4.2 Ziegelsteine

(DIN EN 771-1 Produktnorm, beschreibt Eigenschaften von Mauersteinen; DIN V105-100 Ausgabe 2005, Mauerziegelnorm)

Mauerziegel bestehen aus Ton, Lehm und Merkel. Sie werden geformt und bei unterschiedlichen Temperaturen gebrannt. Zusätze wie Quarzsand und Kalkgranulat können fettem (sehr feinkörnigem) Ton zur Magerung zugesetzt werden. Kalk- oder Natursteinmehl wird zur Verbesserung der Schalldämmung zugesetzt. Porosierende Zusätze verbessern die Wärmedämmung. Beigesetzt werden Polystyrol und/oder Zellulosefasern (Sägemehl, Papierfasern). Beim Brennvorgang verbrennen die Zusätze rückstandsfrei und bilden Millionen kleinster geschlossener Luftporen.

Je nach Einsatzzweck finden Anwendung:
Hintermauerziegel

- Wärmedämmziegel
- Hochlockziegel

Vormauerziegel und Klinker

Mauerziegel haben unterschiedliche bauphysikalische Eigenschaften, diese liegen in:

- Rohdichte (kg/m^3)
- Festigkeiten (N/mm^2)
- Wärmeleitfähigkeit (W/mK)
- Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl (μ)

Klinker bestehen aus Schamotte, Feldspat und Tonen. Durch verschiedene Zuschläge zur Rohmasse lassen sich unterschiedliche Farbnuancen erzielen.

Klinker werden nach der Trocknung bei sehr hohen Temperaturen (1.100 °C bis 1.300 °C) gebrannt. Dabei werden die Poren geschlossen, so dass Klinker kaum Wasser aufnehmen und sehr hart sind.

Klinker sind frostbeständig und können im Außenbereich unverputzt und unbeschichtet bleiben.

Mängel und Schäden ergeben sich trotz der besonderen Eigenschaft der Mauerziegeln.

- Verschmutzungen
- Verkrustungen
- Durchfeuchtungen
- Abplatzungen/Frostschäden (**9.**11)
- Salz-, Kalkausblühungen(**9.**12)
- Vergrünungen, Bewuchs (**9.**13)
- Risse in der Verfugung

Hauptschadensursachen dafür sind:

- Feuchtigkeit/Wasser
- chemische Einflüsse aus der Atmosphäre
- biologische Einwirkungen (Schimmel, Algen, Moose)
- mechanische Korrosion (Frostschäden)

Untergrundbeschaffenheit. Ziegelmauerwerk muss fest, gleichmäßig, saugfähig, sauber, trocken und frei von Ausblühungen sein. Mörtelfugen müssen dicht an die Ziegel anschließen.

Geschädigtes bzw. verwittertes Ziegelmauerwerk muss gründlich mit dem Hochdruck-Wasserreinigungsgerät mit Heißwassereinstellung abgewaschen werden. Spezielle Reiniger und Algenentfernungsmittel unterstützen die Säuberung. Intensives Nachwaschen ist notwendig, es dürfen keine Reinigungsmittelnester zurückbleiben.

Bei der Fassadenreinigung sind die örtlichen Verordnungen zur Wassereinleitung zu beachten.

9.11 Typische Frostschäden an Ziegeln (mechanische Korrosion)

9.12 Kalkausblühungen auf Klinkern

9.13 Bewuchs auf Ziegelmauerwerk (biologische Korrosion)

Imprägniermittel für Ziegel haben unterschiedliche Wirkstoffe: Silan, Siloxan und Si-Silan-Siloxan-Gemisch. Als Transportmittel in die Ziegel dienen dabei Lösemittel und wasserfreie Alkohole, aliphatische Lösungsmittel und Emulsionen in Wasser.

Anwendungstechnik. Der Auftrag erfolgt mit dem Niederdruck-Sprühgerät, Flutgerät, Airlessgerät oder der Baumspritze.

Je höher die Eindringtiefe, umso besser die Wirkung. Diese wird durch einen mehrmaligen Auftrag des Imprägniermittels nass in nass erreicht.

9.4.3 Kalksandsteine

Kalksandsteine (DIN 106) sind sehr helle, glatte Mauersteine die, je nach Zusammensetzung, für Innen- und Außenwände eingesetzt werden. Kalk (Calciumhydroxid), Sand (Quarzsand) und Wasser werden gemischt, mittels Pressen zu Steinrohlingen geformt und in speziellen Dampfdruckkesseln gehärtet, Temperatur ca. 200 °C, Druck ca. 16 bar.

Unterschieden werden klein- und mittelformatige Steine sowie Großformate nach DIN 106:

- KS-Vollsteine
- KS-Lochsteine
- KS-R-Steine (Nut- und Feder-System)
- KS-R-Plansteine (Voll-, Loch-, Block-, Hohlblock-)
- KS XL-PE Plan-, Rasterelemente
- KS-Bauplatten
- KS-Verblender (Vormauersteine **9.**14)

Eigenschaften

Kalksandstein ist

- schwer (hohe Rohdichte)
- gut schalldämmend
- wärmespeichernd
- nicht brennbar
- hoch wärmeleitfähig
- stark wasseraufnehmend

Für Außen sind nur frostwiderstandsfähige Steine und Verblender geeignet (**9.**15). Zum Wärmeschutz werden Dämmstoffe zwischen mehrschichtiges Mauerwerk gestellt.

Kalksandsteine müssen gegen Feuchtigkeit durch Imprägnierung (Hydrophobierung) oder Beschichtung geschützt werden.

Es sind gründliche und umfassende Untergrundprüfungen durchzuführen (BFS-Merkblatt Nr. 2, Kap. 3.1–3.3)

Anforderungen an Beschichtungen

- hohe Haftfestigkeit
- Alkalibeständigkeit
- hohe Wasserdampfdurchlässigkeit
- Schlagregendichtigkeit
- UV-Beständigkeit.

Auf Kalksandsteinen sollen deckende Beschichtungen frühestens nach 3 Monaten, farblose Imprägnierungen 4 Wochen nach Fertigstellung aufgebracht werden (BFS-Merkblatt Nr. 2).

Nach einer Reinigung der KS-Flächen darf die Beschichtung bzw. Imprägnierung nur mit vom Hersteller empfohlenen Beschichtungsstoffen ausgeführt werden.

9.14 Fassaden mit KS-Vormauerziegel

Feuchtigkeitsschutz ist bei Kalksandsteinmauerwerk vorrangig, deshalb sind folgende geschlossene Beschichtungssysteme geeignet:

Farblose Imprägnierungen, außen und innen

Kieselsäure-Imprägniermittel
Silicon-, Silan-, Siloxan-Imprägniermittel
Auftrag der Imprägniermittel im Flut- oder Sprühverfahren mehrmals nass-in-nass.

Deckende Beschichtungssysteme, außen und innen

Dispersions-Silikatfarben
Siliconharz-Emulsionsfarben
Dispersionsfarben
Siloxanfarben

Für Innenbeschichtungen – Dispersionsfarben nach DIN EN ISO 7783 – 2

9.5 Natursteine

Natursteine bestehen aus kristallisierten Verbindungen. Sie werden auch als Mineralien bezeichnet.

Natursteine

Erstarrungsgesteine (Eruptivgesteine)	**Ablagerungsgesteine** (Sedimentgesteine)
– Granit	– Sandstein
– Basalt	– Kalkstein
– Trachyt	– Marmor
– Bims	– Schiefer
	– Travertin

Natursteine werden zur Gestaltung von Außenflächen, wie Sockel, Ziermauern, Verkleidungen, Säulen, Pfeilern und Verblendungen, verwendet. Wir finden sie als Steinplastik und als Balustrade.

Natursteinmauerwerk wird unverputzt eingesetzt als (**9.**15)

- Zyklopenmauerwerk aus unregelmäßigen Bruchsteinen,
- Bruchsteinmauerwerk aus Bruchsteinen verschiedener Größen mit unregelmäßigen Fugen,
- Schichtmauerwerk aus Steinen wechselnder und gleicher Höhe,
- Quadermauerwerk aus gleichmäßig zubehauenen Steinen,
- vorgesetztes Mischmauerwerk.

Natursteine werden durch die wachsende Umweltbelastung besonders geschädigt. Verwitterungsprozesse machen eine systematische Konservierung und Steinrestaurierung erforderlich.

Konservieren = bewahren, erhalten bei Natursteinen durch

- Zufuhr von Bindemitteln (Verfestigung)
- Reduzierung der Wasser- und Schadstoffaufnahme (hydrophobierende Imprägnierung)

Restaurieren = wiederherstellen (9.16)

- Wiederherstellung verkrusteter, zerstörter oder fehlender Oberflächen
- maßvolles Ergänzen fehlender Teile

Ursachen der Verwitterungsvorgänge

Mechanische Korrosion: Frostschäden, Salzschäden, Temperaturwechsel (**9.**17)

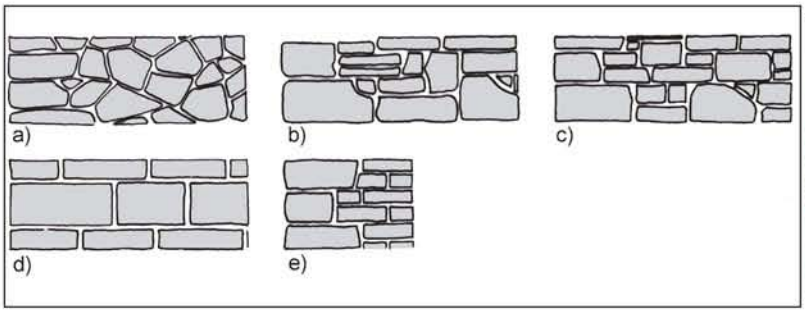
Biologische Korrosion: Algen, Moose, Flechten, Bakterien, Salzbildung (**9.**18)

Chemische Korrosion: Bindemittelabbau bzw. -Zerstörung durch Schwefeldioxid und andere saure Gase (**9.**19)

Poröse Steine, z. B. Sandstein, Tuffstein, sind durch die chemische Korrosion besonders gefährdet.

Steinkonservierung. Zu einer umfassenden Steinkonservierung gehört:

- Schadensuntersuchung, Feststellung der Schadensursache
- Steinuntersuchung
- Festlegung des Konservierungsverfahrens, Musterflächen
- Kontrolle der Konservierungsarbeiten.



9.15 Natursteinmauerwerk
a) Zyklopenmauerwerk, b) Bruchsteinmauerwerk,
c) Schichtmauerwerk,
d) Quadermauerwerk, e) Mischmauerwerk

9.16 Sandstein mit falschem Material restauriert

9.17 Frostschäden und Winderosion (mechanische Korrosion)

9.18 Bewuchs mit Mikroorganismen (biologische Korrosion)

9.19 Bindemittelverlust durch Schadstoffe (chemische Korrosion)

9.6 Beschichtungstechniken – Untergrundvorbehandlung

9.6.1 Prüfung und Vorbehandlung der Untergründe

Untergrundprüfung. Vor Beginn von Beschichtungsarbeiten müssen alle Untergründe auf Mängel geprüft und auf die vorgesehene Art der Ausführung hin beurteilt werden. Bedenken sind unverzüglich, d. h. möglichst vor Aufnahme der Arbeit, dem Auftraggeber schriftlich mitzuteilen. VOB Teil B §4 Nr. 3 und VOB Teil C DIN 18 363 Kap. 3.1.1.

Die Prüfung beschränkt sich auf die Oberfläche sowie auf sichtbare und erkennbare Mängel im Untergrund (Tab. **9.8**). Einfache Prüfmethoden sind anzuwenden.

Untergrundprüfungen sind in den einzelnen BFS-Merkblätter beschrieben.

Tabelle **9.8** Prüfungen von Putzuntergründen (BFS-Merkblatt 9)

Prüfung auf	Prüfmethode	Erkennung	Technische Hinweise und Maßnahmen
Feuchtigkeit	Augenschein und ggf. Kratzprobe	Feuchte Flächen, Wasserränder, Verfärbungen zeichnen sich ab	Ursachen beseitigen, abtrocknen lassen
Oberflächenfestigkeit	Kratzprobe mit festem, kantigem Gegenstand	Oberfläche wird bei mäßigem Druck beschädigt	Lose, lockere oder mürbe Teile manuell oder maschinell entfernen. Weiche Schichten sind kein tragfähiger Untergrund für Beschichtungsarbeiten
	Abreiben mit der Hand	Geringer Abrieb Starker, tiefgehender Abrieb	Bei geringem Abrieb an der Putzoberfläche mit putzfestigendem Grundbeschichtungsstoff (Putzhärter) behandeln. Nicht geeignet für Beschichtungen; Putz erneuern
	Annässen bis zur Sättigung mit Wasser und Kratzprobe	Bei Benetzungsprobe erweicht die Oberfläche	Nicht tragfähigen Putz erneuern
Sinterschichten	Ankratzen bzw. Anschleifen, anschließend Benetzungsprobe mit Wasser	In trockenem Zustand Oberflächenglanz, geringe Saugfähigkeit. Nach Benetzungsprobe Dunkelfärbung der Kratzspur bzw. Schleifspur	Manuell, maschinell oder ggf. durch Fluatieren entfernen.
Saugfähigkeit	Benetzungsprobe mit Wasser	Wasser perlt ab, kein Absaugen in die Oberfläche oder sie nimmt langsam Wasser auf und färbt sich langsam dunkler	Ursachen feststellen und ggf. beseitigen
		Bei starker Saugfähigkeit rasche Wasseraufnahme und schnelle Dunkelfärbung	Stark bzw. unterschiedlich saugende Untergründe sind durch Grundbeschichtung zu egalisieren
Ausblühungen	Augenschein	Meist weiße Salze oder Kalkauslaugungen	Feuchtigkeitseinflüsse beseitigen. Danach austrocknen lassen und Salze trocken entfernen
Moos-, Algen-, Pilzbefall	Augenschein	Grüner, roter oder dunkler Bewuchs bzw. Belag (**9.**20, **9.**21)	Chemisch behandeln und mechanisch oder durch Reinigen mit Hochdruckwasserstrahl entfernen, ggf. chemisch nachbehandeln
Mauerspinne (9.28)	Augenschein	ca. 5 cm große schwarze Flecken, Anhaftungen von Staub und Insektenresten	Beseitigen mit Heißwasser-Hochdruckreiniger; besprühen der gesamten Fläche mit Gemisch aus Insektiziden/ Akariziden
Saugnäpfe von Weinranken (9.30) **Klimmhaare von Efeu**	Augenschein	kleine, runde Näpfchen durch Ästchen verbunden, Ästchen mit Verzweigungen	Abschleifen oder Abfräsen oder Mit Gasbrenner verkohlen und abbürsten, danach absperren oder lösemittelhaltig Grundbeschichten
Risse	Augenschein Benetzungsprobe	Rissverlauf mit Dunkelfärbung, Risserscheinungsbild	Je nach Rissart und Umfang geeignete Sanierung durchführen. Siehe auch BFS-Merkblatt Nr. 19
Verschmutzungen	Augenschein	Flecken, Abläufer	Entfernen/Reinigung

Tabelle 9.8 Fortsetzung

Prüfung auf	Prüfmethode	Erkennung	Technische Hinweise und Maßnahmen
Rostflecken	Augenschein	Rostverfärbungen einzelner Stellen	Entfernen, Absperren
Ausbesserungsstellen	Augenschein	Strukturunterschiede	Oberflächenstruktur weitgehend angleichen
Sichtbare Schadstellen	Augenschein und Klopfen mit dem Hammer	Nicht haftende Schadstellen klingen hohl	Schadstellen ausbessern
Tragfähigkeit vorhandener Altbeschichtungen	Kratz- und Schnittprobe mit festem, kantigen Gegenstand oder Messer und Klebebandtest (ca. 10 cm) Klarsichtklebestreifen fest andrücken und ruckartig abreißen	Beschichtungsteile splittern bereits bei mäßigem Druck ab, Kratzspur ist gezackt oder ausgewölbt, der Beschichtungsfilm lässt sich leicht abziehen. Beschichtungsteile bleiben am Streifen kleben	Altbeschichtung entfernen
Alkalität	Mit destilliertem Wasser anfeuchten und Indikatorpapier aufdrücken	Farbveränderung mit Farbskala vergleichen, pH-Wert ablesen	ggf. fluatieren, sperrende Grundbeschichtung aufbringen

Weitere Untergrundprüfungen sind u. a. im BFS Merkblatt Nr. 20 „Beurteilung des Untergrundes für Beschichtungs- und Tapezierarbeiten, Maßnahmen zur Beseitigung von Schäden" aufgeführt.

9.6.2 Untergrundmängel – Beseitigung

Die größte Zahl der Untergrundmängel ist durch Augenschein festzustellen und zu bewerten.

Bei einigen Mängeln sind umfangreiche Untersuchungen nötig, z. B. können Salzausblühungen im Sockelbereich unterschiedliche Ursachen haben. Bei Mängelbeseitigung sind die beschichtungstechnischen Lösungen häufig nur Kosmetik, d. h. kurzzeitig wirksam. Wichtig ist es deshalb, gleichzeitig technische Maßnahmen durchzuführen, um Mängel nicht mehr entstehen zu lassen.

Beispiele:

Schmutzfahnen kommen immer wieder, solange das Wasser nicht abtropfen kann – Tropfkante ausbilden bzw. anbringen.

Veralgung am Dachgiebel kommt wegen unzureichender Dämmung immer wieder – ausreichende Dämmung anbringen.

Aufgabe des Malers, der Malerin ist es

- Untergrundprüfungen durchzuführen
- Ursachen festzustellen
- auf Mängel, die nicht in seinem Gewerk liegen, aufmerksam zu machen
- dem Kunden Sanierungsvorschläge vorzulegen.

Eine dauerhafte fachmännische Mängelbeseitigung trägt zu einem zufriedenen Stammkunden bei.

Untergrundmängel und Hinweise auf Beseitigungsmöglichkeiten

9.20 Grünalgen
Beseitigung: mechanisch bzw. Reinigung mit Hochdruckreinigungsgerät, Fläche mit alkadiziden Mitteln/Beschichtungsstoffen behandeln

9.21 Rotalgen
Beseitigung: *mechanisch* bzw. Reinigung mit Hochdruckreinigungsgerät, Fläche mit alkadiziden Mitteln/Beschichtungsstoffen behandeln

9.22 Schmutzfahnen an einer zwei Jahre alten Betonfassade
Beseitigung: Reinigung, Anbringen von Ablaufkanten

9.23 Schmutzabläufer wegen fehlender Tropfkante
Beseitigung: Reinigung, Anbringen einer Ablaufrinne

9.24 Abläufer durch Auswaschung des Imprägniermittels von der Rückseite der aufgesetzten Balken
Beseitigung: Absperren der Abläufer, Abdichten der Fugen zwischen Balken und Putz

9.25 Farbtonveränderung wegen mangelnder lichtbeständigkeit der Pigmente
Beseitigung: Überholungsbeschichtung

9.26 Feuchteschäden aufgrund des unbeheizten Dachbodens Westseite, Dispersionsfarbe
Beseitigung: Wärmedämmverbundsystem anbringen

9.27 Starke Veralgung auf einem WVS, Nordseite
Beseitigung: Hochdruckwasserreinigung, ehem. *behandeln*, Farbe mit fungizidem und algizidem Zusatz

9.28 Mauerspinnen
Beseitigung: Reinigung mit Heißwasser-*Hochdruckreiniger*; Fassade mit Insektiziden und Akariziden behandeln, zwei Alternativen

9.29 Saugnäpfe von Weinranken
Beseitigung: abschleifen/abfräsen oder mit Gasbrenner verkohlen und abbürsten, danach absperren

9.30 Falscher Beschichtungsstoff auf Putz P1, Rissbildung, Feuchteschäden
Beseitigung: Entfernen der Altbeschichtung, Neubeschichtung, ggf. Putz mit Armierungsgewebe; CO_2-durchlässig

9.31 Aufsteigende Feuchtigkeit hinter den Fliesen
Beseitigung: Fliesen und Putz entfernen, Isolierung erneuern

9.32 Auswaschungen von Schutzkolloiden (Additiv) durch Frühfeuchtigkeit oder hohe Luftfeuchtigkeit
Beseitigung: Abwitterung durch Regen oder Reinigung mit Hochdruckwasserstrahl

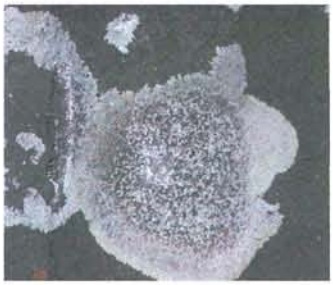
9.33 Fugen und Steine haben unterschiedliche Wärmedurchgangswerte, auf den Steinen bleibt Feuchtigkeit länger, Fugen trocknen schneller; Folge: Algenbildung
Beseitigung: WD/VS aufbringen

9.34 Salzausblühungen Ursache feststellen: z. B. mangelhafte Horizontalisolierung, Streusalz, Pflasterung über Isolierung
Beseitigung: entsprechend der Ursache vorgehen

9

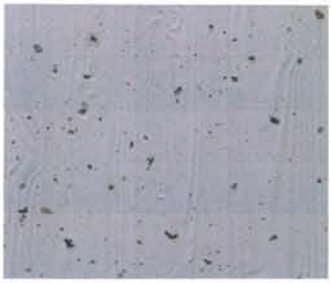
9.35 Wärmebrücken durch Dübel, Veralgung
Beseitigung: Überdämmung, mit algizid eingestellte Beschichtung

9.36 Betonschaden durch Korrosion der Bewehrung
Beseitigung: Betoninstandsetzung



9.37 Flechten
Beseitigung: mechanisch oder mit Höchstdruckreinigungsgerät

9.38 Efeuranken
Beseitigung: Abreißen und Abtrennen der Krallwurzeln



9.39 Lunker
Beseitigung: Aufbrechen der Lunker, Verspachteln

9.40 Putzrisse nicht vom Putzträger ausgehend

9.41 Risse vom Putzträger ausgehend (Stoß- und Lagerfugenrisse)

9.42 Baudynamische Risse (bautechnische/konstruktionsabhängige Risse)

9.43 Risse in der Wärmedämmung
Beseitigung: Entfernung der Dämmung, Neuaufbau des WDVS

9.6.3 Rissarten und Rissursachen

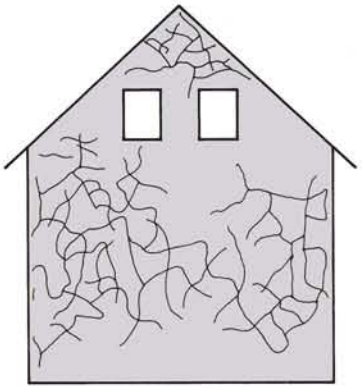
(BFS-Merkblatt Nr. 19)

1. Putzrisse nicht vom Putzträger ausgehend (mörtel- und putztechnische Risse)

Putzoberflächenrisse (9.40 u. 9.44)
Durch Putzlagen gehende Risse

Ursachen:

- zu feiner gleichkörniger Sand im Oberputz
- zu viel aufschlämmbare Bestandteile im Sand
- zu hoher Bindemittelanteil im Oberputz
- zu starke Oberflächenbearbeitung (Filzen, Glätten – Bindemittelanreicherung)
- zu dicke Putzlage (Absack-, Schwundrisse)
- zu schneller Entzug des Anmachwassers (Sonne, Wind, stark saugender Untergrund)



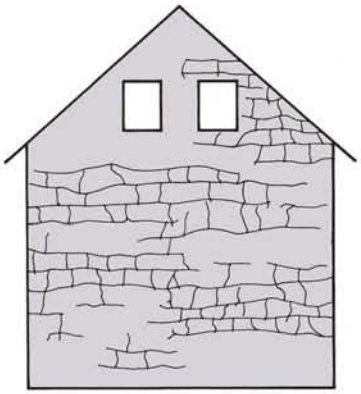
9.44 Putzoberflächenrisse

2. Risse vom Putzträger ausgehend

Stoß- und Lagerfugenrisse (9.41 u. 9.45)
Risse durch Formveränderung unterschiedlicher Wandbildner

Ursachen:

- mangelnde Austrocknung des Mauerwerks
- unterschiedliche Eigenschaften der Mauerwerksbaustoffe, Mischmauerwerk
- nicht voll verfugtes Mauerwerk
- unterschiedliche Eigenschaften von Mauerwerksbaustoffen und Fugenmörtel
- thermische Spannungen im Wandbildner
- Volumenveränderung durch Temperatur- und Feuchtigkeitseinwirkungen



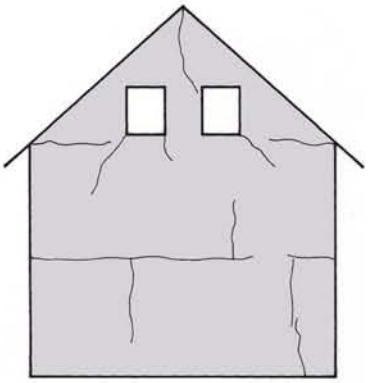
9.45 Stoß- und Lagerfugenrisse

3. Baudynamische Risse

Bautechnische und konstruktionsabhängige Risse (9.42 u. 9.46)
Baugrundbedingte Risse

Ursachen:

- Bewegungen und Verformungen durch Zug- oder Druckspannungen
- Windbelastung
- Deckenschub
- fehlende Bewegungs-, Dehnungsfugen
- Anschlüsse unterschiedlicher Bauteile, Baustoffe
- Bewegung des Baugrundes (geologische Setzungen)
- Erschütterungen (Straßen-, Bahnverkehr)



9.46 Bautechnische Risse

9.6.4 Risssanierung – Systemaufbau (exemplarisch)

Entsprechend der Rissart ist ein Sanierungssystem auszuwählen. Aufbau und Anzahl der Beschichtungen ist abhängig vom jeweiligen System der Stoffhersteller. Es dürfen nur komplette Systeme eines Herstellers verarbeitet werden.

Alle Rissarten unterliegen ständigen Bewegungen durch

- Temperaturschwankungen (Ausdehnen und Zusammenziehen)
- Feuchtigkeitswechsel (Quellen und Schwinden)
- Zug-, Druck- und Schubspannungen

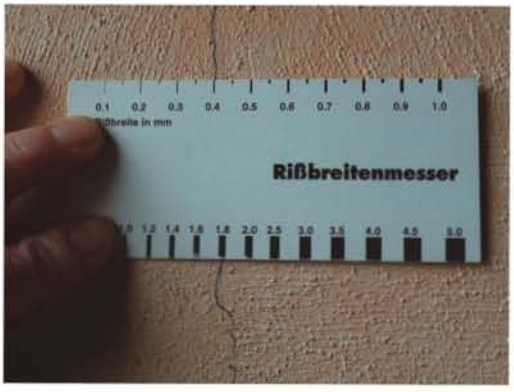
Die Sanierungssysteme (Tab **9.9**) müssen diese nur schwer einzuschätzenden Bewegungen auffangen.

Bei allen plastoelastischen Systemen ist auf eine Kälte und Wärmeelastizität (von –20 °C bis +70 °C) zu achten.

Bei allen Putzflächen muss der Untergrund vor einer Sanierung geprüft und vorbereitet werden:

- Untergrundprüfung (Abschn. 9.6.1, Tab. **9.8**)
- Reinigung
- Beseitigung rissunabhängiger Mängel
- Risssanierung

Mit einem **Rissbreitenmesser** lässt sich die Breite eines Risses durch Vergleich ermitteln (**9.47**). Die Breitenbestimmung dient der Festlegung von Sanierungssystemen bzw. der Werkstoffauswahl.



9.47 Rissbreitenmesser

Rissüberbrückende Beschichtungsstoffe erfüllen ihre Funktion nur bei ausreichender Dicke der Beschichtung, z. B. 250 ml/m² bis 450 ml/m² je Beschichtung.

Kälteelastisch ist die Eigenschaft eines Beschichtungsstoffes, auch bei Temperaturen deutlich unter 0 °C, seine elastische Wirkung beizubehalten.

Werden spezielle **Spachtelmassen** zum Füllen von Rissen eingesetzt, sind die Risse grundsätzlich zu erweitern, mindestens 1 mm (V-Fuge), danach zu säubern und zu grundieren.

Rissarmierung bedeutet das Einlegen von Gewebe in systemgerechte Armierungskleber oder Spachtelmassen.

Einzelrissarmierung, hierbei wird der Riss mit einer Gewebebinde überdeckt. Die Binde wird dabei nur im Randbereich verklebt, das Gewebe über der Risszone bleibt lose.

Teil- oder Vollarmierung bedeutet die teilweise oder vollflächige Armierung mit Gewebe.

Beim bahnenweisen Kleben der Gewebebahnen sind diese ca. 10 cm zu überlappen.

Gewebearten sind

- Kunststoffgewebe, hoch reiß- und schiebefest, alkalibeständig
- Glasfasergewebe, hohe Zugfestigkeit, schiebefest, alkalibeständig, weichmacherfrei

Kunststoffgewebe wird nach dem Kleberauftrag vollflächig ins Kleberbett eingelegt, angedrückt und je nach System nach der Trocknung nochmals mit Kleber beschichtet.

Glasfasergewebe wird in die Armierungsmasse eingedrückt und plan gespachtelt. Das Gewebe soll im oberen Drittel liegen, es muss vollflächig von der Armierungsmasse überdeckt sein.

Die weitere Bearbeitung der armierten Flächen darf nur mit systemgerechten Beschichtungsstoffen erfolgen.

Putze geringer Festigkeit, z. B. P I, dürfen wegen der Verminderung der CO_2- und Wasserdampfdurchlässigkeit nicht mit kunstharzgebundenen Riss-Überbrückungssystemen beschichtet werden.

Tabelle 9.9 Rissarten und Risssanierungssysteme

Rissart		Risssanierungssystem (Gruppe)					
Bezeichnung	I	II	III	IV	V	VI	VII
Putzoberflächenrisse	+	+	+	–	+	+	+
Durch Putzlagen durchgehende Risse	–	+	+	–	+	+	+
Risse an Stoß- und Lagerfugen	–	–	+	–	+	+	+
Risse durch Formveränderung unterschiedlicher Wandbildner	–	–	–	+	+	+	+
Bautechnische und konstruktionsabhängige Risse	–	–	–	+	+	–	+
Baugrundbedingte Risse	–	–	–	+	+	–	+

+ = geeignet, – = nicht geeignet

Beschichtungssysteme zur Risssanierung (BFS Merkblatt 19)

Gruppe I Verschlämmende Beschichtung

Gefüllte Beschichtungssysteme auf Basis Kunststoffdispersion, Dispersionssilikat oder Siliconharzemulsion.

- Grundbeschichtung
- Zwischenbeschichtung mit gefülltem Beschichtungsstoff
- Schlussbeschichtung mit dem gleichen oder einem abgestimmten andersartigen Beschichtungsstoff.

Gruppe II Eintopfsystem plastoelastisch

Plastoelastische Beschichtungssysteme auf Basis Kunststoffdispersion

- Grundbeschichtung
- Zwischen- und Schlussbeschichtung mit gleichem Material.

Gruppe III Zweitopfsystem plastoelastisch

Plastoelastisches Beschichtungssystem auf Basis Kunststoffdispersion

- Grundbeschichtung
- erste Zwischenbeschichtung mit plastoelastischem Beschichtungsstoff
- ggf. zweite Zwischenbeschichtung mit gleichem Beschichtungsstoff.
- Schlussbeschichtung mit systemgerechtem Beschichtungsstoff

Gruppe IV Streifenarmierung plastoelastisch

Teilarmierung mit plastoelastischem Beschichtungsstoff auf Basis Kunststoffdispersion

- Aufweitung des Risses, V-förmig
- Grundierung der Rissflanken
- Ausfüllen des Risses mit plastoelastischer Spachtelmasse
- Grundbeschichtung der gesamten Fläche
- Zwischenbeschichtung der Risszonen mit plastoelastischem Beschichtungsstoff, Einbetten von Armierungsgewebestreifen
- Zwischenbeschichtung der gesamten Fläche mit plastoelastischem Beschichtungsstoff
- Schlussbeschichtung mit systemgerechtem Beschichtungsstoff.

Gruppe V Vollflächige Gewebearmierung plastoelastisch

- Vollflächige Gewebearmierung mit plastoelastischem Beschichtungsstoff auf Basis Kunststoffdispersion
- Arbeitsgänge gleich wie bei Gruppe IV
- Gewebe vollflächig einlegen

Gruppe VI Rissüberbrückung mit kunststoffvergüteter mineralischer Spachtelmasse

- Grundbeschichtung
- Spachtelauftrag mit kunststoffvergüteter mineralischer Spachtelmasse, Einbetten von alkalibeständigem Glasgewebe, zweiter Spachtelauftrag nass-in-nass
- ggf. Zwischenbeschichtung
- Schlussbeschichtung mit Beschichtungsstoff oder Putz auf Basis Kunststoffdispersion, Dispersionssilikat oder Siliconharz-Emulsion.

Gruppe VII Verbundsystem mit Platten

Wärmedämm-Verbundsystem.

9.6.5 Untergrundvorbehandlung im Außenbereich

Aufgrund der Untergrundprüfung, entsprechend der Untergrundart und abgestimmt auf die nachfolgende Beschichtung, ist eine geeignete Untergrundvorbehandlung durchzuführen (Tab. **9.**10). Schwerpunkte bei der Untergrundvorbehandlung im Außenbereich sind die Beseitigung von Verschmutzungen und witterungs- und umweltbedingten Mängeln.

Achtung, bei allen Reinigungsarbeiten unter Verwendung von Wasser sind alle Sicherheits- und Umweltschutzauflagen und örtliche bzw. kommunale Regelungen zu beachten.

Tabelle **9.**10 Übersicht über Untergrundvorbehandlung im Außenbereich

Untergrund	Maßnahmen zur Vorbehandlung
Neue Putze der Mörtelgruppen P I, P II, P III	ca. 28 Tage (4 Wochen) unbehandelt stehenlassen; Sinterschicht durch Abschleifen entfernen oder durch Fluatieren anätzen
Alte Putze der Mörtelgruppe P I	Verschmutzungen und Veralgungen abkehren, abbürsten, mit schwachem Wasserstrahl reinigen
Alte Putze der Mörtelgruppen P I und P II	Verschmutzungen und Veralgungen manuell oder maschinell entfernen mit z. B. Schleifscheibe, Drahtbürste, Hochdruckwasserstrahlen, Feuchtsandstrahlen
Kunstharzputze	Reinigung durch Hochdruckwasserstrahlen, Schimmelbefall und Veralgungen mit fungiziden und algiziden Lösungen vorbehandeln
Wärmedämmputze	Verschmutzungen und Veralgungen mit schwachem Wasserdruck abwaschen, ggf. schwache Reinigungsmittel einsetzen
Putzausbesserungen	Risse und Putzausbrüche mit putzähnlichem Ausbesserungsmörtel (Festigkeit, Struktur) ausbessern; frische Putzausbesserungen vor der Neubeschichtung fluatieren
Beton	Reinigung durch Hochdruckwasserstrahlen; Lunker ausspachteln
Kalksandstein unbehandelt	Ausblühungen trocken abbürsten; kreidende (mehlende) Oberfläche fluatieren und gut nachwaschen
Schlecht haftende Mineral-, Silikatfarben	Trocken mechanisch oder durch Abätzen restlos entfernen, gründlich mit Wasser nachspülen
Nicht tragfähige Dispersionsfarben und Kunstharzputz-Beschichtung	Mit umweltfreundlichem Abbeizer ablösen und durch Hochdruckheißwasserstrahlen sorgfältig nachwaschen; vor Beschichtung gut austrocknen lassen

9.6.6 Untergrundvorbehandlung im Innenbereich

Die Untergrundvorbehandlung im Innenbereich ist durch die Untergrundproblematik und die große Zahl von Beschichtungssystemen vielfältiger als im Außenbereich (Tab. **9.**11). Es ist grundsätzlich darauf zu achten, möglichst viele schadstofffreie bzw. schadstoffarme Werkstoffe einzusetzen.

Nach allen Vorarbeiten ist vor Neubeschichtungen zu prüfen, ob und mit welchen Grundbeschichtungsstoffen der Untergrund weiter zu bearbeiten ist.

Die Auswahl richtet sich nach dem Zustand des Untergrundes und dem Beschichtungsstoff.

Tabelle 9.11 Übersicht über Untergrundvorbehandlung im Innenbereich

Untergrund	Maßnahmen zur Untergrundvorbehandlung
Neue Putze der Mörtelgruppe P II und P III	Sandkörner durch Abschaben (Flächenschaber), Sinterschicht durch Schleifen oder Fluatieren entfernen
Neue Putze der Mörtelgruppe P IV	Sinterschicht durch Schleifen entfernen, Putzgrade abstoßen
Gipskartonplatten	Spachtelgrade abschleifen, Spachtelungen ggf. nachspachteln und schleifen; aufgedruckte Beschriftung absperren
Beton	Trennmittelrückstände abwaschen; Lunker und Ausbruchstellen beispachteln
Porenbeton	Ausbruchstellen mit Porenbeton-Reparaturmörtel ausspachteln
Leimfarbenbeschichtung	Gründlich abwaschen
Schimmelbefall	Durch Abbürsten, Abschaben, Abkratzen entfernen. Mit fungiziden Mitteln behandeln, gut trocknen lassen (Schutzmaßnahmen durchführen)
Wasserflecken	Durch trockenes Abbürsten reinigen, ggf. fluatieren oder absperren
Nikotinverseuchung, Ruß-, Fett- und Ölflecken	Mit Wasser und fettlösendem Reinigungsmittel abwaschen, nachwaschen und gut trocknen lassen, ggf. absperren
Nicht tragfähige Altbeschichtungen	Durch Abschaben, Abkratzen, ggf. unter Einsatz von Wasser bzw. Abbeizmittel entfernen (Schutzvorschriften beachten)
Löcher, Risse, Ausbrüche	Ausbesserungen mit Spachtel- und Putzmassen, die auf den Untergrund und die folgende Beschichtung bzw. Bekleidung abgestimmt sind

9

9.6.7 Abbeizen von Dispersionsbeschichtungsstoffen

Nicht tragfähige Altbeschichtungen auf mineralischen Untergründen müssen entfernt werden. Dies kann mechanisch (schleifen, fräsen) oder durch Abbeizen geschehen.

Abbeizmittel werden eingesetzt zum Entfernen von Dispersions- und Dispersionssilikatfarben, Ölfarben und Lacken, plastischen Beschichtungen und Kunstharzputzen. Hierzu stehen zu Verfügung

- lösemittelarme Abbeizmittel
  Wirkstoffbasis: Lösemittel-Kombinationen
- lösemittelhaltige Abbeizmittel
  Wirkstoffbasis: Lösemittelgemisch aus Dichlormethan und Methanol

Lösemittelarme Abbeizmittel sind aromatenfrei, frei von Chlorkohlenwasserstoffen, geruchsmild und biologisch abbaubar.

Dichlormethanhaltige Abbeizmittel sollten nur verwendet werden, wenn mit keinem anderen Mittel die notwendige Wirkung erzielt werden kann. Die Verarbeitung erfolgt wie bei dem biologisch abbaubaren Abbeizmittel.

Vorsichtsmaßnahmen. Bei der Arbeit mit Abbeizmitteln sind Vorsichtsmaßnahmen zum persönlichen Schutz notwendig:

- persönliche Schutzausrüstung tragen
- für gute Belüftung sorgen
- nicht rauchen

Das Entfernen von Dispersionsfarben an einer Fassade erfordert umfangreiche Nebenleistungen, wie das Abdecken von Erdreich und Pflanzen, das Anbringen von Auffangbehältnissen für Abbeizmittel und Nachwaschwasser. Es dürfen keine Abwässer ins Erdreich gelangen! (Fassadenreinigung s. Abschn. 9.10).

Verarbeitung. Auftrag mit Naturborsten-Bürste, Lammfellrolle oder Airlessgerät von unten nach oben; Auftragsmenge 500 bis 1000 g/m^2, Einwirkzeit 2 bis 10 Std., Ablüften durch Abdecken mit Folie verhindern, abgebeizte Fläche mit Hochdruckwasserstrahl reinigen.

Entsorgung. Abbeizmittelreste und abgebeizte Farbreste sind als Sonderabfall zu entsorgen. Nachwaschwasser ist von Feststoffen zu trennen und darf in die örtliche Kanalisation eingeleitet werden, wenn diese an eine Kläranlage angeschlossen ist.

Lagerung an einem kühlen, gut belüfteten Ort. Vor Sonneneinstrahlung und Wärmequellen schützen. Lagertemperatur nicht über 20 °C. Wichtig bei Baustellenlagerung!

Kennzeichnung. Abbeizmittel sind nach der Gefahrstoffverordnung kennzeichnungspflich-

tig – Gefahrenhinweise und Sicherheitsratschläge beachten

9.6.8 Glätt- und Füllstoffe auf mineralischen Untergründen

Spachtelmassen werden zum Glätten und Füllen des Untergrundes eingesetzt. Sie sind für den dünn- und dickschichtigen Auftrag geeignet und können je nach Materialart aufgespachtelt oder aufgespritzt und geglättet werden (Tab. **9.**12)

Die Auswahl richtet sich nach dem Untergrund, dem Verwendungszweck und dem nachfolgenden Beschichtungsstoff oder Wandbelag.

Tabelle **9.**12 Spachtelmassen auf mineralischen Untergründen

Arten	Bindemittel	Verdünnung	max. Schichtdicke	Anwendung
Silikatspachtel gebrauchsfertig	Kaliwasserglas + organische Bestandteile	Wasser	> 3 mm	Ausbesserungen, ganzflächige Spachtelungen auf mineralischen Untergründen
Feinspachtel auf Gipsbasis	Alabastergips	Ansatz mit Wasser	3 bis 30 mm	dickschichtige Innenspachtelung auf Beton, Putz, Porenbeton
Zellulose-Füllspachtel auf Gipsbasis	Leim und Gips	Ansatz mit Wasser	< 3 mm	zum Füllen, Spachteln und Glätten mineralischer Untergründe
Spachtelmasse auf Dispersionsbasis, pastös	Styrolacrylat-Dispersion, Kunstharzdispersion nach DIN 55 947	Wasser	< 3 mm	Spachteln von Betonfertigteilen, Planspachteln mineralischer Untergründe; Grundspachtel für Glättetechnik (innen)
Fassadenspachtel pulverförmig	mineralische Bindemittel, kunstharzvergütet	Ansatz mit Wasser	5 bis 10 mm	Planspachteln mineralischer Untergründe; Ausbesserungen von Rissen und Putzschäden
Füll-Reparaturspachtel	Spezial-Zement kunstharzvergütet	Wasser	< 50 mm	Füllen von Poren, Löchern, Ausbruchstellen; Planspachtelungen, innen und außen

9.7 Beschichtungstechniken – Beschichtungsstoffe

Tabelle **9.**13 Beschichtungsstoffe für mineralische Untergründe – Übersicht

wasserverdünnbar	Innen	Außen	lösemittelhaltig	Innen	Außen
Kalkfarbe	×	×	Acryllasur	×	×
Kalk-Weißzementfarbe	×	×	Polymerisatharzlack	×	×
Silikatfarbe		×	Alkydharzlack	×	×
Dispersions-Silikatfarbe	×	×	Epoxidharzlack	×	×
Leimfarbe	×		Polyurethanharzlack	×	×
Dispersionsfarbe	×	×	Chlorkautschuklack	×	×
Siliconharz-Emulsionsfarbe	×	×			
Alkydharzlack	×	×	Buntsteinputz		×
Acrylharzlack	×	×			
2K-Epoxidharzlack	×	×			
Buntsteinputz	×	×			
Putze auf Silikat-, Dispersions- und Siliconharz-Emulsionsbasis	×	×			

9.7.1 Grundbeschichtungsstoffe

Eine Beschichtung ist nur so gut wie der Untergrund. Neben der Untergrundprüfung und der Unterrundvorbereitung ist die Grundbeschichtung ein wichtiger Faktor für die Haftung und Haltbarkeit eines Beschichtungssystems.

Zur Grundbeschichtung steht eine Vielzahl von Werkstoffen zu Verfügung. Ihre Anwendung richtet sich nach

- der Untergrundart
- der Untergrundbeschaffenheit
- der zu erzielenden Wirkung
- dem Beschichtungssystem
- dem Wandbelag
- der Lage, innen und/oder außen

Aufgaben. Grundbeschichtungsstoffe haben auf Grund ihrer Zusammensetzung unterschiedliche Aufgaben bzw. Wirkungen:

- Egalisation ungleichmäßig saugender Untergründe
- Verringerung der Saugfähigkeit stark saugender Untergründe
- Festigung leicht bzw. oberflächlich sandender Untergründe
- Festigung leicht kreidender Oberflächen
- Haftungsvermittlung zwischen Untergrund und Beschichtung/Belag

Grundbeschichtungsstoffe können sein: farblos oder pigmentiert, lösemittelhaltig oder lösemittelfrei, tief eindringend oder oberflächenbindend, ungefüllt oder gefüllt (quarzhaltig).

Um die notwendige Wirkung zu erzielen, ist bei der Verarbeitung das Verdünnungsmittel und das Verdünnungsverhältnis genau einzuhalten.

Der Auftrag erfolgt überwiegend im Streichverfahren, möglich sind auch Roll- oder Sprühverfahren. Vorgaben der Hersteller beachten.

Tabelle **9.**14 gibt einen Überblick über den Einsatz von Grundbeschichtungsstoffen bei unterschiedlichen Untergrundzuständen.

9.7.2 Beschichtung mit Kalkfarbe

Kalkfarben eignen sich für Innen- und wetterbeständige Außenbeschichtungen. Sie werden überwiegend in der Kirchenmalerei, an historischen Bauwerken und im ländlichen Bereich eingesetzt. Umweltbewusstes Denken führt zu verstärktem Einsatz von Kalkfarben u. a. im Wohnbereich.

Tabelle **9.**14 Einsatz von Grundbeschichtungsstoffen im Außenbereich

Beschichtungssysteme	Untergrundbeschaffenheit		
	kreidend, staubend, stark saugend	porös, oberflächlich sandend, normal saugend	dicht, glatt, schwach saugend
Silikatfarbe	Wasserglas + Farbpulver zur Vorfixierung 1:1 mit Wasser verdünnt	Wasserglas und Farbpulver	Wasserglas und Farbpulver und Schlämmzusatz
Dispersionssilikatfarbe	Grundiermittel auf Silikatbasis 2:1 mit Wasser verdünnt	Grundiermittel auf Silikatbasis 2:1 mit Wasser verdünnt	Grundiermittel auf Silikatbasis mit Zusatz von Silikat-Streichputz
Dispersionsfarbe	Grundiermittel, lösemittelhaltig (Polymerisatharz)	Grundiermittel wasserverdünnbar (Kunstharzdispersion, Acrylat-Mischpolymerisat)	Grundbeschichtungsstoff pigmentiert, wasserverdünnbar (Kunstharzdispersion)
Siliconharz-Emulsionsfarbe	Grundiermittel auf Siloxanbasis, lösemittelhaltig (modifiziertes Siloxanharz)	Grundiermittel auf Siloxanbasis, wasserverdünnbar (modifiziertes Siliconharz)	Grundiermittel auf Silikonharzbasis; Siliconharzfarbe 5 % bis 10 % mit Wasser verdünnt
Polymerisatharzfarbe	Grundiermittel, lösemittelhaltig (Polymerisatharz) unverdünnt zweimal nass-in-nass	Grundiermittel, lösemittelhaltig (Polymerisatharz) bis 10 % verdünnt	Grundiermittel, lösemittelhaltig (Polymerisatharz) bis 20 % verdünnt

Untergründe. Kalkfarbe ist geeignet auf:

- unbeschichteten, trockenen Putzen der Mörtelgruppen P I, P II und P III
- frischem Kalkputz
- unverputztem Naturstein- und Ziegelmauerwerk
- alten Kalkfarbenbeschichtungen

Auf frischem, nicht zu glattem Kalkputz kann eine Kalkfarbe unlöslich mit dem Untergrund erhärten.

Vorarbeiten

- bei neuem Putz Sandkörner durch Abreiben entfernen
- Risse mit Kalkmörtel, nicht mit Gips ausbessern
- alte lose Kalkbeschichtungen abstoßen, Verunreinigungen trocken abbürsten bzw. abwaschen
- Natur- und Ziegelsteinmauerwerk durch Abwaschen, Abbürsten oder Strahlen reinigen
- mangelhafte Mauerwerksfugen ausfugen

Farbzubereitung

- Gelöschter Weißkalk (Grubenkalk, Sumpfkalk) mit Wasser zu einer „Kalkmilch" verdünnen.
- Kalkhydrat, ein fabrikmäßig gelöschter Weißkalk (Sackware), mindestens 48 Stunden vor der Verarbeitung in Wasser einsumpfen.
- Zum Abtönen maximal 10 % kalkbeständige Buntpigmente in Kalkwasser einrühren und dem Kalkbrei (vor der Verdünnung) zusetzen. Kalkfarbe durch ein feinmaschiges Sieb in einen sauberen Eimer sieben.

Zusatzmittel verbessern die Eigenschaften der Kalkfarbe, z. B.

- 2 % bis 5 % pflanzliche Leime – bessere Verarbeitung, Verzögerung des Abbindens
- max. 3 % Leinöl – bessere Wetterbeständigkeit
- Kasein Erhöhung der Bindekraft
- Tierhaare wie Armierung

Beschichtungsaufbau und -ausführung

- Kalkfarbe in mehreren (5 bis 8) Schichten mit der Bürste dünn auftragen, Streichrichtung jeweils wechseln.
- Bei größeren Flächen kann der Kalkauftrag mit der Kalkspritze erfolgen. Hierbei entsteht jedoch nicht der transparente Kalkeffekt.
- Ihre Deckfähigkeit erhalten Kalkanstriche erst nach der Trocknung.
- Kalkanstriche nicht bei trockener, sommerlicher Witterung, direkter Sonneneinstrahlung oder auf zu trockenem Untergrund ausführen, ggf. Untergrund vornässen.

Je langsamer die Trocknung, umso größer die Kohlendioxidaufnahme (Karbonatisierung) und damit die Versteinerung.

Werkzeuge und Geräte sofort nach Gebrauch mit Wasser reinigen!

Entsorgung von ausgehärteten Farbresten mit dem Hausmüll oder dem Gewerbeabfall.

Vorsicht: Wegen der ätzenden Wirkung des Kalkes, unbedingt Augen und Haut durch Schutzbrille und Hautschutzsalbe schützen.

Glas, Klinker, Keramik, Naturstein, Lackierungen und Metalle abdecken; Farbspritzer sofort mit Wasser abwaschen.

9.7.3 Beschichtung mit Silikatfarbe

Silikatfarben müssen aus Kaliwasserglaslösungen und kaliwasserglasbeständigen Pigmenten bestehen und dürfen keine organischen Bestandteile, z. B. Kunststoffdispersionen, enthalten (VOB/C DIN 18 363 Kap. 2.4.1.1)

Silikatfarben werden aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften auf Putzen und Sandsteinen vor allem an historischen Objekten eingesetzt (**9.**48)

Untergründe. Silikatfarben sind geeignet auf:

- Kalk- und Kalkzementputzen
- Ziegelsichtmauerwerk
- Natursteinen
- alten, festhaftenden mineralischen Beschichtungen

9.48 Domdechanei Fulda

Die Untergründe müssen frei von Kunstharzen, Dichtungs- und Frostschutzmitteln sowie Gips sein.

Vorarbeiten

- Alte Silikatfarben reinigen, abwaschen oder abbürsten
- Dispersionsfarbe abbeizen und gründlich von unten nach oben mit Hochdruckreinigungsgerät abstrahlen. Abgebeizte Flächen mit silikatischen Füllstoffen (Schlämmzusatz) grundbeschichten
- Leimfarbe und „Binderfarbe" abwaschen bzw. ablösen
- Kalksinterschichten mit Fluat entfernen
- Moose und Algen entfernen und mit algiziden Mitteln behandeln
- Sandende, mürbe Natursteine und Putze mit Grundbeschichtungsstoff auf der Basis Kieselsäureester festigen
- Flächen, die Haarrisse aufweisen, mit gefüllter Silikatfarbe grundbeschichten

Ansetzen der Silikatfarbe nach Herstellerangabe (Beispiel).

In 4 Ltr. Kaliwasserglaslösung (Fixativ; Bindemittel) werden 5 kg Pigmente eingesumpft und gründlich verrührt. Möglichst einen Tag vor der Verarbeitung ansetzen, um eine bessere Homogenität und damit höhere Ergiebigkeit und Benetzung zu erreichen.

Je nach Untergrundverhältnissen bzw. für Grund- und Zwischenanstriche wird die Silikatfarbe nach Vorschrift verdünnt.

Alternativ:

In Silikat-Farbkonzentrat (angeteigt) wird im Verhältnis 2:1 Kaliwasserglas (Fixativ) zugesetzt und gründlich verrührt.

Angemischte Silikatfarben haben eine begrenzte Lagerstabilität von ca. 7 Tagen.

Beschichtungsaufbau ist abhängig von den Unterrundverhältnissen und der Beanspruchung.

Beispiel eines Beschichtungsaufbaus bei stärkerer Belastung und einigen Oberflächenrissen:

- Grundbeschichtung mit Silikatfarbe, verdünnt, mit/ohne Schlämmzusatz
- Zwischenbeschichtung mit Silikatfarbe, verdünnt, mit/ohne Schlämmzusatz
- Schlussbeschichtung mit Silikatfarbe, unverdünnt

Bei starker Umwelt- und/oder Feuchtigkeitsbelastung Auftragen eines Hydrophobierungsmittels nach frühestens 8 Tagen. Auftrag mit der Bürste nass-in-nass oder im Flutverfahren.

Ausführung. Grundbeschichtung gleichmäßig satt mit der Bürste. Weiteren Beschichtungen können gestrichen, mit einem Niederdruckspritzgerät oder mit dem Airlessspritzgerät (Düsengröße 0,66 mm bis 0,79 mm) ausgeführt werden.

Beim Streichen auf gutes Verschlichten, beim spritzen auf Wolkenfreiheit achten.

Direkte Sonneneinstrahlung sowie aufgeheizte Untergründe müssen bei der Beschichtung vermieden werden, die Umluft- und Objekttemperatur sollte > +5 °C sein.

Witterungsbedingt kann es zu Fleckenbildung/Farbtonabweichungen kommen. (Tab. **9.15**)

Tabelle **9.15** Beschichtungsmängel

Mängel	Ursache
Streifiges Auftrocknen	schlechter Farbauftrag und/oder ungenügendes Verschlichten
Glanz, glasige Flecken	zu stark abgebundene Farbe, d. h. zu hoher Bindemittelanteil
Silikatfarbe wischt	zu schwache Abbindung, evtl. auch zu schnell getrocknet
Farbtonveränderungen	ungeeignete Pigmente
Abplatzen	zu dicker Farbauftrag

Werkzeuge sofort nach Gebrauch mit Wasser reinigen. In den Arbeitspausen sollten sie in der Farbe oder im Wasser aufbewahrt werden.

Achtung Silikatfarben ätzen, daher Augen und Haut schützen!

Glas, Keramik, Natur- und Kunststein, Metall und lackierte Flächen durch sorgfältiges Abdecken schützen.

9.7.4 Beschichtung mit Dispersionssilikatfarbe

Dispersionssilikatfarben, Dispersionssilikat-Füllfarben und Dispersionssilikatbeschichtungsstoffe für putzartige Oberflächen (VOB, Teil C, DIN 18 363, Abschn. 2.4.1)

Dispersionssilikatfarben für Innenbeschichtungen müssen der Nassabriebklasse 2 und 3 entsprechen, für Außenbeschichtungen müssen sie wetterbeständig sein (Abschn. 8.2.4).

Untergründe. Dispersionssilikatfarben eignen sich auf:

- unbeschichteten mineralischen Putzen aller Mörtelgruppen (**9**.49) und mineralischen Wärmedämmputzen

9.49 Putzflächen mit Dispersionssilikatfarben

- Beton
- Kalksandsteinmauerwerk
- Natursteinen
- Raufaser, Gipskartonplatten
- Dispersionsfarben, Kunstharzputzen
- Mineral-, Silikatfarben und -putzen

Untergründe müssen tragfähig, sauber und trocken, neue Putze mind. 14 Tage abgebunden sein.

Vorarbeiten wie bei Beschichtung mit Silikatfarbe beschrieben.

Dispersionssilikatfarben sind verarbeitungsfertig im Gebinde. Dispersionssilikatfarben für den Innenbereich können, wenn nötig, geringfügig mit Wasser verdünnt werden. Für Außenbeschichtungen sollte mit einer Mischung aus Silikat-Grundbeschichtungsstoff und Wasser (Verhältnis 1:1) verdünnt werden.

Beschichtungsaufbau, Beisp. Innenbeschichtung

- *Grundbeschichtung*, mit Grundbeschichtungsstoff auf Silikatbasis oder anderem Material. Auswahl ist abhängig von Art und Zustand des Untergrundes (Herstellervorgaben beachten).
- *Zwischenbeschichtung*, Dispersionssilikatfarbe geringfügig mit Wasser verdünnt.
- *Schlussbeschichtung*, Dispersionssilikatfarbe unverdünnt.

Bei hoher direkter Feuchtebelastung ist eine Hydrophobierung vorzunehmen.

Ausführung. Es gelten die gleichen Regeln wie bei der Silikatfarbe bezüglich Witterungsbedingungen, Abdeckmaßnahmen und Werkzeugreinigung.

Die Grundbeschichtung sollte mit der Bürste erfolgen. Weitere Beschichtungen können gestrichen, gerollt oder mit dem Airless-Gerät gespritzt werden.

Zwischen den einzelnen Beschichtungen 8 bis 12 Std. Trockenzeit einhalten.

Entsorgung eingetrockneter Materialreste über Hausmüll oder Gewerbeabfall. Nicht abgebundene Reste mit Zement vermischen, erhärten lassen und wie genannt entsorgen.

Dispersionssilikatfarben wirken ätzend! Haut und Augenschutz beachten. Angrenzende Werkstoffe bzw. Bauteile sorgfältig abdecken.

9.7.5 Beschichtung mit Leimfarbe

Leimfarben bestehen aus Kreide, Leim und Wasser. Sie sind nur für wischfeste Innenbeschichtungen geeignet. Da Leim durch Wasser reversibel ist, können Leimfarben nicht in Räumen mit hoher Feuchtigkeit eingesetzt werden. Mit Kunststoffdispersion vergütete Leimfarbe entspricht nicht der VOB, Teil C, DIN 18363 Kap. 2.4.1.1.

Untergründe (Tab. **9.**16). Leimfarbe eignet sich auf:

- allen mineralischen Putzen
- Beton
- Gipskartonplatten

nicht auf alten Dispersionsbeschichtungen.

Tabelle **9.**16 Vorarbeiten

Untergrundbeschaffenheit	Vorarbeit
uneben, mit Rissen porös	Glätten, Füllen, Spachteln mit Leim- oder Dispersionsspachtelmassen, gipshaltigen Füllstoffen
sandend, weich, kreidend	Grundbeschichten mit Grundiermittel auf Acrylatbasis; Kalkputz fluatieren
ungleichmäßig saugend	mit verdünntem Leim streichen (vorleimen)
alkalisch	neutralisieren mit Fluat
alte Leimfarbenbeschichtung	mit Wasser gründlich abwaschen, danach mit Grundiermittel grundbeschichten
Wasserflecken	mit Absperrfarbe abdecken; fluatieren

Farbzubereitung. Kreide in Wasser einsumpfen, erst danach gut durchrühren. Zelluloseleim in Wasser anrühren und in den Kreidebrei unterrühren. Farbe mit Wasser auf Streichfähigkeit verdünnen.

Zu viel Leimzugabe mindert die Deckfähigkeit, zu wenig Leimzugabe verringert die Wischfestigkeit.

Ausführung nach VOB, Teil C, DIN 18363. *Grundbeschichtung* und *Schlussbeschichtung* mit Leimfarbe. Häufig genügt ein Farbauftrag.

Farbauftrag erfolgt mit der Deckenbürste (Grundbeschichtung quer zum Lichteinfall, Schlussbeschichtung mit dem Lichteinfall). Bei nur einer Beschichtung ist der Farbauftrag mit dem Licht vorzunehmen.

Um Ansätze der Bürste zu vermeiden, ist flottes Arbeiten erforderlich. Farbübergänge müssen nass-in-nass erfolgen. Während des Streichens sind hohe Raumtemperatur und Zugluft zu vermeiden.

Reinigung der Werkzeuge nach Gebrauch mit Wasser.

Leimfarbe ist neutral, gesundheitlich und ökologisch unbedenklich. Entsorgung eingetrockneter Leimfarbe über Hausmüll.

Farbhersteller bieten streichfertige Leimfarben auf der Werkstoffbasis Zelluloseäther an. Sie wird in der Denkmalpflege und bei der Restaurierung historischer Stuckarbeiten eingesetzt.

Leimfarbe wird als kostengünstige, emissionsfreie Farbe im Wohnbereich verwendet.

Bei Verwendung von Abtönfarben auf Dispersionsbasis über 3 % wird die Reversibilität gemindert und die Emissionsfreiheit und Diffusionsfähigkeit eingeschränkt.

9.7.6 Beschichtung mit Dispersionsfarbe

Dispersionsfarben gibt es für unterschiedliche Anwendungsbereiche mit entsprechenden Eigenschaften für Innen- und Außenbeschichtungen. Trotz der Produktvielfalt sind die meisten Dispersionsfarben in ihrer Verarbeitung ähnlich.

Untergründe. Dispersionsfarben sind geeignet auf:

- mineralischen Putzen, Putzmörtelgruppen P II bis P V
- Beton, Porenleichtbeton
- Kalksandstein-, Ziegelsteinmauerwerk
- Kunstharzputzen
- Wärmedämmverbundsystemen mit Kunstharzputzen
- fest haftenden Altbeschichtungen, Dispersions-, Silikat-, Dispersionssilikatfarbe
- Raufaser, Gipskartonplatten
- Glasfasergewebe, Glattvlies u. a.

Vorarbeiten sind abhängig von der Untergrundart und dem Ergebnis der Untergrundprüfung. VOB, Teil C, DIN 18363, Kap. 3.1.1 (*Anmelden von Bedenken beachten*).

Untergründe müssen fest, trocken, sauber, tragfähig, frei von Ausblühungen, Sichterschichten und trennenden Substanzen (Fett, Öl, Silikon) sein. Bei unzureichender oder falscher Untergrundvorbereitung kann es zu Beschichtungsmängeln (Tab. **9.17**) kommen.

Zubereitung. Die meisten Dispersions-Beschichtungsstoffe sind verarbeitungsfertig. Je nach Erfordernis können sie jedoch 5 % bis max. 10 % verdünnt werden.

Wasser gut unterrühren, bis sich kein Wasserrand mehr im Eimer bildet.

Beschichtungsaufbau, Beispiel

- *Grundbeschichtung*, Art des Grundbeschichtungsstoffes ist abhängig von der Untergrundart und dem Untergrundzustand.
- *Zwischenbeschichtung* mit Dispersionsbeschichtungsstoff unverdünnt oder 5 % bis 10 % mit Wasser verdünnt.
- *Schlussbeschichtung* unverdünnt oder max. 5 % mit Wasser verdünnt. Vom Hersteller vorgegebene Auftragsmengen einhalten, da sonst die Produkteigenschaften gemindert werden können.

Trocknung.

Physikalische Trocknung durch Verdunsten des Wassers. Hohe oder niedrige Luft- und/oder Objekttemperatur und hohe relative Luftfeuchtigkeit können die Trocknung beeinflussen und zu Beschichtungsmängeln führen (Kalter Fluss wird beeinträchtigt).

Tabelle **9.17** Beschichtungsmängel

Mängel	Ursache
Abplatzen	Schlecht haftende Altbeschichtung nicht entfernt; zu glatter Untergrund; zu große Spannung
Blasen	Wasser oder Wasserdampf drängen nach außen
Risse im Beschichtungsfilm	unelastischer Beschichtungsfilm auf zu weichem Untergrund; gerissene Altbeschichtung falsch überarbeitet; Sonneneinstrahlung beim Beschichten; wechselnde Untergrundfeuchtigkeit
Flecken	Abtönfarben schlecht verrührt; lösliche Stoffe im Untergrund nicht abgesperrt; ungleichmäßig saugender Untergrund; Regen auf frische Beschichtung; zu frischen Putz beschichtet
Verfärbungen	nicht alkalibeständige Pigmente auf frischem Kalkputz oder Beton verwendet
Kreidung	zu schnelle Trocknung; zu niedrige Temperaturen; Beschichtungsstoff zu stark verdünnt; zu frischen Kalkputz beschichtet (Verseifung)

Dispersionsfarben innen, sind bei +20 °C und 65 % Luftfeuchtigkeit in ca. 4 – 6 Std. überarbeitbar, Dispersionsfarben außen nach ca. 12 Std.

Die Luft- und Objekttemperatur soll nicht unter +5 °C liegen

Ausführung. Dispersionsfarben sind zum Streichen, Rollen und Airless-Spritzen geeignet. Gefüllte Farben sind nicht spritzbar.

Ansätze durch Nass-in-nass-Auftrag an den Übergängen vermeiden. Waagerechte Flächen mit Wasserbelastung sind für Beschichtungen mit Dispersionsfarben nicht geeignet.

Werkzeuge sofort mit Wasser reinigen, eingetaucht in der Farbe belassen oder luftdicht verpacken. Spritzgeräte mit Wasser durchspülen.

Entsorgung eingetrockneter Materialreste mit Hausmüll oder Gewerbeabfall. Flüssige Reste mit Zement vermischen, erhärten lassen.

Besondere Schutzmaßnahmen für Haut und Augen sind nicht zu beachten. Nicht zu beschichtende Bauteile abdecken oder Farbspritzer sofort mit Wasser reinigen

Regeln für Beschichtungen mit Dispersionsfarben

1. Verarbeitungshinweise des Produktherstellers beachten.
2. Wasser zum Verdünnen so lange unterrühren, bis sich kein Wasserrand am Eimer mehr bildet.
3. Probebeschichtung an wenig sichtbarer Stelle anlegen, Trocknung abwarten und mit Farbmuster vergleichen.
4. Dispersionsfarben verschiedener Hersteller nicht miteinander mischen.
5. Beschichtungsstoff zügig auftragen, öfter umrühren.
6. Ansätze vermeiden, Übergänge nass-in-nass ansetzen.
7. Auf sehr rauen Untergründen (z. B. Strukturputzen, Mauerwerk) Grundbeschichtung mit der Bürste „einreiben".
8. An Fenstern, Türen, Decken u. a. zuerst mit dem Pinsel beschneiden, dann Fläche anlegen.
9. Zwischenbeschichtung und Schlussbeschichtung mit dem Farbroller ausführen.
10. Große Flächen rationell mit dem Airless-Spritzgerät beschichten.
11. Fläche gut abdecken, um aufwendige Reinigungsarbeiten zu vermeiden. Farbspritzer im flüssigen Zustand abwaschen.
12. Pinsel, Bürsten oder Roller sofort nach Arbeitsende gründlich mit Wasser reinigen oder luftdicht aufbewahren (Rollenbox).
13. Trockene Farbreste mit Hausmüll oder Gewerbeabfall entsorgen. Flüssige Farbreste mit Zement vermischen, erhärten lassen und wie trockene Farbreste entsorgen.

9.7.7 Beschichtung mit Siliconharz-Emulsionsfarbe

Siliconharz-Emulsionsfarbe ist wegen ihrer Produkteigenschaften die am universellsten einsetzbare Fassadenfarbe. Innenbeschichtungsstoffe auf Siliconharzbasis entsprechen der Nassabriebbeständigkeit Klasse 3.

Untergründe

Siliconharz-Emulsionsfarbe ist geeignet auf:

- allen mineralischen Untergründen (P I bis P III)
- Kalksandsteinmauerwerk
- Faserzement
- Silikat- und Mineralfarbenbeschichtungen
- organisch gebundenen Beschichtungsstoffe und Putze

Nicht geeignet auf Beton und elastischen Beschichtungsstoffen (Rissüberbrückungssysteme).

Vorarbeiten richten sich nach den Ergebnissen der Untergrundprüfung.

Farbzubereitung. Siliconharzfarben sind streichfertig eingestellt. Je nach Untergrund sind sie bis max. 10 % mit Wasser zu verdünnen. Abtönen mit Siliconharz-Abtönfarben.

Nicht mit Volltonfarben auf Dispersions- oder Silikatbasis oder Universalabtönkonzentraten mischen.

Beschichtungsaufbau, Beispiel

- *Grundbeschichtung* ist abhängig vom Untergrund und von den Angaben des Herstellers der Siliconharzfarbe.
- *Zwischenbeschichtung*, Siliconharzfarbe 5 % bis 10 % mit Wasser verdünnt.
- *Schlussbeschichtung*, Siliconharzfarbe bis ca. 5 % mit Wasser verdünnt.

Ausführung. Der Werkstoffauftrag kann mit Pinsel, Bürste, Rolle oder Airless-Spritzgerät erfolgen. Um bei größeren Flächen Ansätze zu vermeiden, Farbübergänge nass-in-nass beschichten. Luft- und Objekttemperatur nicht unter +5 °C. Werkzeugreinigung sofort nach Gebrauch mit Wasser.

Eine Überholungsbeschichtung kann mit Siliconharz- oder Dispersionsfarbe erfolgen.

Trocknung. Physikalische Trocknung durch verdunsten des Wassers. Die Trockenzeit ist von Temperatur und Luftfeuchtigkeit abhängig. Niedrige Temperatur und höhere Luftfeuchtigkeit verlängern die Trockenzeit. Überarbeitbarkeit nach ca. 8 bis 12 Stunden.

Entsorgung des eingetrockneten Werkstoffs erfolgt mit dem Hausmüll oder als Gewerbeabfall. Flüssige Reste erst nach Aushärtung entsorgen.

Arbeits- und Gesundheitsschutz.

Bei der Verarbeitung mittels Streichen bzw. Rollen ist kein Atemschutz notwendig, beim Spritzauftrag ist ein Partikelfilter (P2) zu benutzen. Geeignete Schutzhandschuhe (Polychloropren, Nitrilkautschuk) verwenden.

9.7.8 Beschichtung mit lösemittelhaltiger Fassadenfarbe

Lösemittelhaltiger Beschichtungsstoff auf Polymerisatharzbasis ist auf tragfähigen mineralischen Untergründen, im Außenbereich, geeignet. Nicht auf WDV-Systemen mit/und organisch gebundenen Putzen

Untergründe. Lösemittelhaltige Fassadenfarben sind geeignet auf:

- Sichtbeton, Faserzement, Ziegelstein
- Putz (MG P II und P III)
- auf fast allen tragfähigen Altbeschichtungen

Farbzubereitung. Beschichtungsstoffe sind gebrauchsfertig, können jedoch bis max. 15 % mit spezieller Kunstharz-Verdünnung auf die jeweilige Untergrund- und Verarbeitungssituation eingestellt werden.

Die Abtönbarkeit ist begrenzt, Farbtöne vom Hersteller mischen lassen.

Beschichtungsaufbau, Beispiel

- *Grundbeschichtung* bis max. 15 % verdünnt
- *Zwischenbeschichtung* unverdünnt, ggf. bis 5 % verdünnt
- *Schlussbeschichtung* unverdünnt

Ausführung. Werkstoffauftrag kann im Streich-, Roll- und Airless-Spritzverfahren erfolgen. Die Verarbeitungstemperatur kann unter 0 °C liegen. Werkzeugreinigung sofort nach Gebrauch mit Terpentinersatz oder Spezial-Kunstharz-Verdünnung.

Trocknung. Physikalische Trocknung durch Verdunsten des Lösemittels. Überarbeitung nach dem Verdunsten des Lösemittels, ca. 12 Std. bzw. ausreichender Trocknung.

Entsorgung. Ausgehärtete Farbreste mit dem Hausmüll oder Gewerbeabfall entsorgen. Flüssige Reste sammeln und als Sonderabfall entsorgen.

Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz.

Ist bei der Verarbeitung mittels Streichen bzw. Rollen für ausreichende Frischluft gesorgt, ist kein Atemschutz notwendig. Beim Spritzauftrag Atemschutz, Kombifilter (A2-P2) benutzen. Geeignete Schutzhandschuhe (Nitrilkautschuk oder Fluorkautschuk) verwenden. Schädlich für Gewässerorganismen, nicht in die Kanalisation und biologische Kläranlagen einleiten. Hinweise im Sicherheitsdatenblatt beachten

9.7.9 Fassadenbeschichtung

Als **Fassadenfarben** werden Beschichtungsstoffe bezeichnet, die im Außenbereich auf senkrechten Untergründen aufzubringen sind. Nach DIN EN 1062-1 sind dies z. B.:

- Mineralische Putze
- Organische Kunstharzputze
- Mauerwerk aus Ziegelstein, Porenbeton, Beton
- Verblend- oder Fassadensteine
- Wärmedämmverbundsysteme

In Normen werden die unterschiedlichen Eigenschaften von Fassadenfarben beschrieben bzw. bestimmt.

Fassadenbeschichtung dient dem Bautenschutz und der farbigen Gestaltung von Alt- und Neubauten. Nach VOB, Teil C, DIN 18 363 Abs. 3.2 und 3.4 ist bei Erstbeschichtungen eine Grund- und eine Schlussbeschichtung auszuführen, bei Überholungsbeschichtungen jeweils eine Zwischen- und Schlussbeschichtung.

Für die Ausführung wetterbeständiger Fassadenbeschichtungen stehen Beschichtungsstoffe mit unterschiedlichen Eigenschaften zur Verfügung (Tab. **9.**18).

Die Auswahl des geeigneten Beschichtungsstoffes ist abhängig von:

- der Untergrundart
- der Untergrundbeschaffenheit
- der gewünschten Oberflächenwirkung
- den Umwelteinflüssen
- den zu erwartenden Belastungen
- den entstehenden Kosten

Vor der Fassadenbeschichtung:

- Gerüst auf Sicherheit und ordnungsgemäßen Zustand prüfen

- Publikumsverkehr im Einvernehmen mit der Verkehrsbehörde umleiten
- Bürgersteig, Vordach, Blumen und Sträucher im Arbeitsbereich vor Farbspritzern und Beschädigung schützen
- beim Spritzen der Flächen und bei starkem Wind weiträumig Objekte vor Farbnebel/Farbtröpfchen schützen
- nicht zu bearbeitende Teile, z. B. Fenster, Fensterbänke, Türen, Natursteinsockel, Rollladen mit Folien bzw. Tücher abdecken
- Musterflächen anlegen
- Beschichtungsstoff in ausreichender Menge bereitstellen
- zur Beschichtung Herstellerangaben beachten

Zur Fassadenbeschichtung wird die Fläche in Abschnitte eingeteilt, um Ansätze zu vermeiden. Bei größeren Flächen muss mit mehreren Arbeitskräften, verteilt auf die Gerüstlagen, beschichtet werden. Die Übergänge sind nass-in-nass anzulegen. Die Randbereiche zu den nicht zu bearbeitenden Flächen streichen/beschneiden, ggf. vorher mit geeignetem Dichtstoff abdichten. Sind Gebäudeteile oder Flächen farbig abzusetzen, erfolgt dies nach der Flächenbeschichtung.

Die Beschichtung sollte immer vor der Sonneneinstrahlung erfolgen, um eine Aufheizung der Fläche zu vermeiden, Gefahr des Aufbrennens. Starker Wind kann den Trocknungsvorgang negativ beeinflussen.

Mindesttemperatur, in der Regel zwischen +5 °C und +8 °C, beachten, um Trocknungsschäden zu vermeiden.

Während längerer Arbeitspausen oder nach Arbeitsende Werkzeuge reinigen oder luftdicht (Boxen, Folien) aufbewahren.

Farbreste und Abdeckmaterial vorschriftsmäßig entsorgen.

Beschichtungskontrolle. Sofort nach der Fassadenbeschichtung die Fläche auf Fehlstellen, Flecken und Ansätze hin überprüfen. Mängel, die nach dem Gerüstabbau festgestellt werden, führen zu hohen Kosten.

Abklebebänder, Folien und andere Schutzabdeckungen entfernen, Farbspritzer beseitigen.

Bei dem Gerüstabbau die Dübellöcher von der Gerüstverankerung fleckenfrei beseitigen.

Tabelle **9.**18 Zuordnung Beschichtungsstoff – Untergründe

Untergründe	Silikatfarbe	Dispersions-Silikatfarbe	Dispersionsfarbe	Siliconharz-Emulsionsfarbe	Polymerisatharzfarbe
MG P Ic	×	×		×	
MG P II	×	×	×	×	×
MG P III	×	×	×	×	×
Sanierputz	×	×	–	×	–
Porenbeton	–	×	×	×	–
Beton	–	×	×	–	×
Kalksandstein	–	×	×	×	–
Altbeschichtung					
Silikatfarbe	×	×	×	×	×
Dispersionssilikatfarbe	–	×	×	×	×
Dispersionsfarbe	–	×	×	×	×
Siliconharz-Emulsionsfarbe	–	×	×	×	×
Polymerisatharzfarbe	–	–	×	–	×

9.7.10 Beschichtungen mit speziellen Beschichtungsstoffen

Neben den schon beschriebenen Beschichtungsstoffen gibt es Stoffe mit besonderen Eigenschaften und Anwendungsbereichen (Tab. **9.**19).

Fassadenfarben mit Abperleffekt

Eine spezielle Zusammensetzung des Beschichtungsstoffes bewirkt den Effekt der Unbenetzbarkeit mit Wasser (Lotus-Effekt). Außerdem besteht eine Filmkonservierung gegen Algen und Pilzbefall.

Wirkung. Staubpartikel aus der Luft setzen sich auf die beschichtete Fassade. Auftreffen-

des Regenwasser perlt wegen der Unbenetzbarkeit des Beschichtungsstoffes von der Oberfläche ab. Dabei nimmt Wasser/Regen den Schmutz mit. Die volle Wirkung entfaltet die Beschichtung nach ca. 28 Tagen.

Zusammensetzung. Polysiloxanemulsion, Polymerdispersion, Pigmente, Füllstoff, Additive, Konservierungsmittel, Wasser.

Anwendung. Nur im Außenbereich, auf senkrechten Flächen. Nicht auf waagerechten und schrägen Flächen geeignet, da hier Schmutz durch Regen nicht abperlen bzw. ausreichend ablaufen kann.

Ausführung. Wie bei Dispersionsfarben, es müssen jedoch zwei Beschichtungsaufträge erfolgen, um die spezielle Wirkung zu erzielen.

Fassadenfarbe mit photokatalytischer Wirkung. Eine spezielle Zusammensetzung bewirkt, dass durch Sonnenlicht organische Schmutzpartikel zersetzt werden (selbstreinigende Wirkung).

Kohlendioxid- und wasserdampfdurchlässig, wasserabweisend, spannungsarm.

Zusammensetzung. Polimerdispersion, Titandioxid, mineralische Pigmente, Calciumcarbonat, silikatische Füllstoffe, Talkum, Glykolether, Additive, Konservierungsmittel, Wasser.

Anwendung. Nur im Außenbereich, auf mineralischen und organischen Untergründen.

Nicht geeignet auf unbeschichtetem Beton und elastischen Untergründen.

Ausführung. Wie bei Dispersionsfarben, Zwischen- und Schlussbeschichtung mit dem gleichen Werkstoff.

Innenraumfarbe mit photokatalytischer Wirkung. Durch die spezielle Zusammensetzung entsteht eine schadstoffabbauende und

Tabelle **9.19** Beschichtungen mit speziellen Beschichtungsstoffen

Materialart	Untergründe	Farbzubereitung	Beschichtungsaufbau	Beschichtungsausführung
Dispersionslack	Beton, Putz	gebrauchsfertig; max. 10 % mit Wasser verdünnbar; angebrochene Gebinde nicht lange lagerfähig	Grund-, Zwischen- und Schlussbeschichtung, 30 Minuten staubtrocken 5 Std. überstreichbar	Streichen, Rollen mit speziellen Werkzeugen; Airless-Spritzen, Reinigung mit Wasser, keine besonderen Schutzmaßnahmen
Epoxidharzlack zweikomponentig	Putze, Beton Glasfasergewebe (für hochbeanspruchte Objekte)	Mischansatz von Stammlack und Härter beachten; sorgfältig durchmischen!	Grund-, Zwischen- und Schlussbeschichtung; Topfzeit beachten; überarbeitbar nach ca. 12 Std.	Streichen, Rollen, Airless-Spritzen, Reinigung nur innerhalb der Topfzeit möglich Gesundheitsschutz beachten
Flüssigkunststoff Kunstharzdispersion nach DIN 55947	Fußböden aus Estrich, Beton, Putze (Ölauffangwannen)	gebrauchsfertig	Grundbeschichtung bis 30 % mit Wasser verdünnbar; Schlussbeschichtung unverdünnt	Mit Pinsel, Bürste Grundbeschichtung einreibend auftragen; Schlussbeschichtung gleichmäßig satt mit der Rolle auftragen
Spritzbare Raufasereffektfarbe	Putze, Beton Gipskartonplatten (Wand- und Deckenflächen)	gebrauchsfertig; auf Spritzkonsistenz verdünnen	Grundbeschichtung; ggf. vollflächige Spachtelung, Zwischenbeschichtung mit Dispersionsfarbe, Schlussbeschichtung mit Raufasereffektfarbe	Dispersionsfarbe rollen oder airlessspritzen, Raufasereffektfarbe mit speziellen Spritzgeräten, z. B. Trichterpistole, aufspritzen

Der Grundbeschichtungsstoff ist untergrundabhängig und produktbezogen auszuwählen bzw. einzusetzen.

geruchsmindernde Wirkung. Benötigt wird dazu sichtbares/spektrales Licht.

Zusammensetzung. Polimerdispersion, Titandioxid, silikatische Füllstoffe, Kaolin, Additive, Konservierungsmittel, Wasser.

Anwendung. Nur im Innenbereich, auf Wand- und Deckenflächen in geruchsbelasteten Räumen, Nassabriebbeständigkeit Klasse 2

Ausführung. Wie Dispersionsfarben für innen.

9.8 Struktur-, Modellierputze

9.8.1 Mineralische Edelputze

Mineralische Edelputze werden als Strukturputze im Innen- und Außenbereich eingesetzt.

Eigenschaften. Mineralische Putze sind:

- hoch wasserdampfdurchlässig
- wetterbeständig
- widerstandsfähig gegen mechanische Beanspruchung
- emissionsfrei, umweltschonend

Bindemittel. Weißzement oder Weißzement/Kalkhydrat

Füllstoffe sind Marmorsplitt und mineralische Zuschläge

Struktur. Mineralische Putze gibt es als Reibeputz, Modellierputz, Kellenwurf in Kratzputzstruktur. Kornstärke von 1,5 mm bis 6 mm.

Sie werden als Sack- oder Siloware in Pulverform geliefert und mit Wasser (nach Herstellerangabe) angerührt. Der Verbrauch richtet sich nach der Kornstärke bzw. der Strukturstärke (**9.**50–**9.**52).

Untergründe. Ebene, tragfähige, trockene Putze der MG P Ic, P H, PIII.

Beschichtungsaufbau -Ausführung.

- *Grundbeschichtung* untergrundabhängig, auf Kaliwasserglasbasis
- Putz mit Wasser ansetzen, reifen lassen, durchrühren, Verarbeitungszeit beachten
- *Schlussbeschichtung*, Putzauftrag mit rostfreier Stahltraufel oder Putzmaschine, auf Komstärke abziehen
- strukturieren mit Kunststofftraufel oder Moosgummischeibe
- auf farbigen Putzen Egalisationsanstrich aufbringen

Werkzeugreinigung sofort nach Gebrauch mit Wasser.

Sicherheitshinweis. Augen- und Hautschutz bei der Verarbeitung beachten. Hautpflegemittel einsetzen.

Alkaliempfindliche Oberflächen bzw. Objekte (z. B. Glas, Keramik, Naturstein, Lackierungen) sorgfältig abdecken.

Erhärtung hydraulisch. Endhärte je nach Zusammensetzung zwischen 10 und 28 Tagen.

9.50 Mineralischer Putz als Kellenwurf aufgetragen und grob abgescheibt

9.8.2 Kalkputz mit organischen Stabilisatoren

Der Kalkputz ist ein verarbeitungsfertiger Modellierputz für dekorative Oberflächengestaltungen (Kalkpresstechnik) im Innenbereich.

Eigenschaften.

- hochdiffusionsfähig
- waschbeständig
- emissionsfrei, umweltschonend
- schimmelwidrig
- nicht brennbar
- nur im Pastelltonbereich abtönbar

Bindemittelbasis. Calciumhydroxid, Dispersion, Polimerisatharz, Additive

Füllstoffe. Mineralische Pigmente, silikatische Füllstoffe

Struktur. Glatte und plastische Oberflächenwirkung

Untergründe. Putze MG P II bis P IV, GK-Bauplatten, Glasvlies, Beton, Porenbeton, alle intakten Altbeschichtungen

Beschichtungsaufbau – Ausführung

- *Grundbeschichtung*, untergrundabhängig auf Kaliwasserglasbasis
- Kalkputz wenn erforderlich mit Wasser auf Verarbeitungskonsistenz einstellen
- Zwischenbeschichtung, im Farbton der Schlussbeschichtung
- *Schlussbeschichtung*, ein- oder mehrschichtig, Kalkputzauftrag mit rostfreier Stahltraufel oder Feinputzmaschine, Auftragsstärke mind. 2 mm bis max. 8 mm
- strukturieren mit Bürste, Strukturrolle, Schwamm, Spachtel, Kelle u. a.

Werkzeugreinigung sofort nach Gebrauch mit Wasser

Sicherheitshinweis. Augen- und Hautschutz bei der Verarbeitung beachten. Hautpflegemittel einsetzen.

Alkaliempfindliche Oberflächen bzw. Objekte (z. B. Glas, Keramik, Naturstein, Lackierungen) sorgfältig abdecken.

Physikalische Trocknung. Nach max. 24 Std. trocken und überarbeitbar.

9.8.3 Dispersionssilikatputze

Silikatputze mit organischen Stabilisatoren sind verarbeitungsfertige Werkstoffe für Innen- und Außenbereiche. Sie sind verarbeitungsfertig eingestellt.

Eigenschaften.

- wetterbeständig, wasserabweisend
- hoch diffusionsfähig
- kratz- und stoßfest
- spannungsarm
- schwerentflammbar
- emissions- und lösemittelfrei (innen)
- umweltfreundlich, geruchsarm
- nicht quellbar

9.51 Silikat-Modellierputz ungleichmäßig aufgebracht und mit der Bürste abgeglättet

Bindemittelbasis. Kaliwasserglas mit organischen Stabilisatoren (Polymerdispersion)

Füllstoffe. Natursteingranulat, silikatische Füllstoffe

Struktur. Kratzputz, Rillenputz, Modellierputz Kornstärke von 1,5 mm bis 6 mm (**9.**51).

Untergründe. Alle unbeschichteten mineralischen Putze innen und außen, Beton, GK-Bauplatten, WDV-Systeme, tragfähige Altbeschichtungen. Beschichtungen im Außenbereich können verkieseln.

Für die Untergrundvorbehandlung stehen spezielle Grundbeschichtungsstoffe und Spachtelmassen zu Verfügung.

Beschichtungsaufbau – Ausführung.

- *Grundbeschichtung* bei stark saugenden Untergründen mit Silikat-Grund
- *Zwischenbeschichtung* mit Silikat-Streichfüller
- *Schlussbeschichtung*, Putzauftrag mit rostfreier Stahltraufel, Kelle, Schneckenfördergerät oder Trichterpistole
- strukturieren, modellieren oder abscheiben (z. B. Kunststofftraufel, PU-Brett, Bürste)

Verdünnungsmittel ist Wasser oder nach Herstellerangabe Kaliwasserglas. Werkzeugreinigung sofort nach Gebrauch mit Wasser.

Trocknung. Chemische Reaktion und physikalisch (Verdunsten des Anmachwassers und Verkieseln mit dem Untergrund); nach 24 Std. oberflächentrocken, nach 2 bis 3 Tagen durchgehärtet.

Sicherheitsmaßnahmen. Arbeits- und Unfallschutz. Augen und Hautflächen schützen, ggf.

Partikelfilter benutzen. Glas, Naturstein, Lackierungen, Metalle sorgfältig abdecken, Spritzer sofort mit Wasser abwaschen.

9.8.4 Organisch gebundene Putze (Dispersionsputze)

Dispersionsputze werden als veredelnde strukturgebende Oberputze im Innen- und Außenbereich eingesetzt. Sie sind verarbeitungsfertig eingestellt.

Eigenschaften.

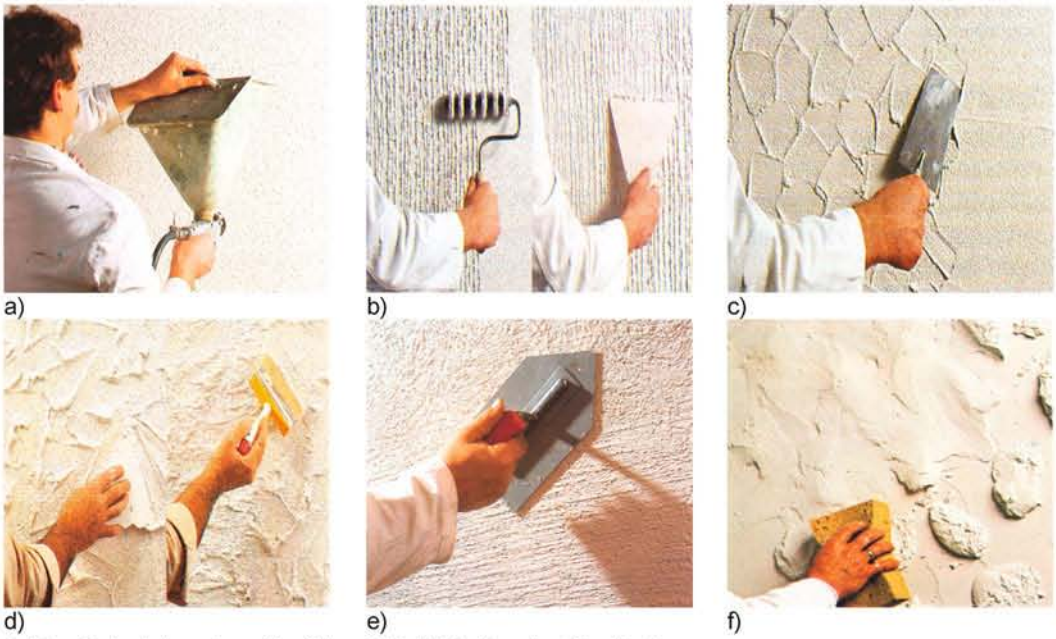
- wetterbeständig, schlagregenfest, wasserabweisend
- waschbeständig
- diffusionsfähig
- kratz- und stoßfest
- alkaliresistent (unverseifbar)
- schwerentflammbar
- emissions- und lösemittelfrei (innen)
- umweltfreundlich, geruchsarm
- quellbar (Feuchtigkeit auf waagerechten Flächen)

Bindemittelbasis. Polyvinylacetat-Copolymerisat, Acrylat-Copolymerisat (Polymerdispersion) Additive (unterschiedlich für innen und außen)

Füllstoffe. Titandioxid, Quarze, silikatische Füllstoffe

Struktur. Dispersionsputze werden unterschieden nach dem Auftragsverfahren und der Oberflächenbehandlung. Es gibt sie als Reibe-, Roll-, Kratz- und Rillenputz, Kornstärke von 1,5 mm bis 6 mm (**9.**52) und als feinkörnigen Modellierputz. Der Verbrauch ist abhängig von der Kornstärke bzw. der Modellierstruktur.

Untergründe. Alle unbeschichteten mineralischen Putze MG PII bis PV, innen und außen, Beton, GK-Bauplatten, WDV-Systeme, Porenbeton, Holzwerkstoffplatten und tragfähige Altbeschichtungen.



9.52 Beispiele unterschiedlicher Möglichkeiten der Strukturierung
a) Rustikputz mit der Trichterpistole
b) Rollputz abgerollt und geglättet
c) Rollputz mit der Glättekelle strukturiert
d) Kellenputz mit Spachtel strukturiert und mit angenässtem Flächenstreicher angewischt
e) Reibeputz mit der Kunststoffglättkelle strukturiert
f) Kunstharz-Rustikputz fleckhaft aufgesetzt und mit dem Schwamm abgeglättet

Für die Untergrundvorbehandlung stehen spezielle Grundbeschichtungsstoffe und Spachtelmassen zu Verfügung.

Beschichtungsaufbau – Ausführung.

- Grundbeschichtung bei stark saugenden Untergründen mit Grundbeschichtungsstoff auf Dispersionsbasis
- Zwischenbeschichtung mit Dispersions-Streich-Füller, ggf. im Farbton des Putzes
- Schlussbeschichtung, Putzauftrag mit rostfreier Stahltraufel bzw. Edelstahlglättkelle, Modellierputz mit Trichterpistole
- strukturieren, modellieren oder abscheiben (z. B. Kunststofftraufel, PU-Brett, Bürste)

Verdünnung nach Herstellerangabe mit Wasser, ca. 2 % bis 5 %, Werkzeugreinigung sofort nach Gebrauch mit Wasser.

Trocknung. Physikalisch, (Verdunsten des Wassers), nach 24 Std. oberflächentrocken, nach 1 bis 3 Tagen durchgehärtet (abhängig von Putzart und Auftragsstärke).

Sicherheitsmaßnahmen.

Es sind keine besonderen Maßnahmen zu treffen.

9.8.5 Siliconharzputze

Siliconharzputze sind für den Innen- und Außenbereich, im Alt- und Neubau geeignet. Sie haben ein sehr gutes Haftvermögen auf mineralischen und organischen Untergründen.

Eigenschaften.

Siliconharzputze:

- sind hoch wasserdampfdurchlässig
- sind sehr gut wasserabweisend
- haben geringe Verschmutzungsneigung
- sind hochresistent gegen Mikroorganismen
- sind beständig gegen aggressive Luftschadstoffe
- sind physiologisch unbedenklich, wasserverdünnbar (lösemittel- und weichmacherfrei)
- haben eine geringe Eigenspannung
- sind nicht rissüberbrückend

Bindemittelbasis. Siliconharzemulsion (Modifiziertes Siliconharz)

9.53 Siliconharzputz in Kratzputzstruktur

Füllstoffe. Marmorgranulat, Quarzsand und mineralische Zuschlaggemische

Struktur. Kratz-, Reibe- und Rillenstruktur Korngröße 1,5 mm bis 3,00 mm; Modellierstruktur fein, mittel, grob (**9.**53)

Untergründe. Putze der MG P II, P III, Porenbeton, WDV-Systeme, intakte Altbeschichtungen, Beton

Beschichtungsaufbau – Ausführung

- Siliconharzputz wenn erforderlich mit Wasser auf Verarbeitungskonsistenz einstellen
- Grundbeschichtung mit Siliconharz-Grundbeschichtungsstoff
- Siliconharz-Putzgrund (gefüllt)
- Siliconharzputz mit rostfreier Stahltraufel oder Schneckenfördergerät auftragen und auf Kornstärke abziehen
- strukturieren mit Kunstofftraufel oder PU-Reibebrett

Physikalische Trocknung. Siliconharzputz ist nach 6 Std. staubtrocken, nach 2 bis 3 Tagen durchgetrocknet und überstreichbar.

Sicherheitsmaßnahmen. Es sind keine besonderen Maßnahmen zu treffen. Es gelten die üblichen Hautschutz und -pflegemaßnahmen.

9.8.6 Buntstein-/Natursteinputze

Buntstein-/Natursteinputze (DIN 18 558) sind organisch gebundene Putze nur für innen bzw. für innen und außen (**9.**54 und **9.**55). Einsatzbereiche innen sind Flure, Treppenhäuser, Pausenhallen u. ähnlich beanspruchte Objekte. Außen wird der Putz vorwiegend im Sockelbereich eingesetzt. Auf waagerechten Flächen ist

der Putz nicht geeignet, längere Feuchtigkeitseinwirkung führt zur Aufquellung.

Eigenschaften. Je nach Einsatzbereich

- wetterbeständig
- wasserabweisend
- diffusionsfähig
- hoch strapazierfähig
- stoß- und druckunempfindlich
- zähelastisch
- lösemittel-, weichmacherfrei (innen)
- alkaliresistent
- emissionsarm (innen)

Bindemittelbasis. Polymerdispersion bzw. Acrylat-Copolymer

Körnung. Naturstein-Granulat (Marmor, Quarz) ungefärbte und gefärbte Sande, Korngröße 1 mm bis 3 mm

Untergründe.

Außen, alle tragfähigen Putze und Beton, WDV-Flächen.

Innen, alle tragfähigen Putze, GK-Bauplatten, Beton, intakte Beschichtungen

Beschichtungsaufbau – Ausführung.

- *Grundbeschichtung* (wenn erforderlich)
- *Zwischenbeschichtung* im Farbton angeglichen an den Putzfarbton
- *Schlussbeschichtung* Putzauftrag
- Putz mit Wasser (ca. 2 %) auf Verarbeitungskonsistenz einstellen

9.54 Buntsteinputz im Innenbereich

9.55 Buntsteinputz für außen

- mit langsam laufendem Rührgerät aufrühren Kein Umrühren mit Aluminiumquirl, Verfärbungsgefahr!
- Putzauftrag mit rostfreier Stahlkelle in 1 1/2-facher Kornstärke aufziehen und in einer Richtung Abglätten; zu intensives Glätten kann zu Graufärbung führen
- Werkzeugreinigung sofort mit Wasser

Physikalische Trocknung wird beeinflusst durch die Untergrund- und Objekttemperatur. Durchtrocknung nach ca. 1 bis 2 Tagen. Zu langsames Trocknen bei sehr hoher Feuchtigkeit kann zu weißlichem „Anlaufen" führen. Nach Trocknung bildet es sich zurück.

9.8.7 Gestaltung mit vorgefertigten Profilen

Fassadenprofile

Zur individuellen Gestaltung von Fassaden, der Ergänzung und Nachstellung historischer Fassaden sowie der Strukturierung von Baukörpern stehen dem Maler und Stuckateur Fertigprofile in unterschiedlichen Formen und aus unterschiedlichen Stilepochen zu Verfügung (**9.**56).

Profilelemente gibt es z. B. als Bossensteine, Pilaster, Giebel, Fensterbänke, Konsolen, Lisenen, Architrave, Kapitelle, Gesimse und Sockel (**9.**57).

Werkstoffe. Profile werden aus unterschiedlichen Werkstoffen hergestellt. Sie bestehen z. B. aus

- hoch verdichtetem Polyurethanschaum mit Oberflächenbehandlung (**9.**58).
- polyurethangebundenem Blähglasgranulat
- mineralischem Leichtwerkstoff und Bindemittel

- Acrylat-Schaumkern mit Quarzsandbeschichtung
- expandiertem (geschäumtem) Polystyrol als Kern mit Beschichtung

Eigenschaften der Werkstoffe sind weitgehend ähnlich, sie sind:

- beständig gegen Umwelteinflüsse
- witterungsbeständig (Frost, Feuchtigkeit, UV-Strahlen)
- stabil gegen mechanische Beschädigungen
- leicht (geringe Gewichtsunterschiede)

Untergründe. Putze MG P II und P III, Beton, Porenleichtbeton, Faserzement, WDV-Systeme und intakte Altbeschichtungen.

Ausführung – Beispiel.

- Untergründe vorbehandeln (sauber, trocken, staubfrei)
- Montagelinien an der Fassade anzeichnen
- Profil zuschneiden
- Kleber mit Dichtstoffpistole (Hand- oder Druckluft) oder Zahnspachtel auf der Profilrückseite und allen Fugen auftragen
- Profil andrücken und ausrichten
- zwischen aneinanderstoßende Profile eine 2 mm bis 3 mm breite Kleberfuge (**9**.59) ausbilden
- Anschlussfugen mit Kleber abdichten und glätten
- horizontale Anschlussfugen mit Kleber als Hohlkehle ausbilden
- Zwischen- und Schlussbeschichtung

Wegen der unterschiedlichen Profilsysteme ist bei der Ausführung die jeweilige Herstellervorschrift zu beachten.

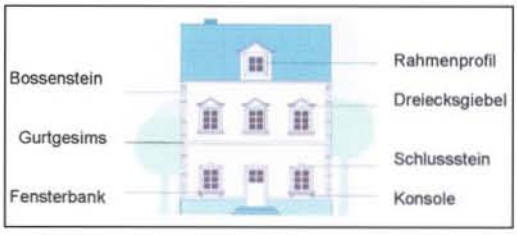
Zum Verkleben wird z. B. Kleber auf Basis Hybrid-Polymer, Kunstharzkleber oder Dünnbettmörtel auf Zementbasis eingesetzt. Topfzeiten und Aushärtungsgeschwindigkeiten sind abhängig von der Kleberart.

Die Profile sind vor dem Auftrag der letzten Putzbeschichtung bzw. der Schlussbeschichtung anzubringen.

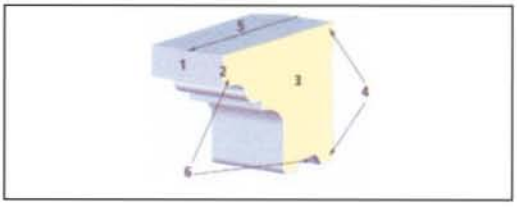
Auf Wärmedämmverbundsysteme erfolgt die Verklebung auf die nicht grundierte, trockene Armierung.

Zugeschnitten werden die Profile in einer verstellbaren Gehrungslade mit einer zum Werkstoff passenden Gehrungssäge.

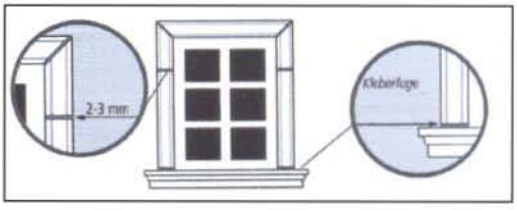
9.56 Aufgesetzte Profile auf eine wärmegedämmte Fassade



9.57 Anwendungsbeispiele



9.58 Aufbau Fassadenprofil:
1 strukturierte Acrylgrundbeschichtung
2 verstärkte Kunststoffarmierung
3 hochverdichtetes Polyurethan
4 gefräste Klebefläche für bessere Haftung
5 geneigte Oberfläche für Wasserablauf
6 Tropfkante



9.59 Kleberfugen

9.8.8 Hinweise zu Beschichtungen

Putze

Angrenzende, nicht zu bearbeitende Bauteile sorgfältig abkleben bzw. abdecken.

Richtige Auswahl der Klebebänder beachten. Untergrundart, Witterungs-, Bearbeitungseinflüsse und Dauer der Abklebung dabei berücksichtigen. Ungeeignete Klebebänder können den Untergrund anlösen, zu Verfärbungen führen und Rückstände hinterlassen. Klebebandrückstände sofort entfernen.

Nach Beendigung der Putzarbeiten Abdeckungen vorsichtig abnehmen. Mit Putz verschmutzte Bauteile sofort mit Wasser reinigen.

Verarbeitungsfertige Putze vor Beginn der Arbeiten mit einem langsam drehenden Rührgerät gründlich durchrühren. Nach einer notwendigen Verdünnung mit Wasser bzw. Kaliwasserglas (Fixativ) gut umrühren, bis keine Ränder des Verdünnungsmittels mehr sichtbar sind. Vorsicht bei der Verdünnung, zu dünne Putze lassen sich nicht gut aufziehen und strukturieren. Werden mehrere Gebinde benötigt, diese gleichmäßig verdünnen.

Beim Ansetzen von Putzen aus Säcken ist die vorgegebene Wassermenge genau einzuhalten.

Beim Aufziehen von Putzen durch geeignete Maßnahmen Ansätze im Putzbild vermeiden. Genügend Mitarbeiter einsetzen, direkte Sonneneinstrahlung und starken Wind vermeiden, Untergrund vornässen bzw. grundbeschichten.

Bei der Verarbeitung von Mineral- bzw. Kalk- und Silikatputzen auf Augen- und Hautschutz achten, siehe produktbezogene Sicherheitsdatenblätter. Angrenzende Flächen vor Verätzungen schützen.

Reinigung der Werkzeuge, Geräte, Eimer und Putzmaschinen in den Arbeitspausen und sofort nach Beendigung der Arbeiten mit Wasser. Vorsicht, Schmutzwasser darf nicht in ein Oberflächengewässer oder ins Erdreich gelangen; Wassergefährdungsklasse beachten.

Entsorgung von ausgetrockneten Werkstoffresten mit dem Hausmüll oder Gewerbeabfall. Nicht ausgehärtete Reste mit Zement vermischen, aushärten lassen und entsorgen.

Baustellenabfälle in geeigneten Abfallbehältern oder Containern getrennt nach Abfallart sammeln bzw. entsorgen.

Beschichtungsstoffe

- Bei der Verarbeitung wasserbasierter Beschichtungsstoffe ist auf die Wassergefährdungsklasse zu achten (überwiegend Wassergefährdungsklasse 1, nach VwVwS)
- GIS-Code
- Bei unbehandelten GK-Bauplatten besteht die Gefahr des Durchschlagens von Vergilbungen und Durchbluten von Aufdrucken. GKB mit einer absperrenden Beschichtung versehen.
- Veränderung der Farbtöne beim Auftrocknen beachten. Ob sie heller oder dunkler Auftrocknen, hängt von der jeweiligen Werkstoffart ab.
- Nur die für den jeweiligen Beschichtungsstoff angegebenen Abtönfarben verwenden.
- Angaben zum Arbeits-, Unfall- und Umweltschutz sind den produktbezogenen Sicherheitsdatenblättern zu entnehmen.

Putz- und Farbmuster

Werden Putz- und Farbmuster erstellt, geschieht dies häufig unter anderen Bedingungen als am zu beschichtenden Objekt. Diese können sein, z. B.

- unterschiedliche Lichtquellen, künstliches- oder Tageslicht
- Ersteller der Muster ist eine andere Person als der Ausführende am Objekt
- Musterplatte liegt bei der Erstellung, Objektfläche ist senkrecht
- Beschichtungsstoff/Putz wird unterschiedlich verdünnt
- Muster wird auf glatter Fläche, z. B. GKB erstellt, Ausführung erfolgt auf strukturierter Oberfläche

Um Reklamationen wegen Abweichungen zwischen Objekt und Musterplatte zu vermeiden, sollte der Auftraggeber auf mögliche Unterschiede hingewiesen (schriftlich) werden.

Gewährleistung

Außenflächen, z. B. Fassaden und Mauern, sind im besonderen Maß der Beanspruchung durch Witterungseinflüsse ausgesetzt und unterliegen damit einer natürlichen Alterung

bzw. einem Verschleiß. Mängel, wie Farbtonveränderungen oder Auswaschungen, treten häufig schon in der Gewährleistungszeit (VOB 4 Jahre, BGB 5 Jahre) auf. Diese natürlichen Veränderungen sind nach den BFS-Merkblättern 18 und 25 nicht nachbesserungspflichtig. Der Auftraggeber sollte über die natürliche Abnutzung von Beschichtungen und Putzen an Fassaden aufgeklärt werden.

9.9 Betoninstandsetzung

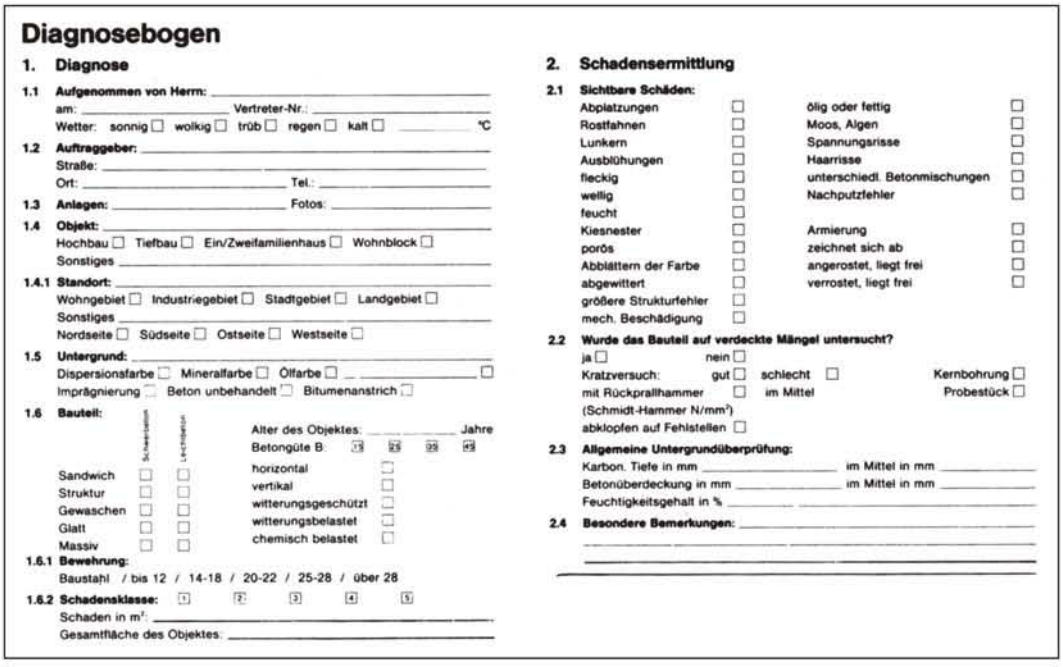
9.9.1 Betoninstandsetzung – Ursachen

Die fast unbegrenzten Möglichkeiten, Beton und Stahlbeton an Bauwerken einzusetzen, machten Beton zu einem universellen Baustoff, der viele Jahre nicht beschichtet wurde. An Sichtbeton werden die Möglichkeiten der Oberflächengestaltung mit Beton deutlich. Viele Jahre wurde Beton nicht geschützt. Man sah die Notwendigkeit von vorbeugendem Schutz durch Beschichtungen oder von stetigen Unterhaltungsmaßnahmen nicht.

Vielfältige Ursachen (Kap. 9.3.3) führen zu Betonschäden, die kostenaufwendige Instandsetzungsmaßnahmen erfordern. Am Anfang einer Maßnahme steht die Objekt-Schadensanalyse, eine Diagnose (**9.**60).

Betoninstandsetzung muss wegen des Arbeitsaufwandes und der damit verbundenen erheblichen Kosten fachgerecht ausgeführt werden. Für die Ausführung ist qualifiziertes Fachpersonal notwendig, es muss im Besitz des SIVV-Scheins sein. Das Zertifikat wird von den meisten ausschreibenden Stellen (Behörden, Architekten) gefordert.

Der SIVV-Schein setzt einen Weiterbildungslehrgang mit Prüfung voraus, danach wird die Befähigung zum Schützen, Instandsetzen, Verbinden und Verstärken von Betonbauteilen ausgestellt.



Diagnosebogen

1. Diagnose

1.1 Aufgenommen von Herrn: _____
am: _____ Vertreter-Nr.: _____
Wetter: sonnig ☐ wolkig ☐ trüb ☐ regen ☐ kalt ☐ _____ °C

1.2 Auftraggeber: _____
Straße: _____
Ort: _____ Tel.: _____

1.3 Anlagen: _____ Fotos: _____

1.4 Objekt: _____
Hochbau ☐ Tiefbau ☐ Ein/Zweifamilienhaus ☐ Wohnblock ☐
Sonstiges _____

1.4.1 Standort: _____
Wohngebiet ☐ Industriegebiet ☐ Stadtgebiet ☐ Landgebiet ☐
Sonstiges _____
Nordseite ☐ Südseite ☐ Ostseite ☐ Westseite ☐

1.5 Untergrund: _____
Dispersionsfarbe ☐ Mineralfarbe ☐ Ölfarbe ☐ _____ ☐
Imprägnierung ☐ Beton unbehandelt ☐ Bitumenanstrich ☐

1.6 Bauteil:

	Schwerbeton	Leichtbeton
Sandwich	☐	☐
Struktur	☐	☐
Gewaschen	☐	☐
Glatt	☐	☐
Massiv	☐	☐

Alter des Objektes: _____ Jahre
Betongüte B: 15 25 35 45
horizontal ☐
vertikal ☐
witterungsgeschützt ☐
witterungsbelastet ☐
chemisch belastet ☐

1.6.1 Bewehrung:
Baustahl / bis 12 / 14-18 / 20-22 / 25-28 / über 28

1.6.2 Schadensklasse: 1 2 3 4 5
Schaden in m²: _____
Gesamtfläche des Objektes: _____

2. Schadensermittlung

2.1 Sichtbare Schäden:

Abplatzungen	☐	ölig oder fettig	☐
Rostfahnen	☐	Moos, Algen	☐
Lunkern	☐	Spannungsrisse	☐
Ausblühungen	☐	Haarrisse	☐
fleckig	☐	unterschiedl. Betonmischungen	☐
wellig	☐	Nachputzfehler	☐
feucht	☐		
Kiesnester	☐	Armierung	☐
porös	☐	zeichnet sich ab	☐
Abblättern der Farbe	☐	angerostet, liegt frei	☐
abgewittert	☐	verrostet, liegt frei	☐
größere Strukturfehler	☐		
mech. Beschädigung	☐		

2.2 Wurde das Bauteil auf verdeckte Mängel untersucht?
ja ☐ nein ☐
Kratzversuch: gut ☐ schlecht ☐ Kernbohrung ☐
mit Rückprallhammer ☐ im Mittel Probestück ☐
(Schmidt-Hammer N/mm²)
abklopfen auf Fehlstellen ☐

2.3 Allgemeine Untergrundüberprüfung:
Karbon. Tiefe in mm _____ im Mittel in mm _____
Betonüberdeckung in mm _____ im Mittel in mm _____
Feuchtigkeitsgehalt in % _____

2.4 Besondere Bemerkungen: _____

9.60 Diagnosebogen eines Systemherstellers

SIVV = Schützen, Instandsetzen, Verbinden und Verstärken von Betonbauteilen

Maßnahmen zur Betoninstandsetzung sind, Übersicht:

- Untergrundprüfung, Schadensanalyse
- Untergrundvorbereitung
- Korrosionsschutz der freigelegten Bewehrung
- Aufbringen der Haftbrücke
- Verfüllen bzw. Reprofilieren der Ausbruchstellen
- Ausgleichsspachtelung (wenn notwendig)
- Schlussbeschichtung

9.9.2 Prüfung der Betonflächen, Schadensanalyse

Oberflächenprüfung auf:

- Oberflächenfestigkeit, lose Teile
- kreidende Flächen
- Rostflecken, Rostläufer
- Oberflächen- und bautechnische Risse
- Sinterschichten und Kalkablagerungen
- Benetzbarkeit und Saugfähigkeit
- Feuchtigkeit
- Poren, Lunker, Kiesnester
- Schäden an Fugenabdichtungen
- Schäden an Bauteilfugen
- Verschmutzungen
- Moos-, Algen-, Schimmelbefall
- Tragfähigkeit von Altbeschichtungen

Für die Beurteilung von Beton bei Instandsetzungsmaßnahmen reichen diese Prüfungen nicht aus. Die nachfolgend aufgeführten Prüfungen und Schadensanalysen sind Voraussetzung für die Festlegung von Instandsetzungsmaßnahmen und Grundlage für Ausschreibungen. Diese Prüfungen sind nach VOB keine Nebenleistungen, sie gelten als Besondere Leistungen und sind entsprechend auszuschreiben und zu vergüten.

Bei den in Tabelle **9**.20 aufgeführten Prüfungen handelt es sich um Untersuchungen vor Ort, nicht um weiterführende Laboruntersuchungen.

Tabelle **9**.20 Prüfung des Betonuntergrundes bei Betoninstandsetzungsarbeiten

Prüfung auf	Prüfmethode	Erkennungsmerkmale	Technische Hinweise und Maßnahmen
Lokalisierung der Bewehrung	magnetinduktives Messgerät	Lage der einzelnen Bewehrungsstäbe	Grundlage für weitere Messungen
Betonüberdeckung der Bewehrung	Prüfung mit Messgerät auf magnetischer Grundlage (Profometer)	Messergebnis: Betondeckung der Bewehrung	Erforderliche Mindestdeckungen. Wiederherstellen bzw. Erhöhen der Betonüberdeckung oder Aufbringung von Betonschutzbeschichtungen
Druckfestigkeit	Prüfung nach DIN EN 12504-2 mit dem Rückprallhammer nach Schmidt	Messergebnis: Betonfestigkeitsklasse ermittelt aus den Rückprallwerten, z. B. B 25, B 35 N Druckfestigkeit in N/mm	Beurteilung des Betons. Eine Erhöhung der Betondruckfestigkeit ist nachträglich nicht möglich
Zugfestigkeit der Betonoberfläche	Abreißversuch mit dem aufgeklebten Prüfstempel	Messwert der Bruchkraft, das Bruchbild und die Bruchtiefe vermitteln Güte der Betonoberfläche	Instandsetzungsmaßnahme entsprechend dem Prüfergebnis
Carbonatisierung/ Alkalität	Frische Betonbruchflächen herstellen, entstauben und mit Phenolphthaleinlösung besprühen. Tiefen- bzw. Schieblehre	Verfärbung des Betons ab pH 9 rotviolett bzw. blau = ausreichend alkalisch. Keine Verfärbung = nicht ausreichend alkalisch	Tiefe der neutralisierten Zone ermitteln. Beurteilen des Betons nach dem Carbonatisierungsfortschritt
Risse durch Korrosion der Bewehrung, Aufbrüche	Augenschein, evtl. aufstemmen	Rissverlauf entsprechend der Bewehrung, evtl. Rostfahnen	Korrodierten Stahl freilegen

Tabelle **9.20** Fortsetzung

Prüfung auf	Prüfmethode	Erkennungsmerkmale	Technische Hinweise und Maßnahmen
Korrosion der Bewehrung	Prüfung des freigelegten Bewehrungsstahls durch Augenschein. Chloridprüfung	Voluminöser, lockerer Rost am Bewehrungsstahl. Lochfraßkorrosion (durch Chloride)	Entrostung und Korrosionsschutzmaßnahmen. Bei Querschnittsverlust statische Belange beachten.
Schädigende Salze (z. B. Chloride)	Baustellen- und Laboruntersuchung	Ausblühungen, wechselnd nasse Bereiche, zersetzte Betonoberfläche, Lochfraß am Betonstahl (besonders bei streusalzbelasteten Flächen)	Verseuchte Zonen beseitigen oder besondere beschichtungstechnische Maßnahmen

Über die Tabelle hinausgehende Prüfungen, die nicht mit handwerklichen Mitteln durchzuführen sind, erfolgen in Zusammenarbeit mit Bausachverständigen

9.9.3 Untergrundvorbereitung

Der Untergrund muss tragfähig sein und ausreichende Haftfestigkeit für die aufzutragenden Instandsetzungssysteme besitzen.

Geschädigter Beton weist in der Regel diese Anforderungen nicht auf, entsprechend muss er vorbereitet werden:

- lose, hohle, kreidende und sandende Teile Entfernen
- Risse und Ablösungen schließen bzw. überbrücken
- Lunker aufbrechen, anschließend ausfüllen (spachteln)
- Kiesnester freilegen, ggf. entfernen und reprofilieren
- Verschmutzungen und Anhaftungen (Staub, Öl, Bewuchs u. a.) entfernen

Vorbereitende Arbeiten können erfolgen durch:

- Abstemmen des geschädigten Betons
- Abtragen der Betonoberfläche und Freilegen der korrodierten Bewehrung mittels Hoch- und Höchstdruckwasserstrahl
- Abtragen der Betonoberfläche durch Flamm-Strahlen (nicht zur Entrostung der Bewehrung)
- Entfernen von grobem Rost und losen Betonteilen mit der Nadelpistole
- Strahlen des korrodierten Bewehrungsstahls Oberflächenvorbereitungsgrad SA 21/2

Freilegen und Strahlen muss bis in den Bereich der nicht korrodierten Bewehrung erfolgen.

9.9.4 Stoffe zur Instandsetzung und Beschichtung

Zwei Verfahren für den Korrosionsschutz der Bewehrung kommen zum Einsatz:

- Beschichtung mit reaktionshärtenden oder zementgebundenen kunststoffmodifizierten Systemen
- Kathodischer Korrosionsschutz (fremdstrom-induzierte Polarisierung), durch elektrische Spannung wird die Bewehrung zum kathodischen und die Netzelektrode zum anodischen Teil der Korrosionszelle

Stoffangaben zu den Arbeitsverfahren

1. Korrosionsschutz der Bewehrung
   - Zementschlämme mit Kunststoffzusatz
   - Reaktionshärtende Systeme, z. B. Epoxidharz
2. Haftbrücken
   - Schlämme aus kunststoffmodifiziertem Zementmörtel
   - Haftgrundierungen auf EP-Basis
3. Füllmassen (Beispiele)
   - Zementmörtel
   - Zementmörtel mit Kunststoffzusatz
   - Reaktionsharzmörtel
   - Beton, Vergussbeton, Leichtbeton
4. Feinspachtelmassen
   - Kunststoffmodifizierter Zementmörtel
   - Dispersionsspachtel, ggf. zementvergütet
   - Reaktionsharz (z. B. EP-Harz, PU-Harz, AC-Harz)

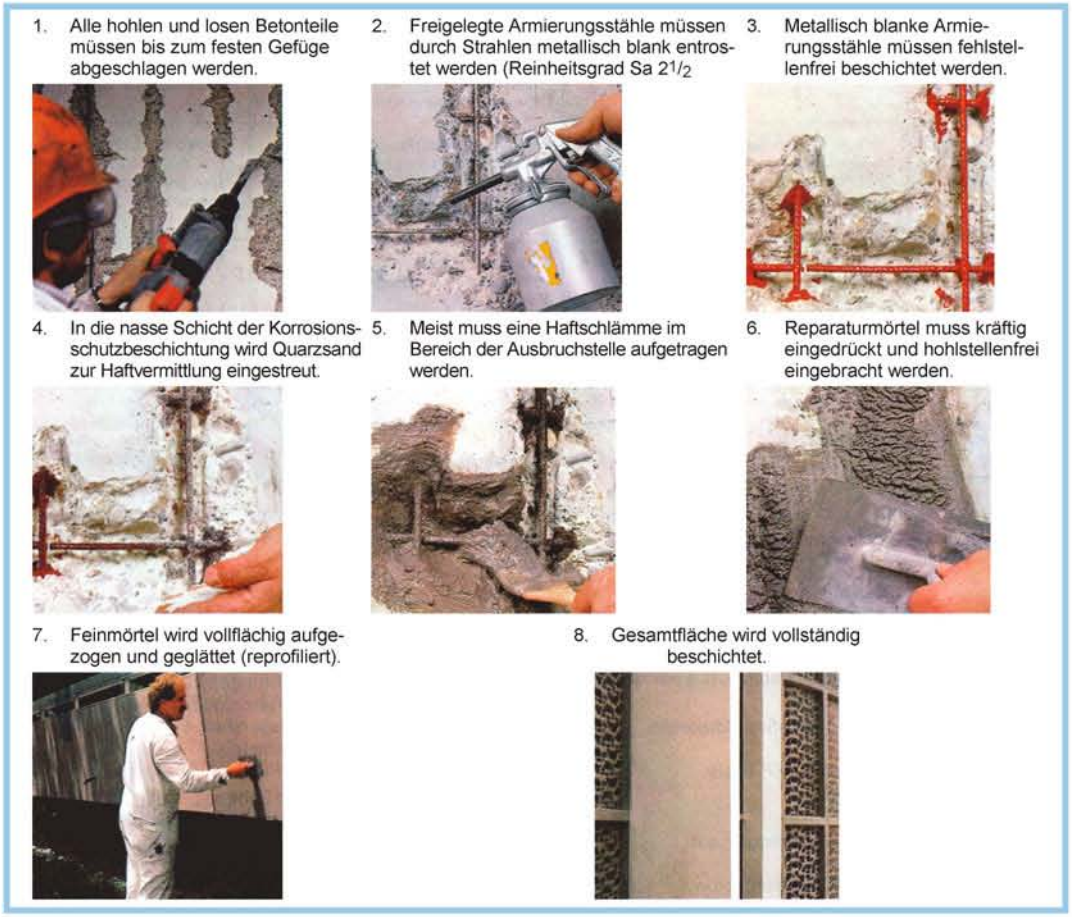
5. Grundbeschichtungen auf der Basis
   - Polymerisatharze, gelöst
   - Kunststoffdispersionen
   - Reaktionsharze (s. o.)
   - Silan- oder Siloxan (Lösungen)
6. Zwischen- und Schlussbeschichtungen
   - Kunststoffdispersionsfarben
   - Epoxid-, Polyurethan-, Acrylharzfarben
   - Polymerisatharzfarben.

9.9.5 Instandsetzungsmaßnahme – Durchführung

Aus den Ergebnissen der Schadensanalyse und der Diagnose entsteht das Instandsetzungskonzept. Die Arbeitsschritte einer Betoninstandsetzung sind in der Bildfolge **9.**61 beispielhaft dargestellt.

Zur Sicherung der Gewährleistung werden häufig Kontrollflächen und Ausführungsprotokolle erstellt. Die Systemhersteller können in die Gewährleistungsvereinbarungen einbezogen werden.

Eine geforderte Güte- und Qualitätssicherung kann durch Eigen- oder Fremdüberwachung erfolgen. Sie bedingt eine exakte Dokumentation aller Maßnahmen, den Einsatz der Mitarbeiter und aller Betriebsmittel.



9.61 Arbeitsschritte einer Betoninstandsetzung

9.9.6 Rissinstandsetzung, Rissverpressung

Durch Risse im Beton können korrosive Stoffe eindringen, die das Betongefüge schädigen und zur Korrosion der Bewehrung führen. Deshalb ist die Instandsetzung der Risse notwendig. Systeme dazu sind:

- Schließen bzw. Abdichten
- dehnfähiges Verbinden der Rissflanken durch elastische Stoffe
- kraftschlüssiges Verbinden der Rissflanken

Das einzusetzende System ist abhängig von der Eigenschaft des Risses:

- Rissart (Oberflächenriss, durchgehender Riss)
- Rissverlauf (gerade, waagerecht, senkrecht, netzförmig)
- Rissbreite
- Rissbewegung
- Risszustand (trocken, feucht, sandend, wasserführend)

Zwei Verfahren kommen zur Rissinstandsetzung zum Einsatz:

- Tränkung, oberflächliche Rissfüllung ohne Druck
- Injektion/Rissverpressung, Rissfüllung mit Druck, (Hoch- und Niederdruckverfahren)

Die Auswahl des Verfahrens ist abhängig von der Art der Risssanierung, den einzusetzenden Stoffen und den objektspezifischen Anforderungen und Gegebenheiten.

Rissverpressung ist ein Verfahren zum Verfüllen von Rissen in Stahlbetonbauteilen durch die Injektion von Harzen, Zementleim oder Zementsuspensionen. Abhängig von der Schadensart werden unterschiedliche Harztypen per Hochdruckverfahren injiziert:

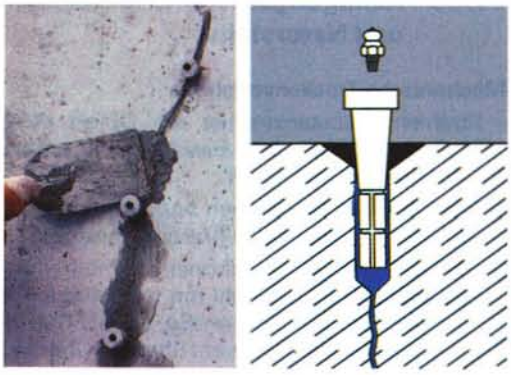
- niedrigviskose, lösemittelfreie Epoxidharze zum kraftschlüssigen Verbinden der Rissflanken von trockenen Rissen,
- schnell schäumende Polyurethanharze zum Verschließen von wasserführenden Rissen,
- weniger schäumende, dehnfähige Polyurethanharze zum dehnfähigen Verbinden der Rissflanken und Abdichten trockener und feuchter Risse.

Die Verpressung kann kraftschlüssig, dehnfähig oder verfüllend ausgeführt werden. Durch das Verschließen der Risse wird ein dauerhafter Korrosionsschutz der Stahlbewehrung erreicht. Das Bauteil erhält nach Aushärtung des Harzes (2K-Material) seine ehemalige Festigkeit zurück (gilt nur für kraftschlüssige Verpressung).

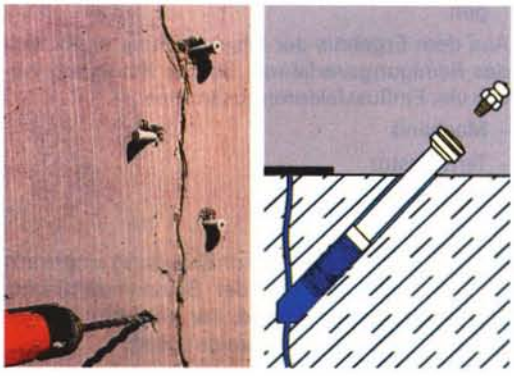
Rissursachen Setzungen, Schwinden, Kriechen, Belastungsüberschreitungen, falsche Dimensionierung, dynamische Belastungen u. a.

Rissfolgen Feuchtigkeitseintritt, dadurch Korrosion des Bewehrungsstahls

Aufgrund unterschiedlicher Anforderungen stehen verschiedene Rissverpressungssysteme zur Verfügung.



9.62 Position des Schlagpackers im Riss



9.63 Position des Schlagpackers mit Dichtungselement im 45 °Winkel zum Riss

Rissverpressung für den Hochbau zum kraftschlüssigen Füllen von trockenen Rissen in Betonbauteilen.

Rissverpressung nach ZTV-Riss 88 zum kraftschlüssigen Füllen von trockenen Rissen in Betonbauteilen.

Für die Durchführung der Injektionsarbeiten werden spezielle Einfüllstutzen, Packer, Werkzeuge und Geräte eingesetzt (**9.**62, **9.**63). Nach Abschluss der Injektionsarbeiten soll die Betonfläche eine Beschichtung erhalten.

9.10 Fassadenreinigung

Verschmutzungen beeinträchtigen nicht nur das äußere Erscheinungsbild einer Fassade. Sie bilden mit der Zeit Ablagerungen, Verkrustungen unterschiedlicher Zusammensetzung und Dicke. Durch sie wird die Wasserdampfdurchlässigkeit gemindert und saure Schadstoffe gebunden.

Moose, Algen, Flechten und Pilze binden Feuchtigkeit und verhindern die Austrocknung der Wandflächen. Die Folgen sind Wärmeverlust, Frostschäden und erhöhte Aufnahme saurer Schadstoffe aus der Luft.

Durch eine gründliche Fassadenreinigung soll die Fassadenbelastung verringert und die Fläche für eine Beschichtung bzw. Hydrophobierung vorbereitet werden.

9.10.1 Reinigungsmittel

Zur Entfernung von Beschichtungsstoffen, Putzen und Spachtelschichten auf Dispersionsbasis stehen biologisch abbaubare, wasseremulgierbare Abbeizer zur Verfügung (Tab. **9.**21).

Tabelle **9.**21 Reinigungsmittel

Reinigungsmittel		
alkalisch z. B. Natriumhydroxid	**sauer** z. B. Ammoniumfluorid und Schwefelsäure	**losemittelhaltig** z. B. Methylenchlorid und Methanol
zur Reinigung von: – mineralischen Putzen – Kalksandstein – Marmor – Travertin – Beton	zur Reinigung von: – Sandstein – Ziegel – Granit – Klinker	zur Reinigung alter Beschichtungen auf Öl-, Kunstharz- und Dispersionsbasis

9.10.2 Reinigen und Entschichten von Fassadenflächen

Objektprüfung. Am Anfang einer Fassadenreinigung oder -entschichtung steht eine Objektprüfung nach

- Art und Zustand des Fassadenbaustoffes z. B. Sandstein, Putz, Klinker, Beschichtung,
- Art und Umfang der Verschmutzung/Belastung z. B. Staub, Moos, Ablagerungen, Ausblühungen.

Aus dem Ergebnis der Objektprüfung ergibt sich das Reinigungsverfahren. Bei der Reinigung wirken vier Einflussfaktoren zusammen:

- Mechanik
- Temperatur
- Einwirkzeit
- Chemikalie

Wie stark welcher Faktor zur Reinigung eingesetzt wird, ist abhängig von der Baustoffoberfläche, dem Verschmutzungsgrad, der Verschmutzungsart und der effektivsten Reinigungsart.

Auftrag der Reinigungsmittel und Abstrahlen mit Wasser hat an der Wand immer von unten nach oben zu erfolgen!

Verfahren zur Fassadenreinigung

1. Trockenes mechanisches Reinigen, Abkehren mit einem Stahlbesen, Abkratzen
2. Reinigen mit drucklosem Wasserstrahl, max. 6 bar und weichen Bürsten
3. Reinigen durch Absprühen mit Hochdruck-Heißwasser, 70 bis 90 °C, 100 bar
4. Feuchtstrahlen (Nassstrahlen, Feuchtnebelstrahlen, z. B. JOS-Verfahren) mit angefeuchtetem Strahlgut; wassersparend, geringer Entsorgungsaufwand

Verfahren zur Entfernung von Altbeschichtungen

5. Heißwasser-Hochdruckreinigung, Dampfstufe 99 °C bis 150 °C, Arbeitsdruck 25 bis 180 bar, ohne Zusätze
6. Hochdruck-Verfahren mit Strahlzusatz
7. Abstrahlen mit Strahlgut (trocken)

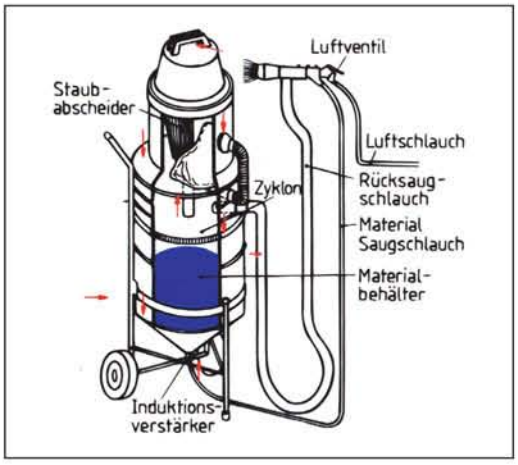
9.10.3 Reinigungssysteme für Kunst- und Natursteine

Mechanische Trockenverfahren

- Strahlen (**9**.64), Substanzverlust am Objekt, Strahlgut: Quarzsand, Basalt, Kupferschlacke, Glaskugeln, Holzpartikel
- Ultraschall zum Entfernen von Schmutzkrusten durch Schwingungen, Ultraschallmeisel
- „Radier"-Verfahren, schonendes Reinigungsverfahren, Druckluftstrahl mit weichem feinkörnigem Strahlgut (Korngröße 15 bis 100 µm), Strahlgut wird im Luftstrahl über die Oberfläche gewirbelt.

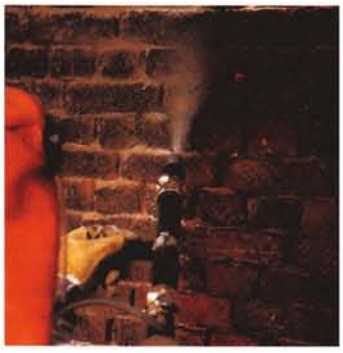
Mechanische Nassverfahren

- Dauerbesprühung im Rieselverfahren
- Kaltwasserstrahlen (**9**.65)
- Wasserdampfstrahlen
- Nebelstrahlverfahren, schonendes, entsorgungsfreundliches Reinigungsverfahren. Komprimierte Luft befördert das Strahlmittel in einem feinteiligen Feuchtnebel auf die Oberfläche (**9**.66)
- Niederdruck Rotationsverfahren, schonend, wasserarm reinigend. Ein spiralförmiger Rotationsnebel aus Glaspudermehl, Luft und Wasser wird fast parallel zur Oberfläche bewegt und „scheuert" schonend die Verschmutzungen ab.



9.64 Rücksaugstrahlgerät

9.65 Hochdruck-Wasserreinigung



9.66 Nebelstrahltechnik

Chemische Verfahren

- Nassverfahren mit Netzmittel, Zusatz von Tensiden ermöglicht die Reinigung bei fett- und ölhaltigen Schmutzpartikeln
- Nassverfahren mit Säuren und Laugen, zu den Tensiden werden zur Wirkungssteigerung Alkalien (Natronlauge, Soda) und Säuren (Salz-, Fluss-, Ameisensäure) und organische Lösemittel (Alkohol, Azeton) zugesetzt.
- Reinigungspasten können sauer, alkalisch oder neutral eingestellt sein. Ein Trägerstoff bindet die Wirkstoffe an die Oberfläche. Schonende und wirksame Steinreinigung.

Bei allen Reinigungsverfahren mit chemischen Zusätzen ist eine gründliche Nachreinigung mit Wasser erforderlich.

Nicht zu reinigende Bauteile und Flächen wie z. B. Fenster, Fußböden, Glas-, Kunststoff-, Stein-, Putz- und Farbflächen sind sorgfältig durch Abdecken zu schützen.

9

9.10.4 Umweltschutz

Verordnungen und Gesetze (Auswahl)

- Bauordnungen von Kommunen, Länder
- Wasserhaushaltsgesetz
- Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
- Einleiterverordnung
- Bundes-Immissionsschutzgesetz
- Gefahrstoffverordnung
- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz
- Unfallverhütungsvorschriften
- Strafgesetzbuch
- Bundes-Bodenschutzgesetz

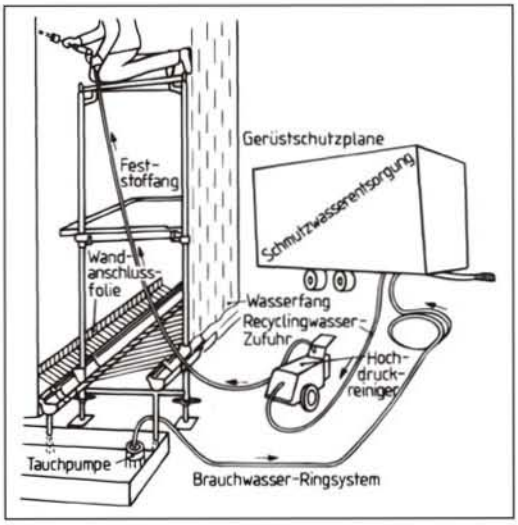
Die Kommunen/Gemeinden erlassen eigene Satzungen in denen Maßnahmen, die bei der Fassadenreinigung zu treffen sind, vorgegeben werden. Geregelt sind z. B. Erlaubnis-, Genehmigungs- und Anzeigenerfordernisse. Die Gesetzte, Verordnungen und Satzungen sind unbedingt zu beachten. Wer dagegen verstößt, begeht eine Straftat.

Verstöße können ggf. als Ordnungswidrigkeiten mit einer Geldbuße geahndet werden.

Das durch Farbverschmutzungen und mit Farbresten belastete Reinigungswasser

- muss aufgefangen werden (**9.67**),
- ist auf seinen pH-Wert zu prüfen,
- muss wenn nötig neutralisiert werden,
- ist durch Filtern von Schwebstoffen zu befreien und
- ist ggf. durch eine Rückstellprobe zu sichern.

Vor Beginn der Reinigungsarbeiten ist eine Einleitungsgenehmigung bei der Gemeinde einzuholen. Reinigungswasser darf nur über eine Kläranlage abgeführt werden. Für anfallende Abfälle ist ein Entsorgungsnachweis nötig.



9.67 Schmutzwasserentsorgung für Fassadenreinigung

Unfallverhütung. Bei allen Reinigungsverfahren sind die vorgeschriebenen Auflagen der UVV und der BauBG zum persönlichen Schutz anzuwenden.

Achtung Gefahrenhinweise – R Sätze – und Sicherheitshinweise – S Sätze – beachten.

10 Beschichtungstechniken auf organischen Untergründen, Holz, Holzwerkstoffen und Kunststoffen

10.1 Holz

Holz ist ein natürlicher nachwachsender Wertstoff, der sich aus einer Anzahl von Stoffen zusammensetzt, die vielfältige Verwendung finden. Holz unterscheidet sich durch seine Artenvielfalt mit jeweils spezifischen Eigenschaften. Es wird durch Einflüsse von außen angegriffen bzw. zerstört. Aufgabe der Maler und Lackierer ist es, Holzbauteile durch geeignete Beschichtungen zu schützen, optisch zu veredeln bzw. farbig zu gestalten.

10.1.1 Aufbau und Beschaffenheit

Bäume benötigen zum Wachsen Nahrung (Mineralstoffe), Wasser und Licht. Nahrung und Wasser wird von den Wurzeln aufgenommen und über die Zellen im Stamm zu den Blättern und Nadeln geführt. Über die Unterseite der Blätter wird Kohlendioxid aufgenommen, das dort mit Hilfe des Chlorophylls (Blattgrün) und der Sonnenenergie in Sauerstoff und Kohlenstoff umgewandelt wird. Der Sauerstoff wird an die Luft abgegeben, der Kohlenstoff bildet mit den Mineralien und Wasser Nährstoffe für die Bäume. Der größte Teil des Wassers verdunstet, der geringere Teil befördert die Nährstoffe in die Wachstumsschicht bzw. die Speicherzellen der Bäume.

Holz setzt sich zusammen aus Kohlenstoff (49 bis 50 %), Sauerstoff (43 bis 44 %), Wasserstoff (ca. 6 %), Stickstoff (0,1 bis 0,3 %) und Mineralstoffen (0,1 bis 1 %, Schwefel, Natrium, Calcium, Magnesium, Kalium).

Kohlenstoff-Verbindungen des Holzes sind:

- Zellulose (40 bis 60 %) bildet die Zellwände
- Lignin (20 bis 40 %), Kittsubstanz zwischen den Holzfasern, wird durch UV-Strahlen abgebaut

Holzinhaltsstoffe (0,3 bis 10 %) bestimmen z. B. Geruch, Farbe, Dauerhaftigkeit und Widerstandsfähigkeit, es sind:

Fette, Harze, Öle, Wachse, Eiweiß, Holzgummi, Milchsaft, Stärke, Zucker, Bitterstoffe, Farbstoffe, Gerbstoffe, Riechstoffe, anorganische und organische Salze, Säuren und Mineralstoffe.

Den Aufbau des Holzes zeigt der Querschnitt (**10.**1).

Mark bzw. Markröhre liegt in der Stammmitte, es sind abgestorbene ersten Zellen.

Markstrahlen sind Nährstoffleiter und -Speicher vom Kambium bis zur Markröhre.

Kernholz besteht aus abgestorbenen verhärteten Zellen.

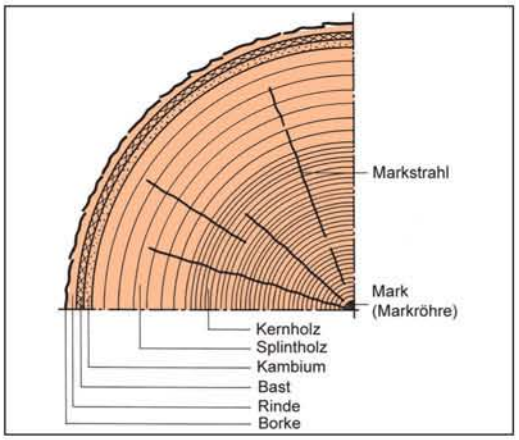
Splintholz besteht aus noch lebenden Zellen, durch die Wasser und Nährstoffen nach oben transportiert werden.

Kambium, schleimartig (Wachstumsschicht), in ihm findet durch Zellteilung das Wachstum statt.

Bast umschließt das Kambium und dient dem Nährstofftransport.

Borke schützt den Baum gegen äußere Einflüsse, an ihr lässt sich eine Baumart bestimmen.

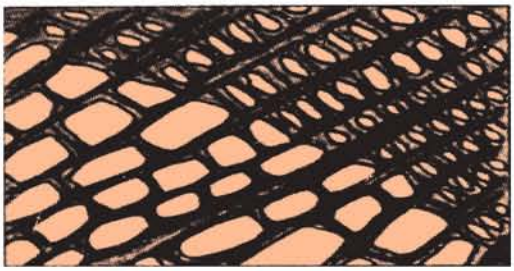
Rinde ist Bast und Borke zusammen.



10.1 Querschnitt durch einen Baum

Wachstum. Jedes Jahr bildet der Baum in der Kambiumschicht durch Zellteilung neue Zellen, die als Jahresringe sichtbar werden. Im Frühjahr findet eine schnellere Zellteilung (**10.**2) statt, es bilden sich große, dünnwandige Zellen (heller Jahresring). Später im Jahr, bei langsamerem Wachstum werden die Zellen kleiner und dickwandiger (dunkler Jahresring). Zellteilung findet bis in die Äste und kleinsten Zweige statt.

Die Zellteilung bzw. das -wachstum wird vom Standort eines Baumes sowie den Wachstums- bzw. klimatischen Bedingungen bestimmt. Tropische Hölzer wachsen gleichmäßig das ganze Jahr, sie bilden daher keine Jahresringe.



10.2 Zellenaufbau des Holzes, Übergang vom Früh- zum Spätholz

Im Laubholz bestehen die Markstrahlen aus Bündeln dünnwandiger Zellen. Die Markröhre wird umringt von Poren. Diese Gefäße (Tracheen) speichern die Nährstoffe. Größe und Anordnung der Gefäße sind ein wichtiges Merkmal zur Bestimmung der Holzarten. Unterschieden werden:

- ringporige Hölzer (**10.**3), im Frühholz schon mit dem bloßen Auge erkennbar (z. B. Eiche, Esche, Ulme)
- halbringporige Hölzer, im Früh- und Spätholz nur mit der Lupe erkennbar (z. B Nussbaum, Kirsche)
- zerstreutporige Hölzer (**10.**4), kaum erkennbar (z. B. Erle, Birke, Pappel, Linde, Buche).

Nadelholz ist einfacher und regelmäßiger aufgebaut als Laubholz, es besitzt nur zwei Zellarten:

- Tracheiden, langgestreckte, an beiden Enden spitz zulaufende Zellen (**10.**5). Sie sind mit Wasser gefüllt und dienen dem Wasser- und Nährstofftransport
- Parenchymzellen sind im Längsschnitt überwiegend rechteckige Zellen. Sie leiten Nährstoffe und speichern Stärke und Fette. Sie produzieren das Harz und scheiden es in die Harzkanäle aus.

Harzkanäle befinden sich in Fichte, Lärche, Kiefer, Duglasie, nicht vorhanden sind sie bei Eibe, Tanne und Wachholder.

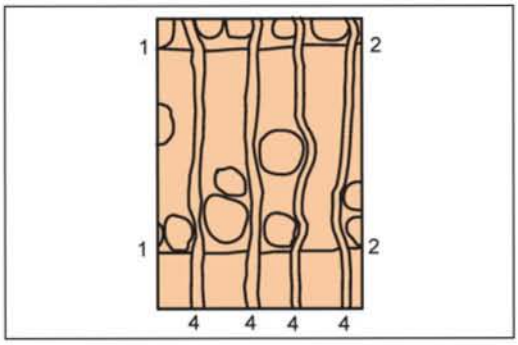
Tropenholz wird durch seine Herkunft bestimmt, es sind Laubholzarten mit artspezifischen Eigenschaften. Die Nutzhölzer zeichnen sich je nach Art aus durch höhere Dauerhaftigkeit, Härte, Farbe, Struktur und Maserung. Durch konstante Wachstumsbedingungen sind weitgehende gleichbleibende Eigenschaften gewährleistet. Die Abholzung der Bäume wird zunehmend kontrolliert und die Einfuhr nach Europa unterliegt strengen Kriterien. Arten sind z. B. Meranti, Mahagoni, Teak, Balsaholz, Palisander, Ramin, Wenge.

Holzfarben. Vom fast reinen Weiß der Hainbuche bis zum Schwarz des Ebenholzes gibt es eine große Farbtonskala. Gelb, Braun und Rot gibt es am häufigsten. Tropenhölzer zeigen kräftigere, auffallendere Farben als einheimische Hölzer. Eine Einteilung der Hölzer nach Farben ist schwierig wegen der häufigen Farbtonübergänge.

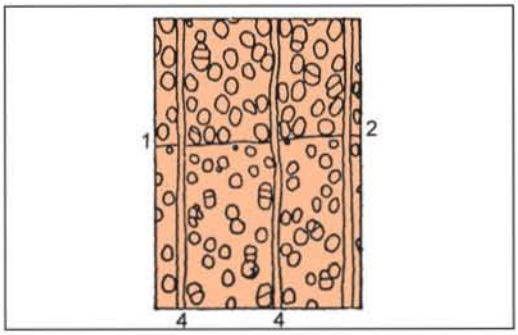
10.1.2 Altersbestimmung

Jahresringzählung. Durch Zählen der hellen oder dunklen Jahresringe ergibt sich das Alter eines Baumes.

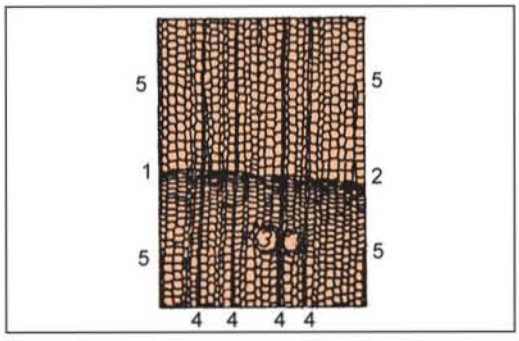
Die **Dendrochronologie** dient zur genauen Ermittlung des Alters bzw. der Wachstumszeit eines Baumes und daraus erstellter Objekte (Fachwerkbalken, Holzskulpturen, Musikinstrumente). Hierbei wird z. B. eine Holzscheibe von einem Balken geschnitten, die Jahresringe vermessen und mit schon bekannten, zeitlich bestimmten Jahresringbildern verglichen. Aus der Übereinstimmung ergibt sich die Festlegung des Alters. Jahresringbilder sind abhängig von der Baumart und der Gegend, in der der Baum stand. Bisher sind sie für ca. 900 Jahre erstellt, bei Eichenholz bis 10.000 Jahre.



10.3 Anordnung der Gefäße in ringporigem Holz
1 und 2 Jahresringgrenze
3 Gefäße
4 Markstrahlen



10.4 Anordnung der Gefäße in zerstreutporigem Holz
1 und 2 Jahresringgrenze
3 Gefäße
4 Markstrahlen



10.5 Anordnung der Tracheiden im Nadelholz
1 und 2 Jahresringgrenze
3 Harzkanäle
4 Markstrahlen
5 Tracheiden

Die Radiokarbonmethode basiert auf dem radioaktiven Zerfall des Kohlenstoff-Isotops. Sie dient u. a. zur Altersbestimmung kohlenstoffhaltiger Stoffe. Bestimmung bis 50.000 Jahre.

10.1.3 Wachstumsmängel, Holzfehler

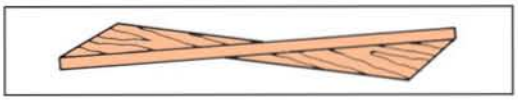
Durch vielerlei Einflüsse – Witterung, Tiere, Wachstumsbedingungen, Untergrundbeschaffenheit, Erbanlagen, Beschädigungen – kann es zu Unregelmäßigkeiten und Absonderlichkeiten beim Wuchs eines Baumes kommen. Diese Bäume sind als Nutzholz für Schreiner und Zimmermann nur bedingt geeignet. Solches verarbeitete Holz führt häufig zu Beschichtungsmängeln bzw. -schäden. Beispiele:

Drehwuchs, hier laufen die Fasern spiralförmig um die Stammachse. Am Längsschnitt (**10.6**) last sich erkennen, ob ein Baum gerade gewachsen ist. Drehwüchsiges Holz kann undichte Konstruktionen verursachen und lässt Feuchtigkeit eindringen.

Exzentrischer Wuchs, hierbei liegt die Markröhre nicht in der Stammmitte, sondern ist exzentrisch (nach einer Seite hin) angelegt. Beim Trocknen verziehen sich die Stämme bzw. die Holzteile.

Harzgallen sind Harzansammlungen bei Nadelhölzern (Tannen, Fichten, Kiefern, Lärchen). Hohlräume im Holz füllen sich in der Wachstumsphase mit Harz. Harz wird bei Erwärmung weich bis flüssig und fließt aus dem Holz. Dort erkennt man es als honigfarbige, klebrige Tropfen.

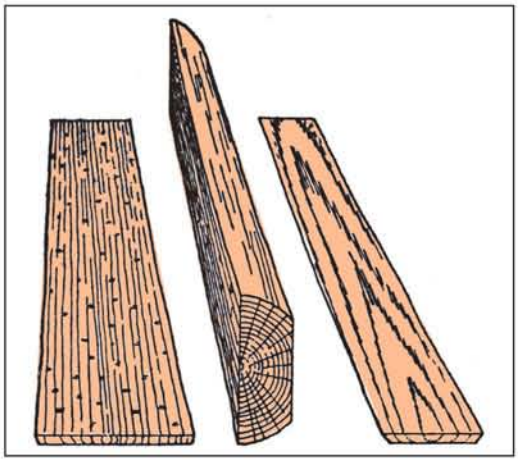
Äste sind an jedem Baum, sie gehen vom Stamm aus und sind mehr oder weniger dicht. Äste sind in ihrem Zellgefüge anders als der Stamm, so dass sie andere Eigenschaften (Härte, Dichte, Quellverhalten) haben. Diese können im verarbeiteten Holz zu optischen Mängeln oder Schäden führen.



10.6 Drehwüchsiges Holz

10.1.4 Schnittrichtungen

Die Zeichnung (Maserung) eines Holzes wird durch Sägen oder Schneiden eines Baumes sichtbar. Bei unterschiedlicher Farbe von Früh- und Spätholz der Nadelhölzer spricht man von „Flammen". Die sichtbaren Markstrahlen der Laubhölzer werden „Spiegel" genannt. Flammen zeigen sich bei tangentialem Schnitt, Spiegel bei radialem Schnitt (**10.**7)



10.7 Radial und tangential (in Jahresringrichtung) geschnittenes Holz

Radial- oder Spiegelschnitt (**10.**8) ist der Längsschnitt durch die Stammmitte. Die Jahresringe erscheinen als parallele Streifen, die Markstrahlen sind bei einigen Holzarten als glänzende Flächen (Spiegel) quer zu den Jahresringen sichtbar.

Tangential- oder Fladerschnitt (**10.**9) ist der Längsschnitt parallel zur Stammachse und senkrecht zu den Jahresringen. Dabei werden die Jahresringe so angeschnitten, dass ein deutliches Schnittbild, die Fladerzeichnung, entsteht. Sie stellt sich im Wesentlichen als Kegelschnittzeichnung dar, die mit zunehmendem Abstand der Schnittfläche zur Stammmitte lebhafter wird.

Hirnholz- oder Querschnitt (**10.**10) ist ein quer zur Stammachse bzw. zum Faserverlauf eines Baumstammes ausgeführter Schnitt. Die Jahresringe sind sehr gut erkennbar, ebenso je nach Holzart die Markstrahlen, Harzkanäle und die Porigkeit (zerstreut- oder ringporig).

10.8 Fichte, Radial- oder Spiegelschnitt

10.9 Fichte, Tangential- oder Fladerschnitt

10.10 Fichte, Hirnholz- oder Querschnitt

10.1.5 Holzarten

Weltweit gibt es eine große Anzahl von Baumarten, von denen nur ein geringer Teil als Nutzholz verwendet werden kann. Es wird zwischen Laub- und Nadelbäumen unterschieden. Abhängig von den unterschiedlichen Eigenschaften sind die Verwendungsbereiche vielfältig.

In der DIN 4076 Teil 1 werden die Holzarten benannt, nach Laub- und Nadelhölzer und nach ihrer Härte eingeteilt. Der Maler und Lackierer sollte die wichtigsten Holzarten (Tab. **10.**3) und deren Eigenschaften kennen, um diese als Beschichtungsuntergrund beurteilen zu können. Neben den mechanischen Eigenschaften sind es besonders die Holzinhaltsstoffe, die den Einsatzbereich maßgeblich beeinflussen. Holzinhaltsstoffe bestimmen die Farbe und auch die natürliche Resistenz.

Wasser kann Inhaltsstoffe aus dem Holz herauslösen. Der Widerstand gegen chemische Einflüsse ist je nach Holzart verschieden hoch.

Resistenzklassen nach DIN EN 350-2. Die Einteilung der Holzarten erfolgt nach dem Grad der Resistenz (Widerstandfähigkeit) gegen einen Angriff durch holzzerstörende Schädlinge.

Es wird in mehrere Bereiche unterschieden, dauerhaft gegen

- holzzerstörende Pilze
- holzzerstörende Insekten
- Termiten
- Holzschädlinge im Meerwasser

Die Klassifikation von Kernholz gegen holzzerstörende Pilze erfolgt nach Dauerhaftigkeits- bzw. Resistenzklassen (Tab. **10.**2).

Splintholz aller Holzarten gehört zur Dauerhaftigkeitsklasse 5 (nicht dauerhaft), der Befall durch Bläuepilze und holzzerstörende Pilze ist möglich. Eine Verwendung bei maßhaltigen Bauteilen sollte vermieden werden.

Unter den Dauerhaftigkeitsklassen rechnet man für verbautes Holz mit unterschiedlichen Standzeiten (Tab. **10.**2).

Tabelle **10.1** Bauschnittholz

Art	Verwendung
Kantholz	Dachgerüste, Fertighausbau, Formenbau, Fachwerkbau, Schalungen für Beton- und Stahlbetonbau, Gerüstbau
Balken	Dachgerüst, Gerüste, Fachwerkbau, Holzbalkendecken, Flachdächer, Aussteifungen, Unterfangungen
Bohlen	Gerüstbau, Abdeckungen, Absperrungen, Treppenbau
Bretter	Brettschalungen, Schaltafeln, Verkleidungen, Zäune, Dachdeckungen, Verschwertungen, Brettbinder
Latten	Dachlatten, Zäune, Schalungs- und Formenbau

Bauschnittholz. Die Verwendung von Bauschnittholz zeigt Tabelle **10.**1.

Tabelle **10.2** Dauerhaftigkeitsklassen des Kernholzes nach DIN EN 350-2

Dauerhaftigkeits-, Resistenzklasse	Beschreibung	Beispiele	Standzeiten
1	sehr dauerhaft	Afzelia, Teak, Robinie, Makore	mehr als 13 Jahre
2	dauerhaft	Eiche, Mahagoni, Red Cedar,	8 bis 13 Jahre
3	mäßig dauerhaft	Lärche, Douglasie, Pitch Pine, Sapelli	5 bis 8 Jahre
4	wenig dauerhaft	Tanne, Fichte, Ulme,	3 bis 5 Jahre
5	nicht dauerhaft	Birke, Buche, Esche, Linde	weniger als 3 Jahre

Tabelle **10.3** Holzarten und Holzeigenschaften für maßhaltige Außenbauteile

Holzart	Nadelholz	Laubholz	grobe Poren	Harzaustritt möglich	inhibierende Inhaltstoffe möglich	Verfärbungen möglich bei Beschichtungen lösemittelverdünnbar (wasserverdünnbar		Bläuepilzbefall möglich	Resistenzklassen gegen Befall durch holzzerstörende Pilze, nach DIN 68 364
Afromosia		×			×	×	×		2
Afzelia (Doussie)		×	×		×		×		1
Agba (Tola branca)		×	×	×					2 bis 3
Amerikanisches Mahagoni		×	×						2
Cedro (Cedrela)		×	×	×					2
Dark Red Meranti		×	×				×		2 bis 3
Douglasie (Oregon Pine)	×			×		×		×	3
Eiche		×	×			×			2
Fichte	×			×				×	4
Framire (Emiri)		×	×			×	×		2 bis 3*
Freijo		×							2
Hemlock	×							×	4*
Iroko (Kambala)		×	×			×	×		1 bis 2
Keruing (Yang)		×	×	×					3
Khaya-Mahagoni		×	×				×		3
Kiefer	×			harzreich				×	3 bis 4
Kosipo-Mahagoni		×					×		2 bis 3
Kotibe (Danta)		×							2
Lärche	×			harzreich		×		×	3
Light Red Meranti		×	×						3 bis 4
Merbau (Kwila)		×	×			×	×		1 bis 2
Niangon		×	×		×	×	×		2 bis 3
Pitch Pine	×			harzreich				×	3*
Red Pine (Carolina Pine)	×			×				×	4 bis 5*
Redwood	×			harzarm		×		×	2 bis 3*
Sipo-Mahagoni (Utile)		×	×		×	×	×		2
Tanne	×							×	4
Teak		×	×		×				1
Western Red Cedar	×			×		×		×	2

* Resistenzklassen sind nicht in der Norm enthalten.

10.1.6 Eigenschaften

Das Gewicht (spezifische Gewicht) des trockenen Holzes ist abhängig vom Gewicht der festen Holzstruktur (Zellen) und dem Gesamtvolumen der Hohlräume. Unterschieden wird nach: sehr leicht, leicht, ziemlich leicht, mäßig schwer, schwer und sehr schwer.

Die Rohdichte ist aussagefähig über die Festigkeit des Holzes. Sie wird als Verhältnis der Masse zum Rauminhalt in g/cm^3 angegeben. Abhängig ist sie vom Holzaufbau (Früh- und Spätholz, Splint- und Kernholz, Zellaufbau, Porigkeit) und vom Wassergehalt, d. h. sie kann innerhalb eines Stammes unterschiedlich sein. Je größer der Wert der Rohdichte, umso schwerer und feinporiger ist das Holz.

Die Härte ist für die Bearbeitung und Haltbarkeit bzw. Widerstandsfähigkeit von großer Bedeutung. Sie wird durch das Prüfverfahren nach Brinell ermittelt. Danach wird die Härte unterschieden nach:

- sehr weich, Balsa, Linde, Pappel, Weide
- weich, Fichte, Tanne, Kiefer
- mittelhart, Lärche, Limba, Edelkastanie
- hart, Ahorn, Eiche, Esche, Nussbaum, Rotbuche, Kirschbaum
- sehr hart, Hainbuche, Palisander, Ebenholz

Die Wärmeleitfähigkeit ist bei Holz wegen seiner Porigkeit gering, d. h. es hat gute Wärmedämmeigenschaften. Holz mit geringer Rohdichte (Fichte) besitzt eine geringere Leitfähigkeit als Holz mit hoher Rohdichte (Rotbuche). Die Wärmeleitfähigkeit ist bei trockenem Holz besser als bei nassem.

Die elektrische Leitfähigkeit ist bei trockenem Holz minimal, steigt jedoch mit zunehmender Feuchtigkeit. Die Leitfähigkeit wird bei der Holzfeuchtemessung genutzt.

Holzfeuchtigkeit wird der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes gegenüber dem getrockneten (gedarrten) Holz genannt, ausgedrückt in Gewichtsprozenten. Beispiel: Ein Holzteil wiegt 45 g, nach dem Darren nur noch 32 g, folglich sind 13 g Wasser verdunstet. Daraus errechnet sich:

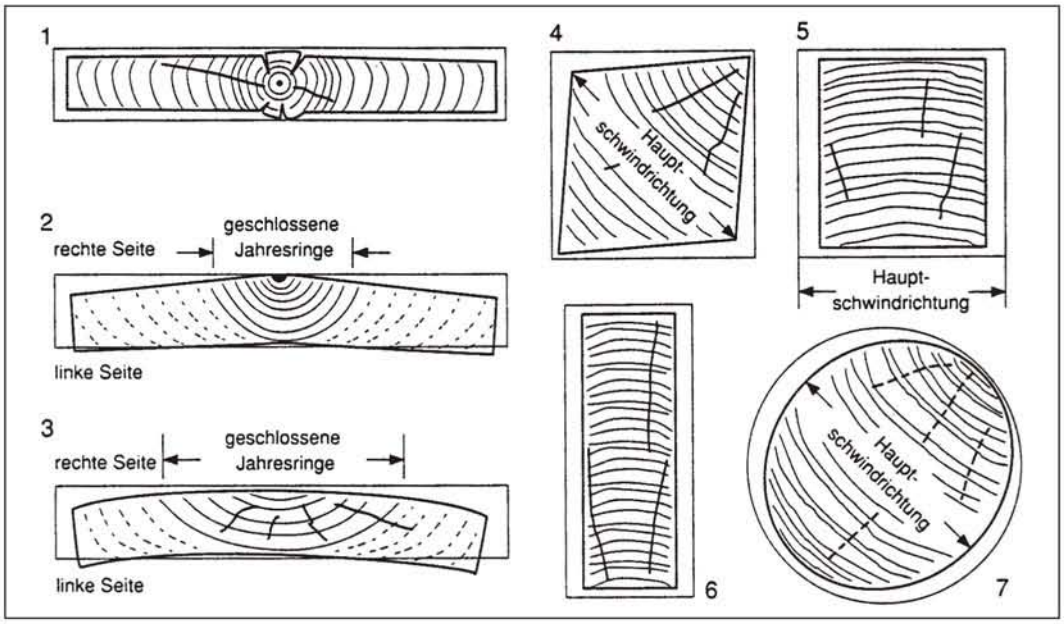
13 g : 32 g = 0,40 = 40 % Feuchtigkeitsgehalt. Leichte, großporige Hölzer können einen hohen Feuchtigkeitsgehalt erreichen, schwere, kleinporige Holzer einen geringeren. Splintholz enthält meist mehr Feuchtigkeit als Kernholz. Holz ist hygroskopisch (wasseranziehend). Deshalb sind auch Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur mitbestimmend für die Holzfeuchte. Deckt sich die Holzfeuchtigkeit mit der relativen Luftfeuchtigkeit, spricht man von Ausgleichsfeuchtigkeit – das Holz ist „lufttrocken". Der Fasersättigungspunkt dagegen ist der Augenblick, in dem kein freies Wasser mehr in den Zellen vorhanden ist, die Zellwände jedoch noch mit Wasser gesättigt sind. Bei weiterer Wasserabgabe beginnt das Holz zu schwinden.

Holz bleibt immer hygroskopisch, d. h. es reagiert auf jede Änderung der Umgebungsfeuchte. Steigt die relative Luftfeuchte, nimmt das Holz Feuchtigkeit auf; sinkt die Luftfeuchte, gibt das Holz Feuchtigkeit an die Umgebungsluft ab.

Beispiel:

Relative Luftfeuchte 30 % – Holzfeuchte 6,2 %.
Relative Luftfeuchte 50 % – Holzfeuchte 9,4 %.
Relative Luftfeuchte 80 % – Holzfeuchte 16,6 %.

Schwinden und Quellen (**10.**11) des Holzes ergeben sich aus der Feuchtigkeitsabgabe unterhalb des Fasersättigungspunkts bzw. der Feuchtigkeitsaufnahme. Unter dem Einfluss von Feuchtigkeitsschwankungen findet eine wechselnde Volumenänderung des Holzes statt. Man sagt, das Holz „arbeitet". Die verschiedenen Holzarten arbeiten unterschiedlich, Weichhölzer mehr als Harthölzer. Tropische Hölzer trocknen nur sehr langsam aus.



10.11 Die Quell- und Schwindrichtungen des Holzes unterscheiden sich in die drei Hauptrichtungen: tangential, radial und axial.

10

Freilufttrocknung.

Natürliche Trocknung im Wald, auf dem Lagerplatz oder einem Trockenschuppen. Abhängig von der Lufttemperatur und der Luftfeuchte bzw. den allgemeinen Witterungsbedingungen kann die Lufttrocknung je nach Holzart bis zu einigen Jahren dauern.

Bei der Stapeltrocknung wird frisch geschnittenes unbesäumtes Holz nach bestimmten Regeln aufgeschichtet. Zwischen den einzelnen Holzlagen werden Stapelleisten gelegt, die eine Durchlüftung der Stapel ermöglichen.

Künstliche Trocknung.

Mit technischen Geräten ist es möglich, Holz in relativ kurzer Zeit ohne Qualitätsverlust zu trocknen. Unterschieden werden verschiedene Trocknungsmethoden, bei denen Holz in Kammern auf die gewünschte Feuchtigkeit heruntergetrocknet wird. Die Trockenzeit liegt hier zwischen wenigen Stunden oder Tagen.

Trocknungsfehler treten als Verziehen und Reißen auf, weil das Holz nicht in allen Richtungen gleich trocknet. Senkrecht zur Faserrichtung ist der Schwund größer. Unter hohen Temperaturen oder bei austrocknendem Wind können die äußeren Holzschichten schneller trocknen als die inneren. Dann entstehen Risse.

Zulässige **Holzfeuchtigkeit.** Ein Anstrich bzw. eine Beschichtung kann sich nicht auf nassem Holz verankern. Deshalb wurden zulässige Werte festgelegt (Tab. **10.**4), die durch eine Feuchtigkeitsmessung vor einer Beschichtung ermittelt werden müssen. Besteht ein Auftraggeber auf einer geschlossenporigen Beschichtung (Abschn. 10.3.4), sollte durch den Auftragnehmer bezüglich der Gewährleistungspflicht (4 bzw. 5 Jahre) schriftlich Bedenken (VOB, Teil B §4) angemeldet werden.

Imprägnierungen mit Holzschutzmitteln sind bis zu einer maximalen Holzfeuchtigkeit von 28 % und mit wasserdampfdiffusionsfähigen Beschichtungen von 25 % möglich.

Tabelle **10.4** Zulässige Holzfeuchte für geschlossenporige Beschichtungen

Holzart	Maximale Holzfeuchtigkeit bei einer Temperatur von 20 °C in 5 mm Tiefe
Nadelhölzer	15 %
Laubhölzer	12 %
Tropische Hölzer	12 % (in der Mitte der Holzdicke 15 %)
Furniere	≈ 7 bis 10 %
Holzfeuchte innen	≈ 8 bis 10 %

Zum Messen der Holzfeuchtigkeit wird ein Feuchtigkeitsmessgerät (**10.**12) eingesetzt. Die Holzfeuchtigkeit wird über das Widerstandsmessverfahren ermittelt, d. h. je höher die Feuchtigkeit, umso geringer der Widerstand. Bei der Durchführung der Messung werden die beiden Elektroden des Messgerätes mindestens 5 mm in das Holz geschlagen bzw. geschraubt. Nun wird der Widerstand gegenüber dem durchfließenden Strom bzw. den Hochfrequenzwellen gemessen. Zur exakten Messung müssen am Gerät Holzart und Raumtemperatur eingestellt werden.

10.12 Feuchtigkeitsmessgerät

10.1.7 Holzschutz

Holzschutz nach DIN 68 800 Teile 1–5 (Holzschutz im Hochbau), umfasst alle Maßnahmen, die eine Wertminderung oder Zerstörung verlangsamen oder verhindern. Holzschutz wird unterteilt in

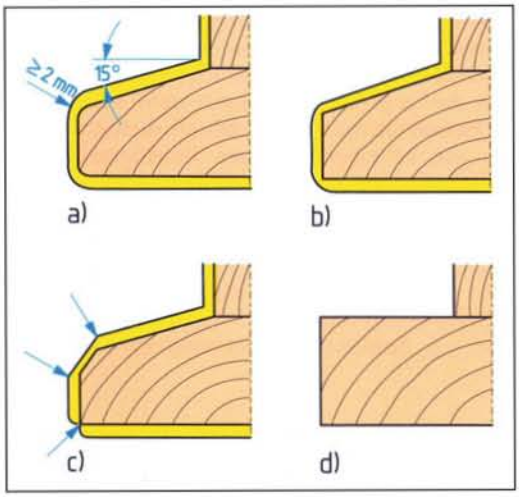
- konstruktiven Holzschutz (bauliche Ausführung)
- chemischen Holzschutz (Imprägnierung)
- physikalischen Holzschutz (Beschichtung)

Die Bestimmungen zum vorbeugenden Holzschutz stellen den konstruktiven (baulichen) Holzschutz über den Gebrauch von chemischen Wirkstoffen. Schon bei der Planung soll dies berücksichtigt werden.

Konstruktiver Holzschutz nach (DIN 68 800-2) soll durch geeignete Maßnahmen einer Feuchtebildung vorbeugen und damit die Anfälligkeit für tierische und pflanzliche Schädlinge verhindern. Der konstruktive Holzschutz gilt vor allem im Außenbereich, sollte jedoch auch im Innenbereich berücksichtigt werden. Konstruktive Maßnahmen sind z. B.

- Niederschläge abführen (abgeschrägte Flächen, Tropfnasen, Wasserablaufbohrungen)
- Verbretterungen hinterlüften (Luftzirkulation ermöglichen)
- Vermeidung von Erdkontakt (Pfostenschuhe, Bodenabstand > 20 cm)
- Gefährdete Teile, z. B. Hirnholzflächen, abdecken (Metallkappen, Blechabdeckungen)
- Tauwasser vermeiden

Holzfensterprofile. Grundsätze und Empfehlungen zur konstruktiven Ausbildung von Holzfenstern sind in der DIN 68 121 beschrieben. Fensterprofile müssen so gestaltet sein, dass das Wasser abgeleitet wird (**10.**13) Eckverbindungen, Ansätze, Dübelungen müssen fachgerecht ausgeführt und dauerhaft fugendicht sein. Verleimungen und Verglasungen sind nach den Richtlinien (DIN, VOB, RAL) auszuführen.



10.13 Beschichtungsgerechte Holzkonstruktion: Kanten
a) Die Ablaufschräge sollte 15 °betragen. Gestumpfte Kanten (Radius der Rundung > = 2 mm) geben die beste Voraussetzung für einen guten Kantenschutz mit gleichbleibender Beschichtungsfilmdicke
b) Scharfe Kanten werden nur zu der normalen Schichtdicke bedeckt
c) Bei Volumenänderung des Schichtträgers (feuchtes Holz) reißt die Beschichtung an scharfen Kanten
d) Holzprofilausbildungen ohne Ablaufschräge und mit scharfen Kanten sind für Außenbeschichtungen ungeeignet

10

Chemischer Holzschutz (DIN 68 800 Teil 3). Zur Vorbeugung gegen Schädlingsbefall müssen tragende und aussteifende Holzbauteile einen chemischen Holzschutz erhalten. In Innenräumen sollte auf chemischen Holzschutz verzichtet werden, da ein Befall durch Schädlinge weitgehend ausgeschlossen ist. Ausnahmen sind gefährdete Bereiche, z. B. Feuchträume.

Holzschutzmittel sollen Schädlingsbefall verhindern oder vorhandene Organismen abtöten und gegen Neubefall vorbeugend schützen. Zum Einsatz kommen:

- wasserlösliche Holzschutzmittel auf Salzbasis
- wasseremulgierbare Substanzen
- Steinkohleteeröle
- lösemittelhaltige Holzschutzmittel

Einbringverfahren sind:

- **Streichen und Spritzen/Sprühen,** Eindringtiefe 2 mm bis 6 mm bei mehreren Arbeitsgängen, nass-in-nass; Spritzen und Sprühen nur in geschlossenen Anlagen. Einschränkung bei Salzen
- **Tauchen,** mehrmaliges Eintauchen, Eindringtiefe 2 mm bis 6 mm, überwiegend Salze, Tauchdauer abhängig von der Holzart
- **Trogtränkung,** mehrstündiges Untertauchen bewirkt gleichmäßiges und tieferes Eindringen, überwiegend Salze
- **Kesseldruckimprägnierung,** Tränkung des Holzes durch Unter- oder Überdruck bzw. im Druckwechsel,

Vorsicht bei der Verarbeitung von Holzschutzmitteln, sie können gesundheitsgefährdende Bestandteile enthalten. Persönliche Schutzausrüstung benutzen. Sicherheitsdatenblatt einsehen.

Physikalischer Holzschutz erfolgt durch Beschichtungen, die gegen z. B. UV-Strahlen, Feuchtigkeit, Hagel, Schnee, Sonneneinstrahlung, schützen sollen.

Gemäß DIN EN 927-1 werden Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für Holzbeschichtungen im Außenbereich nach Anwendungsstufen eingeteilt, die sich auf die Maßhaltigkeit beziehen.

Klassifikation von Bauteilen

Bauteile im Außenbereich werden klassifiziert nach ihrer Maßhaltigkeit. Außenbauteile aus Holz und Holzwerkstoffen werden eingeteilt in

- **nicht maßhaltig** (mit nicht begrenzten Maßänderungen), z. B. Schindeln, Palisaden, Zäune, Fassadenverkleidungen aus Brettern mit offener Fuge
- **begrenzt maßhaltig** (mit zugelassenen Maßänderungen in begrenztem Umfang), z. B. Gesimse, Fachwerk, Dachuntersichten, Gartenmöbel, Fensterläden, Verbretterungen mit Nut und Feder
- **maßhaltig** (mit zugelassener Maßänderung in sehr geringem Umfang), z. B. Fenster, Außentüren

Klimabeanspruchung. Im Außenbereich hängt die Haltbarkeit und Schutzwirkung von Beschichtungen auf Holzuntergründen von der witterungsbedingten Beanspruchung ab.

Nach DIN EN 927-1 wird zwischen drei Klimabedingungen an Gebäuden unterschieden:

- gemäßigt, Nord- und Nordostseiten
- streng, Nordost- und Südostseiten
- extrem, Süd-, Südwest- und Westseiten

Daneben ist die Beanspruchung auch abhängig vom konstruktiven Schutz, z. B. durch Überdachungen, Dachüberstände und Leibungen.

Klimabegriffe. In Anlehnung an DIN 50 010-1, werden unterschieden:

- **Außenraumklima** – Holzbauteile geschützt. Die Holzbauteile sind konstruktiv, z. B. durch Überdachungen, Loggien, Balkonen, gegen unmittelbare Wettereinwirkung (Sonne, Niederschläge, ggf. Wind) weitgehend geschützt
- **Freiluftklima** 1 – Holzbauteile teilweise geschützt. Die Holzbauteile haben einen geringen konstruktiven Schutz, sie sind weitgehend den Wettereinwirkungen ausgesetzt. Gilt für Holzbauteile an Gebäuden bis zu 3 Geschossen in geschützter Lage
- **Freiluftklima 2** – Holzbauteile nicht geschützt. Die Holzbauteile sind ungehindert den Wettereinwirkungen ausgesetzt. Gilt für Gebäude bis 3 Geschosse mit starken Witterungseinflüssen und Gebäude über 3 Geschossen.

Aus der Bewertung der klimatischen Bedingungen und der Konstruktion ergibt sich die Beanspruchung der Beschichtung (Tab. **10.**5)

Tabelle **10.**5 Bestimmung der Beanspruchung, DIN EN 927-1

Konstruktion/ Holzbauteil	Klimabedingungen		
	gemäßigt	streng	extrem
a) geschützt	schwach	schwach	mittel
b) teilweise geschützt	schwach	mittel	stark
c) nichtgeschützt	mittel	stark	stark

Die Auswahl der Beschichtungsstoffe muss sich nach der jeweiligen Beanspruchung richten. Dabei muss von der am Bauteil höchsten Beanspruchung ausgegangen werden.

Aufgabe der Beschichtung. Für die Beschichtungen (Anstrich, Lackierung, Oberflächenbehandlung) auf Holz und Holzwerkstoffen im Außenbereich gilt das BFS-Merkblatt Nr. 18 des Bundesausschusses Farbe und Sachwertschutz.

Außenbauteile aus Holz sind regional unterschiedlichen Witterungs- und Umweltbeanspruchungen ausgesetzt. Diese Beanspruchungen sind gegeben durch Feuchtigkeit (Tau, Nebel, Regen, Schnee, Eis), rasche Temperaturwechsel und mechanische Belastungen sowie durch die Einwirkung verschiedenartiger atmosphärischer Agenzien (Chemikalien) und die Einwirkung des Sonnenlichts, insbesondere der UV-Strahlen. (**10.**14)

10.14 Vergrauung durch UV-Strahlen wegen fehlenden Schutzes durch die Lasur

Beschichtungen auf maßhaltigen und auf nicht maßhaltigen Außenbauteilen aus Holz werden diesen Anforderungen gerecht, wenn geeignete Holzarten, beschichtungsgerechte Konstruktionen und technisch einwandfreie Beschichtungsaufbauten mit geeigneten, aufeinander abgestimmten Beschichtungsstoffen vorliegen.

Beschichtungen dienen dem Oberflächenschutz und dem Oberflächenaussehen. Ihre Aufgabe ist es, Feuchtigkeitswechsel und damit das Quellen und Schwinden des Holzes zu vermindern.

Die Dicke der Beschichtung ist vom verwendeten System und von der Beschichtungstechnik abhängig. Bei ausreichender Pigmentierung, auch mit Lasurpigmenten, gegebenenfalls in Verbindung mit UV-Absorbern, schüt-

zen Beschichtungen die Holzoberfläche vor holzzerstörenden UV-Strahlen.

Nicht maßhaltige Holzbauteile müssen vor ihrer Montage allseitig behandelt werden. Auf die saugfähigen Hirnholzenden ist in Bezug auf Feuchtigkeitsschutz besonders zu achten.

Beschichtungen haben nicht die Aufgabe, bautechnische und holztechnische Mängel zu beseitigen.

Oberflächentemperaturen in Abhängigkeit vom Farbton. Dunkelgetönte Beschichtungen führen außen zu einer erhöhten Oberflächenerwärmung (bis ca. 80 °C). Durch die Oberflächenerwärmung der Beschichtung und der oberen Holzzone kann bei harzreichen Nadelhölzern der Harzaustritt noch verstärkt werden. Deshalb sind dunkelgetönte Beschichtungen auf harzreichen Nadelhölzern außenseitig zu vermeiden.

Eine Temperaturerhöhung an der Oberfläche führt unter Umständen zu einer stärkeren Austrocknung der beschichteten Hölzer und damit zu einer erhöhten Rissbildung.

10

10.1.8 Holzschädlinge

Holzschädlinge sind Organismen, die Holz schädigen oder zerstören. Es gibt Holzschädlinge, die frisches Holz befallen, und andere, die trockenes Holz schädigen. Die größte Bedeutung im Objektbereich haben tierische und pflanzliche Schädlinge (**10.**15–**10.**25). Im Gegensatz zum vorbeugenden Holzschutz findet die Bekämpfung der Holzschädlinge an verbauten Hölzern und Möbeln statt.

Die Bekämpfung ist in der DIN 68 800 Teil 4 geregelt. Für die Schädlingsarten Echter Hausschwamm und Hausbockkäfer gilt in einigen Bundesländern die Meldepflicht.

Eine normgerechte Bekämpfung kann nur gegen tierische Schädlinge erfolgen, eine Bekämpfung pflanzlicher Schädlinge ist mit chemischen Mitteln nicht möglich.

Zugelassene Verfahren sind:

- chemische Bekämpfung (Holzoberflächenbehandlung, Bohlochinjektion)
- Heißluftverfahren (Klimakammern, Einhausung z. B. von Dachstühlen)
- Begasung (unterschiedlich wirkende Gase)

Die chemische Bekämpfung wird in Verbindung mit den Schädlingen beschrieben, das Heißluftverfahren vorab.

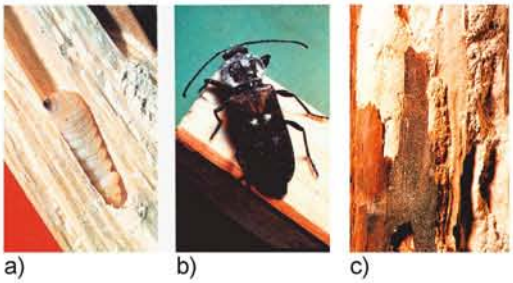
Beim Heißluftverfahren werden durch Aufheizung befallener Holzteile Schädlinge (Larven, Eier) getötet. Dazu muss im Holzinnern eine Temperatur von ca. 60 °C erreicht werden.

Die befallenen Objekte, z. B. Dachstuhl, werden eingehaust (weitgehend umhüllt) um ein Entweichen der Heißluft (ca. 120 °C) zu vermeiden. Nach ca. 6 bis 12 Stunden ist die notwendige Temperatur im Balkeninneren erreicht. Bei geringer dimensionierten Objekten verringert sich die Zeit. Schutz gegen einen Neubefall ist bei diesem Verfahren nicht gegeben.

Tierische Holzschädlinge. Sie werden mit chemischen Mitteln bekämpft. Bei fortgeschrittenem Befall ist das Holz nicht mehr zu retten. Es muss ausgebaut und verbrannt werden, damit die Schädlinge nicht auf noch gesundes Holz überwechseln.

Die wichtigsten tierischen Holzschädlinge sind der Hausbockkäfer und der Holzwurm. Sie befallen verarbeitetes Holz. Weitere Holzschädlinge sind der Braune Splintholzkäfer und die Holzwespe.

Der Hausbockkäfer (**10.**15) bevorzugt Nadelhölzer. Er nistet vorwiegend in Dachstühlen und Fachwerkbalken, bei möglichst hoher Temperatur. Die Larven fressen sich 3 bis 7 Jahre durch das Splintholz, ohne an die Holzoberfläche zu kommen. Mit Fraßmehl und Kot verstopfen sie die Gänge hinter sich, so dass sich wulstartige Erhöhungen zeigen. Die ausgewachsenen Larven verlassen als Käfer das Holz durch Schlupflöcher. Diese Löcher markieren den fortgeschrittenen Befall. Die Larve wird 15 mm bis 30 mm lang.



a) b) c)

10.15 Hausbockkäfer
a) Larve, b) Insekt, c) Schadensbild

Der Holzwurm (**10.**16), auch Klopf-, Poch- oder gewöhnlicher Nagekäfer genannt, befällt Nadel- und Laubholz. Man findet ihn in Räumen mit hoher Luftfeuchtigkeit und mäßiger Temperatur (Kirchen, Museen, Erdgeschosse) und dort in Möbeln und Schnitzereien, im Fachwerk, in Treppen und Einbauten. Aus den etwa 1 mm bis 2 mm großen Schlupflöchern rieselt feines Bohrmehl; dieses Mehl zeigt den Befall an. Die Larve ist 4 mm bis 6 mm groß. Nach der Verpuppung verlassen sie als Holzwurmkäfer das Holz.

a) b) c)

10.16 Holzwurm
a) Larve, b) Insekt, c) Schadensbild

Der Braune Splintholzkäfer (**10.**17) wurde mit Tropenhölzern eingeschleppt (u. a. Limba). Er befällt aber auch einheimisches Laubholz (z. B. Esche, Rüster). Die Larve wird 4 mm bis 6 mm lang. Die Fraßgänge verlaufen überwiegend in Richtung der Holzfasern und sind mit puderfeinem Bohrmehl verstopft. Die häufigsten Fundorte sind Verkleidungen, Leisten, Möbel und Parkettböden.

a) b) c)

10.17 Brauner Splintholzkäfer
a) Larve, b) Käfer, c) Schadensbild

Die Holzwespe (**10.**18), mit frischem Bauholz ins Gebäude gebracht, kann auf dem Holz aufliegende Stoffe durchfressen (z. B. Abdichtungsmaterial von Flachdächern, Dachfolien, Bleiabdeckungen, Teppiche). Die Larve wird 30 mm groß.

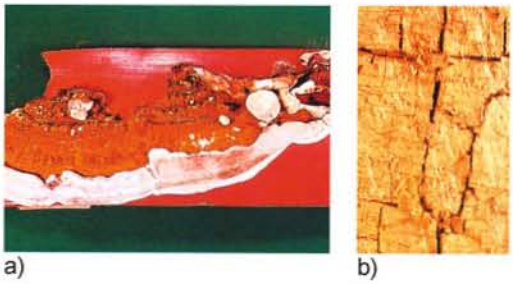
a) b) c)

10.18 Holzwespe
a) Larve, b) geschlüpfte Wespe,
c) Schadensbild

Die Bekämpfung. Befallenes Holz wird durch neues, imprägniertes ersetzt, das übrige Holz mit einer Stahlbürste ausgebürstet. Auf jeden Fall muss die Tragfähigkeit der Holzkonstruktion geprüft werden. Insektentötende Mittel werden gespritzt, geimpft (Löcher bohren, nach der Impfung verdübeln) oder mit einem weichen Pinsel aufgetragen.

Allseitige Imprägnierung bei unterschiedlicher Saugfähigkeit des Holzes (Kern-, Splint-, Früh- und Spätholz) garantiert das Tauchverfahren. Es erreicht auch die besonders gefährdeten, schwer zugänglichen Verbindungsstellen, Hirnschnitte. Beim Auftrag mit dem Pinsel verbraucht man zwar weniger Holzschutzmittel, doch dringt auch weniger ins Holz ein. Die allseitige Imprägnierung und Grundierung soll – möglichst in der Tauchanlage – in der Schreinerwerkstatt vorgenommen werden, damit keine Baufeuchte ins Holz eindringen kann.

Die zu imprägnierenden Bauteile müssen staubfrei sein. Beim Imprägnieren mit dem Pinsel ist darauf zu achten, dass alle Holzteile einschließlich Ecken und Rillen gut getränkt werden. Besonders die Hirnholzenden brauchen viel Imprägniermittel (**10.**20).



a) b)

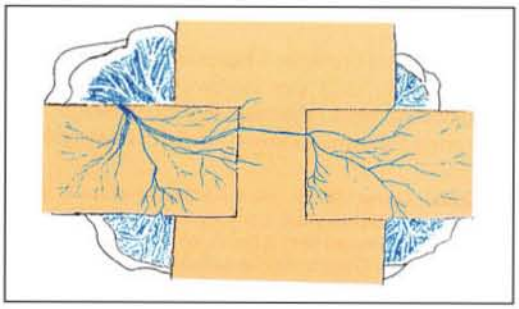
10.19 a) Echter Hausschwamm,
b) Schadenserkennung

10.20 Eindringtiefe des Holzschutzmittels ins Hirnholz

Pflanzliche Holzschädlinge. Es sind Pilze oder Schwämme, die auf oder in dem Holz wachsen. Sie ernähren sich aus dem Abbau der Holzsubstanz und zerstören das Holz durch ihre Ausscheidungen. Zum Wachsen brauchen die verschiedenen Pilzarten jeweils eine bestimmte Temperatur und Holzfeuchtigkeit. Manche Pilzschäden lassen sich schon vermeiden, wenn trockenes Holz (< 18 % Feuchtigkeit) eingebaut wird. Gegen Pilzbefall setzt man vorbeugend chemische Mittel ein. Befallenes Holz muss wie bei tierischen Schädlingen ausgebaut und verbrannt werden. Am gefährlichsten ist Echter Hausschwamm.

Stockigkeit (Schimmelpilze) tritt sowohl bei rohem als auch bei behandeltem Holz auf. Anzeichen sind je nach Umgebung schwarze, graue, grüne, braune, rosa, gelbe oder weiße Flecken mit flauschigem Belag. Die Pilze dringen mit ihrem feinfaserigen Gewebe tief in das Holz ein und tragen dabei auch fäulniserregende Spaltpilze in die Zellen. Sie vermehren sich schnell.

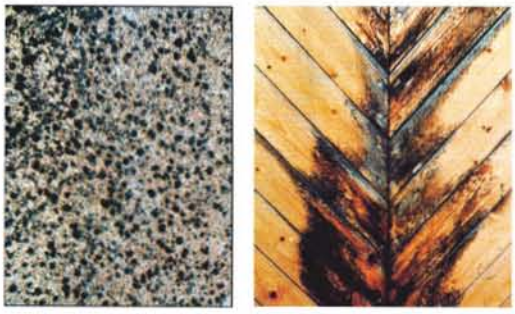
Der Echte Hausschwamm (**10.**19) ist der gefährlichste Feind des bearbeiteten Holzes. Er bildet sich besonders auf feuchten Nadelhölzern (optimal für ihn sind 20 % bis 30 % Holzfeuchtigkeit und 20 °C = 293 K). Hat der Hausschwamm einmal Fuß gefasst, lässt er sich auch durch Austrocknen nicht mehr vertreiben, denn er erzeugt dann die nötige Feuchtigkeit selbst. Von der Oberfläche aus dringt der Pilz tief ins Holz ein, macht es weich, brüchig und faulig (**10.**21). Holzfreie Strecken (z. B. Mörtelfugen, Wände) werden über- oder durchwachsen. Während des Reifungsprozesses bilden sich pfannkuchenförmige Fruchtkörper, die an der Oberfläche zu schwammartigen Gebilden weiterwuchern. Seine



10.21 Hausschwammbefall (Schema)

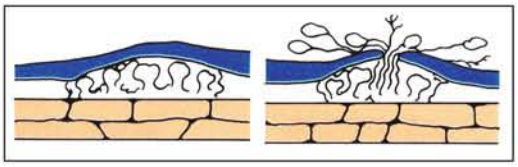
Sporen werden durch Menschen, Geräte und den Wind verbreitet.

Bläuepilze (**10.**22) gefährden vor allem das Splintholz der Kiefer, das hoher Feuchtigkeit ausgesetzt ist. Die Pilze zerstören den Zellinhalt. Die Zellwände bleiben erhalten, die Festigkeit wird also nicht beeinträchtigt. Dagegen wird das Holz poröser, nimmt mehr Feuchtigkeit auf und wird ungeeignet für Beschichtungen. Ein Bläuepilz wächst auch unter der Farbschicht weiter und zerstört sie. Befallen wird gelagertes und eingebautes Holz. Ohne Zwischenraum gelagertes feuchtes Kiefernholz kann schon in einer Nacht verblauen. Kenntlich sind Bläuepilze an den grauschwarzen Verfärbungen.



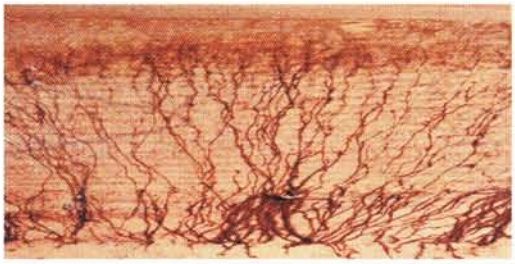
10.22 Durch Bläue verursachter Anstrichschaden

Die Sekundärfäule (Beschichtungsbläue) bildet sich *nach* der Trocknung und ist an den Flecken und Streifen erkennbar. Die Lackschichten schwellen zu Blasen an, reißen und blättern ab (**10.**23). Auch in nachträglich entstandenen Rissen und Lackschichten sowie bei unbehandeltem Holz kann Bläuebefall auftreten.



10.23 a) Fruchtknotenbildung unter der Lackschicht
b) Durchbrechen der Lackschicht und weitere Ausbreitung

Der Kellerschwamm (**10.**24) befällt Nadel- und Laubholz. Er greift nur feuchtes Holz an (30 bis 60 % Holzfeuchte). Daher kommt er auf den in Kellerräumen und in Bodennähe verbauten Hölzern vor.



10.24 Brauner Keller- oder Warzenschwamm

Der Tannenblättling (**10.**25) bevorzugt sehr feuchtes Nadelholz (Zäune, Masten, Balkone, Fenster). Das beige bis braun gefärbte Mycel (Pilz) wächst nur im Holzinnern. Deshalb wird der Befall erst sehr spät erkannt. Die Fruchtkörper wachsen leisten- und konsolenförmig aus Holzspalten und durchstoßen die Beschichtung.

10.25 Fruchtkörper von einem Pilz

Pilzbefall im verbauten Holz ist nur durch Austrocknung des Holzes zu stoppen, ausgenommen Echter Hausschwamm. Die im Holz kaum sichtbaren Myzele und Sporen werden bei entsprechender Feuchtigkeit wieder aktiviert. Eine Bekämpfung ist nicht möglich, die befallenen Holzteile sind weiträumig zu entfernen. Durch den Bläuepilz entstandene Verfärbung kann nach dem Austrocknen mit einem Lack überarbeitet werden, Holzlasuren lassen die Verfärbung durchscheinen.

10.2 Holzwerkstoffe

Holzwerkstoffplatten (DIN EN 13986) bestehen aus verarbeitetem Holz mit je nach Verwendung unterschiedlichen Eigenschaften, im Gegensatz zu bearbeitetem Massivholz, bei dem die Eigenschaften weitgehend erhalten bleiben.

Plattenwerkstoffe werden nach DIN EN 1995-1-1 drei Anwendungsbereichen zugeordnet:

Trockenbereich – Nutzungsklasse 1
Feuchtbereich – Nutzungsklasse 2
Außenbereich – Nutzungsklasse 3

Vorteile sind z. B. großflächige Plattenformate, hohe Formbeständigkeit, feuchtigkeitsbeständige und fungizide Ausrüstung, industrielle Herstellung und Verarbeitung ermöglicht immer gleiche Eigenschaften bzw. Qualitäten, vielfältiges Oberflächendekor und Verwendung von Recyclingholz.

Plattenwerkstoffe werden unterschieden in:

- Sperrholz (Lagenholz)
- Holzspanplatten
- Holzfaserplatten
- Sonstige (nicht direkt zuzuordnen)

Sperrholzplatten sind nach DIN EN 313-2, EN 636, alle Platten, die aus mindestens drei im Wechsel, rechwinklig, aufeinander geleimten Holzlagen bestehen. Die wichtigsten technischen Eigenschaften sind durch die wechseln-

den Lagen gegeben. Das bedeutet gleiche Schwund- und Quellwerte in beiden Richtungen und damit hohe Dimensionsstabilität. So ist es möglich, großflächige Platten zu verarbeiten.

Furniersperrholz (Furnierplatten FU, **10.**26) und Bau-Furniersperrholz (BFU, DIN EN 68 705-3) bestehen aus Furnierlagen. Die Zahl der Lagen ist ungerade (3, 5, 7 oder mehr). Die einzelnen Lagen werden verleimt und bei ca. 170 °C gepresst. Es besitzt eine hohe Formbeständigkeit. Verwendet wird es im Möbelbau, für Rückwände, Schubkastenböden, Füllungen, Wand- und Deckenverkleidungen.

Formlagenholz (Multiplexplatten) bestehen aus mindestens 5 Lagen und Dicken. Sie werden im Möbel- und Gehäusebau sowie als Arbeitsplatten eingesetzt.

Stab- und Stäbchensperrholz (Tischlerplatten **10.**27) bestehen aus Furnieraußenlagen und einer dickeren Mittellage aus neben einander liegenden, verleimten Holzleisten von ca. 24 mm Breite. Die Platten sind gut zu verarbeiten und zu furnieren, haben hohe Stabilität und Festigkeit. Im Möbel- und Innenausbau sowie im Fertighausbau werden sie eingesetzt.

10

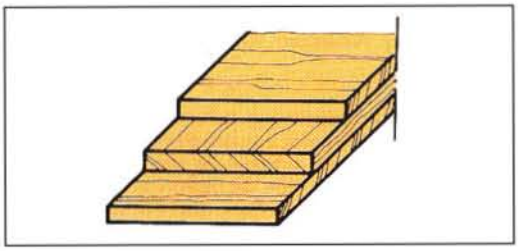
Holzspanplatten nach DIN EN 309 (**10.**28) bestehen aus Holzspänen (Stämme, Äste, Rest-, Abfallholz von Handwerk und Industrie) die mit Kunstharzleim vermischt und bei 200 °C zu Platten verpresst werden. Die Anordnung der Späne kann unterschiedlich sein, so werden z. B. gröbere Späne als Mittelschicht eingesetzt, feinere Späne bilden die beiden Deckschichten.

Unterschieden wird in Flachpressplatten, Strangpressplatten (**10.**29), Röhrenpressplatten (**10.**30) und OSB-Platten (Grobspanplatten). Flachpressplatten werden am häufigsten eingesetzt,

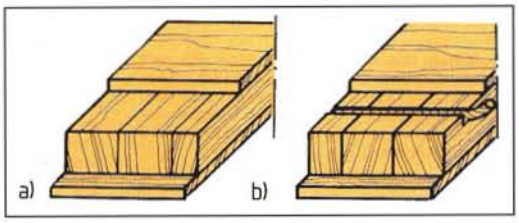
P1 für leichte Verkleidungen im Trockenbereich,
P2 für Möbel- und Innenausbau im Trockenbereich,
P3 im Feuchtbereich.

Klebemittel sind Kombinationen von Harnstoff-Melamin- und Phenol-Formaldehyd-Klebstoffen. Sie unterscheiden sich in der Wasserbeständigkeit.

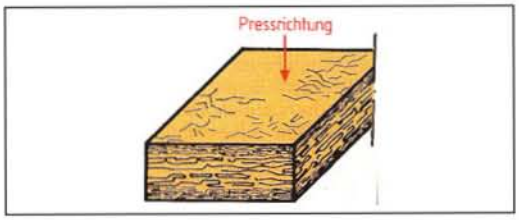
V 20 – Verleimung ist nicht wetterbeständig
V 100 – Verleimung begrenzt wetterbeständig
V 100G – Verleimung begrenzt wetterbeständig, mit Holzschutzmittel gegen Pilzbefall



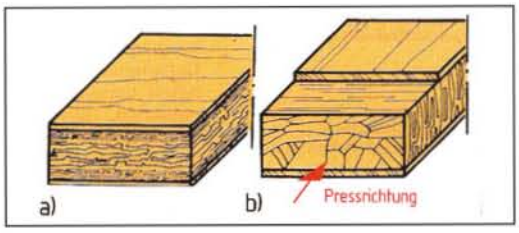
10.26 Sperrholz-Furnierplatte, dreifach verleimt



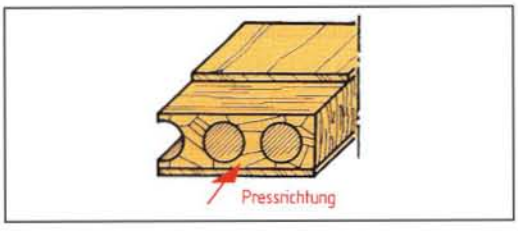
10.27 a) Stab-Tischlerplatte,
b) Streifen-Tischlerplatte



10.28 Holzspanplatte mit Feinspanoberfläche



10.29 Holzspanplatten
a) Flachpressplatte,
b) Strangpressplatte



10.30 Röhrenpressplatte, furniert

Der Klebstoffanteil beträgt weniger als 10 %. Während und nach dem Aushärten gast das gesundheitsschädliche Formaldehyd aus. Formaldehyd wirkt geruchsbelästigend, ist als Krebsverdächtig eingestuft, reizt Augen und Atemwege.

Es gibt drei Emissionsklassen:

E 1 – Formaldehyd-Ausgleichskonzentration < 0,1 ppm

E 3 – Formaldehyd-Ausgleichskonzentration 0,1–1,0 ppm

E 3 – Formaldehyd-Ausgleichskonzentration > 1,00 ppm

(ppm = Maßeinheit zur Beschreibung eines Stoffes in einem Gas. Einheit, wie viele Atome eines Stoffes auf 1 Million Atome des umgebenden Gases vorhanden sind.)

In Deutschland sind nur Holzspanplatten mit dem Wert E1 zugelassen.

Holzspanplatten mit F 0 sind formaldehydfrei, es werden keine Klebemittel auf Basis von Formaldehydharzen eingesetzt.

Spanplatten werden vielfältig eingesetzt, z. B. im Möbelbau, Innenausbau, Fertighausbau, für Trennwände, Fußböden, Unterböden.

OSB Platten (Oriented Strand Board, DIN EN 300), Grobspanplatten bestehen aus großen langen Spänen. Sie werden wie Spanplatten hergestellt und sind wie diese aufgebaut. Die Späne liegen in den einzelnen Schichten richtungsorientiert. Die Deckschichtspäne liegen längs zur Fertigungsrichtung, die Späne in der Mittelschicht quer dazu. Die in Nordamerika als Konstruktionsplatte für Bauobjekte entwickelte Platte wird in Europa eingesetzt als Trägerplatte für Fertigparkett, als Fußbodenbelag, im gesamten Innenausbau für Trennwände und Wandschalungen.

Holzfaserplatten (DIN EN 316, EN 622) werden aus Holzfasern oder Flachs- und Rapsfasern mit und ohne Bindemittel hergestellt Sie verhalten sich wie Spanplatten, haben jedoch fein strukturierte bis glatte Oberflächen.

Arten von Holzfaserplatten:

Harte Holzfaserplatten (Hartfaserplatten, Rohdichte 800 kg/m^3) sind auf der Vorderseite glatt, auf der Rückseite haben sie eine Siebstruktur. Die Plattendicke beträgt überwiegend 3 mm bis 4 mm, höchsten 8 mm. Die Oberfläche kann mit Wachs, Öl oder Kunstharz vergütet werden. Verwendet werden die Platten bei der Türherstellung, als Schrankrückseiten, im Möbel- und Modellbau.

Mitteldichte Holzfaserplatten (MDF-Platten, Rohdichte 350 bis 800 kg/m^3) haben eine sehr homogene Struktur und eine geschlossene Oberfläche. Dies ermöglicht das haltbare Einbringen von Nägel und Schrauben.

MDF-Platten werden im Möbelbau und für Leisten verwendet, sie lassen sich profilieren und zu Rundkörpern formen.

Poröse Faserplatten haben die geringste Verdichtung (Rohdichte 230 bis 350 kg/m^3). Sie werden als Wärmedämm- und Akustikplatten verwendet. Löcher oder Schlitze vergrößern die schallabsorbierende Wirkung.

Holzwolle Leichtbauplatten (DIN EN 633) bestehen aus lang-faseriger Holzwolle die mit mineralischen Bindemitteln (Zement) gebunden wird. Die Rohmasse wird in Formen eingebracht, in unterschiedliche Stärken gepresst und getrocknet. Danach werden sie in die gewünschte Form geschnitten.

Die Platten gibt es mit oder ohne Hartschaumschicht und Platten mit einer beschichtungs- bzw. tapezierfähigen Deckschicht. Sie werden eingesetzt zu dämmenden Verkleidungen von Rolladenkästen, als Putzträger über Kabelkanälen u. a..

Beschichtung. Alle Plattenarten lassen sich beschichten oder bekleben, es sind jedoch entsprechende Vorarbeiten notwendig. Gewachste harte Holzfaserplatten müssen abgesperrt werden.

Holzspanplatten und MDF-Platten sind wegen der Gefahr des Durchblutens von Holzinhaltsstoffen vor einer Beschichtung mit wasserbasierten Beschichtungsstoffen abzusperren.

Dekorative Schichtpressstoffplatten (nach DIN DKS = Dekorativ Kunststoff Schichtpressstoff) bestehten aus einzelnen, mit Kunstharzen getränkten Papieren. Die Papiere werden unter Druck zusammengeschmolzen und verschweißt. Je nach Schichtstärke wird eine entsprechende Härte, Fleckunempfindlichkeit und Wärmebeständigkeit der Oberfläche erreicht. Die Designvielfalt ist unbegrenzt, sie reicht vom Unifarb-

druck, dem Mehrfarbendruck bis zur Holzimitation. Die Platteneigenschaften (Zug-/Biegefestigkeit, Abriebfestigkeit, Kratz- und Fleckenunempfindlichkeit, Verhalten gegen Zigarettenglut, Kochtopfböden u. a.) sind in Prüfnormen geregelt. Melaminharzplatten sind besonders lichtecht, wärmestabil und abriebfest. Die Schichtpressstoffplatten werden mit Trägerplatten (z. B. Sperrholz, Flachpressplatten) verbunden. Einsatz finden die Platten als z. B. Laminat-Fußbodenbelag, Küchenarbeitsplatten und Möbeloberflächen.

10.3 Beschichtungen auf Holz und Holzwerkstoffen

10.3.1 Prüfung des Untergrundes (Tab **10.6**)

Der Maler und Lackierer hat als Auftragnehmer vor Beginn der Arbeiten den Untergrund daraufhin zu prüfen, ob er für die Durchführung seiner Leistung geeignet ist. Bestehen Bedenken gegen die Beschaffenheit des Untergrundes oder gegen die vorgesehene Art der Ausführung, sind diese nach VOB/B, DIN 1961, §4 Nr. 3 dem Auftraggeber unverzüglich schriftlich mitzuteilen. Ein gegebenenfalls erforderlicher chemischer Holzschutz ist vom Hersteller der Holzbauteile vor dem Einbau vorzunehmen. Für die weitere Bearbeitung ist davon auszugehen, dass diese Vorleistung ordnungsgemäß erbracht ist.

Werden aufgrund der Beschaffenheit des Untergrundes besondere Leistungen nach VOB/C, DIN 18 363 Abschnitt 4.2 notwendig, hat der Auftragnehmer dafür einen Anspruch auf Vergütung. Er muss jedoch den Anspruch dem Auftraggeber ankündigen, bevor er mit der Ausführung der Leistung beginnt. Eine Vergütung steht dem Auftragnehmer jedoch zu, wenn der Auftraggeber solche Leistungen nachträglich anerkennt. Eine Vergütung steht ihm auch zu, wenn die Leistungen für die Erfüllung des Vertrages notwendig waren, dem mutmaßlichen Willen des Auftraggebers entsprachen und ihm unverzüglich angezeigt wurden (VOB/B, § 2 Abschnitte 6 und 8).

Tabelle **10.6** Untergrundprüfungen (BFS-Merkblatt 18)

Prüfung auf	Prüfmethode	Erkennung	Technische Hinweise, Maßnahmen und Empfehlungen
Holzfeuchte	Augenschein, ggf. Messen mit Feuchtigkeitsmessgerät	Nasse Flecken, Messwerte 5 mm tief Nadelholz bis 15 % Laubholz bis 12 %	Austrocknen lassen, notfalls diffusionsoffenes Beschichtungssystem Feuchteursache beseitigen
Harzgallen	Augenschein	Klebrige Harzausscheidungen	Bedenken geltend machen, ggf. holztechnisch entfernen lassen
Bläuepilzbefall	Augenschein	Bläuliche bis schwarze Verfärbungen	schleifen, weiterem Wachstum durch Bläueschutzgrundierung vorbeugen
Fäulnis durch holzzerstörende Pilze	Augenschein und mit hartem Gegenstand auf Festigkeit prüfen	Faules oder befallenes Holz bricht ein, Würfelbruch im Holz, ggf. sichtbare Fruchtkörper	Befallene Holzteile müssen insgesamt entfernt werden, ggf. gesamtes Bauteil auswechseln. Von verbleibenden Holzteilen schadhafte Beschichtungen entfernen und rohe Holzteile mit Holzschutzmittel grundieren. Feuchteursache beseitigen lassen.
Gerissene oder lose Äste, faule Äste	Augenschein und mit hartem Gegenstand auf Festigkeit prüfen	Äste sind beweglich oder brechen aus	Risse mit Füllmasse schließen. Lose Äste verleimen oder ausdübeln lassen.

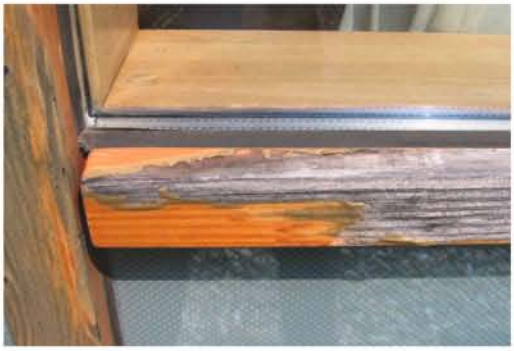
Tabelle **10**.6 Fortsetzung

Prüfung auf	Prüfmethode	Erkennung	Technische Hinweise, Maßnahmen und Empfehlungen
Ausgedübelte Äste und Kettendübelungen	Augenschein	Markierung der ausgedübelten Äste	Bei lasierten Bauteilen sind nur einzelne Dübel zulässig. Bei deckend behandelten Bauteilen dürfen Kettendübel von zwei Dübeln angewendet werden. Dübelungen müssen mit geeignetem Leim ausgeführt sein.
Holzrisse, Ausrisse	Augenschein	Risse	Holz mit Holzreparaturmasse ausbessern ggf. Holzteile auswechseln
Verschmutzungen	Augenschein, Benetzungsprobe	Die Oberflächen müssen frei von sämtlichen Verschmutzungen sein.	Reinigen der Oberfläche durch Abbürsten oder Schleifen
Beschichtungsrisse	Augenschein	Oft netzartige Beschichtungsrisse	Entfernen der gerissenen Beschichtung
Tragfähigkeit vorhandener Beschichtungen	Kratzprobe mit festem, kantigem Gegenstand Gitter- oder Kreuzschnitte Klebebandtest: ca. 10 cm Klebeband, Tesa 4651, 4331, fest andrücken und ruckartig abziehen	Beschichtungsteile splittern bereits bei mäßigem Druck ab. Kratzspur ist gezackt oder ausgewölbt oder die Beschichtung lässt sich leicht abziehen. Beschichtungsteile bleiben deutlich sichtbar am Band kleben	Nichttragfähige Beschichtungen entfernen
Durch Abwitterung und UV-Strahlen geschädigtes Holz	Augenschein	Vergraute Holzoberfläche	Abschleifen bis zum festen Holz
Kreidung der Altbeschichtung	Augenschein, abwischen mit der Hand oder kontrastfarbenem Tuch	Sichtbare Abfärbung	Lose Teile durch Abwaschen oder Abschleifen entfernen.
Holzfasern	Augenschein, Befühlen	Raue Oberfläche	Entfernen durch zusätzliches Schleifen, auch nach der Grundbeschichtung
Hagelschaden	Augenschein	Kreisrunde oder elliptische Dellen (Ø 3–5 mm), ggf. eingerissene Beschichtung am Dellenrand	Entfernen der gerissenen Beschichtung, Abschleifen der gerissenen Holzoberfläche
Offene Holzverbindungen und Gehrungen	Augenschein	Spalten und Abrisse an Holzverbindungsstellen	Bei maßhaltigen Bauteilen im bewitterten Außenbereich mit 2K-Holzreparaturmasse
Siliconverseuchter Untergrund	Augenschein Benetzungsprobe	Sichtbare Verunreinigung, Kraterbildung, Abperlen	Entfernen mit Löse-, Reinigungsmittel meist nicht möglich, ggf. Abschleifen
Mängel an Dichtprofilen	Augenschein	Versprödet, rissig, abgerissen oder farbverschmutzt	Entfernen und Erneuern mit geeigneten Dichtprofilen

Tabelle **10**.6 Fortsetzung

Prüfung auf	Prüfmethode	Erkennung	Technische Hinweise, Maßnahmen und Empfehlungen
Befestigungsmittel	Augenschein	nicht untersenkte oder rostende Nägel und Schrauben	Verschließen von Nagel- und Schraubenlöchern durch Ausfüllen mit geeigneter Füllmasse nach dem Grundieren
Abdichtung zum Baukörper	Augenschein	offene Fugen oder Abrisse der Fugenfüllung, ggf. Feuchtigkeitsschäden im Anschlussbereich	Schadhafte und gerissene Fugenfüllungen entfernen und fachgerecht abdichten.

Objektbeispiele mit Schäden, die durch Augenscheinprüfung zu erkennen sind.
Beschichtungsschäden und deren Ursachen



10.31 Abblätterung, Vergrauung, Rissbildung, Bläuepilzsporen, Dichtstoffabriss
Ursache: zu helle Lasur, keine Ablaufneigung

10.32 Abblätterung, Vergrauung, Rissbildung,
Ursache: zu helle Lasur, offene Fugen, ungeschütztes Hirnholz

10.33 Blasenbildung,
Ursache: Gasdruck durch Stoffe im Untergrund (z. B. Lösemitttel)

10.34 Abblätterung, Vergrauung,
Ursache: spröde, harte Neubeschichtung auf weicher, elastischer Altbeschichtung

10.35 Abblätterung, Vergrauung, offene Verbindungen,
Ursache: gerissene Holzverbindung, Feuchtigkeit

10.36 Abblätterung, Vergrauung, Rissbildung, offene Verbindungen, ausgebrochener Fensterkitt,
Ursache: gerissene Holzverbindung, ausgehärteter Ölkitt, spröde Beschichtung, Feuchtigkeit

10.37 Verfärbungen, Ausbleichung, Abläufer, Pilzsporen,
Ursache: unbeschichtetes Holz, Feuchtigkeit

10.38 Abblätterung, Vergrauung,
Ursache: zu langes Wartungsintervall, Feuchtigkeit

Hinweise zur Untergrundprüfung

Vor der Erstbeschichtung.

Ob bei Außenholzbauteilen ein chemischer Holzschutz vorhanden ist, kann mit baustellenüblichen Prüfmethoden nicht festgestellt werden. Für die weitere Bearbeitung ist davon auszugehen, dass diese Vorleistung erbracht worden ist.

Bei der Beschichtung mit wasserbasierten Beschichtungsstoffen kann es bei einigen Holzarten und Holzwerkstoffplatten zu Verfärbungen kommen. Dabei werden wasserlösliche Holzinhaltsstoffe angelöst und schlagen durch die Beschichtung.

Probebeschichtung durchführen!

Sollte es zu Verfärbungen kommen ist eine Absperrende Grundbeschichtung durchzuführen.

Vor der Überholungsbeschichtung

Sollen Fenster und -türen nur von außen beschichtet werden, sind auch die Innenseiten auf eine intakte Beschichtung hin zu prüfen, ebenso auf undichte Stellen bei der Glasversiegelung oder offene Holzverbindungen. Bestehen hier Mängel, kann Feuchtigkeit eindringen und die Außenbeschichtung zerstören. Bedenken beim Auftraggeber anmelden.

Ermittlung des Beschichtungsstoffes der Altbeschichtung durch Lösemittelprobe. Wird die Beschichtung angelöst, handelt es sich um einen wasserbasierten Beschichtungsstoff. Um Beschichtungsschäden zu vermeiden, sollte im gleichen System neu beschichtet werden.

Bei vorhandenen Lasurbeschichtungen sind Beschichtungsmängel nicht immer sofort zu erkennen, sie erscheinen noch funktionsfähig. Überprüfen lässt sich die Lasur durch Auflegen eines feuchten Tuches. Hinterlässt dieses nach kurzer Zeit einen nassen (dunklen) Fleck im Holz, ist die Lasurbeschichtung weitgehend abgebaut und muss bis auf den tragfähigen Untergrund entfernt werden.

Da Altbeschichtungen in der Regel eine Überholungsbeschichtung erhalten, sind die Vorarbeiten von Zustand und Art der Altbeschichtung abhängig.

Beschreibung der Prüfungsdurchführung von Klebebandtest, Gitterschnitt sowie Kratz- und Lösemittelprobe:

Mit dem Klebebandtest wird die Haftfestigkeit von Beschichtungen geprüft (**10.**39). Ein Tesaband (Tesa 4651) oder Tesakrepp (Tesa 4331) wird in ca. 10 cm Länge auf die Altbeschichtung aufgeklebt, fest angedrückt und ruckartig abgezogen. Bleiben Beschichtungsteile am Klebeband hängen, muss die Beschichtung entfernt werden.

Zum Gitterschnitt benötigt man ein scharfes Messer (oder Gitterschnittmesser). Im Abstand von 2 mm führt man damit ca. 10 Parallelschnitte aus, darüber im rechten Winkel dazu 10 weitere Schnitte. Die Schnitte müssen durch die Beschichtung bis zum Untergrund geführt werden. Auf den Schnitten kann zusätzlich der Klebebandtest durchgeführt werden. Am Umfang der Ausbruchstellen bzw. an den Rückständen am Klebeband lässt sich die Haftfestigkeit erkennen. Beim Gitterschnitt auf Holzuntergründen ist die Aussagefähigkeit eingeschränkt, wenn die Schnitte bis ins Holz gehen und die Fasern angeschnitten werden.

Mit der Kratzprobe (**10.**40) beurteilt man die Elastizität und Haftung der Altbeschichtung. Mit einem Spachtel oder Messer kratzt man in die Beschichtung. Lassen sich längere Lackspäne abkratzen, ist die Altbeschichtung noch elastisch und die Haftung ausreichend. Brechen Teilchen der Beschichtung bei mäßigem Druck feinkörnig aus, so ist sie spröde bzw. die Haftung unzureichend. Spröde Altbeschichtungen neigen zur Rissbildung und sollten entfernt werden, ebenso schlecht haftende.

Bei der Lösemittelprobe (**10.**41) tränkt man einen Lappen mit Nitro-/Universalverdünnung und reibt über die Altbeschichtung. Wird diese angelöst, so ist sie mit einem wasserbasierten Beschichtungsstoff beschichtet. In diesem System sollte die Überholungsbeschichtung ausgeführt werden. Lösemittelhaltige Überholungsbeschichtungen können die Altbeschichtung anlösen, es kann zu Beschichtungsschäden kommen.

10.39 Klebebandtest

10.40 Kratzprobe

10.41 Lösemittelprobe

10.3.2 Vorarbeiten

Die Haltbarkeit einer Beschichtung ist vor allem vom Untergrund abhängig. Auf einem unzureichend vorbereiteten Holzuntergrund kann kein Beschichtungssystem auf Dauer halten.

Vorbereitung unbehandelter Holzuntergründe:

- schleifen, um Schmutzanhaftungen zu beseitigen und hochstehende Holzfasern zu entfernen
- anschleifen, um bei sehr glatt gehobelten Oberflächen eine bessere Haftung zu erreichen
- entstauben, um trennende bzw. haftungsstörende Staubteilchen zu entfernen
- scharfe Kanten durch Schleifen brechen, um „Kantenflucht" zu verhindern und stärkere Schichtstärken auf den Kanten zu erzielen
- Äste oder Harzstellen absperren, um das Durchschlagen zu verhindern
- absperren, um das Durchschlagen von verfärbenden Holzinhaltsstoffen zu verhindern

Vorbereitung von beschichteten Untergründen (Tab. 10.7)

- anschleifen/anrauen, ausschleifen, um Staubkörner, Flusen, Applikationsstrukturen (Pinselstriche, Walzenstruktur) zu beseitigen, um bessere Haftung zu erzielen, um Dellen und Kratzer auszuschleifen
- anlaugen, um Fett und Ölrückstände zu entfernen, um die Altbeschichtung haftungsfähiger zu machen
- abschleifen/abbeizen/abbrennen, um Beschichtungen teilweise oder vollflächig bis auf den Untergrund zu entfernen
- verkitten, um kleine Löcher und Risse zu schließen
- bleichen von Holzoberflächen, um dunkel gewordenes Holz aufzuhellen
- verfüllen größerer Risse, Fugen, Ausbrüche, um Eintritt von Feuchtigkeit zu verhindern
- spachteln von Unebenheiten, um ebene Flächen zu erzielen

Tabelle **10.7** Vorarbeiten auf Altbeschichtungen

Verfahren	Arbeitsgang
Abbeizen mit alkalischen Mitteln (überwiegend bei ölhaltigen Beschichtungsmitteln)	Pulverförmige Mittel unter langsamer Wasserzugabe zu streichbarer Masse ansetzen, pastöse Mittel unverdünnt verarbeiten; Auftrag mit Fiberpinsel, Farbschichten mit Spachtel abheben; **Vorsicht für Augen, Hände und Keidungsstücke!** Reste mit viel Wasser und einer Bürste abwaschen, mit verdünnter Säure neutralisieren
mit lösenden Mitteln (für alle Beschichtungsarten)	Dünnflüssige Mittel mit Borstenpinsel, pastöse mit Spachtel satt auftragen; Schichten nach erneutem Einstreichen fortlaufend mit dem Spachtel abheben; Ecken und Profile mit getränkten Stahlspänen bearbeiten; **auf gute Durchlüftung achten!** je nach Abbeizfluid mit Testbenzin oder Nitroverdünnung nachwaschen
Bleichen vergraute oder mit alkalischen Mitteln abgebeizte Hölzer	Holz mit Salmiakgeist einstreichen, in die nasse Fläche Wasserstoffperoxid einträufeln, mit Kunstfaserpinsel gleichmäßig verteilen; **Schutzhandschuhe und Schutzbrille tragen!** Oder mit 30 %igem Wasserstoffsuperoxid + Zusatz von 5 % Salmiakgeist bleichen; wiederholen bis zum gewünschten Bleichton; den entstehenden trockenen Schaum abwaschen und mit verdünnter Säure neutralisieren; zuletzt mit warmem Wasser und etwas Natriumsulfidzugabe nachwaschen. Eichenholz mit fertigen oxalsauren Mitteln bleichen; vor der Beschichtung sorgfältig ausbürsten
Abbrennen mit dem Abbrenngerät (s. Kap. 7.3.3)	Altbeschichtungen mit Flamme abbrennen und sofort mit Spachtel abheben; Holz nicht verkohlen; Hand vor herunterfallenden heißen Altbeschichtungen schützen, Glasscheiben mit hitzeabweisenden Platten abdecken; Rückstände mit Drahtbürste oder Stahlwolle entfernen, schwarz verfärbte Stellen mit Essigsäure behandeln **(Vorsicht!)**

- abkleben von nicht zu beschichtenden Teilen (Dichtprofile, Tür-, Fensterbeschläge), um Verklebungen zu vermeiden
- ausbauen (und einbauen) von Dichtprofilen und Beschlagteilen um rationeller zu arbeiten, um defekte Dichtprofile zu erneuern, um unter Dichtprofilen und Beschlagteilen zu beschichten
- rostende Befestigungsmittel und Beschläge gegen nichtrostende austauschen oder ggf. mit Korrosionsschutzgrundbeschichtungsstoff beschichten, um Rostschäden und optische Mängel zu vermeiden
- offene Rahmenverbindungen aufnuten, grundbeschichten und mit 2K-Holzmasse schließen, um Folgeschäden durch Feuchtigkeit zu reduzieren
- offene V-Fugen versiegeln, um Wasseraufnahme zu verhindern

10.3.3 Spachteln und Füllern

Spachtel und Füller werden eingesetzt, um einen einwandfreien Untergrund für Beschichtungen, insbesondere Lackierungen, zu schaffen.

Das Spachteln auf Holzaußenflächen ist nicht fachgerecht, da es zu Beschichtungsschäden führt.

Fleckspachteln ist nur in Ausnahmen erlaubt.

Mit Spachtelmassen (Abschn. 8.7.7) lassen sich Riefen, Dellen, Grate, Unebenheiten, feine Risse auf beschichteten Untergründen beseitigen.

Die Auswahl der für eine Spachtelarbeit zu verwendenden Spachtelmasse richtet sich nach:

- dem Zustand der zu spachtelnden Oberfläche
- der aufzubringenden Schichtstärke
- der Füllfähigkeit der Spachtelmasse
- der Offenzeit (wichtig bei größeren Flächen)
- der Härtungszeit, Trocknungszeit
- der Schleifbarkeit (Zeitaufwand, Glätte)
- dem Beschichtungsstoff

Bei Beschichtungen auf unbehandeltem Holz ist vor dem Spachteln eine Grundbeschichtung erforderlich, damit nicht bei der Spachtelung das Bindemittel vom Untergrund aufgesaugt wird. Die Folge wäre sonst die mangelhafte Haftung der Spachtelmasse am Untergrund.

Der Auftrag erfolgt je nach Erfordernis und verwendeter Spachtelmasse einmal oder mehrmals. Die Trocknungs-/Härtungszeiten sind einzuhalten, um ein Anlösen der vorherigen Schicht zu vermeiden.

Zum Auftrag der Spachtelmassen kommen unterschiedliche Spachtelarten (Japanspachtel, Flächenspachtel, Doppelblatt-Spachtel) zum Einsatz. Je nach der Haltung der Spachtel (Winkel zum Untergrund) kann die Spachtelmasse dünner oder dicker aufgetragen werden. Beim Abziehen sollten möglichst keine Spachtelgrate stehen bleiben.

Eine Beschichtung soll erst nach völliger Trocknung bzw. Durchhärtung der Spachtelmasse erfolgen.

Füller sind hochpigmentierte Stoffe mit sehr gutem Füllvermögen und hohem Standvermögen (Schichtdicke bleibt nach der Trocknung weitgehend erhalten). Mit Füller können auf unbeschichtetem Holz und Holzwerkstoffplatten Poren geschlossen (abporen) und als Zwischenbeschichtung Unebenheiten (z. B. Schleifriefen) ausgeglichen und eine schleifähige Schicht erzielt werden.

Applikationsverfahren sind Spachteln, Streichen, Rollen oder Spritzen.

Erfolgt der Fülleraufrag im Nieder- oder Hochdruckverfahren muss der Füller verdünnt werden, beim Airless-Verfahren nicht. Die Auftragsmenge beträgt je Schicht ca. 500 bis 600 g/m^2.

10.3.4 Beschichtungen

Holzschutzmittel gehören nur im Außenbereich zwingend zu einem Beschichtungsaufbau. Chemische Holzschutzmittel enthalten biozide Wirkstoffe. Sie dürfen nur dort verwendet werden, wo der chemische Schutz des Holzes erforderlich ist. In von Menschen genutzten Innenräumen ist der Einsatz chemischer Holzschutzmittel nur in Ausnahmefällen notwendig. Es sind nur Holzschutzmittel einzusetzen, deren Wirksamkeit, gesundheitliche

Unbedenklichkeit und Umweltverträglichkeit von einer anerkannten Prüfstelle (RAL, Umweltbundesamt, Bundesamt für Risikobewertung) bestätigt sind.

Die Warnhinweise und Sicherheitsratschläge auf den Gebinden und den Sicherheitsdatenblätter sowie die einschlägigen Vorschriften sind zu beachten. Eine Betriebsanweisung ist an der Verarbeitungsstätte vorzuhalten.

Beschichtungsstoffe werden nach der Lage innerhalb des Beschichtungsaufbaus unterschieden:

- Grundbeschichtungsstoffe
- Zwischenbeschichtungsstoffe
- Schlussbeschichtungsstoffe

Ein Beschichtungssystem umfasst den gesamten Beschichtungsaufbau. Die Werkstoffe sollten aufeinander abgestimmt sein.

Als Grundbeschichtungsstoffe werden farblose, lasierende oder deckende Stoffe, mit oder ohne bioziden Eigenschaften, eingesetzt. Sie können lösemittelhaltig oder wasserbasiert sein. Die Auswahl des geeigneten Grundbeschichtungsstoffes richtet sich nach

- dem Untergrund (Zustand, Eigenschaften),
- den Anforderungen an das Beschichtungssystem,
- dem vorgesehenen Applikationsverfahren.

Deckende Systeme.

Zwischen- und Schlussbeschichtungsstoffe sind in das Gesamtsystem eingebunden. Die Auswahl wird bestimmt durch

- die Anforderungen an die Beschichtung, z. B. Härte, Elastizität, Glanzgrad, Füllvermögen, Diffusionsfähigkeit, Umweltverträglichkeit, Oberflächenwirkung, und
- die Ausführung, z. B. Applikationsverfahren, Trockenzeit, Topfzeit, Witterungsbedingungen.

Lasierende Systeme.

Lasuren bilden auf der Holzoberfläche eine durchscheinende farbige (oder farblose) Schicht. Spezielle Lasurpigmente haben die Aufgabe, die Holzoberfläche vor der Einwirkung des Sonnenlichtes, insbesondere der UV-Strahlen, zu schützen. Hierzu ist ein Mindestanteil an Pigmenten in den Helligkeitsstufen mittel bis dunkel erforderlich. Zu helle Pigmente lassen UV-Strahlen durch, es kommt zu Vergrauungen. Bei sehr dunklen Pigmenten besteht die Gefahr, dass durch Aufheizung Risse im Holz entstehen oder Ausharzungen zu Schäden führen.

Farblose Lasuren enthalten so genannte UV-Absorber, die UV-Strahlen filtern und so den Untergrund abschirmen.

Unterschieden werden Dünnschicht-/Imprägnierlasuren und Dickschichtlasuren.

Mittel- und dickschichtige Lasuren, Festkörpergehalt ca. 45 % bis 75 % (tropffrei, tropfgehemmt, tixotrop), lösemittelhaltig und wasserbasiert, haben eine mäßige bis geringe Eindringtiefe.

Imprägnier-/Dünnschichtlasuren sind überwiegend auf Alkydharzbasis mit einem Festkörpergehalt von ca. 20 % bis 40 %. Durch den hohen Lösemittelanteil werden die Wirkstoffe tief in das Holz transportiert.

Für nicht maßhaltige Außenbauteile sind lösemittelhaltige oder wasserbasierte dünnschichtige Lasuren zu verwenden. Wegen ihrer offenporigen Eigenschaft ist die Gefahr von Feuchteschäden gering.

Bei maßhaltigen Außenbauteilen (Fenster, Fenstertüren, Türen) müssen als Feuchtigkeitsschutz Zwischen- und Schlussbeschichtungen mit Dickschichtlasur ausgeführt werden.

Farblose Lacke/Klarlacke bieten im Außenbereich, bei direkter Sonneneinstrahlung, keinen ausreichenden Schutz gegen UV-Strahlen. Sie dürfen nur eingesetzt werden, wenn sie nachweislich einen Strahlenschutz-Filter (UV-Absorber) haben und nach Herstellerangabe verarbeitet werden.

10.3.5 Beschichtungstechniken – Ausführung

Anforderungen an den Untergrund

(Tab. **10.8**)

Der Untergrund muss trocken, fest, sauber, griffig, tragfähig und frei von Trennmitteln sein. Nicht tragfähige und ungeeignete Altbeschichtungen sind zu entfernen. Intakte Altbeschichtungen sind gründlich anzulaugen oder anzuschleifen.

Tabelle **10.8** Untergrundbeschaffenheit

Angestrebte Beschaffenheit	Vorarbeit
Holz unbeschichtet	
eben, sauber	mit feinem Schleifpapier aufrauen, entstauben
harzfrei	Harzstellen und Äste mit Sperrgrund streichen
schädlingsfrei	Imprägnierung mit bioziden Imprägniermitteln
rissfrei	nach Grundbeschichtung verkitten, mit Ölkitt, Holzfüllmasse oder Spachtelmasse (nur im Innenbereich)
Holz beschichtet	
eben	ganze Fläche mit feinem Schleifpapier anschleifen, entstauben
porös, griffig	gut erhaltene Altbeschichtungen mit Anlaugemittel und/oder feinem Schleifpapier anrauen
sauber	Fett, Wachs und Öl mit Testbenzin oder Salmiakgeist entfernen, ggf. absperren
frei von ungeeigneten Altbeschichtungen	mit Abbeizmittel, Abbrenngerät, Schleifmaschine, Schab- oder Kratzeisen entfernen

10

Ein Schleifen (Zwischenschliff) der einzelnen Schichten bewirkt eine bessere Haftung innerhalb des Beschichtungsaufbaus und beseitigt oberflächliche Anhaftungen. Wichtig ist das geeignete Schleifmittel bzw. die Körnung des Schleifmittels, um Schleifriefen zu vermeiden. Durch den Einsatz des richtigen Schleifgerätes bzw. -maschine (**10.**42) kann die Effektivität erhöht werden. Der Schleifstaub ist sorgfältig zu entfernen (Staubbindetuch, Staubbesen, Staubabsaugung).

10.42 Schleifgerät

Persönliche Schutzausrüstung, Partikelfilter benutzen.

Ausreichende Schichtdicke ist für den Schutz von Holzuntergründen notwendig. Sie ergibt sich aus den produktspezifischen Eigenschaften. Dazu werden je nach Produkt-Hersteller angegeben:

- Nassschichtdicke in µm
- Dichte in g/m^3
- Festkörpergehalt in %
- Verbrauch in ml/m^2
- Trockenschichtdicke in µm

Die Trockenschichtdicken sind nach DIN EN 927-1 in vier Stufen eingeteilt (Tab. **10.**9).

Tabelle **10.9** Stufen für Trockenschichtdicken von Beschichtungssystemen

Stufe	Schichtdickenbereich
minimal	mittlere Schichtdicke unter 5µm
niedrig	mittlere Schichtdicke 5 µm bis 20 µm
mittel	mittlere Schichtdicke über 20 µm bis 60 µm
hoch	mittlere Schichtdicke über 60 µm

Um die erforderlichen Schichtdicken zu erreichen, sind je nach Beschichtungsstoff und Applikationsverfahren ein oder mehrere Aufträge notwendig.

Unterschieden wird zwischen der Nassschichtdicke und der Trockenschichtdicke. Bei der Nassschichtdicke, gemessen direkt nach dem Auftrag des Beschichtungsstoffes, sind noch alle flüchtigen Stoffe vorhanden. Je nach dem Anteil der flüchtigen Stoffe verringert sich die Nassschichtdicke mehr oder weniger. Bei der Trockenschichtdicke ist nur noch der Festkörperanteil des Beschichtungsstoffes vorhanden.

In der Regel beziehen sich die Angaben auf die Trockenschichtdicke. Sie ist abhängig bzw. wird beeinflusst:

- von den Anforderungen an die Beschichtung
- von der Viskosität des Beschichtungsstoffes
- vom Deckvermögen des Beschichtungsstoffes
- vom Festkörpergehalt des Beschichtungsstoffes
- von der Rauigkeit des Untergrundes (raue Untergründe erfordern dicke Schichten)

- vom Auftragsverfahren (Spritzauftrag erfordert stärkere Verdünnung, dadurch ergibt sich eine geringere Schichtdicke)
- von der Neigung, an glatten, senkrechten Flächen abzulaufen, wenn eine bestimmte Auftragsdicke erreicht ist

Die ausreichende Durchtrocknung der einzelnen Schichten ist entsprechend der Herstellervorgaben einzuhalten, um Beschichtungsmängel zu vermeiden. Umgebungsbedingte Einflüsse (z. B. Nebel, hohe Luftfeuchtigkeit, Sonneneinstrahlung, Wind) sind zu berücksichtigen.

Von der Art des Beschichtungsstoffes und der **Schichtdicke** abhängig sind Wasserdampfdurchlässigkeit und Wasseraufnahme. Bei einer Überholungsbeschichtung werden beide Eigenschaften für die gesamte Beschichtung gemindert.

10.3.6 Beschichtung mit Lasuren

Lasuren werden in Innen- und Außenbereichen auf maßhaltigen und nichtmaßhaltigen Holzbauteilen eingesetzt.

Unterschiede bestehen bei der Verarbeitung, sie ergeben sich aus:

- dem Beschichtungsstoff (wasserbasiert, lösemittelhaltig)
- der Viskosität (tixotrop, tropfgehemmt, dünnflüssig)
- dem Schichtaufbau (ein- und mehrschichtig)
- der Schichtstärke (Dünn-, Dickschichtsysteme)
- dem Applikationsverfahren (streichen, rollen, spritzen)

Der Beschichtungsaufbau im Außenbereich ist abhängig von der Klimabeanspruchung und vom Objekt, maßhaltig oder nicht maßhaltig.

Auf nicht oder begrenzt maßhaltigen Holzbauteilen werden überwiegend Eintopfsysteme eingesetzt. Dabei erfolgt der gesamte Aufbau, Grund-, Zwischen-, Schlussbeschichtung mit der gleichen Lasur.

Lasurbeispiel: Gartenhaus, Fichte, unbehandelt

- 1 Lasurauftrag, Imprägnierlasur, dünnschichtig
- 1 Lasurauftrag, dünnschichtig
- 1 Lasurauftrag, dünnschichtig (ggf. dickschichtig)

Fassadenverkleidungen aus z. B. Nut- und Federbrettern sind vor dem Anbringen rückseitig zu imprägnieren.

Auf maßhaltigen Holzbauteilen wird die Grundbeschichtung mit einer Dünnschichtlasur ausgeführt, Zwischen- und Schlussbeschichtung erfolgt mit Dickschichtlasur.

Lasurbeispiel: Fenster, Nadelholz, unbehandelt

- Bläueschutzmittel
- 1 Lasurauftrag, dünnschichtig
- 2 Lasuraufträge, dickschichtig

Der Beschichtungsaufbau im Innenbereich hat nur begrenzte Schutzwirkung zu erzielen, Hauptaufgabe ist die optische Wirkung. Dazu sind meistens nur zwei Lasuraufträge notwendig.

Bei ungleichmäßig und stark saugenden Untergründen ist zuerst ein farbloser Lasurauftrag zweckmäßig, um Fleckenbildung und Ansätze zu vermeiden. Darauf erfolgt ein Auftrag mit pigmentierter Lasur. In Innenräumen sind ausschließlich wasserbasierte Lasuren einzusetzen, nur in Ausnahmefällen sollte auf lösemittelhaltige Lasuren zurückgegriffen werden.

Imprägniermittel sind nur in Feuchträumen erforderlich.

Auftragsverfahren.

Bläueschutzmittel und Imprägnierlasuren werden mit einem Pinsel satt aufgetragen. Mindesteinbringmenge beachten!

Lasuren, die tixotrop, tropfgehemmt oder gelartig eingestellt sind, werden je nach Holzbauteil und Flächengröße mit einem Pinsel oder Flächenstreicher aufgetragen. Zum Farbauftrag sollten nur Werkzeuge mit Kunstborsten (Abschn. 7.1) verwendet werden.

Lasuren vor der Verarbeitung gründlich aufrühren, um eine gleichmäßige Pigmentverteilung zu erreichen.

Der Lasurauftrag erfolgt in Maserrichtung, bei Überlappungen nass in nass, um Ansätze zu vermeiden. Bei wasserbasierten Lasuren ist die Gefahr der Ansatzbildung größer, da sie

schneller antrocknen als lösemittelhaltige Lasuren.

Lasuren, die dünnflüssig sind, können in den Spritzverfahren – Airless, Airmix/Aircoat, Fincoat und Hochdruck – aufgetragen werden.

Persönliche Schutzausrüstung (Atemschutzmaske, Partikelfilter, Schutzbrille, Schutzhandschuhe) benutzen.

Für gestaltende Lasierarbeiten, z. B. Maserieren, werden spezielle Werkzeuge (**10.**43) eingesetzt

10.43 Lasurwerkzeuge
a) Modler, b) Vertreiber, c) Schläger

Trocknungszeiten. Bei der Verwendung von wasserbasierten Lasuren ist die Verarbeitungstemperatur (Material-, Luft- und Untergrundtemperatur) zu beachten. Je nach Hersteller liegt sie zwischen +5 °C und +8 °C. Die Trockenzeiten werden beeinflusst durch Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit. Niedrige Temperaturen und höhere Luftfeuchtigkeit verlängern die Trocknungszeit, höhere Temperaturen und niedrige Luftfeuchtigkeit verkürzen diese.

Bei +20 °C und 65 % relativer Luftfeuchtigkeit ergeben sich je nach Lasur/Hersteller:

- staubtrocken in 20 bis 60 Minuten,
- grifffest nach 2 bis 4 Stunden,
- durchgetrocknet bzw. überstreichbar nach 6 bis 12 Stunden.

10.3.7 Beschichtung mit Lacken

Zur Beschichtung von Holz- und Holzwerkstoffen stehen Beschichtungsstoffe mit unterschiedlichen Eigenschaften zu Verfügung.

Neue Holzbauteile erhalten im Systemaufbau

- Imprägnierung (nur im Außenbereich)
- Grundbeschichtung, ggf. Grundfüller
- Spachtelauftrag, ggf. Spritzfüller (nicht auf allen Holzbauteilen bzw. Untergründen notwendig)
- Zwischenbeschichtung (Vorlackierung)
- Schlussbeschichtung

Auf intakten Altbeschichtungen erfolgt nach

- dem Spachtelauftrag oder einer Fleckspachtelung
- die Zwischen- und Schlussbeschichtung oder nur eine Schlussbeschichtung.

Rohe Stellen in der Altbeschichtung werden imprägniert und/oder grundbeschichtet.

Hauptunterschiede bei den Beschichtungsstoffen liegen zwischen den wasserbasierten und den lösemittelhaltigen, den pigmentierten oder farblosen, sowie den ein- oder zweikomponentigen.

Beschichtungsstoffe nach Bindemittelbasis
wasserbasiert

Acryl-Vorlack (Reinacrylat-Dispersion)
Polyurethan-Acryl-Vorlack (PU-Acryl-Dispersion)
Dispersionslacke (Polyvinylacetat-Copolymer)

PU-Acryllack (Acrylat-Polyurethan-Dispersion)
PU-Alkydharzlack (Polyurethan-Alkydharz)

lösemittelhaltig

Alkydharz-Vorlack
Alkydharzlack
2K-PUR-Acryllack

Aufbau und Aufgaben einer Beschichtung auf Holz- und Holzwerkstoff-Untergründen.

Die Grundbeschichtung dient zur Haftvermittlung für die nachfolgenden Beschichtungen, sie soll Poren füllen, das Saugvermögen

reduzieren bzw. egalisieren und den Untergrund im Farbton abdecken.

Die Verdünnung des Grundbeschichtungsstoffes richtet sich nach der Saugfähigkeit. Bei stark saugenden Untergründen wird der Grundbeschichtungsstoff mehr verdünnt als bei schwach saugenden.

Die Zwischenbeschichtung soll gut füllen, eine gleichmäßige Schicht bilden und vollflächig abdecken. Sie soll gut schleifbar und haftend für die Schlussbeschichtung sein. Bei hoch gesättigten Farbtönen der Schlussbeschichtung ist die Zwischenbeschichtung entsprechend farbig auszuführen.

Die Schlussbeschichtung soll die Anforderungen auf Grund der zu erwartenden Belastungen bzw. Einflüsse erfüllen. Sie deckt gleichmäßig ab, zeigt den gewünschten Farbton, die applizierte Oberflächenstruktur und den Glanzgrad.

Deckend pigmentierte Beschichtungsstoffe werden für Lackierungen in Innen- und Außenbereichen eingesetzt. In der Regel sind die Beschichtungsstoffe für innen und außen geeignet. Einige Lacke können auf Grund ihrer speziellen Eigenschaften nur innen verwendet werden.

Allgemeine Eigenschaften, die je nach Anwendungsbereich für Lacke unterschiedlich sind:

- Verlauf
- Standvermögen
- Kantenabdeckung
- Reinigungsfähigkeit
- Applikationsverfahren
- Verdünnung
- Deckvermögen
- Trocknungszeit
- Geruch

Vorbereitende Arbeiten

- Dosendeckel mit geeignetem Werkzeug vorsichtig abnehmen (verbogener Deckelrand verhindert später das luftdichte Verschließen)
- nach dem Öffnen einer Dose Lack umrühren
- falls erforderlich verdünnen
- wenn gewünscht abtönen
- in sauberes Gefäß oder Lackierwanne sieben
- sauberes Auftragswerkzeug gut durcharbeiten

Ausführung der Beschichtung

Nachbereitende Arbeiten

- überschüssigen Lack aus Lackierwanne in die Dose zurückgießen
- Lack in der Dose zusammenstreichen
- Dose mit Deckel fest (luftdicht) verschließen
- Lackierwerkzeug reinigen, in Flüssigkeit (Wasser, Lösemittel) stellen, in Pinselbox lagern oder in Folie einwickeln

Beim Lackieren muss der Beschichtungsstoff gleichmäßig aufgetragen, verteilt und verschlichtet werden. Bei der Lackierung senkrechter Flächen besteht die Gefahr der Läuferbildung.

Beispiel eines Beschichtungsaufbaus (Tab. **10.**10) im klassischen System.

Tabelle **10.**10 Beschichtungsausführung

Untergrund	Ausführung
Holz, Holzwerkstoffe	Grundbeschichtungsmittel auf Alkydharzbasis bei unbeschichteten Untergründen, auch Universal-Primer weiß
	trocknen, mit 220er Körnung schleifen, gut abstauben mit
	Alkydharz-Lackspachtel ein- bis zweimal spachteln, Planschleifen mit dem Rutscher, abgerundete Flächen und Profile mit Schleifvlies, evtl. Profile nachspachteln, abstauben (bei guter Ausführung einmal Vorstreichfarbe weiß, nach Trocknen schleifen)
	Zwischenbeschichtung mit Vorlack weiß, nach Trocknen mit 400er Schleifpapier, ggf. mit Rutscher schleifen, entstauben, mit Staubbindentuch abwischen
	Lackierung mit hochglänzendem oder seidenglänzendem Innen-Weißlack bzw. Buntlack (bei stärkeren Farbtönen Zwischenbeschichtung bereits abtönen)

Dreischichtsystem. Die Lackindustrie bietet Systeme an, die rationell in nur drei Arbeitsgängen (Abporen, Füllern, Lackieren) auszuführen sind (Tab. **10.**11).

Lack-auf-Lack-Technik. Von der Grund- bis zur Schlussbeschichtung wird der gleiche Beschichtungsstoff verwendet. Dabei verdünnt man den Lack für die einzelnen Beschichtungen nach Herstellervorschrift. Diese Technik sollte nur mit den von den Herstellern empfohlenen Beschichtungsstoffen ausgeführt werden

Tabelle **10.**11 Beschichtungsausführung

Untergrund	Ausführung
Holz, Furnierflächen, Holzwerkstoffe	Auf die gründlich geschliffene, gereinigte und abgestaubte Fläche Porenfüller auftragen (= Abziehen, Zuziehen der Poren) Löcher und größere Unebenheiten mit Alkydharz-Spachtelmasse spachteln Grundbeschichtung mit Streich- oder Spritzfüller auf Alkydharzbasis verhältnismäßig dick auftragen (mit Pinsel, Flächenstreicher, Mohairroller, auch im Airless-Spritzverfahren), evtl. nur wenig nachschleifen, abstauben lackieren mit einem Weißlack, Acryl-, Alkydharz-Lack

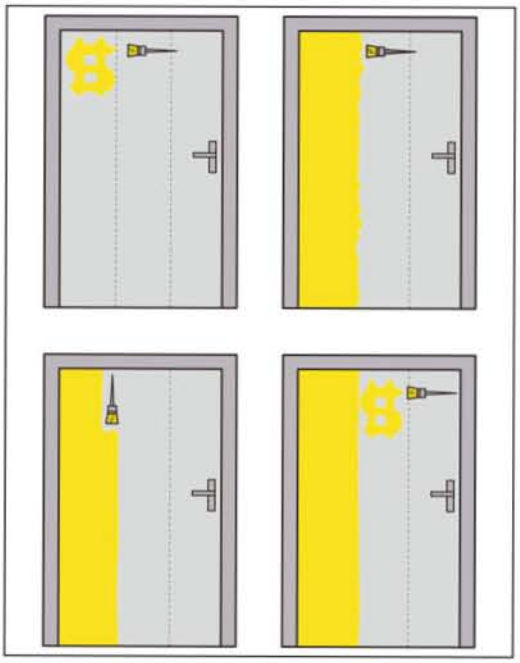
Tabelle **10.**12 Beschichtungsausführung

Untergrund	Ausführung
Holz außen	**Alkydharz-Lack für außen, glänzend** Reinigen der Flächen; soweit erforderlich, Harzgallen entfernen; absperren von Dübeln und Aststellen mit Absperrmittel (Polymerisatharzbasis) Imprägnieren mit Holzschutzmittel (kann bei Laubhölzern entfallen) Grundbeschichtung mit Alkydharz-Lack, glänzend, höchstens mit 10 Vol.- % Verdünnungsmittel Verkitten von Rissen und Löchern mit Alkydharz-Spachtelmasse Zwischenbeschichtung mit Alkydharz-Lack, glänzend, höchstens mit 5 Vol.- % Verdünnungsmittel Schlussbeschichtung mit Alkydharz-Lack, glänzend

(Tab. **10.**12). Geeignet sind Klarlacke, Decklacke, lösemittelhaltig und wasserbasiert.

Beschichtungstechnik auf glatten Flächen, z. B. Türblätter. Der Beschichtungsstoff wird mit Pinsel oder Flächenstreicher im Farbgefäß aufgenommen, ggf. am Rand abgestrichen und zur Beschichtungsfläche geführt.

Zuerst werden Falzen und Kanten, ggf. Glashalteleisten, lackiert, danach wird der Beschichtungsstoff auf die Fläche aufgetragen, senkrecht und waagrecht verteilt. Zum Schluss wird die Fläche mit dem Lackierwerkzeug



10.44 Arbeitsvorgang beim Streichen und Lackieren mit dem Pinsel

senkrecht, mit gleichmäßigem Druck, ansatzfrei durchgezogen (**10.**44).

Beim Auftrag mit dem Lackierwälzchen wird der Beschichtungsstoff in der Farbwanne aufgenommen, abgerollt und zur Beschichtungsfläche geführt. Der Auftrag erfolgt so wie bei der Pinsellackierung beschrieben. Die beim Walzenauftrag entstehenden kleine Luftbläschen werden durch leichtes Überrollen der beschichteten Fläche aufgebrochen. Ränder und Ecken werden vor der Flächenbeschichtung mit dem Pinsel vorgelegt.

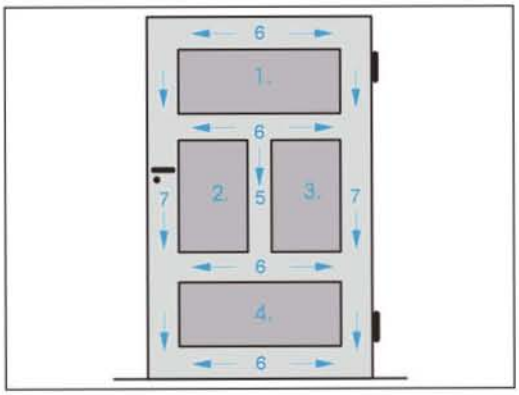
Gegenüber einer Pinselbeschichtung, bei der Pinselstreifen sichtbar bleiben können, entsteht bei der Walzenlackierung eine leicht noppenartige Struktur (Apfelsinenschaleneffekt). Um diese Struktur zu vermeiden, kann sofort nach dem Lackauftrag mit der Lackierwalze die Lackfläche mit einem eingearbeiteten Lackierpinsel durchgezogen werden.

Beschichtungstechnik auf profilierten Flächen.

Werden Füllungs- und Kassettentüren oder ähnliche Flächen lackiert, sind zu erst Falzen,

Kanten, Profilleisten und ggf. Glashalteleisten vorzulegen. Dabei sollte noch kein Beschichtungsstoff auf die Fläche gelangen. Dann werden zuerst die Füllungen und Kassetten lackiert, dabei werden zunächst die Rahmenteile ausgespart. Anschließend sind diese von oben nach unten über die ganze Tür zügig zu lackieren (**10.**45). Farbig abzusetzende Leisten, Profile oder Füllungen werden beschnitten.

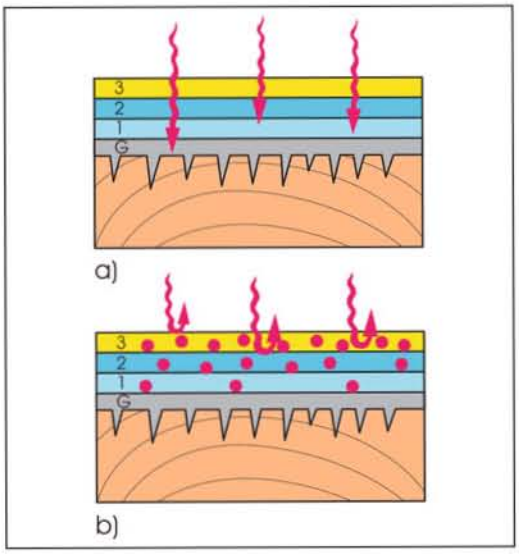
Bei diesen Flächen eignet sich am besten der Lackauftrag mit einem Pinsel, zumal die Pinselspuren zu Füllungstüren u. ä. Flächen pas-



10.45 Fachgerechte Lackierung von Profiltüren, Beispiel der Lackierfolge

Tabelle **10.**13 Beschichtungsausführung Alkydharz-Lack

Untergrund	Ausführung
Vollholz, Sperrholz, Tischlerplatten	Reinigen durch gründliches Schleifen
	Bei Vollholz Harzgallen ausstechen, Aststellen absperren (Mittel auf Polymerisatharzbasis)
	Grundbeschichtung mit Holzschutz-Imprägniergrund oder Alkydharz-Grundbeschichtungsstoff
	Verkitten von Löchern und Unebenheiten mit Alkydharz-Spachtelmasse o. Ä.
	Erste Spachtelung mit Alkydharz-Spachtelmasse und schleifen
	Zweite Spachtelung, nach Erhärtung schleifen und abstauben
	Zwischenbeschichtung mit Alkydharz-Lack für innen, gering verdünnt
	Schlussbeschichtung mit Alkydharz-Lack unverdünnt



10.46 UV-Strahlenwirkung auf Klarlackierungen und Lasuren
a) Klarlackierungen lassen UV-Strahlen bis zum Untergrund dringen,
b) Lasuren reflektieren UV-Strahlen
G Grundbeschichtung, 1. Zwischenbeschichtung, 2 2. Zwischenbeschichtung, 3 Schlussbeschichtung

sen. Natürlich kann auch hier ein Lackierwälzchen zum Einsatz kommen.

Tabelle **10.**13 zeigt die Beschichtungsausführung auf Vollholz und Holzwerkstoffen.

Farblose Beschichtungen (Tab. **10.**14). **Farblose Lacke/Klarlacke** und „farblose Lasuren" sind unpigmentierte Beschichtungsstoffe. Sie sollen Holz schützen, ohne das natürliche Aussehen bzw. die Wirkung des Holzes zu verändern. Klarlackierungen schützen die Holzoberfläche nicht vor den Holz schädigenden Strahlen im Tageslicht und insbesondere gegen die Lignin zerstörenden UV-Strahlen (**10.**46).

Im Außenbereich dürfen Klarlacke ohne besondere Strahlenschutz-Eigenschaften nicht eingesetzt werden. Ein gewisser, länger wirkender Schutz wird durch sehr hohe Schichtdicken und Beschichtungsstoffe mit UV-Absorber (Herstellernachweis einholen) erreicht.

Für den Innenbereich stehen entsprechend der vielfältigen Untergründe bzw. Objekte jeweils spezielle Beschichtungsstoffe zu Verfügung.

Tabelle **10.14** Beschichtungsausführung Klarlack

Untergrund	Ausführung
Holz	Reinigen; soweit erforderlich, Harzgallen entfernen; harzige Flächen mit Nitroverdünnung abwaschen Imprägnieren mit Holzschutzmittel (kann bei Laubhölzern meist entfallen) Grundbeschichtung mit = 5 % unverdünntem Alkydharzlack für außen Verkitten von Rissen und Löchern mit Holzkitt im Originalfarbton des Holzes Erste und zweite Zwischenbeschichtung mit gering verdünntem Alkydharzlack für außen (nach Möglichkeit dritte Zwischenbeschichtung) Lackierung mit Alkydharzlack für außen, glänzend oder seidenglänzend

Hierbei sind die jeweiligen Produkteigenschaften zu beachten, um die geforderten Anforderungen an eine Beschichtung zu erfüllen.

Spezielle Anforderungen werden insbesondere bei der Beschichtung von Möbeln (Schule, Kindergarten) gestellt. Sie sind durch Prüfzertifikate nachzuweisen. Zum Beispiele.

- Chemische Beanspruchung,
- Reinigungsfähigkeit (mit haushaltsüblichen Mitteln)
- Speichel- und Schweißechtheit
- Zulassung für Lebensmittelbereiche
- emissionsarme Beschichtung

Der Aufbau erfolgt in der Regel mit dem gleichen Stoff (Lack), bei Bedarf ist eine Grundbeschichtung mit farblosem Füllgrund auszuführen. Verarbeiten lassen sich die meisten Stoffe im Streich-, Roll- oder Spritzverfahren. Insbesondere 2K-Lacke werden im Spritzverfahren appliziert. Der Pinselauftrag sollte mit einem weichen Pinsel oder Flächenstreicher erfolgen, damit wird der Klarlack zügig, ohne Ansätze in Maserrichtung aufgetragen.

Alkydharz-Klarlacke sind nicht auf Innenflächen in Schränken (Einbauschränke) geeignet.

Die Trocknungs- bzw. Überarbeitungszeiten variieren je nach Lackart sehr stark. Beispiele:

- Alkydharz-Klarlack
  staubtrocken nach ca. 3 Std., grifffest nach ca. 8 Std., überarbeitbar nach ca. 24 bis 48 Std.
- Acryl-Klarlack
  staubtrocken nach ca. 1–2 Std., überarbeitbar nach ca. 4–5 Std.,
- 1K-PUR-Klarlack
  staubtrocken nach ca. 30 Min., griffest nach ca. 2 Std., überarbeitbar ca. 6 Std.
- 2K-PUR-Klarlack
  staubtrocken nach ca. 15 Min., griffest nach ca. 45 Min., überarbeitbar nach ca. 1 Std.

Die Glanzgrade sind abhängig von der Lackart, von matt über seidenmatt, seidenglänzend, glänzend bis hochglänzend. Besondere Hochglanzeffekte kann man bei z. B. 2K-PUR-Lacken (hochglänzend) erreichen, wenn diese zusätzlich geschwabbelt werden. Beim Schwabbeln wird Schwabbelpaste auf die lackierte Fläche aufgetragen und mit einer Poliermaschine (Schwabbelscheibe) durch Hin- und Herbewegungen ein höherer Glanz erzielt.

10.3.8 Holzfußboden, Parkettbeschichtung

Versiegeln. Durch Versiegeln füllen sich die Poren des Holzuntergrundes. Es bildet sich eine haftfeste, widerstandsfähige Schicht, die die Lebens-/Nutzungsdauer von Holz-/Parkettböden verlängert. Die Pflege ist einfach, zeit- und kostensparend. Die Farbigkeit des Holzes wird nur geringfügig verändert, die Holzsporigkeit durch die Lackschicht überdeckt.

Vorarbeiten zum Versiegeln, Ölen und Wachsen.

Der Holzbelag (Dielen, Parkett) muss trocken (< 8 % Holzfeuchte), frei von Öl-, Wachs-, Fett- und Schmutzanhaftungen sein. Die Qualität bzw. optische Wirkung hängt weitgehend vom Schliff ab. Alle Schleifspuren bleiben sichtbar. Geschliffen wird mehrmals hintereinander mit Schleifpapieren, die immer feinere Körnung haben. Sobald sich das Schleifpapier zusetzt, muss es gewechselt werden. Schleifstaub bzw. Schleifrückstände müssen gründlich entfernt werden.

Kleinere Holzschäden und Fugen werden mit Holzkitt im Farbton des Holzes beseitigt oder geschlossen.

Zur Versiegelung werden folgende Beschichtungsstoffe eingesetzt:

- 1K-Lack auf Acyl-PUR-Basis, wasserbasiert
- 1K- und 2K-PUR-Lack (Polyesterharz, polymere Isocyanate, Lösemittel)
- 1K-Lack auf Öl-Acrylharzbasis, lösemittelhaltig
- 2K-Lack auf Harnstoff-, Melamin- oder Phenolharzbasis, säurehärtend

Die Versiegelungssysteme haben sehr unterschiedliche Eigenschaften, z. B. in Bezug auf:

- Lösemittelanteil (Geruchsbelästigung)
- Verarbeitung, Überarbeitungszeit, Topfzeit
- Auftragsverfahren (mit Bürste, Rolle, Spachtel)
- Trocknungs- bzw. Härtungszeit
- Elastizität, Härte
- Widerstand gegen mechanische Einwirkungen
- Chemikalienbeständigkeit
- Vergilbungsneigung
- Intensivierung der Holzfarbe (Anfeuerung)

Genauere Angaben werden wegen der Differenziertheit der Stoffe hier nicht gegeben. Zu Entnehmen sind sie aus den Technischen Merkblättern und den Sicherheitsdatenblätter der Produkthersteller.

Entsprechend der TRGS 617 (Techn. Richtlinien für Gefahrstoffe) sollen dort wo es technisch möglich ist bzw. die Anforderungen es zulassen, wasserbasierte Versiegelungssysteme eingesetzt werden.

Öle und Wachse werden eingesetzt, wenn der natürliche Holzcharakter erhalten und die Holzoberfläche diffusionsfähig (offenporig) bleiben soll.

Bei den Ölen wird unterschieden zwischen den:

- nicht aushärtenden Ölen (Leinöl, Standöl, Holzöl)– Schutz gegen Verschmutzung ist relativ gering
- aushärtenden Ölen (Zusätzen von Kunstharzen und geringen Mengen Lösemittel, z. B. Terpentin) – besserer Schutz gegen Verschmutzungen und Feuchtigkeit

Geölte Böden erfordern, abhängig von der Nutzung, einen erhöhten Pflegebedarf durch Nachölen.

Öl-Wachs-Kombination (z. B. Leinöl, Holzöl, Bienenwachs, Carnaubawachs, Orangenöl, Lösemittel). Das Öl dringt tief in das Holz ein, das Wachs bleibt auf der Oberfläche und wirkt dort wasser- und schmutzabweisend.

Wachs (Bienenwachs) lösemittelfrei und lösemittelhaltig (Terpentinöl, Zitrusdestillate, Alkohol), bildet einen dünnen Film. Eingeschränkt feuchtigkeits- und fettbeständig.

Erstbeschichtung mit Öl-Wachs-Kombination.

Ausführung auf unbehandeltem Holz (Beispiel):

- wässern, trocknen lassen, in Faserrichtung schleifen, Poren in Faserrichtung ausbürsten, gründlich entstauben
- Öl-Wachs gleichmäßig mit Kurzflorrolle auftragen, bei stark saugenden Untergründen wiederholen
- überschüssiger, nicht eingedrungener Werkstoff vor dem Antrocknen (innerhalb 60 Min.) mit Spachtel oder Rakel zusammenziehen und aufnehmen
- mit fusselfreiem Lappen gleichmäßig einreiben und überstandsfrei auspolieren

Der Auftrag ist auch mit Bürste, Tuch oder Spachtel möglich.

Poliert werden kann mit Ballentuch, Polierbürste oder Bohnermaschine. Durch wiederholtes Polieren nach ausreichender Trockenzeit, jeweils 24 Std., wird der Glanz erhöht und die Oberfläche unempfindlicher.

Reinigung mit Wasser sollte erst nach 3 bis 4 Wochen erfolgen.

In den ersten Wochen diffundieren noch Inhaltsstoffe aus, deshalb sollte der Fußboden nicht, z. B. mit Teppich, belegt werden.

Die Pflege erfolgt durch Absaugen des Staubes mit Staubsauger oder durch Aufnehmen mit einem Mopp. Wenn notwendig, sollte die Fläche nur mit lauwarmem Wasser (ggf. mit mildem Reinigungsmittel) überwischt werden. Je nach Abnutzung ist ein Nachwachsen, z. B. mit Bienenwachs, oder Nachölen mit dem eingesetzten Öl-Wachs-Stoff durchzuführen.

Arbeits- und Umweltschutz. Öle und Wachse sind nicht geruchs-, emissionsfrei, deshalb sind bei der Verarbeitung die Sicherheitshinweise zu beachten. Da sie über einen längeren Zeitraum ausdünsten, sind entsprechende Hinweise an die Raumnutzer zu geben. Öle und Wachse können allergische Reaktionen auslösen.

10.3.9 Fensterbeschichtungen

Fenster/Fenstertüren (maßhaltige Bauteile DIN EN 971-1) gehören zu den am stärksten beanspruchten Holzbauteilen. An das Holz und seine Verarbeitung, vor allem aber an die Beschichtung, werden besonders hohe Anforderungen gestellt. Das Beschichtungssystem muss auf das jeweilige Objekt (Holzart, Belastung, Farbton u. a.) abgestimmt sein. Dies gilt für deckende wie für lasierende Systeme.

Grundlage für die Ausführung von Fensterbeschichtungen sind gegeben in Normen, Merkblättern und Richtlinien (Auswahl):

- DIN Normen und DIN EN Normen
- DIN EN 927-1 Lacke und Anstrichstoffe
- BFS-Merkblatt 18 Beschichtung auf Holz und Holzwerkstoffen im Außenbereich
- VOB Teil C DIN 18363
- IVD-Merkblätter 2, 10, 13 (Dichtstoffe)
- Merkblätter des Instituts für Fenstertechnik, Rosenheim

Vor einer Beschichtung ist die Untergrundbeschaffenheit (Tab. **10.**15) zu prüfen. Aus dem Ergebnis ergeben sich die weiteren Maßnahmen:

- Vorarbeiten durch den Maler und Lackierer
- Sanierungsmaßnahmen durch einen Schreiner
- Anmelden von Bedenken bei dem Auftraggeber

Vorbereitung des Untergrundes (Abschn. 10.3.2) bestimmt die Haltbarkeit und Qualität einer Beschichtung. Sie ist sorgfältig und umfassend durchzuführen.

Neue Holzfenster erhalten in der Regel vom Fensterbauer eine Imprägnierung, Grund- und erste Zwischenbeschichtung. Nach erfolgtem Einbau wird die zweite Zwischen- und die Schlussbeschichtung ausgeführt. Häufig werden die Fenster auch fertig beschichtet eingebaut.

Beschichtungssysteme mit deckenden Lacken:

- Alkydharzlack
- Ventilationslack, wasserdampfdiffusionsfähig (Eintopfsystem)

Tabelle **10.**15 Untergrundbeschaffenheit Holzfenster

angestrebte Beschaffenheit	Erläuterungen/Vorarbeiten
Neue Fenster	
Oberfläche fehlerfrei	Holz muss fest, frei von tierischen und pflanzlichen Schädlingen sein
Oberfläche glatt	eben, keine Säge- und Hobelspuren, faserarm, sauber
rissfrei	evtl. nur kleine Längsrisse dauerhaft ausgebessert, Querrisse unzulässig
astfrei	Dübel auch an den Kanten vollflächig verleimt; bei Lasurbeschichtung sind ausgedübelte Äste unzulässig
möglichst harzarm	harzreiche Hölzer können bei dunklen Beschichtungen außen bis ≈ 80 °C erwärmen, dadurch Harzfluss
beschichtungsgerechte Konstruktion	Profile mit gerundeten Kanten; Ablaufneigung
Fenster mit Altbeschichtungen	
geeignete Altbeschichtungen	nur geringe Beschichtungsschäden; Lösemittelprobe zur Bestimmung der Beschichtungsart (Verträglichkeit), Abreiß- oder Kratzprobe (s. Kap. 10.3.1)
einwandfreie Verkittung	losen Kitt entfernen, rohe Nadelholzflächen Holzschutzgrund streichen
einwandfreie Dichtstoffe	lose Teile entfernen, Haftflächen reinigen, rohe Nadelholzflächen, Holzschutzgrund, beschichtungsverträgliche Dichtstoffe verwenden
einwandfreie Glashalteleisten	defekte, pilzbefallene, faserige u. ä. Leisten ausbauen, Falze säubern, neue Leisten *allseitig* mit Holzschutzgrund behandeln, *nach* 1. Zwischenbeschichtung einbauen
einwandfrei aufgesetzte Wasserschenkel	Schäden wie zuvor möglich, defekte Schenkel ausbauen, *allseitig* mit Holzschutzgrund behandeln, *nach* 1. Zwischenbeschichtung einbauen
keine offenen Fugen, Gehrungen usw.	offene Verbindungen keilförmig und tief aufkerben, rohe Nadelholzflächen mit Holzschutzgrund, nach Trocknen mit Holzfüllmasse ausfüllen, nachschleifen
einwandfreie Dichtungen (Bänder)	defekte Dichtungen entfernen, Haftflächen gut reinigen, neue Dichtungen erst *nach* der Schlussbeschichtung

- Acryllack, wasserdampfdiffusionsfähig
- Öllack

Beschichtungsausführung Erstbeschichtung (Tab. **10.**16)

Beschichtungsaufbau Alkydharzlack

- Imprägnierung (Nadelholz, Bläueschutz)
- Grundbeschichtung
- 1. Zwischenbeschichtung
- 2. Zwischenbeschichtung
  alle drei Beschichtungen mit dem gleichen Grundbeschichtungsstoff
- Schlussbeschichtung mit Alkydharzlack

Es sollte jeweils ein Zwischenschliff ausgeführt werden.

Auftrag im Streich-, Roll- und Spritzverfahren; Pinselbesteckmaterial: Naturborsten (Schweineborsten), Rollen: Polyesterschaum, Verdünnung: KH-Verdünnung

Beschichtungsaufbau Ventilationslack,

gleicher Aufbau wie bei Alkydharzlack beschrieben, jedoch werden alle Beschichtungen mit dem gleichen Ventilationslack ausgeführt. Auftrag im Streich-, Roll- und Spritzverfahren; Pinselbesteckmaterial: Naturborsten (Schweineborsten), Rollen: Polyesterschaum, Verdünnung: KH-Verdünnung

Beschichtungsaufbau Acryllack, gleicher Aufbau wie bei Alkydharzlack beschrieben. Grund- und Zwischenbeschichtungen mit Acryl-Grundbeschichtungsstoff, Schlussbeschichtung mit Acryllack.

Auftrag im Streichverfahren; Pinselbesteckmaterial: Kunstborsten (Polyester-, Polyamidborsten), Verdünnung: Wasser

Beschichtungsaufbau Öllack,

gleicher Aufbau wie bei Alkydharzlack beschrieben. Grund- und Zwischenbeschichtungen mit Grundbeschichtungsstoff auf Ölbasis, Schlussbeschichtung mit Öllack.

Trocknungs- und Überarbeitungszeiten, Beispiele:

- Alkydharzlack (lösemittelhaltig)
  staubtrocken nach ca. 3 Std., klebfrei nach ca. 10 Std., überarbeitbar nach ca. 48 Std.
- Ventilationslack (Alkydharzlack, lösemittelhaltig) staubtrocken nach ca. 2 Std., klebfrei nach ca. 6 Std., überarbeitbar nach ca. 12 Std.
- Acryllack (Reinacrylat-Dispersion, wasserbasiert) staubtrocken nach ca. $^1/_2$ Std., klebfrei nach ca. 2–3 Std. überarbeitbar nach ca. 15 Std.
- Öllack (lösemittelhaltig)
  staubtrocken nach ca. 10 Std., klebfrei und überarbeitbar nach ca. 24–48 Std., Endhärte nach ca. 4–6 Wochen

Tabelle **10.**16 Beschichtungsausführung auf Holzfenstern

Beschichtungsgruppe Untergrund	Ausführung	Beschichtungsgruppe Untergrund	Ausführung
Neue Holzfenster deckend		**Überholung beschichteter Fenster, deckend**	
Freiluftklima I und II, z. B. Kiefer, Fichte	*Vor* Einbau und Verglasung: einmal Holzschutzgrund fungizid, möglichst tauchen Grundbeschichtung auf Alkydharzbasis, weiß (Ventilationsgrund) *Nach* Einbau und Verglasung: Zwischenbeschichtung wie zuvor Lackierung mit Alkydharzlack hochglänzend oder seidenmatt, weiß oder farbig	Freiluftklima I und II, auf Altbeschichtung	Nach Durchführung notwendiger Vorarbeiten (**10.**15). Zwischenbeschichtung auf ganzer Fläche mit Fenster-Zwischenbeschichtungsfarbe weiß (nach Bedarf zweimal) Lackierung mit Alkydharz-Lack, hochglänzend oder seidenmatt
Neue Holzfenster Lasurbeschichtung (Dünnschicht- oder Dickschichtlasur)		**Fenster-Innen, deckend (Überholungsbeschichtung)**	
Freiluftklima 1, Holzart: Redwood, Farbton: Mittelbraun	*Vor* Einbau und Verglasung: Grundbeschichtung mit Holzschutzgrund fungizid 1. Zwischenbeschichtung mit Dünnschichtlasur *Nach* Einbau und Verglasung: 2. Zwischenbeschichtung und Schlussbeschichtung mit Dickschichtlasur	auf Altbeschichtung	Nach Durchführung notwendiger Vorarbeiten (**10.**15) Ausbesserung vorher grundierter/imprägnierter Holzteile mit Alkydharzlack weiß Lackierung wie zuvor nach Trocknung Nut zwischen Glas und Holz mit dauerelastischem Dichtstoff abdichten

Beschichtungsausführung Überholungsbeschichtung (Tab. **10.**16)

- Entfernen nicht mehr tragfähiger Altbeschichtungen, stellenweise oder ganzflächig
- Beischleifen von Übergängen zur Altbeschichtung
- Anschleifen
- Grundbeschichten der ggf. freigelegten Holzstellen
- Verkitten, Spachteln, Ausfüllen von Schadstellen
- Gerissene/offene Rahmenverbindungen auffräsen, grundbeschichten und verfüllen

Beschichtungsaufbau mit einer Zwischen- und Schlussbeschichtung

Fensterbeschichtung mit Lasuren

Beschichtungssysteme mit Lasuren

- Alkydharzbasis, lösemittelhaltig
- Acrylbasis, wasserbasiert
- Ölbasis, lösemittelfrei und lösemittelhaltig

Erstbeschichtung mit Lasuren

- Imprägnierung
- Grundbeschichtung mit Dünnschichtlasur
- Zwischen und Schlussbeschichtung mit Dickschichtlasur

Überholungsbeschichtung mit Lasuren

- Entfernen nicht mehr tragfähiger Altbeschichtungen, stellenweise oder ganzflächig
- Beischleifen von Übergängen zur Altbeschichtung
- Anschleifen
- Lasieren der ggf. freigelegten Holzstellen
- Zwischen- und Schlussbeschichtung mit Dickschichtlasur

Hinweise zur Beschichtungsausführung

Jede Beschichtung muss vor dem folgenden Beschichtungsauftrag trocken sein.

Flächige Spachtelarbeiten sind auf Außenbauteilen unzulässig, sie können zu Beschichtungsschäden führen (BFS Merkblatt 18). Kleine Spachtel- und Kittarbeiten sind erst nach Imprägnierung oder Grundbeschichtung auszuführen.

Schadstellen und gerissene Holzverbindungen sind mit 2K-EP-Spachtel auszubessern. Schrauben und Nagellöcher sowie feine Risse sind mit geeigneten Kittmassen (z. B. Ölkitt) oder Kunstharzspachtel zu schließen.

Bei weißen Alkydharz- und Öllackbeschichtungen kann es in den Falzen zur Vergilbung (Dunkelvergilbung) kommen.

Die Fensterbeschichtung innen muss intakt sein. Ist innen keine dichte Beschichtung vorhanden, kann Feuchtigkeit eindringen. Wegen des Dampfdruckgefälles dringt Feuchtigkeit durchs Holz nach außen und schädigt dort die Beschichtung.

Dichtstoffe auf Funktionsfähigkeit prüfen und bei Bedarf erneuern.

Bei Kontakt von Lacken mit weichmacherhaltigen Dichtprofilen und Dichtstoffen besteht die Gefahr von Beschichtungsmängeln (Verfärbung, Klebrigkeit, Rissbildung). Dichtprofile entfernen oder abkleben.

Bei dunklen Farbtönen (Tab. **10.**17) kann es durch Erhöhung der Oberflächentemperatur zu Beschichtungsmängeln oder -schäden, z. B. Harzausfluss, Rissbildung, kommen.

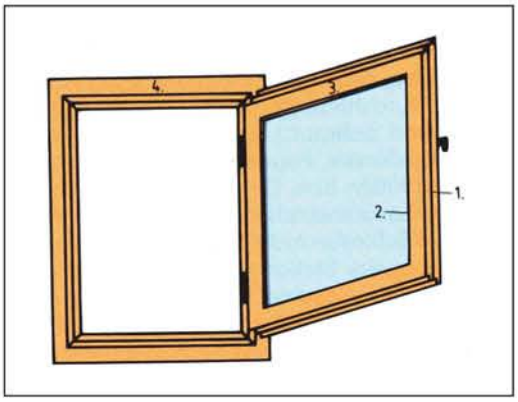
Tabelle **10.**17 Oberflächentemperatur für lasierende Beschichtungen (BFS-Merkblatt 18)

Lasurfarbton	°C	Tönung
Natur (farblos)	40–50 °C	hellgetönt
Hellbraun	40–50 °C	hellgetönt
Eiche	40–50 °C	hellgetönt
Mittelrot	60–70 °C	mittelgetönt
Mittelbraun	60–70 °C	mittelgetönt
Teak	60–70 °C	mittelgetönt
Nussbaum	70–80 °C	dunkelgetönt
Dunkelbraun	70–80 °C	dunkelgetönt
Anthrazit	70–80 °C	dunkelgetönt

Oberflächentemperatur für deckende Beschichtungen

RAL Nr.	Farbton	°C	Tönung
9001	Cremeweiß	40–50	hellgetönt
1004	Goldgelb	50	hellgetönt
2002	Blutorange	50–60	mittelgetönt
3000	Feuerrot	50–65	mittelgetönt
5010	Enzianblau	65–80	dunkelgetönt
7011	Eisengrau	65–80	dunkelgetönt
9005	Tiefschwarz	80	dunkelgetönt

Ablauf einer Fensterbeschichtung (Beispiel): Fenster sind flügelweise zu beschichten. Zuerst werden die Falzen beschichtet (1), dann wird an den Scheiben beschnitten (2), es folgt das gesamte Flügelholz (3). Nach dem Flügel wird der Rahmen beschichtet (4), hier auch zuerst die Falzen, dann das Rahmenholz (**10.**47).



10.47 Arbeitsfolgen einer Fensterlackierung

10.3.10 Beschichtungsfehler

Beschichtungsmängel haben überwiegend ihre Ursache in fehlerhafter Ausführung der Beschichtung. Sie lassen sich durch fachgerechte Planung und Ausführung vermeiden. Optische Mängel sind z. B.

- starke oder ungleichmäßige Streifigkeit durch Pinsel
- markante Walzen- oder Spritzstruktur
- Fleckenbildung von durchschlagenden Holzinhaltsstoffen
- Farbtonunterschiede, unzureichend aufgerührt, Lösemittelrückstände im Pinsel
- ungleichmäßiger Glanz, unzureichend aufgerührt, Lösemittelrückstände im Pinsel, Nebel, zu niedrige Temperaturen bei wasserbasierten Stoffen

Beschichtungsschäden liegen häufig folgende Fehler zugrunde:

- zu stark verdünnter Beschichtungsstoff, dadurch zu geringe Schichtdicke
- unzureichende Kantenabdeckung
- Flächenspachtelung auf Außenflächen
- zu kurze Trockenzeiten zwischen den einzelnen Beschichtungsaufträgen
- zu hohe Holzfeuchtigkeit
- zu hohe Luftfeuchtigkeit, (insbesondere bei wasserbasierten Beschichtungsstoffen)
- übermäßiger Schwund des Holzes, dabei Entstehung von feinen Rissen, offenen Fugen
- unzureichende Schleifarbeit der einzelnen Schichten
- Verwendung von Beschichtungsstoffen die nicht aufeinander passen, z.B. lösemittelhaltiger Beschichtungsstoff auf wasserbasiertem
- klebrige Stellen (wegen Fett-, Ölrückständen)
- Fleckenbildung, nicht trocknende Stellen (Siliconrückstände)

Hinweise für die Beschichtung mit wasserbasierten Beschichtungsstoffen.

Auf Grund von Farbstoffen im Holz kann es zu deutlichen Verfärbungen (Fleckenbildung) der Beschichtung kommen. Zur Vermeidung ist der Auftrag einer absperrenden Grundbeschichtung (wasserbasiert oder lösemittelhaltig) notwendig. Bei der Beschichtung von Holzaußenflächen ist der Witterungseinfluss zu berücksichtigen. Starke Sonneneinstrahlung, Nebel, hohe Luftfeuchtigkeit, niedrige Temperaturen können die Qualität der Beschichtung mindern.

Bei Fensterbeschichtungen ist auf Blockfestigkeit des Beschichtungsstoffes zu achten. Unter Blockfestigkeit wird die Eigenschaft eines Beschichtungsstoffes verstanden, dass bei Aufeinanderdrücken von zwei lackierten Flächen (z. B. Fensterfalze) diese nicht miteinander verkleben dürfen.

Wartung und Instandhaltung von Holz-Außenbauteilen.

Wartung bedeutet regelmäßige Pflege (Reinigung, halbjährlich) und optische Funktionskontrolle einer Beschichtung, d. h. erfüllt diese noch ihre Schutzfunktion. Dabei können fachgerechte Instandhaltungsmaßnahmen (z. B. alle 2 Jahre) die Lebensdauer von Holzbeschichtungen unbegrenzt verlängern.

Mechanischen Beschädigungen müssen durch eine Überholungsbeschichtung beseitigt werden. Intervalle für Überholungsbeschichtungen sind abhängig von Beanspruchung (DIN EN 927-1) auf Grund von Klimabedingungen, Konstruktion und Art des Beschichtungsstoffes:

schwache Beanspruchung	
lasierend	deckend
bis 6 Jahre	bis 10 Jahre
mittlere Beanspruchung	
lasierend	deckend
bis 4 Jahre	bis 8 Jahre
starke Beanspruchung	
lasierend	deckend
bis 3 Jahre	bis 5 Jahre

Folgeinstandhaltungsintervalle sind abhängig von dem Umfang der Mängel an der Beschichtung, im Holzbauteil oder an der Konstruktion. Je länger die Lebensdauer der Holzbauteile und je größer die Beanspruchung ist, umso kürzer sind die Instandhaltungsintervalle.

Instandhaltungsintervalle sind bei Lasurbeschichtungen besonders erforderlich und deutlich kürzer als bei deckenden Beschichtungssysteme. Es ist empfehlenswert, einen Wartungsvertrag mit dem Auftraggeber abzuschließen, damit eine fachgerechte Funktion und Werterhaltung sichergestellt ist.

In einem Wartungsvertrag sind zu regeln:

- Reinigungsarbeiten, Säuberung von Konstruktionsfugen
- Entfernen loser Beschichtungen, Schleifarbeiten
- Festigen und Ölen von Beschlägen
- Auswechseln von Dichtprofilen
- Ausbessern von Anschlussfugen
- Ausbessern von Glasversiegelungen außen und innen
- Versiegeln von V-Fugen
- Schließen offener Holzverbindungen
- Feststellen von Glas- und Beschlagdefekten für andere Gewerke
- Ausführen von Beschichtungsarbeiten (Teil- oder Ganzrenovierung) unter Einbeziehung der Fensterinnenseiten

10.3.11 Beschichtung von Holzwerkstoffen

Holzfaserplatten lassen sich beschichten wie Massivholz. Die Platten sind werkseitig geschliffen, unterschiedlich saugfähig und glatt, sie sind geeignet für fast alle Beschichtungssysteme. Eine Feuchtigkeits- bzw. Wetterbeständigkeit bezieht sich nur auf die Verleimung. Platten im Außenbereich müssen durch entsprechende Beschichtungssysteme geschützt werden.

Beschichtung:

- Platten ggf. durch Schleifen anrauen
- Beschichtungsaufbau entsprechend des Beschichtungssystems

Bei Beschichtung mit wasserbasierten Stoffen ist eine absperrende Grundbeschichtung, z. B. mit 2K-Pur-Füller auszuführen, um das Durchschlagen von wasserlöslichen Holzfarbstoffen zu verhindern.

Hartfaserplatten haben eine sehr glatte Seite, die angeschliffen und mit einer haftvermittelnder Grundbeschichtung versehen werden muss.

Sperrholzplatten stellen keine besonderen beschichtungstechnischen Anforderungen. Im Außenbereich werden spezielle Kleber verwendet, um die einzelnen Lagen feuchtigkeitsbeständig zu verbinden.

Bei Holzwerkstoffen im Außenbereich sind beschichtungsgerechte Konstruktionen (Hinterlüftung), geschlossene Kantenabdeckungen, dichte Fugen, Anschlüsse sowie Befestigungen (Schraubenlöcher) erforderlich.

10.3.12 Beschichtung von Fachwerk

Fachwerk hat meistens eine Altbeschichtung und steht für eine Überholungsbeschichtung oder zur Instandsetzung an.

Der Untergrundprüfung von Balken und Gefache kommt besondere Bedeutung zu, sind doch häufig Schäden vorhanden, durch:

- Holzschädlinge (tierische und pflanzliche)
- eingedrungene Feuchtigkeit (Risse)
- falsche Beschichtung
- konstruktive Mängel (vorstehende Holzkanten, offene Zapflöcher, vorstehende Putzflächen mit fehlender Ablaufkante)

Entsprechend dem Ergebnis ist die Ausführung zu planen. Bei Fachwerkgebäuden, die unter Denkmalschutz stehen, oder wenn die Renovierungen durch z. B. Kommunen bezuschusst

werden, ist eine Abstimmung über die Ausführung notwendig.

Die Entfernung der Altbeschichtung ist häufig notwendig, ebenso die Erneuerung oder Ergänzung der Putzflächen in den Gefachen.

Bei massiven Holzschäden müssen die Balken oder Balkenteile ausgewechselt werden.

Die Beschichtung des Holzwerks sollte mit lasierenden oder deckenden, wasserdampfdiffusionsfähigen Beschichtungsstoffen ausgeführt werden. Hierdurch wird es möglich, dass bei einer Hinterfeuchtung Wasserdampf diffundieren kann.

Anschlussfugen zwischen Holz und Gefache sollen nicht durch Dichtstoffe geschlossen werden, um eine Hinterfeuchtung zu vermeiden, bzw. die Austrocknung bei Feuchtigkeitseinwirkung zu ermöglichen. Bei Neuputz der Gefache ist ein Kellenschnitt zwischen Balken und Putz vorzunehmen. Durch die Beschichtung und Konstruktion der Außenflächen muss gesichert sein, dass das Holzfachwerk vor Dauerfeuchtigkeit (Holzfeuchtigkeit > 20 %) geschützt ist.

10.3.13 Brandschutzbeschichtung auf Holz im Innenbereich

Bauteile müssen im Brandfall so geschützt werden, dass sie über längere Zeit funktionstüchtig sind, z. B. müssen Holzbalken und Stahlträger ihre Tragfähigkeit mehr oder weniger lange erhalten.

Brandschutzbeschichtungen verlängern diese Zeit zur Sicherung der Rettungswege und für Rettungsmaßnahmen.

Baustoffe werden nach ihrer Brennbarkeit in zwei Baustoffklassen (Brennbarkeitsklassen), DIN 4102, eingeteilt (Tab. **10**.18).

Für Holzbauteile bzw. Oberflächen von Bauteilen, z. B. Balken, Wand- und Deckenverkleidung, fordert die Bauordnung abhängig von der Gebäudeklasse (GK 3 bis GK 5) die Klassifikation B 1 „schwer entflammbar". Durch eine dämmschichtbildende Brandschutzbeschichtung wird diese Anforderung erfüllt, aus normalentflammbaren Baustoffen werden schwerentflammbare Baustoffe.

Tabelle **10**.18 Brennbarkeitsklassen

A – Nichtbrennbare Stoffe	
A 1 –	ohne organische Bestandteile, z. B. Beton, Ziegel, Eisen, Stahl, Glas, Steinwolle, Granit
A 2 –	mit organischen Bestandteilen, z. B. Glaswolle, Steinwolle, Gipskartonplatten
B – brennbare Stoffe	
B 1 –	schwer entflammbar, z. B. Hartschäume, polymergebundene Kunststeine, Mineralfaser-Leichtbauplatten
B 2 –	normal entflammbar, z. B. Holz, Holzwerkstoffe, Holz- und Holzwerkstoffe mit einer Dicke > 2 mm, Rohdichte > 400 kg/m^3 mit einer Dicke > 5 mm, Rohdichte > 230 kg/m^3
B 3 –	leicht entflammbar (nach der Landesbauordnung nicht zulässig), Holz- und Holzwerkstoffe mit einer Dicke < 2 mm, Rohdichte > 400 kg/m^3 mit einer Dicke < 5 mm, Rohdichte > 230 kg/m^3

Durch Brandschutzbeschichtungen können Holz und Holzwerkstoffe nicht unbrennbar gemacht, aber eine gewisse Zeit vor dem Feuer geschützt werden.

Die auf Holz- und Stahluntergründen vom Maler und Lackierer auszuführenden Brandschutzbeschichtung wirken als Dämmschichtbildner.

Wirkungsweise (**10**.48). Durch Einwirkung von Hitze oder Feuer beginnt der Aufschäumprozess bei ca. 150 °C, d. h., die Bildung einer mikroporöse und wärmedämmende Schaumschicht. Bei einer Trockenschichtdicke von ca. 200 µ kann diese auf das 50 bis 100-fache aufschäumen.

Für Brandschutzbeschichtungen sind die Angaben der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung verbindlich, sie müssen an der Arbeitsstätte vorliegen. Darin werden u. a. folgende Hinweise gegeben,

Beispiel:

Holz und Holzwerkstoffe > 12 mm Dicke

Mindestauftragsmenge z. B. 300g/m²

Allseitige Beschichtung der Hölzer, ausgenommen, wenn das Holz vollflächig auf massiven mineralischen Untergründen befestigt wird (BFS-Merkblatt Nr. 15).

Die vorgegebene Schichtdicke muss unbedingt eingehalten werden. Schon während der Verarbeitung sind regelmäßig Nass-Schichtdi-

ckenmessungen durchzuführen, vor der Deckbeschichtung ist die Trockenschichtdicke zu messen. Stellen mit ungenügender Schichtdicke sind nachzubeschichten.

Möglicher Beschichtungsaufbau (**10.**49):

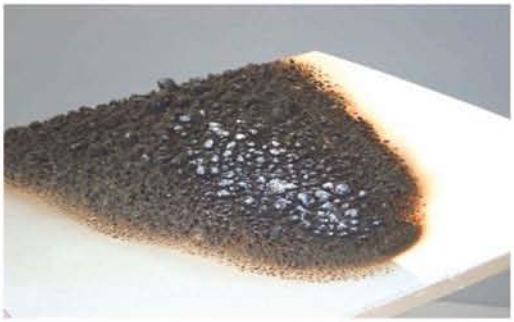
- Haftvermittler (bei Bedarf)
- Dämmschichtbildner
- Überzugslack (Oberflächenversiegelung)

Auftragsverfahren sind Streichen, Rollen, Spritzen (Airless-Verfahren).

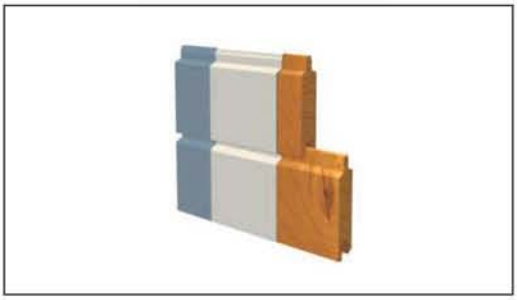
Bindemittelbasis der Dämmschutzbildner ist Dispersion.

Die Stoffe müssen eine gültige Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik, Berlin haben.

Die Beschichtung mit Dämmschutzbildner darf nur von Fachkräften ausgeführt werden, die vom Hersteller über die Wirkungs- und Verarbeitungsweise geschult wurden.



10.48 Wirkungsweise einer Brandschutzbeschichtung



10.49 Beschichtungsaufbau Holzbrandschutzbeschichtung, schwer entflammbar B1

10.4 Lackiertechniken – Applikationsverfahren

Das Applikationsverfahren auf Objekten aus Holz- und Holzwerkstoffen wird vom Objekt selbst und von der Art bzw. den Eigenschaften des Beschichtungsstoffes bestimmt.

Die in Folge beschriebenen Auftragsverfahren sind nicht nur auf den Werkstoff Holz beschränkt, sie sind auch auf andere Untergründe übertragbar.

Streichen bedeutet allgemein das Auftragen eines Beschichtungsstoffes mit Pinsel oder Bürste. Je nach Beschichtungsstoff und Objekt stehen unterschiedliche Streichwerkzeuge zu Verfügung.

Als Pinsellackierung wird der Auftrag von Lacksystemen durch Streichen bezeichnet. Hierbei wird ein Beschichtungsstoff mit einem Pinsel (Flächenstreicher u. a.)

- **aufgetragen** (aufstreichen einer gewissen Menge auf die Beschichtungsfläche),
- **verteilt** (vertreiben über eine Fläche, gleichmäßige Schichtdicke),
- **verschlichtet** (gleichmäßige Pinselspur in einer Richtung über Teilflächen z. B. Füllungen, Fensterrahmen oder die gesamte Fläche, z. B. Türblatt).

Die aufgetragene Menge an Beschichtungsstoff soll der vorgesehenen Schichtdicke entsprechen. Durch gleichmäßiges Verteilen wird die Gefahr der Läuferbildung vermindert.

Verschlichtet wird auf einer Fläche immer in einer Richtung, z. B. bei senkrechten Flächen von oben nach unten bzw. unten nach oben, bei waagerechten (liegenden) Flächen in der Länge. Dabei sollen Pinselansätze vermieden werden.

Die Pinselspur (Duktus) wird immer sichtbar sein, sie bestimmt mit die Qualität der Oberflächen einer Pinsellackierung.

Bei Füllungen besteht in den Ecken, bei Profilleisten an den Kanten die Gefahr von Läufern. Diese Stellen sind bis zum Anziehen des Beschichtungsstoffes zu überwachen, sich entwickelnde Läufer vorsichtig zu überstreichen.

Schnell trocknende Beschichtungsstoffe sind zügig zu applizieren, ggf. durch ein anderes Verfahren aufzutragen.

Walzen (Rollen) bedeutet rationelles Auftragen eines Beschichtungsstoffes mit einer Farbwalze (Farbrolle).

Durch die Drehung der Walze wird der aufgenommene und gespeicherte Stoff auf die Fläche übertragen. Art und Qualität des Walzenbezugs bestimmen das Oberflächenbild der Beschichtung. Deshalb ist der Einsatz der, für die jeweilige Anforderung, geeigneten Walzenart wichtig. Die Arbeitstechnik ist beim Beschichtungsauftrag mit Walzen aus Naturfasern, synthetischen Fasern oder Schaumstoff gleich. Bei der Walzenlackierung wird der Beschichtungsstoff

- **umgefüllt** (saubere Farbwanne mit Abrollfläche oder Gefäß mit Abrollgitter),
- **aufgenommen** (Drehung der Walze im Stoff),
- **abgerollt** (gleichmäßiges Verteilung des Stoffes auf der Walze),
- **verteilt** (in unterschiedlichen Richtungen auf der Fläche, gleichmäßige Schichtstärke),
- **abgerollt** (in einer Richtung, gleichmäßige Struktur).

Abgerollt wird auf einer Fläche immer in einer Richtung. Dabei sollen Walzenansätze und eine zu starke Walzenstruktur vermieden werden.

Die Walzenstruktur (Duktus) wird immer sichtbar sein, sie lässt sich jedoch durch einen geeigneten Walzenbezug und die Einstellung (Verdünnung) des Beschichtungsstoffes minimieren.

Läufern, die sich durch zu dicken Stoffauftrag bilden oder an kritischen Kanten und Ecken entstehen, sind nur direkt nach dem Auftrag des Beschichtungsstoffes zu beseitigen. Bei der späteren Korrektur von Läufern entsteht immer eine sich abzeichnende Walzenstruktur.

Schnell trocknende Beschichtungsstoffe sind zügig zu applizieren, ggf. durch Spritzverfahren aufzutragen.

Beschichtungsarbeiten mit wasserbasierten Beschichtungsstoffen erfordern den Einsatz spezieller Auftragswerkzeuge, Schleifgeräten und Schleifmittel sowie eine abgestimmte Auftragstechnik.

Spritzen bedeutet das Auftragen eines Beschichtungsstoffes mittels einer Spritzpistole. Je nach Objekt (z. B. Größe, Form, Werkstoff), Beschichtungsstoff (z. B. hoch- oder niedrigviskos, dünn-, dickschichtig) und Oberflächenqualität (z. B. glatt, strukturbildend, effektbildend) werden unterschiedliche Spritzverfahren (Tab. **10.**19 und Bild **10.**51) eingesetzt.

Eine Spritzlackierung lässt sich rationell ausführen, jedoch sind nicht alle Spritzverfahren für jeden Einsatzbereich (Tab. **10.**20) geeignet. Die Spritzlackierung ergibt meistens ein gleichmäßiges Oberflächenbild. Hierzu wird ein Beschichtungsstoff:

- auf die notwendige Spritzkonsistenz eingestellt,
- gesiebt und in Pistole oder Farbbehälter gefüllt,
- in eine Richtung oder im Kreuzgang aufgespritzt.

Beim Spritzen sind Auftragsmenge und Konsistenz zu beachten, um an senkrechten Flächen Läuferbildung zu vermeiden. Kritisch sind dabei u. a. Kanten, Ecken, Fugen, Schrauben, Nieten und Falzen. Flächige Holzobjekte (z. B. Türen, Holzdecken, Möbel) sind für einen Spritzauftrag sehr gut geeignet. Bei rahmen- und profilartigen Objekten (Fenster, Geländerstäbe, Fußleisten) ist die Ausführung der Beschichtung mit dem Pinsel wirtschaftlicher.

Tauchen ist ein überwiegend industriell eingesetztes Beschichtungsverfahren. Dabei werden

10.50 Tauchen von Fensterläden

die zu beschichtenden Teile in einen speziell eingestellten Beschichtungsstoff getaucht, zum Ablaufen des Stoffes aufgehängt und in Kammern/Räumen getrocknet. Im Malerbereich wird die Tauchlackierung von spezialisierten Betrieben ausgeführt, die bei größeren Stückzahlen mobile Tauchwannen (**10.**50) einsetzen.

Fluten ist ein Verfahren, bei dem ein Beschichtungsstoff (Flutlack) über einen z. B. Fensterladen „gegossen" wird.

Flutanlagen bestehen aus einer Wanne, deren Boden nach einer Seite, zu einer Vertiefung hin, schräg verläuft. Die Vertiefung wird mit Lack gefüllt. In der Vertiefung steht eine Pumpe, die den Lack über einen Materialschlauch in die Beflutungsdüsen pumpt. Aus den reihenweise angeordneten Öffnungen läuft der Lack über das zu beschichtende Teil. Der Lack läuft daran herunter. Überschüssiger Lack sammelt sich in der Wanne und wird wieder hochgepumpt. Nach dem Fluten wird das Objekt auf einen Abtropfständer zum Trocknen gestellt oder darüber aufgehängt.

Zum Tauchen und Fluten werden spezielle Beschichtungsstoffe (Flut-, Tauchlacke) eingesetzt. Sie haben die Eigenschaft, läuferfrei abzulaufen.

Gießen, dabei werden spezielle Lacke von Lackgießmaschinen auf flache Objekte (Türen, Möbelteile, Blechteile) gegossen. Danach erfolgt die Trocknung/Härtung in entsprechenden Kammern. Die Schichtdicke wird über die Durchführungsgeschwindigkeit der Objekte geregelt.

Elektrochemische Tauchlackierung (Kathodische Tauchlackierung) ist ein industrielles Lackierverfahren, das für Lackierungen großer Stückzahlen und vielfältige Formen (z. B. Autokarossen) zur Anwendung kommt. Der Tauchlack besteht aus 20 % Lacksubstanzen (Bindemittel, Pigmente) und etwa 80 % Wasser. Die als Elektrode geschalteten Objekte werden in einen elektrisch leitfähigen wässrigen Tauchlack eingetaucht. Der leitfähige Lack fällt aus, dabei bleibt der Lack haften, das Wasser wird abgeschieden.

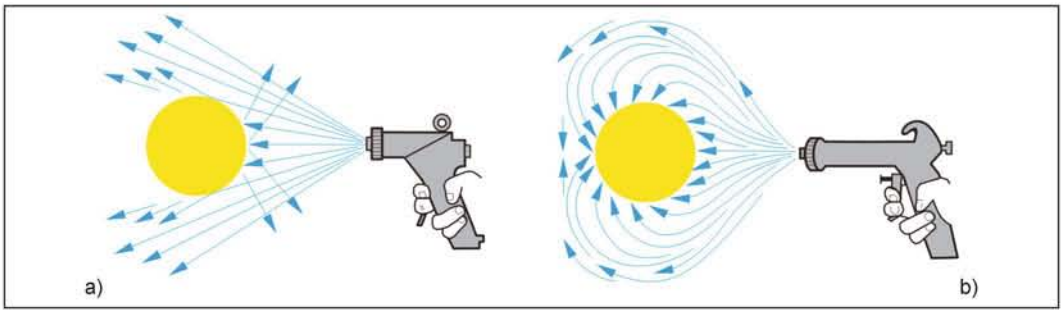
Nach der Entnahme aus dem Tauchbecken kommt es zur Aushärtung des Lackes bei Raumtemperatur oder bei hohen Temperaturen (Härterofen). Die Lackoberfläche weist eine gleichmäßige Schichtdicke und einen sehr guten Verlauf auf. Beim Tauchvorgang werden Hohlräume, Ecken, Kanten und Falzen gleichmäßig beschichtet. Das Lackierverfahren ist sehr umweltfreundlich, da als Lösemittel überwiegend Wasser eingesetzt wird und ein hoher Materialnutzungsgrad gegeben ist.

Tabelle **10.**19 Spritzverfahren im Vergleich

Verfahren	Spritzmaterial	Merkmale
Niederdruckspritzen große Luftmenge (≈ 20 bis 70 m^3/Std.), niedriger Druck (0,2 bis 0,9 bar)	stärkere Verdünnung bei Lacken = niedrigviskos; hochviskose Stoffe, Effekt-Stoffe, Putze, Chips	Nebelbildung gering, Zerstäubung gröber; geringe Arbeitsleistung
Hochdruckspritzen geringe Luftmenge (= 6 bis 13 m^3/Std.), hoher Druck (1 bis 10 bar)	niedrigviskose, pigmentreiche, verdünnbare Beschichtungsmittel	verhältnismäßig starke Farbnebelbildung, feine Zerstäubung, z. T. größerer Verlust an Spritzgut, hohe Oberflächenqualität
Airless-Spritzen (luftlos) sehr hoher Druck (Materialdruck bis 500 bar)	hochviskose Stoff (z. B. 100 DIN/s), großer Stofffluss, keine oder nur geringe Menge Verdünnungsmittel, Spritzgut genau einstellen	geringer Farbnebel (kein Luft-Beschichtungsstoff-Gemisch); wenig Spritzgänge, kaum Spritzgutverlust
Airmix luftunterstütztes Airless-Spritzen (Materialdruck 20 bis 150 bar)	hochviskose Stoffe, Stoffe mit hohem Festkörpergehalt	wenig Overspray, feinere Zerstäubung als beim Airless-Spritzen, hohe Flächenleistung, Regelung der Auftragsmenge durch Veränderung des Spritzdrucks

Tabelle **10**.19 Fortsetzung

Verfahren	Spritzmaterial	Merkmale
AirCoat luftunterstütztes Airless-Spritzen (Materialdruck max. 250 bar)	wasserbasierte und lösemittelhaltige Stoffe, Beizen, Lasuren	feine Zerstäubung schon bei geringem Materialdruck, hohe Beschichtungsgeschwindigkeit
Elektrostatisches Spritzen Spannung < 120 000 V, geringer Druck (0,8 bis 1,2 bar) Elektrostatik-Hochdruck, Spannung etwa 90 000 V, Luftdruck 1 bis 10 bar Elektrostatik-Airless Spannung etwa 90 000 V, Materialdruck bis 200 bar	spez. Einstellung des Stoffes (Serienlackierungen in der Industrie), praktisch kein Farbnebel	Spritzgut und Werkstück gegenpolig elektrisch aufgeladen, das geerdete Werkstück zieht Lackteile an; kaum Farbnebel und Spritzgutverlust, Metallbeschichtung
Pulverspritzen	aufgesprühtes Lackpulver schmilzt und verfließt unter Wärmeeinwirkung	Pulver statt Lack elektrostatisch aufgeladen; hochwertige Oberflächen



10.51 Farbspritzen
a) normal, b) elektrostatisch

Tabelle **10**.20 Eignung der Spritzverfahren

Einsatzbereiche		Niederdruck	Hochdruck	Airless	Elektrostatik-Hochdruck	Airmix	AirCoat
Spritzobjekte	Heizkörper	X	X[2)]	X[3)]	X	X	X
	verwinkelte Konstruktionen	X	X		X		
	Möbel und Türen	X	X	X		X	X
	Serien und große Flächen			X	X	X	X
	Decken und Wände		X[1)]	X		X	
	Kleinteile und am Bau	X	X				
	Fußböden, Dächer, Großanlagen			X		X	
	Fahrzeuge		X				X
Beschichtungsstoffe	Grundier- und Korrosionsschutzmittel, Füller und Lacke	X	X	X	X	X	X
	Dispersionsfarben	X	X[1)]	X			
	gefüllte Dispersionsfarben	X	X[1)]	X[4)]			
	bei häufigem Wechsel und kleineren Mengen der Beschichtungsstoffe	X	X				
	Speziallacke, Mehrfarben-Effekt-, Hammerschlag-, Runzellacke	X	X				X

Legende zu Tabelle 10.20:
1) nur mit Druckkessel
2) für flache Heizkörper, tiefe Heizkörper mit Heizkörper-Spritzdüsensatz
3) nur für flache bis mitteltiefe Heizkörper
4) bei Quarzbestandteilen höherer Düsenverschleiß

10.5 Kunststoffe

10.5.1 Kunststoffe – Vorteile, Beschichtung

Ohne Kunststoffe können wir uns den Alltag nicht mehr vorstellen. Unser hoher Lebensstandard wäre ohne den Einsatz von Kunststoffen nicht möglich. Immer mehr finden sich Kunststoffe auch als Baustoffe und Beschichtungsträger. Kunststoffe sind vollwertige Werkstoffe mit z. T. besonderen Eigenschaften, die man kennen muss, um sie nutzen zu können. Auf bestimmten Gebieten sind Kunststoffe den herkömmlichen Werkstoffen vielfach überlegen.

Vorteile von Kunststoffteilen

Konstanz. Kunststoffe sind durch ihre genau steuerbare Herstellung und unbegrenzte Mengenproduktion relativ konstant in Qualität und Preis.

Werkstoffe nach Maß. Zahlreiche Rezepturen ermöglichen Kunststoffe mit unterschiedlichen Qualitäten, Typen, Eigenschaften für fast unbegrenzten Einsatz. Gewünschte Formen lassen sich schnell herstellen.

Günstige Eigenschaften. Die Wärmeempfindlichkeit der meisten Kunststoffe lässt sich zum Schweißen oder Verformen ausnutzen (Bodenbeläge, Lichtreklamen). Fast alle Kunststoffe isolieren gut (z. B. Kunststoffschäume) und sind gegen zahlreiche Chemikalien beständig.

Natur- und Kunststoffe ergänzen sich vielfach, z. B. ergeben Verbundplatten aus Holz und Kunststoff harte Bodenbeläge, glasfaserverstärkte Kunststoffe sind gute Balkonverkleidungen.

Leicht und schnell zu verarbeiten. Für die Verarbeitung der Kunststoffe (besonders im Bauwesen) braucht man wenige spezielle maschinelle Einrichtungen. Die günstige Verarbeitung verkürzt die Bauzeiten (z. B. Montage- oder Fertigbau).

Farbgebungen. Kunststoffe werden in der Regel durchgehend eingefärbt, d. h. in der ganzen Masse. Dabei geben lösliche Farbstoffe durchsichtige Färbungen, mit nichtlöslichen Pigmenten erzielt man durchscheinende bis deckende Einfärbungen.

Die meisten Kunststoffe sind durch Pigmentierung in fast allen Farbtönen einfärbbar und in Holzfarben und Holzmaserungen herzustellen, so dass zunächst keine Beschichtung nötig ist.

Eine Beschichtung kann auf neuen Kunststoffteilen nötig werden

- zur Verbesserung der Abriebfestigkeit,
- zur Erhöhung der Wetter- und Chemikalienbeständigkeit,
- zur Verminderung der elektrostatischen Aufladung,
- zur Kennzeichnung und Beschriftung,
- aus optischen Gründen zur Anpassung an die Gesamtfarbkonzeption,
- für Effektlackierungen.

Eine Beschichtung kann auf alten Kunststoffteilen nötig werden

- als Renovierungsbeschichtung, wenn Kunststoffteile abgenutzt, matt, vergilbt, ausgebleicht, kreident, porös, rau, versprödet oder verwittert sind (**10.**52),
- wenn eine farbliche Neugestaltung durchgeführt wird,
- wenn eine vorhandene Beschichtung oder Beschriftung erneuert werden muss.

10.52 Verblasste Kunststoffjalousien

10.5.2 Kunststoffarten (Tab. 10.21)

Kunststoffe sind organische Verbindungen (Makromoleküle, Polymere) deren Grundbausteine aus Erdöl bestehen. Um bestimmte Eigenschaften zu erzielen, werden Weichmacher, Pigmente, Füllstoffe und andere Stoffe zugegeben.

Kunststoffe aus gleichartigen Bausteinen (Monomeren) nennt man Homopolymere (z. B. Polyethylen), die aus unterschiedlichen Bausteinen bezeichnet man als Copolymere (z. B. Acrylnitril-Butadien-Styrol).

Thermoplaste (Plastomere) schmelzen bei Erwärmung, sind quellbar und löslich mit entsprechenden Lösemitteln, wärmeverformbar

Beispiele

PVC Polyvinylchlorid
PE Polyethylen
PS Polystyrol
PP Polypropylen
PA Polyamid
ABS Acryl-Butadien-Styrol
PES Polyester

Duroplaste (Duromere) hart
schwach quellbar
nicht löslich
nicht schmelzbar
nicht wärmeverformbar

Beispiele

EP Epoxidharz
UP ungesättigte Polyester
PUR Polyurethan
MF Melaminharz

Elastomere (Elastoplaste) hohe Elastizität bei Normaltemperatur
nicht schmelzbar
nicht löslich, mit entsprechenden Lösemitteln quellbar

Beispiele

SI Silikon-Kautschuk
EPDM Ethylen-Propylen-Kautschuk

10.5.3 Erkennungsmerkmale

Für die Auswahl eines Beschichtungssystems muss die Kunststoffart bekannt sein, um das beschichtungstechnische Verhalten beurteilen zu können. Mit baustellenüblichen Mitteln ist es nicht möglich, die Art des Kunststoffs festzustellen. Auskunft über die Kunststoffart ist möglich über

- am Bauteil angebrachte Kennzeichnung
- Rückfrage beim Hersteller
- Rückfrage bei der Montagefirma
- Nachfrage beim Auftraggeber (Angabe in der Rechnung).

Lässt sich die Art des Kunststoffs nicht feststellen, sollte eine Probebeschichtung durchgeführt werden. Geeignete Beschichtungssysteme lassen sich auch mit den Werkstoffherstellern festlegen.

Tabelle 10.21 Übersicht über Kunststoffe

Kunststoffart Kurzzeichen	Aussehen, Eigenschaft, Festigkeit	Verwendung	Brennprobe/Geruch
Ungesättigter Polyester UP	glaskar, eingefärbt; schwer bis unzerbrechlich, bis 95 °C temperaturbeständig, auch glasfaserverstärkt (Gfs-UP) *Beständigkeit*: lösemittel- und chemikalienbeständig	Rohre, Möbeloberflächen, Sitzmöbel, Bootskörper, Schwimmbeckenauskleidung, Tore, Kfz-Karosserien, Karosserieteile beschichtbar	brennt nach Entzünden weiter, brennt leuchtend, schwebende Rußflocken, verkohlt, Geruch etwas süßlich
Polypropylen PP	meist eingefärbt, sehr hart, hoch licht- und temperaturbeständig *Beständigkeit*: gegen Benzin unbeständig, chemikalienbeständig	Rohre, Gehäuse, Heizkörperverkleidungen nicht beschichtbar	brennt nach Entzünden weiter, leuchtend mit blauem Kern, tropft ab, Schwaden riechen nach Paraffin
Harnstoff-Formaldehyd UF	undurchsichtig, eingefärbt vergilbend, hohe Abriebfestigkeit leicht bis schwer zerbrechlich	Tisch- und Möbelbeläge, gepresste Formteile	kaum entzündbar, verkohlt, zerspringt, Geruch nach Ammoniak

Tabelle **10**.21 Fortsetzung

Kunststoffart Kurzzeichen	Aussehen, Eigenschaft, Festigkeit	Verwendung	Brennprobe/Geruch
Melamin-Formaldehyd MF	*Beständigkeit*: lösemittel- und chemikalienbeständig	beschichtbar	widerlicher Beigeruch (fischartig)
Polyethylen PE	milchig, eingefärbt, wachsartige Oberfläche, temperaturbeständig bis 120 °C, keine elektrische Leitfähigkeit, schlechter Beschichtungsgrund	Haushaltsartikel, Spielwaren, Isolierungen, Folien, Planen, Eimer, Dachrinnen, Geländer	brennt nach Entzünden weiter, leuchtend mit blauem Kern, tropft ab, Schwaden riechen nach Paraffin
	Beständigkeit: chemikalienbeständig, durch Lösemittel anquellbar	nicht beschichtbar	
Polymethylmethacrylat (Acrylglas) PMMA	glaskar, transparent, leicht getönt, hart bis zäh, starke statische Aufladung, nicht kratzfest	Schilder, Werbeträger, Lichtkuppeln, Lampengitter, Fassaden-, Balkonverkleidungen	brennt nach Entzünden leuchtend weiter, leicht rußend, rauscht leise, Geruch fruchtartig, unangenehm süßlich
	Beständigkeit: nicht lösemittelbeständig	beschichtbar	
Polyurethan PUR hart, geschäumt	gelblich-braun, eingefärbt, zäh, elastisch bis hart	Fenster, Fensterbänke, Möbelteile, Kabelkanäle, Möbeloberflächen, Balkenimitation, Isolierschaum, Kfz-Front-, Fleck- und Seitenteile, Spoiler	brennt nach Entzündung blasig weiter, schäumt, tropft ab, Rußflocken, Geruch unangenehm stechend
	Beständigkeit: lösemittel- und chemikalienbeständig	beschichtbar	
Polyvinylchlorid PVC, hart	transparent bis milchig, überwiegend eingefärbt, hart, schwer zerbrechlich bis unzerbrechlich, witterungsbeständig bis 80 °C temperaturbeständig	Fenster, Dachrinnen, Rollladen, Fußleisten, Fassadenplatten, Zäune, Rohre	verkohlt in der Flamme, gesäumt, erlischt außerhalb der Flamme
	Beständigkeiten: lösemittel- und chemikalienbeständig	beschichtbar	Salzsäure mit Beigeruch, Geruch stechend nach Salzsäure
PVC, weich	wie vor, jedoch weich, biegsam, gummiartig; unter 0 °C versteifend	Wand-, Bodenbeläge (Tapeten) Folien, Schläuche	Reaktion wie vor, abhängig vom Weichmacher; auch Brennen außerhalb der Flamme möglich, leuchtend gelblichgrüne Flamme, rußend
	Beständigkeiten: nicht gegen alle Lösemittel beständig	nicht beschichtbar	
		Vorsicht Gefahr der Dioxinbildung bei starker Hitze! Nur unter Abzug arbeiten!	
Polystyrol PS, schlagzäh	glaskar, milchig bis undurchsichtig, eingefärbt, hart, zerbrechlich, Weißbruch beim Biegen	Platten, technische Teile, Sitzteile, Gehäuse	brennt nach Entzünden leuchtend und stark rußend weiter, süßlicher Geruch, hyazinthenartig
	Beständigkeiten: unempfindlich gegen Fette und Öle, lösemittelempfindlich	beschichtbar	
PS, geschäumt	weiß, leichte bis starke Struktur, geringes Gewicht, leicht zerbrechlich	Wärmedämmstoffe, Unterlagsstoffe, Deckenplatten, Stuckimitation	wie vor
	Beständigkeiten: gegen alle Lösemittel empfindlich	beschichtbar	

Weitere gebräuchliche Kunststoffe s. BFS-Merkblatt 22

10.5.4 Beschichtungsstoffe

Grundbeschichtungsstoffe, die als Haftvermittler eingesetzt werden, gibt es auf der Basis folgender Bindemittel:

lösemittelbasiert

Kunstharzkombination, Epoxidharz, PVC-Acrylharz-Kombination

wasserbasiert

Acrylharz, Reinacrylat, Epoxidharz

Die Auswahl richtet sich nach der Decklackierung. Diese richtet sich nach der zu erwartenden Beanspruchung (**10.**22).

Vorsicht bei dunklen Farbtönen, Gefahr der Aufheizung und dadurch bedingte Verformung der Kunststoffteile.

Die Beschichtungsstoffe müssen auf den zu behandelnden Kunststoff abgestimmt sein (**10.**23). Dies bedeutet, dass das Kunstharz des Kunststoffobjekts und der geeignete Beschichtungsstoff gleiche oder verwandte Eigenschaften haben sollen. Im Handel sind auch Beschichtungssysteme aus Grund- und Deckbeschichtungsstoffen erhältlich. Dabei übernehmen die Grundbeschichtungsstoffe das leichte Anquellen bzw. Verankern der Beschichtung auf dem Kunststoff. Die zugehörenden Deckbeschichtungsstoffe lassen sich dann wesentlich zuverlässiger aufbringen. Bei unklaren Untergründen sollte die Verträglichkeit der Beschichtungsstoffe durch eine Probebeschichtung ermittelt werden.

Zur Anwendung kommen sowohl physikalisch trocknende als auch durch Reaktion erhärtende Zweikomponenten-Stoffe. Bei allen Beschichtungsstoffen für Kunststoffe sind die Lösemit-

Tabelle **10.**22 Geeignete Beschichtungssysteme

Beanspruchung	Alkydharz-Kombinationslack Dispersionslack Dispersionsfarben
Für normale Wetterbelastung, bedingt chemikalienbeständig	Polymerisatharzlack
Für hohe Wetterbeständigkeit, mechanische Belastung, chemikalienbeständig, dauerwasserbeständig	Polyurethanlack
Für hohe Chemikalienbeständigkeit, hohe mechanische Belastung, Dauerwasserbeständigkeit, bei Bewitterung Neigung zum Kreiden	Epoxidharzlack
Für höchste Wetterbeständigkeit, Dauerwasserbeständigkeit, gute Chemikalienbeständigkeit	2 K-Polyacrylat

Tabelle **10.**23 Beschichtungsstoffe für Kunststoffe (BFS-Merkblatt Nr. 22)

Kunststoff		Bindemittel-Basis						
		Alkydharzkombination	Polymerisatharz, z. B. PVC-Co	Polyurethan	2K-Epoxidharz	2K-Polyacrylat	Dispersionslack	Dispersionsfarben
Polyvinylchlorid	Hart-PVC	+	+	+	+	+	+	+
Polystyrol-Hartschaum	PS-Hartschaum	–	–	–	–	–	–	+
Polystyrol	PS	–	–	–	–	–	+	+
Polymethylmetacrylat	PMMA	+	+	+	+	+	+	+
Phenol-/Harnstoff-Melaminharze	PF, PF-Pressholz, UF, MF	+	–	+	+	+	+	+
Ungesättigte Polyester	UP	+	–	+	+	+	+	+
Epoxidharz	EP	+	+	+	+	+	+	+
Polyurethan	PUR	+	+	+	+	+	+	+

+ = geeignet, – = nicht geeignet

tel von entscheidender Bedeutung. Neben den Verarbeitungseigenschaften, dem Verlauf und der Trocknung bestimmen sie den Grad der Anlösung thermoplastischer Kunststoffoberflächen. Falsch gewählte Lösemittel können zu Beschichtungsschäden und unschönem Aussehen führen (z. B. Wechsel zwischen matt und glänzend). Ebenso dürfen nur die empfohlenen Verdünnungsmittel zugesetzt werden (z. B. zur Erzielung der Spritzkonsistenz).

10.5.5 Beschichtung – Ausführung

Untergrundprüfung. Die Beurteilung einer Kunststoffoberfläche erfolgt mit baustellenüblichen Mitteln. Prüfung auf

- Verschmutzungen durch Augenschein
- Öle und Trennmittel durch Benetzungsprobe, Abreiben mit saugfähigem Tuch oder Papier
- Verwitterungsprodukte durch Abreiben mit Hand oder Tuch
- Altbeschichtungen durch Kratzprobe und Klebebandtest

Vorbereiten der Oberfläche. Um eine gute Haftung der Beschichtung zu erreichen, ist sorgfältige Vorarbeit wichtig:

- Abwaschen mit geeigneten Stoffen
- Anschleifen
- Beschichtung mit Haftvermittler

Reinigung von Verschmutzungen, Ölen und Trennmitteln erfolgt durch

- Schleifen mit Schleifvlies,
- ammoniakalische Netzmittelwäsche,
- Abwaschen mit Anlaugmittel oder
- Abreiben mit Spiritus bzw. mildem Lösemittel.

Schleifen nach oder bei der Reinigung erfolgt am besten mit Schleifvlies. Geeignet für trockenes Schleifen ist auch feines Schleifpapier mit offener Streuung. Duroplastische Pressmassen sind ggf. mit Schleifpapier harter Körnung anzuschleifen. Nach der Reinigung ist gründlich mit klarem Wasser nachzuwaschen.

Ammoniaklösung, Ansatz:

10 l Wasser, 1/2 l einer 25-%igen Ammoniaklösung (Salmiakgeist), und Netzmittel (kleine Menge z. B. Geschirrspülmittel)

Beim Einsatz von Lösemitteln zur Reinigung des Kunststoffs ist auf die Verträglichkeit mit dem Lösemittel zu achten. Die meisten Kunststoffe sind nicht lösemittelbeständig, es kann zum Anquellen oder Aufweichen der Oberfläche ggf. auch zu Spannungsrissen kommen.

Staubfreiheit. Kunststoffoberflächen sind elektrostatisch, d. h. sie ziehen Staub an. Deshalb muss insbesondere nach dem Schleifen der Schleifstaub und unmittelbar vor der Beschichtung anhaftender Staub entfernt werden. Mit einem Lappen, netzmittelhaltigem Wasser bzw. Spiritus ist die Oberfläche abzuwischen.

Arbeitsräume sollen bei der Beschichtung von Kunststoffteilen wegen der statischen Anziehung weitgehend staubfrei sein.

Beschichtungaufbau (Beispiel):

- Grundbeschichtung mit 2K-EP-Haftgrund, lösemittelbasiert oder 2K-EP-Primer, wasserbasiert
- Zwischen- und/oder Schlussbeschichtung mit Alkyd-, Acryl-, EP-, PU- oder Polymerisat-Harzlack, lösemittel- oder wasserbasiert

Bei der Verarbeitung von 2K-Stoffen sind die Herstellerangaben (Tab. **10.**24) zu beachten:

Tabelle **10.**24 Stoffvergleich (Beispiele)

2K-EP-Haftgrund (lösemittelbasiert)	2K-EP-Primer (wasserbasiert)
2-Komponenten gründlich mischen, umtopfen, gut durchrühren	2-Komponenten gründlich mischen und durchrühren
verdünnen nach Mischen und Vorreaktionszeit	verdünnen nach Mischen
Vorreaktionszeit ca. 10 Min. einhalten	keine Vorreaktionszeit, sofort verarbeiten
Topfzeit ca. 8 Std.	Topfzeit ca. 1 1/2 Std.
Auftrag im Streich-, Roll- und Spritzverfahren	Auftrag im Streich- und Rollverfahren

Beschichtungsauftrag/Applikation im Spritzverfahren ergibt wegen der überwiegend glatten Kunststoffoberflächen das beste Ergebnis. Beim Auftrag mit Pinsel oder Rolle sind diese entsprechend dem Beschichtungsstoff auszuwählen. Der Auftrag muss zügig und schnell erfolgen. Das Werkzeug bzw. die Auftragstechnik bestimmt die Oberflächenqualität.

11 Beschichtungstechniken auf metallischen Untergründen

11.1 Beschichtungsuntergründe

Beschichtungsuntergründe sind überwiegend:

– Stahl und andere Eisenmetalle (E-Metalle)
– Zink, Aluminium, Kupfer (NE-Metalle)
– Verzinkungen (Metallüberzug auf Stahl)

Geringere Bedeutung als Beschichtungsuntergrund haben die:

– NE-Metalle Blei und Zinn
– Legierungen
  Messing (Kupfer + Zink)
  Bronze (Kupfer + Zinn)
– Edelmetalle
  Silber und Gold
– Metallüberzüge
  Verchromung, Vernickelung, Emaillierung

Für die Beurteilung der Metalle ist es wichtig, ihr Verhalten bei Hitze und Kälte, Feuchtigkeit und Sauerstoff, Einflüssen von Chemikalien, ihre Beständigkeit gegen mechanische Einwirkungen sowie die Oberflächenbeschaffenheit zu kennen.

11.2 Korrosion, Korrosionsarten

Korrosion wird in DIN 50900-1 definiert: „Reaktion eines metallischen Werkstoffes mit seiner Umgebung, die eine messbare Veränderung des Werkstoffes bewirkt und zu einer Beeinträchtigung der Funktion eines metallischen Bauteiles oder eines ganzen Systems führen kann."

– Eisen und Stahl rosten,
– Kupfer setzt Patina „Grünspan" an,
– Zink bildet eine Oxidschicht, aber auch Holz, Beton, Kunststoff und Glas, verrotten, verwittern oder altern, d. h. alle Werkstoffe unterliegen einer ständigen Korrosion. Eisenoxid kommt in der Natur vor, es wird in einem aufwendigen Prozess unter Energiezufuhr zu Metall.

Eisenoxid → Verhüttung → Eisen

Das Metall strebt an, wieder in die oxidische Form zurückzukehren.

Eisen → Korrosion → Eisenoxid

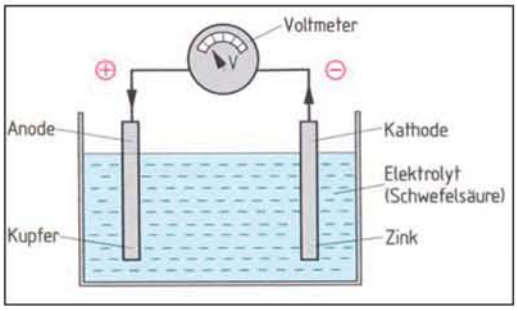
Korrosion ist die chemische Veränderung eines Metalls unter Einfluss von Sauerstoff, Wasser und Chemikalien (Elektrolyten). Die Korrosion kann chemisch oder elektrochemisch ablaufen.

Chemische Korrosion entsteht durch die Reaktion von Metallen mit z. B. Gasen. Es bildet sich auf Stahl eine Eisenoxidschicht (Walzhaut).

Elektrochemische Korrosion von E-Metallen entsteht beim Vorhandensein von Sauerstoff, Wasser und einem Elektrolyten (Chloride, Sulfate), der für den Ladungsausgleich sorgt. Eisen wird anodisch gelöst, die freigesetzten Elektronen werden kathodisch wieder verbraucht und in der Folge oxidieren die Eisen(II)-Ionen zu Eisen (III)-Ionen (**11.**1).

Galvanische Elemente bestehen aus:

– zwei verschiedenen Metallen (z. B. Kupfer und Zink) oder unterschiedlichen Bestandteilen in Metallen und



11.1 Galvanisches Element

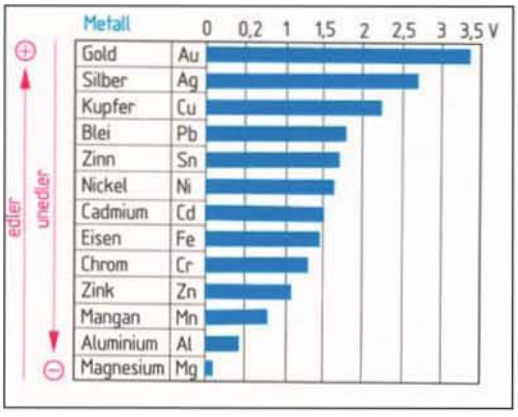
– einer Elektrolytlösung (z. B. säurehaltiger Regen, Tausalz-Spritzwasser und Meeres-Spritzwasser, Handschweiß).

■ **Versuch** Eine Kupfer- und eine Zinkplatte werden in ein Glasgefäß mit verdünnter Schwefelsäure gehängt, beide Platten werden über einen Spannungsprüfer miteinander verbunden.

Ergebnis

Die Metalle reagieren unterschiedlich stark mit der Schwefelsäure, dadurch entsteht eine elektrische Spannung, es fließt Strom. Das unedlere Zink entlädt sich und wird zersetzt, das edlere Kupfer lädt sich auf, es zieht das Zink an.

Die stromleitende Flüssigkeit (z. B. Schwefelsäure) des galvanischen Elements heißt Elektrolyt, die beiden Metalle sind die Elektroden. Die positive Elektrode (hier Kupfer) bezeichnet man als Anode, die negative (hier Zink) als Kathode. Je edler ein Metall ist, umso stärkere elektrische Spannung erzeugt es als Anode. Und je unedler ein Metall ist, umso schneller löst es sich als Kathode dem edleren Metall gegenüber auf (**11.**2, Spannungsreihe der Metalle).



11.2 Spannungsreihe der Metalle

Die „Einteilung der Umgebungsbedingungen" nach DIN EN ISO 12944-2 erfolgt in:

– atmosphärische Korrosion
– Korrosion in Wasser
– Korrosion im Erdreich

Die Geschwindigkeit einer Korrosion ist abhängig

– von der Umgebung
Atmosphäre, Wasser, Erdreich
– von den Eigenschaften und den Wirkstoffen der Umgebung
– von mechanischen Belastungen

Atmosphärische Korrosion ist die bei Maler- und Lackiererarbeiten häufigste Korrosionsart. Beschleunigt wird sie durch folgende Umgebungsbedingung:

– hohe relative Luftfeuchtigkeit
– Kondenswasserbildung
– Elektrolyte in der Atmosphäre
– höhere Temperatur

Klimatische Einflussfaktoren dabei sind z. B.:

– Klimatyp
– Ländliche-, Städtische-, Küsten- oder Industrieatmosphäre
– Sonnen- oder Schattenseite
– Luftfeuchtigkeit im Innenraum
– spezielle chemische Einflüsse

Die Klimatypen sind in der Norm ISO 9223 definiert, der Massenverlust von unlegiertem Stahl und Zink durch atmosphärische Belastungen in der DIN EN ISO 12 944-2.

Korrosion in Wasser und im Erdreich

unterliegt spezifischen Einflüssen und Faktoren. Diese sind in entsprechenden Normen behandelt.

Stahl ist der verbreitetste metallische Werkstoff, er ist langlebig und wirtschaftlich. Er unterliegt der ständigen Korrosion und muss deshalb geschützt werden.

Beschichtungssysteme bewirken weitgehend, dass kein Wasser, Sauerstoff und Elektrolyte an die Metalloberfläche gelangen und somit Stahl/Eisen nicht rostet.

Korrosionsarten (Auswahl in Anlehnung an DIN ISO 804 und DIN 50 900-1,2) unterscheiden sich in ihren Erscheinungsformen, Ursachen und Auswirkungen.

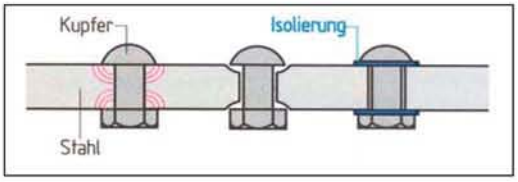
Korrosion ohne mechanische Beanspruchung

– **Flächenkorrosion**
Fläche wird gleichmäßig abgetragen;
– **Muldenkorrosion (Muldenfraß)**
Oberfläche wird ungleichmäßig abgetragen, dabei bilden sich Mulden, Vertiefungen;
– **Lochkorrosion (Lochfraß)** (**11.**5)
Oberfläche mit kraterförmigen Vertiefungen;

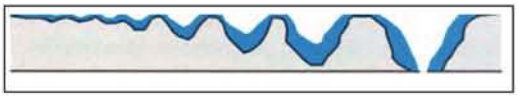
– **Spaltkorrosion**
Örtlich beschleunigte Korrosion in Spalten (**11.**3);

11.3 Spaltkorrosion an aufeinandergesetzten Stahlteilen

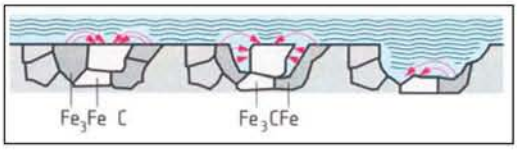
– **Kontaktkorrosion (galvanische Korrosion)** entsteht an der Verbindungsstelle von unterschiedlichen Metallen (z. B. Stahl/Kupfer). Bei Berührung bildet sich unter Zutritt von Sauerstoff, Wasser und Elektrolyt ein galvanisches Element (**11.**4);



11.4 Kontaktkorrosion



11.5 Fortschreitende Lochfraßkorrosion



11.6 Interkristalline Korrosion

– **Interkristalline Korrosion** (**11.**6)
Bei Feuchtigkeit + Elektrolyt entsteht zwischen den einzelnen Metallkristallen Strömung wie in einem galvanischen Element. Dabei zersetzen sich die Minuspol-Kristalle, das Gefüge wird zerstört.
– **Korrosion unter Ablagerungen (Berührungskorrosion)**
Örtliche Korrosion bei Berührung mit Fremdkörpern, z. B. Staub, Laub, Holzteile;
– **Kondenswasserkorrosion (Schwitzwasserkorrosion)**
Niederschlag entsteht durch Taupunktunterschreitung auf Metalloberflächen;
– Korrosion durch unterschiedliche Belüftung
– Taupunktkorrosion
– Stillstandkorrosion
– Mikrobiologische Korrosion
– Anlaufen
– Verzunderung

Korrosion mit zusätzlicher mechanischer Beanspruchung

– **Spannungsrisskorrosion** tritt auf, wenn auf Metallen Zugspannung oder Eigenspannung liegt
– Schwingungskorrosion (Korrosionsermüdung)
– Erosionskorrosion
– Reibkorrosion

Walzhaut, Zunder ist eine blauschwarze Schicht, die durch Oxidation der Eisenmetalle bei Temperaturen ab 600 °C (873 K) entsteht. Sie kann aus mehreren Schichten bestehen und unterschiedlich in Dicke, Dichte und Eigenschaften sein.

Walzhaut-/Zunderschichten

– sind spröde, sie haben nicht die gleiche Wärmeausdehnung wie Stahl,
– lösen sich vom Untergrund,
– können Feuchtigkeit und Elektrolyten eingeschlossen haben,
– können unterschiedlich weit unterrostet sein.

Walzhaut-/Zunderschichten müssen abwittern/abrosten oder durch mechanische und thermische Verfahren entfernt werden.

11.3 Untergrundprüfungen auf Stahl, Zink und Aluminium

Vor Beginn der Ausführung von Maler- und Lackierarbeiten hat der Auftragnehmer den Untergrund zu beurteilen bzw. zu prüfen. Stellt er Mängel fest oder hat er Bedenken gegen die vorgesehene Art der Ausführung oder die einzusetzenden Werkstoffe, so hat er diese unverzüglich dem Auftraggeber mitzuteilen (VOB Teil B § 4 Nr. 3).

Baustellenübliche Objektprüfungen (Tab. **11.**1) auf Metalluntergründen beschränken sich nur auf den Oberflächenzustand.

Tabelle **11.**1 Untergrundprüfung (in Anlehnung an BFS-Merkblatt Nr. 20)

Prüfung	Prüfmethode	Erkennung	Technische Hinweise und Maßnahmen
Stahl Walzhaut, Zunder, Schweißrückstände	Augenschein, Kratzprobe mit festem, kantigem Gegenstand	Färbung, Glanz und Dicke der Walzhaut sind unterschiedlich. Unterschiedliches Rosten der Oberfläche, ggf. Absplittern der Zunderschicht	mechanisch entfernen durch Strahlen, Schleifen, Nadeln oder Flammstrahlen
Vorhandene Grundbeschichtung	Kratzprobe mit festem, kantigen Gegenstand und Klebebandtest, Gitterschnitt	Beschichtungsteile splittern bereits bei mäßigem Druck ab. Kratzspur ist gezackt oder gewölbt. Der Beschichtungsfilm lässt sich leicht abziehen; evtl. Rostnarben. Deutlich sichtbare Beschichtungsteile bleiben am Band kleben	Grundbeschichtung entfernen
Tragfähigkeit vorhandener Altbeschichtungen Coil-Coating-Beschichtungen erfordern besondere Prüfungen	Kratzprobe mit festem, kantigen Gegenstand, Klebebandtest, Gitterschnitt	Beschichtungsteile splittern bereits bei mäßigem Druck ab. Kratzspur ist gezackt oder ausgewölbt. Der Beschichtungsfilm lässt sich leicht abziehen, Rostnarben Deutlich sichtbare Beschichtungsteile bleiben am Band kleben	Altbeschichtung entfernen Unterrostete Beschichtung entfernen und freigelegte Stahloberfläche entrosten Altbeschichtung entfernen
Zink Korrosionsprodukte	Augenschein	weißgraue Salzrückstände auf der Oberfläche	Korrosionsprodukte mit verdünntem Salmiak und Netzmittel unter Verwendung eines Kunststoffvlieses entfernen, Mischungsverhältnis BFS-Merkblatt Nr. 5
Verschmutzungen	Augenschein, Abreiben mit Papiertaschentuch	dunkle, schmierige Verfärbung	Reinigen je nach Art der Verschmutzung
Fette, Öle	Benetzungsprobe mit Wasser	Wasser perlt ab; Inselbildung	Reinigen mit verdünntem Salmiak und Netzmittel (Geschirrspülmittel), Mischungsverhältnis BFS-Merkblatt Nr. 5

Tabelle **11**.1 Fortsetzung

Prüfung	Prüfmethode	Erkennung	Technische Hinweise und Maßnahmen
Vorhandene Grundbeschichtung	Kratzprobe mit festem, kantigen Gegenstand und Klebebandtest, Gitterschnitt	Beschichtungsteile splittern bereits bei mäßigem Druck ab. Kratzspur ist gezackt oder ausgewölbt. Der Beschichtungsfilm lässt sich leicht abziehen. Deutlich sichtbare Beschichtungsteile bleiben am Band kleben	Grundbeschichtung entfernen (auf festhaftender unbekannter Grundbeschichtung und auf Zink dürfen grundsätzlich keine Alkydharzlack verwendet werden).
Tragfähigkeit vorhandener Altbeschichtungen	Kratzprobe mit festem, kantigen Gegenstand und Klebebandtest, Gitterschnitt	Beschichtungsteile splittern bereits bei mäßigem Druck ab. Kratzspur ist gezackt oder ausgewölbt. Der Beschichtungsfilm lässt sich leicht abziehen. Deutlich sichtbare Beschichtungsteile bleiben am Band kleben	Altbeschichtung entfernen (auf festhaftender unbekannter Beschichtung und auf Zink dürfen grundsätzlich keine Alkydharzlacke verwendet werden)
Aluminium Korrosionsmulden	Augenschein	Kleine weißliche Aufwölbungen (Pickel)	Restloses Ausschleifen der Korrosionsmulden
Verschmutzungen	Augenschein		Reinigen je nach Art der Verschmutzung
Vorhandene Grundbeschichtung	Kratzprobe mit festem, kantigen Gegenstand und Klebebandtest Gitterschnitt	Beschichtungsteile splittern bereits bei mäßigem Druck ab. Kratzspur ist gezackt. Der Beschichtungsfilm lässt sich leicht abziehen. Deutlich sichtbare Beschichtungsteile bleiben am Band kleben	Grundbeschichtung entfernen, Untergrund anschleifen (z. B. Schleifvlies) und Spezialhaftgrund für Aluminium auftragen
Tragfähigkeit vorhandener Altbeschichtungen	Kratzprobe mit festem, kantigen Gegenstand und Klebebandtest, Gitterschnitt	Beschichtungsteile splittern bereits bei mäßigem Druck ab. Kratzspur ist gezackt. Der Beschichtungsfilm lässt sich leicht abziehen. Deutlich sichtbare Beschichtungsteile bleiben am Band kleben	Altbeschichtung entfernen

Gitterschnittprüfung – Haftungsprüfung von Beschichtungen (Anlehnung an DIN EN ISO 2409)

Prüfungsablauf (Baustelle):

- mit scharfem Messer (Cuttermesser) 6 parallel laufende Ritzschnitte im rechten Winkel zueinander, bis auf den Untergrund gehend ausführen, so dass ein Gitter von 25 Quadraten entsteht (Tab. **11**.2)
- Klebeband, (z. B. Tesaband 4651 oder 4331) von 10 cm Länge und 25 mm Breite, ganzflächig über das Schnittgitter blasenfrei kleben, andrücken und innerhalb von 5 Minuten ruckartig abziehen.
- Gitterschnitt mit der Gitterschnitt-Kennwerttabelle vergleichen und bewerten (Tab. **11**.3).

Klebebandabrisse auf Folie kleben und aufbewahren.

Nur eine exakte Prüfungsdurchführung führt zu objektiv verwertbaren Ergebnissen!

Die Schnittabstände (**11**.7) sind nach der Norm abhängig von der Schichtdicke und der Härte des Untergrundes.

11.7 Gitterschnittprüfung an mehrschichtigem Beschichtungsaufbau, Enthaftung zwischen zwei Schichten

Eine normgerechte Gitterschnittprüfung ist nur mit einem definierten Schneidgerät unter entsprechenden Prüfungsbedingungen (23 °C und 50 % rel. Luftfeuchte) durchzuführen.

Tabelle **11.2** Schnittabstände nach DIN EN ISO 2409

Schichtdicke/ Schicht-dickenbereich	Beschichtung (Beispiele)	Unter-grund/ Substrat	Schnitt-ab-stand
kleiner oder gleich 60 µm	Grundierung in üblicher Schicht-dicke, Lasurbe-schichtungssystem	hart* weich*	1 mm 2 mm
über 60 µm bis 120 µm	dreischichtige Lackierung	hart und weich	2 mm
über 120 µm bis 250 µm	Dickschicht-systeme	hart und weich	3 mm

*) hart: z. B. Stahl, weich: z. B. Holz, Putz

Tabelle **11.3** Gitterschnitt-Kennwerte und Auswertung

Aussehen	Beschreibung	Gitterschnitt-Kennwerte*	Haftfestig-keit
–	Die Schnittränder sind vollkommen glatt, keine Abplatzungen.	0	sehr gut
	An den Schnittpunkten sind keine Splitter abgeplatzt. Abgeplatzte Fläche nicht wesentlich größer als fünf Prozent.	1	gut
	Längs der Schnittränder und an den Schnittpunkten sind deutlich mehr als fünf Prozent, aber nicht wesentlich mehr als 15 Prozent der Beschichtung abgeplatzt.	2	mäßig
	Mehrere Quadrate sind teilweise oder ganz abgeplatzt. Abgeplatzte Fläche deutlich größer als 15 Prozent, aber nicht wesentlich größer als 35 Prozent.	3	schlecht
	Mehrere Quadrate sind teilweise oder ganz abgeplatzt. Abgeplatzte Fläche deutlich größer als 35 Prozent, aber nicht wesentlich größer als 65 Prozent.	4	sehr schlecht
–	Jedes Abplatzen, das nicht mehr als Gitterschnitt-Kennwert 4 eingestuft werden kann.	5	sehr schlecht

*) häufig auch kurz als „Gt-Werte" bezeichnet

11.4 Oberflächenvorbereitung

Grundlage für eine einwandfreie Beschichtung ist die sorgfältige Oberflächenvorbereitung. Es wird unterschieden zwischen:

- abtragende Oberflächenvorbereitung (Reinigung vor dem Beschichten)
- schichtbildende Oberflächenvorbehandlung (Aufbringen einer Schicht)

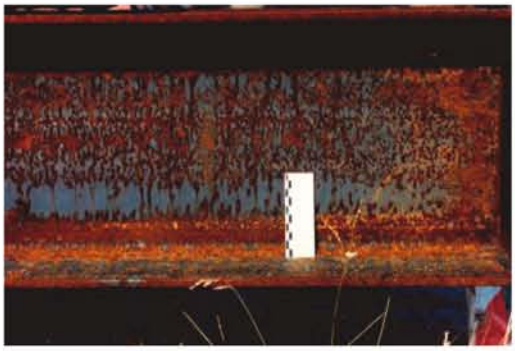
Die DIN EN ISO 12944-4 (Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung) bezieht sich auf die Oberflächenvorbereitung von

- unbeschichteten oder beschichteten Ober-Flächen sowie
- metallischen Überzüge.

Stahloberflächen können haftungsmindernde und korrosionsfördernde Verunreinigungen aufweisen, dabei wird unterschieden zwischen arteigenen und artfremden Produkten.

Arteigene Schichten auf Stahl:

- Zunder, Walzhaut (**11.8**)
- Rost mit Verunreinigungen, z. B. Salzen, die zu den artfremden Stoffen zu rechnen sind



11.8 Stahlträger mit noch nicht vollständig abgewitterter Walzhaut – Rostgrad B (DIN 55 928-4)

Artfremde Verunreinigungen bzw. Schichten:

- Öle, Fette, Wachse, Seifen u. ä.
- wasserunlösliche Verunreinigungen, z. B. Staub, Asche, Schlackenreste
- wasserlösliche Verunreinigungen, z. B. Salze, Säuren, Laugen
- Altbeschichtungen mit Rost und anderen Verunreinigungen (**11.9**)
- alte metallische Überzüge
- problematische Altbeschichtungen, z. B. Coil-Coating-Beschichtung, Pulverbe-Schichtung, Einbrennlackierung

Bei der Auswahl der geeigneten Maßnahmen zur Oberflächenvorbereitung wird unterschieden zwischen dem **Erstschutz** und der **Teil- oder Vollerneuerung.**

Maßnahmen beim Erstschutz hängen ab:

- vom Ausgangszustand der Oberflächen
- von den Anforderungen an den Oberflächenvorbereitungsgrad
- von den zu erwartenden Belastungen.

Maßnahmen bei der Teil- oder Vollerneuerung werden bestimmt durch:

- das Alter und den Standort des Objekts
- die Qualität der Oberfläche
- die Schutzwirkung des vorhandenen Beschichtungssystems
- die Art und Intensität der zu erwartenden Belastung
- das neue Beschichtungssystem
- die zu erwartende Nutzungsdauer

Mit Rostgraden bezeichnet man den optisch zu ermittelnden Rostbefall im Bezug zur Fläche bei beschichteten Stahlflächen und den Anteil von Zunder und Rost bei unbeschichteten Flächen (**11.8**).

Unterschieden wird zwischen Rostgraden auf beschichteten und unbeschichteten Stahlflächen.

Zur einheitlichen Beurteilung des Rostgrades dienen die Rostbilder nach DIN ISO 4628-3. Durch optischen Vergleich der Oberfläche mit den Rostgrad-Bildern wird der Rostgrad ermittelt.

Rostgrade bei beschichteten Stahlflächen:

Rostgrad	**Zustand der rostbedeckten Fläche**
Ri 0	rostfrei
Ri 1	ca. 0,5 bis 1 % rostbedeckt
Ri 2	ca. 2 % rostbedeckt
Ri 3	ca. 3 bis 5 % rostbedeckt
Ri 4	ca. 8 bis 15 % rostbedeckt
Ri 5	ca. 40 bis über 50 % rostbedeckt

Rostgrade bei unbeschichteten Stahlflächen:

11.9 Altbeschichtung mit Rost und Verunreinigungen

Rostgrad-Zustand der rostbedeckten Fläche

A Die ganze Fläche ist mit festhaftendem Zunder bedeckt, keine Rostbildung.

B Beginnende Rostbildung und beginnende Zunderabblätterung.

C Abgerosteter Zunder – wenige sichtbare Rostnarben

D Abgerosteter Zunder sichtbare Rostnarben.

Die Art der Oberflächenvorbereitung ist abhängig

- von Alter und Standort des Objektes,
- von der Beschaffenheit der Oberfläche,
- von der Schutzwirkung des vorhandenen Beschichtungssystems,
- vom Umfang der Korrosionsschäden,
- von der zu erwartenden Belastung,
- von dem aufzubringenden Beschichtungs-System,
- von der zu erwartenden Nutzungsdauer.

Das Oberflächenvorbereitungsverfahren ist abhängig von den Verunreinigungen (DIN EN 12944-4 Anhang C) (Tab. **11.**4).

Die Oberflächenvorbereitungsverfahren bezogen auf die Entfernung von Rost und Zunder, lassen sich in drei Gruppen (Tab. **11.**5) unterteilen:

- Mechanische Verfahren
- Thermische Verfahren
- Chemische Verfahren

Tabelle **11.4** Verunreinigung der Oberfläche und Verfahren zu deren Entfernung (DIN EN ISO 12 944-4 Anhang C)

Verunreinigungen	Verfahren	Anmerkungen
Fett und Öl wasserlösliche Verunreinigungen, z. B. Salze	Reinigen mit Wasser	Sauberes Wasser mit oder ohne Zusatz von Reinigungsmitteln, ggf. mit Druck (< 70 MPa); Nachreinigen mit sauberem Wasser
	Dampfstrahlen	Strahlen mit sauberem Wasser, ggf. mit Reinigungsmitteln; Nachreinigen mit sauberem Wasser
	Reinigen mit Emulsionen	Nachreinigen mit sauberem Wasser
	Reinigen mit Alkalien	Metallische Überzüge können durch Alkalien angegriffen werden; Nachreinigen mit sauberem Wasser
Walzhaut/Zunder	Beizen mit Säure	Nicht auf der Baustelle anwendbar; gründliches Nachreinigen mit sauberem Wasser
	Trockenstrahlen	Geeignete Strahlmittel verwenden, Staub durch Absaugen entfernen
	Nassstrahlen	Verschiedene Verfahren; Nachreinigen mit sauberem Wasser
	Flammstrahlen	Strahlen mit Acetylen/Sauerstoff-Flamme, Verbrennungsprodukte und Staub entfernen
Rost	Gleiche Verfahren wie für Walzhaut/Zunder, außerdem	
	Reinigen mit maschinell angetriebenen Werkzeugen	Klopfen, maschinelles Bürsten bei losem Rost bzw. Schleifen bei festhaftendem Rost; lose Ablagerungen entfernen
	Druckwasserstrahlen	Entfernen von Rost ohne Beeinflussung der Rauheit des Stahls
	Spot-Strahlen	Lokales Entfernen von Rost

Tabelle **11.4** Fortsetzung

Verunreinigungen	Verfahren	Anmerkungen
Beschichtungen	Abbeizen	Lösemittelhaltige oder alkalische Pasten; gründlich Nachreinigen mit sauberem Wasser
	Trockenstrahlen	Geeignete Strahlmittel verwenden; Staub durch Absaugen entfernen
	Nassstrahlen	Verschiedene Verfahren; Nachreinigen mit sauberem Wasser
	Druckwasserstrahlen	Hochdruck-Wasserstrahlen bei schlechthaftenden Beschichtungen (70 bis 170 MPa), Ultrahochdruck-Wasserstrahlen (> 170 MPa) bei festhaftenden Beschichtungen
	Sweep-Strahlen	Aufrauen der Beschichtung oder Entfernen der obersten Schicht
	Spot-Strahlen	Punktuelles Entfernen der Beschichtung
Zinkkorrosionsprodukte	Sweep-Strahlen	Bei Zink mit Korund, Silicaten oder Olivinsand
	Alkalisches Reinigen	Ammoniak-Lösung für kleinere Stellen, alkalische Reinigungsmittel für größere Flächen; bei hohem pH-Wert wird Zink angegriffen

Tabelle **11.5** Oberflächenvorbereitungs-/Entrostungsverfahren

Mechanische Entrostung		Thermische Entrostung (Entzunderung)		Chemische Entrostung (Entzunderung)		
Handentrostung	Pickhammer Drahtbürste Schaber (z. B. Schwedenschaber) Schleifmittel	**Flammstrahlen**	Injektor-Kammbrenner mit Acetylen-Sauerstoff-Flamme, dann intensives maschinelles Nachbürsten	**Beizen**	Säure	Beizbecken
					Pasten	nur für Kleinteile
Maschinelle Entrostung	rotierende Drahtbürste, Schleifscheiben, Schleifpapier, auf Schleifteller, Schlagwerkzeuge, Nadelpistole			**Nachreinigung**	durch Spülen mit klarem Wasser, Neutralisieren und ggf. Passivieren	
Strahlentrostung	Freistrahlen Schleuderstrahlen Druckluft-, Saugkopf-, Feucht- und Nassstrahlen Strahlmittel nach DIN ISO 8504-2			**Bewittern**	der Atmosphäre aussetzen	nur zur Entfernung der Walzhaut durch Unterrostung; bedingt geeignet
Nachreinigung	Nachreinigung durch Abfegen oder Abbürsten, besser Abblasen mit trockener, ölfreier Druckluft oder Absaugen			**Rostumwandler, Roststabilisatoren, Penetriermittel**	in der Wirkung unsicher	Für Stahlbauten nicht zulässig

Mechanische Oberflächenvorbereitung.

Bei der Handentrostung wird der Rost durch Schleifen, Bürsten, Schaben und Abklopfen entfernt.

Rationeller ist die Rostentfernung mit der rotierenden Drahtbürste (**11.**10), der Schleifscheibe oder Nadelpistole. Die elektrisch- oder druckluftbetriebenen Geräte schleifen oder schlagen Rost, Schmutz und Beschichtungsstoffe durch schnelle Bewegungen ab.

11.10 Entrostungswerkzeuge und -geräte, Schutzbrille, Partikelfilter

11.11 Untergrund nach dem Strahlen SA $2^1/_2$ mit deutlicher Muldenkorrosion

Oberflächenvorbereitung durch Strahlen.

Das Strahlen gilt wegen seiner Einsatzfähigkeit und erzielbarer Oberflächengüte (**11.**11) als das universellste und effektivste Oberflächenvorbereitungsverfahren. Dabei trifft ein Strahlmittel mit hoher kinetischer Energie auf die Oberfläche.

Strahlmittel ist der feste Stoff zum Strahlen, z. B. Stahlguss, Schmelzkammerschlacke, Granatsand, Edelkorund, Glasperlen

Strahlgut ist das zu strahlende Objekt.

Strahlschutt besteht aus benutztem Strahlmittel, z. B. Rost, Zunder, Altbeschichtungen. Entsorgung erfolgt über eine Hausmülldeponie, als Gewerbeabfall oder Sonderabfall.

Strahlverfahren.

- Trockenstrahlen (Schleuderstrahlen, Druckluftstrahlen, Saugkopfstrahlen)
- Feuchtstrahlen
- Nassstrahlen (Nass-Druckluftstrahlen, Schlämmstrahlen, Druckflüssigkeitsstrahlen)
- Druckwasserstrahlen (Hochdruck-Wasserstrahlen, Ultrahochdruck-Wasserstrahlen)

Strahlen mit Quarzsand ist wegen der Silikosegefahr durch Feinstaub verboten

Im Freien führt Strahlen zu starker Staubentwicklung bzw. Belastung für das Umfeld. Zur Reduzierung gibt es mehrere Verfahren: zeltartige Einhausungen (**11.**12), Strahlgeräte mit Ringdüsen zum Aufsaugen des Strahlschuttes und Feucht- und Nassstrahlen.

11.**12** Einhausung einer Eisenbahnbrücke

Strahlen erfordert besondere persönliche Schutzausrüstung (**11.**13), z. B.

- belüfteter Strahlerschutzanzug
- Strahlerhelm mit Frischluftversorgung
- Prallschutzkleidung
- Schutzhandschuhe
- Sicherheitsschuhe
- Gehörschutz

11.13 Untergrundvorbereitung durch Druckluftstrahlen mit trockenem Strahlmittel, Strahler mit Helm und Frischluftversorgung

Oberflächenvorbereitung durch Flammstrahlen mit Acetylen/Sauerstoff-Flamme. Die ca. 3200 °C heiße Flamme wird mit einem Flammstrahlbrenner an die Metalloberfläche gebracht. Das Metall erhitzt sich dabei bis auf 300 °C. Durch die unterschiedliche Oberflächenausdehnung von Rost bzw. Walzhaut lockern sich diese vom harten Metall und springen leicht ab.

Eine gründliche Nachreinigung durch Bürsten oder Strahlen muss erfolgen, um alle lockeren und verbrannten Teile zu entfernen.

Oberflächenvorbereitung durch Beizen mit Säure erfolgt in stationären Anlagen. Verfahren zum Entfernen von Walzhaut/Zunder und Rost. Als Beizmittel werden eingesetzt, z. B.: Salzsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure. Säuren wandeln Eisenhydroxid (Rost) in wasserlösliches Eisenchlorid bzw. Eisensulfat um. Der dabei freiwerdende Wasserstoff drückt die Rostschichten ab.

Nach dem Beizen ist zur Beseitigung von Säureresten eine gründliche Reinigung mit Wasser, Neutralisation mit alkalischen Mitteln und Trocknung unbedingt erforderlich.

Beizpasten auf Säurebasis sind für die Entrostung von Kleinteilen geeignet. Die Teile werden eingestrichen, nach einer vorgegebenen Zeit abgewaschen und neutralisiert.

Rostumwandler, Roststabilisatoren und Penetriemittel sind für Stahlbauten nach DIN ISO 12 944 nicht zulässig.

Nach der Entrostung bildet sich sofort neuer Rost (Flugrost), deshalb ist grundsätzlich ein sofortiger Korrosionsschutz notwendig!

Oberflächenvorbereitungsgrade (Tab. **11.**6) dienen der Beurteilung der Oberflächen. Zum jeweiligen Vorbereitungsgrad gehört die Beschreibung des Zustandes der vorbereiteten Oberflächen.

Entschieden wird zwischen der primären (ganzflächigen) Oberflächenvorbereitung und der sekundären (partiellen) Oberflächenvorbereitung.

Erklärung der Abkürzungen entsprechend DIN EN ISO 12 944-4 Anhang A

- Sa Strahlen
- St Werkzeuge
- Fl Flammstrahlen
- Be Beizen

Im Anhang B (sekundär) gelten die Abkürzungen: P Sa, P St, P Ma (P = partiell).

Tabelle **11.6** Oberflächenvorbereitungsgrade bei
- primärer Oberflächenvorbereitung, bei der die gesamte Oberfläche bis zum blanken Stahl gereinigt wird und bei
- sekundärer Oberflächenvorbereitung, bei der die intakten Beschichtungen oder Überzüge verbleiben.

Oberflächenvorbereitungsgrad	Oberflächenvorbereitungsverfahren	Zustand der vorbereiteten Oberflächen
Sa 1	Strahlen von beschichteten und unbeschichteten Flächen (mechanische Entrostung)	nur loser Zunder, Rost und lose Beschichtungen sind entfernt
Sa 2		nahezu aller Zunder, Rost und alle Beschichtungen sind entfernt
Sa 2 $^1/_2$		Zunder, Rost und Beschichtungen sind soweit entfernt, dass Reste nur als leichte Schattierungen infolge der Tönung von Poren sichtbar bleiben
Sa 3		Zunder, Rost und Beschichtungen sind vollständig entfernt
St 2	Hand- oder maschinelle Entrostung (mechanische Entrostung)	loser Zunder und lose Beschichtungen sind entfernt. Rost ist soweit entfernt, dass die Oberfläche einen schwachen Metallglanz aufweist
St 3		loser Zunder und lose Beschichtungen sind entfernt. Rost ist soweit entfernt, dass die Oberfläche einen deutlichen Metallglanz aufweist
Fl	Flammstrahlentrostung (thermische Entrostung)	Zunder, Rost und Beschichtungen sind soweit entfernt, dass nur Schattierungen verbleiben (maschinelles Nachbürsten erforderlich)
Be	Beizen mit Säuren (chemische Entrostung)	Zunder, Rost und Beschichtungen sind vollständig entfernt
P Sa 2	Strahlen bei partiell verbleibenden Beschichtungen	festhaftende Beschichtungen verbleiben, sie sind gereinigt und durch leichtes Strahlen oder Überschleifen angeraut. An den übrigen Flächenbereichen nahezu aller Zunder, aller Rost, alle Beschichtungen entfernt.
P Sa 2 $^1/_2$		festhaftende Beschichtungen verbleiben, sie sind gereinigt und durch leichtes Strahlen oder Überschleifen angeraut. An den übrigen Flächen gilt entsprechend Sa 2$^1/_2$
P Ma	Maschinelles Schleifen auf Teilbereichen bei partiell verbleibenden Beschichtungen	festhaftende Beschichtungen verbleiben, sie sind gereinigt und durch leichtes Überschleifen angeraut. Auf den übrigen Flächenbereichen sind Zunder, Rost und lose Beschichtungen bis auf leichte Schattierungen entfernt. Übergang zwischen beiden Bereichen hergestellt. Haftung an den Übergangszonen prüfen.
P St 2	Hand- oder maschinelle Oberflächenvorbereitung bei partiell verbleibenden Beschichtungen	festhaftende Beschichtungen verbleiben, sonst wie vor beschrieben. lose Beschichtungen, Zunder entfernt, Rost ist soweit entfernt, dass die Stahloberfläche nach der Nachreinigung einen schwachen Metallglanz aufweist
P St 3		festhaftende Beschichtungen verbleiben, sonst wie vor beschrieben. lose Beschichtungen, Zunder entfernt, Rost ist soweit entfernt, dass die Stahloberfläche nach der Nachreinigung einen deutlichen Metallglanz aufweist

11.5 Korrosionsschutz

Voraussetzungen für den fachgerechten Korrosionsschutz sind:

- korrosionsgerechte Konstruktion (waagerechte Flächen, Löcher, scharfe Kanten und Winkel, Taschen u. a. sind zu vermeiden, DIN 55 928-2, **11.** 14 und **11.**15),
- sorgfältige und sachgerechte Oberflächenvorbereitung,
- ein der Beanspruchung entsprechendes Korrosionsschutzsystem,
- dem Untergrund und der Belastung entsprechende, ausreichende Schichtdicke.

11.14 Herstellung einer beschichtungsgerechten Konstruktion durch Brechen der Kanten

Passiver Schutz durch Überzüge und Beschichtungen

1. Anorganische Überzüge:

Oxidschichten	1 bis 5 µm
Phosphatschichten	1 bis 10 µm

2. Metallische Überzüge:

Aluminium, Zink	1 bis 20 µm
Feuerverzinkung	< 200 µm
Verchromung	< 50 µm
Vernickelung	
Inchromierung (Chrom)	< 200 µm
Sheradisieren (Zink)	
Plattierung (z. B. Edelstahl)	5 bis 20 mm
Metallspritzüberzüge	80 bis 200 µm

3. Nichtmetallische Überzüge:

Emaillierung (Silikat)	< 350 µm
Zementierung (Stahlrohrauskleidung)	4 bis 20 µm

4. Beschichtungen (organisch)

Bitumen	2 bis 3 mm
Beschichtungsstoffe (Epoxidharz-, Alkydharzlacke)	20 bis 500 µm
Kunststoffe, Gummi	

11.15 Konstruktiver Mangel wegen fehlender Entwässerung an einem Stützenfuß

Korrosionsschutz-Beschichtungsstoffe (Tab. **11.**7)

Die Beschichtungsstoffe bestehen aus vier Bestandteilen:

- Bindemittel
- Pigmente und Füllstoffe
- organische Lösemittel und/oder Wasser
- Additive

Die Bindemittel bestimmen Eigenschaften und Wirkungen, z. B. Haftung, Bindung, Trocknung, Härtung, Schichtdicke, Beständigkeit gegen atmosphärische Einflüsse, Wasser, Chemikalien sowie mechanische und thermische Belastungen.

Die Vielzahl der Eigenschaften von Bindemitteln und Bindemittelkombinationen ermöglicht

Tabelle **11.7** Bindemittel und Pigmente für Korrosionsschutz-Beschichtungen (Beispiele)

Bindemittel	Pigmente	Trocknungs- bzw. Erhärtungszeit in Std. bei Sollschichtdicke		Beschichtungen für atmosphärische Belastung		chemische Belastung		thermische Belastung	
		40 bis 50 µm	60 bis 80 µm	G	D	G	D	G	D
Alkydharz (Ak)	Zinkphosphat Bleimennige Zinkoxid	8	16	× ×	×				
Epoxidharzester (EPE)	Zinkphosphat Zinkstaub	8	16	× ×					
PVC-Alkydharz-Kombination	Bleimennige Zinkphosphat Eisenoxid Aluminiumpigment	8	12	× ×	× ×				
Epoxidharz (EP)	Zinkstaub Zinkphosphat Eisenglimmer Bleimennige	8	16	×		× × × ×			
Polyurethanharz (PUR)	Pigmentkombinationen Zinkstaub Graphit Chromoxid (grün)	8	16		×	× ×	×		
Chlorkautschuk (RUC)	Eisenglimmer Zinkphosphat	8	8			×	×		
Vinylchlorid-Copolymerisat (PVC)	Zinkphosphat Titandioxid	8	8			×	×		
Ethylzilicat (ESI)	Zinkstaub	64	64						×
Siliconharz (SD)	Zinkstaub Aluminiumpigment Eisenglimmer Graphit	25 µm 8 8 8 8						×	× × × ×

G = Grundbeschichtung
D = Deckbeschichtung

die Herstellung von Beschichtungsstoffen mit spezifischen Eigenschaften für den Korrosionsschutz und für Applikationsverfahren.

Korrosionsschutzpigmente in Grundbeschichtungen, z. B. Zinkstaub oder Zinkphosphat, hemmen oder verhindern die Korrosion von Metalloberflächen durch ihre chemischen oder elektrochemischen Prozesse. Ebenso plättchenförmige Pigmente wie Eisenglimmer mit Barrierewirkung.

Pigmente für Zwischen- und Deckbeschichtungen haben als Hauptfunktion die Barrierewirkung (Eisenglimmer, Aluminiumplättchen) und dienen der Farbgebung.

Füllstoffe (Bariumsulfat, Talkum, Glimmer, Silikate) ergeben mit den Korrosionsschutzpigmenten ein dichtes Gefüge der Beschichtung.

Lösemittel/Verdünnungsmittel sind der flüssige Bestandteil des Beschichtungsstoffes, sie lösen das Bindemittel und bringen den Be-

schichtungsstoff in eine verarbeitungsfähige Konsistenz. Sie beeinflussen das Fließverhalten bei der Applikation und die Filmbildung bei der Trocknung/Härtung.

Additive sind den Beschichtungsstoffen nur in geringen Mengen beigegeben. Sie haben z. B. Einfluss auf die Eigenschaften bei der Herstellung, Lagerung, Applikation, Verlauf, Trocknung und Filmbildung.

Grundbeschichtungen

Die Grundbeschichtung übernimmt den eigentlichen Korrosionsschutz und dient der Haftvermittlung. Ihre Wirkungsweise erfolgt:

- als aktive Beschichtung mit Inhibitorpigmenten z. B. Zinkphosphat,
- als passive Beschichtung mit reiner Abdeckwirkung (Barrierewirkung).

Die Grundbeschichtung ist sofort nach der Oberflächenvorbereitung aufzubringen, um erneutes verschmutzen und korrodieren zu vermeiden. Sie erfolgt grundsätzlich nur auf trockenem Untergrund und bei geeigneter Witterung (**11.**16), nicht bei Regen, hoher Luftfeuchtigkeit, Nebel und Frost.

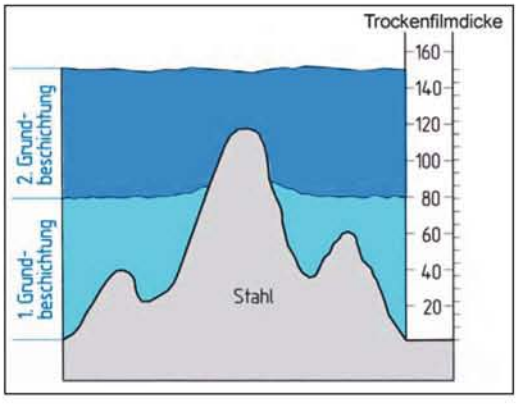
Wasserbasierte Grundbeschichtungsstoffe unterliegen den gleichen Verarbeitungsbedingungen. Allerdings verzögert zu hohe Luftfeuchtigkeit die Verdunstung des Wassers, d. h. die Trocknung. Dabei können erhebliche Filmstörungen und Funktionsminderungen (Haftung, Festigkeit) auftreten.

Durch die Oberflächenzerstörung beim Rosten und das Entrosten, besonders beim Strahlen, wird die Metalloberfläche uneben. Bei einem Aufrauprofil von 25 bis 75 µm ist eine Filmdicke von 150 bis 200 µm erforderlich (**11.**17). Nur so werden die Metallspitzen durch den Grundbeschichtungsstoff genügend abgedeckt. Es ist deshalb eine zweimalige Grundbeschichtung erforderlich.

Deckbeschichtungen sollen die Grundbeschichtungen vor zerstörenden Einflüssen schützen. Weitere Funktionen sind z. B. Schmuckwirkung, Kennzeichnung, Reflexion.

Nietkopf- und Kantenschutz ist besonders wichtig für die Gesamtschutzdauer einer Beschichtung. Kanten (Kantenflucht), Nieten, Schrauben und Schweißnähte zeigen häufig eine nicht ausreichende Schichtdicke. Durch eine zusätzliche Beschichtung der gefährdeten Teile zwischen der Grund- und der Deckbeschichtung ist die Schichtdicke zu erhöhen (**11.**18).

11.16 Messen von Lufttemperatur und relativer Luftfeuchte (unten) sowie der Oberflächentemperatur (oben) zur Kontrolle des Taupunktabstandes



11.17 Untergrundabdeckung der Rautiefen

11.18 Zusätzlicher Kantenschutz zwischen zwei Arbeitsgängen

Bindemittelbasis von Grund-, Zwischen- und Schlussbeschichtungen:

- 1K-Alkdharz und Alkyharzkombinationen, Wb, Lb
- 1K-Acrylharz,Wb, Lb
- 1K-Polyvinylchlorid, Lb
- 2K-Epoxidharz, Wb, LB
- 1K-, 2K-Polyurethan, Lb

Wb = wasserbasiert, Lb = lösemittelbasiert

Beispiel:

Klassisches Beschichtungssystem für den Korrosionsschutz

Schicht	Bindemittel	Pigment
Grundbeschichtung	EP	Zinkstaub
Zwischenbeschichtung	EP	Eisenglimmer, Buntpigmente
Schlussbeschichtung	PUR	Eisenglimmer, Buntpigmente

Coil-Coating-Beschichtung. Darunter versteht man eine industrielle Bandbeschichtung, d. h. ein kontinuierliches Beschichten von Metallbändern (Stahlblechen) mit festen und flüssigen Beschichtungsstoffen.

Das Coil-Coating-Blech ist ein Verbundwerkstoff aus Metall und Beschichtung (Lack, Folie).

Coil-Coating-Werkteile sind z. B. Trapezbleche (Fassadenverkleidung), Tore und Trennwände, Heizkörperverkleidungen, Regenrinnen, Türen, Wohnwagen)

Coil-Coating-Beschichtungen sind für den Maler schwierig zu erkennen. Die Haftung der Beschichtung ist bei der Untergrundprüfung gut, eine Überarbeitung jedoch problematisch. Häufigster Beschichtungsschaden ist eine Gesamt-Enthaftung der Alt- und Überholungsbeschichtung nach kurzer Zeit.

Eine genaue Untergrundprüfung mit Laboruntersuchungen der Werkstoffhersteller ist angeraten. Häufig ist eine Gewährleistungseinschränkung ratsam.

Pulverbeschichtungen werden überwiegend auf metallischen Untergründen, z. B. Heizkörpern, Stahlzargen, Geländern, Zäunen, Sicherungskästen, Laternenpfählen ausgeführt. Die Beschichtung erfolgt industriell.

Ein Pulverlack ist nach DIN EN 971-1, „ein pulverförmiger, lösemittelfreier Beschichtungsstoff, der nach dem Schmelzen und ggf. Einbrennen eine Beschichtung ergibt".

Bei der Beschichtung wird auf einen elektrisch leitfähigen Werkstoff (Objekt) elektrostatisch aufgeladenes Pulver aufgesprüht und anschließend eingebrannt. Bei dem Verfahren wird eine gleichmäßig dicke Beschichtung erzielt.

Besondere Vorteile sind:

- umweltfreundlich, da ohne Lösemittel
- sehr guter Korrosionsschutz
- hohe mechanische Widerstandsfähigkeit
- sehr gute Verformbarkeit
- weitgehende Chemikalienbeständigkeit
- sehr gute Witterungsbeständigkeit

Bindemittelarten-Harztypen sind

- duroplastische Pulver aus Polyester-Epoxid, Epoxid-Polyester, Polyester, Peroxide, Polyurethan, Acrylat
- thermoplastische Pulver Polyvinylidenfluorid, Polyamid, Polyethylen, Polyvinylchlorid

Die meisten Pulverlacke sind auf duroplastischer Basis aufgebaut. Thermoplastische Beschichtungen sind meist nicht zur Überlackierung geeignet.

Beschichtungsrelevante Eigenschaften.

Pulverlacke haben eine hohe Vernetzungsdichte, dadurch sind sie glatt, kaum anquellbar und hart.

Als Additiv wird häufig Wachs zugesetzt. Dadurch kann die Oberfläche für nachfolgende Beschichtungen stark haftungsmindernd sein.

Untergrundprüfungen sind bei Pulverlacken vor einer Überholungsbeschichtung durchzuführen. Die Kenntnis der Bindemittelart ist besonders wichtig. Die Ermittlung ist mit baustellenüblichen Prüfverfahren nicht möglich. Informationen sind möglich

- aus werkseitiger Kennzeichnung durch Aufkleber auf den Bauteilen
- Rückfragen beim Hersteller des Bauteils

Sind keine Informationen erhältlich ist eine Probebeschichtung durchzuführen. Weitere Prüfungen sind durchzuführen auf:

- Verschmutzungen
- Verwitterungsprodukte
- Tragfähigkeit
- Anlösbarkeit

Vorbehandlung. Die wachsartigen Schichten sind durch Schleifen und Abwaschen nicht zu entfernen. Es sollte ein Nassschliff mit Schleifvlies oder Schleifpapier durchgeführt werden, dabei sind netzmittelhaltige Spülmittel einzusetzen. Das Mattschleifen ist gemäß VOB Teil C DIN 18 363, eine besondere Leistung.

Beschichtung. Der einzusetzende Beschichtungsstoff richtet sich nach der Art des Pulverlackes, der zu erwartenden Beanspruchung, der gewünschten Oberfläche und den Applikationsbedingungen.

Grundbeschichtung mit 2K-Epoxidharzlack oder 2K-Polyurethanharzlack.

Schlussbeschichtung mit PUR-Reaktionslack

Eine Eignung der Beschichtungsstoffe auf Pulverlackoberflächen sollte vom Stoff-Hersteller ausgewiesen sein.

BFS-Merkblatt Nr. 24 enthält Informationen zur Beschichtung von Pulverlacken.

Die Schichtdicke ist neben dem Beschichtungssystem entscheidend für die Schutzdauer eines Korrosionsschutzsystems. Bei zu geringer Schichtdicke leidet die Schutzwirkung, zu hohe Schichtdicke kann zu Durchtrocknungs- und Haftungsproblemen führen.

Aus der Beanspruchung und der erwarteten Schutzdauer ergibt sich die erforderliche Schichtdicke.

Definition Schichtdicken, DIN EN ISO 12 944-5

Sollschichtdicke: Vorgegebene Schichtdicke für einzelne Beschichtungen bzw. das gesamte Beschichtungssystem, um die geforderte Schutzdauer (Tab. **11.8**) zu erzielen.

Höchstschichtdicke: Höchste zulässige Schichtdicke. Sie soll das Dreifache der Sollschichtdicke nicht überschreiten.

Trockenschichtdicke: Dicke einer Beschichttung, die nach der Härtung auf der Oberfläche verbleibt.

Dickschichtige Beschichtungssysteme haben folgende Vorteile:

- man erreicht in einem Auftrag doppelte Schichtstärke
- sie laufen an senkrechten Flächen nicht ab
- sie trocknen gut durch
- sie ergeben eine hohe Trockenschichtdicke
- sie erbringen einen guten Kanten- und Nietkopfschutz
- es wird deutlich Arbeitszeit eingespart

Dickschichtige Beschichtungsstoffe sind im Ruhezustand (Gebinde) dickflüssig. Beim Verstreichen nimmt die Viskosität (Strukturviskosität mit hoher Tixotropie) geringfügig ab. Sie lassen sich dadurch leicht verarbeiten und in dicken Schichten auftragen. Anschließend dicken sie sofort wieder ein, ein Verschlichten ist kaum noch möglich.

Die Schichtdicke wird erreicht über

- 4 Schichten von je 35 bis 40 µm (herkömmliches Verfahren) oder
- 2 Schichten von je 70 bis 80 µm (Dickschicht-Verfahren).

Tabelle **11.8** Beispiele für erforderliche Sollschichtdicke von Beschichtungssystemen nach DIN EN ISO 12944-5

Umgebung		Erwartete Schutzdauer	Gesamt-Soll-schichtdicke µm
außen	innen		
Atmosphären mit geringer Verunreinigung und trockenem Klima. Meistens ländliche Bereiche	Ungeheizte Gebäude, wo Kondensation auftreten kann, z. B. Lager, Sporthallen	mittel	120
		lang	160
Stadt- und Industrieatmosphäre, mäßige Verunreinigungen durch Schwefeldioxid. Küstenbereiche mit geringer Salzbelastung	Produktionsräume mit hoher Feuchte und etwas Luftverunreinigung, z. B. Anlagen zur Lebensmittelherstellung, Wäschereien, Brauereien, Molkereien	mittel	**160**
		lang	200
Industrielle Bereiche und Küstenbereiche mit mäßiger Salzbelastung	Chemieanlagen, Schwimmbäder, Bootsschuppen über Meerwasser	mittel	**200**
		lang	**240** **280**
Industrielle Bereiche mit hoher Feuchte und aggressiver Atmosphäre	Gebäude oder Bereiche mit nahezu ständiger Kondensation und mit starker Verunreinigung	mittel	240
		lang	320 280–500
Küsten- und Offshorebereiche mit hoher Salzbelastung	Gebäude oder Bereiche mit nahezu ständiger Kondensation und mit starker Verunreinigung	mittel	240–280
		lang	320

Bei größeren Schichtdicken erhöht sich entsprechend die Anzahl der Schichten, d. h. Aufträge der Beschichtungsstoffe.

Für den Metallschutz stehen heute verschiedene Grundbeschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme auf unterschiedlicher Basis zur Verfügung. Grund- und Deckbeschichtungen zusammen müssen ausreichende Trockenfilmschichtdicken ergeben. Das ist in der Regel mit 4 Aufträgen zu erreichen, mit dickschichtigen Systemen sind die geforderten Filmdicken bereits in 2 bis 3 Aufträgen zu erzielen.

Der Auftrag (Applikation) der Beschichtungsstoffe erfolgt durch Streichen, Rollen, Spritzen und Tauchen.

Grundbeschichtungen werden am sichersten aufgestrichen (**11.**19) oder am rationellsten im Höchstdruck-Spritzverfahren (Airless-Spritzen) aufgetragen. Beide Verfahren ergeben eine günstige Haftung am Untergrund sowie ausreichende und gleichmäßige Schichtdicken.

Deckbeschichtungen können neben den genannten Verfahren auch durch Rollen und im Nieder-, Hochdruck-Spritzverfahren appliziert werden.

11.19 Beschichten mit dem Knollenpinsel an einem Brückenträger

Vor dem Auftrag der Beschichtungsstoffe

Untergrund auf Eignung – sauber, rostfrei, fettfrei, trocken – prüfen.

Beschichtungsstoffe in den Originalgebinden gründlich aufrühren und nur nach Angabe des Herstellers verdünnen.

Trockenzeiten der einzelnen Beschichtungen einhalten!

Umwelt- und Unfallschutzvorschriften beachten!

Gebinde und Beschichtungsstoffreste nach Vorschrift – Betriebsanweisung – entsorgen!

Kontrollflächen nach DIN 55 928-7

Zur Klärung der Ursache von etwaigen Mängeln an einem Korrosionsschutzsystem im Rahmen der Gewährleistung können bzw. müssen Kontrollflächen angelegt werden (**11.**20). Sie sollen beim Auftreten von Mängeln die Ermittlung der Schadensursache erleichtern.

Die Schadensursache kann liegen:

- in der Arbeitsausführung
- im Beschichtungsstoff
- in Vorleistungen durch Dritte
- in Änderungen der Umgebungsbedingungen
- in falscher Beratung

11.20 Kontrollfläche an einer Brückenkonstruktion

Werden Kontrollflächen vereinbart, müssen deren Größe, Anzahl und Lage festgelegt werden. Sie werden gemeinsam mit dem Hersteller des Beschichtungssystems angelegt.

Eignungs- und Gütenachweise (Qualitätssicherung) müssen auf Verlangen des Auftraggebers durchgeführt werden. Sie müssen in Art und Umfang unmissverständlich beschrieben sein.

Sie umfassen z. B. Schichtdickenmessung, Temperaturkontrolle, Feuchtigkeitsmessung, Produktnachweis.

11.6 Nichteisenmetalle (NE-Metalle)

Zink ist korrosionsbeständig und wird nur durch Säuren und Salze (Industrieabgase) angegriffen. Man setzt es daher als Schutzüberzug für Stahl ein (z. B. Garagentore, Fenster, Stahlkonstruktionen). In Form von Zinkblech wird es im Bauwesen vielfach verwendet (z. B. Dachrinnen, Regenfallrohre, Abdeckungen, Geländer, Verkleidungen).

Beschichtungstechnische Voraussetzungen. Verzinkte Flächen sind auf Oberflächenmängel zu prüfen (z. B. Verzinkungsfehler, Rückstände, Krusten, Verunreinigungen, mechanische Beschädigungen, Schweiß- oder Lötstellen). Die Flächen müssen sauber und entfettet sein.

Aluminium. Das silberweiß glänzende Aluminium überzieht sich an der Luft mit einer grauen, vor weiterer Korrosion schützenden Oxidschicht. Es verliert dadurch seinen Glanz. Gegen Chemikalien ist es nur wenig beständig. Deshalb müssen Aluminiumbauteile in industrieverseuchter Luft durch eine Beschichtung geschützt werden.

Beschichtungstechnische Voraussetzungen. Die Oberflächen müssen frei sein von mechanischen Beschädigungen und Korrosionsschäden (Ausblühungen) sowie von Fett, Öl, Mörtelspritzern usw. Zu prüfen sind sie auch auf ungeeignete Grundbeschichtungen und nicht entfernte Abziehlacke.

Kupfer hat eine hohe Leitfähigkeit für Wärme und Elektrizität. An der Luft bildet sich auf der Oberfläche eine dünne grüne Schutzschicht (Patina). Feuchtigkeit und Großstadtluft beschleunigen diesen Prozess. Für eine Beschichtung kommen farblose Überzüge in Frage (z. B. Epoxidharzlacke und Acrylharzlacke), um das Ablaufen wasserlöslicher Salze über Fassadenflächen zu verhindern.

11.6.1 Beschichtung auf Zink

Korrosionsschutz durch Feuerverzinken und Beschichten – Duplex-Verfahren. Duplex-System bedeutet die Kombination der Feuerverzinkung und einer zusätzlichen Beschichtung mit einem für Zink geeigneten Beschichtungsstoff. Das Duplex-System erhöht die Schutzdauer um den Faktor 1,3 bis 2,6 gegenüber der Schutzwirkung des einzelnen Systems. Dadurch werden die Wartungs- und Instandhaltungszeiträume verlängert.

Verzinkte Stahlteile (Tab. **11.**9) werden häufig beschichtet:

- zur farbigen Gestaltung, Kennzeichnung u. Ä.
- zum zusätzlichen Korrosionsschutz
- nach Verfärbungen
- nach größeren Beschädigungen
- nach Abwitterung und Korrosion (**11.**21)

11.21 Verzinkter Laternenpfahl am Straßenrand, mit Weißrost und Rost

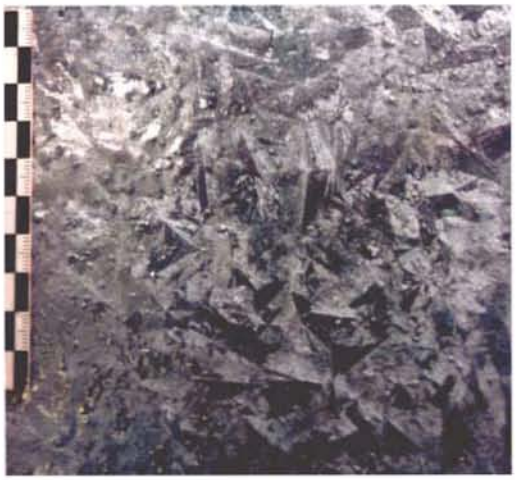
Zink bildet auf Stahl an feuchter Luft basisches Zinkcarbonat, eine dichte, festhaftende Schutzschicht. Bei Beschädigungen dieser Schicht entsteht ein Zink-Eisen-Element. Das nach der elektrochemischen Spannungsreihe unedlere Element Zink opfert sich für den Stahl. Es löst sich auf, der Stahl wird nicht geschädigt, man spricht von einem *kathodischen Schutz*.

Tabelle **11.**9 Verzinkungsverfahren

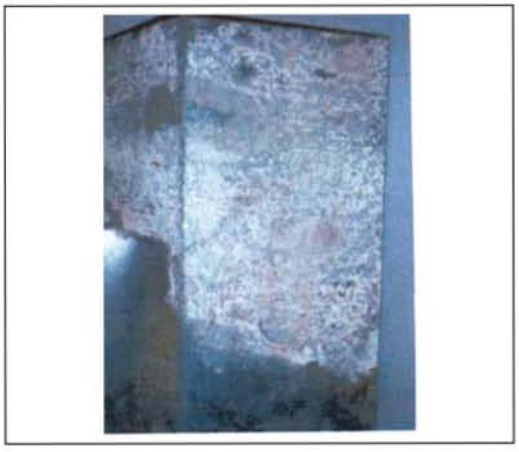
Verzinkungsverfahren	Schichtdicke µm
Feuerverzinken	50 bis 150
Stückverzinkung	15 bis 25
Bandverzinkung	
Thermisches Spritzen bzw. Spritzverzinken (11.22)	80 bis 150
Galvanisches bzw. elektrolytisches Verzinken	5 bis 25
Metallische Überzüge	10 bis 25
Zinkstaubbeschichtung	10 bis 120

11.22 Messen der Schichtdicke einer am Objekt aufgebrachten Spritzverzinkung

Feuerverzinkte Stahlteile erkennt man an dem *Zinkblumen-Muster* (**11.**23) an der Oberfläche. Frisch feuerverzinkte Stahlteile sind glänzend, verlieren jedoch ihren Glanz im Laufe der Zeit durch Oxidationsvorgänge. Besondere Umwelteinflüsse (beispielsweise ständige Feuchtigkeit, Chemikalien, aggressive Dämpfe) führen zu einer weißlichen, lockeren, porösen Korrosionsschicht, die keine Schutzfunktion mehr besitzt. Diese „Ausblühungen" (Zinksalze) nennt man Weißrost (**11.**24). Sie müssen vor einer Beschichtung gründlich entfernt werden.



11.23 Zinkblume bei der Feuerverzinkung



11.24. Weißrost auf unbeschichtetem feuerverzinktem Blech

Oberflächenvorbehandlung

Verzinkte Oberflächen müssen entfettet, angeraut und von Korrosionsschutzprodukten befreit werden. Nach den Technischen Richtlinien hat eine *ammoniakalische Netzmittelwäsche* unter Verwendung von Korund-Kunststoffschleifvlies zu erfolgen.

Ansatz:

10 *l* Wasser

0,5 *l* 25 %ige Ammoniaklösung (Salmiakgeist)

2 bis 4 cm^3 Netzmittel (2 Kronenkorken Geschirrspülmittel)

Netzmittelgemisch auftragen, mit Schleifvlies intensiv bis zur Schaumbildung schleifen, 10 Minuten einwirken lassen. Danach gründlich mit Wasser nachwaschen.

Bei größeren oder besonderen Konstruktionen und speziellen Beanspruchungen sind auch andere Reinigungsverfahren möglich, z. B. Dampfstrahl-, Hochdruckreinigung oder Strahlen mit feinem Strahlmittel unter geringem Druck.

Beschichtungssysteme für Zink und verzinkte Stahlflächen. Die Auswahl des geeigneten Beschichtungssystems (Tab. **11.**10) wird bestimmt durch die zu erwartende Belastung bzw. die gefordert Beständigkeit.

Tabelle **11.**10 Beschichtungssysteme für Innen- und Außenbeschichtungen

Kunstharz-Kombination (Zinkhaftfarben) Dispersionsfarben und Dispersionslacke für Zink
– Dispersionsfarben – Dispersionslacke
Polymerisatharzlacke für Zink
– PVC-Beschichtungsstoffe (Vinylchlorid-Copolymerisat) – Acrylharz-Beschichtungsstoffe
Zweikomponenten-Beschichtungsstoffe für Zink
– Epoxid-Zweikomponenten-Beschichtungsstoffe – Polyurethan-Zweikomponenten-Beschichtungsstoffe – Epoxidharz-Zweikomponenten-Grundbeschichtungs- und PUR-Zweikomponenten-Deckbeschichtungs-Stoffe
Spezialbeschichtungsstoff für Zink
– Bitumen-Öl-Kombination – Teer-Epoxidharz-Zweikomponenten-Beschichtungsstoff

Für eine gute dauerhafte Haftung sind nur Beschichtungsstoffe zu verwenden, die von den Herstellern ausdrücklich als geeignet angegeben sind.

Nicht geeignet sind die meisten Bautenlacke auf Alkydharzbasis die trocknende Öle enthalten oder die mit trocknenden Ölen modifizierten Alkydharze. Sie verspröden bald und verlieren ihre Haftung. Fettsäuren des Bindemittels reagieren direkt oder über durchlässige Grundbeschichtungen mit dem Zink. Hierbei bilden sich Zinkseifen, die zu einer Enthaftung führen können (**11.**25).

11.25 Enthaftung einer Alkydharzlack-Beschichtung auf einem verzinkten Garagentor

Ungeeignet sind 1K- oder 2K-Wash-Primer.

Vorsicht bei Universal-Primern und Universalhaftgrundbeschichtungsstoffen auf Alkydharzbasis!

Thermisches Spritzen – Spritzverzinken (nach DIN 8565) ist ein Schutzverfahren, bei dem mittels einer speziellen Spritzpistole aufgeschmolzenes Zink auf die Oberfläche des zu verzinkenden Teils aufgespritzt wird.

Spritzverzinkte Teile werden durch penetrierende Beschichtungen versiegelt oder mit geeigneten Beschichtungsstoffen beschichtet. Einsatzbereiche sind mechanisch besonders belastete Teile, z. B. Eisenbahnbrücken.

11.6.2 Beschichtung auf Aluminium

Aluminiumbauteile wie Fassadenbleche, Abdeckungen, Dachrinnen, Fenster, Fensterbänke, Profile bestehen aus Reinaluminium oder Aluminiumlegierungen.

Die Oberfläche kann

- metallblank,
- anodisch oxidiert,
- lackiert (einbrennlackiert),
- mit Kunststofffolie kaschiert sein.

Metallblankes Aluminium besitzt eine dünne, aber dichte Oxidschicht, die gegen normale atmosphärische Beanspruchung guten Schutz bietet.

Aggressive Stoffe führen zu Ätzflecken oder Ausblühungen.

Vorsicht bei der Verarbeitung alkalischer Werkstoffe – Kalkputz, Silikatfarben – sie führen zur Fleckenbildung auf metallblankem und anodisch oxidiertem Aluminium.

Untergrundprüfung

Die Prüfung des Untergrundes beschränkt sich auf die Beurteilung der Oberfläche des Beschichtungsträgers sowie auf sichtbare und erkennbare Mängel (Tab. **11.**11).

Erkennbare Mängel sind z. B. mechanische Beschädigungen, Oberflächenverunreinigungen wie Fett, Öl, Stempel- und Signierfarben, Mörtel- und Farbspritzer, mangelhaft geputzte Schweißstellen, Korrosionsschäden (z. B. Ausblühungen, Korrosionsmulden, Anätzungen), ungeeignete Grundbeschichtungen und für eine Überholungsbeschichtung nicht geeignete Altbeschichtungen, nicht abziehbare Abziehlacke und dergleichen.

Untergrundvorbereitung. Die Aluminiumoberfläche muss sauber, öl-, fettfrei und trocken sein. Eine Untergrundvorbereitung muss sorgfältig durchgeführt werden.

Tabelle **11.11** Untergrundprüfung (BFS-Merkblatt Nr. 6)

Prüfung auf	Methode	Erkennungsmerkmale
verölte Oberfläche (grundsätzlich ist auf Aluminiumflächen stets mit geringen Ölmengen zu rechnen)	saugfähiges Papier aufdrücken (Zeit etwa 1 Minute)	Papier wird durch Öl transparent [1]
metallblankes Aluminium	Kratzprobe mit einem Geldstück oder Messerrücken	mit geringem Druck geführtes Geldstück hinterlässt **eine Kratzspur**
anodisch oxidiertes Aluminium (eloxiertes Aluminium)	Kratzprobe mit einem Geldstück oder Messerrücken	mit geringem Druck geführtes Geldstück hinterlässt **keine Kratzspur**
chemisch nachbehandelte Aluminiumoberfläche – gelbchromatiert – grünchromatiert – MBV-behandelt [2]	Kratzprobe mit einem Geldstück oder Messerrücken optisch erkennbar	hinterlässt **eine Kratzspur** – Farbton gelb – Farbton grün – Farbton grau (anthrazit)
lackierte Aluminiumteile farblos deckend	optisch erkennbar, ggf. Anlöseprobe mit Verdünnungsmittel optisch erkennbar, ggf. Anlöseprobe mit Verdünnungsmittel	hoher Glanz, quillt und lässt sich anlösen Farbton, hoher Glanz, quillt und lässt sich an lösen

[1] Die Probe kann negativ ausfallen, wenn die Verölung verharzt bzw. verschmutzt oder sehr gering ist.
[2] Alkalische Chromatierung nach dem modifizierten Bauer-Vogel-Verfahren.

Reinigungsverfahren bei neuen unbehandelten Aluminiumteilen

1. Bei dünnem Ölfilm

– abwaschen mit Nitroverdünnung und Pinsel
– nachreiben mit sauberem Lappen
– schleifen mit Nylon- oder Perlonvlies
– Schleifstaub mit lösemittelgetränktem Lappen abwischen
Kontrolle: Lappen darf sich nicht mehr dunkel verfärben!

2. Bei dickem Ölfilm gibt es mehrere Möglichkeiten

– Mehrfaches Reinigen wie unter 1 beschrieben
– Kaltreinigung mit Kaltreiniger und Nachwaschen mit heißem Wasser (sonst wie unter 1)
– Reinigung mit phosphorsaurem Spezialreiniger
– Dampfstrahlreinigung (sonstwie unter 1).

Die Reinigung von alten, bewitterten oder korrodierten Aluminiumteilen erfolgt wie unter 1 beschrieben, jedoch so lange, bis alle Korrosionserscheinungen entfernt sind.

Beschichtungsstoffe für Grundbeschichtungen

– Wash-Primer (4 bis 8 um), Auftrag nur im Spritzverfahren möglich.
– Beschichtungsstoffe auf Acrylat- oder Mischpolimerisatbasis
– spezieller Haftgrund auf Alkydharzbasis
– 2K-Beschichtungsstoff auf Epoxidharzbasis

Beschichtungsstoffe für Zwischenbeschichtung und Deckbeschichtung müssen auf die zu erwartende Beanspruchung abgestimmt sein.

Geeignet sind:

– Alkydharzlack
– Polymerisatharzlack
– Epoxidharzlack.

Die Anzahl der Beschichtungen ist den Technischen Merkblättern der Werkstoffhersteller zu entnehmen.

Farblose Beschichtungen werden überwiegend auf anodisch oxidierten Aluminiumflächen aufgebracht. Nach dem Reinigen und Entfetten kann mit 2K-Acrylharz-Polyurethanlack oder 1K-Acryllack beschichtet werden.

11.6.3 Beschichtung auf Kupfer

Kupfer bildet an der Luft eine schützende braune bis grüne, unlösliche Kupfercarbonatschicht. Sollen Kupferteile in ihrer natürlichen roten Metallfarbe erhalten bleiben, müssen sie farblos beschichtet werden:

- reinigen mit 10 % Salzsäure in Alkohol
- schleifen mit Perlonvlies
- nachwaschen mit Wasser
- beschichten mit speziellem Epoxidharzlack oder Acrylharzlack.

Deckende Beschichtungen werden im System mit Epoxidharzlack oder Acrylharzlack ausgeführt.

11.7 Effektlackierungen (Tab. 11.12)

Bei diesem Verfahren trocknen die Lacke mit besonderen Oberflächeneffekten auf. Effektlacke werden auf Acryl-, PUR-, PVC- und Kombinationsbasis hergestellt, luft- oder ofentrocknend. Die Applikation erfolgt im Niederdruck- und Hochdruck-Spritzverfahren.

Tabelle 11.12 Effektlackierungen

Effektlack	Merkmale	Verarbeitung und Verwendung
Hammerschlaglacke (aluminiumhaltig)	Zusatzmittel (z. B. Silikone) richten die Aluminiumblättchen zu gleichmäßig verteilten Kratern (ringförmig) aus, dadurch Hell-Dunkel-Kontrast	genau nach Vorschrift (Viskosität, Auftragsmenge). Für Maschinen, Werkzeuge und optische Geräte
Runzel-, Kräusel-, Schrumpf- oder Tuchlacke	Fältchenbildung während der Trocknung durch Sauerstoffaufnahme, Umfangzunahme; endgültige Struktur nach beendigter Trocknung	„satter" Schichtauftrag zur Erzielung des Effekts
Struktur-, Sprenkellacke	tupfenförmige Lackerhöhungen, weil die einzelnen Lacktropfen nicht zusammenfließen	Vorspritzen mit verdünntem Lack = geschlossene Oberfläche. Fertigspritzen. Luft- oder Ofentrocknung
Metalleffektlacke (Mischungen von Lackfarben mit Aluminiumpulver)	metallschimmernde Flächen geben ein edleres Aussehen. Langsam verdunstende Lösemittel = mehr Metalleffekt	genau nach Vorschrift. Sehr nasses Spritzen gibt satte, dunklere Tönungen. Vor allem in der Fahrzeuglackierung
Bunteffektlacke (Mehrfarbeneffekte)	Zweiphasensystem aus Nitro-Lack mit wässerigen Leimlösungen (Lack in der Leimlösung grob verteilt); sehr strapazierfähig	Anwendungen vor allem auf Wänden (Treppenhäuser) und Türen

11.8 Brandschutzbeschichtung

Brandschutzbeschichtungen. Brennbare Baustoffe können durch spezielle Brandschutzbeschichtungen nicht unbrennbar gemacht, aber eine gewisse Zeit vor dem Feuer geschützt werden.

Baustoffe werden nach ihrer Brennbarkeit in zwei **Brennbarkeitsklassen** (Baustoffklassen), DIN 4102, eingeteilt (Tabelle **11**.13):

Tabelle **11.13** Brennbarkeitsklassen

A – Nichtbrennbare Stoffe	
A 1 –	ohne organische Bestandteile, z. B. Beton, Ziegel, Eisen, Stahl, Glas, Steinwolle, Granit
A 2 –	mit organischen Bestandteilen, z. B. Glaswolle, Gipskartonplatten, Spezialschaumstoff
B – brennbare Stoffe	
B 1 –	schwer entflammbar, z. B. Hartschäume, Hartholz, polymergebundene Kunststeine
B 2 –	normal entflammbar, z. B. Weichholz, Holzwerkstoffe, Silicon, Textilien
B 3 –	leicht entflammbar, z. B. Stroh, Tapeten, Polystyrol

Bauteile müssen im Brandfall so geschützt werden, dass sie über längere Zeit funktionstüchtig sind.

Ungeschützte Strahlträger verlieren ab ca. 500 °C ihre Stabilität und Tragfähigkeit, ein Gebäude mit Stahlträgern würde im Brandfall schon nach wenigen Minuten die „Versagenstemperatur" erreichen und zusammenstürzen. Brandschutzbeschichtungen verlängern diese Zeit ggf. für Rettungsmaßnahmen.

Einflüsse auf das Erwärmungsverhalten der Stahlbauteile haben

- das Profil, niedrige oder hohe Massivität,
- die Art des Profils, offen oder geschlossen,
- die Oberfläche, die dem Feuer ausgesetzt ist.

Die Länge der Schutzwirkung wird nach **Feuerwiderstandklassen** (DIN 4102) eingeteilt:

FWD = Feuerwiderstandsdauer

F 30 bedeutet, ein Bauteil erfüllt im Brandfall mindestens 30 Minuten seine Funktion.

Feuerwiderstandsklassen werden unterschieden in

F 30 – feuerhemmend
F 60 – hochfeuerhemmend
F 90 – feuerbeständig
F 120 – hochfeuerbeständig
F 180 – höchstfeuerbeständig

Durch zertifizierte Brandschutzbeschichtungsstoffe können die vorgeschriebenen Feuerwiderstandsklassen erreicht werden.

Es gibt unterschiedlich wirkende Brandschutzsysteme, lösemittelhaltige und lösemittelfreie.

Die auf Holz- und Stahluntergründen vom Maler und Lackierer auszuführenden Brandschutzbeschichtung wirken als Dämmschichtbildner.

Wirkungsweise. Durch Einwirkung von Hitze oder Feuer beginnt der Aufschäumprozess bei ca. 100 °C, d. h., die Bildung einer mikroporöse und wärmedämmenden Schaumschicht. Die Schicht kann auf ca. 5 cm aufschäumen.

Die Wirkung kann nur entstehen, wenn die vorgeschriebene Schichtdicke erreicht wird. Die Schichtdicke ist durch die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung vorgegeben und muss unbedingt eingehalten werden. Schon während der Verarbeitung sind regelmäßig Nass-Schichtdickenmessungen durchzuführen. Vor der Deckbeschichtung ist die Trockenschichtdicke zu messen. Stellen mit ungenügender Schichtdicke sind nachzubeschichten.

Auftragsverfahren sind Streichen, Rollen, Airless-Spritzen.

Vor Aufbringen der Brandschutzbeschichtung ist die **Untergrundprüfung** durchzuführen.

- Sichtprüfung,
  bei unbeschichtetem Stahl auf Roststellen, Walzhaut, Zunder, Öl, Fett, Verschmutzungen,
  bei beschichtetem Stahl auf, Blasen, Risse, Beschädigungen, Korrosion
- Gitterschnitt auf Haftfestigkeit
- Beschichtungsprobe, Eignung der vorhandenen Beschichtung (nur Grundbeschichtung, Deckbeschichtung) für die Brandschutzbeschichtung

Beschichtungsaufbau (Beispiel unbeschichtet)

- Oberflächenvorbereitung Strahlen Sa 2 ½
- Korrosionsschutz
- Zwischenbeschichtung Dämmschichtbildner
- Deckbeschichtung

Die Deckbeschichtung ist Bestandteil des geprüften Systems, andere Beschichtungsstoffe sind nicht zugelassen. Sie schützt die Brandschutzbeschichtung vor Feuchtigkeit und mechanischer Beanspruchung.

Bindemittelbasis der Dämmschutzbildner ist Dispersion.

Die Stoffe müssen eine gültige Zulassung des Deutschen Instituts für Bautechnik, Berlin haben.

Konstruktionen, die mit Brandschutzbeschichtungen versehen sind, unterliegen der Kenn-

zeichnungspflicht. Sie müssen mit Aufklebern versehen sein, die u. a. aufweisen müssen:

- Zulassung, Datum, Nr.
- Anzahl der Schichten
- Ausführungsdatum
- Anschrift des ausführenden Betriebes

Für die Ausführung von Brandschutzbeschichtungen ist eine Schulung der Verarbeiter notwendig, diese darf nur von Fachkräften ausgeführt werden.

12 Trockenbau

12.1 Trockenbau

Trockenbau bedeutet den raumbegrenzenden, weitgehend trockenen Einbau von Stoffen unter geringem Einsatz von Wasser.

Beispiele für Trockenbauweise:
- Bodensysteme (Trockenestrich)
- Wandbekleidungen, Montagewände ein- oder mehrschalig beplankt
- Installationswände (mit Vorinstallationen)
- Deckenbekleidungen, Unterdecken (abgehängt)

Gipsplatten nach DIN EN 520 sind vorgefertigte Bauplatten (ehemals Gipskartonplatten nach DIN 18180). Die Verbundplatten bestehen aus einem, auf der Fläche und den Längskanten kartonummantelten Gipskern. Der Karton dient als Armierung und gibt in Verbindung mit dem Gipskern der Gipsplatte Festigkeit und Biegesteifigkeit.

Gipsfaserplatten bestehen aus Gips und recycelten Papierfasern. Durch die Durchdringung und Umhüllung der Fasern mit Gips wird nach der Trocknung eine hohe Stabilität und Nichtbrennbarkeit erreicht.

Gips-Wandbauplatten sind aus Calciumsulfat (Gips) und Wasser hergestellt. Die in der DIN EN 12859 genormten Platten sind mit Nut und Feder ausgebildet.

Vorteile von Trockenbausystemen
- **trockene Bauweise,** die Platten können ohne Wartezeit weiter bearbeitet werden
- **leichtes Gewicht** der Systeme durch Skelett-Bauweise
- **Raumersparnis** wegen geringer Konstruktionsdicken
- **flexibler Systembau** ermöglicht individuelle, variable Wandstellungen und Wandumbauten
- hoher Brand-, Schall- und Wärmeschutz durch entsprechende Ausrüstung
- **schnelle Montage** auf Grund vorgefertigter Elemente
- **einfacher Installationseinbau** in den Hohlräumen und schnelle Reparatur und Veränderung der Installationen

12.2 Gipsplatten

Für die Verwendung der Gipsplatten stehen entsprechend den Anforderungen unterschiedliche Plattentypen zu Verfügung.

Gegenüberstellung Plattenbezeichnungen (Auswahl) DIN 18160 und DIN EN 520 (Tab. **12.**1)

Gültige Normen, Auswahl:

DIN EN 520 europäische Produktnorm
DIN 18180 deutsche Norm (Restnorm)
DIN 18181 Verarbeitung

Tabelle **12.**1 Plattenbezeichnung und Farbkennzeichnung (Auswahl DIN 18180 u. DIN EN 520)

	Kurzbezeichnung für Gipsplatten nach		Kartonfarbe	Aufdruckfarbe der Kennzeichnung
	DIN 18180	DIN EN 520		
Bauplatten	GKB	Typ A	Weiß bis gelblich	Blau
Feuerschutzplatten	GKF	Typ DF	Rückseite: Grau	Rot
Bauplatten (imprägniert)	GKBI	Typ H2	grünlich	Blau
Feuerschutzplatten (imprägniert)	GKFI	Typ DFH2		Rot
Putzträgerplatten	GKP	Typ P	Grau	Blau, Rot

Gipsplattentypen (DIN EN 520)

- Typ A Standart-Gipsplatte
- Typ D Gipsplatte, Dichte mindestens 800 kg/m^3
- Typ F Gipsplatte mit verbessertem Gefügezusammenhalt im Brandfall
- Typ H Gipsplatte mit reduzierter Wasseraufnahmefähigkeit
- Typ I Gipsplatte mit erhöhter Oberflächenhärte
- Typ P Putzträgerplatte
- Typ R Gipsplatte mit erhöhter Biegezugfestigkeit
- Typ E Gipsplatte für die Beplankung von Außenwandelementen

Werkseitig bearbeitete Formen/Arten von Gipsplatten sind

- gelochte Gipsplatten (Rundloch, Schlitz) mit oder ohne rückseitig kaschiertem Faservlies oder Dämmstoff zur Schallabsorbtion
- Gipsplatten mit Aluminiumfolie kaschiert, als Dampfsperre oder zur Reflektion
- Gipsplatte mit Bleifolie zum Schutz gegen Röntgenstrahlen
- folienkaschierte Gipsplatten zur Dekoration
- Gipsplatten-Verbundelemente (DIN EN 13 950) als Dämmstoffplatten mit Schaumkunststoff, Mineralwolle, Polystyrol-, oder Polyurethan-Hartschaum

Eigenschaften von Gipsplatten für Auswahl und objektbezogene Berechnungen sind:

Druckfestigkeit, Zugfestigkeit, Scherfestigkeit, Biegebruchlast, Rohdichte, Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl μ, Wärmeleitfähigkeit, Brandverhalten u. a.

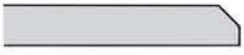
Für die Eigenschaften liegen produktbezogene Rechen-/Kennwerte vor.

Die Kantenausbildung der Gipsplatten ist unterschiedlich. Die Tabelle **12**.2 zeigt die Ausbildung der Längskanten, die Querkanten der Platten sind nicht ummantelt.

Die CE-Kennzeichnung ist für alle Bauprodukte verpflichtend. Sie umfasst:

- Plattenkennzeichnung (Rückseite) mit CE-Zeichen, Produktname, Plattentyp und Brandverhalten (Baustoffklasse) jeweils gemäß DIN EN 520 und DIN 18 181, Nr. des Herstellerwerkes, Herstellungsdatum und -zeit
- Begleitpapier (liegt den Lieferpapieren bei) (**12.**1)
- Konformitätserklärung Die Gipsplatte entspricht den Bestimmungen der EN und erfüllt die Voraussetzungen für die CE-Kennzeichnung (verkürzt).

Tabelle **12**.2 Kantenausbildungen von Gipsplatten

Schnittzeichnungen	Bestell-Bezeichnung	Kurzbezeichnung
	abgeflachte kartonummantelte Längskante	AK
	volle kartonummantelte Längskante	VK
	runde kartonummantelte Längskante	RK
	gefaste kartonummantelte Winkelkante	WK
	halbrunde kartonummantelte Längskante	HRK
	halbrunde, abgeflachte, kartonummantelte Längskante	HRAK

CE

Muster GmbH
Am Pröbel 1
8672 Schwalm

06

A - 12,5 - EN 520

Brandverhalten:	**A2-s1,d0 (B)**
Scherfestigkeit je Befestigung:	**NPD (keine Leistung ermittelt)**
Wasserdampf-Diffusionswiderstand:	**10**
Wärmeleitfähigkeit:	**0,25 W/(m·K)**
Luftschalldämmung:	Siehe
Stoßwiderstand:	Dokumentation
Schallabsorption:	des Herstellers

12.1 Begleitpapier (Beispiel)

12.2.1 Verlegung von Gipsplatten

Die Verlegung der Gipsplatten erfolgt auf:
senkrechten Bauteilen

- ohne Unterkonstruktion als Wand-Trocken-Putz im Klebeverfahren mit Ansetzgips (**12**.2)
- als Wandsysteme auf Metall- oder Holzständerwänden, verschraubt (**12**.3)

waagerechten Bauteilen

- als Deckensysteme auf Metall- oder Holzkonstruktionen planeben und schwingungsfrei, verschraubt (**12**.4)

In der Altbaurenovierung erzielt man mit Gipsplatten mittels leichter, nicht tragender Unterkonstruktionen aus Metallprofilen planebene Wand- und Deckenflächen.

Beim Zuschnitt wird die Kartonschicht auf der eine Seite der Gipsplatte mit dem Cuttermesser durchgeschnitten, dann die Platte über eine Auflage nach hinten gebrochen. Die zweite Kartonschicht wird danach durchgeschnitten. Unsaubere Bruchstellen werden beigeschliffen.

Formate. Gipsplatten gibt es in handelsüblichen Plattenformate (Tab. **12**.3), daneben werden auch Sonderformate hergestellt.

Transportfreundlich ist die „Ein-Mann-Platte" mit den Maßen 1500 × 1000 × 10 mm.

Tabelle **12**.3 Plattenformate

Stärke (mm)	Regelbreite (mm)	Regellänge (mm)
9.5 12.5 15.0 18.0	1250 (Sonderbreite 1200)	2000 bis 4000* 2000 bis 4000* 2000 bis 4000* 2000 bis 4000*
20.0 25.0	600 + 625	2000 bis 3500*
9.5	400	1500 und 2000

*Längen in Abstufung von je 250 mm

Anschlüsse (Fugen) bei Bauteilen können sein, zwischen

- Gipsplatte und Gipsplatte
- Gipsplatte und anderen Baustoffen (Putz, Beton, Holz)
- Trockenboden und verputzten Wänden
- Trockenboden und GK-Bauplatten oder Ständerwänden

12.2 Verkleben von Verbundplatten MF direkt aufs Mauerwerk

Anschlussfugen zwischen Gipsplatten und anderen Baustoffen sind voneinander zu trennen bzw. mit speziellen Systemen zu überbrücken. Folgeschäden (Risse) wegen unterschiedlicher Ausdehnung der Baustoffe durch

12.3 Befestigung der Bauplatten (GKBI) an Metallkonstruktion mit Schnellbauschrauben

12.4 Paneel-Element an Drempel und Dachschräge befestigt mit Schnellbauschrauben an Holzkonstruktion

Temperatur- und Feuchtigkeitswechsel sollen vermieden werden.

Die Ausbildung korrekter Fugen ist keine Nebenleistung, sondern eine besondere Leistung, sie ist in einer gesonderten Position nach Längenmaß (m) abzurechnen

Spachtelungen müssen der DIN 18 202 „Toleranzen im Hochbau" entsprechen. Für Winkel- und Ebenheitstoleranzen sind hier Grenzwerte festgelegt. Bei den Ebenheitstoleranzen wird zwischen Mindestanforderungen und erhöhten Anforderungen unterschieden.

Bei der Verspachtelung der Gipsplatten werden 4 Qualitätsstufen unterschieden:

- Qualitätsstufe 1 – Q 1
  Grundverspachtelung ohne besondere Anforderungen
- Qualitätsstufe 2 – Q 2
  Standartverspachtelung übliche Anforderungen
- Qualitätsstufe 3 – Q 3
  Sonderverspachtelung für erhöhte Anforderungen
- Qualitätsstufe 4 – Q 4
  Vollflächenspachtelung für höchste Anforderungen

Die Qualitätsstufen beziehen sich auf die Anforderungen, die an die weitere Decken- und Wandbekleidung gestellt werden. Besondere Anforderungen werden bei Streiflicht gestellt. Hierbei kommt es auf die Reduzierung der sichtbaren Abzeichnung der Platten bzw. Plattenstöße an.

Die Qualitätsstufen können nur erreicht werden, wenn zwischen den einzelnen Arbeitsgängen die Trockenzeiten eingehalten werden.

Die Plattenstöße werden mit oder ohne Fugendeckstreifen – Papierfugendeckstreifen oder Glasfaser-Fugendeckstreifen – glatt verspachtelt.

Spachtelstoffe gibt es rein auf Gipsbasis (Spachtelgips) oder kunststoffmodifiziert (Dispersionsspachtel) mit mineralischen Füllstoffen und Stellmittel. Die Verarbeitungszeit bis zum Versteifungsbeginn liegt je nach Produktart zwischen 30 und 50 Minuten.

Ausführung.

Werkzeuge: Spezialspachtel, Traufel, Glätt-Kelle, Schleifwerkzeug

- Fugen füllen
- Fugendeckstreifen einlegen
- mit Spachtel andrücken
- Spachteln der Oberfläche (Spachteln nur nach ausreichender Trocknung der vorhergehenden Spachtelung)
- Schleifen (Hand-, Stielschleifer, Schleifgitter)

Zu beachten sind die Baustellenbedingungen, Temperatur nicht unter +10 °C und rel. Luftfeuchtigkeit ≤ 60 %. Feuchtebedingte Längenänderungen sind zu beachten.

12.2.2 Beschichtung, Wandbekleidung

Oberflächen von Gipsplatten

- saugen stark
- sind nicht wasserbeständig

– sind diffusionsfähig
– sind hygroskopisch.

Auf Grund dieser Eigenschaften muss eine entsprechende Vorbehandlung von Flächen aus Gipsplatten erfolgen.

Untergrundprüfung vor dem Aufbringen des Grundbeschichtungsstoffes (BFS-Merkblatt 12) auf:

– Oberflächengüte (Qualitätsstufen Q 2 bis Q 4)
– Feuchtigkeit (Flecken, Wasserränder)
– Haftung des Kartons (Blasenbildung)
– Vergilbung des Kartons (Verfärbung)
– Verschmutzungen (Kopierstift, Filzstift, Staub)
– Risse (Stoßfugenrisse, Anschlussfugenrisse)
– Schimmelpilzbefall (dunkler Bewuchs)
– Korrosion der Befestigungen (Rostflecken)

Gipsplattenoberflächen müssen zur Minderung der Saugfähigkeit und zum Ausgleich der unterschiedlichen Saugfähigkeit zwischen der Karton- und Spachtelfläche eine Grundbeschichtung erhalten mit

– lösemittelbasierten oder
– wasserbasierten,
– pigmentierten oder
– unpigmentierten Grundbeschichtungsstoffen.

Der Grundbeschichtungsstoff ist auf das jeweils nachfolgende Beschichtungssystem oder die Bekleidungen abzustimmen.

Bei der Grundbeschichtung ist zu beachten:

– Untergrund nicht vollständig absperren, insbesondere bei Tapezierarbeiten muss eine Saugfähigkeit vorhanden sein
– Grundbeschichtungen dürfen keinen glänzen Film bilden
– Grundbeschichtungen müssen vor einer Weiterbearbeitung vollständig durchtrocken
– Auftrag kann in allen Applikationsverfahren erfolgen, Spritzauftrag bei Lochplatten nicht zulässig

Zur Beschichtung der Gipsplatten eignen sich die meisten Beschichtungsstoffe wie auf mineralischen Untergründen:

– wasserbasierte Stoffe (Farben, Lacke, Putze), nicht geeignet ist Silikatfarbe
– lösemittelbasierte Stoffe (Farben, Lacke)

Wandbeläge (Tapeten, Glasfaser, Vliese, Fliesen) sind mit geeigneten Kleistern oder Klebern zu verkleben.

Nach der Ausführung von Beschichtungen und dem Anbringen von Wandbelägen ist für eine rasche Trocknung durch ausreichende Belüftung zu sorgen.

Zu beachten ist, dass sich die Eigenschaften der Gipsplatten durch Beschichtungen und Bekleidungen verändern.

Anschlussfugen zu anderen Bauteilen, die z. B. gemauert und verputzt sein können, dürfen nicht übertapeziert werden (VOB DIN 18 366 Tapezierarbeiten). Sie gelten als Bewegungsfugen, da sich verschiedene Stoffe bei Temperatur- und Feuchtigkeitswechsel unterschiedlich ausdehnen. Das Ausmaß der Bewegung ist abhängig:

– vom Wandbildner,
– der Flächengröße,
– der Unterkonstruktion und
– der Befestigungsart der Gipskartonplatten.

Für Tapezierungen ergeben sich zwei Möglichkeiten:

– der Wandbelag wird scharf bis in die Ecke geklebt,
– der Wandbelag wird um die Ecke geklebt und in der Ecke eingeschnitten (Fugenschnitt).

Bei beiden Verfahren kann sich die Fuge bei Bewegungen öffnen, ohne dass es zum Faltenwurf kommt. Der teilweise zentimeterweite Faltenwurf bzw. Faltenaufriss entsteht, weil sich die Fugenflanken auch parallel zueinander verschieben.

Ein Abspritzen der Fugen mit plastoelastischen oder elastoplastischen Dichtstoffen ist nicht empfehlenswert („Rundeckenbildung", Fugenabrisse).

Hinweise zur Bearbeitung von Gipsplatten

– GK-Platten müssen vor einer Beschichtung (Beschichtungsstoff, Wandbelag) mit entsprechendem Grundbeschichtungsstoff vorgearbeitet werden!
– Werden GK-Platten vor einer Tapezierung nicht grundiert, lassen sich später die Tape-

ten schlecht ablösen, Pappmantelung weicht auf, wird leicht zerstört!
- Vorsicht beim Doppelschnitt von Tapeten, Pappe nicht durchschneiden, Gleitfußmesser benutzen!
- Wärmebrücken bei der Befestigung (Schrauben, Nägel) vermeiden!
- Plattenstöße gut glätten, sie zeichnen sich sonst bei der Beschichtung/Beklebung ab!
- Auch gut bearbeitete Plattenstöße können zu feiner Rissbildung führen, Hinweis an Kunden geben!
- Beschriftung/Aufdrucke auf Gipskartonplatten können durchbluten, vor einer Beschichtung mit wasserverdünnbaren Beschichtungsstoffen absperren.

12.3 Gipsfaserplatten

Gipsfaserplatten werden als Bau- und Feuerschutzplatten sowie als Feuchtraumplatten in Wohngebäuden verwendet.

Einsatz auf Wand und Decke als
- Beplankung von Außen-, Gebäudeabschluss-Innen- und Wohnungstrennwänden in Holztafelbauart und auf Metall- und Holzunterkonstruktionen
- Verkleidung von Decken- und Dachscheiben sowie beim Dachgeschossausbau
- Verkleidung von Bauteilen (Stützen, Träger Schächte u. a.)
- Verbundplatte zur Wärmedämmung

Kantenausbildung. Gispsfaserplatten gibt es mit Vollkante, scharfkantig geschnitten oder mit profilierter Kante.

Plattendicke zwischen 10 mm und 22 mm, Breite und Dicke mit unterschiedlichen Regelmaßen.

Eigenschaften von Gipsfaserplatten
- nicht brennbar
- hart (härter als Gipsplatten)
- erhöhter Stoßwiderstand
- pH-Wert 7–8 (neutral)
- baubiologisch unbedenklich
- wie Gipsplatten überarbeitbar

Einsatz auf Böden für die Systeme Trockenestriche/Trockenunterböden, Hohlböden und Doppelböden im Neubaubereich und der Altbausanierung.

Plattenarten für Böden:
- Mehrlagenelement (2 Lagen) mit Stufenfalz
- Verbund Element mit Dämmmaterial für Wärme-, Brand- und/oder Trittschalldämmung
- Hohlbödensysteme zur Führung von Installationen
- Doppelböden auf Stützen
- freitragende Systeme auf Linienauflagern

Sie sind für die Belegung mit den üblichen Bodenbelägen geeignet, ebenso für Fußbodenheizungssysteme.

12.4 Gips-Wandbauplatten

Gips-Wandbauplatten werden als massive Trockenbauwände im Innenbereich eingesetzt.

Sie finden weiter Verwendung als Stützenummantelung und Vorsatzschalung im Hochbau.

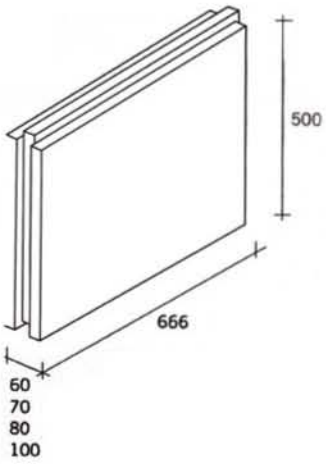
Plattenmaße nach DIN EN 12 859, Normmaß: Länge 666 mm, Breite 500 mm, vier Plattendicken (**12**.5)

An zwei sich gegenüberliegenden Stoß- und Lagerflächen sind Nut und Feder ausgebildet.

Erkennung: Platten mit
- mittlerer Rohdichte sind weiß,
- mit hoher Rohdichte rötlich eingefärbt
- wasserabweisend hydrophobiert bläulich eingefärbt

Eigenschaften von Gips-Wandbauplatten sind ähnlich anderer Gipsbaustoffe.

An den massiven Wänden lassen sich auch schwere Lasten mit Dübeln befestigen.



12.5 Plattenform und Plattenmaße

Montage der Gips-Wandbauplatten ist schnell durchzuführen, durch die Nut- und Feder-Verbindung wird eine hohe Passgenauigkeit erreicht. Verbunden (verklebt) werden die Platten mit Fugengips (Kleber auf Gipsbasis), der auch zum Verspachteln der offenen Fugen verwendet wird. Die erste Lage wird mit der Nut nach unten gesetzt, darauf erfolgt im Versatz die weitere Aufmauerung.

Gips-Wandbauplatten lassen sich zur Maßanpassung mit der Gipssäge sägen, Schlitze und Aussparungen (Installationen, Schalter u. a.) werden gebohrt oder gefräst. Geschlossen bzw. ausgeglichen werden Aussparungen und Schadstellen mit Fugengips. Boden-, Wand- und Deckenanschlüsse werden mittels Trennstreifen elastisch gehalten.

Beschichtung oder Wandbekleidung kann direkt nach Trocknung des Fugengipses erfolgen (siehe Gipsbauplatten). Es ist keine vollflächige Spachtelung oder ein Putzauftrag notwendig.

Gips-Wandbauplatten saugen stark, eine entsprechende Grundbeschichtung ist aufzubringen.

13 Wandbekleidungen, Wand-, Decken- und Bodenbeläge

13.1 Wandbekleidungen in Rollen (Tapeten)

Mit den internationalen europäischen Normen für Wandbekleidungen wird das Produkt in Erscheinungsform und Qualität verpflichtend festgelegt.

Tapeten. Der Begriff kommt von den Römern, die ihre Wandteppiche als *Tapeta* bezeichneten. Tapeten werden in der neu formulierten Euro-Norm DIN EN 235 als „Wandbekleidungen in Rollen" bezeichnet. Tapeten bieten ein unüberschaubares Spektrum an Oberflächenstrukturen, Farbqualitäten und Trägermaterialien.

Die europäische Normung gliedert die „Wandbekleidungen in Rollen" in zwei Hauptgruppen:

- Fertige Wandbekleidungen
- Wandbekleidungen für die nachträgliche Behandlung

Tabelle **13.1** Wandbekleidungen in Rollen

Fertige Wandbekleidungen
– Papierwandbekleidung
– Kunststoffwandbekleidung (mit Papierträger)
– Kunststoffwandbekleidung (ohne Papierträger)
– Vlieswandbekleidung
– Textilwandbekleidung
– Velourswandbekleidung
– Metall-Effekt-Wandbekleidung
– Naturwerkstoff-Wandbekleidung
Wandbekleidungen für die nachträgliche Behandlung
– aus Papier (z. B. Raufaser)
– aus Kunststoff (z. B. Strukturvliese)
– aus Glasfaser (z. B. Glasgewebe)
– aus Textilien (z. B. Rupfen)

Fertige Wandbekleidung ist eine Wandbekleidung, die nach dem Tapezieren keiner weiteren Behandlung bedarf.

Wandbekleidung für die nachträgliche Behandlung ist eine Wandbekleidung, die nach dem Tapezieren behandelt werden muss. Sie sind also Halbfabrikate, die erst durch eine Beschichtung ihr Finish erhalten.

13.1.1 Geschichte, Herstellung, Tapetenarten, -eigenschaften und -kennzeichnung

Geschichte. Ursprungsland der Tapete (griech. *tapes*, lat. *tapeta* = Teppich) ist China. Im Altertum wurden bereits Wände mit Geweben behängt oder bespannt, um die Räume behaglich zu machen. Die Verwandtschaft zwischen Tapete und Teppichen ist sehr eng. Im Mittelalter waren teppichartige Wandbehänge den späteren Tapeten sehr ähnlich.

Die Anfänge der Papiertapete liegen am Ausgang des 17. Jahrhunderts. Damals bestrich man größere Papierbögen mit Farbe, bemalte sie, klebte sie aneinander und spannte sie auf die Wand. Erst später konnte man Druckplatten herstellen und damit Muster gleichmäßiger und zeitsparender auftragen. Natürlich waren solche Tapeten sehr teuer und für den einfachen Bürger unerschwinglich. Erst 1830 gelang es mit der inzwischen erfundenen Papiermaschine, Papier in Rollen herzustellen, und 1839 folgte der erste maschinelle Druck einer Tapetenrolle.

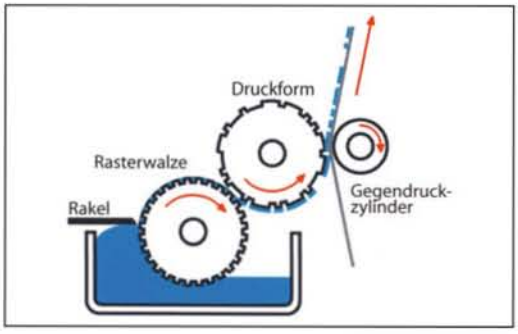
Fast 200 Jahre lang wurde die Produktion der Tapete in Muster und Qualität immer wieder erneuert und verbessert. Jede Stilrichtung, jede Epoche der letzten beiden Jahrhunderte hat Muster nach ihrem eigenen Schönheitsempfinden hervorgebracht.

Herstellung. Als entscheidende Neuerung wurde die Bedruckung „am laufenden Band" eingeführt, also der Rotationsdruck. Auf den riesigen Trommeln der Leimdruckmaschinen konnten bis zu 18 Farben gleichzeitig gedruckt werden. Die Druckwalzen aus massivem Holz wurden von Formstechern kunstvoll mit Metallstegen bestückt, größere Farbflächen mit Filz ausgefüllt. Auf Dauer erwies sich diese kunsthandwerkliche Art der Walzenherstellung als unrationell, die Druckleistung als zu gering. Für die modernen Druckverfahren stellt

man die Walzen durch Ätzen, Gravieren oder Laser- bzw. Licht-Strahlgravur her.

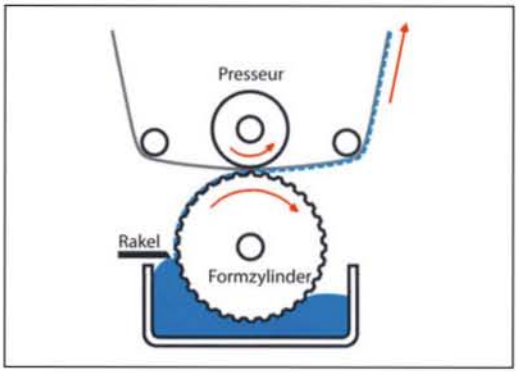
In der industriellen Tapetenproduktion kommen im Wesentlichen fünf Druckverfahren zur Anwendung:

Flexodruck ist ein Hochdruckverfahren, das flexible kunststoffkaschierte Walzen nutzt. Die zu druckenden Teile sind, wie bei einem Bürostempel, erhöht, die nicht druckenden vertieft. Das Druckwerk besteht im Wesentlichen aus einer Rasterwalze, die dafür sorgt, dass die Druckfarbe in möglichst gleichmäßiger Stärke übertragen wird, und der eigentlichen Flexodruckwalze, die das Motiv auf die Tapetenbahn stempelt. Für jede Farbe ist ein separates Flexodruckwerk nötig (**13**.1).



13.1 Flexodruckverfahren

Kupfertiefdruck ist eine Technik, die unter anderem auch zur Herstellung von Zeitschriften verwendet wird. Sie ermöglicht es, Muster fotografisch getreu bei gleichbleibender Qualität und in hoher Auflage wiederzugeben. Von der Vorlage werden Farbauszüge angefertigt, die digital gerastert und mit einem Laser auf die Druckzylinder übertragen werden. In den Vertiefungen sammelt sich die Druckfarbe und diese „Näpfchen" übertragen die Farbe dann auf das Papier. Durch übereinander Drucken der Farben lassen sich Übergänge und Farbverläufe erzielen, wie sie bei anderen Druckverfahren nicht möglich sind. Papier- und Metalltapeten können so bedruckt werden. Tiefdruck ist neben dem Siebdruck eines der heute gebräuchlichsten Druckverfahren für Tapeten (**13**.2).

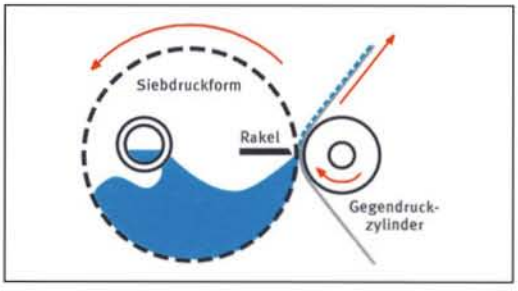


13.2 Tiefdruckverfahren

Siebdruck eignet sich zum Bedrucken fast aller Materialien. Während bei kleinen Auflagen, z. B. bei Wandbildtapeten, besonders großen Mustern oder künstlerischen Kleinserien auch heute noch der Flachsiebdruck (s. Abschn. **6**.11) eingesetzt wird, ist der Rotations-Siebdruck auch für große Stückzahlen und exakte Details geeignet.

Im Rotations-Siebdruck wird mit einem Rundsieb gedruckt. Ein Rakel drückt von innen die pastose Druckfarbe durch das wie eine Schablone perforierte Sieb auf die Tapetenbahnen.

Besonders Tapeten mit plastischer Oberfläche wie Strukturtapeten sind im Rotations-Siebdruck gefertigt: Das meist 120 g/m^2 schwere, spaltbare Duplexpapier wird mit besonders präparierten Pasten bedruckt. Nach dem letzten Druckwerk kommt die Bahn in einen Gelierofen, in ihm wird die Paste bei Temperaturen über 200 °C aufgeschäumt. Es entsteht die typische, reliefartige Struktur (**13**.3).



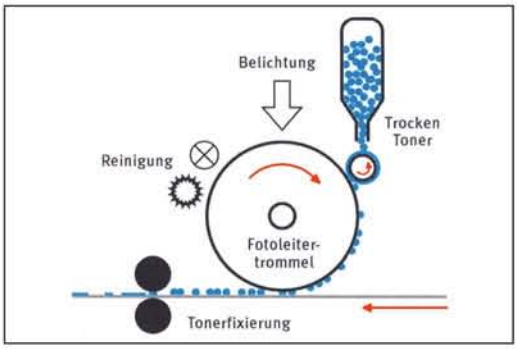
13.3 Siebdruckverfahren

Digitaldruck ist die jüngste Entwicklung der Tapetenproduktion. Er beginnt immer mit einer digitalisierten Vorlage, die gescannt, fotografiert oder in einem Grafikprogramm kreiert wurde. Der Kunde, Handwerker oder Planer liefert dem Produzenten einen digitalen Entwurf, ein Foto oder ein Muster seines Tapetenentwurfes und dieser wird individuell auf Raummaß gefertigt. Das ist der entscheidende Vorteil dieses neuen Druckverfahrens.

Es gibt verschiedene Digitaldruck-Techniken: Laser-, Inkjet-, Elektrostatik- und Thermosublimations-Druckverfahren.

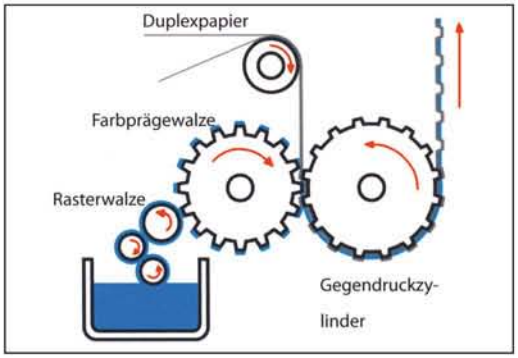
Beschränkungen gibt es vor allem bei Bedruckstoff, Strapazierfähigkeit und Lichtechtheit.

Viel versprechend ist ein auf Trockentoner basierendes Verfahren. Die üblichen vier Druckfarben CMYK (Cyan – Magenta – Yellow – Black) werden wie beim Offsetdruck nacheinander im Raster gedruckt. Das Motiv wird durch elektrostatische Aufladung, ähnlich wie beim Laserdruck, auf schwere Vlies- oder Papierträger übertragen. Das Tonerpulver haftet an den aufgeladenen Stellen und wird sofort bei 120 °C auf den Bedruckstoff aufgeschmolzen. In einem weiteren Arbeitsgang kann die Bahn dann geprägt werden. Die Abriebfestigkeit der Oberfläche wird dadurch deutlich verbessert (**13**.4).



13.4 Digitaldruckverfahren

Prägedruck ist eine bewährte Methode, um Tapeten eine strukturierte Oberfläche zu geben. Dabei kann der Druck- und Prägevorgang gleichzeitig oder hintereinander ablaufen. Papiertapeten werden mit einer Gaufrage-Walze leicht geprägt. Prägetapeten werden unter hohem Druck zwischen einer Positiv- und Negativ-Stahlwalze reliefartig geprägt. Hochwertige Prägetapeten sind mehrlagig kaschiert. Zwei Papier- bzw. Papier- und Vlieslagen werden mit dem Kleber im nassen Zustand geprägt und aufgetrocknet. Solche Duplexprägetapeten sind besonders standfest und bleiben auch nach dem Tapezieren gut erhalten (**13**.5).



13.5 Prägedruckverfahren

Alle verwendeten Druckarten sind Rotations-Druckverfahren, die einen schnellen Durchlauf ermöglichen und je nach Muster beliebig kombiniert werden können. Modernste Rotationsdruckmaschinen, elektronische Regelsysteme und neue Farbrezepturen erlauben es heute, die Vorstellungen der Designer perfekt zu realisieren.

Qualitätsmerkmale:

Gütezeichen RAL-GZ 479. Die Güte der Tapete wird im Wesentlichen bestimmt durch die Qualität des künstlerischen Entwurfs, die Art des Papiers, die Eigenschaften der Druckfarben (Wirkung, Lichtbeständigkeit, Feuchtigkeitsbeständigkeit usw.) und die Technik des Druckens (Auswahl des Druckverfahrens und der Farbe, nachträgliche Oberflächenbehandlung usw.).

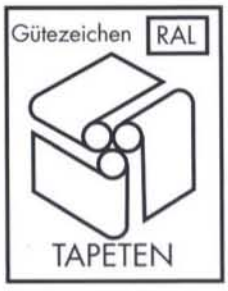
Die vielfältigen Werkstoffe und Drucktechniken ermöglichen die Herstellung verschiedenartiger Tapetenqualitäten, die sich im Preis stark voneinander unterscheiden. Für wertvollere Tapeten benutzt man stärkeres Papier,

lichtechte und stark gebundene Farben und versieht die Oberfläche fast aller Sorten mit einem wasserbeständigen oder gar abwaschbaren Überzug. Um den hohen Ansprüchen der heutigen Verbraucher nicht nur an das Aussehen, sondern auch an Qualität und Unbedenklichkeit eines Produktes zu genügen, haben sich Tapetenhersteller in einer Gütegemeinschaft zusammengeschlossen. In Verbindung mit dem RAL, *Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung*, wurden umfassende Gütebestimmungen festgelegt. Tapeten mit dem RAL-Gütezeichen garantieren nicht nur die zugesicherte Qualität, sondern auch die gesundheitliche Unbedenklichkeit dieser Produkte. Dies wird erreicht, indem die Hersteller auf den Einsatz folgender Rohstoffe vollständig verzichten:

- schwermetallhaltige, toxische Druckfarben
- FCKW
- leicht flüchtige Weichmacher
- Blei und Cadmium als Stabilisatoren
- chlorierte und aromatenhaltige Lösemittel

Tapeten mit dem RAL-Gütezeichen (**13.6**) geben Sicherheit, so dass sich der Endverbraucher bei der Tapetenwahl ganz auf die Schönheit des Produktes konzentrieren kann.

Umweltzeichen RAL-GZ 35a. Tapeten, die mit dem „blauen Umweltengel" (**13.7**) ausgezeichnet werden, bestehen überwiegend aus recycelbarem Altpapier. Sie müssen die Anforderungen der DIN EN 71, Teil 3 „Sicherheit von Kinderspielzeug" erfüllen.



13.6 Gütezeichen

13.7 Umweltzeichen

Tapetenarten. Die DIN EN 235 gliedert die fertigen Wandbekleidungen nach ihrem Material in acht Gruppen:

Papierwandbekleidung. Dieser Begriff umfasst alle normalen Wandbekleidungen aus bedrucktem, geprägtem und geknittertem Papier. Dabei kann es sich sowohl um farbige, glatte Papiertapeten, als auch um leicht geprägte (gaufrierte) Tapeten handeln.

Als besonders hochwertig gelten die als Duplextapeten bezeichneten zweilagigen Prägetapeten.

Man beurteilt die Qualität von Papiertapeten nach ihrem Rohgewicht:

- leichte Papiertapeten < 110 g/m^2
- mittlere Papiertapeten $110 - 140$ g/m^2
- schwere Papiertapete > 140 g/m^2

Fondtapeten erhalten vorher einen durchgehenden, lichtbeständigen Farbauftrag (Fond), der das Vergilben verhindert. Die Oberfläche kann glatt oder gaufriert sein, wasserbeständig oder waschbeständig. Gaufrage ist eine leichte, waffelartige Prägung des Tapetenpapiers. Fondtapeten ohne Musteraufdruck sind Uni- oder Eintontapeten. Sie werden oft als Ergänzung bedruckter Fondtapeten eingesetzt.

Kunststoffwandbekleidung (mit Papierträger). Typische Vertreter sind die Flachvinyltapeten und die im Rotations-Siebdruck auf Papierträger gefertigten Strukturprofiltapeten. Auch Kunststoffgranulate und andere plastische Oberflächen zählen dazu (**13.8**).

Kunststoffwandbekleidung (ohne Papierträger). In diese Gruppe gehören alle Tapeten auf Kunststoffbasis, die nicht auf einen Papierträ-

13.8 Strukturprofiltapeten

ger kaschiert sind oder kein Trägermaterial benötigen.

Vlieswandbekleidung. Diese Tapetenart ist relativ neu und erfreut sich wegen ihrer einfachen Verarbeitung steigender Beliebtheit. Für die Herstellung von Vliestapeten wird ein einseitig imprägniertes Vliesträgermaterial eingesetzt. Es besteht überwiegend aus Zellstoff und textilen Fasern, die mit Bindemittel gefestigt sind. Dadurch wird eine maximale **Dimensionsstabilität** erreicht. Das Material zeichnet sich zudem durch eine hohe Luft- und Wasserdampfdurchlässigkeit aus. Schwere Vliestapeten überbrücken selbst Netz- und Schwundrisse und sind meist schwer entflammbar nach DIN 4102 B1. Eine weitere Besonderheit der Vliestapete besteht darin, dass der Kleister sowohl auf die Tapete, als auch auf die Wand aufgetragen werden kann. Auch benötigen Vliestapeten keine Weichzeit und sind problemlos im Nassbereich einsetzbar.

Strukturtapeten auf Vliesträger ordnet man ebenfalls in diese EN-235-Rubrik. Insofern tragen mittlerweile viele Tapeten die Bezeichnung Vliestapeten, obwohl es augenscheinlich geschäumte Profiltapeten sind.

Der Unterschied lässt sich einfach am Rissbild feststellen:

> Zeigt sich beim Reißen eine faserige Kante, handelt es sich um **Vlies** – ist sie zackig und faserlos, um einen **Papierträger**. Ein wichtiger Unterschied, denn Papiertapeten müssen vor dem Tapezieren weichen, Vliestapeten jedoch nicht.

Textilwandbekleidung. Die textile Wandbekleidung zählt zu den ältesten Arten der Wanddekoration überhaupt. Quer durch alle Epochen und Modeströmungen hat sie ihren Platz in der Raumgestaltung behauptet. Sie besteht aus einem Verbund von Fadensystemen auf Papier- oder Vliesträger (**13.9**).

Kettfaden-Textiltapeten. Senkrecht laufende Kettfäden (Garnscharen) oder entsprechend gestaltete textile Streifen (auch Metallfäden) auf unifarbige oder bedruckte Papierbahnen kaschiert, betonen die Eigenart dieser textilen Tapete.

13.9 Textiltapeten

Gewebe-Textiltapeten. Aus Kett- und Schussfäden unregelmäßiger Stärke und in unterschiedlicher Webdichte hergestellt, Nähgewirke, Seidengewirke, auch andere „offene" (durchsichtige) Gewirke oder grobmaschige Gewebe, die auf Papier kaschiert sind. Ein zusätzlicher Musteraufdruck, auch im Siebdruck, ist möglich.

Velourswandbekleidung. Seit dem 17. Jahrhundert werden Velourstapeten in nur wenig veränderter Weise hergestellt. Das Muster wird mit Leim aufgedruckt und mit sehr kurzen Natur- oder Chemiefasern elektrostatisch beflockt. Die Fasern bleiben nur auf den mit Leim bedruckten Motiven haften, der Rest wird abgesaugt.

Diese in ihrer Verarbeitung schwierige Tapetenart verlangt nach einer kundigen Hand. Velourstapeten sind hierzulande nur noch in der Denkmalpflege und im stilorientierten Ambiente von Bedeutung.

Metall-Effekt-Wandbekleidung. Metalltapeten sind fast immer aus dünner Aluminiumfolie, die auf ein Trägerpapier oder Vlies kaschiert ist. Durch spezielle Oberflächenbehandlungen (bedrucken, ätzen, oxidieren, handkolorieren) lassen sich reizvolle Reflexe erzeugen. Metalleffekte können aber auch mit Hilfe von Interferenz-Pigmenten erzeugt werden. Diese Pigmente erzeugen auf eine ganz besondere Art farbigen Glanz. Ihre Anwendung erweitert die drucktechnischen Möglich-

keiten und ist eine Alternative zu den Metalltapeten.

Metalltapeten sind sehr anspruchsvolle Tapeten und sollten nur in gleichmäßig temperierten Räumen verarbeitet werden. Sie sind sehr empfindlich gegen Knicken und verlangen absolut ebene, trockene und neutrale Untergründe. Durch Brennprobe (Papierträger verbrennt, Metallfolie bleibt übrig) kann man die Metalltapete erkennen (**13**.10).

13.10 Metalltapeten

13.11 Naturwerkstofftapeten

Naturwerkstofftapeten bestehen aus organischen oder anorganischen Stoffen, die auf zum Teil eingefärbte Papierträger befestigt sind. Zur Gestaltung der Oberfläche werden Naturmaterialien wie Gräser, Kork, Blätter, Sand, Holzfurniere usw. aufkaschiert. Die mehr oder weniger scheinbare Unregelmäßigkeit der Oberfläche ergibt sich aus der Art des Materials und ist gewollter Materialausdruck (**13**.11).

Wandbildtapeten. Eine weitere Tapetenart, die sich einer eigenständigen Klassifizierung nach EN-Norm versagt, ist die Wandbildtapete. Wandbildtapeten sind ein oder mehrfarbige Drucke auf hochwertigem Papier. Sie bestehen aus Bahnen oder einzelnen Bildteilen, die zu Bildwänden zusammengesetzt werden. Die wandfüllenden Motive nach fotografischen oder grafischdekorativen Vorlagen entstehen durch das passgenaue Nebeneinandertapezieren verschiedener Bahnen, die sich zum Gesamtbild ergänzen. Durch den Digitaldruck mit seiner Flexibilität und Einzelfertigung erlebt die Foto- und Wandbildtapete eine Renaissance.

Fototapeten bestehen aus fotografisch hergestellten Motiven auf Spezialfotopapier. Das Verfahren ermöglicht die Verwendung eigener Motive.

Wandbekleidungen für nachträgliche Behandlung. Eine weitere Hauptgruppe der DIN EN 235 sind Wandbekleidungen, die nachträglich behandelt werden. Sie können aus verschiedenen Materialien wie Papier, Glasfaser, Kunststoff oder Textilien bestehen. Sie sind also Halbfabrikate, die erst durch die Beschichtung ihr Finish erhalten.

Neben den bekanntesten Produkten, der Raufaser und dem Glasgewebe, gibt es zahlreiche Nischenprodukte mit speziellen Eigenschaften. Der Anteil an Struktur-Vliestapeten wächst bei den überstreichbaren Wandbekleidungen. Struktur-Vliestapeten bestehen meist aus einem Vliesträger, der mit Schaum oder Granulat eine plastische Oberfläche erhält. Die Möglichkeiten der Oberflächenstrukturierung sind unbegrenzt. Holz- und Putzimitate finden sich bei dieser Tapetenart ebenso wie geometrische oder malerische Dessins zum Überstreichen (**13**.12).

13.12 Überarbeitbare Tapeten

Raufaser beschichtbar ist ein mittelschweres, holzhaltiges Papier, dessen Oberfläche durch Zusätze von Holzfasern fein, mittel oder grob strukturiert ist (**13.**13). Raufaser kann ein- oder mehrschichtig sein. Zweischichtige Raufaser hat ein besonderes Deckpapier, das die aufgetragenen Fasern festhält. Es dient als Untergrund beim Überstreichen. Die Beschichtung darf nur auf gut getrocknete Raufaser aufgebracht werden.

13.13 Raufaser

Prägepapier beschichtbar ist unbedruckt, strukturiert. Die Papiere sind mittelschwer, fest oder wasserfest mit fertigen Kanten. Sie lassen sich gleich nach dem Verkleben und Trocknen oder auch später mit Dispersionsfarben beschichten.

Textilgewebe sind einfarbige Leinen- und Jutegewebe. Sie sind in verschiedenen Fadendicken und Webarten lieferbar, werden verklebt oder in Dispersionsfarben eingebettet und nachträglich beschichtet.

Glasgewebe werden, wie schon erwähnt, in Dispersionskleber oder -farben eingebettet und nach dem Trocknen beschichtet. So entstehen strapazierfähige Wandbeläge einer besonderen Struktur (**13.**14).

13.14 Glasgewebe mit Dispersionsfarbe beschichtet

Baumwollvlies gibt es z. B. geprägt und ist nach dem Verkleben ebenfalls beschichtbar.

Struktur-Vliestapete ist der ideale Untergrund zum Tapezieren, Beschichten und für kreative Maltechniken. Auf unterschiedlichen Untergründen, z. B. Gipsplatten mit Spachtelstellen kann ohne großen Aufwand ein einheitlicher, rissüberbrückender Beschichtungsgrund erreicht werden. Zur Sanierung schlecht entfernbarer Wandbeläge ideal geeignet, dimensionsstabil und keine Weichzeit. Kleine Unebenheiten oder Schönheitsfehler werden durch die plastischen Strukturen von überstreichbaren Vliestapeten gut ausgeglichen. Wird in der Wandklebetechnik verklebt.

13.15 Struktur-Vliestapete, lasiert

Wandbekleidungen und Stoffe (Gardinen, Polsterstoffe). Die Zahl der Kollektionen, die Wandbekleidungen zusammen mit passenden Stoffen bringen, nimmt zu. Für die Musterung und Kombination dieser beiden Werkstoffe gibt es zahlreiche Möglichkeiten. Zusammen mit den auch vom Maler zu verlegenden Bodenbelägen erweitert sich das Aufgabengebiet des Malers erheblich. Man spricht in diesem Zusammenhang vom „Wohndesign". Zur Wahrnehmung dieser Aufgaben werden vor allem umfangreiche Kenntnisse der Farbenlehre und der Farbenharmonien verlangt (**13.**16).

13.16 Wandbekleidungen und Stoffe

Fertige Wandbekleidungen bedürfen keiner weiteren Behandlung. **Wandbekleidungen für nachträgliche Behandlung** müssen beschichtet werden.

Fertige Wandbekleidungen werden nach den Materialien der Oberfläche eingeteilt in Papier-, Kunststoff-, Vlies-, Textil-, Metall-Effekt-, Naturwerkstoff- und Wandbildtapeten.

13

Eigenschaften von Wandbekleidungen

Vorgekleisterte Wandbekleidung. Die Tapetenrückseite ist vorbeschichtet mit Kleister, der durch kurzes Wässern oder Einkleistern mit 1:80 verdünntem Normalkleister aktiviert wird.

Abziehbare Tapeten. Sie haben mehrere Vorteile wie z. B. Zeitersparnis, kein Benutzen von Einweichwasser, kein feuchter Tapetenabfall, trockene Wandflächen.

Die Abziehbarkeit kann auf mehrere Arten erreicht werden: Tapetenwechselgrund, bestimmte Unterlagsstoffe und durch die Tapete selbst.

Restlos trocken abziehbar: Die Tapete lässt sich beim Renovieren ohne Rückstand trocken von der Wand abziehen. Die Tapeten haben rückseitig eine Beschichtung. Die Herstellerangaben sind genau zu beachten.

Spaltbar trocken abziehbar: Die Oberschicht der Tapete lässt sich trocken abziehen. Die Unterschicht bleibt, bei fester Verklebung, als glatter Makulaturgrund für die neue Tapete auf der Wand. Man sollte auf eine gute Haftung auch an den Nähten achten.

Farbbeständigkeit gegen Licht. Die Kriterien der Farbbeständigkeit gegen Licht entsprechen weitgehend denen der internationalen Wollskala (Wert 1 = sehr gering bis Wert 8 = hervorragend). Die Qualitätsstufen, die durch Symbole gekennzeichnet sind, gehen von ausreichender (Wert 3) bis ausgezeichneter (Wert 7) Farbbeständigkeit.

Schwerentflammbarkeit. Es werden immer mehr Tapeten und Wandbeläge schwerentflammbar nach DIN 4102, Klasse B12 hergestellt. Neben den Glasgewebeerzeugnissen und Vliestapeten sind es herkömmliche Textiltapeten aus Spezialgewebe oder durch besondere Verfahren schwerentflammbar gemachte Oberschichten.

Abziehbarkeit von Tapeten erzielt man durch bahnenförmige oder flüssige Tapetenwechselgründe, besondere Unterlagsstoffe und die Tapete selbst.

Bei spaltbaren Tapeten bleibt ein Teil auf dem Untergrund und dient als Unterlagsstoff.

Restlos abziehbare Tapeten lassen sich vollkommen und trocken vom Untergrund abziehen. Sie sind genau nach Anweisung zu verkleben.

Reinigungsfähigkeit von Wandbekleidungen

Bei Wasserbeständigen Wandbekleidungen muss sich an der Oberfläche anhaftender frischer Kleister mit feuchtem Tuch oder Schwamm beschädigungsfrei entfernen lassen.

Von Waschbeständigen Wandbekleidungen müssen Schmutz und wasserlösliche Flecken aus dem Haushaltsbereich mit Seifenwasser und feuchtem Tuch vorsichtig entfernt werden. Ausgenommen davon sind Öle, Fette und lösungsmittelhaltige Flecken.

Die Hochwaschbeständige Wandbekleidung lässt eine Reinigung von Schmutz und einigen wasserlöslichen Flecken aus dem Haushaltsbereich mit Seifenwasser und feuchtem Tuch zu. Fetthaltige Flecken müssen sofort nach deren Verunreinigungen entfernt werden können.

Bei Scheuerbeständigen Wandbekleidungen können die meisten wasserlöslichen Flecken aus dem Haushaltsbereich mit einem Schwamm, einer weichen Bürste und mit mildem Reinigungs- oder Scheuermittel entfernt werden. Öle, Fette und lösungsmittelhaltige Flecken sind unmittelbar nach deren Verunreinigungen zu entfernen.

Hochscheuerbeständige Wandbekleidungen können durch intensive Behandlung mit Schwamm, weicher Bürste und mildem Reinigungs- oder Scheuermittel gereinigt werden. Für Öle, Fette u. a. gilt die gleiche Einschränkung wie bei scheuerbeständigen Wandbekleidungen.

Kennzeichnung und Symbole von Wandbekleidungen. Zur Kennzeichnung von Wandbekleidungen gilt die DIN EN 235. Sie umfasst im Wesentlichen Angaben über *Waschbarkeit, Lichtbeständigkeit. Musteransatz und Rapport, Verarbeitung und über die richtige Methode des Entfernens* (Tab. **13**.2). Bei Übereinstimmung mit der DIN EN muss eine Wandbekleidung auf der Rolle, der äußeren Verpackung oder auf einem Beipackzettel die Angaben so aufweisen, dass sie für den Käufer ohne Öffnen der Verpackung sichtbar sind. Die Norm unterscheidet nach einer *sichtbaren Kennzeichnung und zusätzlichen Kennzeichnung*:

Sichtbare Kennzeichnung

- Nummer der Europäischen Norm, DIN EN 233 (fertige Wandbekleidungen)
- Name oder Erkennungszeichen des Herstellers, des Lieferanten oder der Vertriebsfirma
- Produktionsbeschreibung, soweit möglich mit Begriffen aus DIN EN 235
- Kennzeichnung des Produkts, z. B. Artikelnummer, Anfertigungsnummer
- Breite, Länge und Flächeninhalt der Rolle
- Symbol für Qualitätsanforderungen und Verarbeitungshinweise.

Zusätzliche Kennzeichnung

- Wasser- und Waschbeständigkeit der Wandbekleidung bei der Verarbeitung
- zusätzliche Angaben zum Tapezierverfahren, z. B. Überlappung oder Doppelschnitt
- Art der zu verwendenden Klebstoffe
- Rapport und Ansatz
- Art der Entfernung
- Symbol für duplizierte Prägewandbekleidung.

Tabelle **13**.2 Begriffe und Symbole aus der DIN EN 235 *Wandbekleidungen in Rollen*

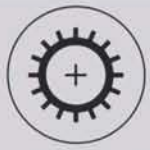
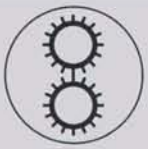
Lichtbeständigkeit				
				
ausreichend lichtbeständig	befriedigend lichtbeständig	gut lichtbeständig	sehr gut lichtbeständig	ausgezeichnet lichtbeständig
Wert 3	Wert 4	Wert 5	Wert 6	Wert 7

Tabelle **13**.2 Fortsetzung

Wasser- und Waschbeständigkeit

Wasserbeständig zum Zeitpunkt der Verarbeitung. Kleisterflecken können vorsichtig abgetupft werden.

Waschbeständig, d. h. leichte Verschmutzungen können feucht abgewischt werden.

Hoch waschbeständig, d. h. nicht fett- oder ölhaltige Verschmutzungen mit milder Seifenlauge abwischen.

Scheuerbeständig, d. h. Verschmutzungen dürfen mit milder Seifenlösung, weicher Bürste entfernt werden.

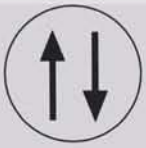
Hoch scheuerbeständig, d. h. Verschmutzungen dürfen mit mildem Scheuermittel und Bürste entfernt werden.

Musteransatz

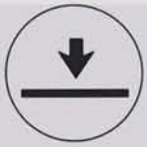
Ansatzfrei bedeutet, beim Kleben brauchen die Muster nicht beachtet werden.

Gerader Ansatz mit Rapportangabe in cm (z.B. 40/0); gleiche Muster werden in gleicher Höhe nebeneinander angeordnet.

Versetzter Ansatz mit Rapport- und Versatzangabe (z.B. 40/26); das Muster der nächsten Bahn jeweils um die Versatzangabe verschieben.



Gestürzt Kleben, d. h. jede zweite Bahn auf den Kopf stellen.



Horizontal ansetzen bedeutet, dass die Bahn nicht senkrecht sondern waagerecht geklebt wird.

Verarbeitung

Der Klebstoff ist auf die Wandbekleidung aufzutragen (z. B. Tapeziermaschine).

Der Klebstoff ist auf den zu tapezierenden Untergrund aufzutragen (Wandklebetechnik).

Vorgekleisterte Wandbekleidung; die Tapetenrückseite ist mit Kleister vorbeschichtet, der durch kurzes Wässern aktiviert wird.

Verschiedenes

Stoßfestigkeit; sie kennzeichnet Spezialtapeten mit besonders robuster, hartelastischer Oberfläche.

Überlappung und Doppelschnitt; die Bahnen werden 5–8 cm überlappt und mit dem Gleitfußmesser geschnitten.

Verfahren für das Entfernen

Restlos abziehbar bedeutet, die Tapete lässt sich beim Renovieren restlos trocken von der Wand abziehen.

Spaltbar, d. h. die Oberschicht der Tapete lässt sich trocken abziehen, die Unterschicht verbleibt als Makulatur auf der Wand.

Nass zu entfernen bedeutet, die Tapete muss bei der Renovierung eingeweicht und restlos entfernt werden.

Verschiedenes

Duplierte Prägewandbekleidung. Die Prägung ist hochwertig und bleibt beim Tapezieren erhalten.

Angepasster Stoff, d. h. zu dieser Tapete gibt es einen passenden Gardinen- oder Bezugsstoff (nicht EN genormtes Zeichen).

13.1.2 Wandbekleidungsabschlüsse

Wertvollere Tapeten, auch Stiltapeten (Stilmöbeleinrichtungen) erhalten einen wirkungsvollen Abschluss durch Tapeten-, Kunststoff- oder Stuckleisten. Tapetenfelder auf größeren Wandflächen kann man mit Tapetenleisten und Eckornamenten „einrahmen". Ein oberer Abschluss wird auch zur Vollendung der Raumgestaltung gesetzt.

Tapetenleisten gibt es in zahlreichen Abmessungen, Profilen, Farben und Vergoldungen. Billige Leisten sind kaum noch auf dem Markt. Zierleisten und Ornamente setzt man auch häufig auf Türen. Auswahl und Anwendung der Tapetenleisten müssen überlegt werden. Man befestigt sie mit dünnen Stahlstiften. Zum Nageln legt man über die Nagelstellen ein Stück grobe textile Wandbekleidung (Jute), damit die Leistenoberfläche nicht beschädigt wird. Tapetenleisten kann man auch mit einem geeigneten nichttropfenden Tubenkleber anbringen. Man streicht nacheinander die Leistenrückseiten ein und drückt die Leisten in derselben Reihenfolge kräftig an.

Tapetenkordeln sind in einigen Gegenden und in bestimmten Räumen noch üblich (Hotels, Läden usw.). Vor dem Anbringen muss die Kordel stark gespannt werden, damit sie später nicht durchhängt. Die Kordelstifte werden im Abstand von etwa 30 cm zwischen die Kordelbiesen gesetzt, sodass der Rundkopf unsichtbar bleibt.

Zierprofile aus Kunststoff bestehen aus einem feinzelligen Hartschaum und sind den Stuckprofilen nachgeahmt. Da sie nach der Montage von den Originalen fast nicht zu unterscheiden, jedoch leichter zu verarbeiten sind, verwendet man heute meist die Zierprofile aus Kunststoff. Die Zierprofile sind leicht und stabil und werden in zahlreichen Abmessungen und Profilierungen (**13.**17) angeboten. Neben zeitlosen Formen werden auch antike Stilelemente hergestellt. Stilleisten, Stäbe und Rosetten runden das Sortiment ab. Geklebt wird mit einem lösemittelfreien Hartschaumkleber auf feste und saubere Untergründe. Nach einer genügenden Trockenzeit sollten die Zierprofile mit einer Dispersionsfarbe beschichtet werden.

Tapetenbordüren, -borten an oder unter der Decke, in Sockelhöhe, um Tür- und Fensterausschnitte herum sind harmonisch abgestimmt mit den neuesten Tapetenkollektionen ein besonders geschmackvolles Element einer individuellen Wohnraumgestaltung. Sie bieten gleichzeitig echte Problemlösungen für kleine Schönheitsfehler an Wand und Decke.

13.17 Zielprofile und Rosetten

13.1.3 Unterlags-, Grundbeschichtungs- und Dämmstoffe

Wände vor dem Tapezieren mit einer Makulaturtapete vorzubereiten, war in der Vergangenheit zum Glätten des Untergrundes und einen gleichmäßigen hellen Untergrund schaffen üblich. So konnten Spannungen zwischen Tapete und Untergrund ausgeglichen werden. Solche Spannungen entstehen, wenn sich die Tapete beim Aufnehmen von Wasser stark ausdehnt und beim Trocknen wieder schwindet. Dies ist insbesondere bei schweren Papiertapeten der Fall. Heute wo die meisten Tapeten einen Vlies- und keinen Papierträger mehr besitzen, ist vieles einfacher geworden. Durch

moderne Vliestapeten kann auf Makulatur meist ganz verzichtet werden. Wenn der Untergrund einmal sorgfältig vorbereitet wurde, hat die Vliestapete beim Entfernen und Neutapezieren große Vorteile.

Mit den neueren Unterlagsstoffen kamen andere Aufgaben hinzu: Risseüberbrückung, Kälte-Wärme-Dämmung, Abziehbarkeit von alten Tapeten bei Neutapezierungen.

Unterlagsstoffe

Die DIN EN 235 definiert den Unterlagsstoff als Wandbekleidung, die als Unterlage auf den Untergrund tapeziert wird, bevor eine fertige Wandbekleidung oder eine Wandbekleidung für nachträgliche Behandlung tapeziert wird.

Flüssige Unterlagsstoffe (Tab. **13.**3) dienen zur Untergrundvorbereitung für die nachfolgende Tapezierung.

Flüssige Unterlagsstoffe dienen der Untergrundvorbehandlung; sie schaffen einen einheitlichen Tapeziergrund.

Tapetenwechselgrund erleichtert das spätere Abziehen der Tapeten beim Renovieren. Grundbeschichtungsstoffe festigen den Untergrund und mindern die Saugfähigkeit.

Tabelle **13.**3 Flüssige Unterlagsstoffe

Unterlagsstoffe	Merkmale/Besonderheiten
Feinmakulatur	besteht aus Faserstoffen (Zellulose), die mit Zelluloseleim gebunden sind und zusätzlich noch Füllstoffe (Kaolin) enthalten. Bei leicht rauen Untergründen wird nach dem Abschleifen vorstehender Putzkörner eine Beschichtung mit Feinmakulatur nötig. Eine leicht raue Struktur des Putzes wird egalisiert. Nach VOB DIN 18366 ist auf dem Untergrund eine streichbare Tapetenunterlage aufzubringen, falls kein anderer Unterlagsstoff verwendet wird. Streichmakulaturen eignen sich nur für einfache, dünne bis mittlere Papiertapeten.
Tapetenwechselgrund	ist eine dünnflüssige Emulsion, die aus einem Bindemittel und einem Trennmittel besteht. Der Untergrund muss gleichmäßig und satt beschichtet werden. Die Herstellerangaben sind zu beachten. Bei einem späteren Tapetenwechsel ist ein trockenes Abziehen der Wandbekleidung möglich, ohne den Untergrund zu beschädigen. Der Tapetenwechselgrund kann für alle Wandbekleidungen eingesetzt werden.
Grundbeschichtungsstoffe (Tiefgrund) (wasserverdünnbar)	dringen in einen porösen Untergrund ein und reduzieren seine Saugfähigkeit. Eine Festigung von mürbem Putz ist damit nicht möglich. Es handelt sich dabei um eine Kunststoffdispersion, die wasserverdünnbar ist. Weil diese Grundiermittel keine Geruchsbelästigung verursachen, nicht teuer- und explosionsgefährlich sind und schnell trocknen, sind sie besonders im Wohnbereich vorteilhaft.
Grundbeschichtungsstoffe (Tiefgrund) (lösemittelverdünnbar)	dringen in einen porösen Untergrund ein, verfestigen ihn und reduzieren seine Saugfähigkeit. Bestehen aus stark verdünnten Kunstharzen. Gipsbauplatten, Holzspanplatten oder Tischlerplatten sollten vor der Tapezierung damit beschichtet werden. Bei der Verarbeitung muss für eine gute Belüftung des Raumes gesorgt werden. Die angegebenen Trockenzeiten sind unbedingt einzuhalten.
Dispersions- oder hydraulisch abbindende Spachtelmassen	werden auf grundierten Flächen zum Glätten des Untergrundes verwendet; insbesondere bei sehr glatten und lackierten Tapetenoberflächen, z. B. Metalltapeten, ist ein Spachteln des Untergrundes mithydraulisch abbindender Spachtelmasse notwendig.

Feste Unterlagsstoffe (Tab. **13.**4). Manche Untergrundmängel lassen sich durch Verkleben von festen Unterlagsstoffen soweit beheben, dass eine fachgerechte Tapezierung möglich wird.

Tabelle **13.4** Feste Unterlagsstoffe

Unterlagsstoffe	Merkmale/Besonderheiten
Makulaturpapier (Rollenmakulatur) (normal und spaltbar)	unbedrucktes, saugfähiges Tapetenrohpapier, schafft einen gleichmäßig hellen und saugfähigen Untergrund, der bei allen durchscheinenden Tapeten erforderlich ist. Rollenmakulatur gleicht die Trocknungsspannungen beim Tapezieren von stärkeren Tapeten und Raufaser aus und ein Öffnen der Nähte wird verhindert. Das Rollenmaß beträgt 33,50 x 0,56 m und ist damit um 3 cm breiter als die Eurorolle, dadurch keine deckungsgleichen Nähte von Unterlagsstoffen und Tapeten. Die spaltbare Makulatur ist durch ihrem Aufbau, bestehend aus zwei Papierschichten schwerer und stärker. Auf der spaltbaren Makulatur lässt sich beim späteren Renovieren der Belag mit der oberen schicht Makulatur trocken abzischen.
Unterlagsstoffe aus Polystyrol-Hartschaum	sind maßgenaue, kaschierte oder unkaschierte Platten oder Bahnen bis zu 6 mm Dicke. Sie besitzen eine große Isolierfähigkeit gegen Kälte- und Wärmedurchgang und werden häufig bei Kältebrücken und für nachträgliche Innendämmung verwendet. **Extrudierter Hartschaum** ist feinzellig und hochverdichtet, dadurch gewinnt man ein besonders druckfestes Erzeugnis und ein hohes Maß an Wärmedämmung.
Unterlagsstoffe aus Polyurethan-Weichschaum	die Oberfläche ist mit Glasvlies kaschiert; dies mindert die Druckempfindlichkeit und schafft einen guten Untergrund für die nachfolgende Tapezierung; wird zur Rissüberbrückung und innenseitigen Wärmedämmung verwendet.
Metallfolien	Aluminiumfolien sollen Wärme reflektieren und/oder Flecke im Untergrund absperren; werden außerdem als Dampfsperren eingesetzt
Renovier- und Saniervliese	Unterlagsstoffe aus glattem Vlies werden aus speziellen Zellstoff- und Textilfasern, kombiniert mit polymeren Bindenmittel, hergestellt. Unterlagsstoffe aus glattem Vlies sind leicht rissüberbrückend.
EMV-Wandbelag (elektromagnetische Verträglichkeit)	Spezieller Wandbelag, der elektromagnetische Strahlung (Elektrosmog) dämpft und Abhörsicherheit bietet

13.1.4 Klebstoffe für Tapezierarbeiten

Die Klebstoffe müssen auf die Wandbekleidung, das Klebeverfahren und den Untergrund abgestimmt sein. Es sollte nur das Klebemittel verwendet werden, das aufgrund der zu klebenden Wandbekleidung notwendig ist. Bessere Klebemittel als erforderlich erschweren und verteuern die Tapezierarbeit. Bei Renovierungsarbeiten wird das Ablösen der alten Tapete schwieriger und aufwendiger. Man unterscheidet bei den Klebstoffen für Tapezierungen *Tapetenkleister* und *Dispersionskleber*. Je nach Wandbekleidung werden sie allein oder kombiniert eingesetzt. Klebstoffe müssen nach VOB DIN 18366 so beschaffen sein, dass durch sie eine feste und dauerhafte Verbindung erreicht wird. Die Verklebung muss jedoch bei Tapeten und Tapetenunterlagen gelöst werden können, ohne dass der Untergrund beschädigt wird. Klebstoffe dürfen keine Belästigung durch Geruch hervorrufen. Man unterscheidet folgende Typen von Klebstoffen (Tab. **13.**5):

Tabelle **13.5** Klebstoffe für Tapezierarbeiten

Sorte/Typ	Zusammensetzung	Verwendungszweck
Normalkleister	besteht aus hochwertige Methylzellulose, ist kalkbeständig, geruchlos und neutral; trocknet transparent auf; gut korrigierbar; maschinengängig; Ansatzverhältnis siehe Packung; Packungsgröße: 125 g	Zum Kleben von leichten bis schweren Papiertapeten
Spezialkleister	besteht aus hochwertige Methylzellulose mit Kunstharz; verstärkte Klebekraft; hohe Anfangshaftung bei guter Korrigierbarkeit; enthält fungizide Zusätze, die einen primären Schimmelpilzbefall verhindern; Ansatzverhältnis siehe Packung; Packungsgröße: 200 g	Zum Kleben von schweren Papiertapeten, Strukturtapeten, Raufaser, Prägetapeten, Naturwerkstofftapeten, spaltbare Rollenmakulatur
Tapeziergeräte- Kleister	besteht aus hochwertige Methylenzellulose mit Kunstharz; Instand-Qualität; geeignet für alle Tapeziergeräte; hohe Klebekraft; hohe Feuchfestigkeit; hohe Anfangshaftung bei guter Korrigierbarkeit; beständig gegen Temperaturschwankungen und gegen Kalk und Zement; Packungsgröße: 200 g und 500 g	Spezialkleister für Tapeziergeräte zum Tapezieren von Tapeten und Raufaser
Kleister in granulierter Form	besteht aus hochwertige Methylzellulose mit Kunstharz und klebeverstärkenden Zusätzen in granulierter Form für Verklebungen mit besonderen Anforderungen; extrem hohe Klebekraft; mit Rolle, Bürste, Tapeziergerät sowie Spritzgerät (airless) verarbeitbar; hohe Feuchtfestigkeit; Packungsgröße: Eimer 5 kg	Zum Kleben von Renoviervliese, Raufaser, Glasgewebe, Vinyl-, Struktur-, Präge- und Textiltapeten sowie geprägten Vliestapeten.
Dispersionskleber ungefüll	Spezialkleber für schwach saugfähige Untergründe; gebrauchsfertiger Dispersionsklebstoff auf Basis weichmacherfreier Kunststoffdispersion; hohe Klebekraft; hohe Feuchtfestigkeit; hohe Anfangshaftung bei guter Korrigierbarkeit; Packungsgröße: Eimer 18 kg	Zur Verklebung von dimensionsstabilen, gewebekaschierte Wandbekleidungen, Unterlagsstoffe aus glattem Vlies; auf sehr schwach saugfähigen Untergründen (z. B. Lack- und Ölfarbenbeschichtungen; Bordüren
Dispersionskleber gefüllt	Gebrauchsfertiger Dispersionsklebstoff auf Basis weichmacherfreier Kunststoffdispersion; Zusatz von Füllstoffen; pastös; hohe Klebekraft; hohe Feuchtfestigkeit	Zur Verklebung von Unterlagsstoffen, Glasgewebe sowie Wand- und Deckenplatten

Für Normal- und Spezialtapetenkleister gelten verschiedene Ansatzverhältnisse, die sich auch nach den zu verklebenden Tapeten oder Wandbelägen richten. Die Ansätze sind auf den Packungen aufgedruckt. Für kurze Ansetzzeiten (ungefähr 3 Minuten) werden Instantkleister und für Tapeziergeräte Tapeziergeräte-Kleister verwendet.

Zur Klebung von Unterlagsstoffen („Untertapeten"), Wandbelägen und Deckenplatten eignen sich spezielle Dispersionskleber am besten.

13.1.5 Werkzeuge und Geräte

Zur Verarbeitung von Wandbekleidungen und Tapeten sind bestimmte Spezialwerkzeuge erforderlich. Von ihrer Beschaffenheit und der richtigen Anwendung hängt es wesentlich ab, ob das Material einwandfrei und ordentlich verarbeitet werden kann.

Es sind drei Arbeitsbereiche zu unterscheiden:

- Vorarbeiten der Untergründe
- Zuschneiden und Einkleistern
- Anbringen und Nachbehandeln

Daneben werden die für Malerarbeiten üblichen Werkzeuge und Geräte (**13**.18) wie Hammer, Zange, Schraubendreher, Gipsbecher, Schleifklotz oder Schleifmaschine und Malerleiter verwendet.

13.18 Werkzeuge zur Untergrundvorbehandlung

Werkzeuge und Geräte für die Vorbereitung der Untergründe

Tabelle **13**.6 Werkzeuge und Geräte für die Vorbereitung der Untergründe (**13**.18)

Werkzeug/Gerät	Beschreibung	Verwendung
Perforierwalze (Igelwalze, „Igel", Tapetenkiller)	Nadel- oder Stachelwalze, etwa 20 cm oder mehr breit, auch mit zwei schräggestellten Walzen und Holzstiel	zum Lochen alter Tapeten, damit auch bei wasserbeständigen Tapeten das Abweichwasser schneller eindringt und der Kleister aufquellen kann
Tapetentiger	Mit Kunsthoffkörper und 3 drehbaren, auswechselbaren Perforierkörper	
Tapetenschaber	eine auswechselbare Stahlklinge, gehalten von einem Federblatt	Aufreißen und Abstoßen alter Tapeten und alter Beschichtungen
Heißdampf-Tapetenablöser	ein mit Strom beheizbarer Stahltank, der Dampf wird über einen Schlauch in eine Dampfverteilerplatte geleitet	zum Lösen von Kleister und Dispersionskleber von festhaftenden Wandbekleidungen
Tragespritze	aus stabilem Kunststoff mit 5 l Fassungsvermögen und dosierbarerer Sprüheinheit	

Tabelle **13.6** Fortsetzung

Werkzeug/Gerät	Beschreibung	Verwendung
Malerspachtel	eine trapezförmige Stahlklinge, die in einem Holz- oder Kunststoffgriff steckt	Abstoßen schlecht haftender Beschichtungen und alten Tapeten sowie zum Ausspachteln von Löchern und Rissen
Japanspachtel	ein biegsames, rechteckiges Federbandstahlblech in unterschiedlicher Größe mit einem Kunststoff-, Metall- oder Holzgriff	Spachteln von kleinen Flächen und zum Glätten
Glättekelle	eine rechteckige Spachtelfläche aus Kunststoff oder rostfreiem Spezialstahl mit Stütze und Holzheft	zum großflächigen Auftragen von Spachtelmassen
Streichbürste	in einem Brett sind Borsten oder Haare gebündelt und vulkanisiert; abschraubbarer Griff ist im Brett befestigt Holzheft	wird zum Anfeuchten alter Tapeten mit Wasser, Fluatieren, Grundieren verwendet; zum Auftragen von Streichmakulatur und Tapetenkleister oder Kleber

Werkzeuge und Geräte zum Zuschneiden und Einkleistern von Wandbekleidungen

Tabelle **13.7** Werkzeuge zum Zuschneiden und Einkleistern von Wandbekleidungen (**13.19**)

Werkzeug/Gerät	Beschreibung	Verwendung
Tapeziertisch	zusammenklappbarer Holztisch, Holz- oder Stahlrohrunterbau, Breite bis 90 cm und Länge bis 300 cm	Arbeitstisch zum Zuschneiden und Einkleistern der Tapeten von Hand oder mit Kleistergerät, -maschine
Kleistergerät Kleistermaschine	Über Gummiwalzen wird Kleister aus einer Stahlwanne auf die Tapetenrückseite aufgebracht; die Auftragsdicke kann eingestellt werden; Tischgeräte und Standgeräte in unterschiedlichen Ausführungen	für schnelle Tapezierarbeit Tapeten oder Raufaser lassen sich leicht durchziehen Kleisterauftrag gleichmäßig
Tapezierschere	aus Stahl geschlagen, blankpoliert oder vernickelt, auch teflonbeschichtet	zum Zuschneiden und Abschneiden der Tapeten
Tapetenabreißer	rostfreie Stahlschiene fein gezahnt mit Holzgriff	zum Abreißen glatter Tapeten
Tapetenschneidemesser mit Tapetenschiene	Schiene und Tapeten-Schneidemesser aus rostfreiem Edelstahl Schneidemesser mit Edelholz- oder Kunststoffgriff	zum Zuschneiden auf die richtige Bahnenbreite, wobei das Schneidemesser an der Stahlschiene entlanggeführt wird
Tapetenschneider	mit einem Lineal gleitet ein Schneideschlitten (mit auswechselbarem Messer) in einer Zwangsführung mit Verstell-Vorrichtung für die richtige Schnitttiefe	zum stoßgenauen Schneiden für Tapeten aus Kunststoff oder Gewebe
Streichbürste	in einem Brett sind Borsten oder Haare gebündelt und vulkanisiert; abschraubbarer Griff ist im Brett befestigt Holzheft	zum Auftragen von Tapetenkleister oder Kleber
Farbwalze Farbroller	Rolle mit Lammfell- bzw. Perlonbezug auf Steckbügel	zum Auftragen der Klebstoffe auf die Wand
Zahnleistenspachtel	ein trapezförmiges Stahlblech in einem Holzgriff, zur Aufnahme von Zahnleisten mit verschiedenen Zahnformen für den Auftrag von Klebstoffen	zum Auftragen der Klebstoffe auf den Untergrund bzw. Belagrückseite

13.19 Tapezierwerkzeuge

1 Kunststoff-Andrückspachtel
2 Tapezierwischer, -bürste
3 Andrückwalze
4 Kleisterbürste und Eimer
5 Nahtroller (konisch)
6 Gliedermaßstab (Zollstock)
7 Bleistift
8 Tapezierschere
9 Abrechmesser (Cuttermesser)
10 Malerspachtel
11 Lot
12 Tapetenschiene
13 Tapeten-Schneidhilfe
14 Tapetenschneidemesser (Haumesser)
15 Gleitfußmesser
16 Tapetenabreißer

Werkzeuge und Geräte zum Anbringen und Nachbehandeln

Tabelle **13**.8 Werkzeuge und Geräte zum Anbringen und Nachbehandeln (**13**.19)

Werkzeug/Gerät	Beschreibung	Verwendung
Tapezierbürste	reines Rosshaar, handeingezogen; runde Stirnseiten mit Bart	zum großflächigen Andrücken von Papiertapeten und Raufaser zum Andrücken von Prägetapeten,
Tapetenwischer	Holz mit Griffloch, Nylonborstenbesatz	Papier- bzw. Vlies mit empfindlicher Oberfläche
Andrückrolle	weicher PUR-Gummi oder PVC als Walze mit Bügel Moosgummirollen sind sehr weich	Zum Andrücken der Tapetenbahn. Sie eignet sich für Vlies-, Metall-, Textil-, und Strukturprofiltapeten
Nahtroller	auf einem Stahlbügel steckt eine konische Walze aus Kunststoff oder synthetischem Gummi; tonnenförmige Roller sollen nicht mehr eingesetzt werden	zum Andrücken der Tapetennaht; nicht bei Relief-, Prägetapeten oder gaufrierten Tapeten einsetzen
Kunststoff-Andrückspachtel	aus Kunststoff mit Holzgriff bzw. mit und ohne Griffloch	zum Glätten und Andrücken von Vinyl-, glatte Vliestapeten und Metalltapeten und schweren Wandbelägen zum Wandschnitt an z. B. Türen und Fußleisten

Tabelle 13.8 Fortsetzung

Werkzeug/Gerät	Beschreibung	Verwendung
Abbrechmesser (Cuttermesser)	mit Verschiebe- und Feststellautomatik in unterschiedlichen Ausführungen; abbrechbare Klinge, dadurch immer scharfe Klinge	Universalmesser für Wandbekleidungen, Wand- und Bodenbelägen, Doppelschnitt am Stahllineal oder Tapezierspachtel
Gleitfußmesser	im Griff ist eine auswechselbare Klinge; ein Metallfuß gleitet beim Schnitt auf dem Untergrund und verhindert Beschädigungen	für doppelten Nahtschnitt bei Wandbekleidungen und Wandbelägen; nicht für leichte Tapeten

Für das Tapezieren ist die Wahl der Andrückrolle bzw. des Nahtrollers sehr wichtig. Falsch eingesetzte Werkzeuge dieser Art können die Tapetenoberflächen verformen und Nähte durch Eindrücken sichtbar machen.

Die Verwendung des richtigen und stets scharfen Schneidewerkzeugs ist bei einer Vielzahl der Tapeten und Wandbeläge Voraussetzung für saubere Schnitte und dicht schließende Stöße.

13.1.6 Untergründe und Vorarbeiten

VOB DIN 18366 „Tapezierarbeiten“ schreibt vor, dass der Auftragnehmer seine Bedenken schriftlich vor Arbeitsaufnahme anzumelden hat, wenn er absandende und kreidende Putze, größere Unebenheiten, Ausblühungen, Schimmelbildung, Spannungs- und Setzrisse, feuchte Flächen, Sinterschichten, Verunreinigungen, klaffende Fugen oder alkalische Untergründe festgestellt hat.

Der Untergrund muss sauber, trocken, fest, glatt und leicht saugfähig sein. Alte Tapeten und nicht haftende Beschichtungen sind zu entfernen und Unebenheiten auszugleichen.

Tapeziergründe verlangen wegen der gewöhnlich geringen Tapetendicke saubere, glatte Klebeflächen.

Für dauerhafte Klebungen sind überwiegend mäßig, aber gleichmäßig saugende Untergründe erforderlich.

Alte Beschichtungen

Lacke und Ölfarben müssen zur Erzielung einer guten Haftfähigkeit angeschliffen, mit verdünntem Salmiakgeist angelaugt und nachgewaschen werden. Darauf streicht man als Haftbrücke verdünnten Dispersionskleber (+ 20 % Wasser) oder weiße Fassadenfarbe.

Dispersionsfarben. Früher übliche wischbeständige Beschichtungen sind mit Wasser unter Zugabe von Tapetenablöser erst einzuweichen, dann mit dem Spachtel abzustoßen und nachzuwaschen. Nach Bedarf grundbeschichten und spachteln.

Wasch- und scheuerbeständige Dispersionsfarben prüft man auf Haftung. Freisitzende Beschichtungen evtl. überkleben. Vorher lose Teile abstoßen, nach Bedarf grundbeschichten, dann spachteln.

Leimfarbenbeschichtungen sind vollkommen abzuwaschen. Ein Tapetenablöser zum Wasser erleichtert die Arbeit. Danach immer zuerst grundbeschichten und dann spachteln. Man verwendet auch maschinelle Leimfarbenentferner mit rotierenden Bürsten.

Alte Tapeten sollen vor einer Neutapezierung restlos entfernt werden. Die heutigen schwereren Tapeten und Wandbeläge führen durch erhöhte Spannungen zum Ablösen der Alttapeten und damit zu Blasen und losen Stellen. Außerdem stellt man nach dem Ablösen Risse und andere ausbesserungsbedürftige Stellen fest. Bei abziehbaren Tapeten übernimmt der haftende Papierträger die Aufgaben eines Unterlagsstoffs. Auf gute Haftung und gleichmäßig verbleibende Trägerschicht ist zu achten. Beschädigte Unterlagsstoffe sind ebenfalls zu entfernen.

Das Ablösen alter Tapeten erleichtert man sich durch chemische Zusätze zum Einweichwasser (Tapetenablöser), durch eine Perforierwalze, einen Tapetenabschaber oder Tapetenablösegerät (elektrisch oder Propangas). Die gut eingeweichten Tapeten sind möglichst in langen Bahnen oder großen Stücken von oben nach unten abzuziehen. Mehrschichtige Tapezierungen bearbeitet man lagenweise.

Tabelle **13.9** Untergründe und Vorarbeiten

Untergrund	Beschaffenheit	Abhilfe/Vorarbeiten
Neuputz	ausreichend abgebunden, trocken, frei von Alkalien, fest	überwiegend wie bei Beschichtungsarbeiten (s. Abschn. 9.6)
Altputz	nicht mürbe und verrottet	Grundbeschichtungsstoff, lösungsmittelfrei und lösungsmittelhaltig gut durchtrocknen lassen; sonst Neuputz, Bauplatten o. a. Maßnahmen. Hydraulisch abbindende Spachtelmassen einsetzen
	Putzrisse	(s. Abschn. 9.6.1)
	Kältebrücken (*Merkmale*: Staubanhaftung oder Schimmelpilze)	ausreichend dicke Unterlagsstoffe aus Polystyrol-Hartschaum o.Ä.
	Feuchtigkeit, Salzausblühungen	(s. Abschn. 9.6.1) in schweren Fällen Tapezieren unmöglich
	Öl- und Teerflecke	ölbindendes Isoliermittel; Ölflecken über Öfen und Herden wie zuvor, evtl. Neuputz
	Fettflecken in Küchen	mit Natronlauge auswaschen und gut nachwaschen
	Wasserränder, Rauch- und Rußflecke	Ursache beseitigen; nach mechanischer Entfernung Fluat, Isolierlack oder Unterlagsstoff. Nikotinflecken (Gaststätten) mit Salmiakwasser oder Isoliergrund
	Nägel, Bilderhaken, Fußleisten	Nägel entfernen; aufgedübelte Fußleisten vor dem Arbeiten abnehmen
Sichtbeton	unbedingte Trockenheit, neutral, frei von Schalölresten	Abwaschen mit Ammoniakwasser oder Netzmittellösung; Stoßstellen beispachteln; Unterlagsstoff kleben ist ratsam
Beton	Trockenheit, neutral	Hydrospachtelüberzüge, evtl. grundieren
Gipsplatten	sauber verspachtelte Stöße, nicht federnd, keine Beschädigungen	Grundbeschichtung unbedingt erforderlich, darauf mit Tapetenwechselgrund arbeiten
Holzwerkstoffe	nicht federnd, sauber verspachtelte Stöße, keine herausragenden Schrauben usw.	Planebenheit mit Rutscher schleifen, gut abstauben und nachspachteln; Tischlerplatten mit Grundbeschichtung, Spachtelungen mit Dispersionsspachtel

13.1.7 Auswahl der Wandbekleidung

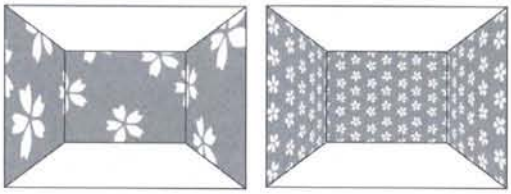
Wandbekleidungen sind weit mehr als nur Verzierung. Sie sind ein Gestaltungselement, das Räume verändert und Stil schafft. Das Wesen der Wandbekleidung (Tapete) ist ihr Muster. Wenn wir verstehen, wie Muster Räume verändern können und welche Ausdruckskraft sie entfalten, erweitern sich unsere gestalterischen Möglichkeiten. Je nach dem, wie streng, locker oder rhythmisch ein Muster angeordnet ist, verändert dies den Charakter und den Ausdruck der Tapete: Stark geometrisch geordnete Ornamente wirken beispielsweise stabilisierend. Bewegte Motive sind auffordernd und lebhaft im Raum. Ungeordnete, zufällig gestreute Strukturen hingegen schaffen eine natürliche Atmosphäre. Beim Betrachten von Muster und Ornament spielt auch die Farbe eine wichtige Rolle. Farben

beeinflussen unsere Gefühle und schaffen Stimmung. Sie sind ein wichtiges Element der Raumgestaltung. Das Wissen, wie Farben wirken und wie sie unser Gefühl bestimmen, hilft Tapeten gekonnt einzusetzen.

Das im Kapitel 4 (Optik und Farbenlehre) über Farbkontraste, Farbdynamik und Farbe im Raum Gesagte gilt im Prinzip auch für das Auswählen der Wandbekleidungen, Wand-, Decken- und Bodenbeläge. Eine Raumgestaltung wird immer dann als gelungen empfunden, wenn ihre Komposition stimmig ist und die Gestaltungselemente dem persönlichen Wohnstil entsprechen.

Tapeten verändern Räume. Ein dunkler Boden schafft ein Fundament, das dem Raum Stabilität und Sicherheit gibt. Werden die Wände hell gehalten, erscheint der Raum großzügig und weit. Sind Boden und Wände hingegen dunkler als die Decke, gewinnt ein Raum optisch an Höhe. Eine dunkle Decke gibt dem Raum ein schützendes Dach und lässt hohe Räume niedrig erscheinen.

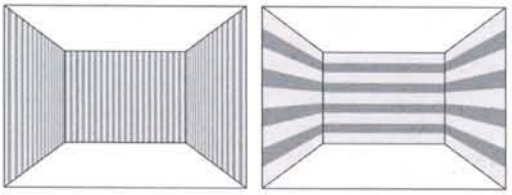
Muster. Große Motive in dunklen Tönen verkleinern die Wandfläche und verschieben die Proportionen. Kleine Muster in hellen Farben hingegen weiten den Raum optisch.



13.20 Muster

Akzentwand. Eine dunkel akzentuierte Wand vermag den Raum zu verkürzen. Die Akzentwand drängt optisch zur Mitte des Raumes. Werden Akzentwand und Bodenfläche ähnlich gestaltet, entsteht eine optische Verbindung, die den Raum verkürzt und Gemütlichkeit schafft.

Streifen. Längsstreifen verengen den Raum und lassen ihn an Höhe gewinnen. Mit Querstreifen hingegen erscheint der Raum niedriger und breiter. Eine dezente, horizontale Betonung im unteren Drittel der Wandfläche wiederum gibt Ruhe und Weite.



13.21 Streifen

Tapetenhersteller bieten für die Entdeckung der persönlichen Vorlieben bebilderte Tapetenbücher und Fragenkataloge an. Hier kann sich die/der Kundin/Kunde zwischen vier Wohntypen einordnen: natürlich – jung – klassisch – designorientiert.

Farbe, Muster, Struktur und Glanz sind bei Tapeten wesentliche Merkmale, die bei der Auswahl und Verarbeitung entscheidend zur Raumgestaltung beitragen.

13.1.8 Prüfrichtlinien für Wandbekleidungen

Wandbekleidungen sind industriell gefertigte, kunstgewerbliche Produkte, die von Fachbetrieben nach verschiedenen neuzeitlichen Methoden hergestellt werden. Jede Wandbekleidung durchläuft während ihrer Fertigung mehrere Kontrollen, damit Papierfehler, Fehldrucke, Farbtonabweichungen und sonstige Mängel weitgehend vermieden bzw. ausgeschieden werden.

Dennoch ist der Verarbeiter nach dem *BFS-Merkblatt Nr. 7* verpflichtet noch vor dem Öffnen der Klarsichtverpackung festzustellen, ob es sich um die bestellte Wandbekleidung handelt.

- Kontrolle der Liefermenge
- Vergleich und Kontrolle der Anfertigungsnummern
- Öffnen und Entfernen der Klarsichtverpackung
- Prüfen der Seitengleichgleichheit (Muster)
- Kontrolle der Fehlerfreiheit der Wandbekleidung (Druckbild; Fächerprobe)
- Reststücke der Wandbekleidung bis zur Abnahme der Tapezierarbeiten aufbewahren

Vor jeder Tapezierung sind die Prüfrichtlinien für Tapeten anzuwenden, da sonst bei Reklamationen kein Ersatz geleistet wird.

Herstelleranweisungen (Einlegezettel) sind zu beachten.

13.1.9 Tapetenbedarf und -zuschnitt

Der Tapetenbedarf ist abhängig von der Rollenbreite und -länge, einer evtl. vorhandenen Rapportlänge (= Abdruck einer vollen Musterlänge), von der Raumhöhe und den im Raum befindlichen Abzugsflächen (Türen, Fenster), wobei Zuzüge über Türen und unter Fenstern zu beachten sind. Das Ergebnis hinter dem Komma wird aufgerundet.

Bei einer Länge von 10,05 m und einer Nutzbreite von 0,53 m reicht die Rolle für 5,00 m^2 Tapezierfläche *ohne* Rapport. Der Verbrauch lässt sich also berechnen:

a) Raumumfang = $(l + b) \cdot 2$

b) Tapezierfläche = $(l + b) \cdot 2 \cdot h$

c) Rollenzahl = $\dfrac{(l + b) \cdot 2 \cdot h}{5{,}00\ m^2}$

Beispiel

l = 5,00 m; b = 4,00 m; h = 3,00 m

$$\frac{(5{,}00 + 4{,}00) \cdot 2 \cdot 3{,}00}{5{,}00} = 10{,}8 = \textbf{11 Rollen}$$

Es werden abgezogen:

- Bei Abrechnung nach Flächenmaß (m^2): Öffnungen, Aussparungen und Nischen über 2,50 m^2 Einzelgröße
- Bei Abrechnung nach Längenmaß (m): Unterbrechungen über 1,00 m Einzellänge.

Mit *Rapport*: Anzahl der Bahnen feststellen. Zimmerhöhe durch das Rapportmaß des Musters teilen. Das Ergebnis auf die nächste ganze Zahl aufrunden: z. B. Zimmerhöhe 3,00 m, Rapport 42 cm; 300:42 = 7,15 Rapporte, aufrunden auf 8 Rapporte. 8 Rapporte ergeben 3,36 m. Die Rollenlänge wird nun durch diese Zahl geteilt; das ergibt die Anzahl der Bahnen je Rolle.

Der erfahrene Tapetenfachmann ermittelt den Tapetenbedarf, indem er die Zimmerwände abschreitet und die Rollenbreite als Bahnenzahl anhält. Nach der Höhe des Raums berechnet er dann die Anzahl der Bahnen, die eine Rolle ergibt.

Beispiel

36 Bahnen, h = 3,00 m (= 3 Bahnen je Rolle) also 36:3 = **12 Rollen**

Beim Zuschneiden hält man gemusterte Tapeten genau aneinander, um den Ansatz festzustellen. Dabei sind drei *Ansatzarten* möglich (Tab. **13.**2). Da die kantenfertigen Tapeten heute keine Ansatzpfeile haben, nimmt man ein bestimmtes Musterelement als ständig wiederkehrendes Ansatzzeichen. Der Abstand zwischen sich wiederholenden Teilen eines Musters heißt Rapport. Alle Rollen sind stets nur in einer Richtung aufzuschneiden. Oft ist das Nummerieren der Bahnen an der Oberkante mit Bleistift angebracht.

Abtrennen kann man die Bahnen (unter Zugabe für den Fußleistenbeschnitt) auf verschiedene Weise: Rollenende umlegen und mit dem Tapetenschneidemesser (Haumesser) durchtrennen (**13.**19), Abschneiden mit der Schere bei schweren Textiltapeten, Abreißen mit einem Tapetenabreißer (**13.**19) und bei Tapeziergeräten mit den eingebauten Abreißvorrichtungen. Hierbei die Hinweise des Herstellers beachten!

13.1.10 Tapezieren

Normaltapeten

Die zahlreichen Tapetenarten und Untergründe machen ausführliche Darstellungen unmöglich. Bei allen Tapezierungen, vor allem mit normalen Tapeten, kehren jedoch bestimmte Handgriffe und zu bedenkende Merksätze wieder.

Die günstigsten Temperaturen für das Tapezieren liegen zwischen 18 und 20° C.

Schnurschläge sind zur genauen Ermittlung einer Senkrechten wichtig. Lotabweichungen wirken störend bei Streifen, geometrische Muster an den oberen Kanten oder bei Stößen an Türen und Fenstern. Alternativ kann man mit Wasserwaage und Bleistift eine senkrechte Linie ziehen.

13.22 Ausloten und Schnurschlag

Der Kleisteransatz richtet sich nach der Saugfähigkeit des Untergrunds, dem Tapetenpapier und der Dicke der Tapete (z. B. mehrschichtig). Die Hinweise für Ansatz und Mengen sind genau zu befolgen.

Lieber dicken Kleister dünn auftragen als umgekehrt. Dickerer Ansatz für stark saugende dickere Tapeten. Ein konzentrierter Kleister lässt sich immer noch verdünnen. Knotenhaltiger oder schlecht gequollener Kleister hat verminderte Klebekraft und kann sich unter der Tapete markieren.

Zum Einkleistern dreht man die Bahnen um, so dass die bedruckten Seiten nach unten liegen. Die hintere Bahnkante sollte mit der Kante des Tapeziertisches bündig abschließen. Die oberste Bahn wird bis zur Vorderkante des Tisches gezogen. Der Kleister ist gleichmäßig von rechts nach links aufzutragen – nicht zu dick und stets von der Mitte der Bahn hin zu den Rändern (**13**.23).

Das mögliche Miteinkleistern der darunterliegenden Bahn soll vermieden werden. Bei Tapezierarbeiten geringen Umfangs kann noch mit der Bürste eingekleistert werden.

13.23 Einkleistern von Hand

Im Allgemeinen haben sich Tapeten-Kleistergeräte durchgesetzt, deren Effektivität besser ist.

Die folgende Bahn darf noch keinen Kleisterstreifen erhalten, denn durch zweimaliges Weichen können Flecken auf der Sichtseite bleiben.

13.24 Einkleistern mit dem Tapeten-Kleistergerät

Beim Zusammenlegen der eingekleisterten Bahnen achtet man darauf, dass die Oberkante immer zu $^2/_3$, die Unterkante zu $^1/_3$ umgeschlagen werden. Dabei dürfen keine scharfen Knicke entstehen (**13**.25).

Die Weichzeit ist unterschiedlich (*Hinweiszettel beachten*). Sicher ist, dass man eine Bahn ankleben kann, wenn sich die Kanten nicht mehr hochstellen.

Kantenbeschnitt. Die heutigen Tapeten sind fast alle „kantenfertig". Das verlangt große Vorsicht beim Einkleistern. Zum Beschneiden bestimmter Spezialtapeten hat sich der an der Metallschiene ge-

13.25 Zusammenlegen der eingekleisterten Tapetenbahnen

führte Tapetenschneider mit auswechselbarer Klinge bewährt.

Vom Licht weg. Obwohl heute fast nur noch „auf Stoß" tapeziert wird, beginnt man im Allgemeinen immer noch am Fenster – vom Licht weg. Großgemusterte, schwere Spezialtapeten fängt man in der Wandmitte an zu kleben und geht symmetrisch nach beiden Seiten weiter.

Zum Anlegen nimmt man die über den Unterarm gelegte Bahn langsam auseinander. Um Kleisterflecken an der Decke zu vermeiden, kann man oben einen Streifen umschlagen oder legt einen weißen Papierstreifen etwas überstehend ein.

Angebürstet, angerollt und angedrückt wird mit dem richtigen Werkzeug (**13.**19; **13.**26). Man beginnt von oben her und geht nach den Seiten vor. Falsch angelegte Bahnen nimmt man in der ganzen Länge ab und legt sie neu an. Nur kleine Fehler lassen sich durch Zurechtschieben korrigieren. Beim Tapezieren auf Stoß streicht man die Wandstellen, auf denen sich die Bahnen stoßen, etwa 10 cm breit mit Dispersionsfarbe oder Vorlack im Grundton der Tapete vor. Kleinere Stoßöffnungen treten dann nicht in Erscheinung.

Den Überstand des unten umgelegten Teils beschneidet man nach sorgfältigem Eindrücken in den Winkel Fußleiste – Wand. Dafür verwendet man Beschneidelineale oder Tapezierspachtel (**13.**19). Fußleisten und Türenkanten dürfen nicht überklebt werden (VOB DIN 18366 „Tapezierarbeiten"). Den oberen Überstand markiert man am besten am Tapezierspachtel, bevor man ihn beschneidet.

Die Nahtstellen werden kaum noch „überlappt" ausgebildet. Für alle Nahtausbildungen eignet sich der glatte, nicht tonnenförmige Nahtroller am besten.

13.26 Andrücken der Tapetenbahnen (z. B. Tapezierwischer)

Der doppelte Trennschnitt bei schweren Tapeten und verschiedenen Wandbelägen gibt einen sauberen Nähteschluss. Dazu wird die folgende Bahn einige cm überklebt. Etwa auf die Mitte der Überlappung legt man ein Stahllineal und schneidet mit einem Klingenschneider oder Gleitfußmesser beide Bahnen durch. Das Abfallstück zieht man heraus und schließt nach erneuter Klebereingabe den Stoß. Mit dem Gleitfußmesser (**13.**19) lassen sich auch voluminöse und schwere Strukturprofiltapeten und Vliestapeten verarbeiten ohne den Untergrund anzuschneiden. Die überlappten Bahnen werden mit dem Cuttermesser handbreit eingeschnitten, das Gleitfußmesser in den Schnitt eingehängt und freihand bis zum Bahnende durchgezogen.

Das Trocknen der Tapeten darf nicht durch zu starkes Heizen beschleunigt werden, sonst können die Stoßnähte aufgehen. Zugluft ist zu vermeiden. Wenig geöffnete Fenster genügen zum Entweichen der Feuchtigkeit. Tapeten mit Überzügen (Kunststofftapeten) trocknen mindestens 3 bis 4 Tage.

Spezialtapeten

Den Begriff Spezialtapeten kennt die Fachliteratur einschließlich der Technischen Richtli-

nien nicht mehr. Doch lassen sich Tapeten bestimmter Dicke oder Oberfläche (z. B. Metall), mit einer besonderen Untergrundvorbereitung, vor allem aber mit einer speziellen Verarbeitungstechnik als „Spezialtapeten" bezeichnen. Dazu gehören Velours-, Textil-, Metall-, Naturwerkstoff- und Wandbildtapeten. Bei ihrer Verarbeitung gelten folgende Regeln:

Der Untergrund muss fest, trocken und vor allem völlig glatt sein (kleinere Ausnahmen bei schweren Textiltapeten). Gespachtelt wird grundsätzlich mit hydraulisch abbindenden Massen. Zusätzlich Grundbeschichtung.

Metalltapeten sind äußerst empfindlich gegen Feuchtigkeit und Alkalität. In jedem Fall ist eine Grundbeschichtung erforderlich. Keinen Leim oder Dispersionsspachtel einsetzen; Beiputzstellen neutralisieren. Gleichmäßiger Kleberauftrag (*nach Anweisung*) auf den Untergrund. Beim Andrücken mit der Tapezierwalze oder einem weichen Tuch Knicke vermeiden. Kleisterflecke sofort entfernen. Bei einigen Erzeugnissen wird abwaschen und abledern der tapezierten Wände empfohlen.

Spezialkleister. In der Regel kann man sagen: Spezialtapeten verlangen Spezialkleister. Bei einigen Tapeten ist laut Anweisung ~ 20 % Dispersionskleber zuzugeben.

Der Kleisterauftrag kann evtl. auf den Untergrund erfolgen, so dass die eingerollte Tapetenbahn auf der Wand abgerollt wird (z. B. Vliestapeten, Metalltapeten, Textiltapeten). Eingekleisterte Bahnen der meisten Spezialtapeten dürfen – auch beim Zusammenlegen – nicht geknickt werden. Kleisterflecken entfernt man sofort von der Sichtseite mit einem feuchten Schwamm und sauberem Wasser (*nur abtupfen*).

Zum Andrücken braucht man weiche Moosgummirollen statt der Tapezierbürste. Vliestapeten und Kunststofftapeten kann man kräftig mit einem Tapezierspachtel anreiben.

Überstände beschneidet man grundsätzlich am Beschneidelineal bzw. Tapezierspachtel mit einem sehr scharfen Klingenschneider.

Herstelleranweisungen sind genau zu beachten.

Velours-, Textil-, Metall-, Naturwerkstoff- und Wandbildtapeten sind nach besonderen Verarbeitungsregeln sorgfältig zu verkleben. Beachten Sie die einliegenden Hinweiszettel genau. Reklamationen infolge falscher Verarbeitung können sehr teuer werden.

Tapezieren schwieriger Raumteile

Leibungen und Nischen. Obwohl Fensterleibungen oft ungerade Kanten haben, sollte man versuchen, einen schmalen Streifen um die Kanten zu kleben. Dazu wird der Streifen mehrfach mit der Schere im rechten Winkel eingeschnitten; dann legt er sich sauber um. Die umzulegende Bahnenkante muss 1 bis 2 cm um die Ecke reichen. Auch bei Garderoben-, Kamin- und anderen Nischen sollte der Tapetenstoß nicht genau auf der Kante liegen.

Raumecken können durchgehend geklebt werden, wenn nur ein schmaler Streifen um die Ecke geführt wird. Sonst wird die Bahn so getrennt, dass man zum größten Maß 1 bis 2 cm hinzugibt, um die Ecke zu umkleben. Auch hier einschneiden des umzulegenden Streifens. Die Restbahn ist an der neuen Wand auszuloten.

Muster über Türen sind fortlaufend zu kleben, d. h. ohne Musterunterbrechung. Den dabei abfallenden Streifen kann man vielleicht später noch benutzen; er sollte deshalb nicht zusammenkleben. Bei Spezial- und Uni-Tapeten muss das Türenstück von derselben Rolle geschnitten werden, also fortlaufend.

Bei Rundbogen klebt man zuerst die senkrechten Leibungen; dabei soll die Tapete etwa 2 cm um die Kante gehen (einschneiden wie bei Fensterkanten). Der in den Bogen zu klebende Streifen wird etwa 0,5 cm schmäler geschnitten und sauber eingeklebt.

Treppenhäuser bieten infolge der teilweisen hohen Wände, durch die Treppenstufen und die unterschiedlichen Bahnenlängen oft erhebliche Schwierigkeiten. Grundsätzlich sollten zwei Tapezierer eingesetzt werden. Beim Bahnenzuschnitt ist auf ausreichende Längen bei den steigenden Wänden zu achten.

Deckentapezierungen

Die Decke ist die größte, frei einsehbare Fläche im Raum. Insbesondere im Streiflicht zeichnen sich deshalb Störungen im Untergrund deutlich ab.

Ein fester gut vorgearbeiteter Untergrund ist unbedingt erforderlich. Grundbeschichtungsmittel, sauber ausgebesserte Risse.

Leichte Unebenheiten sind im Lampenlicht erkennbar. Man beseitigt sie durch Spachtelarbeiten oder kaschiert sie durch geeignete Tapetenmuster.

Klebeplan. Beim Tapezieren des ganzen Raums wird natürlich zuerst die Decke beklebt. Ein Klebeplan der Bahnenfolge kann nützlich sein.

Tapezierbare Deckenkassetten (z. B. Textile) sind für große Räume geeignet.

Überstand. Die Bahnen sind mit jeweils 5 bis 10 cm Überstand zuzuschneiden. Den geringen Überstand an der Wand schneidet man am Tapezierspachtel ab.

Mit dem Lichteinfall kleben! Überlappungen machen sich an Decken auffällig bemerkbar. Man beginnt am besten in der Deckenmitte und tapeziert von dort nach beiden Seiten.

Mit modernen **Vliestapeten**, ob fertig dessiniert oder überstreichbar, lässt sich die Decke ohne großen Aufwand sauber tapezieren. Auf gut vorbereiteten Flächen wird der Kleister auf die Decke aufgetragen. Da Vliestapeten keine Weichzeit brauchen, wird die zugeschnittene Bahn in das Kleisterbett eingelegt und auf Stoß ausgerichtet. Den überstehenden Streifen schneidet man gleich mit einer Andrückspachtel und einem Cuttermesser auf Spachtelstärke zurück.

Tapezierfehler

Tabelle **13.10** Übersicht Tapezierfehler

Fehler	Ursache	Abhilfe/Vermeidung
Farbtonunterschiede in den Bahnen	Verarbeitung von Rollen aus verschiedenen Druckgängen	Rollenvergleich laut Prüfrichtlinien, Anfertigungsnummer
Tonunterschiede über den Türen	Türstücke nicht fortlaufend von derselben Rolle geschnitten	bei Uni- u. a. Tapeten sind diese Stücke von derselben Rolle zu nehmen
senkrechte verfärbte Streifen	Tapetenbahnen nicht richtig eingekleistert, daher zweimaliges Weichen	richtiges Zurechtlegen und Einkleistern
Schattierungen (Verfärbungen) in den Bahnen	unterschiedliche Weichzeiten oder Tapete nicht auf Sturz geklebt, obwohl es gefordert wurde	gleichmäßige Weichzeit aller Bahnen; Sturzklebung bei Hinweisen beachten
Verfärbungen	starke Alkalität der Wände, evtl. auch alte Bronzetapeten überklebt	Putz genügend trocknen lassen, Kopierstifttest, evtl. fluatieren; Bronzetapeten restlos entfernen
raue Tapetenoberflächen	unsauberer Untergrund Knoten im Kleister Überklebung alter plastischer Tapeten stellenweise Unebenheiten auf dem Träger abziehbarer Tapeten	Wände abreiben, evtl. Makulatur oder Vliestapete vorkleben, nachschleifen kaltes Leitungswasser verwenden, Kleister zügig einstreuen und gut durchschlagen Tapeten immer entfernen; Spezialtapeten notfalls abschleifen und überspachteln abziehbare Tapeten nicht mit Spezialkleister geklebt
unebene Tapetenoberflächen	unregelmäßiger Putz, alte Ausbesserungs- oder Gipsstellen	Glättputz aufbringen, spachteln und schleifen, Saniervlies kleben
durchgeschlagene Flecken	Rost Wasser Kleister	Rohre, Deckel usw. mit Isolierlack streichen Putz fluatieren, mit Wasser nachwaschen Kleisterflecken sofort nach dem Kleben einer Bahn feucht entfernen
Schimmelpilze	feuchte Wände, schlecht belüftete Räume, unzureichende Wärmedämmung	Pilzgiftmittel oder Fluat streichen, Räume öfter lüften, Unterlagsstoffe oder Dampfsperren kleben
Blasen	ungenügende Weichzeiten	Wartezeiten beachten; schwere Tapeten nicht übereinanderliegend weichen lassen

Tabelle 13.10 Fortsetzung

Fehler	Ursache	Abhilfe/Vermeidung
Blasen	ungenügende Haftung	glatte Untergründe anrauen; Hartschaumunterlagen mit Haftbrücke vorstreichen
	Luftblasen nicht sorgfältig ausgestrichen	Anbürsten oder Anreiben mit vorgeschriebenen Werkzeugen in richtiger Technik
Falten	schiefes Anlegen der Bahn, danach nur teilweise zurechtgerückt	Tapete senkrecht aushängen lassen; bei falscher Anlage vollständig abnehmen
	Falten in der Tapete	durch Nachquellung an der Wand entstandene Falten gehen beim Trocknen nicht immer zurück
Falten in den Ecken	Tapeten in den Ecken nicht richtig getrennt, schlecht in die Ecken gedrückt	in den Raumecken trennen, herumgeführte Streifen öfter waagerecht einschneiden

13.2 Wandbeläge

13.2.1 Arten und Eigenschaften

Man unterscheidet textile und Kunststoff-Wandbeläge, über deren Arten und Eigenschaften der Maler- und Lackierer Bescheid wissen muss.

Textile Wandbeläge

Wandbelag aus Glasseide gibt es in Bahnenform mit besonderen Strukturen. Er ist sehr beständig gegen äußere Einflüsse, isoliert und ist nicht brennbar. Die unkaschierten Bahnen verschiedener Webarten sind in mehreren Farben für Wandbeklebungen geeignet, oder man bettet sie in Dispersionskleber ein.

Wandbeläge aus natürlichem oder synthetischem Material sind gewebt, getuftet, genadelt oder gewirkt, mit oder ohne Rückenbeschichtung bzw. Träger. Sie können naturfarben oder eingefärbt sein, auch mehrfarbig. Ihre Wirkung beruht auf dem Material, der Herstellungstechnik und der Farbgebung. Man klebt sie meist mit transparent auftrocknendem Kleber. Hier ist auch der Filzwandbelag mit Träger zum Verkleben einzuordnen.

Wandbelag aus Fotoleinen. Mit fotografischen Emulsionen beschichtete Gewebe werden fotomechanisch nach Dias oder Fotos mit Motiven versehen. Diese hochwertigen Erzeugnisse sind lichtecht und reflexionsfrei. Sonderanfertigungen sind handkoloriert. Die Verarbeitung erfordert vollkommen glatte Untergründe und besondere Sorgfalt.

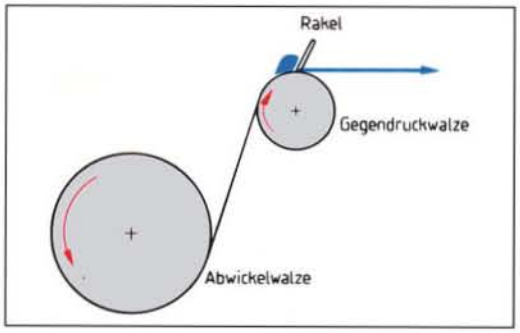
Kunststoff-Wandbeläge

Wandbelag aus Kunststofffolien. Die Folien sind mit den Unterlagsstoffen durch Nähte, Verschweißungen oder andere Verfahren haltbar verbunden. Die Träger erleichtern die Handhabung und ermöglichen die Klebung. Zusätzlich sind Kunststoffüberzüge aufgebracht.

Bei Wandbelägen aus kunststoffbeschichtetem Träger sind die Gewebe, Gewirke, Vliese, Schaumstoffe oder andere Materialien fest mit einer Kunststoffschicht verbunden. Gewebe und Gewirke werden im Rakelverfahren ein- bis zweimal beschichtet, danach kann man sie in einem Kalander wie Tapeten prägen (**13**.27).

Wandbelag aus Kunststoffverbundfolien. Hier sind zwei oder mehrere Kunststofffolien ganzflächig fest miteinander verbunden. Man kann sie mit bestimmten mehrschichtigen Bodenbelägen vergleichen, jedoch sind sie nicht so dick wie diese.

Wandbeläge aus Kunststoffschaum mit oder ohne rückseitigem Träger, in dickeren Schichten, sind sehr elastisch, stoßfest und strapazierfähig. Sie dämpfen spürbar den Raumschall.



13.27 Beschichten einer Gewebebahn mit PVC-Masse (nach dem Rakelverfahren)

Kunststoff-Wandbeläge lassen sich mit üblichen Haushaltsmitteln gut reinigen, sind stoß- und kratzfest, weich, alterungsbeständig und unverrottbar. Träger verstärken die Erzeugnisse und dienen dem Verkleben.

13.2.2 Klebetechniken

Unterlagsstoff aus Polystyrol-Hartschaum

Je nach Beschaffenheit des Untergrunds (rau, glatt, wellig, Außenwand, Kältebrücken) und dem Verwendungszweck wählt man diesen Unterlagsstoff in Dicken von 2 bis 5 mm, in extremen Fällen kaschiert bzw. bis zu 10 mm Dicke (Bahnen 1,00 m breit oder Platten). Saubere und feste, „klebfähige" Untergründe sind erforderlich; denn sie sollen später Tapeten und Wandbeläge tragen.

Alte Beschichtungen, Tapeten usw. sind zu entfernen, Ölfarbenbeschichtungen anzurauen. Stark saugende Flächen grundiert man mit verdünntem Kleber, putzfeuchte Wände werden fluatiert. Dauernd feuchte Wände sind durch den Auftraggeber (bauseits) trockenzulegen. Stellen mit Schimmelpilzbefall sind gründlich abzubürsten und mit Pilzgiftlösung zu behandeln. Stark saugende Untergründe erfordern eine Grundbeschichtung. Sehr unebene Wände sind bei kaum gemusterten oder Uni-Tapeten zu glätten (Wand- oder Füllspachtel); feine Risse können offenbleiben. Geklebt wird mit Hartschaumkleber für Polystyrol-Bahnen oder Platten.

Verklebung. Man beschichtet nur eine Bahnenbreite der Wand satt ein, damit der Kleber nicht zu schnell anzieht; Kanten und Raumecken besonders dick. Die auf etwas mehr als Bahnenlänge lose aufgerollte Bahn wird auf der Wand abgerollt, mit der flachen Hand und einer breiten Gummiwalze (nicht zu stark!) angedrückt. Hartschaumplatten lassen sich ebenso verarbeiten. Der Trennschnitt an der Fußleiste muss geübt werden, denn der starre Schaumstoff lässt sich nur schwer in den unteren Winkel drücken. Die Platten sind genau zu stoßen; eine leichte Überspachtelung der Stöße wird vor allem bei ungeradem Untergrund notwendig sein. Falls kein genaues Stoßen der Bahnen möglich ist, arbeitet man mit dem doppelten Trennschnitt.

Polystyrol-Hartschaumbahnen müssen mindestens 24 Stunden trocken, bevor tapeziert wird. Der Auftrag einer Haftbrücke zur besseren Kleisterannahme ist anzuraten: Hartschaumkleber + 10 bis 25 % Wasser.

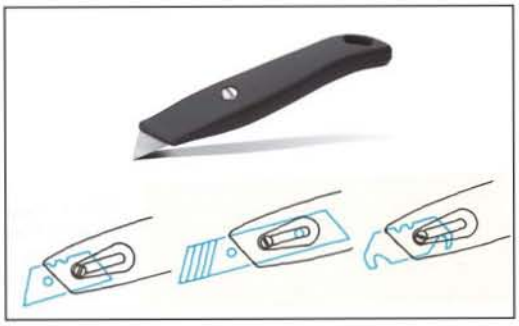
Kunststoff-Wandbeläge

Die Auswahl richtet sich nach dem Zweck, oft auch nach dem Untergrund, denn dickere Wandbeläge können kleine Untergrundunebenheiten verdecken. In dauernd bewohnten Räumen sollte man wegen der erschwerten Diffusion nicht alle vier Wände damit ausstatten.

Die Wände sind wie für das Tapezieren schwerer Tapeten vorzubereiten. Mit zunehmender Dicke der Beläge werden die Anforderungen an den Untergrund geringer. Eine Grundbeschichtung ist erforderlich, sonst könnten die auftretenden Spannungen evtl. den Feinputz absprengen. Ideale Untergründe sind Bauplatten, Gipsplatten und Holzwerkstoffe (Span- und Tischlerplatten).

Werkzeuge und Geräte. Wegen der verschiedenen Werkstoffe und des unterschiedlichen Aufbaus sowie der besonderen Breiten braucht man neben den üblichen Tapezierwerkzeugen:

Gummiwalzen, Tapezierspachtel und saubere Tücher zum Anreiben, denn mit der Tapezierbürste kann man nicht bei Kunststoffbelägen arbeiten, sie rutscht nur leicht darüber.



13.28 Universalmesser mit auswechselbaren Klingen, auch für Bodenbelagarbeiten geeignet

Farbroller sind praktisch zum Kleberauftrag, weil wegen der breiten Bahnen in der Regel größere Flächen auf einmal beschichtet werden müssen.

Klingenschneider ersetzen weitgehend die Tapezierschere (**13.28**).

Ein Stahllineal von 60 bis 80 cm Länge braucht man vor allem für den Kantenschnitt.

Beim Verarbeiten bahnenförmiger Kunststoff-Wandbeläge sind geeignete Werkzeuge zum Andrücken und scharfe Schneidegeräte wichtige Hilfsmittel.

Kleber. Die verschiedenen Kunststoff- Wandbeläge sind je nach Anweisung mit Kunststoff-Dispersionskleber oder Spezial-Tapetenkleister und einem Zusatz von Dispersionskleber zu verarbeiten. Die Herstellerhinweise sind zu beachten. Besonders wichtig ist die Konsistenz, darum niemals unnötig verdünnen. Das Wasser kann zur Folienseite hin nicht abwandern. Im Allgemeinen trägt man auch hier den Kleber satt auf.

Verarbeitung

Vergleich der Rollennummern, ob die Beläge aus derselben Fertigung (Charge) stammen. Auch ein Farbvergleich ist erforderlich.

„Auf Sturz" darf nur bei ausdrücklicher Anweisung geklebt werden.

Nur bei ≥ 20 °C darf man Kunststoff-Wandbeläge verarbeiten. Vorher lagert man sie in warmen Räumen.

Etwas Zugabe ist trotz der leichten Dehnbarkeit anzuraten.

Webkanten sind in einigen Fällen bei Gewebeträgern in 2 bis 3 cm Breite vorher zu entfernen. Beim doppelten Nahtschnitt an der Wand ist dies nicht nötig; man legt die Überlappung einschließlich Gewebekanten genügend breit. Für den Trennschnitt ist ein Klingenschneider mit Gleitfuß am sichersten.

Kunststoff-Wandplatten

Wandplatten sind auf Polyvinylchlorid-(PVC-) Basis oder als Schaumstoffplatten im Handel. Sie können glatt oder leicht strukturiert sein, sind strapazierfähig, unverrottbar und leicht zu reinigen. In Wasch-, Bade- und Duschräumen sollen sie nicht verlegt werden, weil sie nicht verfugt werden und daher Feuchtigkeit durchlassen.

Untergründe müssen fest, glatt, eben, spannungsfrei, trocken und ohne Risse sein. Am besten ist ein abgeriebener, verlängerter, saugfähiger Zementmörtelputz. In Neubauten sollen die Fußleisten schon gesetzt sein. Span- und Gipsplatten eignen sich nach einer Grundbeschichtung.

Das Verlegen von Kunststoff-Wandplatten erfordert vollkommen ebene Untergründe. Unebenheiten machen sich störend bemerkbar, weil die Platten nicht verfugt werden. Deshalb sind sie auch in Nassräumen nicht geeignet.

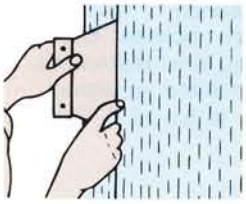
Werkzeuge. Um die waagerechten und senkrechten Fugenverläufe auszumitteln, braucht man eine Wasserwaage. Ein Zahnspachtel mit feiner Zahnung dient zum Kleberauftrag, eine Gummiwalze oder ein Filzbrett zum Andrücken. Hinzu kommen Stahllineal und Klingenschneider. Für Ausschnitte (z. B. Lichtschalter) nimmt man eine scharfe Schere. Schleifpapier, grob und fein, glättet die geschnittenen Kanten.

Wandeinteilung. Die maschinell gestanzten Platten haben genaue Abmessungen – die Wände nicht. Zum einwandfreien Verlegen sind deshalb Vorarbeiten nötig.

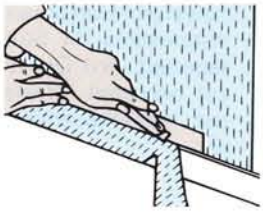
Bei unebenem Boden setzt man die Verlegehöhe von der tiefsten Stelle her ab. Die so gewonnene obere Linie wird mit der Wasserwaage an allen Wänden abgesetzt, bei wandhohen Verlegungen etwa in Augenhöhe (≈ 1,60 m). An dieser oberen Begrenzungslinie dürfen keine angeschnittenen Platten liegen. Ebenso wenig darf man an Türen, Fenstern und Raumecken zu schmale Plattenteile legen. Vor dem Verlegen prüft man alle Platten auf Farbgleichheit.

Tabelle **13.**11 Kunststoff-Wandbeläge

Untergrund	Kleber	Vorarbeiten	Verklebung
Kunststoff-Wandbelag auf Gewebeträger			
sauber, fest, leicht saugfähig, trocken, möglichst glatt, evtl. Flächenspachtel bzw. Tiefgrund für gleichmäßiges Saugvermögen	transparent auftrocknender Dispersionskleber evtl. + 10 bis 20 % Spezialkleister 1:20	Bahnen möglichst für Kleben auf Sturz zuschneiden	Kleber mit Farbroller auf den Untergrund in Bahnenbreite, Bahnen sauber oben anlegen bzw. bei ≈ 3 cm Zugabe im Deckenwinkel später nachschneiden; mit Kunststoff-Tapezierspachtel kräftig andrücken, alle Überstände am Beschneidelineal mit Cuttermesser sauber abschneiden; Überlappung der folgenden Bahnen (≈ 6 cm) und doppelter Nahtschnitt, bei dünnen Belägen = 30 Min. warten; Nähte vor dem Schließen mit Kleber nachstreichen; in den Ecken getrennte Bahnen gut eindrücken (**13.**29); bei Außenecken ≈ 10 bis 20 cm um die Ecke führen, keine Stöße auf einer Ecke
Wandbelag auf Kunststoffschaum			
wie oben	Verklebung mit Fliesenkleber, leichtere Ware mit Dispersionskleber ohne Zugaben	Bahnen möglichst für Kleben auf Sturz zuschneiden	Kleberauftrag mit feingezahntem Spachtel auf den Untergrund; Auftrag auf Belagrückseite verlängert die offene Zeit; für oberen und unteren Beschnitt kann man zunächst ≈ 10 cm ohne Kleber lassen und später nachkleben; mit Kunststoff-Tapezierspachtel kräftig andrücken; bei Fußleistenschnitt Bahn etwas stauchen, nicht dehnen (**13.**30); Stöße mit doppeltem Nahtschnitt; Ecken wie bei Kunststoff-Wandbelag auf Gewebeträger; alle Kleberflecken sofort mit sauberem Wasser entfernen und nachreiben



13.29 Eindrücken eines Kunststoff-Wandbelags in die Raumecke mit einem Kunststoff-Spachtel



13.30 Trennschnitt des Wandbelags an der Fußleiste

Musterverlegungen mit zwei Farbtönen sind möglich, z. B. senk- oder waagerechte Reihungen, versetzte Reihen, Schachbrett. Dabei beginnt man möglichst in der Wandmitte.

Fehler in der Wandeinteilung und -ausmittelung lassen sich nach begonnener Verlegung nicht wieder korrigieren. Entfernen und Neuverlegen der Platten aber kosten viel Geld.

Kleber. Je nach Plattenfabrikat eignen sich helle Neoprenekleber (synthetischer Kautschuk) schnellanziehend, Kontaktkleber für beidseitigen Auftrag (auf Untergrund und Plattenrückseite) und besonders Dispersionskleber (pastos mit hoher Anfangshaftung).

Verarbeitung. Die Kleber trägt man satt und gleichmäßig auf. Je nach Klebeart und Untergrund streicht man etwa 1 bis 1,5 m^2 ein. Durch die Fingerprobe wird der richtige Zeitpunkt der Kleberablüftung ermittelt: Es darf dann kein Kleber mehr am Finger haften. Die meisten Fabrikate lüften in 10 bis 15 Minuten ab.

Die erste Platte legt man sehr genau an, denn sie ist richtungweisend für alle anderen. Jede Platte wird nur von einer Seitenkante eingelegt, also nicht gleich vollflächig. Beginnt man an den abgesetzten Geraden, fallen die schmalen Plattenteile unten an, wo man sie weniger wahrnimmt. Alle Platten werden mit der Gummirolle angerollt oder mit dem Filzbrett vollflächig angeklopft.

Eckstöße müssen sehr gerade verlaufen und evtl. vorgespachtelt werden. Man klebt zuerst die ganzen Platten der Ecke und passt zerschnittene einzelne genau ein. Bei vorspringenden Ecken kann man

manche Erzeugnisse durch vorsichtiges Erwärmen „um die Ecke biegen". Setzt man vorher Eckwinkelprofile, müssen die Platten einzeln genau eingepasst werden.

Man trennt Platten durch Anritzen mit einer Stahlnadel auf der Vorderseite und Abbrechen nach rückwärts. Auch am Stahllineal kann man sie durchtrennen. Die geschnittenen Kanten glättet man mit Schleifpapier. Ausschnitte für Rohre usw. zeichnet man mit dem Bleistift vor, wärmt die Platte rückseitig an und schneidet mit der Schere oder dem Messer aus.

13.3 Kunststoff-Deckenplatten

13.3.1 Untergründe, Werkzeuge und Kleber

Sichtplatten aus Polystyrol werden auf Neuputz, Beton, Porenbeton o. ä. Untergründe verlegt, wenn der Untergrund eben und ausreichend trocken ist. Stark saugende Untergründe brauchen eine Grundbeschichtung. Sollen große Unebenheiten, Schalöle u. a. Untergrundmängel überbrückt werden, verlegt man auf Lattenroste. Altbeschichtungen, Tapeten usw. sind zu entfernen. Dispersionsbeschichtungen gut aufzurauen. Einzelne kleinere Risse überdecken die Platten.

Hart-PVC-Deckenplatten brauchen ebene Decken. Man befestigt sie auf Putz mit Klammerapparaten und ausreichend langen Klammern. Diese Platten haften nur rein mechanisch und überdecken alte Beschichtungen und Tapeten. Auf Beton ist diese Technik nicht möglich, doch kann man auf glatten Betonflächen dafür geeignete PVC-Deckenplatten kleben.

Werkzeuge. Ein scharfer Klingenschneider mit Spezialklingen, ein Stahlwinkel mit ≥ 60 cm Länge und ein Zahnspachtel für Kleberauftrag sind die wichtigsten Werkzeuge. Hinzu kommen für Polystyrol-Deckenplatten eine saubere stabile Arbeitsplatte, zum Andrücken der Platten eine weiche Gummiwalze, ein Streichroller und saubere Tücher.

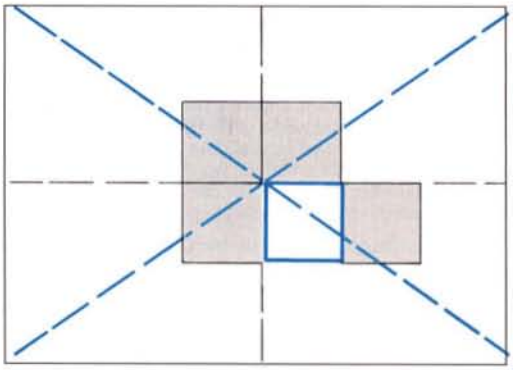
Für das Zuschneiden von Plattenteilen gibt es besondere Schneidmesser sowie feinzahnige Sägen bzw. elektrische Hartschaumplatten-Schneider. Die letzten ergeben besonders scharfe Schnitte und vermeiden lästigen Schneidstaub.

Als Kleber verwendet man Dispersionskleber, die für *Plattenklebung* geeignet sein müssen, d. h. schnelles Anziehen und stark gefüllt. Der Auftrag erfolgt vollflächig auf der Plattenrückseite; *keine Randbeklebungen.*

13.3.2 Verlegen von Polystyrol-Deckenplatten

Bei der direkten Verlegung erhalten die Platten direkten Kontakt mit dem Untergrund. Man beginnt in der Mitte der Deckenfläche. Dazu sind exaktes Abschnüren und Ermitteln des Deckenmittelpunkts erforderlich, wo man die erste Platte anlegt. Es ist auch darauf zu achten, dass die gegenüberliegenden Deckenstreifen immer gleich breit sind. Hier werden geteilte Platten einzeln eingepasst, oder man streicht diese Streifen (vorher) mit Dispersionsfarbe (**13.**31).

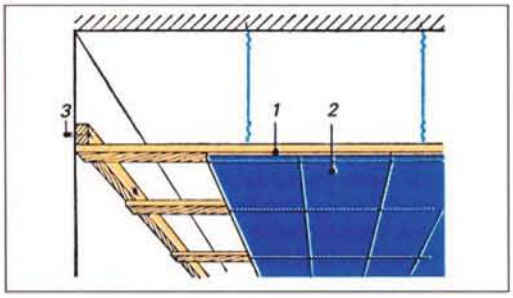
Die Verlegung geht am rationellsten, wenn zwei Arbeitskräfte eingesetzt werden; das erspart zeitraubendes Leiterauf- und -absteigen.



13.31 Ausmessen einer Decke, Bestimmung des Mittelpunkts und Verlegebeginn

Alle Platten sind etwas *vor* der eigentlichen Verlegefläche anzulegen und unter leichtem Druck in die eigentliche Lage zu schieben. Dadurch verteilt sich der Kleber gleichmäßig und vollständig. Beim Zertrennen von Platten darf keine Fasenkante abfallen, denn sie gestalten das einheitliche Deckenbild. Jede Platte ist sofort nach dem Kleberaufstrich anzulegen.

Verlegen auf Deckenabstand erfolgt bei sehr fehlerhaftem Putz, um Putz einzusparen oder hohe Räume zu „korrigieren". Hinzu kommt eine bessere Isolierung. Dazu werden Lattenroste aus trockenen ungehobelten Latten von ≥ 3 × 6 cm Querschnitt angebracht. Sie sind im Abstand von je 50 cm (Lattenmitte) zu setzen (**13.**32). Eine zusätzliche Querlattung im Abstand von 25 cm ist noch sicherer. Um das Arbeiten der Lattenroste aufzufangen und ein *vollflächiges* Kleben zu ermöglichen, sollen die Konstruktionen zuerst mit gewöhnlichen Hartschaum-Isolierplatten (100 × 150 cm o. Ä.) beklebt und zusätzlich geheftet werden.

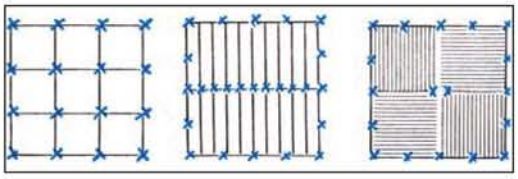


13.32 Sichtplattenverlegung auf abgehängtem Lattenrost
1 unterlegte normale Polystyrol-Isolierplatten
2 Polystyrol-Sichtplatten
3 seitliche Verankerung der tragenden Konstruktionen

Gestaltungen mit Polystyrol-Deckenplatten sind unter Beachtung der Deckengröße und -form, der Raumnutzung und der übrigen Farbwirkungen im Raum möglich. Dazu gibt es die Schachbrettverlegung, oder man verschiebt jede zweite Plattenreihe um eine halbe Breite. Der Wechsel zwischen glatten und gerillten Platten bzw. das Arbeiten mit farbig gestrichenen Platten sind andere Möglichkeiten. Auch ein andersfarbig abgesetzter Rand um einen hellen Deckenspiegel ist nötig. Für Beschichtungen auf Hartschaumplatten nimmt man Dispersionsfarben, die Polystyrol nicht anlösen.

13.3.3 Verlegen von Hart-PVC-Deckenplatten

Das Ausmessen der Decke und der Verlegebeginn geschieht wie bei Polystyrol-Deckenplatten. Die Klammern sind in gleichmäßigen Abständen in den Rillen, an den Kreuzungen der Platten und den Außenkanten zu setzen (**13.**33). Die folgende Platte deckt in der Regel die Klammern an den Kanten der vorhergehenden Platte zu. Kann man beim Wandabschluss nicht mit ganzen Platten arbeiten, heftet man mit Nägeln umlaufend ein U-Kunststoffprofil; dort werden die Plattenteile mit der einen Kante eingeschoben. In den Raumecken ist das Profil auf Gehrung zu schneiden.



13.33 Setzen der Heftklammern bei verschiedenen Plattenformen

13.4 Spanntechniken

Spannstoffe sind textile Stoffe oder Kunststoffe, die sich an Wänden und Decken dauerhaft anbringen lassen.

Diese Technik wird zunehmend auch vom Malerhandwerk ausgeübt.

Textile Spannstoffe bestehen aus den Faserarten Bast, Baumwolle, Jute, Leinen, Seide, Kunstseide oder Chemiefasern. Die Gewebearten können Chintz, Molton, Rips, Satin oder Velours sein (s. Abschn.6.13).

Leinen-Wandbekleidung ist der häufigste Spannstoff. (Halbleinen hat Kettfäden aus reinen Baumwollgarnen.) Leinen lässt sich straff verspannen. Es sorgt durch Aufnahme und Abgabe der Luftfeuchtigkeit für ein angenehmes Raumklima. Die Auswahl an Farben und Mustern ist sehr groß. Durch Ausrüstungen ist Leinen pflegeleicht und antistatisch (nicht staubanziehend). Durch Leistennagelung kann man es auf Altbeschichtungen und -tapeten verspannen.

Da Leinen bis zu ≈ 3,00 m Breite hergestellt wird, eignet es sich für wandhohe Bespannungen, indem man die Breite als Höhe nimmt. Verspannt wird auf gedübelte oder geklebte Vierkantleisten (**13.**34). Die Spannstoffe sind fadengerade zu verspannen, d. h. unter gleichmäßigem Zug. Geheftet wird mit Klammerapparaten. Die Kanten können durch Leinenborten abgedeckt werden. Ausführliche Anweisungen für die Spanntechnik sind im Fachhandel zu haben.

Wollfilz-Wandbekleidungen auf Wollfilzbasis bzw. aus reiner Schurwolle werden in ca. 160 bis 180 cm breiten Bahnen geliefert. Es gibt mehrere Ausführungen und zahlreiche Farbtöne.

Eigenschaften: ruhige Oberfläche, mottensicher, schmutzabweisend ausgerüstet, repräsentativer Charakter. Das Verspannen erfolgt mit Hilfe eines aufklappbaren Kunststoffprofils.

Spannstoffe aus Kunststoff sind Kunststofffolien und Kunststoff-Verbundfolien. Sie werden wenigerbenutzt.

Spanntechniken. Technische Vereinfachungen beim Verspannen (z. B. Profile und Klammertechniken) führten zur Verbreitung der Spanntechniken. Kunststoffprofile zum Aufklappen und Einklemmen der Bahnen werden auf die Wand gesetzt, geklebt oder aufgedübelt. Durch Hochheben der Profillaschen und Einklemmen der Bahnenkanten (auch an den Stößen) spannt und hält man die Bahnen. Der Vorteil liegt auch im leichten Herausnehmen der Spannstoffe zum Reinigen oder Ersetzen durch andere Dessins.

13.34 Grundrissschema der Leistenmontage für Senkrechtspannung

Die Klammermethode arbeitet mit aufgedübelten Holzleisten, in die Heftklammern mit Heftpistolen eingeschossen werden. Der Vorteil liegt darin, dass man die bis zu 3 m breiten Bahnen in Raumhöhe für eine Wand in einem Stück verarbeiten kann.

Beiden Techniken mit Spannstoffen ist gemeinsam, dass man auf unverputzten Untergründen arbeiten kann. Durch zusätzliche Hinterfüllung mit Glasfaserbahnen o. a. Isolierstoffen erreicht man verbesserten Schallschutz und Wärmeschutz.

13

13.5 Bodenbeläge

13.5.1 Bodenbelagsarten

Für die Bodenausstattung stehen im Maler- und Lackiererhandwerk zwei in der Herstellung und Materialverwendung völlig unterschiedliche Belagsarten zur Verfügung:

- Elastische Bodenbeläge und Textile Bodenbeläge
- Elastische Bodenbeläge in Bahnen und Platten

Linoleum ist ein haltbarer Bodenbelag mit vielen Vorzügen. Er ist wärmedämmend, schalldämmend, keimtötend und leicht zu

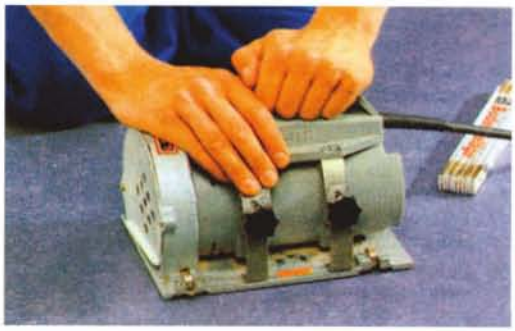
reinigen. Linoleum ist der einzige elastische Bodenbelag, der überwiegend aus natürlichen Rohstoffen besteht. Ökologisch unbedenklich gestaltet sich deshalb auch die Entsorgung von Linoleum. Die Bedeutung von Linoleum geht durch die PVC-Beläge sehr stark zurück, zur Zeit kann von einer Renaissance des Linoleums gesprochen werden, da PVC-Beläge umweltbelastend und schlecht zu entsorgen sind.

Herstellung. Linoleum verdankt dem Öl aus Leinsamen – *oleum lini* – seinen Namen. In einem Oxydationsprozess entsteht aus dem Leinöl unter Zugabe von Naturharzen der Linoleumzement, die elastische Ausgangsbasis für das Linoleum. Korkmehl ist ein wichtiger Zusatzstoff. Kork verleiht Linoleum hervorragende Isoliereigenschaften und Elastizität und durch Zugabe von Holzmehl und Kalksteinmehl erhält das Linoleum seine erforderliche Widerstandsfähigkeit und Härte. Auf großen Kalandern wird die qualitätsspezifisch aufbereitete Linoleummasse auf Jutegewebe gepresst. In beheizten Trockenkammern reift das noch weiche Roh-Linoleum mehrere Wochen, bis es seine endgültige Festigkeit erreicht hat.

Nahtschluss. Linoleum war im Nahtbereich sehr anfällig gegen Putzwasser. Ein Verfahren, das dem PVC-Nahtschluss abgeschaut wurde, macht einen absolut dichten Nahtschluss möglich.

Heißklebeverfahren. Die Linoleumbahnen werden mit Kunstharz- oder Dispersionsklebstoff verklebt. Im Nahtbereich fräst man eine maximal 3,5 mm breite Fuge bis auf die Jutebahn. Dann wird eine spezielle *Heißklebeschnur* mit dem Heißluftgerät bei etwa 350 °C in der Fuge erhitzt und angepresst. Dabei handelt es sich nicht um ein Verschweißen, weil nicht gleiches Material ineinander läuft. Das überstehende Material wird abgeschnitten (**13.**35, **13.**36).

Besondere Eigenschaften. Der Herstellungsprozess ist im Vergleich zu anderen Bodenbelägen energiesparend und umweltschonend. Linoleum ist ein strapazierfähiger und extrem langlebiger Bodenbelag, dessen Oberfläche absolut wasserfest ist. Die permanente Antistatik ist eine weitere positive Eigenschaft dieses Belags.



13.35 Ausfräsen der Fuge

13.36 Abdichten mit dem Heißluftgerät

PVC-Kunststoffbeläge. **P**oly**V**inyl**C**hlorid ist ein thermoplastischer Kunststoff. Er besteht aus Fadengroßmolekülen, die linear angeordnet sind. Zur Herstellung von Bodenbelagsmaterialien wird das PVC mit Weichmachern, Pigmenten, Füllstoffen und Stabilisatoren vermischt. Die aufgeführten Rohstoffe werden in einem genauen Verhältnis gemischt und bei etwa 150 °C geknetet. Danach wird die Masse im beheizten Kalander bei genauen Walzenabständen zum Fertigprodukt gepresst. Um Materialspannungen abzubauen, wird der Belag auf 100 °C erwärmt und langsam auf Raumtemperatur abgekühlt. PVC-Bodenbeläge werden nach ihrer Materialzusammensetzung eingeteilt.

Homogene Einschichtbeläge. Sie bestehen durchgehend aus dem gleichen Material.

Homogene Mehrschichtbeläge. Sie bestehen aus mehreren dünn ausgewalzten „Fellen" des gleichen Materials, die in einem Walz- und Pressvorgang unter erneuter Erhitzung vollflächig zusammengeschweißt werden.

Heterogene Beläge. Sie bestehen aus mindestens zwei Schichten des gleichen Materials in unterschiedlicher Qualität. Sie haben eine hochwertige Laufschicht und eine minderwertige Unterschicht, die mit Füllstoffen stärker angereichert ist.

Verbundbeläge. Sie haben eine PVC-Laufschicht, die auf ein anderes Material aufgetragen ist. Die PVC-Schicht wird auf die Unterschicht im heißen Zustand mittels Walzen aufgebracht. Das Untermaterial kann ein Gewebe, eine Korkmehlschicht oder ein synthetischer Vliesstoff sein. Weil die Unterseite aus einem anderen Material besteht, das mit der PVC-Schicht fest verbunden ist, nennt man diese Beläge Verbundbeläge.

PVC-Beläge haben gute Gebrauchseigenschaften. Sie sind besonders abriebfest, beständig gegen Wasser, Laugen und Säuren sowie stuhlrollengeeignet und pflegeleicht. Sie sind nicht beständig gegen Öle und Fette.

Dadurch, dass der Nahtbereich verschweißt werden kann, ist aus diesem Material ein absolut wasserfester Bereich herzustellen.

CV-Beläge. Der Name **C**ushioned **V**inyls kommt aus dem englischen Sprachraum und bedeutet gepolstertes Vinyl. Sie werden auch Reliefbeläge und PVC-Schaumbeläge genannt. CV vereint die guten Eigenschaften der Hartbeläge, hohe Abriebfestigkeit, die pflegeleichte Ausrüstung mit denen der textilen Beläge (Trittelastizität, Schall- und Wärmeisolierung).

Die einzelnen Schichten bestehen aus verschiedenen Materialien (z. B. Trägermaterial Glasfaservlies, Plastisol-(PVC)-Unterschicht, chemischer Schaum und PVC-Nutzschicht. CV-Beläge werden in Breiten von 1 bis 4 m hergestellt. Dadurch kann die Breite gewählt werden, die sich ohne Naht im Raum auslegen lässt. Sollte dennoch eine Naht notwendig sein, wird vorsichtig ein Lösemittel in den Nahtstoß gegeben. Es löst die Bereiche an, so dass die flüssige PVC-Masse ineinander übergeht. Durch das Verflüchtigen des Lösemittels erstarrt das PVC zu einer Fläche und ist somit wasserdicht. CV-Beläge werden deshalb im Nassbereich, in Küchen und Dielen häufig verlegt.

Gummibeläge. Auf der Basis von künstlichem Kautschuk werden diese Beläge hergestellt. Einige sind dem natürlichen Kautschuk in bestimmten Bereichen überlegen. So hat Gummi aus Polybutadien eine besonders hohe Federkraft und wird für Sportbeläge verwendet. Die Beimischungen und die Füllstoffe sind für die Qualität des Gummibelags verantwortlich. Die meisten Gummibeläge haben eine genoppte Oberfläche. Sie werden im Innenbereich (Flughäfen, Bahnhöfe, Schwimmbäder) und im Außenbereich eingesetzt, können lose verlegt oder vollflächig verklebt werden.

Textile Bodenbeläge. Textiler Bodenbelag ist der Sammelbegriff für Teppichböden und Textilböden. Teppichböden sind gewebte, getuftete oder gewirkte Bahnen-(Auslege-) Waren, auch als Fliesen. Typisch ist der auf einem Grundgewebe stehende Flor = Polschicht. Textilboden hat an Stelle der Polschicht eine aus liegenden Fasern gebildete Nutzschicht, mit einer Trägerschicht fest verbunden, vernadelt = Nadelfilz.

Textile Bodenbeläge werden überwiegend aus synthetischen, speziell entwickelten Fasern gefertigt (z. B. texturierte Garne; bauschige, gekräuselte, sehr strapazierfähige Garne). Bei Mischgarnen vereinigt man die Vorzüge synthetischer Garne mit denen der Naturfasern. Anteilmäßig überwiegen die Chemiefasern (Tab. **13.**12).

13

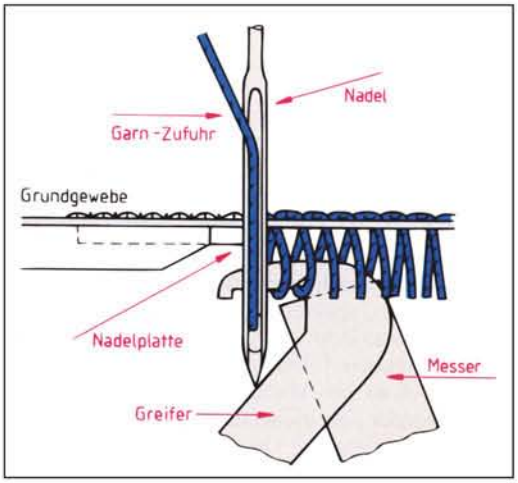
Tabelle **13.**12 Fasern für textile Bodenbeläge

Textile Bodenbeläge werden meist nach dem Herstellungsverfahren benannt.

Webteppiche. Glatte Teppiche werden in Leinwand- oder Köperbindung aus Kokos und Sisalfäden gewebt; außerdem aus Baumwolle und Wolle als gemustertes Flachgewebe mit der Bezeichnung Kidderminsterteppich, der von beiden Seiten benutzt werden kann.

Der Boucleteppich, auch Haargarn genannt, hat eine (oder mehrere) Polketten aus Ziegen-, Kälber- und anderen tierischen Haaren. Er wird über Stahlruten gewebt. Um eine größere Festigkeit zu erzielen, werden ebenso wie bei allen folgenden Teppichen Grund- oder Füllketten mit verwebt. Die Güte der Teppiche richtet sich in erster Linie nach der Anzahl der Polkettenfäden, die zwischen zwei Bindekettfäden liegen.

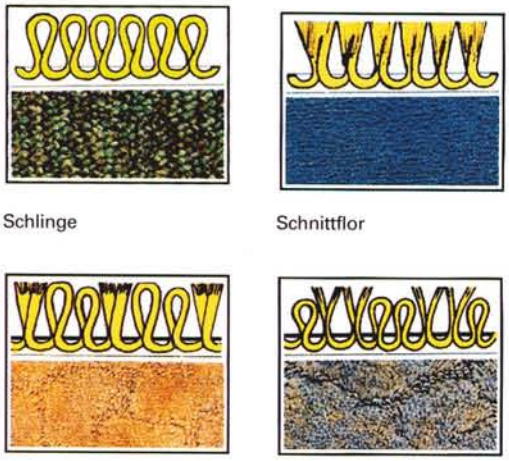
Tuftingteppiche. Bei der Herstellung werden durch Nadelreihen in der Breite der Teppichbahn Florfäden aus Wolle, regenerierte Zellulose und synthetischen Fasern oder Mischgarne in ein vorher gewebtes leinenbindiges Gewebe oder Vlies eingestochen (**13.**37).



13.37 Tuftingverfahren

Tuften ist eine Art Nähen. Garn wird in einen Träger „genäht". Durch Greifer entstehen Schlingen. Werden die Schlingen aufgeschnitten, erhält man Velours.

Die geschlossenen Schlingen bilden einen Schlingenflor. Die Rückseite dieser Teppiche, also die Einstichstelle für die Schlingen, wird mit Latex oder PVC beschichtet. So werden die lose im Untergewebe sitzenden Noppen oder Schlingen verklebt und befestigt. Außerdem kann die Rückseite mit einem netzartigen Gewebe verstärkt und rutschfest gemacht werden. Manchmal ist sie zusätzlich mit dünnen Polyurethan-Schaumlagen kaschiert, damit die Schall- und Wärmedämmung sowie die Elastizität erhöht wird. Tuftingteppiche sind nach allen Richtungen schnittfest. Durch Scheren werden Oberflächenveränderungen (**13.**38) erzielt.



13.38 Strukturelle Oberflächengestaltung

Nadelfilzteppiche. Der textile Bodenbelag Nadelfilz/Nadelvlies verbindet Eigenschaften der Hartbeläge (PVC, Linoleum) und der weichen Teppichbeläge. Er ist hart und kann wie ein Hartbelag verlegt werden, hat aber textilen Charakter. Das natürliche Verfilzen der Wolle bei Bewegung und feuchter Wärme wird beim Nadelfilz künstlich erzeugt. Materialien zur Herstellung von Nadelfilzbelägen können alle Faserarten sein. Die synthetisch hergestellten Fasern haben sich weitgehend durchgesetzt.

Auf ein Trägergewebe aus Jute oder Synthetics wird das lose Fasermaterial etwa 10 cm dick aufgelegt und mit Spezialnadeln, die eine Reihe von spitzen Haken haben, durch das Trägergewebe hindurchgenadelt. Je häufiger die Nadeln durch das Trägergewebe stechen, umso mehr Fasermaterial wird hindurchgeschoben, und umso dichter wird der Filz.

Klebepolteppiche. Sind in alle Richtungen schnittfest und bestehen aus Woll-, Haar-, Polyamidfilzen. Diese gleichmäßig genadelten Filze werden auf mit Bitumenkleber beschichteten Untergewebe gepresst. Die Pressung erfolgt rippenartig, sodass die Teppiche wie Boucleteppiche aussehen.

Knüpfteppiche. Handgeknüpfte Orientteppiche haben eine enge Verbindung mit der Kultur ihrer Herkunftsländer. Jeder Teppich hat seinen eigenen Charakter, denn der Phantasie des Designers und der Kunst des Färbens sind kaum Grenzen gesetzt.

Ein Knüpfteppich besteht aus den Kettfäden, den Schussfäden und den Knüpffäden. Die Knüpfknoten sind sehr unterschiedlich. Der Wert eines Knüpfteppichs richtet sich nicht nur nach Alter, Herkunft und Knotenzahl je dm^2, sondern wesentlich nach den ausgewählten Materialien.

Teppichsiegel. Die Europäische Teppichgemeinschaft e. V. (ETG) hat in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Teppichforschungsinstitut e. V. (TFS) das Teppichsiegel herausgebracht.

Teppiche mit diesem Siegel bieten die Gewähr, dass es sich um geprüfte Teppichqualität handelt (**13.**39).

13.39 Teppichsiegel

14 Wärmedämmung und Wärmedämmtechniken

14.1 Energieeinsparverordnung

Seit dem 01.02.2002 gilt in Deutschland die Energieeinsparverordnung (EnEV). Die bisherige Energieeinsparverordnung wurde im Jahr 2007 überarbeitet und im Jahr 2009 novelliert. Sie enthält Regelungen zur Energieeffizienz, der Gebäudetechnik und Gebäudedämmung für Bestands- und Neubauten sowie Regelungen zum Gebäudeenergieausweis (**14.**1). Sie gilt verbindlich für alle Gebäude und Gebäudeteile, die neu errichtet werden, aber auch für Renovierungsarbeiten, bei denen die Bausubstanz verändert wird.

In der Energieeinsparverordnung sind Werte für den Energieverbrauch und die Gebäudedämmung festgelegt, die sowohl bei Neubauten als auch bei Bestandsbauten eingehaltenwerden müssen. Man spricht hier von Grenzwerten für den so genannten Jahres-Primärenergiebedarf und für den Transmissionswärmeverlust eines Gebäudes.

Bei Neubauten muss dies von vornherein berücksichtigt und in die Planungen mit einbezogen werden. Planer sind durch die Energieeinsparverordnung zur Einhaltung der Verordnung verpflichtet. Ziel der EnEV ist es, den Energiebedarf im Gebäudebereich nachhaltig zu senken. Als Folge können fossile Brennstoffe eingespart und der Ausstoß klimaschädlicher Treibhausgase erheblich verringert werden. Wird ein Gebäude in gewissem Umfang geändert, wird also beispielsweise eine Außenwanddämmung aufgebracht, müssen auch hierfür bestimmte Mindestwerte eingehalten werden (Tabellen **14.**1 und **14.**2)

Tabelle **14.**1 Anforderungen bei Neubauten

Bauteil	*U*-Wert [W/m²K]
Außenwände	≤ 0,35
Fenster	≤ 0,70
Dach/oberste Geschossdecke	≤ 0,22
Keller (bewohnt)/Kellerdecke	≤ 0,35

Tabelle **14.**2 Anforderungen bei Altbauten

Bauteil	U-Wert [W/m²K]
Außenwand mit WDVS	≤ 0,35
Fenster	≤ 1,80
Dach/oberste Geschossdecke	≤ 0,30
Keller unbeheizt	≤ 0,40

Ferner ist in der EnEV die Regelung zum so genannten Gebäudeenergieausweis (**14.**1) enthalten. Dieser gibt Auskunft über den jährlichen Energiebedarf eines Gebäudes und gilt sowohl für Neu- als auch für Altbauten.

Für bestehende Gebäude ergeben sich nach der Verordnung zusammengefasst folgende Änderungen der Anforderungen und Nachrüstpflichten:

- Verschärfung der energetischen Anforderungen bei wesentlichen Änderungen an Bauteilen, d. h. wenn diese erneuert, ersetzt oder erstmalig eingebaut werden (z. B. Außenputzflächen, Fenster, Dachflächen) und dabei mindestens 20 % der jeweiligen Bauteilfläche in gleicher Orientierung (Himmelsrichtung) betroffen sind.
- Verschärfung der Anforderungen an Gebäudeerweiterungen ab 30,00 m³.
- Dämmung von obersten, nicht begehbaren, zugänglichen Geschossdecken.
- Dämmung von Warmwasserleitungen
- Austausch von alten Heizungsanlagen

Die Anforderungen an den Wärmeschutz beziehen sich auf alle Bereiche des Wärmedurchgangs und der Lüftungswärmeverluste (**14.**2).

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

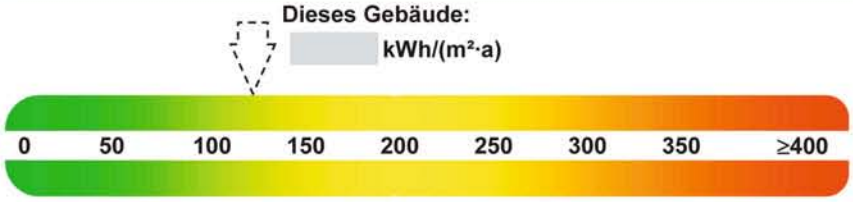
gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes

Adresse, Gebäudeteil

3

Energieverbrauchskennwert



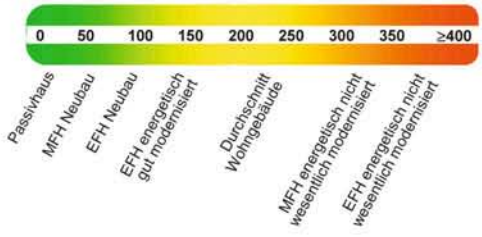
Energieverbrauch für Warmwasser: ☐ enthalten ☐ nicht enthalten

☐ Das Gebäude wird auch gekühlt; der typische Energieverbrauch für Kühlung beträgt bei zeitgemäßen Geräten etwa 6 kWh je m² Gebäudenutzfläche und Jahr und ist im Energieverbrauchskennwert nicht enthalten.

Verbrauchserfassung – Heizung und Warmwasser

Energieträger	Zeitraum von	Zeitraum bis	Energieverbrauch [kWh]	Anteil Warmwasser [kWh]	Klimafaktor	Energieverbrauchskennwert in kWh/(m²·a) (zeitlich bereinigt, klimabereinigt) Heizung	Warmwasser	Kennwert
							Durchschnitt	

Vergleichswerte Endenergiebedarf



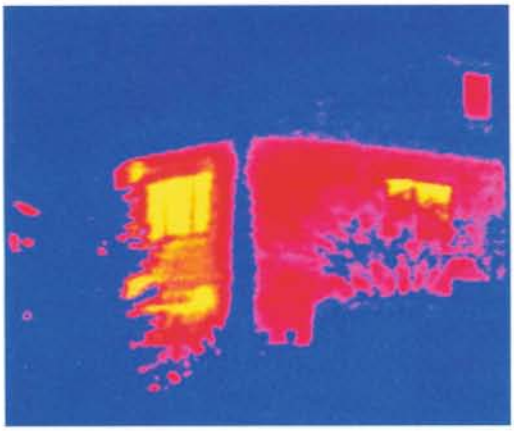
[1])

Die modellhaft ermittelten Vergleichswerte beziehen sich auf Gebäude, in denen die Wärme für Heizung und Warmwasser durch Heizkessel im Gebäude bereitgestellt wird.
Soll ein Energieverbrauchskennwert verglichen werden, der keinen Warmwasseranteil enthält, ist zu beachten, dass auf die Warmwasserbereitung je nach Gebäudegröße 20 – 40 kWh/(m²·a) entfallen können.
Soll ein Energieverbrauchskennwert eines mit Fern- oder Nahwärme beheizten Gebäudes verglichen werden, ist zu beachten, dass hier normalerweise ein um 15 – 30 % geringerer Energieverbrauch als bei vergleichbaren Gebäuden mit Kesselheizung zu erwarten ist.

Erläuterungen zum Verfahren

Das Verfahren zur Ermittlung von Energieverbrauchskennwerten ist durch die Energieeinsparverordnung vorgegeben. Die Werte sind spezifische Werte pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A_N) nach Energieeinsparverordnung. Der tatsächliche Verbrauch einer Wohnung oder eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzerverhaltens vom angegebenen Energieverbrauchskennwert ab.

[1]) EFH: Einfamilienhäuser, MFH: Mehrfamilienhäuser



14.2 Haus mit Wärmeverlusten. Wärmedurchgang durch Infrarottechnik sichtbar gemacht.

Zu einem umfassenden Wärmeschutz bei Altbauten gehören:

- Verbesserung des Wärmeschutzes der Außenwände
- Verbesserung des Wärmeschutzes des Daches
- Verbesserung des Wärmeschutzes der Kellerdecke oder von erdberührenden Außenflächen beheizter Räume
- Einbau von Fenstern mit Wärmeschutzverglasung.

14.2 Bauphysikalische Begriffe

Die Wärmeleitung von Stoffen ist unterschiedlich, z. B. leiten Metalle Wärm gut ab, Polyurethan-Hartschaum schlecht (Tab. **14.**3). Die Wärme wird von Molekül zu Molekül weitergegeben. Baustoffe mit hoher Dichte (z. B. Stahl) sind gute Wärmeleiter, porige Baustoffe (z. B. Holz, Leichtbeton, Mineralfaser) sind schlechte Wärmeleiter, jedoch gute Dämmstoffe.

Tabelle **14.**3 Wärmeleitzahl λ einiger Stoffe

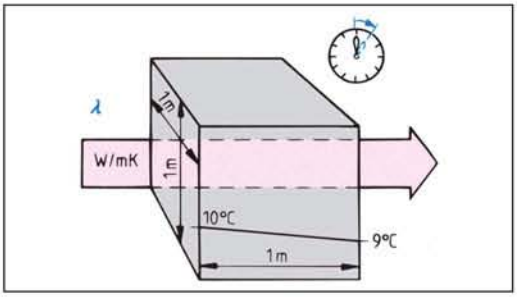
1,75	Schwerbeton B ≥ B 160
1,40	Zementmörtel
1,05	Fliesen
0,99	Kalksand-Vollsteine
0,87	Kalk- und Kalkzementmörtel
0,70	Gips- und Kalkgipsmörtel
0,40	Leichtbeton-Vollsteine
0,14	Nadelholz (lufttrocken)
0,09	Holzwolle-Leichtbauplatten
0,026	Polyurethan-Hartschaum (3 mm Dicke)

Die Wärmeleitfähigkeit (λ W/(mK)) eines Stoffes gibt an, welche Wärmemenge in 1 Sekunde durch 1,00 m^2 einer 1,00 m dicken Stoffschicht bei einer Temperaturdifferenz von 1 Kelvin (1 °C) hindurchgeht (**14.**3). Bei porösen und porigen Stoffen (geringe Rohdichte) beeinflussen die in den Poren eingeschlossenen Medien wie Luft, Wasserdampf oder Wasser die Wärmeleitfähigkeit entscheidend. Die DIN 1408 „Wärmeschutz im Hochbau" gibt die Rechenwerte der Wärmeleitzahl für die verschiedenen Baustoffe an (Tab. **14.**3 und **14.**4)

Als **Wärmedurchgangswiderstand** (1/k) wird der Widerstand bezeichnet, den ein Bauteil der abfließenden Wärme entgegenbringt. Der Wärmedurchgangswiderstand ist der Kehrwert des Wärmedurchgangskoeffizienten. Je höher der Wärmedurchgangswiderstand ist, desto besser sind die Wärmedämmeigenschaften des jeweiligen Bauteils.

Der **Wärmedurchgangskoeffizient = U-Wert** (W/(m^2K), früher k-Wert) ist die Maßeinheit für den Wärmestromdurchfluss durch eine Stoffschicht, die ein- oder mehrlagig sein kann. Er gibt an, welche Wärmemenge in 1 Sekunde durch eine Fläche von 1,00 m^2 bei einer Lufttemperaturdifferenz von 1 Kelvin von der warmen zur kalten Seite eines Bauteils hindurchgeht. Je kleiner der U-Wert, umso besser die Wärmedämmung eines Bauteils.

Mit Hilfe des U-Wertes lassen sich die Wärmeverluste bzw. die Energieeinsparung von unterschiedlichen Wandaufbauten miteinander vergleichen. Die EnEV gibt mittlere Grenz-



14.3 Wärmedurchgang nach dem Wärmeleitkoeffizienten λ

werte an, die nicht überschritten werden dürfen. Der Wärmedurchgang durch ein Bauteil wird durch die Dicke und die Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Schichten des Bauteils bestimmt.

Gut gedämmte Bauteile haben kleine U-Werte, schlecht gedämmte Bauteile haben große U-Werte.

Der **U-Wert** ermöglicht eine praxisnahe Beurteilung der Wärmevertuste bzw. Energieeinsparungen bei Außenwänden. Die Tabelle **14.**4 zeigt einen U-Wert-Vergleich unterschiedlicher Wandbaustoffe mit und ohne Wärmedämm-Verbundsystem.

Je kleiner der U-Wert, umso besser die Wärmedämmung eines Bauteils

Tabelle **14.4** U-Wertvergleich unterschiedlicher Baustoffe

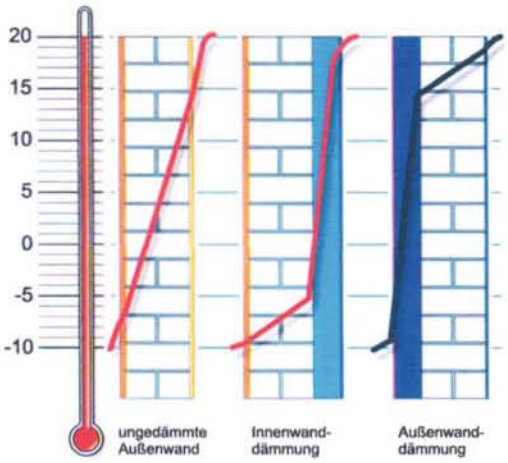
Wandbaustoff	Rohdichte kg/m³	Wanddicke m	Wärmeleitfähigkeit Δ_R W/mK*	*U*-Werte ohne WDVS W/m²K*	*U*-Werte mit Wärmedämm-Verbundsystemen Dämmschichtdicken in mm			
					50	60	80	100
Leichtbeton	600	0,25	0,22	0,77	0,39	0,36	0,30	0,26
Leichtbeton	1400	0,25	0,57	1,64	0,54	0,47	0,38	0,32
Normalbeton	2400	0,20	2,10	3,77	0,66	0,57	0,44	0,36
Kalksandstein	1200	0,24	0,56	1,67	0,53	0,47	0,38	0,32
Kalksandstein	1600	0,24	0,79	2,13	0,57	0,50	0,40	0,33
Kalksandstein	1800	0,24	0,99	2,43	0,60	0,52	0,41	0,34
Leichtbeton-Hohlblockstein	600	0,24	0,32	1,09	0,46	0,41	0,34	0,29
Leichtbeton-Hohlblockstein	1400	0,24	0,73	2,00	0,56	0,49	0,39	0,33
Leichtziegel	800	0,24	0,33	1,11	0,47	0,42	0,35	0,29
Vollziegel	1400	0,24	0,58	1,72	0,55	0,48	0,39	0,32
Vollziegel	2000	0,24	0,96	2,38	0,66	0,52	0,41	0,34

14

14.3 Innen- und Außendämmung

Ungedämmte Außenwände lassen die Kälte ungehindert eindringen. Die Frostgrenze mit dem Taupunkt liegt etwa in der Mitte der Wand. Die Wärme wird nach außen abgegeben, vorhandene Feuchtigkeit führt zu verstärktem Wärmeverlust. Die hohe Temperaturdifferenz zwischen innen und außen führt zu Spannungen im Mauerwerk. Die Gefahr von Bauschäden steigt.

Innendämmung (**14.**4 und **14.**5))
Bei einer Innendämmung werden Außenwände von der Raumseite aus gedämmt. Diese Art der



14.4 Temperaturverläufe innerhalb einer Außenwand

Dämmung bietet sich bei einer raumweisen energetischen Modernisierung an oder, falls eine Außendämmung aus gestalterischen oder baurechtlichen Gründen nicht in Frage kommt. Bei der Ausführung der Innendämmung kommt es auf eine wärmebrückenarme und lückenlose Montage an. Das Mauerwerk fällt hier als Wärmespeicher aus, ist der Witterung ausgesetzt und hat mehr temperaturabhängige Längenänderungen zu verkraften.

Vorteile

- Heizkostenersparnis bei nur kurzfristig oder selten geheizten Räumen
- Schnelles Aufheizen der Räume
- Raumweise Sanierung möglich
- Nachträglich auch in Kellerräumen möglich
- Fassadengestaltung bleibt erhalten
- Geringer Kostenaufwand gegenüber einer Außendämmung

Nachteile

- Temperaturbedingte Spannungen in der Außenwand führen ggf. zu Rissbildungen und Frostschäden
- Wärmespeicher der Wand entfällt, Räume kühlen schneller aus
- Wärmebrücken bleiben teilweise bestehen, z. B. Decken
- In der Außenwand verlegte Wasserleitungen liegen im Frostbereich
- Dämmstoffdicke meistens baulich begrenzt, reduziert die Wohnfläche
- Dampfbremse verwenden wegen Tauwasserniederschlag in der Wandkonstruktion

Außendämmung (**14.**4 und **14.**6)
Mit Außendämmung wird die Wärmedämmung der Gebäudewände von außen bezeichnet. Hierbei wird ein Wärmedämmstoff von außen aufgeklebt, gedübelt oder geschraubt und anschließend verputzt (WDVS) oder mit einer hinterlüfteten Verkleidung (Vorhangfassade) als Witterungsschutz versehen.

Die Außendämmung ist die optimale Kombination von Wirtschaftlichkeit und Wärmedämmung. Das Mauerwerk muss hier ausschließlich statischen Funktionen gerecht werden, kann aber zusätzlich als Wärmespeicher dienen. Die Dämmschicht ist zugleich Untergrund für den Witterungsschutz der durch die Schlussbeschichtung erreicht wird. Bauphysikalisch gesehen ist die Außendämmung im Vergleich zur Innendämmung die unproblematischere und effektivere Variante.

Vorteile

- Sehr gute Wärmedämmung, dadurch geringe Heizkosten
- Keine Wärmebrücken, da hausumschließend
- Behagliches und gesundes Raumklima
- Klimaausgleich im Sommer
- Keine temperaturbedingte Rissbildung in der Außenwand
- Nutzung solarer Wärme (Einfallstrahlung) möglich
- Erhaltung der Bausubstanz

Nachteile

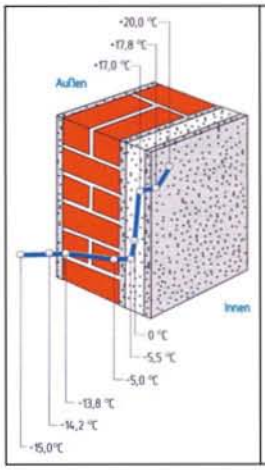
- Größerer Kostenaufwand (Gerüst, Dämmstoffe, Beschichtung)
- Bedingt einsetzbar an denkmalgeschützten Objekten
- Höhere Kosten durch Bauteilveränderungen (z. B. Dachüberstände, Fallrohre, Vordächer, Beleuchtung)

Temperaturverlauf (**14.**5 und **14.**6) im Vergleich zwischen innen- und außengedämmter Wand bei einer Außentemperatur von –15C °und einer Innentemperatur von +20C°.

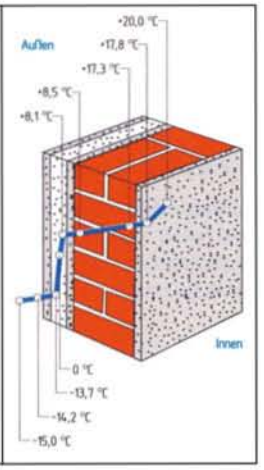
Fassadendämmung schont die Ressourcen
Die Aufheizung der Erdatmosphäre – der so

genannte Treibhauseffekt – stellt global gesehen das größte Umweltproblem dar. Ursache ist die Emission von Schadstoffen, hauptsächlich Kohlendioxid (CO_2). Es entsteht u. a. bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe, z. B. Erdöl und Kohle. In Deutschland entfallen über 30 % des Verbrauches fossiler Brennstoffe auf das Beheizen von Wohnraum. Hier liegt das größte Einsparpotenzial.

Bis zu 60 % der Energiemenge lassen sich durch fachgerechte Fassadendämmung von Häusern einsparen. Ein Wärmedämm-Verbundbundsystem bedeutet für eine Fassade Langzeitschutz. Ein aktiver Beitrag zum Umweltschutz, ohne Komforteinbußen, der jedoch langfristig mit Kosteneinsparung geleistet werden kann.



14.5 Temperaturverlauf bei innengedämmter Wand



14.6 Temperaturverlauf bei außengedämmter Wand

14.4 Wärmedämmstoffe für die Außendämmung

Wärmedämmstoffe (Tab. **14.5**) sind Stoffe, die eingesetzt werden, um den Wärmedurchgang durch die Außenhülle (Fassade) eines Gebäudes zu mindern. Sie bestehen aus einem hüllenartigen Stoffgerüst mit dazwischen liegenden Luftporen bzw. Lufträumen. Je höher der Luftanteil ist, um so wirksamer ist die Dämmwirkung. Unterschieden wird zwischen künstlich und natürlich hergestellten organischen und mineralischen Dämmstoffen.

14.4.1 Künstliche organische Dämmstoffe

Polystyrol Hartschaum (PS)

Ein Dämmstoff aus Polystyrol-Hartschaum ist ein überwiegend geschlossenzelliger, harter Schaumstoff aus Polystyrol oder Mischpolymerisaten mit überwiegendem Polystyrolanteil.

Nach der Herstellungsart ist zu unterscheiden zwischen

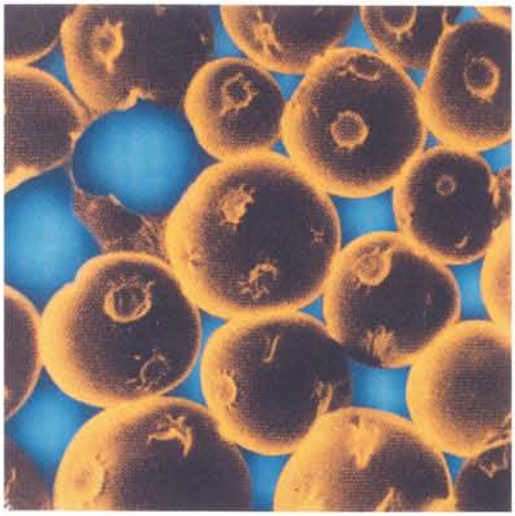
- Partikelschaumstoff (**14.7**) aus verschweißtem, geblähtem Polystyrolgranulat (EPS) und
- extrudergeschäumten Polystyrolschaumstoff (XPS).

Verwendet werden PS-Platten z. B. im Sockelbereich (Perimeterdämmung), bei WDV-Systemen und für Dämmung bei großer Last (Flachdächer).

Polyurethan-Hartschaum (PUR)

Ausgangsstoffe für Dämmstoffe aus Polyurethan-Hartschaum sind Erdöl, aber auch nachwachsende Rohstoffe, wie z. B. Zuckerrüben, Mais oder Kartoffeln. PUR-Hartschaum entsteht durch chemische Reaktion flüssiger Grundstoffe unter Zusatz von dem Treibmittel Pentan, in geringen Mengen auch CO_2. PUR-Hartschaumdämmstoffe werden industriell entweder als Platten oder als Blöcke hergestellt. Verwendet werden PUR-Platten z. B. im Sockelbereich (Perimeterdämmung), bei WDV-Systemen sowie zur Fußboden-, Kellerdecken- und Dachdämmung

Polystyrol Hartschaum und Polyurethan-Hartschaum sind verrottungsfest, alterungsbeständig, gesundheitlich unbedenklich, frei von Formaldehyd, feuchtebeständig, schwer



14.7 Expandierter PS-Schaum aus Kugelgerüst umschließt die mit Luft gefüllten Hohlräume

entflammbar, und haben sehr gute Dämmwirkung, gute Diffusionsfähigkeit und geringes Eigengewicht.

EPS-Platten sind nicht UV-beständig, die Oberfläche vergilbt und versprödet unter Sonneneinstrahlung.

14.4.2 Künstliche mineralische Dämmstoffe

Mineralfaserdämmstoffe werden durch Schmelzen des mineralischen Basismaterials (Altglas, Quarzsand, Basalt-, Diabas-Gestein) und anschließendes Zentrifugieren, Zerblasen und Düsenziehen hergestellt. Zur Haftung (Klebung) der Fasern untereinander werden überwiegend Kunstharze verwendet.

Glaswolle ist diffusionsoffen, nichtbrennbar, gegen Schimmel, Fäulnis und Ungeziefer resistent, kann keine Feuchtigkeit aufnehmen, hat gute Wärmeleitfähigkeit und eine geringe Wärmespeicherfähigkeit.

Steinwolle besitzt ähnliche Eigenschaften wie Glaswolle; Rohdichte und Schmelzpunkt liegen etwas höher.

Kalziumsilikat (Silikatschaum)

Kalziumsilikat-Platten werden aus porösen Kalksilikaten hergestellt, die mit Zellstoff vermischt und unter Wasserdampf gehärtet werden. Teilweise, werden noch Hydrophobierungen aufgebracht. Kaziumsilikat ist druckfest, nichtbrennbar, formstabil, schallhemmend und kapillaraktiv, nimmt kurzzeitig Feuchtigkeit auf und gibt diese schnell wieder ab. Der hohe pH-Wert verhindert Schimmelbefall. Verwendet werden Kalziumsilikat-Platten bei Innendämmungen (Altbausanierung, Fachwerk) als Putzträger und bei WDVS.

Schaumglas (CG)

Schaumglas ist ein aus silikatischem Glas durch Zugabe von Treibmitteln werksmäßig aufgeschäumter, geschlossenzelliger Dämmstoff. Das geschmolzene Glas wird abgekühlt, zerkleinert und zu Pulver gemahlen. Diesem Pulver wird Kohlenstoff in feinst verteilter Form zugemischt. Beim Erhitzen in Öfen über 1000 °C oxydiert der Kohlenstoff unter Bildung von Gasblasen, es kommt zum Aufschäumen. Bei der Herstellung entsteht in geringen Mengen Schwefelwasserstoff der in den Zellen verbleibt (Schwefelgeruch bei der Verarbeitung).

Schaumglas besitzt eine hohe Druckfestigkeit, nimmt kein Wasser auf, ist formstabil, schädlingssicher und frostbeständig nach DIN 52 104. Es ist beständig gegen Nagetiere und Insekten, verrottungsbeständig, fäulnisresistent, alterungsbeständig, chemikalienbeständig und nicht brennbar.

Verwendet werden CG-Platten z. B. als Perimeterdämmung und zur Flachdachdämmung.

14.4.3 Natürliche organische Dämmstoffe

Zellulosefaser-Dämmstoffe werden überwiegend aus getrocknetem, zerkleinertem und verdichtetem Altpapier hergestellt. Sie müssen mit Flammschutzmittel und Mitteln (z. B. Borsalz) gegen Schädlingsfraß und Schimmelpilzbefall behandelt werden. In Form von Flocken, Schnipseln oder Fasern werden sie in Hohlräume eingeblasen. Einfachere Verarbeitung erfolgt mit Zellulose-Dämmplatten. Dämmarbeiten mit Zellulosefasern dürfen nur von autorisierten Betrieben ausgeführt werden.

Pflanzenfaser-Dämmstoffe haben mäßige bis gute Dämmeigenschaften. Sie bestehen aus Stroh, Schilf, Flachs oder Kokos und sind, um die Brandschutzanforderungen zu erfüllen, mit Aluminiumsulfat imprägniert. Sie kommen als Matten oder Platten in den Handel.

Kork-Dämmstoffe bestehen aus der Rinde der Korkeiche. Die Rinde wird vom Stamm gebrochen, gemahlen und mit Wasserdampf gebläht. Das Granulat wird mittels Naturharz oder Bitumen zu Blöcken gebunden und zu Platten geschnitten. Korkgranulat kann auch als Schüttdämmstoff verwendet werden.

Schafwolle-Dämmstoffe werden aus 100 Prozent reiner Schafwolle oder aus einem Gemisch von Schafschurwolle und Recycling-Wolle hergestellt. Zum Brandschutz und gegen Insekten bzw. Schimmelpilze müssen Woll-Dämmstoffe imprägniert werden. Schafwolle Dämmstoffe gibt es als Vliesbahnen oder Filzmatten.

Holzfaser-Dämmstoffe (WF) werden aus zermalten Holzresten und unbehandelten Sägeabfällen hergestellt. Die Holzfasern werden erhitzt und ohne Bindemittel zu Platten gepresst. Für die Verwendung im Außenbereich ist eine Imprägnierung erforderlich.

Holzwolle Leichtbauplatten (HWL-Platten) bestehen aus langfaserig gehobelter Laub- oder Nadelholzwolle. Gebunden werden die Platten mit mineralischen Bindemitteln (Zement, Magnesit). Sie werden auch mehrschichtig mit einem Polystyrolkern hergestellt.

HWL-Platten haben nur mäßige Wärmedämm-, aber dafür sehr gute Wärmespeicherfähigkeit. Die steifen Platten mit den elastischen Holzfasern besitzen sehr gute schalldämmende Eigenschaften. Die Holzwolle-Leichtbauplatten können leicht zersägt und eingebaut werden.

Verwendung finden die Mehrschichtplatten als Putzträger z. B. an Rolladenkästen und Versorgungsschächten.

14

14.4.4 Natürliche mineralische Dämmstoffe

Blähton wird aus granuliertem Rohtonmaterial bei Temperaturen von 1200 °C im Drehrohrofen hergestellt. Dabei verbrennen die organischen Bestandteile, blähen sich auf und bilden feine Poren. Die Oberfläche versintert dabei. Blähton kommt als Schüttdämmung oder wird als Leichtzuschlag für Mörtel, Beton und Mauerziegel verwendet.

Perlite-Dämmstoffe (EPB) werden als vulkanischem Perlitgestein hergestellt. Das fene Gestein wird kurzzeitig auf 1000 °C erhitzt, wobei das im Stein gebundene Wasser entweicht. Das Rohmaterial wird dabei auf das 15- bis 20fache seines Volumens aufgebläht. Das hierbei entstehende Granulat wird als Schüttdämmstoff oder als dämmende Beimischung in Mörtel, Putz oder Beton eingesetzt.

Perlite ist als Granulat vielseitig einsetzbar. Es ist leicht, nicht brennbar, widerstandsfähig, ungezieferbeständig und verottet nicht. Blähperlite ist baubiologisch unbedenklich.

14.4.5 Transparente Wärmedämmung (TWD)

Transparente Wärmedämmsysteme bestehen meist aus einer außen liegenden Glasscheibe oder einem transparenten Glasputz und einer dahinterliegenden lichtdurchlässigen TWD-Schicht (z. B. Polycarbonat). Auf der Innenseite der TWD befindet sich eine Absorberschicht (schwarzer Anstrich oder Vlies). Je nach Größe und Anwendung wird auf der Außenseite noch ein Sonnenschutz montiert, der eine Überhitzung im Sommer verhindert und in Winternächten die Wärmedämmung verbessert.

Das Funktionsprinzip beruht auf einer Kombination von guter Wärmedämmung und guter Durchlässigkeit von Sonnenenergie. TWD-Systeme werden mit einem Anteil von 10 bis 30 % in die Fassade integriert.

Wärmeleitfähigkeit λ(R):
0,066–0,140 W/(mK) Einsatzbereich sind größere WDVS-Fassadenflächen

Der Einsatz des entsprechenden Dämmstoffs ist abhängig von

- der Kosten-/Nutzenrelation,
- den Brandschutzauflagen und
- der individuellen Einstellung zu den Dämmstoffen (ökologische Kriterien).

Tabelle **14.5** Wärmedämmstoffe – Übersicht

Dämmstoff	DIN-Norm[4)]	W/(m · K) Wärmeleitfähigkeit	Brandschutzklasse [2)]	Ressourcen	Entsorgung/Recycling[3)]
Polystyrol-Partikelschaum (EPS)	18 164	0,035 bis 0,040	B1	Erdölprodukt nicht erneuerbare Rohstoffquelle	Recycling nur bei unverschmutzten Platten kein Recyclingverfahren
Polystyrol-Extruderschaum (XPS)	18 164	0,035 bis 0,045	B1		
Polyurethan-Hartschaum (PUR)	18.164	0,020 bis 0,035	B1, B2		
Mineralfaserdämmstoffe	18 165	0,035 bis 0,040	A1, A2, B1	Rohstoffe ausreichend vorhanden	nicht wiederverwendbar
Zellulosefaserdämmstoffe	[1)]	0,040 bis 0,045	B2 B1	Recyclingprodukt aus Altpapier	wiederverwendbar, kompostierbar, therm. Verwertung
Kokosfaserdämmstoffe	18 165	0,045	B2	nachwachsender Rohstoff	wiederverwendbar, bedingt kompostierbar
Stroh	[1)]	0,13	B2	nachwachsender Rohstoff	kompostierbar, therm. Verwertung
Schilf	[1)]	0,55	B2	nachwachsender Rohstoff	kompostierbar, therm. Verwertung
Korkdämmstoffe	18 161	0,045 bis 0,060	B2	nachwachsender Rohstoff, beschränkt verfügbar	wiederverwendbar
Schafwolledämmstoffe		0,040	B2	nachwachsender Rohstoff	wiederverwendbar, kompostierbar
Holzfaserdämmstoffe (WF)	68 755	0,040 bis 0,055	B2	nachwachsender Rohstoff	wiederverwendbar, kompostierbar
Holzwolleleichtbauplatten	1101/ 1102	0,065 bis 0,090	B1	nachwachsender Rohstoff	nicht wiederverwendbar
Schaumglas	18 174	0,045 bis 0,060	A1	Rohstoffe ausreichend verfügbar	kaum wiederverwendbar, unverrottbar
Perlitedämmstoffe	[1)]	0,050 bis 0,070	A1/B2	Rohstoffe ausreichend verfügbar	wiederverwendbar deponiefähig

1) allgemein bauaufsichtlich zugelassen
2) Brandschutzklassen: A1, A2 nicht brennbar, B 1 schwerentflammbar, B 2 normalentflammbar
3) Entsorgung sehr unterschiedlich, abhängig von kommunalen Verordnungen und von der Ausstattung und weiteren Bearbeitung des Dämmstoffes
4) DIN EN 13 162:2001-10 Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte ... Norm gilt für fast alle Dämmstoffe

14.5 Aufbau der Wärmedämmverbund-Systeme (WDVS)

Untergrundbedingungen. Der Untergrund muss
- trocken,
- frei von Schmutz, Staub, Öl und Fett,
- eben und
- tragfähig sein.

Verarbeitungsbedingungen
- Verarbeitungs-, Untergrund- und Materialtemperatur darf nicht unter 5 °C liegen
- Starker Wind und direkte Sonneneinstrahlung kann zu schneller Hautbildung bei der Spachtelmasse führen, ebenso zu Ansätzen beim Putzauftrag
- Nicht abgebundene Werkstoffe sind vor Schlagregen zu schützen

Bauliche Voraussetzungen
- Fenster, Türen, Rollladenkästen müssen eingesetzt sein
- Fensterbänke müssen entsprechend der Dämmschichtdicke gesetzt sein (**14.9**)
- Rohrschellen, Steckdosen, Lüftungsgitter müssen vorher versetzt worden sein

– Dachüberstand muss ausreichend sein, ggf. erweitert werden

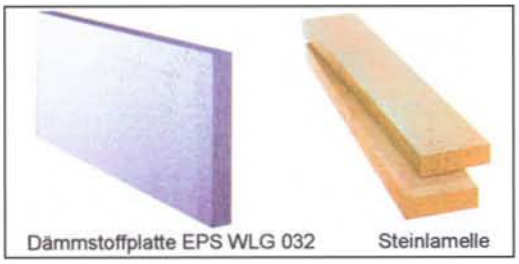
Zur Befestigung der Dämmplatten gibt es drei Systeme,

– Kleben,
– Kleben und zusätzlich Dübeln und
– mechanisch Befestigen.

Die Auswahl des Befestigungssystems ist abhängig von der Art des Dämmstoffes, dem Gesamtgewicht/m^2, der Tragfähigkeit des Untergrundes und der Höhe des Gebäudes.

Dämmplattenauswahl

Für die verschiedenen Anwendungsfälle stehen unterschiedliche Dämmplattentypen zur Verfügung, stumpf gestoßen oder mit Nut-, Feder- und Stufenfalz. Die gebräuchlichsten Dämmstoffe sind Polystyrol-Partikelschaum und Mineral-Dämmstoffe wie z. B. Steinwolle oder Mineralwolle (**14.**8).



14.8 Dämmstoffplatten

Zum Einsatz kommen inzwischen graue Fassadendämmplatten. Sie haben die Eigenschaften des Wärme-, Schall- und Brandschutzes vereinigt. Ihre Dämmleistung ist 12,5 % höher als die der Standard-Dämmplatten. Je nach Anforderung wird dieser Vorteil genutzt, um eine stärkere Dämmwirkung zu erzielen oder um die Dicke der Dämmschicht entsprechend zu reduzieren.

Sockelabschluss

Die Basis eines jeden WDV-Systems bildet das Sockelprofil. Je nach Dämmstoffdicke wird das passende Profil eingesetzt. Die meisten Systeme verwenden eine Sockelabschlussschiene aus Aluminium. Diese stellt eine erhebliche Wärmebrücke dar. Besser geeignet sind wärmebrückenfreie, thermisch entkoppelte Abschlusselemente. Sie bestehen aus einem Polystyrol oder Mineralfaserkern, einer ober- und unterseitigen Abschlussplatte aus geschäumtem mineralischem Stoff und einem Kantenprofil.

Kleben der Dämmplatten

Je nach bevorzugter Arbeitstechnik, den Untergrundgegebenheiten und dem gewählten System stehen dispersionsgebundene und mineralische Klebemassen oder Klebeschäume auf Polyurethanharzbasis zur Verfügung. Für die Verklebung von Mineralwolle-Dämmplatten werden ausschließlich mineralische Klebemörtel verwendet.

Der Kleberauftrag erfolgt bei üblichen Untergründen in der so genannten „Wulst-Punkt-Methode", d. h. randumlaufend mit einem ca. 5 cm breiten Streifen, plattenmittig mit 2 oder 3 handtellergroßen Batzen. Alternativ kann der Kleber bei geeigneten Untergründen auch vollflächig auf die Wand gespritzt und mit einer Zahnkelle abgezogen werden. Bei planen Untergründen kann die Klebemasse auch auf die Rückseite der Dämmplatte aufgetragen werden (**14.**11).

14.9 Fensterbankanschluss und Abdichtung

Werden Dämmplatten mit einem Polyurethanschaum anstelle von Mörtel montiert, kann bereits nach zwei Stunden mit dem Armieren begonnen werden. Der Auftrag erfolgt ebenfalls in der Rand-Wulst-Punkt-Methode. Für die Verklebung wird weder Strom noch Wasser benötigt.

Dübeln der Dämmplatten (**14.**11 und **14.**12)
Der Dübeltyp ist abhängig vom Wandbaustoff und der darauf bezogenen Verankerungstiefe.

Die Dübellänge ergibt sich aus: Verankerungstiefe + evtl. Altputz + Kleber + Plattendicke. Bei Gebäudehöhen bis 8,00 m Höhe können normale Spreizdübel verwendet werden, bei Höhen über 8,00 m müssen bauaufsichtlich zugelassene Dübel (Schraubdübel) eingesetzt werden. Für Gebäudehöhen bis 8,00 m ist kein Nachweis des Gesamtgewichtes erforderlich,

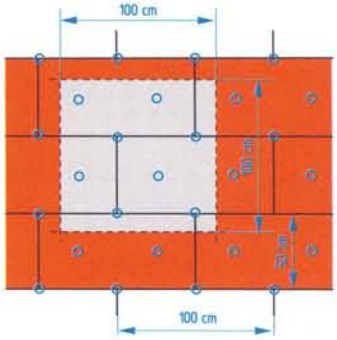
- bei Höhen von 8,00 bis 20,00 m ist ein vereinfachter oder
- bei entsprechenden Voraussetzungen kein Nachweis nötig,
- bei Gebäudehöhen über 20,00 m muss ein rechnerischer Nachweis erbracht werden.

Sämtliche Platten müssen völlig pressgestoßen sein, Fehlstellen oder offene Plattenfugen müssen mit Füllschaum oder Dämmstreifen geschlossen werden (**14.**14, **14.**15).

Zur Abdichtung von Anschlussfugen an andere Bauteile (z. B. Fensterrahmen, -bänke, Türen, Gesimsbretter) sind Fugendichtbänder einzusetzen. Wenig Dichtband vorlegen, da das Band bei höheren Temperaturen schneller aufgeht.

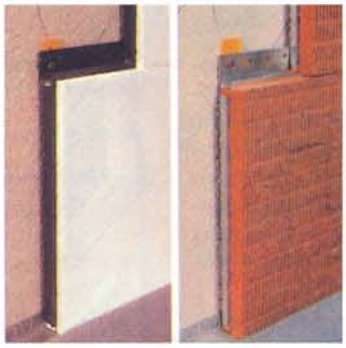
14.10 Vollflächige Verklebung

Offene Plattenfugen, Löcher oder Spalten sind vor der Armierung mit dem gleichen Dämmstoff zu schließen oder mit einem geeigneten Füllschaum aufzufüllen (**14.**14 und **14.**15).



14.11 Verdübelungsbild für PS-Hartschaumplatten

14.12 Steinwolleplatten müssen grundsätzlich geklebt und gedübelt werden



14.13 Bei nicht tragfähigen oder unebenen Untergründen können die Dämmplatten mechanisch befestigt werden. Die Platten werden dabei in gedübelte Schienen gesetzt

14.14 Auffüllen der Plattenfugen mit Füllschaum

14.15 Auffüllen der Plattenfugen mit Dämmstoffstreifen. Wärmebrücken vermeiden!

Armierung und Gewebe

Die Armierung muss vollflächig erfolgen, sie soll alle Plattenstöße, Schienenanschlüsse und Eckwinkel vollständig überdecken und damit Rissbildungen verhindern.

Armierungsmasse wird aufgetragen (mit Hand oder maschinell). Zur Kontrolle der Mindestschichtstärke ist ein Durchkämmen mit einer 10 mm Zahntraufel empfehlenswert. In die offene Mörtelmasse wird Glasfasergewebe 10 cm überlappend eingedrückt (**14.**16), dabei quillt die Armierungsmasse durch das Gewebegitter. Bei der sofortigen Planspachtelung muss das Gewebe total abgedeckt sein. Die Gewebeeinbettung soll im oberen Drittel der Armierungsschicht vorgenommen werden und darf keinesfalls direkt auf dem Dämmstoff liegen. Im Eckbereich von Gebäudeöffnungen zusätzlich Diagonal-Armierungsstreifen (**14.**17) oder spezielle Gewebestreifen (Pfeilform) diagonal in die Armierung einbetten.

14.16 Aufbringen der Armierung

14.17 Diagonalarmierung an einer Gebäudeöffnung

14.18 Putzauftrag als Endbeschichtung

Schlussbeschichtung

Die Armierungsschicht ist nach einer Standzeit von 3–5 Tagen (je nach Witterungsbedingungen) abgebunden und trocken, so dass die Endbeschichtung, ein Putzauftrag (**14.**18), erfolgen kann. Abhängig vom nachfolgenden Putzauftrag ist die Fläche zu grundieren. Als

Oberputze stehen vier Putzarten zur Verfügung.

- organisch gebundene Kunstharz- und Siliconharzputze sowie
- mineralisch gebundene Silikat- und Mineralputze.

Diese können vom Hersteller algizid und fungizid ausgerüstet geliefert werden. Der Fachverband WDV-Systeme empfiehlt, immer einen Egalisierungsanstrich in der entsprechenden Stoffart vorzunehmen. Bei Wärmedämm-Verbundsystemen sollten wegen der Aufheizungsgefahr der Oberfläche nur Farbtöne mit einem Hellbezugswert größer als 20 % verwendet werden.

Überarbeitung von Wärmedämmfassaden
Wie alle anderen Fassadenflächen müssen WDVS-Fassaden nach einer gewissen Beanspruchungssdauer renoviert werden. Die Überarbeitung ist abhängig von dem bei der Untergrundprüfung festgestellten Zustand. Es ist genau darauf zu achten, ob Untergrundmängel wie Riss- und Blasenbildung, lose Platten, defekte Fensterbankanschlüsse, abblätternder Putz etc. vorhanden sind. Diese Schäden können nicht direkt mit einem Beschichtungssystem überarbeitet werden, sie bedürfen einer grundlegenden Sanierungsmaßnahme. Intakte Flächen können mit geeigneten Beschichtungssystemen überarbeitet werden.

Bei der Vorbehandlung des Untergrundes ist zu beachten:

- Die Wassertemperatur darf beim Reinigen der Fassade mit einem Hochdruckreinigungsgerät 60 °C nicht übersteigen
- Hochdruckreinigungsgeräte sind nur mit reduziertem Druck einzusetzen
- Auf ausreichende Trocknung vor der Überarbeitung ist zu achten
- Pilz- und Algenbefall sind mit einem Biozid zu behandeln

Für die Beschichtung von Wärmdämmfassaden eignen sich besonders Siliconharzemulsionsfarben, da diese hervorragende bauphysikalische Eigenschaften aufweisen. Eine algizide und fungizide Ausrüstung des Beschichtungsstoffes ist empfehlenswert. Folgende Eigenschaften sollten Beschichtungssysteme aufweisen:

- Verträglichkeit mit dem Dämmstoff
- diffusionsoffen, sd-Wert < 0,5 m
- hoher Regenschutz
- Hellbezugswert > 20 %

14.6 Brandschutz für Wärmedämmverbundsysteme

Der Brandschutz für Wärmedämm-Verbundsysteme wird in Deutschland durch nationales Baurecht geregelt. Die WDVS werden entsprechend ihres Brandverhaltens klassifiziert und in Baustoffklassen eingestuft.

Das **Brandverhalten** von WDVS unterliegt mehreren Einflussfaktoren:

- Art und Dicke des Dämmstoffes
- Anteil der organischen Bestandteile in der Putzschicht
- Dicke der Armierungs- und Putzschicht
- konstruktive Ausbildung an Anschlüssen, Öffnungen, Einbauten u. a.

Einstufungen und Baustoffklassen (Tab. **14.6**)
(WDV-Systeme nach DIN EN 13163
Baustoffklassen nach DIN 4102)

Nicht brennbar

Mineralwolle – Baustoffklasse A1 oder A2

Schwer entflammbar

EPS-Hartschaum – Baustoffklasse B1

- bei Dämmplattendicken ≤ 100 mm generell
- bei Dämmplattendicken > 100 mm bis 300 mit zusätzlichen Maßnahmen

Normal entflammbar

EPS-Hartschaum – Baustoffklasse B2

- bei Dämmplattendicken > 100 mm ohne zusätzlichen Maßnahmen

Die allgemeinen baurechtlichen Anforderungen bei der Verwendung von WDVS ergeben sich aus den **Brandschutzvorschriften der Länder (LBO)**. Mindestanforderungen sind:

Tabelle **14.6** Brandstoffklassen Einstufung

Höhenbereich über Geländeoberfläche	Baustoffklasse WDV-System
Gebäude geringer Höhe, < 7,00 m	normalentflammbar DIN 4102 – **B2**
Gebäude mittlerer Höhe, 7,00 m bis 22,00 m	schwerentflammbar DIN 4102 – **B1**
Gebäude größer 22,00 m (Hochhäuser)	Nichtbrennbar DIN 4102 – **A**

Für **Sonderbauten** wie z. B. Schulen, Krankenhäuser, Altenheime, Tagungsgebäude gelten Sonderbaurichtlinien bzw. -verordnungen, in denen häufig strengere Anforderungen vorgegeben sind.

Nach europäischen Vorgaben ergibt sich die Klassifizierung des Brandverhaltens im Vergleich zur deutschen Norm wie folgt:

Tabelle **14.7** Brandverhalten Einstufung

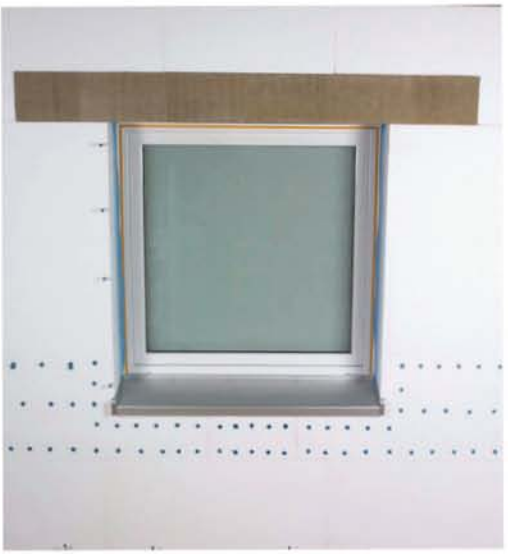
	DIN 4102-1	DIN EN 13501-1
Nicht brennbar	A1/A2	A1/A2
Schwer entflammbar	B1	B, C
Normal entflammbar	B2	D, E
Leicht brennbar	B3	F

Die **Brandschutzmaßnahmen** beziehen sich auf WDV-Systeme aus schwerentflammbaren Polystyrol-Hartschaum (B1) mit Dämmstoffdicken > 100 mm bis ≤ 200 mm (ggf. bis 300 mm). Zwei Alternativen sind möglich:

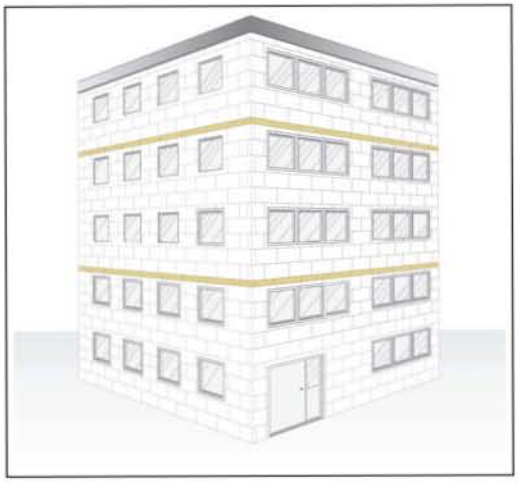
1. Sturzschutz, hierbei soll durch eine Sturzausbildung mit nicht brennbaren mineralischen Dämmstreifen (A1/A2) oberhalb jeder Öffnung ein Brandeintritt in die Dämmfläche verhindert werden (**14**.19).

- Dämmstreifen, 200 mm breit, vollflächig mit mineralischem Klebemörtel verkleben, ggf. verdübeln
- seitlicher Überstand muss beidseitig mindestens 300 mm betragen
- Sturzunterseite mit mineralischem Dämmstoff verkleben

2. Umlaufender Brandriegel, hierbei soll durch einen mineralischen Dämmstreifen (A1/A2) eine geschossübergreifende Brandweiterleitung verhindert werden. Brandriegel sind mindestens in jedem zweiten Geschoss horizontal umlaufend einzubauen (**14**.20).



14.19 Sturzausbildung



14.20 Brandriegelausbildung

- Dämmstreifen, 200 mm breit, vollflächig mit mineralischem Klebemörtel verkleben, ggf. verdübeln
- Abstand zwischen Unterkante Sturz und Unterkannte Brandriegel muss maximal 500 mm betragen
- im Kantenbereich Armierungsgewebe mit Gewebe-Eckwinkel verstärken
- Dicke des Brandriegels muss in gleicher Dicke wie die Dämmung angebracht werden.

14.7 Blower-Door-Messung

Bei der Blower-Door-Messung handelst es sich um ein Differenzdruck-Messverfahren, bei dem die Luftdichtheit eines Gebäudes gemessen wird. Bei der Messung sollen undichte Stellen (Leckagen) in der Gebäudehülle ermittelt und die Luftwechselrate bestimmt werden.

Angewandt wird dieses Messverfahren vordringlich bei Niedrigenergie- und Passivhäusern. In der Energieeinsparverordnung ist die Zeit, in der die Luft durch Undichtigkeiten im Gebäude ausgetauscht werden darf, festgelegt.

Messprinzip

Mittels eines Gebläses (Ventilator) wird ein Unter- bzw. Überdruck in einem Gebäude erzeugt. Dabei wird eine Druckdifferenz zur Umgebungsluft von 50 Pa (Pascal) erreicht.

In der ersten Messphase wird ein Unterdruck erzeugt. Während dieses Bohrgangs wird die Gebäudehülle nach undichten Stellen abgesucht. Hohe Luftwechselraten lassen Rückschlüsse auf Undichtigkeiten zu. Diese müssen geortet und beseitigt werden. Bei der zweiten Messung wird ein Überdruck erzeugt und die Ergebnisse der Messungen miteinander verglichen.

Um undichte Stellen optisch sichtbar zu machen werden Rauchspender eingesetzt. Zum Einsatz kommen auch Luftgeschwindigkeitsmesser.

14.8 Innendämmung, Dämmstoffe und Dämmsysteme

Die Innendämmung ist das geeignete Dämmverfahren für die Verbesserung des Wärmeschutzes an den Außenwänden bestehender Wohngebäude, wenn eine Dämmung von außen nicht in Frage kommt.

Die Innendämmung besteht in der Regel aus
- Tragkonstruktion,
- Dämmstoff,
- Dampfbremse und
- Innenverkleidung.

Eine separate Dampfbremse wird immer dann erforderlich, wenn die Wandbekleidung zusammen mit dem Dämmstoff keinen ausreichenden Widerstand gegen eindringenden Wasserdampf bietet.

Als Dampfbremse können z. B. eingesetzt werden: Polyäthylenfolien, Dispersionsbeschichtungsstoffe, Acrylkleber, PU-Beschichtungsstoffe.

Dämmstoffe für die Innendämmung

- Mineralfaser-Dämmplatten [λ = 0,035 und 0,040 W/(mK)], (A1, A2)
- Polystyrolplatten mit oder ohne Kantenfalz, PS 15 + PS 20 [λ = 0,030–0,040 W/(m K)], (B1)
- Polyurethanplatten mit Nut und Feder [λ = 0,035–0,040 W/(m K)], (B2)
- Schaumglasplatten [λ = 0,045 W/(m · K)], (A1)
- Zellulosedämmstoff im Anspritzverfahren (Flocken), [λ = 0,040–0,045 W/(m · K)], (B1, B2)
- Korkplatten und Korkschrot hinter Verkleidung [λ = 0,045–0,050 W/(m · K)], (B2)
- Schafwolle als Matte [λ = 0,030–0,040 W/(m · K)]; (B2)
- Holzweichfaserplatten [λ = 0,040–0,045 W/(m · K)]; (B2)
- Kalziumsilikatplatten [λ = 0,060–0,08 W/(m · K)]; (A1)

Beispiele möglicher Innendämmsysteme

- Verbundplatten aus Dämmstoff (Hartschaum oder Mineralwolle) und Gipskarton- oder Gipsfaserplatten wahlweise mit integrierter Dampfbremse.
- Holzwolleleichtbau-Verbundplatten mit Dämmstoff (Hartschaum oder Mineralfaser) wahlweise mit integrierter Dampfbremse, Innenputz.
- Dämmstoffe zwischen Holzlattenkonstruktion auf altem Innenputz, sorgfältig an allen

Anschlussstellen dicht ausgeführte Dampfbremse, Innenverkleidung,
- Zellulosedämmung im Anspritzverfahren zwischen Holzlattung, Dampfbremse oder Weichfaserplatte, Innenverkleidung.
- Innenputzsysteme: Dämmplatten aus Polyurethanschaum, Polystyrol oder Mineralwolle gegebenenfalls mit Dampfbremse, Innenputz.
- Schaumglasplatten (dampfdicht) in Bitumen o. a. Kaltkleber vollflächig aufgeklebt, Innenputz oder Verkleidung.

Um eine effektive Dämmung zu erreichen sollte die Dämmstoffdicke 6 cm bis 8 cm betragen. „Dämmtapeten" sind als Wärmeschutz zu dünn, mit ihnen wird nur eine unzureichende Wärmedämmung erzielt.

Die Innendämmung muss sorgfältig ausgeführt werden, um Wärmebrücken zu vermeiden. Es muss auf eine luft- und dampfdichte Ausführung, besonders im Anschluss an andere Gebäudeteile, geachtet werden. Fenster und Heizkörpernischen sind unbedingt mit in die Innendämmung einzubeziehen.

Bei der Wahl des Dichtstoffes ist die Baustoffklasse zu beachten. Die Anforderungen des Brandschutzes richten sich nach der Anzahl der Vollgeschosse des Gebäudes und der Art der raumseitigen Verkleidung.

15 Gestaltungstechniken

Jeder Gestaltung liegt eine Planung zu Grunde. Sie muss viele Faktoren berücksichtigen, z. B.

- Objektart
- architektonische Gegebenheit
- vorhandene Baustoffe, Einrichtung
- Kundenwunsch
- beabsichtigte Wirkung
- Nutzung, Benutzer
- historische Einflüsse
- denkmalpflegerische Vorgaben
- finanzieller Rahmen.

Unter Einbeziehung dieser Überlegungen lassen sich alte und neue Schmucktechniken einsetzen.

15.1 Alte Mal- und Putztechniken

15.1.1 Kalk-Schmucktechniken

Die Fresco-Technik (ital. *a fresco*= „auf das Frische") ist eine historische Technik für Innen- und Außenwandmalereien (geschützte Flächen). Grundlage ist frischer, noch nicht abgebundener Kalkputz (Mörtelgruppe P I) oder eine Kalkschlämme. Es wird nur soviel Putz/ Schlämme aufgetragen wie bemalt werden kann bevor der Abbindevorgang einsetzt. Darauf wird die, mit kalk- und lichtbeständigen Pigmenten angerührte Kalkfarbe aufgestrichen/-gemalt. Der Kalkputz erhärtet gemeinsam mit der aufgetragenen Kalkfarbe durch die Umsetzung von Calciumhydroxid mit der Kohlensäure aus der Luft zu wasserunlöslichem Calciumcarbonat.

Die Ausführung der Malerei beginnt mit helleren Tönen und geht allmählich zu den kräftigen über, dabei kann der Farbauftrag deckend oder lasierend erfolgen. Bei der Lasurtechnik wirkt als typisches Kennzeichen der Fresco-Technik die Putzstruktur mit.

Bei der Seccomalerei (ital. *secco* = trocken) wird mit Kalk- oder Kalkkaseinfarbe auf trockenen Kalkputz gemalt. Der Kalk wird vorgenässt, mit Kalkfarbe gestrichen und mit kalkbeständigen Pigmenten nass-in-nass bemalt. Kaseinzusätze erhöhen das Bindevermögen.

Sgraffito (ital. *sgraffiare* = kratzen) ist eine farbige Putztechnik, die ihre Ursprünge im alten Griechenland hat und über Italien zu uns kam. Bis heute haben sich viele großartige putzgeritzte Wandbilder in ganz Europa erhalten. Man unterscheidet:

- einschichtige Sgraffito aus Putzgrund und Kalkschlämme
- mehrschichtige Sgraffito aus mindestens drei Putzschichten.

Beim einschichtigen Sgraffito wird auf einen gefärbten Putz eine Kalkschlämme aufgetragen, ein Muster aufgezeichnet und die Kalkschlämme stellenweise abgeschabt.

Beim mehrschichtigen Sgraffito werden mehrere verschiedenfarbige Kalkputze übereinander aufgezogen. Nach Aufzeichnen des Motivs werden die einzelnen Putzschichten entsprechend der gewünschten Farbigkeit herausgekratzt. Es entsteht eine reliefartige Oberfläche.

15.1.2 Silikatmalerei

Malereien mit Silikatfarben sind beständig gegen Licht, Witterung und Feuchtigkeit. Sie eignen sich für Flächen in Innenräumen und auf Außenflächen, am besten auf sauberen unbeschichteten Untergründen mit Putzen der Mörtelgruppen P I bis P III.

Die Untergrundvorbehandlung erfolgt entsprechend der Silikatfarbentechnik (Abschn. 9.7.3).

Zuerst wird der Malgrund mit der Bürste aufgetragen. Dann erfolgt das Übertragen eines Musters oder einer Form durch Aufzeichnen, Aufpausen oder Abschnüren. Das anschließende Ausmalen kann deckend oder mehrmals lasierend erfolgen. (**15**.1).

15.1 Fassadenmalerei

15.1.3 Schabloniertechnik

Übertragungs- und Vervielfältigungsverfahren für Schriften, Muster und Motive. Von alters her wurden Formen mit Kalkfarben, Silikatfarben oder Leimfarben auf Wand- und Deckenflächen schabloniert.

Geeignet ist die Schabloniertechnik auf allen ebenen Untergründen und mit fast jedem Beschichtungsstoff.

Als **Schablonenmaterial** eignen sich spezielle Schablonenpapiere in unterschiedlichen Dicken, Pappe oder dickes Papier, schneidbarer Kunststofffilm und Kunststofffolie.

Ablauf. Muster auf Schablonenpapier aufzeichnen, Pappe/Papier mit Leinölfirnis tränken oder mit Absperrlack streichen. Farbe nicht zu dünn ansetzen, mit Schablonierpinsel Farbe auftupfen. Mit „trockenem" Pinsel arbeiten, damit ein Unterlaufen der Schablone vermieden wird. Ein mehrfarbiges Muster erfordert für jede Farbe eine Schablone (**15.**2).

Schablonen werden auch aus Papier oder Kunststofffolie ausgeplottert. Der Fachhandel bietet fertig geschnittene Kunststoffschablonen mit historischen Motiven, z. B. Friese und Borden sowie modernen Elementen an.

15.2 Mehrfarbige Schablonierarbeit

15.2 Gestaltungstechniken mit alten und neuen Werkstoffen

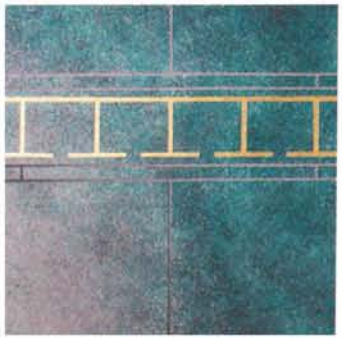
In den letzten Jahren wurden von den Produktherstellern Werkstoffe entwickelt, mit denen sich alte und neue Gestaltungstechniken wirtschaftlich herstellen lassen (**15.**3 und **15.**4). Vorteile sind dabei:

- objektbezogene Individualität
- planbare Repräsentationswirkung
- zielgerichtete Gestaltung
- ausgefallene Designlösung
- handwerklich anspruchsvolle Oberflächen mit Unikat-Charakter.

Das Zusammenwirken von Werkstoffen, Strukturen und Farben muss aus einer gestalterischen Sicherheit heraus geschehen. Gestaltete Oberflächen sind nur in ihrer Umgebung zu beurteilen, werden von der Nutzung mitbestimmt und erhalten ihre Wirkung durch den Einklang mit dem Objekt. Auch der spannungsreiche Gegensatz zum Objekt bietet, gekonnt eingesetzt, immer neue Gestaltungserlebnisse.

15.3 Schiefer-Interpretationstechnik. Strukturierung mit Latex-Plastik, Beschichtung mit dunkel getönter Dispersionsfarbe, Auftrag einer Dispersionslasur, Abpolieren mit Wachs

Die nachfolgende tabellarische Darstellung ermöglicht ein schnelles Erkennen der Techniken. Nach diesem Schema lassen sich weitere Kurzübersichten zu eigenen Gestaltungstechniken (Tab. **15.**1) erstellen.



15.4 Granitstein-Interpretationstechnik. Aufstupfen von Dispersionsfarben in unterschiedlichen Farbtönen, Reihenfolgen und Hell-Dunkel-Stufen, Beschichtung mit Acryl-Klarlack

Tabelle **15.**1 Gestaltungstechniken

	Kammzugtechnik	**Marmorierung**	**Lasurspachteltechnik** (**15.**5)
Anwendungsgebiete	Holzverkleidungen, Sockelflächen, Möbelfronten, Schmuckflächen	Sockelmalerei, Säulen, Türeinfassungen, Stuckfriese im Innenbereich, Wandflächen	Repräsentative Bereiche: Foyers, Büros, Flure, Wohnungen, Schwimmbäder
Ausdruck/Wirkung	Lasureffekt, Musterbildung durch Kontrastwirkung zwischen Lasur und Untergrund	Illusionsmalerei, die Farbigkeit und Struktur des Marmors wiedergibt. Oberfläche glatt, poliert	Dünne transparente Lasurschichten, glänzend bis matt, ein- und mehrfarbige Oberflächen
Werkstoffe	Ölfarbe, Kunstharzlacke, Dispersionsfarbe, Bierlasur, Trockenfarbe	Dispersionsfarben, Acryllacke, Kalk-Kasein, Öllacke, Bierlasur	Thixotrophe Acryl-Lasurfarbe mit langer Offenzeit; auch mit Glimmer- und Perlmutteffekten
Werkzeuge und Hilfsmittel	Stahl-, Gummi-, Kunststoffkämme mit unterschiedlichen Zinkenbreiten und -abständen	Ölmalpinsel, Dachshaarvertreiber, Malpinsel, Schwamm, Gänsefeder, Ledertücher, Stupfpinsel	Spezielle Dekospachteln aus Kunststoff, Streichbürste, Velourswalze
Untergründe	Ebene, glatte Flächen; nicht saugend	Glatt, Spachteln erforderlich	Glatt, schwach saugend
Arbeitsablauf	Auftragen eines Grundfarbtones, Aufstreichen der Lasur; Musterbildung durch Abziehen mit dem Kamm, ggf. Klarlackauftrag	Grundfarbton mit Pinsel Schwamm oder Lappen vorlegen, abtupfen, durchziehen; Aderung mit Gänsefeder einziehen, mit Dachshaarvertreiber vertreiben, lockere Pinselführung einhalten, Klarlack, polierfähiges Wachs, Lasur	Grundfarbton aufspritzen oder strukturschwach aufrollen, Lasurfarbe dick aufstreichen und mit Dekospachtel strukturieren, 2- bis 3-mal wiederholen

15.5 Lasurspachteltechnik

15.6 Glätte-, Spachteltechnik

Tabelle **15**.1 Fortsetzung

	Glättetechnik (**15**.6)	**Pinsellasurtechnik** (**15**.7)	**Wickeltechnik** (**15**.8)
Anwendungsgebiete	Repräsentative Bereiche: Foyers, Büros, Flure, historische Gebäude, Privatwohnungen: Wandflächen, Bäder	Cafés, Boutiquen, Wohnbereiche, Schwimmbäder, Akzentflächen z. B. Türen; strukturierte Wandbeläge	Treppenhäuser, Sockel, Wohnbereiche, Restaurants, Cafés, Boutiquen
Ausdruck/Wirkung	Addition halbtransparenter Farbschichten, sehr glatte polierte Oberfläche	Geführte dynamische Farbstruktur, farbige Oberflächen	Knitterstruktur mit bewegtem Ausdruck, ein- oder mehrfarbig Ton in Ton
Werkstoffe	Pigmentierte Spachtelmassen, Dispersions-Volltonfarben, Latexfarben, Fertigprodukte auf Kalkbasis	Stoffe mit langer Offenzeit, z. B. Acryllacke, Acryllasuren oder Ölfarben	Dispersionsfarben, Kalkfarben, Silikatfarben, Leimfarben, Kunstharzlack
Werkzeuge und Hilfsmittel	Japan-Stahlspachtel, Kunststoffspachtel Kellen	Flächenstreicher, Bürste, Ölmalpinsel, Dachshaarvertreiber, Rakel	Leinen- oder Baumwolllappen, Gardinenstoffe, Ledertuch, Folienknäuel
Untergründe	Sehr glatt, perfekte Grundspachtelung erforderlich	Glatt, schwach saugend, Untergrund grundieren	Meist auf glatten Untergründen, aber auch auf feinem Putz anwendbar
Arbeitsablauf	Spachtelmaterial mit Spachtel, Kelle in drei bis vier Fleckspachtelgängen auftragen, abglätten oder polierfähiges Wachs auftragen	Mit gleichmäßigem Duktus die Farbe aufbringen und im Nass-in-nass-Verfahren mehrere Farbtöne einwischen, anschließend vertreiben	Grundfarbton auftragen, ein oder mehrere Farbtöne aufwickeln

15.7 Lasurtechnik

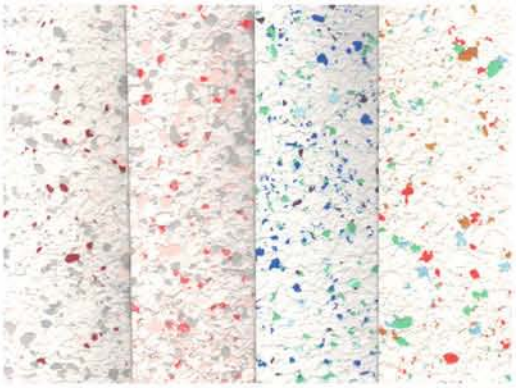
15.8 Wickeltechnik-Abwischen der Folie

Tabelle **15**.1 Fortsetzung

	Stupftechnik	**Wischtechnik**	**Abklatschtechnik**
Anwendungsgebiete	Sockel in Treppenhäusern, historische Objekte, repräsentative Bereiche	Wohnbereiche, Läden, Restaurants, große Flächen, auch Decken, Fassadengestaltung, Cafes	Repräsentative Bereiche, anspruchsvolle Wohnbereiche
Ausdruck/Wirkung	Feinkörnige Farbtextur mit impressionistischem Effekt, additive Farbmischung	Gewölkte Oberflächen mit großzügigen, weichen Farbverläufen, lebendig	Fleckhaft bewegt, mehr oder weniger Wirkung durch Kontrastbildung und Strukturdichte
Werkstoffe	Dispersions-, Leim-, Kalk- und Silikatfarben	Feindisperse Dispersionsfarben, Kalkfarben, Silikatfarben, Acryllacke	Farbe mit langer Offenzeit, z. B. Acryllacke/-Lasuren oder Ölfarben
Werkzeuge und Hilfsmittel	Naturschwamm	Naturschwamm oder Textillappen, Ledertuch, Flächenstreicher, Bürste	Synthetikleder, Ballentupfer, Stupfpinsel
Untergründe	Glatt oder rau; Raufaser, Glasgewebe, Putz	Putz, Raufaser, Glasgewebe, auch für raue Untergründe geeignet	Glatt, schwach saugend
Arbeitsablauf	Auftrag Grundfarbton, mit dem Naturschwamm werden ein oder mehrere Farbtöne auf die Fläche getupft	Helle Grundbeschichtung, mit Werkzeug in kreisenden oder strichartigen Bewegungen, ein oder mehrere Farbtöne lasierend aufwischen	Grundfarbe; Acrylfarbe dick auftragen und mit dem speziell gefalteten Synthetikleder durch Aufklatschen abnehmen, 2- bis 3-mal wiederholen
Anwendungsgebiete	Historische Objekte, Sockel, Möbel, Türen	Flure, Treppenhäuser; Ausstellungssysteme, stark beanspruchte Flächen, Türen, Sockelbereiche	Flure, Treppenhäuser; Ausstellungssysteme, stark beanspruchte Flächen, Sockelbereiche

Tabelle **15**.1 Fortsetzung

	Maserierung	**Sprenkeltechnik**	**Chipstechnik** (**15**.9)
Ausdruck/Wirkung	Dünne transparente Lasurschichten, Nachahmung von Holzarten	Streuung farblicher Punkte, Kleckse und Sprenkel, deckend oder transparent	Schuppenartige Farbteilchen
Werkstoffe	Acryllasuren, Bierlasur, Ölfarben, magerer Grundbeschichtungsstoff (Holzgrund)	Dispersions-Acryl-Kombinationen oder einkomponentige, polychrome Spezialfarben auf Wasserbasis	Acrylklarlack und lose Farbchips oder Suspensionsfarben
Werkzeuge und Hilfsmittel	Ölmalpinsel, Dachshaarvertreiber, Malpinsel, Zackenpinsel, Schwamm, Modler, Schläger, Ledertücher, Maserboy	Niederdruck-Spritz-Gerät oder Rolle (je nach Stoffart), Trichterpistole	Unterdrucksaugpistole für lose Chips oder Rolle, für gebundene Chipssysteme
Untergründe	Glatt, schwach saugend, Spachteln erforderlich	Feste und tragfähige Untergründe, z. B. Gewebe, Putz, Raufaser	Feste und tragfähige Untergründe, z. B. Gewebe, Putz, Raufaser
Arbeitsablauf	Grundbeschichten im Holzgrundton, Lasurfarbe aufstreichen z. B. mit Naturschwamm strukturieren, mit Modler Aderung einziehen, mit Dachshaarvertreiber vertreiben, Klarlack auftragen	Grundfarbton vorlegen, Material in kreisenden Bewegungen aufspritzen, auf gleichmäßiges Erscheinungsbild achten	Auftragen des Grundfarbtons, Aufrollen, Einstreuen oder Einblasen der Chips in die nasse Grundbeschichtung



15.9 Chipstechnik – Farbbeispiele

15.2.1 Spachteltechniken

Die Spachtelmasse auf Kalkbasis enthält Marmormehl, kalkbeständige Pigmente und Additive. Damit wird eine diffusionsfähige Beschichtung aufgebracht, bei der je nach Verarbeitung unterschiedliche Glanzgrade erzielt werden.

Anwendungsbereiche sind Wandspiegel, Sockelflächen, Einzelwände, Säulen, Pfeiler u. ä. in Wohnbereichen, Hotels, Restaurants, Repräsentations- und Geschäftsräume. Geeignet sind alle intakten Untergründe, ausgenommen Putze der Mörtelgruppe P I im Innenbereich.

Der Ausdruck, die individuelle Wirkung der Spachteltechnik ist abhängig von

- der Untergrundstruktur
- der Auftragstechnik (**15**.6)
- der Anzahl der Spachtelschichten
- dem Glanzgrad (Verdichtung)
- dem Duktus (Charakteristik) des Ausführenden

Beeinflusst wird die Gesamtwirkung einer dekorativen Spachteltechnik durch die richtige Beleuchtung und den Lichteinfallswinkel.

Beschichtungsaufbau

- Untergrundvorbereitung je nach Untergrund
- Grundbeschichtung
- zwei bis drei Spachtelaufträge (je nach Spachteltechnik) ggf. mit Zwischenschliff
- Oberflächenfinish (Schutz, Glanzeffekt)

Zwischen den Spachtelaufträgen sind die vorgegebenen Trockenzeiten einzuhalten. Nach dem letzten Spachtelauftrag wird die Oberfläche durch Verpressen mit der Glättkelle verdichtet.

Die Auftragsmenge beträgt je nach Spachtelgang und -technik zwischen 150 g/m^2 und 300 g/m^2. Spachtelaufträge und Verdichtung sollten mit rostfreien Metallkellen (z.B. Venezianische Glättkelle) oder Kunststoffkellen erfolgen.

15.2.2 Lasurtechniken

Die Lasuren auf Dispersionsbasis (Polyvinylacetat/Ethylen-Copolymer) enthalten Pigmente und Additive. Sie sind diffusionsfähig, ELF, niedrigviskos und matt, Nassabriebbeständigkeit Klasse 2.

Für Lasurtechniken kommen auch Silikatlasuren und Lasuren auf Silikatbasis zum Einsatz.

Anwendungsbereiche sind Wand- und Deckenflächen in nahezu allen Räumen, z. B. Flure, Treppenhäuser, Wohnräume sowie Repräsentations- und Geschäftsräume. Geeignet sind alle intakten Putzuntergründe, Gipskarton-Bauplatten, Wandbekleidungen und Altbeschichtungen.

Spezielle Lasuren können auf Fassadenflächen eingesetzt werden.

Der Ausdruck, die individuelle Wirkung der Lasurtechnik ist abhängig von

- der Untergrundstruktur, fein bis rau
- der Auftragstechnik (**15**.10)
- der Anzahl der Lasuraufträge
- dem Lasurwerkzeug
- dem Duktus (Charakteristik) des Ausführenden

Beeinflusst wird die Gesamtwirkung einer dekorativen Lasurtechnik durch die richtige Beleuchtung und den Lichteinfallswinkel.

Beschichtungsaufbau

- Untergrundvorbereitung je nach Untergrund
- Grundbeschichtung falls notwendig
- Vorbereitung Lasurgrund je nach gewünschtem Lasureffekt durch:
  - Glattspachteln
  - Strukturierung mit Streichputz (**15**.10)
  - Beschichtung mit Fassadenfarbe
  - Kleben mit Glattvlies
  - Kleben mit Strukturvlies (**15**.11)
- Lasurauftrag, ein bis mehrmalig mit unterschiedlichen Farbtönen
- Abrakeln (nur bei Strukturvlies)
- Farbloser Überzug bei Bedarf (Schutz)

Die Auftragsmenge der Lasuren ist abhängig von der Rauhigkeit/Struktur des Lasurgrundes. Lasurauftrag und Lasureffekte können mit kleinen Streichbürsten oder speziellen Wischern erfolgen.

15.10 Lasurtechnik auf Streichputz

15.11 Lasur-/Rakeltechnik auf Gewebe

15.2.3 Steinimitationstechniken

Durch variablen Strukturaufbau, mit verschiedenen Werkstoffen auf Dispersionsbasis und unterschiedlichen Werkzeugen lassen sich Natursteine imitieren. Der jeweilige optische Ausdruck ist von der Interpretation des Ausführenden und der beabsichtigten Wirkung abhängig.

Anwendungsbereiche

Steinimitationen sind in Räumen von Alt- und Neubauten, in Wohn- wie Repräsentationsbereiche auszuführen. Sie können auf Wandspiegel, Sockel und Säulen, als Friese, Borden, Fensterumrahmungen u. a. aufgebracht werden. Mit entsprechendem Oberflächenschutz sind sie auch in Bädern geeignet.

Der Ausdruck, sollte sich an Natursteinen orientieren, ggf. sind Originalsteine als Vorlagen zu verwenden. Daraus ergeben sich Imitationen in

- Schiefertechnik (**15**.3),
- Granitsteintechnik (**15**.4),
- Marmortechnik (**15**.12),
- Sandsteintechnik (**15**.13) und
- Travertintechnik

Beschichtungsaufbau

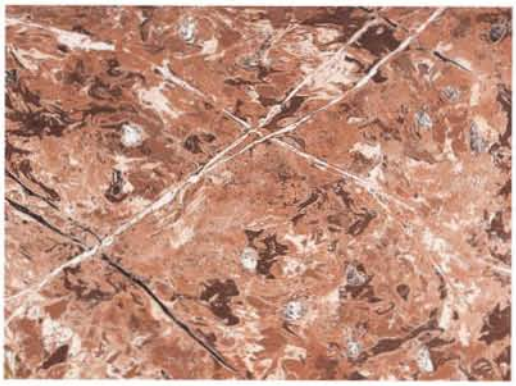
- Untergrundvorbereitung je nach Untergrund
- Grundbeschichtung
- Auftrag von Beschichtungsstoff, Putz, Spachtelmasse oder Plastikstrukturierung
- Oberflächenfinish (Schutz, Glanzeffekt)

Die Auftragsmengen der einzelnen Techniken ist abhängig von der Dicke des Werkstoffauftrags und dem gewünschten Oberflächeneffekt.

Der Einsatz von Werkzeugen ist abhängig von der Imitationsart, dazu gehören Spachteln, Glättkellen, Tupftücher, Naturschwämme, Modler, Malpinsel, Gänsefedern, Bürsten und Pinsel.

Als Oberflächenfinish kann Wachs oder farbloser Acryllack aufgebracht werden.

Es empfiehlt sich, vor dem Aufbringen einer Imitationstechnik Musterplatten zu erstellen und diese vor Ort bei entsprechender Beleuchtung zu präsentieren.



15.12 Marmortechnik

15.13 Sandsteintechnik

Für weitere dekorative Techniken steht von den Produktherstellern eine Vielzahl an Werkstoffen zu Verfügung. Erzielt werden können damit z. B. Metalleffekte und Perlmutteffekte.

15.2.4 Plastische Gestaltung mit Kunststoff-Dispersionsfarben

Mit plastischen KD-Farben gestaltete Flächen ergeben durch Licht- und Schattenwirkungen lebendige und reizvolle Effekte. Weiße oder eingefärbte Plastikmassen werden auf tragfähigen, vorbereiteten Untergründen aufgetragen und strukturiert. Plastische Massen

müssen gleichmäßig dick aufgetragen werden (400 bis 600 g/m^2). Sie müssen auf der Fläche „stehen“ und dürfen weder zusammenlaufen noch absacken.

Bei der **Strukturierung** sind der Phantasie kaum Grenzen gesetzt. Mit Stupfbürste, Pinsel, Spachtel, Strukturwalzen, Stahl- oder Gummikamm und anderen Werkzeugen lassen sich feine bis rustikale Gestaltungen erzielen. Nach der Trocknung lassen sich die Strukturen farbig übermalen, lasierend überwischen, patinieren oder metallisieren (**15.**14).

15.14 Gestaltung mit plastischer KD-Farbe

15.3 Glasfasergewebe

Die Gewebearten bestehen aus rein mineralischem Glasgewebe.

Das Glasfasergewebe als Wandbelag muss nachträglich beschichtet werden.

Anwendungsbereiche

Decken und Wandflächen im Innenbereich die dekorativ und strapazierfähig sein sollen. Beispiele sind Arbeitsräume, Flure, Treppenhäuser, Räume in Krankenhäuser, Schulen, Altenheimen und Kindergärten.

Glasfasergewebe gibt es

- in einer Vielzahl von Strukturen und Dessins,
- mit pigmentierter Vorgrundierung,
- mit pigmentierter Vorgrundierung und wasseraktivierbarer Kleberschicht.

Eigenschaften von Glasfasergewebe sind:

- dimensionsstabil
- verschiebefest
- nassstabil
- unquellbar
- rissüberbrückend
- verrottungsfest
- nicht brennbar A2

Klebe- und Beschichtungsaufbau

Untergrundvorbereitung je nach Untergrund; erforderlich ist eine glatte, ebene Fläche mit einer abgestimmten Saugfähigkeit.

- Auftrag Gewebekleber auf die Belagfläche
- Verklebung im Wandklebeverfahren mit Kleber auf Dispersionsbasis
- ein oder zwei Beschichtungen mit Dispersionsfarbe, Nassabriebklasse 1 oder 2

Beschichtungsstoffe gibt es in unterschiedlichen Eigenschaften und Glanzgraden.

Sie können in verschiedenen Verfahren (Streichen, Rollen, Airless-Spritzen) appliziert werden.

Zur Gestaltung können Glasfasergewebe deckend beschichtet, lasiert (**15.**15) oder nach einer Beschichtung abgerakelt (**15.**16) werden.

Je nach Eigenschaft des Beschichtungsstoffs wird das Glasgewebe durch die Beschichtung:

mechanisch belastbar, alkoholbeständig, desinfektionsmittelbeständig und gut bis sehr gut reinigungsfähig.

15.15 Glasfasergewebe aufkleben, mit Latexfarbe beschichten und mit speziellen Lasuren in Streifenform aufspritzen

15.16 Glasfasergewebe aufkleben, mit Dispersionslack deckend beschichten und mit Kunstoffrakel abziehen

15.4 Gestaltungstechniken auf Holz und Glas

Auf Holzuntergründen eignen sich folgende Gestaltungstechniken:

Lasurtechniken. Oberflächenbehandlung, bei der durch die Transparenz des aufgetragenen Beschichtungsstoffes (Lasur) der Untergrund mitwirkt bzw. durchscheint.

Lasuren werden nach ihrem Bindemittel unterschieden:

1. wässrige Lasuren. Bierlasur, Leimlasur, Kaseinlasur und Dispersionslasur. Wässrige Lasuren sind nur auf ölarmen (mageren) Grundbeschichtungsstoffen aufzutragen.

Als Färbemittel eignen sich fast alle Pigmente, Tuschen und Tinten. Wässrige Lasuren müssen nach der Trocknung mit einem farblosen Lack abgedeckt werden.

2. Öllasuren sind auf unbehandeltem Holz oder auf einer deckenden mageren Grundbeschichtung geeignet. Sie werden halbfett eingestellt und mit Lasurpigmenten abgetönt.

3. Lacklasuren sind auf farblos grundierten oder farbig deckend lackierten Untergründen einzusetzen. Fertige KH-Lacke werden je nach gewünschtem Lasureffekt mit Lackverdünnung bzw. Terpentinersatz verdünnt.

Zum Auftragen der Lasuren oder zur Erzielung von Lasureffekten eignen sich gewöhnliche Pinsel oder Modler, Zacken-Pinsel, Dachsvertreiber, Wickellappen, Schwämme, Fensterleder, Folien u. a.

Maserieren nennt man das Imitieren von Holzmaserungen mit Lasuren, z. B. Bierlasur und mit speziellen Werkzeugen, z. B. Schläger, Ritzer, Stahlkamm.

Beiztechniken können nur auf unbehandelten Holzoberflächen ausgeführt werden (**15**.17). Unterschieden werden:

1. Beizen mit Farbstofflösungen
   - Wasserbeizen
   - Spiritusbeizen
2. Chemische Beizen
   - Metallsalze (Kalium-, Kupfer-, Eisensalze)
   - Alkalische Stoffe (Kalk, Salmiakgeist).

Farbstoffbeizen ergeben ein negatives, chemische Beizen ein positives Beizbild (harte Jahresringe werden betont). Farbstoffbeizen sind einfacher anzusetzen und zu verarbeiten, chemische Beizen erfordern mehrere Arbeitsgänge, spezielle Werkzeuge und eine umfangreiche Arbeitstechnik.

15.17 Beiztechnik

Gebeizte Holzflächen müssen grundsätzlich überarbeitet werden, z. B. mit Wachs, farbloser Dispersion oder Klarlack.

Schleiflacktechnik, aufwendige mehrschichtige Lackiertechnik mit nachträglichem Schliff, Schleifmittel = Bimsmehl, Schleifmodler.

Strahltechnik, Ausstrahlen der weichen Jahresringe, Strukturierung der Holzoberfläche, Holz muss nach dem Strahlen beschichtet werden.

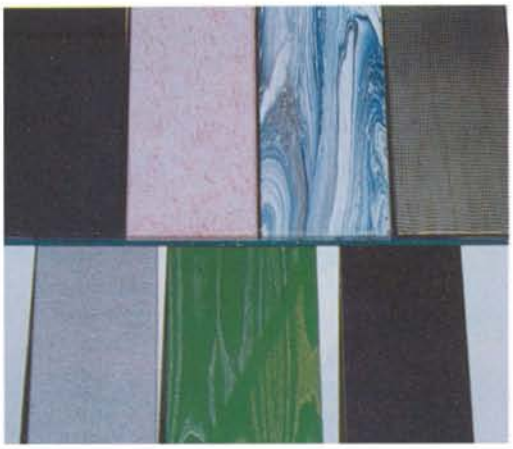
Für die Gestaltung von Glasflächen sind geeignet:

- **Strahltechnik,** Abdecken der Glasfläche mit Sandstrahlfolie, Freilegen der zu strahlenden Flächen und mit geeignetem Strahlgut mehr oder weniger stark abstrahlen.
- **Ätztechnik,** Abdecken der nicht zu ätzenden Flächen z. B. mit Asphaltlack, Glas mit verdünnter Flusssäure anätzen. Ätzdauer bestimmt die Ätztiefe.

Vorsicht beim Umgang mit der Säure!

- **Vergoldungstechniken,** Glanzvergoldung mit z. B. Gelatine oder Mattvergoldung mit Mixtion.
- **Mattierungstechnik,** Glasmalfarben deckend oder lasierend mit einer Stupfbürste oder Gummirolle gleichmäßig auftragen.

Über Mustertafeln (**15.**18) oder Musterflächen direkt am Objekt lassen sich Gestaltungstechniken wirkungsvoll präsentieren und Entscheidungen erleichtern.



15.18 Mustertafeln eines Malerbetriebes

15.19 Mattvergoldung und Stuckmarmor

15.5 Vergoldungstechniken

Die Ölvergoldung (Mattvergoldung 15.19) wird bevorzugt angewendet. Das Anlageöl (Mixtion) wird auf den geglätteten, grundierten bzw. abgesperrten Untergrund (auch außen) aufgetragen. Darauf kann das Blattgold nach bestimmter Zeit (z. B. ~ 12 Std.) angelegt werden. Den richtigen Zeitpunkt erfährt man, wenn beim Darüberstreichen mit dem Fingerrücken ein leichtes Pfeifen ertönt. Es darf kein erhebliches Kleben sein – sonst „ersäuft" das Blattgold. Mit dem Vergoldermesser nimmt man ein Blättchen Gold aus dem „Büchlein".

Dabei hilft ein leichtes Anblasen am vorderen Goldrand. Die Größe wird auf dem Vergolderkissen mit dem Vergoldermesser zugeschnitten. Mit dem Anschießer fährt man über die leicht angefettete Wange und hebt dann das Blättchen auf. Mit dem Vergolderpinsel oder einem Wattebausch drückt man das Gold leicht an und bessert Lücken gleich aus.

Bei Verzierungen werden erst die glatten Teile und dann die tieferen Flächen mit etwas Goldzugabe angelegt. Nach dem Antrocknen wird mit dem Vergolderpinsel abgekehrt, jedoch keinesfalls gegen den Blattanschluss. Abgekehrte Reste werden gesammelt.

Polimentvergoldung ist eine reine Innenvergoldung. Der vollkommen trockene Untergrund (meist Holz) erhält eine Leimgrundierung. Darauf wird mehrmals ein leimgebundener Kreidegrund aufgetragen und zuletzt nass geschliffen. Dann trägt man das in verschiedenen Farben lieferbare Poliment (Tonerde im Leimwasser) viermal mit einem Haarpinsel auf. Durch Wasserzugabe wird jeder folgende Auftrag etwas schwächer abgebunden. Der letzte getrocknete Auftrag wird mit einem weichen Haarpinsel auf Seidenglanz poliert. Mit einer Netze (Spiritus : Wasser = 1:2) wird nacheinander ein kleines Stück angenässt und sofort Gold angelegt. Nach völliger Trocknung (2 bis 3 Std.) poliert man das Gold unter leichtem gleichmäßigem Druck mit dem Achatpolierer auf Hochglanz.

Die Hinterglasvergoldung wird für Schrift- und Motivvergoldung eingesetzt. Es gibt sie als Mattvergoldung (Klebemittel Mixtion) und als Glanzvergoldung (Klebemittel Gelatine). Besondere Wirkung entsteht durch eine Kombination beider Vergoldungsarten. Nach dem Anlegen des Goldes, wie bei der Ölvergoldung beschrieben und dem Trocknen, wird die Goldfläche mit einem Lack im Goldton abgedeckt.

Blattgold und Blattmetalle sind dünne Blättchen die durch Walzen und Schlagen von Edelmetallen und Metalllegierungen hergestellt werden. Unterschieden werden:

Edelmetalle - Blattgold, Blattsilber

Schlagmetall- Kupfer, Aluminium Zink

Blattgold wird in zwei Ausführungen angeboten:

Blattgold liegt als lose Goldblättchen zwischen Seidenpapieren oder Blattgold ist auf ein Seidenpapier gepresst, dieses dient zur Übertragung auf den Vergoldungsgrund (Transfergold).

Das Blattgold kommt im Format 80 mm × 80 mm zu 25 Blatt in einem Büchlein in den Handel, 12 Büchlein ergeben 1 Buch.

Weitere Blattformate in mm sind, 50 × 50, 90 × 90, 91,9 × 91,5 und 93 × 93.

Blattgold wird nach **Karat** in 24 Teile eingeteilt. Einkarätiges Gold enthält 1/24 Anteil Gold und 23/24 Anteile unterschiedlicher Stoffe. 24 karätiges Gold enthält 24/24 Anteile Gold.

Beispiele für Blattgold (Farbtöne) nach Karat:

- Weißgold 12 Karat
- Citrongold 18 Karat
- Gelbgold 21 Karat
- Rotgold 23 Karat
- Rosennobel-Doppelgold 23,5 Karat
- Reines Scheide-Doppelgold 24 Karat

Für Außenvergoldungen ist Gold ab 23,5 Karat geeignet, es kann ohne zusätzlichen Schutz bleiben. Vergoldungen mit Gold unter 22 Karat sollten einen Schutzüberzug erhalten.

Blattsilber gibt es im Handelsformat 95 mm × 95 mm. Reines Blattsilber ist dicker als Blattgold, es oxidiert schnell und muss deshalb einen Schutzüberzug (Zapon-, Spirituslack) erhalten.

Schlagmetalle gibt es in der Grundgröße 140 mm × 140 mm. Es muss gegen Oxidation geschützt werden.

Weiter kommen zum Einsatz

Rollengold, Gold auf Papierträger gepresst für z. B. schmale Profile, Pudergold, Pudersilber, Platin-Paladiumpulver und Bronzepulver.

Klebemittel. Anlegeöl Mixtion ist lösemittelhaltig. Unterschieden wird es nach der Trocknungszeit, z. B. 3 Stunden und 12 Stunden Mixtion. Innerhalb dieser Zeit bleibt Mixtion klebefähig. Wird Gold zu früh, in zu feuchte Mixtion eingelegt „säuft" Gold ab, es wird stumpf. Bei zu stark angetrocknetem Mixtion ist die Klebewirkung zu gering.

Für Innenvergoldung können schnell trocknende wasserverdünnbare Anlegemittel auf Dispersionsbasis eingesetzt werden, Trocknungszeiten von 15 Minuten bis 48 Stunden.

Als Klebemittel für Hinterglas-Glanzvergoldung sind Gelatine und Hausenblase geeignet.

Vergolderwerkzeuge sind u. a.:

- Vergolderkissen, -messer, zum Auflegen und Teilen der Goldblättchen
- Anschießer (Pinsel) zum Übertragen der Goldblättchen auf die Vergoldungsfläche
- Vergolderpinsel zum Einkehren des geklebten Goldes
- Achat-Steine zum Polieren des Goldes bei der Polimentvergoldung.

16 Fahrzeuglackierung

16.1 Lackiervorbereitungen

16.1.1 Umfang und Qualität der Lackierarbeiten

Es wird zwischen industrieller und handwerklicher Fahrzeuglackierung unterschieden. Die Ausführungen in diesem Buch behandeln überwiegend die handwerkliche Fahrzeuglackierung.

Tabelle **16**.1 Handwerkliche Fahrzeuglackierung

Neulackierung	Eine sehr gute Oberfläche (Finish) an einem neuwertigen Fahrzeug; aufwendige Spachtel- und Füllerarbeiten, sorgfältiger Feinschliff; hochwertiges Lackierverfahren
Zeitwertlackierung	Die Lackierkosten müssen bei älteren Fahrzeugen mit Beulen und Kratzern in einem sinnvollen Verhältnis zum Zeitwert des Fahrzeuges stehen. Weniger Aufwand an Spachtel- und Schleifarbeiten; geringere Ansprüche an die Lackierung; rationelles Nass-in-Nass-Lackiersystem reicht aus
Verkaufs-/ Gebrauchtwagenlackierung	Um ein altes unansehnliches Fahrzeug wieder attraktiv zu machen, spart man sich Schleif- und Füllerarbeiten und spritzt nach dem Haftvermittler gleich den Decklack nass-in-nass. Einfacher, rationeller Beschichtungsaufbau.
Beispritzlackierung	Bei der Reparatur kleiner Karosserieschäden werden sichtbare Farbtondifferenzen zu den umgebenden Flächen vermieden, indem man durch einen langsamen Farbtonübergang den Unterschied für das Auge unsichtbar macht. Lackierende Fläche so klein wie möglich halten.
Teilelackierung	Neu- oder Zeitwertlackierung eines Fahrzeugteils, z. B. Tür, Kotflügel, Haube direkt am Fahrzeug oder ausgebaut; Arbeitsaufwand je nach Qualitätsanforderung

16.1.2 Auswahl des Lackiersystems

Die Lackierverfahren bzw. -systeme der Hersteller bieten dem Verarbeiter eine Anleitung zur Auswahl der verschiedenen Lackiermaterialien und der jeweils nötigen Arbeitsschritte. Die nachfolgenden Kriterien bestimmen das richtige Lackierverfahren:

- Art des Untergrundes
- Zustand der Altlackierung
- Forderung des Kunden hinsichtlich Qualität und Kosten der Lackierung

16.1.3 Untergrund

Voraussetzung, dass die einzelnen Lackschichten gut haften, ist ein gut vorbereiteter Untergrund. Nicht mehr tragfähige oder für eine Überlackierung ungeeignete Lackschichten müssen entfernt werden.

Als nicht überlackierbar gelten:

- Gerissene, abgeblätterte Lackierungen
- Zu dicke Farbschichten
- Oberflächenschäden (Kocher, Blasen, Ausblutungen usw.)
- Eventuell auch thermische Lackierungen

16.1.4 Reparaturlackierung

Es besteht ein großer Unterschied zwischen der Autoreparatur- und der Autoserienlackierung in der Produktion. In der Autoserienlackierung wird nur die blanke Karosserie ohne Verkleidung, Sitze mit Polsterung, Innenausstattung usw. lackiert.

Bei der Reparaturlackierung werden die genannten Teile nicht ausgebaut, außer bei Karosserie-Ersatz. Daher müssen alle nicht zu lackierenden Teile besonders gut abgedeckt

werden. In der Reparaturlackierung werden andere Beschichtungsstoffe als bei der Serienlackierung eingesetzt. Die Reparaturlacke dienen aber der Wiederherstellung und müssen bei richtiger Handhabung zu einer funktionell gleichwertigen Lackierung führen. Fehler bei der Vorbehandlung der zu lackierenden Flächen verursachen Mehrarbeit und damit zusätzliche Kosten.

Zu den wichtigsten Arbeiten bei der Vorbehandlung des Untergrundes zählen:

- Reinigung der zu lackierenden Flächen.
- Beseitigung von vorhandenen Korrosionsstellen.
- Schleifen der Schadensstellen.
- Reinigung der zu lackierenden und der angrenzenden Flächen unmittelbar vor den Lackierarbeiten mit Silikonentferner und Staubbindetuch.

16.2 Untergrundvorbehandlung

16.2.1 Reinigung

Am Anfang einer jeden Reparaturlackierung steht eine gründliche Reinigung der zu lackierenden und angrenzenden Flächen.

Waschen. Zuerst müssen Staub und Schmutz mit viel Wasser entfernt werden, um die noch intakten Lackbereiche nicht zu verkratzen. Erst dann ist eine genaue Farbtonerkennung und eine genaue Schadensanalyse möglich.

Reinigen mit Silikonentferner. Die Reinigung der zu lackierenden Flächen mit Silikonentferner ist unbedingt vorzunehmen. Hierbei lassen sich Teerflecken, Wachse, Fette und Reste von silikonhaltigen Konservierungs- und Pflegemittel zuverlässig entfernen, ohne dass der Untergrund angelöst wird. Reparaturstellen müssen vor dem Schleifen mit Silikonentferner gereinigt werden. Es können sonst beim Schleifen fettiger Oberflächen Klümpchen entstehen, die zu Schleifspuren führen. Auch werden Fette und Öle beim Schleifen in die Oberfläche eingearbeitet. Diese lassen sich später nur schwer wieder entfernen und können später Lackierfehler, wie z. B. Krater verursachen.

Beim Reinigen mit Silikonentferner sind immer Handschuhe zu tragen, da der Silikonentferner eine entfettende Wirkung auf die Haut hat und zu Hautschäden führen kann.

Reinigen mit Nitroverdünnung. Sie ist zum Reinigen ungeeignet, da nicht alle Verunreinigungen beseitigt werden können. Weiter besteht die Gefahr, dass der Untergrund angelöst wird.

Lösemitteltest. Die Vorbereitung eines instand gesetzten Blechteils erfordert weit mehr Aufmerksamkeit als das entsprechende Neuteil. Als wichtige Vorbereitungstätigkeit gilt die Ermittlung der Bindemittelbasis des vorhandenen, beschädigten Lacksystems. Dazu wird mit einem Tuch die angeschliffene Lackierung im Randbereich der Schleifstelle mit 2K-Verdünnung abgerieben. Nach einer Minute kann man erkennen, ob die Grundierung sowie der Altlack angelöst wurden. In diesem Fall muss der Altlack entfernt oder mit einem entsprechenden Füller z. B. Epoxidharzfüller isoliert werden. Ist der Untergrund nicht angelöst, so kann auf diesem Untergrund ein Lackaufbau erfolgen.

Untergrund angelöst. In diesem Fall kann es später zu Beifallerscheinungen und Randmarkierungen kommen. Um dies zu vermeiden geht man wie folgt vor:

1. Reste des Lösungsmittels mit Silikon-Entferner beseitigen.
2. Die Reparaturstelle mit zwei dünnen Schichten 2K-Epoxidharz-Grundierfüller isolieren. Die einzelnen Spritzgänge dürfen nicht zu dick aufgetragen werden, um eine zu starke Lösemittelaufnahme des Untergrundes zu vermeiden. Die Ablüftzeiten zwischen den Spritzgängen müssen eingehalten werden.
3. Der Grundierfüller wird fein geschliffen. Die Reparaturstelle anschließend mit dem IR-Strahler trocknen.

Untergrund nicht angelöst. In diesem Fall sind keine Komplikationen zu erwarten. Man geht deshalb wie folgt vor:

1. Reste des Lösungsmittels mit Silikon-Entferner beseitigen.
2. Reparaturstelle spachteln und mit P 80 bis P 240 stufenweise trocken schleifen bis die Oberfläche glatt ist und keine Unebenheiten mehr aufweist.
3. Die bearbeiteten Flächen mit Grundierfüller spritzen.

16.2.2 Beseitigung von Korrosion und alten Lackschichten

Nicht mehr tragfähige oder zu dicke Lackschichten und „Roststellen" müssen restlos beseitigt werden. Diese können durch Beizen, Schleifen oder Strahlen entfernt werden.

Werden Schutzschichten bei der Karosserie-Instandsetzung entfernt, kann es hier zu Korrosion kommen. Die Gefahr ist umso größer, da später die Lackierung nach den Karosserie-Instandsetzungsarbeiten erfolgt.

Korrosion muss restlos beseitigt werden. Dies kann durch Schleifen, Strahlen oder Bürsten erfolgen. Die Reparaturstelle muss mechanisch blank sein, da Spuren von Rost später wieder zu neuer Korrosion führen. Bei größeren Roststellen müssen neue Bleche eingeschweißt oder Neuteile eingesetzt werden.

Ein guter Korrosionsschutz bei gereinigten Roststellen wird dadurch erreicht, dass man die Schadensstelle mit Verzinnungspaste verzinnt.

Strahlen. Die gründlichste und schnellste Entrostungsmethode ist das Strahlen. Bei diesem Verfahren werden Strahlmittel unter hoher Geschwindigkeit auf die Oberfläche des zu bearbeitenden Objektes geschleudert. Verunreinigungen und Rost werden dabei von der Oberfläche entfernt. Im Falle von Durchrostung werden Löcher sichtbar, die durch den Rost verdeckt wurden. Weitverbreitete Strahlmittel sind: Korund, Schmelzkammerschlacke, Glasperlen und Nussschalen. Sand darf unter Werkstattbedingungen wegen der Silikosegefahr nicht mehr verwendet werden. Da die gestrahlten Metallflächen extrem reaktionsfreudig sind, können sie leicht korrodieren. Daher sollte unmittelbar nach dem Strahlen eine Grundierung aufgetragen werden.

Beizen. Alte Lackschichten können durch Abbeizpaste entfernt werden. Die Paste wird mit einem Pinsel satt aufgetragen und nach der Einwirkzeit mit der Spachtelklinge abgehoben. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis alle Lackschichten restlos entfernt sind. Nach dem Abbeizen sind die Flächen gründlich mit Wasser abzuwaschen, abzutrocknen und mit Silikonentferner zu reinigen.

Beim Beizen unbedingt die Arbeitsschutz- und Umweltschutzvorschriften beachten:

Schutzbrille, Handschuhe, Schürze und Sicherheitsschuhe tragen.

Spritzer auf der Haut sofort entfernen.

Abgebeizte Lacke sind als Sondermüll zu behandeln.

16.2.3 Schleifen

Die Technik des Schleifens ist für den Lackierer für die nachfolgende Reparaturlackierung von größter Bedeutung. Ausgenommen beim Decklack, wird jede aufgetragene Lackschicht bzw. Füllerschicht anschließend mit flexiblem Schleifmittel aufgeraut und egalisiert. Der für eine hochwertige Lackierung erforderliche große Schleifaufwand macht es nötig, dass das jeweils wirkungsvollste und damit wirtschaftlichste Schleifverfahren eingesetzt wird.

Aufgabe des Schleifens:

- Glatte Oberfläche erzeugen
- Verunreinigungen beseitigen
- Anrauen von Oberflächen

Das Schleifen kann von Hand oder mit einer Maschine erfolgen. Bei den Schleifmaschinen unterscheidet man zwischen elektrisch und pressluftbetriebenen. Für den Nassschliff sind nur Niedervolt-Schleifmaschinen bis 42 Volt und pressluftbetriebene Maschinen zugelassen.

Schleifriefen und Poren. Kleine Unebenheiten im Untergrund sind auch nach dem Lackieren noch im Decklack sichtbar. Ein glatter Untergrund ist deshalb die wichtigste Voraussetzung für eine einwandfreie Lackierung.

Verunreinigungen. Fest haftende Verunreinigungen wie z. B. Oxidschichten oder Korrosion müssen vor der Lackierung gründlich entfernt werden.

Altlackierungen. Sie müssen angeraut werden, damit die Oberfläche vergrößert und die Haftung der folgenden Schicht verbessert wird.

Schleifmittel. Das sind harte kornförmige Materialien (Schleifkörper), die mit Druck über die Oberfläche geführt werden. Sie dringen in die Oberfläche ein und tragen spanend winzige Werkstoffteilchen ab. Als Schleifkörper wird Korund (Aluminiumoxid) oder Silizium-Karbid eingesetzt.

- **Korund.** Elektrokorund oder Aluminiumoxid ist sehr zäh und hat auf harten Materialien eine hohe Standzeit. Korund wird vorwiegend für das Schleifen von ausgehärteten Altlackierungen, Metall und sonstigen harten Untergründen verwendet.
- **Siliziumkarbid.** Es ist härter als Korund und brüchiger. Die länglichen Schleifkörner sind als Schleifkorn ideal, denn ihre Kanten brechen beim Schleifen nach und nach ab und bilden immer neue, scharfe Schnittkanten. Es eignet sich besonders für die Bearbeitung von festen und zähen Werkstoffen (z. B. Lacke, Kunststoffe).

Bei Schleifmitteln unterscheidet man folgende Arten:

- **Gebundene Schleifmittel.** Bei ihnen sind die Schleifkörner in ein keramisches Bindemittel oder in Kunststoff eingebettet, wie z. B. Schleifscheiben oder Schleifsteine.
- **Gestreute Schleifmittel.** Bei ihnen sind die Schleifkörner auf einer Unterlage, dem sogenannten Schleifkornträger, aufgetragen, wie z. B. Schleifpapier, Schleiftücher oder Schleifband.
- **Nicht gebundene Schleifmittel.** Bei ihnen sind die Schleifkörner in eine pastöse Masse eingebettet, wie z. B. bei der Schleifpaste und Poliermittel.

Für die Blech- und Lackbearbeitung werden vorwiegend gestreute Schleifmittel eingesetzt. Sie bestehen im Wesentlichen aus dem Schleifkornträger, dem Grund- und Deckbinder sowie den Schleifkörnern.

Aufbau gestreuter Schleifmittel

Die Unterlage dient als Trägermaterial der Schleifkörner und des Bindesystems und zeichnet sich durch verschiedene Eigenschaften, wie z. B. Elastizität, Flexibilität, Festigkeit und Wasserfestigkeit aus. Die Grundbindung verankert das Korn auf dem Trägermaterial. Der Deckbinder verbindet die Schleifkörner miteinander und gibt Halt (**16**.1). Je nach der verwendeten Kleberart erzielt man in Abstimmung mit der Unterlage extrem harte bis hochflexible Schleifmittel.

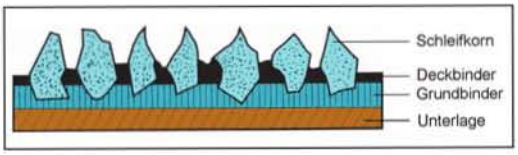


Bild **16**.1 Aufbau eines Schleifpapiers

Offene und geschlossene Streuung. Wenn die Unterlage zwischen 50–70 % mit Schleifkörnern bedeckt ist, spricht man von einer offenen Streuung. Je offener die Streuung, desto besser die Abtragsleistung. Wenn die Unterlage zu mehr als 70 % mit Schleifkörnern bedeckt ist, spricht man von einer geschlossenen Streuung. Je geschlossener die Streuung, desto besser die Oberflächengüte.

Schleifkornträger

Bei den Unterlagen unterscheidet man verschiedene Arten, die je nach Einsatzzweck des Schleifmittels ausgewählt werden:

- **Schleifpapier.** Es unterscheidet sich in der Dicke und damit auch in seiner Flexibilität. Für den Nassschliff erhalten die Papiere eine wasserfeste Imprägnierung.
  - **A-Papiere** sind dünne Schleifpapiere für den Handschliff mit feinen Körnungen. Durch die hohe Flexibilität des Schleifpapiers eignet es sich besonders für gewölbte Flächen.
  - **C- und D-Papiere** gibt es in mittleren Körnungen für den Hand- und Maschinenschliff der meisten Karosserieflächen.
  - **E-Papiere** sind dicke Schleifpapiere mit meist groben Körnungen für den Maschinenschliff von ebenen Flächen.

- **Vulkanfiber.** Es ist ein kunststoffverstärktes Spezialpapier, das durch Pressen und Härten aus mehreren Lagen hergestellt wird. Es ist steif, sehr standfest und deshalb besonders für den Planschliff mit der Maschine geeignet.
- **Schleifgewebe.** Es ist ein Gewebe, auf welches die Schleifkörner aufgebracht sind. Dadurch ist es gegenüber Papier sehr reißfest. Man unterscheidet zwischen leichtem, flexiblem Gewebe für gewölbte Flächen und steifem Gewebe für den Planschliff.

Bindungsarten. Hier unterscheidet man zwischen Voll- und Teilkunstharzbindungen. Bei der Vollkunstharzbindung ist die Verankerung der Schleifkörner und die Hitzebeständigkeit sehr hoch, was sich jedoch negativ auf die Flexibilität des Schleifmittels auswirkt.

Körnung der Schleifmittel

Tabelle **16.2** Die gebräuchlichsten Schleifkörner

Siliziumkarbid	Aluminiumoxid	gesintertes Aluminiumoxid
schlank, eckig	rund, blockig	sehr gleichmäßige Kornform
sehr scharfe Kanten	weniger scharfe Kanten	gleichmäßige Schneidengeometrie durch Sinterung
spröde	zäh	sehr zäh
anfänglich schneidfreudig, geringe Standzeit	gleichmäßigere Schneidfreudigkeit, höhere Standzeit	sehr hohe Schneidfreudigkeit, sehr hohe Standzeit

Die Partikelgröße der Schleifkörner wird mit einer Kornnummer bezeichnet und ist durch die FEPA-Skala genormt. (FEBA-P-Norm bedeutet **F**édération **E**uropéenne des fabricants de **p**roduits **a**brasifs; dies ist der europäische Verband der Schleifmittelhersteller.) Die Kornnummer entspricht der Anzahl Sieböffnungen pro Zoll (1 Zoll = 25,4 mm). Fallen beispielsweise 80 Öffnungen auf 25,4 mm, so handelt es sich um ein Sieb für Korn 80. Die Schleifpapiere sind nach einer europäischen

Tabelle **16.3** FEBA Standard für die Körnung

P 12	grob ▲	P 220
P 16		P 240
P 20		P 280
P 24		P 320
P 30		P 360
P 36		P 400
P 40		P 500
P 50		P 600
P 60		P 800
P 80		P 1000
P 120		P 1200
P 150		P 1500
P 180	▼ super fein	P 2500

Norm DIN ISO 6344 mit P (steht für Korn = amerik.: *punch*) und einer Zahl (P XXX) bezeichnet. Die Körnung reicht von P 12 (grob) bis P 1200 super fein.

Die Größe der einzelnen Schleifkörner ist mit entscheidend für die zu erzielende Oberflächengüte und die Menge des Abtrags. Ein großes Korn bedeutet eine hohe Abtragsleistung und eine raue Oberfläche. Ein kleineres Korn erzielt eine geringe Abtragsleistung und eine glatte Oberfläche. Die Größe ist deshalb ein wichtiges Kriterium bei der Auswahl des Schleifmittels. Damit ein optimales Ergebnis erreicht wird, darf in der Körnung immer nur maximal eine Stufe übersprungen werden. Z.B.: grober Schliff (Schruppen) mit Körnung P 80, Nachschliff mit Körnung P 120/P150, 1. Zwischenschliff mit P 240, 2. Zwischenschliff mit P 320 und dann mit P 400 usw.

Der Sprung von einer Körnung zur nächsten sollte nie mehr als 100 sein!

Gefüge. Ein Hinweis auf dem Schleifpapier über das Gefüge gibt die Größe der Lücken zwischen den einzelnen Körnern an. Das Schleifpapier kann ein offenes oder geschlossenes Gefüge haben. Bei einem offenen Gefüge ist die Schleifleistung geringer, dafür setzt sich das Papier bei weichen Untergründen (z. B. Handschlifffüllern) weniger mit Schleifstaub zu. Für harte Untergründe (z. B. Stahl) werden Papiere mit geschlossenem Gefüge verwendet.

Schleifmatten. Neben den Schleifpapieren kommen die Schleifpad oder -vliese immer mehr zum Einsatz. Sie bestehen aus synthetischen Fasern, an die einzelne Schleifkörner mit Harz angeklebt sind.

Es sind verschiedene Qualitäten auf dem Markt:

- Typ A, rotbraun – es enthält Elektrokorund und wird zum Mattschleifen von Altlackierungen und Aufrauen von Aluminiumoberflächen verwendet;
- Typ B, grauschwarz – es enthält Siliziumkarbid und kommt für Endschliffarbeiten zum Einsatz.

Arbeitsverfahren

Handschliff. Er wird bei kleinen Flächen, an schwer zugänglichen Stellen, zur Nacharbeit und feinen Ausbesserungen eingesetzt.

Geschliffen wird mit einem Schleifmittelhalter aus Kork, Gummi, Kunststoff oder Kunststoffschwamm. Nur bei sehr unzugänglichen Stellen sollte das Schleifpapier mit der Hand geführt werden, da das Papier nur punktweise durch die Fingerkuppen belastet wird und keine ebene Fläche erzielt wird.

Maschinenschliff. Er eignet sich aufgrund der höheren Schleifleistung für größere Flächen. Schleifmaschinen werden mit Druckluft oder elektrisch angetrieben.

- **Druckluftmaschinen.** Sie sind extrem belastbar, wenig störanfällig, können selbst gewartet werden und sind leichter als Elektrogeräte. Selbst im härtesten Dauerbetrieb werden sie nicht warm. Sie eignen sich sowohl für den Trocken- als auch für den Nassschliff. Der Druckluftbedarf ist sehr hoch (**16**.2, **16**.3).

Bild **16**.2 Druckluft-Exzenterschleifer

- **Elektromaschinen.** Durch den elektrischen Antrieb sind diese Maschinen mobiler einsetzbar, da ein Stromanschluss oft leichter verfügbar ist als ein Druckluftanschluss. Sie eignen sich aber nur für den Trockenschliff. Für den Nassschliff sind nur spezielle Maschinen zugelassen. Bei Dauerbelastung besteht die Gefahr der Überlastung.

Bild **16**.3 Druckluft-Rutscher

Schleifmaschinen. Je nach Schleifarbeit verwendet man verschiedene Schleifmaschinen.

- **Winkelschleifer**. Diese Maschine mit rotierendem Schleifteller wird bei Arbeiten eingesetzt, bei denen es auf eine hohe Abtragsleistung und weniger auf eine gute Oberfläche ankommt. Der Winkelschleifer (**16.**4) wird z. B. zum Trennen, Schruppen, Entrosten, Entgraten, Schleifen von Schweißnähten, Altlackierungen abschleifen verwendet.

Bild **16**.4 Winkelschleifer

- **Schwingschleifer**. Sind Schleifmaschinen mit schwingender Bewegung des Schleiftellers. Sie eignen sich vor allem zum Schleifen großer, planer Flächen. Jedes

Schleifkorn macht eine Kreisbewegung. Durch die Staubabsaugung am Schleifteller setzt sich das Schleifpapier weniger zu und die Gesundheitsgefährdung durch Schleifstaub ist geringer (**16.**5). Gute Arbeitsergebnisse und ermüdungsarmes Arbeiten dank der optimalen Schwerpunktlage der Maschine.

Bild **16.**5 Schwingschleifer/Rutscher

– **Dreieckschleifer.** Es sind Schwingschleifer mit einer dreieckigen Schleifplatte (**16.**6). Sie bieten hohe Wirtschaftlichkeit bei der Anwendung in Ecken und schwer zugänglichen Stellen sowie auf kleinen Flächen. Zeitersparnis durch schnelles Drehen und Wechseln von Schleifschuh und -mitteln. Schleifen mit einer Hand senkrecht und über Kopf möglich.

Bild **16.**6 Dreieckschleifer

– **Exzenterschleifer.** Sind Schleifmaschinen mit exzentrischer Bewegung. Sie bieten 2 Bewegungen in einem Gerät, sind stufenlos einstellbar und mit einer Vielzahl unterschiedlich weicher/harter Schleifteller und Papiere erhältlich (**16.**7). Die Überlagerung der beiden Bewegungen führt zu einer glatten fast riefenfreien Oberfläche. Je nach Hub werden sie für den Grob-, Zwischen- und Feinschliff verwendet.

Bild **16.**7 Exzenterschleifer

Beim Schleifen von Oberflächen unterscheidet man zwei Verfahren (Tab. **16.**4):

– Nassschliff
– Trockenschliff

Nassschliff. Dabei wird die Oberfläche mit wasserfestem Schleifpapier und viel Wasser geschliffen. Wenn im Nassschliffverfahren gearbeitet wird, muss sauberes Wasser verwendet werden. Andernfalls kann der Schleifstaub schnell die Oberfläche verkratzen. Beim Nassschliff darf nicht mit elektrischen Maschinen gearbeitet werden, stattdessen werden Maschinen mit Antrieb aus Druckluft verwendet.

Trockenschliff. Der Trockenschliff hat durch die Nachteile beim Nassschliff und durch die immer besser gewordene Staubabsaugung zugenommen.

Tabelle **16.4** Vergleich Trockenschliff – Nassschliff

	Trockenschliff	Nassschliff
Arbeitsweise	Maschinell mit Exzenterschleifer	Von Hand oder mit Druckluftgeräten
Zuschmieren des Schleifmittels und Standzeit	Der Schleifstaub wird auf der Oberfläche heißgeschliffen, Vermeidung durch eine gute Schleifabsaugung und durch Auswahl eines Schleifmittels mit offener Streuung.	kein Problem
Wartezeit	keine	Lange, durch zeitaufwändige Trocknung der Oberflächen und Fugen.
Fehlerrisiko	niedrig	Hoch, denn Füller und Spachtel sind porös und saugen Wasser, sie müssen vollkommen trocken sein, um Kocher und Blasenbildung im Lack (führt zur Unterrostung) zu vermeiden, Schleifriefen können evtl. erst spät erkannt werden.

Schleifstaub kann die Gesundheit gefährden. Bei umfangreichen Schleifarbeiten sollte deshalb unbedingt eine Atemschutzmaske benutzt werden.

Auswahl von Körnung und Maschine

Jede Schleifarbeit und jedes Maschinensystem erfordert eine etwas andere Körnung des Schleifpapiers (Tab. **16.5**). Aus Technischen Merkblättern der Lackhersteller kann eine Auswahl von Körnung und Maschine getroffen werden.

Tabelle **16.5** Einsatz von Schleifmittel und Maschinensystem

Anwendung	Körnung	Maschinensystem
Entrosten, grober Schliff	P 16 bis P 160	Winkelschleifer
Polyesterspachtel	P 40 bis P 120 P 40 bis P 80 P 80 bis P 120	Schwingschleifer Schleifteile Exzenterschleifer
Feinspachtel	P 24 bis P 360 P 80 bis P 120 P 80 bis P 180	Handschliff Exzenterschleifer Schwingschleifer
Grundfüller	P 400 bis P 800 P 120 bis P 180 P 120 bis P 320	Handschliff Exzenterschleifer Schwingschleifer
Füller	P 400 bis P 800 P 320 bis P 500	Handschliff Exzenterschleifer
Decklack	P 400 bis P 800	Handschliff
Altlackierung	P 180 bis P 220	Exzenterschleifer

Die Reinigung mit chemischen Mitteln (Tab. **16.6**) soll nur in dem unbedingt nötigen Umfang und mit den gesundheits- und umweltschonendsten Mitteln durchgeführt werden. Da der Einsatz von einigen Reinigungsmitteln zu hohen Entsorgungskosten führt, sind wenn möglich mechanische Verfahren einzusetzen.

Vorsicht beim Umgang mit Lösemitteln – keine Dämpfe einatmen, Schutzbrille, Schutzhandschuhe, Atemschutzmaske tragen!

Am besten wird das Entfettungsmittel stückweise von unten nach oben mit einem Pinsel oder einer Bürste aufgetragen. Bloßes Abreiben mit Verdünnung genügt meistens nicht. Nicht zu vergessen sind Ränder und Kanten.

Das Abbeizen alter Lackierungen ist vor allem bei größerer Unterrostung, starker Rissbildung oder mangelnder Haftung der Altbeschichtung nötig Es kommen nur lösende Abbeizmittel zum Einsatz, die abgebeizte Fläche ist gründlich mit Lösemittel nachzureinigen.

Tabelle **16.6** Reinigungsmittel

Name	Verwendung	Verarbeitung
Abbeizpaste	Abbeizfluide zum Entfernen alter Nitro-, Kunstharz-, Einbrenn- und anderer Lacke auf allen üblichen Untergründen	satter Pinselauftrag, soll nicht „ablaufen", sehr sorgfältig mit Reinigungsmittel nachwaschen
Entfettungsmittel	zum Entfetten von Altlackierungen, eingefetteten Ersatzteilen usw.	abwaschen mit einem Borstenpinsel, gut entlüften (kein Lackverdünnungsmittel nehmen!)
Kaltentroster	für verrostete Eisenteile, auch für Unterboden	gewöhnlich tauchen, sprühen oder spritzen
Reinigungsverdünnung	Waschverdünnung für Geräte und Spritzpistolen	für Gitterroste usw. gibt es Entlackungsmittel im Tauchverfahren
Silikonentferner	zum Entfernen von Silikonrückständen	gleich nach dem Waschen und nach dem Mattschliff, vor dem Lackauftrag

Abdecken. Damit sich der Spritznebel nicht auf Scheiben, Chromteile, Reifen, Gummidichtungen usw. niederschlägt, muss man sie abdecken bzw. – je nach Möglichkeit und Kosten – abmontieren. Das sorgfältige Abdecken der nicht zu lackierenden Flächen ist ein sehr wichtiger Arbeitsschritt in der Reparaturlackierung. Diese Flächen und Teile müssen vor dem Spritznebel und den direkten Übergang vom Spritzstrahl der Lackierpistole geschützt werden. Besondere Aufmerksamkeit erfordert das Abdecken von Gummirahmen und -dichtungen an Scheiben, Leuchten, Türen, Motorraum- und Heckklappe.

Hier fallen Farbnebel und Farbränder bei den meist dunklen Profilen besonders auf.

Zum Abdecken (**16.8**) werden vorwiegend Papier, Folien und Klebeband verwendet. Die Abdeckmaterialien dürfen von dem Lackmaterial nicht durchdrungen oder gelöst werden.

Bild **16.8** Abdecken mit Folie

16.2.4 Spachteln

Mit Spachtelmassen werden Unebenheiten auf den zu lackierenden Oberflächen ausgeglichen. Statt aufwendiger Ausbeularbeiten ist es wirtschaftlicher, kleine Unebenheiten mit Spachtelmasse auszugleichen. Spachtelmassen sollen sich gut ziehen, streichen bzw. spritzen lassen und auf dem Untergrund gut haften. Die verschiedenen Einfärbungen der Spachtelmassen erleichtern die Egalisierungskontrolle beim Schleifen. Der getrocknete Spachtel muss eine gleichmäßige, geschlossene und porenfreie, gut schleifbare Oberfläche haben.

Beim Spachteln unterscheidet man verschiedene Spachtelmassen.

Polyesterspachtel. Am häufigsten werden heute Spachtelmassen aus ungesättigtem Polyester eingesetzt, die durch Zugabe von Härter innerhalb kurzer Zeit aushärten. Polyesterspachtel kann man in dickeren Schichten auftragen. Sie fallen auch bei größeren Schichtdicken nicht ein, da keine Bestandteile beim Trocknen ausdunsten. Die engen, Topf- bzw. Trockenzeiten sind jeweils angegeben und genau einzuhalten.

Bei der Verarbeitung von 2K-Spachtel sind die Unfallverhütungsvorschriften VBG 23, die Richtlinien für die Verarbeitung von organischem Peroxid und das PUR-Merkblatt zu beachten.

Für gute Be- und Entlüftung sorgen – Augenschutz und Atemschutzmaske tragen.

Tabelle **16.7** Spachtelmassen – Übersicht

Arten	Verwendung/Eigenschaften	Verarbeitungshinweise
Kunstharzspachtel	Feinspachtel, gut füllend, Fleck- und Flächenspachtel, auf Altlackierungen und grundierten Metallflächen; nicht auf thermoplastischen Acryllackierungen	Trockenzeit entsprechend der Schichtdicke einhalten, Schleifen P 240 bis P 400, größere Spachtelstellen mit Füller isolieren
Nitrocellulose- Alkydharz-Spachtel (Nitro-Kombi-Spachtel)	Feinspachtel, schnelltrocknend, Fleckspachtel für Nitro-Kombi- und thermoplastische Altlackierungen, gut ziehfähig und schleifbar nur auf grundierten Metallflächen	mehrmals in dünnen Schichten auftragen – max. 80 µm, Schleifen P 240 bis P 400
Ungesättigter Polyester (UP), 2K	Grobspachtel, Fleckspachtel, Ausfüllen von Beulen, schnell trocknend, leicht schleifbar, für alle Untergründe geeignet	Spachtel nur auf blankem Blech auftragen, Schleifen P 80 bis P 150, Härter sehr genau zugeben (Decklackverfärbungen) Verarbeitungszeit 4 bis 5 Min, (Potlife)
Ungesättigter Polyester (UP), 2K	Grob- und Feinspachtel, festkörperreich (High Solid) sonst wie vor	Verarbeitung wie vor
Ungesättigter Polyester (UP) 2K Streichspachtel	Grob- und Feinspachtel im Streichverfahren und als Spritzfüller, Modellieren von Profilen und Rundungen, festkörperreich	Auftrag mit Flachpinsel oder Fließbecherpistole, pro Arbeitsgang bis 400 µm, Schleifen P 80 bis P 240, sonst wie vor
Ungesättigter Polyester glasfaserverstärkt	für kleinere, durchgerostete Stellen, beschädigte GFK-Teile, zähelastisch	Korrosionsprodukte restlos entfernen
Ungesättigter Polyester (UP) 2K, Spritzspachtel, -füller	Feinspachtel im Spritzverfahren, auf blankem Stahlblech, Altlackierungen, grundiertem Alu und Verzinkungen, hohe Füllkraft, große Schichtstärken	Korrosionsprodukte restlos entfernen, Isolierung vor Decklackierung durch Füller nötig, Vorschliff P 80, Feinschliff P 150 bis P 240
Polyurethan (2K-PUR)	für elastische Kunststoffe z. B. PUR-Schaum, PP/EPDM, dauerelastisch, gut haftend, lösemittelfest, nur auf lackierte oder grundierte Flächen	Lunkerstellen und Kratzer im „Wischverfahren" schließen, überschüssiges Material sofort entfernen; nur dünne Schichten auftragen, lange Trockenzeiten einhalten, Schleifen P 180 bis P 360

In der Fahrzeuglackierung werden vorwiegend Polyester Spachtelmassen verwendet. Bei der Verarbeitung sind folgende Arbeitsschritte einzuhalten:

- **Vorarbeiten.** Grundsätzlich sind vor dem Spachteln die zu bearbeitenden Stellen zu reinigen und zu schleifen. Roststellen sind zu beseitigen, Staub und Schmutz müssen gründlich entfernt werden. Anschließend muss die Oberfläche mit Blechreinigungsmittel gereinigt werden.
- **Mischen der Komponenten.** Polyesterspachtel ist ein 2K-Material, das vor der Verarbeitung nach Herstellerangaben mit Härter gründlich vermischt werden muss. Bei der Anwendung der 2K-Spachtelmasse ist zu berücksichtigen, dass die angesetzte Menge in der vorgeschriebenen Zeit (Topfzeit oder Potlife) verarbeitet werden muss. Ein Nachmischen ist nicht möglich. Spachtelmasse und rot eingefärbter Härter sind auf einem sauberen Untergrund mit einem Spachtel so gut zu vermischen, bis die roten Spuren des Härters vollständig verschwunden sind.
- **Auftrag (Applikation).** Diese angemachte Spachtelmasse wird mit einer Metall- oder Kunststoffspachtel aufgetragen. Eine Gummispachtel wird nur für Profilierungen verwendet. Die Verarbeitung muss schnell

und genau erfolgen. Um Blasen und Poren zu vermeiden darf die Spachtelmasse nur in dünnen Schichten aufgetragen werden. Der Auftrag muss dick genug sein, damit nach dem Trocknen eine Bearbeitung mit der Schleifmaschine möglich ist.

- **Trocknung.** Der Polyesterspachtel ist nach ca. 30 Minuten bei 20 °C oder 2 bis 3 Minuten bei Trocknung mit einem Infrarot (IR)-Strahler ausgehärtet. Die Spachtelmasse kann jetzt geschliffen werden.
- **Schleifen des Spachtels.** Nach dem Grobschliff (P 80) ist es sinnvoll eine Kontrollfarbe oder Kontrollpuder aufzubringen. Nach dem Trocknen folgt der Feinschliff mit Schleifpapier P 150 bis P 240. Vorhandene Schleifrillen und Poren werden durch das Kontrollmaterial sichtbar und können nun nachgespachtelt werden. Danach folgt der Feinspachtelauftrag.
- **Mattieren.** Der an den gespachtelten Bereich angrenzende Bereich muss auf einer Breite von ca. 15 cm mattiert, d. h. mit sehr feinem Schleifmittel P 400 bis P 800 geschliffen werden.
- **Füllern der Spachtelstelle.** Nach dem Schleifen der Spachtelstelle muss mit einem Grundierfüller überlackiert werden. Der Grundierfüller bildet den Untergrund für den Decklack. Der Decklack darf nicht direkt auf die rohen Spachtelstellen oder auf die Spritzgrundierung aufgetragen werden.

16.2.5 Grundieren und Füllern

Grundierung

Bei der Reparaturlackierung muss der Lack auf die unterschiedlichsten Untergründe aufgebracht werden, z. B. auf blankes oder verzinktes Stahlblech, Aluminiumblech, verschiedene Altlackierungen oder Kunststoffe. Diese Untergründe verhalten sich bei der Lackierung sehr unterschiedlich. Schlechte Haftung oder Unverträglichkeit des Lackes mit dem Untergrund kann zu Lackierfehlern führen.

Die Grundbeschichtung soll eine Haftung zwischen dem Untergrund und den folgenden Spachtelschichten oder Beschichtungen gewährleisten. Einige Grundbeschichtungsstoffe wirken zugleich korrosionsschützend. Der Grundbeschichtungsstoff kann ein Haftvermittler, Rostschutzmittel, Spachtel oder Füller sein. Ein- und zweikomponentige Primer und Grundfüller gibt es auf verschiedener Bindemittelbasis für Altlackierungen, werksgrundierte Neuteile, thermoplastische Acryllackierungen, blankes und verzinktes Stahlblech, Aluminium- und GfK-Teile. Für Kunststoffuntergründe müssen Kunststoffhaftprimer eingesetzt werden.

Grundbeschichtungsstoffe (Tab. **16.8**) dürfen nur in dünner Schichtdicke aufgetragen werden.

Die Grundbeschichtungsstoffe sind nur nach Herstellerangabe einzusetzen und zu verarbeiten. Angaben in Technischen Merkblättern und Gebindeaufschriften beachten!

Tabelle **16.8** Grundbeschichtungsstoffe – Übersicht

Arten	Verwendung/Eigenschaften
Harzkombinationen	Haftvermittler für Umlackierung und Beschriftung mit Kunstharz-Decklacken, nur auf ausgehärteten Altlackierungen, spritzfertig, max. Schichtdicke 10 µm
1-K-Washprimer	Korrosionsschutz und Haftgrund für Stahlblech und verzinkte Untergründe, zinkchromatfrei, max. Schichtdicke 10 bis 15 µm
2-K-Polyacryl-Polyisocyanat	Korrosionsschutz und Haftgrund für Stahlblech, verzinktes Stahlblech und Aluminium, nur auf entrostete Teile, max. Schichtdicke 15 bis 20 µm
Polymer-Gemisch	Haftvermittler für alle lackierbaren Kunststoffe im PKW-Bereich, sorgfältige Untergrundreinigung mit Speziareiniger unbedingt nötig, schleifen P 600, trockenreiben, Lösemittel ausdünsten lassen, max. Schichtdicke 10 bis 15 µm

Füller

Er bildet den Übergang von der Grundierung zum Decklack. Er hat folgende Aufgaben:

- Poren und Schleifspuren im Spachtelbereich zudecken.
- Haftung zwischen Untergrund und Decklack herzustellen.
- Quellbare Untergründe und Spachtelstellen isolieren. Man spricht dann auch von einem Sealer oder Isolierfüller.

Von der Lackindustrie wurden mittlerweise Werkstoffe entwickelt, die Grundierung und Füller in sich vereinen – **Grundierfüller**. Sie besitzen die Eigenschaften für schnelle Trocknung und sind besser im Decklackstand und in der Wetterbeständigkeit. Grundierfüller sind in der Reparaturlackierung heute üblich und werden bei einem Zweischichtaufbau (Grundierfüller und Decklack) eingesetzt.

Bei schlecht deckenden Farbtönen kommt ein **Tönfüller** zum Einsatz. Der Tönfüller ist ein eingefärbtes Füllermaterial, das durch Zugabe und Vermischung einer bestimmten Menge pigmentierten Decklackes erst zum Füller wird. Der Hauptvorteil liegt bei einer besseren Deckkraft des nachfolgend aufzutragenden Decklackes.

Nass-in-Nass-Füller lassen sich ohne vorhergehendes Trocknen und Schleifen nach einer Ablüftzeit von ca. 20 Minuten mit dem Decklack überlackieren. Voraussetzung ist eine einwandfrei gespritzte Oberfläche des Füllers. Es ergeben sich gegenüber einem normalen Lackaufbau, bei dem zwischen jeder Lackschicht geschliffen wird, kaum Abstriche in der Oberflächenqualität.

Schleiffüller. Wenn eine sehr gute Oberfläche erzielt werden soll, ist ein sorgfältiges Schleifen der getrockneten Füllerschicht mit einem druckluftbetriebenen Exzenterschleifer unerlässlich.

Maschinenschliff-Füller. Sie bilden einen sehr harten Trockenfilm, so dass die Gefahr von Durchschliffstellen beim Maschinenschliff stark verringert wird. Der Füller ist sehr schwer mit der Hand zu schleifen.

HS-Füller (high solid) und **MS-Füller** (medium solid) haben einen hohen Festkörperanteil. Das ist der Anteil im Füller, der nach dem Verdunsten des Lösemittels übrigbleibt. Dadurch ergibt sich eine hohe Füllkraft.

UV-Füller wird für kleine Reparaturlackierungen (Spot-Repair) eingesetzt. Er trocknet unter dem UV-Licht eines speziellen UV-Trocknungsgerätes (Blitzlampe) in weniger als 30 Sekunden.

Tabelle **16.9** Grundierungen/Füller (Beispiele)

Arten/Rohstoffbasis	Kurzbeschreibung	Untergründe	Verarbeitung
2K Grundierfüller Basis: Acrylatbindemittel Härter: Polyisocyanatharz	2K Grundierfüller mit hochfüllenden Eigenschaften für die Autoreparaturlackierung. Speziell für Spot- und Teilereparaturen mit sehr hoher Füllschichtdicke. Nur als Schleiffüller einsetzbar.	Bestehende Lackschichten; Stahl; OEM-Lacke (**O**riginal **E**quipment **M**anufacturers) – Lacke für die Serienlackierung durch die Automobilhersteller; Glasfaserverstärkte Polyesterlaminate, Polyesterspachtel; Kunststoffteile die mit Plastoflex Primer oder 2K Plastic Primer behandelt wurden.	Eine volle Schicht über die komplett geschliffene Oberfläche auftragen. Anschließend eine zweite und dritte Schicht innerhalb der vorherigen Schicht auftragen. Atemschutzmaske mit Frischluftzufuhr.
2K Grundierfüller, hochfüllend, isocyanatfrei Basis: Acrylatbindemittel Härter: Polyisocyanatharz	Hochfüllender, isocyanitfreier Grundierfüller für die Verarbeitung in der Schleif- und Nass-in-Nass-Version; schnelle Trocknungseigenschaften bei Luft- und beschleunigter Trocknung; gute Verarbeitungs- und Schleifeigenschaften	Bestehende Lackschichten; Stahl; verzinkter Stahl; Aluminium; OEM Elektrotauchlackierung (geschliffen); Glasfaserverstärkte Polyesterlaminate, Polyesterspachtel; Kunststoffteile die mit Plastoflex Primer oder 2K Plastic Primer behandelt wurden.	**Schleifversion**: Eine volle Schicht über die komplett geschliffene Oberfläche auftragen. Anschließend eine zweite und dritte Schicht innerhalb der vorherigen Schicht auftragen. **Nass-in-Nass-Version**: Eine dünne Schicht auftragen, danach eine volle nasse Schicht über die gesamte Fläche auftragen. **Rollversion**: Eine leichte Schicht komplett auf den geschliffenen Bereich auftragen. Anschließend eine zweite und dritte Schicht innerhalb der vorhergehenden Schicht. Atemschutzmaske mit Frischluftzufuhr.

Tabelle **16.**9 Fortsetzung

Arten/Rohstoffbasis	Kurzbeschreibung	Untergründe	Verarbeitung
1K Grundierfüller, wasserbasierend Basis: wasserlösliches Acrylatbindemittel	1K Grundierfüller geeignet für alle Autoreparatursysteme. Kann als Schleif- oder Nass-in-Nass-Version verwendet werden.	Bestehende Lackschichten; Stahl; verzinkter Stahl; Aluminium; OEM Lackierungen (geschliffen); Glasfaserverstärkte Polyesterlaminate; Kunststoffteile die mit Plastoflex Primer oder 2K Plastic Primer behandelt wurden.	**Schleifversion**: Eine volle Schicht über die komplett geschliffene Oberfläche auftragen. Anschließend eine zweite, dritte und vierte Schicht innerhalb der vorherigen Schicht auftragen. **Nass-in-Nass-Version**: 1-2 volle nasse Schichten über die gesamte Fläche auftragen. Atemschutzmaske mit Frischluftzufuhr.
2K Grundierfüller, hochfüllend Basis: Acrylatbindemittel Härter: Polyisocyanatharz	Hochfüllender, schnelltrocknender 2K Grundierfüller für die Autoreparaturlackierung	Bestehende Lackschichten; Stahl; OEM Lackierungen; Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK), Polyesterspachtel; Kunststoffteile die mit Plastoflex Primer oder 2K Plastic Primer behandelt wurden.	**Schleifversion**: Eine volle Schicht über die gesamte geschliffene Oberfläche auftragen. Anschließend eine zweite und dritte Schicht innerhalb der vorherigen Schicht auftragen. Bei der Bearbeitung eines ganzen Teils 2-3 Schichten über das gesamte Teil auftragen, abhängig von der Schichtdicke.
2K Epoxid-Grundierfüller Basis: Epoxidharze Härter: Aminoharz	VOC-konformer, aromatfreier 2K Epoxidharz-Grundierfüller mit guten Haftungs- und Korrosionsschutzeigenschaften. Geeignet für Neuteillackierungen und Reparaturarbeiten.	Bestehende Lackschichten; Stahl; verzinkter Stahl; Aluminium; OEM Lackierungen; Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK), Polyesterspachtel; Nur auf harte Kunststoffteile die mit Plastoflex Primer oder 2K Plastic Primer behandelt wurden. Nicht auf thermoplastische Kunststoffe auftragen.	**Schleifversion**: Eine volle Schicht über die gesamte geschliffene Oberfläche auftragen. Anschließend eine zweite und dritte Schicht innerhalb der vorherigen Schicht auftragen. Bei der Bearbeitung eines ganzen Teils 2-3 Schichten über das gesamte Teil auftragen, abhängig von der Schichtdicke.
2K Sealer/ Haftungsverbesserer Basis: Acrylatharz Härter: Polyester- und Acrylatharz-Kompination	Haftungsverbesserer zwischen Untergrund und Decklack	Bestehende Lackschichten; Glasfaserverstärke Polyesterlaminate	1 volle Schicht über die ganze Fläche auftragen.
1K Grundierung Physikalisch trocknende Bindemittel	Schnelltrocknende, universelle 1K Grundierung in der Sprüdose; geignet für kleine Durchschliffstellen	Zur Verwendung bei Durchschliffstellen auf Stahl; bestehende Lackschichten; Polyesterlaminate; Polyesterspachtel;	Sprühdose ca. 12-18 cm entfernt vom Teil halten und 2-3 gleichmäßige Schichten auftragen.

links:
Bild **16.**9 a Unfallschaden

rechts:
Bild **16.**9 b Seitenwand geschliffen

links:
Bild **16.**9 c Seitenwand gefüllert

rechts:
Bild **16.**9 d Seitenwand lackiert

16.3 Reparaturlackierung

16.3.1 Decklackierung

Bevor die Decklackierung aufgetragen wird, muss die Fläche sorgfältig gereinigt werden. Bei Teillackierungen sind die angrenzenden Flächen mitzureinigen. Die erste Reinigung geschieht mit einem Teer- oder Silikonentferner. Nach dem Abwaschen muss die Feuchtigkeit auf der Oberfläche restlos verdunsten. Danach darf die zu lackierende Fläche nicht mehr mit den Fingern berührt werden. Kurz vor dem Lackauftrag wird mit Hilfe einer Ausblaspistole und einem Staubbindetuch die komplette Fläche vom Schmutz und Staub gereinigt; hier ist darauf zu achten, dass die Poren, Ecken und Winkel gut ausgetrocknet sind. Staub und Fett sind mit die größten Feinde für den Lackierer.

Die heutigen Lacke sind sehr vielseitig in ihrer chemischen und physikalischen Zusammensetzung, um sicherzustellen, dass die nachfolgenden geforderten Eigenschaften stimmen, die für eine erstklassige Lackierung notwendig sind.

- Farbton
- Glanz
- Wetterbeständigkeit
- Chemikalienbeständigkeit
- Kratzfestigkeit
- Haftung
- Trockenzeit
- Viskosität

Der Decklack bildet die oberste Schicht des Lackiersystems (top coat). Er wird auf den geschliffenen oder abgelüfteten Füller (Nass-in-nass-Verfahren) aufgebracht.

Metalleffekt-Lacke. Die Wirkungen ergeben sich durch Aluminiumpulver als Pigmente oder Aluminiumzusätze zu Lackfarben. Die Oberflächen reflektieren das einfallende Licht in alle Richtungen. Die Verarbeitung ist nur durch Spritzen möglich. Sattes Spritzen gibt dunklere, Nebeln und trocknes Spritzen hellere Effekte. Da das Bindemittel Effekt und Farbton beeinflusst, kann nur mit Originallack ausgebessert werden. Vor allem wegen Umwelteinflüssen wurde von der Einschicht- auf Zweischicht-Metallic-Lackierung mit Klarlackversiegelung umgestellt. Sie zeichnen sich durch gute Haltbarkeit und brillanteres Aussehen aus. Klarlacke auf Kunstharzbasis wurden weitgehend von 2 K-PUR-Acryllacken abgelöst.

Tagesleuchtfarben (PUR-Acryl-Basis) haben als farbgebende Pigmente in sich gefärbte Kunststoffteilchen. Sie reflektieren die Strahlen des sichtbaren Lichts, wandeln zusätzlich kurzwellige Strahlen in sichtbares Licht um und reflektieren es ebenfalls. Phosphoreszierende Nachtleuchtfarben dagegen speichern Licht und geben es im Dunkeln wieder ab. Tagesleuchtfarben dienen für Warn- und Signaleffekte, z. B. Feuerwehr- und Straßendienst-Fahrzeuge.

Festkörperreiche Lacke (Medium-Solid-Lacke) haben einen hohen Festkörpergehalt bis zu 65 %, herkömmliche Fahrzeuglacke bis 35 %. Das bedeutet weniger Spritzaufträge, Arbeitszeitersparnis und geringere Standzeit in der Kabine. MS-Lacke werden in hoher Viskosität, bis 22 s/DIN verarbeitet, herkömmliche Lacke 16 bis 19 s/DIN. Der Spritzdruck beträgt 3,5 bis 4 bar. Die Trocknung erfolgt beschleunigt durch Ofen- oder Infrarottrocknung. MS-Lacke erfordern Verdünnungszugaben von nur 10 %. Dies bedeutet weniger Spritznebel und damit Entlastung der Umwelt.

Zweischicht-Wasserbasislacke werden vermehrt in der Serienlackierung eingesetzt. Ähnlich läuft die Entwicklung in der Reparaturlackierung, wo Wasserbasislacke zunehmend zum Einsatz kommen. Der Gesetzgeber zwingt die Automobil- und Lackhersteller zu einer drastischen Reduzierung der Lösemittelemission, d. h. deutliche Senkung der VOC-Werte.

Lösemittel belasten

- die Umwelt,
- das betriebliche Umfeld,
- den Arbeitsplatz,
- die Gesundheit der Arbeitnehmer.

Reduzierung der Lösemittelemission beim Basislack = 90 %, Reduzierung des Lösemittelverbrauchs bei der Gerätereinigung 100 %.

Härter. (Polyisocianat) Für Lacke auf 2 K-PUR-Acrylbasis gibt es *kurze* Härter für Beispritzarbeiten, kleine Teillackierungen und niedrige Spritztemperaturen; *normale* und *lange* Härter für PKW-Ganzlackierungen oder mehrere, nacheinander zu lackierende Einzelteile. Härter sind feuchtigkeitsempfindlich, deshalb Anbruchgebinde gut verschließen. Beim Hantieren mit Härter unbedingt die Unfallverhütungsvorschriften beachten!

Verdünnungen – Einstellzusatz *kurz*, *normal*, *lang* – können ebenfalls PUR-Acryllacke steuern. Aktivierende Zusätze in Verdünnungen bringen schnellere Trocknung, verkürzen aber auch die Topfzeit. Verdünnungen sollen das Spritzmaterial auf die richtige Konsistenz bringen und anschließend verdunsten. Sie müssen auf die Eigenschaften der Lacke abgestimmt sein, z. B. Lösefähigkeit, Verlaufsförderung, Filmstruktur, Filmdicke und Trocknungsgeschwindigkeit. Ungeeignete Verdünner beeinträchtigen das Lackierergebnis.

Durch abgestimmten Einsatz von Härter, Verdünnung und eventuell Beschleuniger lassen sich für alle Lackieranlagen, Temperaturen und Lackierobjekte optimale und wirtschaftliche Lackierarbeiten ausführen.

Unterboden- und Steinschlagschutz wird eingesetzt, um eine bessere Steinschlagfestigkeit und besseren Korrosionsschutz zu erreichen. Gleichzeitig wird eine Abdichtung und Antidröhnwirkung erzielt. Er ist bei Kraftfahrzeugen heute allgemein vorhanden und muss bei Bedarf ergänzt oder erneuert werden. Unterboden- und Steinschlagschutzwerkstoffe gibt es auf der Basis von Kunststoffdispersion, wasserverdünnbar, und als reiner Steinschlagschutz auf der Basis von 2-K-PUR-Acryl. Beide Werkstoffe werden im Spritzverfahren aufgetragen und sind überlackierbar.

Die Schichtdicke beim Unterbodenschutz beträgt 500 bis 1000 µm, beim Steinschlagschutz mit Kunststoffdispersion 40 bis 50 µm und mit 2-K-PUR-Acryl 150 bis 200 µm. Der Unterbodenschutz wird mit einer Spezialpistole strukturiert aufgetragen oder mit dem Airlessgerät gespritzt. Steinschlagschutz kann aus der normalen Becherpistole verarbeitet werden.

16.3.2 Decklacksysteme

Auf den lackierfertigen Untergrund können die unterschiedlichsten Decklacke (Tab. **16**.10) aufgetragen werden. Sie müssen beständig gegen UV-Licht, Witterungseinflüsse, Feuchtigkeit und Erosion sein. Der Decklack schützt die darunterliegenden Lackschichten.

Man unterscheidet zwischen drei Systemen:

- 1-Schicht-Lackierverfahren,
- 2-Schicht-Lackierverfahren,
- 3-Schicht-Lackierverfahren.

1-Schicht-Lackierung. Darunter versteht man eine Lackierung, bei welcher der Decklack nur aus einer Schicht besteht. Der pigmentierte und hochglänzende Decklack wird in einem Arbeitsgang aufgetragen. Er enthält viele Deckpigmente und übernimmt als Deckschicht alle wichtigen Eigenschaften, wie Härte, Glanz und Beständigkeit. Diese Technik bezeichnet man als Unilackierung; sie wird aber nicht mehr so häufig eingesetzt. Metalliclackierungen als 1-Schicht-Lackierungen haben sich als nicht beständig genug erwiesen und werden nicht mehr eingesetzt. Sie sind sehr schnell verwittert.

Bild **16**.10 1-Schicht-Lackierung

2-Schicht-Lackierung. Darunter versteht man eine Lackierung, bei welcher der Decklack aus zwei Schichten besteht. Bei diesem Verfahren wird ein pigmentierter, matter Basislack als erste Schicht aufgetragen. Er gibt den Farbton und einen eventuellen Effekt an. Der Basislack ist ein Teil des gesamten Lacksystems und bei den Metallic- bzw. Effektlacken allein nicht beständig. Es muss zusätzlich – nach einer kurzen Ablüftzeit – ein transparenter Zwei-

komponenten-Klarlack als Versiegelung darüber appliziert werden.

Der Basislack muss gemäß Herstellerangaben angemischt und meist in zwei Spritzgängen aufgetragen werden. Nach dem ersten Spritzgang muss der Basislack so lange abgelüftet werden, bis eine gleichmäßig matte Fläche entstanden ist. Danach erfolgt der 2. Spritzgang. Auch dieser lüftet Mattglanz ab. Jetzt kann als letzte Schicht der Klarlack in zwei Spritzgängen aufgetragen werden. Dann folgt die Ofen- oder Strahlen-Trocknung.

Das Verfahren wurde für Lackierungen mit Metallic-Effekt entwickelt. Diese Art der 2-Schicht-Metalleffektlackierung gewährt eine sehr gute Dauerfestigkeit. Der 2K-Klarlack (unpigmentiert) ist sehr hart und schützt die Basislackierung vor Abrieb, Verwitterung und chemischen Belastungen. Der festkörperreiche Klarlack zeigt nach der Trocknung einen hervorragenden Verlauf mit einer hochglänzenden Oberfläche, was der Lackierung eine sehr gute Tiefenwirkung und Brillanz verleiht.

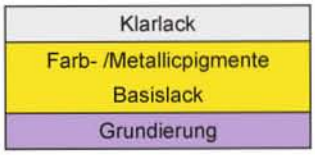


Bild **16**.11 2-Schicht-Lackierung

3-Schicht-Lackierung. Bei einigen Effektlackierungen (z. B. Perleffekt-Lackierung) muss im 3-Schicht-Verfahren gearbeitet werden. Damit der Perleffekt besser zur Erscheinung kommt, müssen unter dem Klarlack eine Schicht mit den effektgebenden Pigmenten und eine weitere Schicht mit farbgebenden Pigmenten aufgetragen werden.

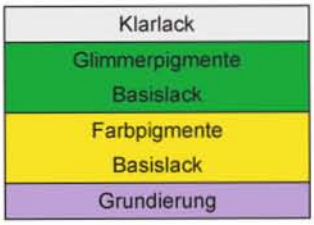


Bild **16**.12 3-Schicht-Lackierung

16.3.3 Decklacke für die Reparaturlackierung

Im Gegensatz zu Serienlackierung können bei der Reparaturlackierung wichtige Verarbeitungsbedingungen, wie z. B. Temperatur und Luftfeuchtigkeit nicht immer auf den Lackierprozess abgestimmt werden. Die gute Optik und die optimale Schutzwirkung der Serienlackierung wird auch bei der Reparaturlackierung erzielt. Der Schwerpunkt bei der Reparaturlackierung liegt im handwerklichen Können. Jeder Kundenauftrag erfordert eine angepasste Problemlösung. Diese hängt ab von

- Art und Umfang des Schadens,
- der vorliegenden Altbeschichtung der Serienlackierung,
- den individuellen Wünschen des Kunden.

In der Reparaturlackierung werden andere Beschichtungsstoffe als bei der Serienfertigung eingesetzt. Das Fahrzeug liegt komplett mit Reifen, Scheiben, Sitze mit Polsterungen und Innenausstattungen vor. Daher müssen alle nicht zu lackierenden Teile besonders gut abgedeckt werden. Trocknungsverfahren über 60 °C und industrielle Technologien sind deshalb nicht anwendbar. Die Serienlackierung in der Produktion hat immer eine gleichbleibende Oberflächenstruktur. Metalleffektlackierungen besitzen eine gleiche Anordnung der Metalleffektpigmente. Der Lackierer in der Autoreparaturlackierung steuert die Optik und Struktur der Lackoberfläche selbst.

Aus diesem Grunde werden für die Reparaturlackierung andere Lacke verwendet.

Man unterscheidet:

- 2K-PUR-Acryllacke
- 2K-Polyester-Acrylat-Kombinationen
- Basislacke
- Wasserlacke

Tabelle **16.10** Deck-, Basis- und Klarlacke für Reparaturlackierung (Beispiele)

Arten/Rohstoffbasis	Kurzbeschreibung	Untergründe	Applikationsverfahren
Basislack Physikalisch trocknende Bindemittel	Metallicausrichtung und Verspritzbarkeit bei der Lackierung von Fahrzeugen und Industrieteilen in Uni-, Metallic- und Pearlfarbtönen. Kann nur in Verbindung mit einem Klarlack verwendet werden, damit ein Schutz gegen Umwelteinflüsse geschaffen werden kann. Darf laut VOC nicht für die Fahrzeugreparatur eingesetzt werden.	Alle bestehenden Werkslackierungen, mit Ausnahme von thermoplastischen Acrylaten.	**Unifarbtöne**: 2 Einzelschichten auftragen bis zum Erreichen der Deckkraft. Zwischen den Schichten ablüften, bis der Basislack komplett matt trocknet. **Metallicfarbtöne**: Eine volle Schicht auftragen, Zwischenablüftzeit, bis der Basislack matt/halbmatt trocknet. Danach eine mittlere Schicht auftragen, bis zum Erreichen der Deckkraft, zwischenablüften und dann Effektschicht aufspritzen.
Wasserbasislack Wasserbasierende Acrylatdispersion	Hohe Deckkraft, Metallicausrichtung und Verspritzbarkeit bei der Nachstellung von Uni-, Metallic- und Pearlfarbtönen aus der Serienlackierung. Kann nur in Verbindung mit einem Klarlack verwendet werden, damit ein Schutz gegen Umwelteinflüsse geschaffen werden kann.	Alle bestehenden Werkslackierungen, mit Ausnahme von thermoplastischen Acrylaten.	**Unifarbtöne**: 2 Einzelschichten auftragen bis zum Erreichen der Deckkraft. Zwischen den Schichten ablüften, bis der Basislack komplett matt trocknet. **Metallic-/Pearlfarbtöne**: Eine volle Schicht auftragen, Zwischenablüftzeit, bis der Basislack matt/halbmatt trocknet. Danach eine mittlere Schicht auftragen, bis zum Erreichen der Deckkraft, zwischenablüften und dann Effektschicht aufspritzen.
2K-Poyester/Acryl-Decklack Basis: Polyester-Acrylatbindemittel-Kombination Härter: Polyisocyanatharz	2K, High-Solid, Polyester/Acryl-Decklack, speziell für die Fahrzeugreparaturlackierung. VOC-Gehalt von 420g/Liter;	Alle bestehenden Werkslackierungen. Polyesterlaminate	Einen mittleren geschlossenen Spritzgang auftragen. Ablüftzeit von 1-3 Minuten bei 20 °C; Anschließend eine volle Schicht auftragen und vor der Ofentrocknung; Ablüftzeit von 1–3 Minuten bei 20 °C
2K-Klarlack Basis: thiolfunktionelle Bindemittel Härter: Polyisocyanatharz Aktivator: spezielle Additive	UV trocknendes 2K-Klarlacksystem; hoher Glanz und ein gutes Erscheinungsbild; Steigerung der Produktivität und des Durchsatzes im Lackierbetrieb; Reduzierung von Energie und Materialverbrauch; VOC-Konform	Wasserbasislack (siehe oben) nach einer Ablüftzeit von mindestens 15 Minuten bei 25 °C.	Einen verlaufenden Spritzgang auftragen; Zwischenablüftzeit 2-3 Minuten bei 20 °C; Anschließend eine volle verlaufende Einzelschicht; Endablüftzeit 2–3 Minuten bei 20 °C; UV-Trocknung

16.3.4 Lackieren von Kunststoffteilen an Fahrzeugen

Für den Karosserie- und Lackierfachbetrieb ist die Bearbeitung von Kunststoffen eine immer häufiger werdende Herausforderung in der täglichen Arbeit: Schließlich ist die Reparatur eines Kratzers meist kostengünstiger als ein Austausch des ganzen Teils. Verschiedene Kunststoffteile an Fahrzeugen weisen einen unterschiedlichen Grad an Flexibilität auf. Um diesen Grad nachzustellen, bedarf es bei manchen Produkten der Zugabe eines Zusatzmittels um die OEM-Flexibilität optimal zu imitieren.

OEM = **O**riginal **E**quipment **M**anufacturers. Lacke für die Serienlackierung von Straßenfahrzeugen durch die Automobilhersteller bilden einen eigenen, von den übrigen Fahrzeuglacken und Lacken für das Reparaturgeschäft sowie die Kleinserien abzugrenzenden eigenständigen Markt.

Werden fabrikneue thermoplastische Kunststoffteile an Fahrzeugen lackiert, ist es unerlässlich zu wissen um welche Art oder Klasse an Thermoplasten es sich handelt. Sollte das thermoplastische Teil mit einer OEM-Grundierung beschichtet sein, kann direkt nach der empfohlenen Vorbehandlung Decklack aufgetragen werden. Im Falle von fabrikneuen (unbehandelten) Thermoplasten sind spezifische Vorbereitungsschritte nötig. Anschließend kann, nach dem Auftragen der richtigen Haftgrundierung, jeglicher Decklack aufgetragen werden.

Häufig in der Automobilindustrie verwendete Kunststoffe können normalerweise anhand einer Kennzeichnung (Tab. **16**.11) auf der Rückseite des Teils identifiziert werden.

Tabelle **16**.11 Kunststoffe – Kurzzeichen nach DIN 7728 (Auszug)

Kurzzeichen	Kunststoff	Karosserieteile
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol	Dachspoiler, Kühlergrills, Radkappen, Zierleisten, Motorradverkleidungen
ABS/PRO	Acrylnitril-Butadien-Styrol/Polyphenylenoxid	Stoßstangen, Frontspoiler, Kühlergrills
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff	Stoßstangen, Motorhauben, Frontspoiler, Türschweller, Leisten, Kühlergrills
HP	Honda-Mischpolymerisate	Stoßstangen, Leisten
PA	Polyamid	Stoßstangen, Dachspoiler, Türschwellen, Leisten, Tankklappen, Kühlergrills
PBT	Polybutylen-Terephthalate	Stoßstangen
PC	Polycarbonat	Stoßstangen, Frontspoiler, Kühlergrills, Seitenverkleidungen, Leisten, Stoßfänger, Radkastenverbreiterung
PC/ABS	Polycarbonat/Acrylnitril-Butadien-Styrol	Dachspoiler
POM	Polyoximethylen	Leisten
PP	Polypropylen	Stoßstangen, Frontspoiler, Türschweller, Leisten, Kühlergrills
PP/EPDM	Modifiziertes Polypropylen	Stoßstangen, Seitenverkleidungen, Dachspoiler, Motorhauben, Türschweller, Leisten, Kühlergrills
PPO-PA	Polyphenylenoxid-Polyamid	Radkappen, Spiegelgehäuse, Heckklappen
PPO-PS	Polyphenylenoxid-Polystyrol	Radkappen, Spiegelgehäuse, Heckklappen
PUR	Polyurethan	Stoßstangen, Dachspoiler, Türschwellen, Leisten, Kühlergrills

Kann diese Kennzeichnung nicht gefunden werden, gibt es zwei wirksame Testmethoden um herauszufinden ob entweder eine Zweikomponenten Grundierung oder eine Einkomponenten Haftgrundierung geeignet ist. Diese Prüfmethoden sind die Lösemittelprobe, der Brenntest und der Schwimmtest.

Lösemittelprobe (Nitroverdünnung). Duromere (z. B. PUR) zeigen kaum Reaktion auf Lösemittel. Plastomere (z. B. PP, PE) werden angelöst und Elastomere (z. B. SI) quellen auf.

Brenntest. Schneiden Sie einen kleinen Splitter aus der Rückseite des Teils heraus. Es muss sichergestellt sein, dass das Teil frei von Lack, Trennmitteln oder sonstigen Beschichtungen ist. Zünden Sie ein Ende des Splitters an. Brennt der Splitter mit einer dicken schwarzen Rauchentwicklung oder entlässt er Spiralen aus rauchendem Kunststoff, deutet dies auf Duromere (z. B. PUR, ABS, PA) hin. Brennt der Splitter mit sauberem Qualm (wie eine Kerze) ab, deutet dies auf Plastomere (z. B. PP/EPDM) hin.

Schwimmtest. Schneiden Sie einen kleinen Splitter aus der Rückseite des Teils heraus. Es muss sichergestellt sein, dass das Teil frei von Lack, Trennmitteln oder sonstigen Beschichtungen ist. Lassen Sie den Splitter in ein Glas mit Wasser fallen. Schwimmt der Lacksplitter auf der Wasseroberfläche, deutet dies auf Plastomere (z. B. PP/EPDM, PE) hin. Sinkt der Splitter hingegen ab oder taucht unter, deutet dies auf Duromere (z. B. PUR hin.

Alle Kunststoffteile müssen sorgfältig nach Angaben der Lackhersteller vorgearbeitet werden, um eine Haftung der Beschichtung zu erreichen.

Tabelle **16.12** Grundierungen für Kunststoffe (Beispiele)

Arten/Rohstoffbasis	Kurzbeschreibung	Untergründe	Verarbeitung
Einkomponente Haftgrundierung Polyolefine Harze	Schnelltrocknende, Einkomponenten Haftgrundierung für thermische Kunststoffteile an Fahrzeugen.	Alle thermischen Fahrzeugteile die derzeit verfügbar sind, mit Ausnahme von Kunststoffteilen aus reinem PP (Polypropylen) und reinem PE (Polyethylen). Nicht auf Kunststoffe mit OEM Grundierung	Oberflächenreinigung; alle zu lackierenden Oberflächen mit Plastic Prep oder Pad mit Wasser anrauen; anschließend gründlich mit Wasser nachspülen. Eine gleichmäßige Schicht auf unbehandelte (fabrikneue) thermoplastische Untergründe auftragen. Überlackierbar nach 20 Minuten Ablüftzeit. Innerhalb von 24 Stunden bei 20 °C mit Grundierung/Füller oder Decklack überlackieren.
2K-Grundierung Basis: Epoxidharz Härter: Aminoharz	2K-Grundierung für Kunststoffe die derzeit in der Automobilindustrie verwendet werden. Ausgenommen sind weiche Polyurethan-Kunststoffe	Alle thermischen Fahrzeugteile die derzeit verfügbar sind, mit Ausnahme von weichen PUR Kunststoffteilen. Nicht auf Kunststoffe mit OEM Grundierung	Oberflächenreinigung; alle zu lackierenden Oberflächen mit Plastic Prep oder Pad mit Wasser anrauen; anschließend gründlich mit Wasser nachspülen. 2 volle verlaufende Schichten auftragen. Überlackierbar nach 30 Minuten Ablüftzeit. Innerhalb von 24 Stunden bei 20 °C mit Decklack überlackieren.

16.3.5 Lackieren von Karosserien

Abhängig von der Größe und Lage der Flächen werden unterschiedliche Spritztechniken eingesetzt.

Beilackierung. Bei einer Teilelackierung sollte die Abgrenzung möglichst bei Zierleisten und Kanten gelegt werden. Ist keine entsprechende Abgrenzung möglich oder sind toleranzüberschreitende Farbtondifferenzen zu erwarten, sollte das auslaufende Beilackier-Verfahren ausgeführt werden. Bei diesem Verfahren wird zur Anpassung des Farbtons und des Effektes der Basislack über die eigentliche Schadenstelle hinaus auslaufend gespritzt. Alle betroffenen Teile werden vollständig mit Klarlack überlackiert.

Die Beilackierung wird unterschieden in:

- Beilackierung innerhalb eines Teils (in der Fläche)
- Beilackierung über mehrere Teile hinweg (in angrenzende Teile).

Das Beilackieren kann erheblich rationeller und kostengünstiger sein als zeitaufwendiges Nachnuancieren (Farbtonbeimischen). Die Technik des Beilackierens ist abhängig vom vorhandenen Beschichtungssystem und dem zu bearbeitenden Fahrzeugteil. Es soll dabei grundsätzlich in dem Lackierverfahren eines Fahrzeuglackherstellers gearbeitet werden.

Karosserieteile. Bei demontierten Karosserieteilen, z. B. Kotflügel, werden erst die Kanten ringsherum gespritzt. Dabei hält man die Spritzpistole schräg zur Fläche, damit die Kanten eine ausreichend dicke Lackschicht bekommen. Dann wird die Fläche mit gleichmäßigen, waagrechten Spritzgängen, von oben beginnend, fertig lackiert. Die einzelnen Spritzgänge überlappen sich dabei. Die Pistole wird rechts und links über das Teil hinausgeführt. An den Wendepunkten wird der Farbstrahl unterbrochen. So vermeidet man unnötigen Materialverlust.

Ganzlackierung. Vor einer Ganzlackierung muss die Spritzfolge überlegt werden. Zuerst spritzt man die schwer zugänglichen Stellen, z. B. Motorhaube, Haubenkanten, Schienen und Türverschlüsse (bei leicht geöffneter Tür). Der Lackierer muss so spritzen, dass sich die Lacknebel nicht auf bereits lackierte Flächen legen können, die bereits an der Oberfläche eine Haut gebildet haben. Die Auswahl des richtigen Einstellzusatzes und des Härters ist bei der Ganzlackierung mit ausschlaggebend für ein gutes Lackierergebnis. Damit die Lackschichten möglichst lange offen sind und den Lacknebel aufnehmen können, muss ein Einstellzusatz mit langen Verdunstungszeiten und ein Härter mit langer Aushärtezeit gewählt werden.

Bei der Ganzlackierung geht man wie im Bild **16.**13 vor.

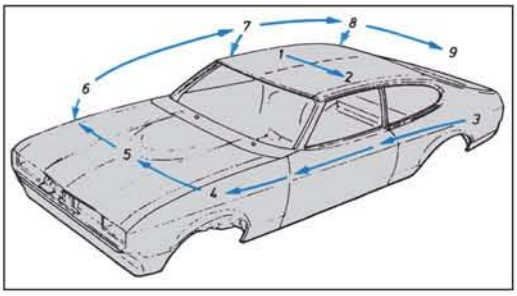


Bild **16.**13 Beispiel eines Spritzplan-Schemas

Spot repair. Spot repair ist die englische Bezeichnung für «punktuelle Reparatur». Die Reparaturfläche (z. B. Steinschläge, Kratzer) ist so klein wie möglich zu bearbeiten, die nicht bearbeiteten Flächen werden abgedeckt. Um einen weichen Übergang an der Spritzkante zu bekommen, verwendet man ein breiteres Klebeband, das man zu der lackierenden Fläche hochstehen lässt. Die Schadensstelle wird mit Nassschleifpapier ausgeschliffen eventuell gespachtelt, vorgefüllert und anschließend erneut geschliffen. Die angrenzenden Flächen, die später ausgenebelt werden, sind mit Schleifpapier leicht anzuschleifen. Die Reparaturfläche wird mit Silikonentferner gereinigt. Die Schadstelle wird nun punktgenau mit dem Basislack lackiert. Zur Randfläche hin wird ausgenebelt, anschließend wird der Decklack aufgespritzt. Nach der Durchhärtung wird die Fläche aufpoliert.

Auftragsabwicklung. Heute erfolgt die Erstellung eines Kostenvoranschlages häufig über spezielle Computerprogramme (Kalkulationssoftware). So können die Kosten für die Teile, ihren Einbau und ihre Lackierung genau berechnet werden. Um Leistungen für Fahrzeuglackierungen abzurechnen, stehen den Betrieben zwei Abrechnungssystem zur Verfügung, das System der Deutschen Automobil Treuhand GmbH (DAT) oder von EurotaxSchwacke GmbH. Das Allianz Zentrum für Technik (AZT) und die EurotaxSchwacke GmbH haben in Zusammenarbeit ein Lackkalkulationssystem entwickelt, das die Kalkulation von Materialien zur Reparaturlackierung und der benötigten Arbeitszeiten ermöglicht (**16.**14). Auf der Basis von Materialart, Lackart und Reparaturart, können zu den jeweiligen Bauteilen die benötigten Werte aus Listen abgelesen oder innerhalb einer EDV gestützten Kalkulation berechnet werden. Alle Daten der Lackierkalkulationsunterlagen wurden nach REFA-Methoden ermittelt und ausgewertet.

Die Auftragsabwicklung beginnt mit der Auftragsannahme.

- Schadensumfang, Dokumentation mittels Schadenprotokoll und Digitalbild
- Ermitteln des Reparaturweges
- Ermitteln des Material- und Zeitbedarfs
- Auftragsbestätigung durch den Kunden

Name	
Straße / Hausnummer	
PLZ / Ort	
Telefon /Telefax	Firmenstempel

☐ Reparatur - Aufnahmeauftrag
☐ Angebot
☐ Rechnung

Terminvereinbarung

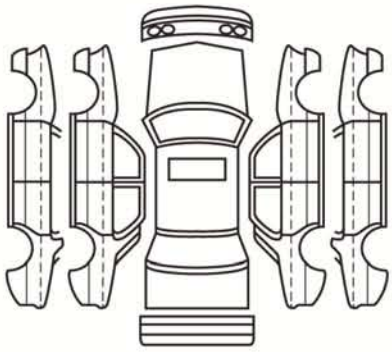
Kennzeichen | Baujahr

Typ / Modell ☐ 2-türig ☐ 4-türig ☐ Kombi

Gebrauchsspuren
☐ leichte ☐ mittlere ☐ starke

Diagnoseprotokoll bei Auftragaufnahme
Vorschäden an Karosserie und Lack

LINKS RECHTS



K = Kratzer D = Dellen S = Steinschläge
R = Rost A = Abplatzungen E = Einrisse

Zu erwartender Preisrahmen
€

Gewünschte Zahlungsart ☐ Bar ☐ Überweisung

Fertigstellung
Datum Uhrzeit

Unterschrift des Kunden o. seines Beauftragten

Auftrag angenommen
Datum Unterschrift

Arbeitskarte
Instandsetzung und Lackierung

Instandsetzung	Auftrag	AW	**Lackierung**	Auftrag	AW
Frontklappe			Frontklappe		
Frontblech			Frontblech		
Windlauf vorn			Windlauf vorn		
Kotflügel vorn L			Kotflügel vorn L		
Kotflügel vorn R			Kotflügel vorn R		
Tür vorn L			Tür vorn L		
Tür vorn R			Tür vorn R		
Tür hinten R			Tür hinten R		
Tür hinten L			Tür hinten L		
Einstiegschweller R			Einstiegschweller R		
Einstiegschweller L			Einstiegschweller L		
Seitenwand hinten R			Seitenwand hinten R		
Seitenwand hinten L			Seitenwand hinten L		
Abschlussblech			Abschlussblech		
Windlauf hinten			Windlauf hinten		
Heckdeckel			Heckdeckel		
Hecktür			Hecktür		
Wagendach			Wagendach		
Wagendach seitl. L			Wagendach seitl. L		
Wagendach seitl. R			Wagendach seitl. R		

Einzelheiten	

Arbeitswerte gesamt		
1 Arbeitsstunde = 10 AW (Arbeitswerte)		
1 AW = €		
Preisangabe		€
MwSt		€
Preisangabe incl. **MwSt**		€

Kfz nach Reparatur ordnungsgemäß übernommen
Datum Unterschrift

Dieser Auftrag wird auf Grund unserer allgemeinen Geschäftsbedingungen erteilt

Bild **16**.14 Formblatt Lackierkosten-Ermittlung

16.4 Farbtongenauigkeit

Zur Reparatur- oder Ganzlackierung stehen dem Fahrzeuglackierer Lacke zur Verfügung, die nach Originalvorlagen der Automobilhersteller erstellt bzw. gemischt sind. Trotzdem können bei Lackierarbeiten Farbtondifferenzen auftreten, denn der Originalfarbton verändert sich im Lauf der Zeit mehr oder weniger durch Alterung, Verschmutzung, Vergilbung, Ausbleichen, unterschiedliche Pflege, Industrieabgase, Streusalz u. a. Die Farbtongenauigkeit bei Teil- bzw. Reparaturlackierungen bereitet heute keine Probleme mehr. Der Lackierer vergleicht die Farbmuster aus dem Farbmuster-Ringbuch eines Lackherstellers mit der Lackierung am Fahrzeug. Die Farbmuster sind ausgespritzte Originallacke fast aller Automobilhersteller mit Nummer. Die meisten Fahrzeuge haben ein Farbcodeschild mit der Farbtonbezeichnung. Farbmuster und Farbcode ermöglichen eine schnelle Bestimmung des Farbtons. Außerdem geben die Lackhersteller Tabellen, Farbtafeln und Mischanleitungen heraus, die das Nuancieren sehr erleichtern.

Farbtonvergleiche sind vor Ausführung einer Reparaturlackierung unbedingt nötig. So lassen sich frühzeitig mögliche Farbtonunterschiede zwischen Autolack und Fahrzeugteil durch Abtönen korrigieren. Farbtonvergleiche führen nur an einem aufgespritzten, trockenen Lack und bei entsprechender Beleuchtung – Tageslicht, Tageslichtlampe – zu einer objektiven Aussage. Bei einigen Lackarten und kritischen Farbtönen ist die Einhaltung der Schichtdicke, der vorgegebenen Trockenzeiten und Temperaturen für ein vergleichbares Ergebnis wichtig.

Die Ausbesserung von Metalfeffektlacken ist schwieriger, da Farbton und Helligkeit des Effektes von der Verarbeitungsweise beeinflusst werden.

Das Lackierergebnis ist abhängig

- **von der Düsengröße und vom Spritzdruck**
  Die Zerstäubung ist bei kleiner Düse und hohem Spritzdruck feiner, der Farbton wird heller.
- **von der Verdunstungszeit der Verdünnung und der Spritzviskosität**
  Bei schnellerer Verdunstung lässt sich der Silbereffekt brillanter herausholen. Je höher die Viskosität, umso größer die Neigung zur Wolkenbildung.
- **von der Spritztechnik**
  Bei zu trockenem Spritzen und starkem Nebeln – Farbton erscheint heller, metallischer; bei nassem Spritzen – Farbton erscheint satter und dunkler; dazwischen liegen alle Effekt- und Farbnuancen. Eine Wolkenbildung wird durch Einhalten von Zwischenabdunstzeiten vermieden.
- **vom Spritzpistolenabstand**
  Kurzer Abstand führt zu nassem Farbfilm – der Farbton wird dunkler und bunter; größerer Abstand führt zu trockenerem Farbfilm – der Farbton wird heller, metallischer.
- **vom Lackierer**
  Jeder Lackierer arbeitet mit einer eigenen Spritztechnik. Um ein gleiches Ergebnis zwischen Muster und Ausbesserung zu erreichen, sollte beides vom gleichen Lackierer ausgeführt werden.

Bei Teil-Reparaturlackierungen kann die Besonderheit der menschlichen Farbtonwahrnehmung dazu führen, dass Lackierungen mit unterschiedlichen Farbpigmentzusammensetzungen (Reflexionskurven) bei bestimmten Beleuchtungen trotzdem den gleichen Farbeindruck hervorrufen. Man bezeichnet dies als *Metamerie*.

Metamer sind zwei Lackierungen, wenn sie bei einer Beleuchtungsart gleich aussehen, bei mindestens einer anderen Beleuchtungsart jedoch nicht.

16.5 Farbmischung

Die Vorhaltung der Basisfarben erfolgt in Mischgeräten. Sie bestehen aus einem Mischregal (**16.**15) mit Stellplätzen für die Basisfarben der Lacksysteme. Auf den Farbgefäßen (Emballagen) stecken Rühreinheiten, mit denen jederzeit über einen Motor die Basisfarben aufgerührt werden können.

Die eigentliche Mischung erfolgt nach Mischrezepten. Jeder Farbton setzt sich aus der Mischung verschiedener Basislacke zusammen, die entsprechend dem Mischrezept zusammengeschüttet werden. Nach den Angaben in Gramm wird das auf einer Digitalwaage stehende Mischgefäß gefüllt. Die jeweilige Menge muss dabei exakt eingewogen werden (**16.**15).

Zur Mischung werden Mikrofilme mit den Mischrezepten, ein Mikrofilmlesegerät und eine Digitalwaage benötigt. Zunehmend kommen computerunterstützte Systeme zum Einsatz, die das Einwiegen erleichtern.

Es empfiehlt sich, insbesondere bei schwierigen Farbtönen, die gemischte Farbe aufzuspritzen, zu trocknen und mit dem Fahrzeug zu vergleichen.

Ablauf des Mischvorganges

- Gründliches Aufrühren der Basisfarben, Schnellrührer
- Bestimmen des Farbtones aus Farbton-Sammelmappe der Automobil-Farbtöne aussuchen, Farbton im Index des Mikrofilms aufsuchen, Mischformel im Lesegerät einstellen
- Austarieren der Leerdose
- Einwiegen der Basisfarben entsprechend der Mischformel
- Aufrühren der ausgemischten Farben

Bild **16.**15 Farbmischanlage

16.6 Verarbeitungspiktogramme

Verarbeitungspiktogramme geben den „schnellen Hinweis". Über das Bildzeichen erfolgt Information auf einen Blick und für alle Verarbeiter verständlich, ohne Text lesen zu müssen. Bei der Vielzahl der Verwendungs-, Verarbeitungs- und Nutzungshinweise eine zeitsparende Erleichterung. Auf Gebinden, Technischen Merkblättern, Verarbeitungshinweisen u. a. finden sich die gleichen Zeichen, so dass der Erkennungs- und Informationswert durchgängig gegeben ist (Tab. **16.**13).

Tabelle **16.**13 Verarbeitungspiktogramme

Oberflächenvorbereitung

Reinigen

Rollen

Exzenterschleifer/nass (Druckluft)

Schwingschleifer/trocken

Spachteln

Schleifen von Hand/nass

Exzenterschleifer/trocken

Polieren

Streichen

Schleifen von Hand/trocken

Schwingschleifer/nass (Druckluft)

Verarbeitung

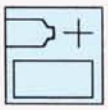
Aufrühren

Messstab verwenden

Fließbecherpistole

Spritzabstand

Aufrühren in der Mischmaschine


Härterzugabe

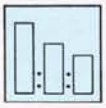
Saugbecherpistole

Topfzeit

Mischungsverhältnis 2 Komponenten

Verarbeitungsviskosität

UB-Pistole


Mischungsverhältnis 3 Komponenten

Wasserverdünnbar

Spritzgänge

Trockenzeit

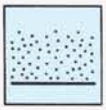
Ablüften

Trockenzeit bei Infrarottrocknung

Wisch- und berührungsfest

Abdeckbandfest

Trockenzeit


Staubtrocken

Montagefest

Tabelle **16.**13 Fortsetzung

Allgemeine und Sicherheits-Informationen

Siehe Merkblatt	Vor Feuchtigkeit schützen	Produkt enthält Isocyanat	Mischung enthält mehr als 1,0 % Blei u./o. mehr als 10,0 % Bleichromat
Frostfrei lagern	Gebinde verschließen	Mischung enthält mehr als 0,15 ‰ metallisches Blei	Information erteilt Ihr nächster Stützpunkt
Kühl lagern	Lack enthält Lösemittel. Sicherheitsvorschriften beachten	Enthält mehr als 0,5 % Bleichromat	

Farbtonangaben zu Mischformen

Formel in Arbeit. Nächsten Stützpunkt fragen	Farbton für Anbauteil	Mehrfarbenlackierung	In angrenzendes Teil Übergang lackieren
Farbton ab Werk lieferbar	Eingeschränkte Deckkraft	Farbton nicht mischbar	Spezialfarben: Anbauteile, Motorraum, Kofferraum, Innenlackierung
Farbton existiert in verschiedenen Nuancen	Dreischichtiger Farbton	Formel wurde verändert	

16.7 Spezialgeräte

Trockenblaspistole für Wasserlacke wird für die forcierte Trocknung von Lacken auf Wasserbasis eingesetzt. In einem kontinuierlichen, großvolumigen Luftstrom trocknen Wasserlacke erheblich schneller, da der lackierten Oberfläche gezielt Wasser entzogen wird. Die Trockenblaspistole (**16.**16) arbeitet mit Pressluft aus dem Luftversorgungssystem und saugt zusätzlich durch ihre Düsenkonstruktion Luft aus der Umgebung an. Das Volumen erhöht sich hierbei um ein Vielfaches und verstärkt die Trocknungswirkung. Ein Sieb im Ansaugbereich der Pistole verhindert Verunreinigungen in der Lackierung.

Bild **16.**16 Trockenblaspistole

Pistolen-Waschanlagen (**16.**17) werden zur schnellen Reinigung von Pistolen eingesetzt. Sie eignen sich für lösemittelhaltige Lacke oder Lacke auf Wasserbasis. Die Waschautomaten sparen Arbeitszeit, da sie automatisch reinigen. Mit einer Zeitschaltuhr lässt sich der Waschvorgang steuern. Eine Klarspülsteuerung spült nach dem Vorwaschen mit frischem Reinigungsmittel nach. Farbpartikel und verbrauchter Reiniger lassen sich leicht entfernen. Durch das geschlossene Waschsystem werden die Gesundheitsgefahren durch Lösemittel reduziert.

Wasserbasislacke lösen sich nach dem Verdunsten des Verdünnungswassers durch Wasser nicht mehr an. Diese Materialien trocknen an der Luft schnell zu einem wasser- und lösemittelbeständigen Lackfilm. Deshalb muss die komplette Spritzpistole nach dem Spritzen mit Wasser grob gereinigt werden. Am rationellsten wird die Reinigung in einer Spritzpistolen-Reinigungsanlage für Wasserlacke durchgeführt. Die Pistolen werden in dem Reinigungsautomat mit VE-Wasser (voll entsalztes Wasser) und Reinigungszusätze gereinigt. Wasserlackpartikel trocknen sehr schnell an und können anschließend nur mit erhöhtem Reinigungs- und Zeitaufwand entfernt werden. Bei kurzfristig unterbrochenen Spritzarbeiten sollte die Spritzpistole während der Arbeitsunterbrechung mit dem Düsenbereich in ein Wasserbad getaucht werden.

Es gibt auch schon 2-in-1 Lösungen. Die linke Seite der Reinigungsanlage, die Lösemittelsektion hat eine automatische Wasch- und Nachspülfunktion. Auch manuelles Waschen mit zirkulierendem oder sauberem Lösungsmittel ist möglich. Die rechte Seite des Spritzpistolenreinigers ist die Wascheinheit für Wasserlacke und kann den spezifischen Anforderungen der verschiedenen Wasserlacksysteme angepasst werden.

Bild **16.**17 a Pistolenwaschanlage

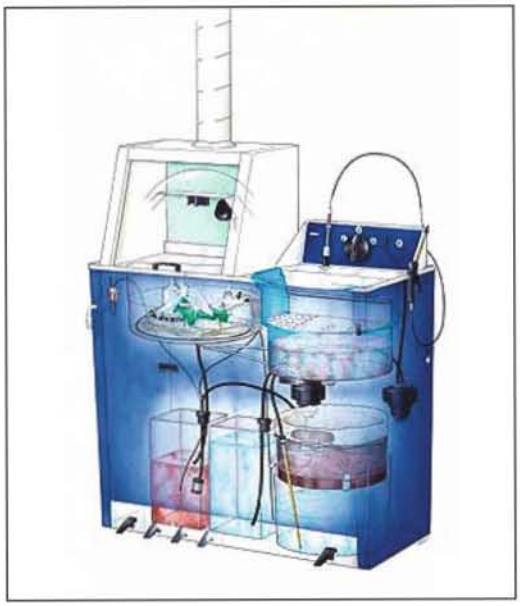


Bild **16.**17 b Pistolenwaschanlage (offen)

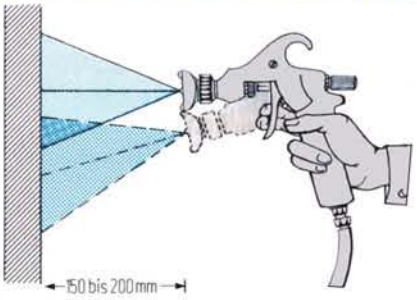
16.8 Spritztechnik

Zur Erhöhung der Deckfähigkeit und der Schichtdicke werden mehrere Schichten gespritzt. Bei physikalisch trocknenden Beschichtungsstoffen folgt die nächste Schicht erst nach dem Ablüften der vorhergehenden.

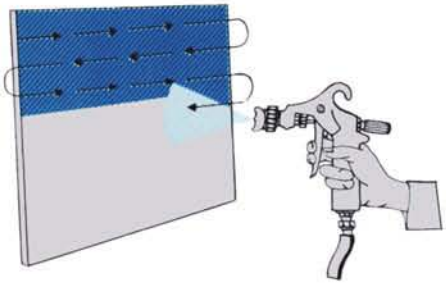
Durch Einsatz von MS-(Medium-Solid-) Werkstoffen erhöhen sich Deckfähigkeit und Schichtdicke wesentlich. Die erforderliche Schichtdicke wird durch 2 Spritzgänge, bei schlecht deckenden Farbtönen durch 3 Spritzgänge erreicht. Der Zerstäuberdruck liegt bei 3,5 bis 4,5 bar (Angabe der Hersteller).

Zwischen den Spritzgängen und vor der Ofentrocknung beträgt die Ablüftzeit je nach Temperatur 5 bis 7 Minuten. Die Spritztemperatur sollte 20 bis 22 °C betragen.

Regeln für die Arbeit mit der Spritzpistole

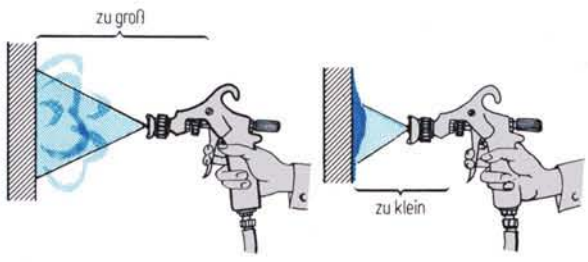


16.18 Halten der Spritzpistole

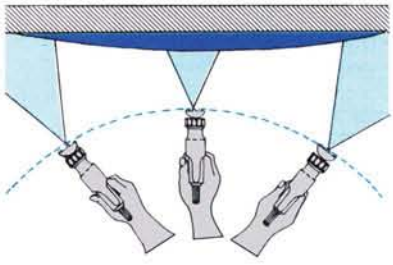


16.19 Anlegen und Überdecken der Spritzstreifen

1. Die Spritzpistole, d. h. der Düsenkopf, wird immer im rechten Winkel zum Objekt gehalten (**16.**18).
2. Man bewegt die Spritzpistole *gleichmäßig* und *parallel* zum Gegenstand. Dabei legt man gerade und gleichmäßige Spritzstreifen an. Jeder Streifen überdeckt den vorhergehenden um die Hälfte, sodass sich kein Ansatz ergibt (**16.**19).
3. Der Abstand zum Objekt beträgt gewöhnlich 15 bis 20 cm (**16.**20). Zu großer Abstand führt zu geringem Beschichtungsauftrag und damit zu starkem Farbnebel (= raue Oberfläche). Zu geringer Abstand bedeutet mehr Farbmaterial und schnellere Bewegungen, weil sonst der Beschichtungsstoff „läuft".
4. Man darf die Pistole nicht mit wechselndem Abstand führen und nicht mit bogenförmigen Handbewegungen – sonst entsteht ein ungleichmäßiger Beschichtungsauftrag (**16.**21).



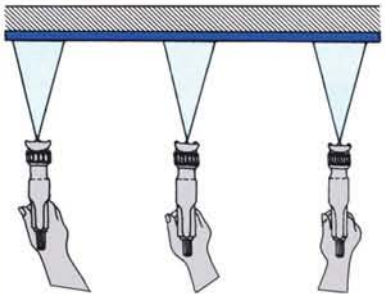
16.20 Abstand der Spritzpistole zur Fläche



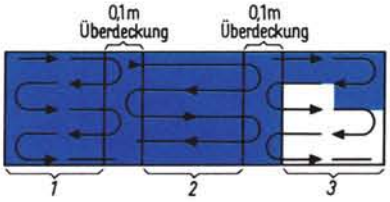
16.21 Spritzen mit Bewegung des Handgelenks

Regeln für die Spritztechnik

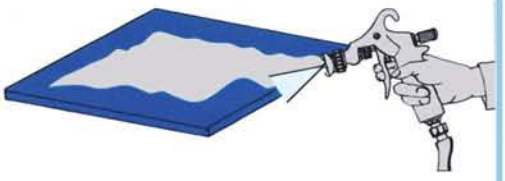
1. Senkrechte Flächen spritzt man abwechselnd von rechts nach links in Streifen (**16.**19). Der erste Streifen beginnt an der Oberkante (ohne vorbeizuspritzen).
2. Bei waagerechten Flächen beginnt der Spritzende mit der Kante, die ihm am nächsten liegt (**16.**22). Dann setzt sich der Farbnebel nicht auf den schon gespritzten Teilen ab und trocknet nicht unsauber auf.
3. Sehr lange Objekte (z. B. Lkw-Aufbauten) spritzt man abschnittweise (**16.**23). Die Teilstücke sollen 0,60 bis 1,00 m breit sein und sich um ≈ 0,10 m überdecken.
4. Bei Rändern um ein Objekt trägt man zunächst bei schräger Pistolenhaltung eine Umrandung auf (**16.**24) und spritzt dadurch zugleich die Kanten mit. Anschließend wird die Fläche wie eine senkrechte Fläche fertiggespritzt.



16.22 Spritzen waagerechter Flächen

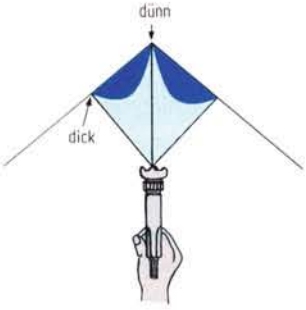


16.23 Spritzfolge bei langen Arbeitsstücken

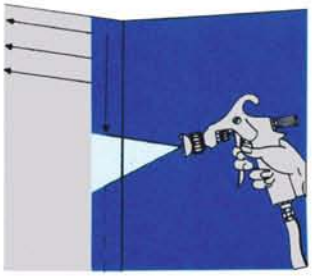


16.24 Spritzen von Rändern und Kanten

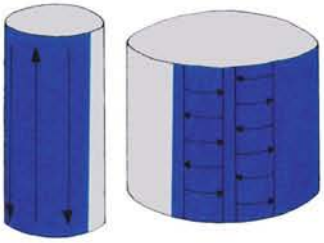
5. Bei Außenecken hält man die Pistole zunächst genau auf die Ecke. Wenn man Innenecken ebenso spritzt, ergibt sich dort ein geringerer Auftrag (**16.**25). Deshalb legt man zunächst an jeder Seite einen senkrechten Streifen an und spritzt aus der Ecke heraus mit waagerechten Streifen (**16.**26).
6. Runde oder zylindrische Gegenstände spritzt man mit einem Breitstrahl bei senkrechter Pistolenhaltung und trägt übereinander greifende Streifen auf (**16.**27). Größere Arbeitsstücke werden wie senkrechte Spritzflächen behandelt, jedoch wegen ihrer gebogenen Oberfläche mit kürzeren Spritzstreifen.



16.25 Spritzen von Innenecken

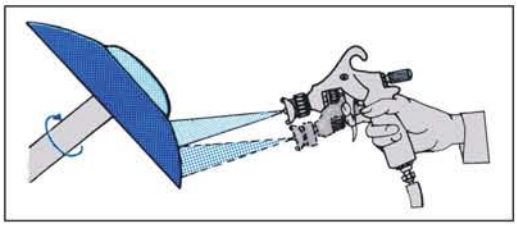


16.26 Spritzen aus der Ecke heraus



16.27 Spritzen zylinderförmiger Objekte

Eine beachtliche Erleichterung bietet ein drehbarer Werkstückhalter für runde und gebogene Gegenstände. Ohne abzusetzen kann man den Spritzstrahl damit gleichmäßig am Werkstück vorbeiführen. Bild **16.**28 zeigt dieses Verfahren am Beispiel einer Radkappe. Durch zwei verschiedene Neigungen deckt man beide Spritzstreifen, ohne den Fingerzug nachzulassen.



16.28 Spritzen mit drehbarem Werkstückhalter

16.9 Lackier- und Verarbeitungsfehler

Lackierfehler bedeuten immer eine Wertminderung und verursachen Ärger und Kosten. Für Fehler in der Lackierung kann es viele Ursachen geben, wobei die spätere Ursachenbestimmung oft sehr schwierig ist.

Die Ursachen für Lackierfehler können sein:

- fehlerhafte Untergründe
- fehlerhafte oder falsch ausgewählte Beschichtungsmittel
- fehlerhafter Beschichtungsaufbau
- fehlerhafte Spritzpistole
- schlechte Lackierbedingungen

Werden nach der Lackierung Lackfehler festgestellt, so müssen sie beseitigt werden. Dies kann im einfachsten Fall durch Polieren erfolgen. In manchen Fällen muss der Lack bis auf die gesunde Lackschicht abgeschliffen werden und neu aufgebaut werden.

16.9.1 Spritz- und Lackierfehler

Spritz- und Lackierfehler können viele Ursachen haben. Diese Ursachen müssen erkannt werden, um die Fehler durch geeignete Verfahren abstellen zu können.

Wichtig ist selbstverständlich, mögliche Fehler schon beim Lackieren zu vermeiden (Tab. **16.**14).

Tabelle **16.**14 Störungen und Fehler beim Spritzen

Störung/Fehler	Ursachen	Beseitigung
Normales Spritzbild	Optimale Pistoleneinstellung – Strahlbreite – Zerstäuberdruck – Lackmenge ist an die Lackviskosität angepasst	
Stoßweiser flatternder Spritzstrahl	zu wenig Material im Becher Farbdüse nicht angezogen Stopfbüchse nicht angezogen Farbdüse verunreinigt oder beschädigt; Entlüftungsbohrung im Fließbecher verstopft	Material nachfüllen Stopfbüchse oder Farbdüse nachziehen verschmutzte Teile reinigen Entlüftungsbohrung reinigen
Spritzbild stark gekrümmt	Farbnadel nicht eingepasst Seitenluft zu hoch Luftdüse am Zerstäuberkopf verschmutzt ausgeweitet Bohrung der Luftdüse	Farbnadel zentrieren Seitenluft reduzieren Luftdüse reinigen Defekte Luftdüse ersetzen

Tabelle **16.14** Fortsetzung

Störung/Fehler	Ursachen	Beseitigung
Spritzbild gespalten	zu hoher Zerstäubungsdruck zu dünnes Material zu wenig Material Strahlbreite zu groß	Zerstäubungsdruck reduzieren Materialmengen regulieren Strahlbreite verringern größere Düse verwenden
Starker Auftrag in der Mitte des Spritzbildes	zu hoher Materialdurchlauf zu geringer Zerstäubungsdruck Strahlbreite zu schmal Viskosität zu hoch	Materialdurchlaufmenge reduzieren Luftdruck erhöhen Material verdünnen Strahlregulierventil öffnen Viskosität anpassen
Spritzbild oben oder unten zu stark	verschmutzte Luftdüsen teilweise zugesetzte Bohrungen in der Luftdüse ausgehärteter Lack an der Düse	Spritzbild mit um 180° verdreht Luftdüse wiederhohlen. Wandert der Fehler mit, ist die Luftdüse die Ursache. Luftdüse reinigen, durchblasen defekte Düse ersetzen
Pistole tropft	Farbnadel nicht angezogen Fremdkörper zwischen Farbnadel und Farbdüse Farbnadelspitze defekt Düsenöffnung unrund	Farbnadel fest einschrauben Farbdüse reinigen Farbdüse oder Farbnadel auswechseln
Material sprudelt oder „kocht" im Becher	Zerstäuberluft gelangt über Farbkanal in den Farbbecher, Farbdüse nicht genügend angezogen, Luftdüse nicht fest aufgeschraubt, Luftkreis verstopft, Düseneinsatz beschädigt	Entsprechende Teile anziehen, reinigen oder ersetzen
Farbaustritt an der Farbnadel	defekte oder verlorene selbstnachstellende Nadelabdichtung	Nadelabdichtung austauschen
Keine Materialströmung	zugedrehte Farbregulierung verstopfte Düsenlöcher verstopfte Belüftungsbohrung im Becher	Einstellungen korrigieren Düse reinigen oder austauschen, Bohrung reinigen
Pistole bläst in Rückstellung	beschädigte Ventilfeder oder beschädigter Ventilkegel schwergängiger Ventilschaft verschlissenes Dichtungspaket für die Luftkolbenstange	Teile reinigen und mit Pistolenfett einschmieren Luftkolben-Serviceeinheit einbauen

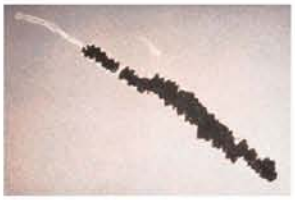
16.9.2 Vorbereitungsfehler

Es ist wichtig eine Untergrundanalyse vorzunehmen. Erst dann kann eine exakte Vorgehensweise bestimmt werden. Eine entscheidende Rolle spielen die Reparaturmaterialien und ihre speziellen Produkteigenschaften. Ebenso das aufeinander Abstimmen im Lacksystem. Zu beachten sind auch die spezifischen Verarbeitungshinweise der Lackhersteller. Vorbereitungsfehler (Tab. **16.15**) sind die häufigsten Ursachen für Fehlleistungen.

Tabelle **16.15** Vorbereitungsfehler

Bild/Fehler	Ursachen	Vermeidung	Beseitigung
Korrosion/ Unterrostung	• Mechanische Beschädigung des Decklackes durch Steinschlag, dadurch Unterwanderung der Lackierung durch Feuchtigkeit • Ungenügendes Reinigen des Untergrundes • Falsche Grundierung, Primer • Flugrost • Mangelhaftes Entrosten • Polyestermaterial nicht abisoliert	• Sorgfältig reinigen und entrosten • Blanke Untergründe nicht mit Händen berühren (Rückstände durch Salz, Handschweiß), Handschuhe benutzen • Sofortige Behandlung der blanken Untergründe mit geeigneten Grundierungen • Hohl- und Innenräume konservieren • Polyesterspachtel/Füller isolieren mit Grundierung/Grundierfüller	• Roststellen sorgfältig entfernen durch Schleifen, besser strahlen und reinigen • Neuaufbau der Schadstelle mit geeigneten Materialien
Durchbluten	• Unterbodenschutz oder Bitumen-/Teerflecke wurden nicht restlos entfernt • Polyesterprodukten wurde zu viel Härter zugesetzt • Polyesterspachtel und Härter wurden nicht gründlich miteinander vermischt	• Reparaturstelle und angrenzende Bereiche sorgfältig reinigen • Mischungsverhältnis beachten, Spachteldispenser benutzen • Polyesterspachtel und Härter gründlich vermischen	• Entfernen der Schadstelle bis zum Untergrund und kompletter Neuaufbau der Reparatur
Schleifspuren	• Körnung zu grob für nachfolgende Lackierung • Ränder der Schadstelle zu grob aus geschliffen • Grundier-/Füller-schicht war vor dem Schleifen nicht vollständig ausgehärtet • Falsche Schleiftechnik oder -gerät	• Richtige Schleifkörnung verwenden • Trocknungszeiten und Verarbeitungsdaten der Produkte beachten • Schleifgeräte richtig lt. Herstellerangaben • Verwendung richtiger Schleifgeräte, z. B. Exzenter • Grobschliff = 7 mm • Feinschliff = 3 mm	• Schadstelle reinigen und ausschleifen • Neuaufbau der Reparaturstelle
Blasenbildung	• Polyester wurde nass geschliffen • Salz- und Kalkrückstände durch Schleifwasser bzw. Handschweiß • Ungenügende Reinigung	• Polyesterspachtel nur trocken schleifen • Materialien stets geschlossen und ordnungsgemäß lagern • Oberflächen gründlich reinigen • Schleifwasser öfters wechseln • Die zu lackierenden Flächen so wenig wie möglich berühren, am besten Handschuhe tragen	• Bis zur „gesunden" Schicht abschleifen und neu aufbauen
Nadelstiche	• Polyestermaterialien nicht ausreichend gefüllert • Poren nicht ausgeschliffen • Aufgeplatzte Kocher in der Lackierung • Aufgeschliffene Lufteinschlüsse im Füller	• Spachtelporen gut ausschleifen oder nachspachteln • Vor dem Lackieren, Untergrund sorgfältig überprüfen, notfalls nachschleifen, nachspachteln oder nachfüllern • Vor dem Schleifen Kontrollschwarz einsetzen	• Nadelstiche vollständig ausschleifen und neu lackieren

Tabelle **16.15** Fortsetzung

Bild/Fehler	Ursachen	Vermeidung	Beseitigung
Randzonenbildung	• Spachtel auf zu weichem, nicht durchgehärtetem Untergrund aufgetragen • Spachtel teilweise auf Altlack aufgetragen • Schadstelle zu grob geschliffen • Nicht sorgfältig entfettet • Reparaturstelle nicht ausreichend isoliert	• Gründlich reinigen • Nur auf blankem Metall gespachtelt • Richtige Schleifpapierkörnung in den empfohlenen Abstufung verwendet • Lösemitteltest • Reparaturstelle mit geeigneten Grundmaterialien vor Decklackierung beschichten	• Schadstelle sorgfältig ausschleifen, notfalls komplett entfernen und neu aufbauen
Hochziehen	• Unverträglichkeit des Lackes mit dem Untergrund • Durchschliff nicht isoliert • Untergrund nicht richtig durchgetrocknet • Lack zu nass aufgetragen	• Untergrund mittels Lösemitteltest überprüfen • Durchschliff vermeiden, isolieren • Verarbeitungshinweise beachten • Erste Schicht etwas verhalten (nicht zu nass) spritzen	• Hochziehende Lackschichten vollständig entfernen und neu aufbauen
Abplatzung von Polyestermaterialien	• Untergrund nicht sorgfältig gereinigt • Ungeeigneter Spachtel für verzinkten Untergrund • Verarbeitung nicht korrekt • Verwendung einer ungeeigneten Grundierung • Ungenügendes oder fehlendes Schleifen	• Gründliche Reinigung des Untergrundes • Geeignete Grundierung und Spachtel einsetzen • Verarbeitungshinweise beachten	• Schadstelle gründlich ausschleifen und nach sorgfältiger Reinigung mit dem Neuaufbau beginnen
 **Keine Haftung auf Kunststoff**	• Ungenügendes reinigen und tempern • Fehlendes oder mangelhaftes schleifen • Nicht einsetzen von Kunststoffhaftprimer	• Kunststoff auf Lackierfähigkeit überprüfen • Intensives Reinigen mit Wasser/Kernseife und mit Silikonentferner, je nach Kunststoffart • Tempern • Sorgfältig schleifen • Geeignete Produktsysteme	• Schadstelle ausschleifen, sollte dies nicht ausreichen, das Teil dampfstrahlen, reinigen, schleifen und neu lackieren
Decklack hat keine Haftung	• Untergrund nicht sorgfältig gereinigt • Überbeschichtung des Decklackes • Verwendung einer ungeeigneten Grundierung • Ungenügend geschliffen • Kondenswasserbildung zwischen Untergrund und Decklack	• Gründliche Reinigung des Untergrundes mit Wasser und Silikonentferner • Verarbeitungshinweise beachten • Geeignete Produktsysteme einsetzen	• Schadstelle gründlich ausschleifen, sorgfältig reinigen und neu lackieren

16.9.3 Lackierfehler

Verunreinigungen, die zu Oberflächenstörungen führen, kommen immer wieder vor. Vielen sind die Ursachen hierfür bekannt.

Staubfreiheit ist selbstverständlich für Spritzkabine und -stände. darum wird die Zuluft vorher gefiltert.

Werden nach der Lackierung Lackierfehler (Tab. **16.**16) festgestellt, so müssen sie beseitigt werden. Dies kann in manchen Fällen durch Polieren erfolgen. In manchen Fällen muss der Lack bis auf die gesunde Lackschicht abgeschliffen und neu aufgebaut werden.

Die nachfolgenden Bilder zeigen die Störungen im Detail.

Tabelle **16.**16 Lackierfehler

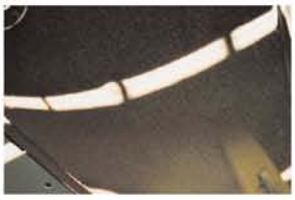
Bild/Fehler	Ursachen	Vermeidung	Beseitigung
Keine Haftung von Klarlack und Basislack	• Überbeschichtung des Basislackes • Ablüftzeiten nicht eingehalten • Erste Schicht Basislack zu trocken aufgespritzt • Basislack zu trocken ausgenebelt • Erste Schicht Klarlack zu trocken aufgespritzt	• Material nach Technischem Merkblatt verarbeiten	• Schadstelle gründlich ausschleifen und neu lackieren
Staubeinschlüsse	• Fusselnde Putztücher oder Lackieranzüge • Nicht gründliches Reinigen der Oberfläche vor dem Lackieren • Verschmutzte oder undichte Kabinenfilter • Ansaugen von verunreinigter Luft aus anderen Betriebsteilen • Statisch aufgeladene Kunststoffteile • Falzen nicht ausgeblasen	• Kunststoffteile mit Antistatikreiniger reinigen • Oberflächen und Fahrzeug gründlich reinigen • Kabinen und Filter regelmäßig reinigen und warten • Kabinendruck richtig einstellen • Fusselfreie Kleidung und Putztücher verwenden	• Während des Lackierens, Staubpartikel mittels Nadel entfernen • Nach der Trocknung Schmutzeinschlüsse ausschleifen und polieren
 **Spritznebel**	• Ungenügende Abdeckung der nicht zu lackierenden Teile	• Sorgfältig abdecken	• Spritznebel durch Polieren beseitigen. Wenn dies nicht ausreicht, planschleifen und neu lackieren
Kocher	• Lösemitteleinschluss bei zu hoher Schichtdicke • Zu kurze Zwischenablüftzeiten • Zu kurzer Härter oder Verdünnung • Abstand bei IR-Trocknung zu gering	• Empfohlene Härter und Verdünnungen einsetzen • Bei IR-Trocknung Abstand und Ablüftzeit beachten • Technische Merkblätter beachten	• Oberfläche bis zur „gesunden" Schicht schleifen und neu lackieren

Tabelle **16.**16 Fortsetzung

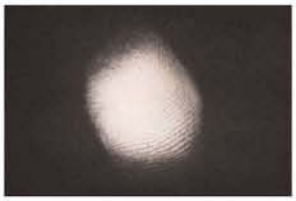
Bild/Fehler	Ursachen	Vermeidung	Beseitigung
 **Schlechte Trocknung**	• Falschen Härter eingesetzt • Zu viel oder zu wenig Härter eingesetzt • Zu hohe Schichtdicken • Verarbeitungs- bzw. Trocknungstemperaturen zu niedrig • Zu kurze Trockenzeit	• Vorgeschriebenen Härter einsetzen • Technische Merkblätter beachten • Trockentemperatur und -zeiten in den Technischen Merkblättern beachten • Ideale Verarbeitungstemperatur beträgt 20 bis 23 °C	• Das Objekt bei korrekter Temperatur nach trocknen. Sollte dies nicht gelingen, muss die Lackschicht komplett entfernt und neu aufgebaut werden.
Ausschwimmen	• Zu hohe Schichtdicke • Zu lange Verdünnung • Zwischen- und Ablüftzeiten zu kurz • Spritzdüse zu groß, Abstand zu gering • Zu nass lackiert • Zu niedrige Spritztemperatur	• Verarbeitungsvorschriften beachten • Überbeschichtung vermeiden • Auf Ablüftzeiten achten • Spritztemperatur einhalten • (20 bis 23 °C)	• Wenn Lackierung noch nicht trocken: Nach entsprechender Ablüftzeit einen letzten Spritzgang auftragen • Wenn Lackierung getrocknet: Schleifen und neu lackieren
Farbtonabweichung	• Falsche Spritztechnik • Nicht deckend lackiert • Originallackierung verwittert • Abweichungen innerhalb der Serienlackierung • Falsche Rezeptur ausgewählt	• Farbtonmuster lackieren • Beilackieren/Einlackieren	• Nachnuancieren • Anschleifen und neu lackieren • Angrenzende Teile polieren
Krater	• Silikon-, Wachsrückstände, Öl, Fett • Trennmittelrückstände von Kunststoffteilen, Nahtabdichtung • Nicht sorgfältig entfettet • Verunreinigte Spritzluft durch Ölrückstände oder Kondenswasser • Schmutzige Putztücher zum Entfetten verwendet • Unsachgemäßer Einsatz silikonhaltiger Hautschutzmittel • Verunreinigungen im Lack • Rückstände von Pflegemittel	• Regelmäßiges Warten und Reinigen der Öl-/Wasserabscheider • Gründliches Reinigen der Teile mit sauberen Tüchern und Silikonentferner oder anderer geeigneter Entfettungsmittel • Restlose Entfernung aller Verunreinigungen • Silikonfreie Hautschutzmittel verwenden • Keine silikonhaltigen Materialien (z. B. Hammerschlaglack) im Betrieb verwenden	• Bis zur „gesunden" Schicht planschleifen, sorgfältig reinigen und neu lackieren • Antisilikon nur im äußersten Notfall verwenden!
Glanz	• Schichtdicke • Einwirkung von Luftfeuchtigkeit • Härter hatte bereits mit Feuchtigkeit reagiert • Falscher Härter oder Verdünnung verwendet • Ungenügende Frischluftzufuhr während der Trocknung • Untere Schicht (Füller oder Grundierung) war vor dem Schleifen nicht genügend durchgehärtet	• Trocken-/Ablüftzeit beachten • Auswahl von Verdünnung und Härter beachten • Filter und Luftumwälzung regelmäßig überprüfen • Verarbeitungshinweise beachten	• Die Fläche polieren zur Erhaltung des Glanzgrades. Bei Erfolglosigkeit anschleifen und neu lackieren

Tabelle **16.16** Fortsetzung

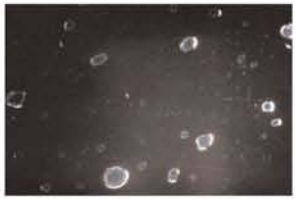
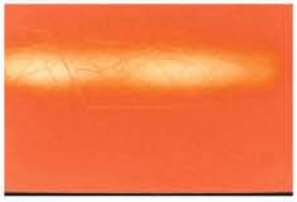
Bild/Fehler	Ursachen	Vermeidung	Beseitigung
Schleierbildung	• Zu niedrige Temperatur und zu hohe Luftfeuchtigkeit am Arbeitsplatz • Feuchtigkeitseintritt in nicht durchtrockneten Lackierungen • Zu hohe Luftgeschwindigkeit in der Spritzpistole • Bei Verwendung sehr kurzer Verdünnung kühlt die Lackoberfläche durch die entstehende Verdunstungskälte relativ stark ab. An der Lackoberfläche kann aus der Luft Feuchtigkeit kondensieren, die Trübungen hervorrufen kann	• Bei hoher Luftfeuchtigkeit längere Verdünnungen verwenden • Luftgeschwindigkeit in der Spritzkabine regelmäßig überprüfen • Beachten, dass die korrekte Trockenzeit von der Objekttemperatur abhängig ist	• In weniger schwierigen Fällen kann der Schaden durch Polieren behoben werden. Führt das nicht zum Erfolg, dann nach dem Schleifen den Decklack neu lackieren.
 **Wasserflecken**	• Lackierung nicht richtig durchgetrocknet • Feuchtigkeit in der Spritzluft	• Material gemäß Technischen Merkblättern verarbeiten • Öl- und Wasserabscheider warten	• Versuchen zu Polieren, bei größeren Störungen schleifen und neu lackieren
Wolkenbildung	• Ungeeignete Verdünnung • Zu nasser/trockener Basislackauftrag • Zu kurze Ablüftzeiten • Kein gleichmäßiger Basislackauftrag • Spritzdruck/ Spritzdüse/Spritzpistole/ Spritztemperatur nicht geeignet • Zu kurze Ablüftzeit vor Klarlackauftrag	• Hinweise in den Technischen Merkblättern beachten • Empfohlene Ablüftzeiten einhalten, wenn erforderlich verlängern • Geeignete Pistole und Düse verwenden • Bei der Auswahl der Verdünnung auf die richtige Spritztemperatur, Objektgröße achten	• Bei Wolkenbildung **vor** Klarlackauftrag: Ausnebeln, Tröpfeltechnik verwenden • Bei Wolkenbildung **nach** Klarlackauftrag und Trocknung: Reparaturstelle schleifen und Lackaufbau in richtiger Weise auftragen
 **Rissbildung/Haarrisse**	• Decklackauftrag auf bereits gerissener Lackierung • Zu viel Härter zugesetzt • Nicht durchgetrockneter Untergrund • Zu hohe Schichtdicken bei Grundmaterial • Überbeschichtung des Decklackes • Zu wenig oder kein Elastifizierungszusatz bei der Lackierung von Kunststoffen	• Sorgfältiges Überprüfen des Untergrundes während der Vorbehandlung • Mischungsverhältnisse beachten • Verarbeitungsdaten einhalten • Überbeschichtung vermeiden • Elastifizieren bei Kunststoffen	• Bis zur „gesunden" Schicht planschleifen, sorgfältig reinigen und neu lackieren
Orangenhaut	• Spritzdruck zu niedrig • Falsch eingestellte Spritzviskosität • Falsche Verdünnung • Starker Unterschied zwischen Lacktemperatur und Objekttemperatur • Spritzdüse zu klein, zu groß • Narbiger Untergrund	• Verarbeitungshinweise in den Technischen Merkblättern beachten • Richtige Verdünnung auswählen • Mischungsverhältnis einhalten • Verarbeitungstemperatur sollte 20 °C nicht unterschreiten • Richtiger Spritzdruck und Düse verwenden	• Wenn die Störungen gering sind, anschleifen und polieren • Ansonsten planschleifen und neu lackieren

Tabelle **16.**16 Fortsetzung

Bild/Fehler	Ursachen	Vermeidung	Beseitigung
Läuferbildung	• Spritzpistole/-düse nicht einwandfrei • Falsch eingestellte Spritzviskosität • Zu satter oder ungleichmäßiger Lackauftrag • Lackmaterial, Spritztemperatur oder Untergrund zu kalt • Schichtstärken zu hoch • Ablüftzeit zu kurz • Pistolenabstand zum Objekt zu gering	• Verarbeitungshinweise in den Technischen Merkblättern beachten • Einwandfreie Applikationsgeräte verwenden • Lackmaterialien und Objekt auf Raumtemperatur (20 °C) bringen • Gleichmäßig lackieren	• Läufer ausschleifen und polieren • Läufer ausschleifen und neu lackieren

16.9.4 Lackschäden durch Umweltbelastung

Der Anteil der Lackschäden (Tab. **16.**17, der durch Umweltbelastungen verursacht wird, nimmt deutlich zu. Diese Schäden können durch biologische, chemische, industrielle oder mechanische Einwirkungen entstehen. Das entsprechende Erscheinungsbild wird durch Anquellen oder Anätzen des Lackes sichtbar. Ein Zuordnen, welche Substanz für den Schaden verantwortlich ist, kann nicht immer eindeutig vorgenommen werden.

Die nachfolgenden Bilder zeigen die Störungen und sollen eine Identifizierung des Schadens leichter machen.

Tabelle **16.**17 Lackschäden

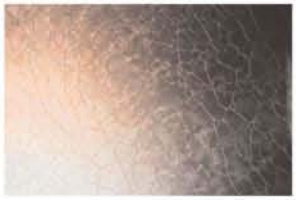
Bild/Fehler	Ursachen	Vermeidung	Beseitigung
Klimatische Einflüsse – Versprödung	• Zu frühes Überlackieren von Kunstharzlacken • Lackaufbau auf ungeeigneten, nicht verträglichen Grundierungen • Ungenügende oder nicht ausgehärtete Lackschichten • Zu hohe Schichtdicke • Zu starke Temperaturschwankungen • Zu hohe UV-Belastung	• Technische Merkblätter beachten • Richtiges Mischungsverhältnis einhalten • Bei Kunststofflackierungen Elastifizierung der Materialien beachten	• Bis zur „gesunden" Schicht restlos entfernen und Lack neu aufbauen
 Klimatische Einflüsse – Rissbildung	• Starke UV-Einstrahlung • Krasser Wechsel von hohen und niedrigen Temperaturen • Hohe Luftfeuchtigkeit • Natürliche Alterung	• Regelmäßige Lackpflege • Elastifizierung bei Kunststofflackierungen	• Bis zur „gesunden" Schicht restlos entfernen und neu aufbauen • Bei leichten Fällen polieren und mehrmals wachsen (Schutzschicht aufbauen mit Hartwachs)

Tabelle **16.17** Fortsetzung

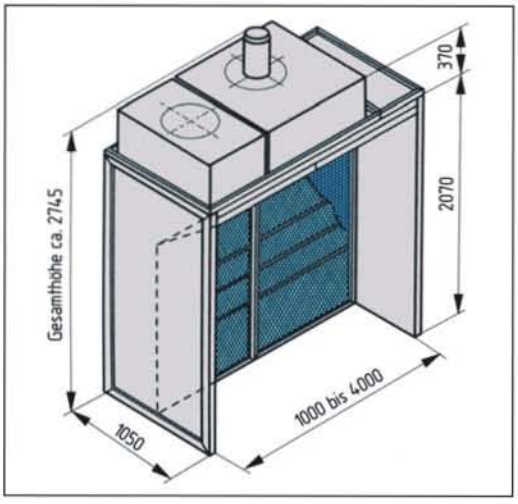
Bild/Fehler	Ursachen	Vermeidung	Beseitigung
Klimatische Einflüsse – Kreiden/Ausbleichen	• Zu starke Umwelteinflüsse (UV-Licht), Zerstörung von Bindemittel und Pigment • Ungenügende Lackpflege	• Material gemäß Technischen Merkblättern verarbeiten • Regelmäßig Lackoberflächen pflegen und konservieren	• versuchen zu polieren, ansonsten schleifen und neu lackieren
Mechanische Einflüsse – Steinschlag	• Mechanische Beschädigung des Decklackes bis zum Untergrund durch z. B. Rollsplitt	• Farblich abgestimmten Tönfüller benutzen • Gefährdete Region mit Steinschlagschutz schützen • Decklack in diesen Bereichen etwas elastifizieren	• Schadstelle sofort nach Entstehen ausbessern • Schadstelle ausschleifen und neu lackieren
Chemische Einflüsse	• Bremsflüssigkeit	• Sichtbare Verunreinigungen, Ablagerungen und Rückstände sofort beseitigen • Fahrzeug öfters waschen und regelmäßig Lackpflege anwenden	• Bei leichten Fällen anschleifen und polieren. Bei schwierigen Fällen, Schadstelle ausschleifen und neu aufbauen
Biologische Einflüsse	• Vogelkot	• Sichtbare Verunreinigungen, Ablagerungen und Rückstände sofort beseitigen • Fahrzeug öfters waschen und regelmäßig Lackpflege anwenden	• Bei leichten Fällen anschleifen und polieren. Bei schwierigen Fällen, Schadstelle ausschleifen und neu aufbauen
Industrielle Einflüsse	• Flugrost	• Sichtbare Verunreinigungen, Ablagerungen und Rückstände sofort beseitigen • Fahrzeug öfters waschen und regelmäßig Lackpflege anwenden	• Bei leichten Fällen anschleifen und polieren. Bei schwierigen Fällen, Schadstelle ausschleifen und neu aufbauen

16.10 Lackier- und Trocknungsanlagen

Für Lackier- und Trocknungsarbeiten stehen vielfältige Systeme zur Verfügung. Sie lassen sich auf den jeweiligen Spritzbedarf in Handwerk und Industrie abstimmen. Baukastensysteme ermöglichen flexible und kostengünstige Planung und Erstellung.

Mobile Farbnebelabsauggeräte (Spritzwände) sind beweglich, transportabel und dadurch an den Spritzorten, wo sie gebraucht werden, einsetzbar. Auf Grund ihrer hohen Luft- und Filterleistung eignen sie sich zur Absaugung von Farbnebel, Stäuben und Lösemitteldämpfen.

Stationäre Spritzwände mit Lackiernebel-Trockenabscheidung (Filtermatten, **16.**29) oder Lackiernebel-Nassabscheidung. Wasserberieselte Spritzwände haben einen höheren Wirkungsgrad in der Abscheidung (max. 99 %). *Nachteile* liegen vor allem in den höheren Entsorgungskosten der Schlämme.



16.29 Spritzwand in verschiedenen Filtergrößen

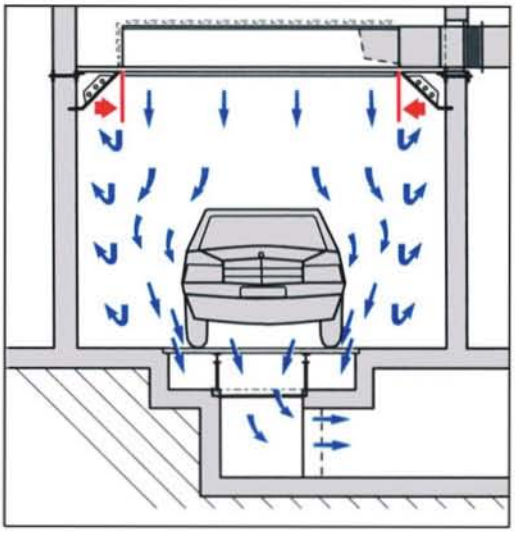
PKW-Lackier- und Trocknungsanlagen sind stationäre Einheiten, die sich innerhalb oder angebaut an Werkstätten für vorbereitende Arbeiten befinden. Zwei Systeme werden dabei unterschieden, die jedoch jeweils auf den Bedarf und die Leistung eines Betriebes abgestimmt werden können.

Kombinierte Lackier- und Trockenkabinen (7.19) werden bei niedrigem Fahrzeugdurchsatz eingesetzt. Die Lackierung und Trocknung erfolgt in derselben Kabine, Lackierung bei 20 °C bis 25 °C, Trocknung bei 60 °C bis 80 °C. Dabei muss die Temperatur jeweils hochgeheizt und runtergekühlt werden, das bedeutet hohen Energieverbrauch. Da die Fahrzeuge erst nach der Trocknung aus der Kabine kommen, bedeutet das geringere Kapazität für den Lackierbetrieb.

Getrennte Lackier- und Trockenkabinen (**16.**31) werden bei mittlerem bis hohem Fahrzeugdurchsatz eingesetzt. Hier werden die Fahrzeuge nach dem Spritzvorgang zur Trocknung in die Trockenkabine gefahren. Diese kann neben oder hinter der Lackierkabine liegen. Beim Fahrzeugwechsel sinkt die jeweilige Kabinentemperatur nur geringfügig ab.

Die Erzielung optimaler Lackierergebnisse ist unter anderem von der Luftführung in der Kabine abhängig. Dazu gehört ein gleichmäßiges, wirbelfreies Luftströmungsverhalten.

Die aufgeheizte Zuluft wird von oben in die Kabine geführt und über einen Bodenkanal in der Mitte der Spritzkabine abgesaugt. Zuluft wird über Deckenfilter sauber gehalten, Abluft über ein Filtersystem gereinigt (**16.**30).



16.30 Schematische Darstellung der Luftführung Blenden (rot) verhindern Luftwirbel

16.31 Lackierkabine mit rechts angeordneter Trockenkabine

Die Entwicklung von Beschichtungsstoffen auf Wasserbasis (Füller, Basislacke) führt bei der Verarbeitung und Trocknung zu neuen Technologien. Ebenso gehören dazu energiesparende Systeme bei der Warmlufterzeugung und entsorgungsfreundliche Filteranlagen.

Bei der industriellen Lackierung stehen zur Trocknung lackierter Teile Trog-, Durchluft-, Durchlaufumkehr- und Kammertrockner zur Verfügung.

Die Lacktrocknung kann durch folgende Möglichkeiten forciert (beschleunigt) erfolgen:

- Trocknung durch Warmluft
- Trocknung durch Infrarotstrahlung (IR)
- Trocknung durch Ultravioletlicht (UV)

Warmlufttrocknung (**16.**32). Die Trocknung durch Warmluft wirkt einerseits physikalisch durch die schnelle Verdunstung der Löse- und Verdünnungsmittel, andererseits durch die Beschleunigung der chemischen Vorgänge bei der Vernetzung des Stammlacks mit dem Härter. Warmluft trocknet zuerst die Oberfläche ab, wobei es bei zu dick aufgebrachten Schichten zu „Kochern" kommen kann, da die ausdunstenden Löse- und Verdünnungsmittel in der Tiefe des Lackes durch die bereits angetrocknete Oberfläche ausgasen müssen. Dabei kann es dazu kommen, dass sich die Lackschicht nicht mehr schließt und es bleiben die so genannten „Nadelstiche" sichtbar. Warmlufttrocknung ist für wasserbasierende Materialien sehr gut geeignet.

Die Lackaushärtung mittels Warmluft arbeitet mit einer großen Warmluftmenge, die das ganze Fahrzeug erwärmt. Das ist zweifellos die wirtschaftlichste Methode zum Aushärten einer Ganzlackierung.

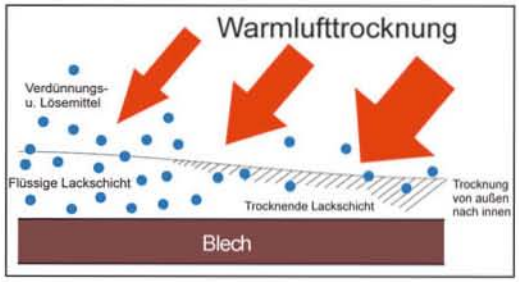


Bild **16.**32 Warmlufttrocknung

Infrarottrocknung (**16.**33). Bei der Trocknung durch Infrarotstrahlung unterscheidet man die lang-, mittel- und kurzwellige Strahlung. Während die langwellige Trocknung wegen ihrer geringen Trocknungsleistung heute kaum noch eingesetzt wird, sind mittel- und kurzwellige Trockner weit verbreitet. Sie trocknen die Materialien von innen nach außen, wobei kurzwellige IR-Trockner die höhere Energieausnutzung aufweisen. Grundsätzlich muss eine Ablüftzeit des Materials von 5 Minuten vor der IR-Trocknung eingehalten werden. Füller und Polyesterspachtel dürfen bei Verwendung kurzwelliger IR-Geräte nur bei geringer Leistung getrocknet werden. Aufgrund der Hitzereflexion heller und der Hitzeabsorption dunkler Farbtöne besteht ein Temperaturunterschied von ca. 20 °C. Daher müssen dunkle Farbtöne mit größerem Abstand zum Strahler getrocknet werden. Die Oberflächentemperatur soll nicht mehr als 100 °C betragen. Vor Weiterbearbeitung oder Polieren soll die Oberfläche auf Raumtemperatur herunter gekühlt werden. Kunststoffteile sollen mit dem weitesten angegebenen Abstand getrocknet werden, um ein Verziehen zu vermeiden. Es wird nicht empfohlen, wasserbasierende Materialien mit IR- Geräten zu trocknen.

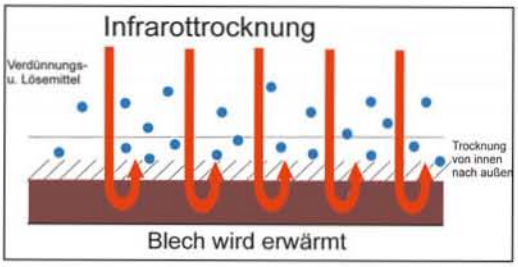


Bild **16**.33 Infrarottrocknung

Mobile Infrarotstrahlgeräte (**16**.34) werden für Teillackierungen an kleinen Flächen eingesetzt. Die Lackmaterialien lassen sich in sehr kurzer Zeit polier- und schleiffertig aushärten. Da in der durchschnittlichen Lackierwerkstatt hauptsächlich Teillackierungen gemacht werden wird, wird viel Energie verschwendet, da Karosserieteile erwärmt werden, die gar nicht lackiert wurden und es wird damit auch Zeit eingespart.

Bild **16**.34 IR-Trockner

UV-Trocknung (**16**.35). Mit der Einführung von UV-trocknenden Produkten wird eine neue Technologie in den Lackierbetrieben vorgestellt. Ein Teil dieser neuen Technologie sind die Geräte die zur Trocknung benötigt werden. UV-trocknende Materialien können nicht mit Warmluft oder IR-Strahler getrocknet werden. Vorteil der UV-trocknenden Materialien ist die kurze Trockenzeit und der geringere Energieaufwand. Die Trocknungszeit beträgt ca. 10–15 Minuten. Die Trocknung mittels UV-Licht ist nur dann wirkungsvoll, wenn die Lichtstrahlen die lackierte Oberfläche vollständig erreichen. Jede Schattenkante, die für die UV-Lichtquelle unzugänglich ist, muss daher vermieden werden. Die UV-Lampe muss im Abstand von 10–15 cm überlappend mit konstanter Geschwindigkeit über die Fläche geführt werden.

Regelmäßige Kontrolle und Reinigung des UV-Filterglases ist nötig, um eine maximale UV-Leistung von Hochdruck-Gasentladungslampen (engl. HID = **H**igh **I**ntensity **D**ischarge) zu garantieren. Die UV-Leuchtkraft sinkt im Falle eines verschmutzten Glasfilters deutlich ab. Es wird empfohlen, die Lampenergebnisse regelmäßig zu messen und eine Messmethode auszuwählen, in der sich die Lampe immer in einem ähnlichen Abstand und Position befindet.

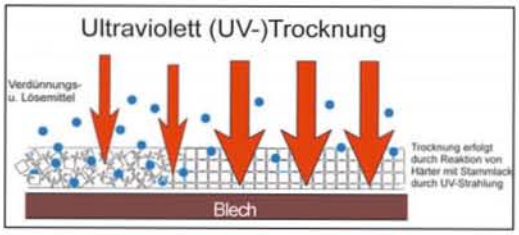


Bild **16**.35 UV-Trocknung

Von einem Hersteller wurde jetzt eine UV LED Einheit (**16**.36) entwickelt, die den Lackier- und Trockenvorgang zusammen legt, und damit wird ein zuvor vierstufiger Arbeitsprozess zu einem zweistufigen. So wird der zeit-, kosten- und energiesparendste Lackiervorgang möglich.

Bild **16**.36 UV LED-Lackier- und Trockenvorgang

Gemäß den Empfehlungen des Lampenherstellers muss ausreichende persönliche Schutzausrüstung getragen werden.

Sicherheitsbestimmungen:

- Persönliche Schutzausrüstung (Alle Hautflächen auf Händen, Armen und im Gesicht abdecken. Langärmlige Bekleidung, Handschuhe tragen und das Gesicht mit einem geeigneten Gesichtsvollschutz bedecken.)
- Niemals eine HID-Lampe mit beschädigtem oder zerbrochenem UV-Filterglas verwenden.
- Niemals direkt in jegliche Art von UV-Lampen schauen.
- Niemals das UV-Licht auf andere Personen richten.

HID-Lampen erzeugen Hitze, welche eine sehr hohe Temperatur auf der Oberfläche des Lampenfilters verursacht kann. Ein zu geringer Abstand oder direkter Kontakt mit dem Filter zu entflammbaren Oberflächen, z. B. Abdeckpapier oder Filtermatten in der Spritzkabine, muss auf jeden Fall vermieden werden.

Sicherheitshinweise zum Lackieren:

- Beim Lackieren Absauganlage verwenden. Die zugeführte Luftmenge muss so groß sein, dass keine explosiven Lösungsmitteldämpfe entstehen.
- Feuer und offenes Licht sind verboten. Explosionsgefahr!
- Atemschutzmasken mit Schutzklasse mindestens A2/P2 verwenden. Lackieranzug, Handschuhe und Arbeitsschuhe tragen.
- Geeignete Maßnahmen zum Hautschutz vor und nach den Lackierarbeiten treffen.
- Beim Arbeiten mit Lackmaterialien, wie z. B. Lösemittel, Lacke oder Härter, Schutzbrille tragen.

17 Übungsaufgaben und Kundenaufträge

17.1 Aufgaben zu Kapitel 1 Beruf, Arbeits- und Unfallschutz

1. Nennen Sie 10 gefahrgeneigte Tätigkeiten des Maler- und Lackiererhandwerks.
2. Wer ist der Träger der gesetzlichen Unfallversicherung und durch wen werden die Beiträge entrichtet?
3. Nennen Sie die Dienstleistungen der BG Bau für alle am Bau Beschäftigten.
4. Beschreiben Sie beim betrieblichen Arbeitsschutz die Aufgaben von:
   - Unternehmer
   - Betriebsarzt/Arbeitsmediziner
   - Technischer Beratungsdienst
   - Technischer Aufsichtsdienst
5. Was ist unter GISBAU zu verstehen?

   Welche Informationen sind hier zu erhalten?
6. Erklären Sie was Gefahrstoffe sind und woran diese für den Verarbeiter zu erkennen sind.
7. Beschreiben Sie was der Arbeitsgrenzwert bedeutet.
8. Beschreiben Sie die Vorgaben aus der TRGS 555 bezogen auf Betriebsanweisung und Unterweisung.
9. Lassen Sie sich von Ihrem Arbeitgeber Betriebsanweisungen aus Ihrem Betrieb aushändigen. Beurteilen Sie, welche Gefährdungen daraus bei der Verarbeitung eines Werkstoffes zu erkennen sind.
10. Wer muss eine arbeitsplatzbezogene Gefährdungsbeurteilung vornehmen und wie muss diese ablaufen.
11. Wer gibt die Sicherheitsdatenblätter heraus und wo sind diese zu erhalten? Besorgen Sie sich Sicherheitsdatenblätter von Beschichtungsstoffen die in Ihrem Betrieb vorhandenen sind und kennzeichnen Sie die Informationen, die für den Umgang mit dem Werkstoff wichtig sind.
12. Nennen Sie 6 Teile der persönlichen Schutzausrüstung und geben Sie je ein Beispiel bei welchen Arbeiten diese zu tragen sind. Entnehmen Sie aus den Bausteinen der BG BAU die Gebotszeichen der persönlichen Schutzausrüstung.
13. Geben Sie an, wer die persönliche Schutzausrüstung zu Verfügung stellen und deren Verwendung kontrollieren muss. Welche Erfahrung haben Sie damit bei Ihrer täglichen Arbeit gemacht?
14. Listen Sie die für den Atemschutz zu Verfügung stehende Schutzausrüstung auf und geben Sie an, wann diese jeweils getragen werden sollen.
15. Erklären Sie den Unterschied in der Wirkungsweise zwischen Gasfilter und Partikelfilter.
16. Nennen Sie hautgefährdende Stoffe mit denen Sie arbeiten und beschreiben Sie, wie Sie Ihre Haut dagegen schützen bzw. schützen können.
17. Beschreiben Sie mögliche Folgen von Hauterkrankungen.
18. Schauen Sie auf den Stehleitern in Ihrem Betrieb nach welche Angaben auf der Betriebsanleitung stehen und schreiben Sie diese auf. Sind keine vorhanden, übernehmen Sie diese aus dem Buch.
19. Beschreiben Sie mögliche Gefahren, die sich aus der Nutzung von fahrbaren Arbeitsbühnen ergeben. Wie lassen sich diese vermeiden?
20. Wer ist für die Sicherheit von Arbeitsgerüsten verantwortlich?
    - Was ist vor der Nutzung eines Gerüstes zu überprüfen?
    - Wer hat die Überprüfung vorzunehmen?

21. Nennen Sie Gefahrenquellen mit Strom an der Baustelle/Arbeitsstelle. Was ist bei einem Stromunfall unbedingt zu beachten?
22. Erklären Sie die Bedeutung der Sicherheitszeichen auf elektrischen Geräten.
23. Beschreiben Sie den Unterschied in der Bedeutung von Verbots-, Warn-, Gebots- und Rettungszeichen.
24. Listen Sie auf, was bei einem Notruf nach einem Unfall an der Baustelle unbedingt angegeben werden muss.
25. Nennen Sie mögliche Gefährdungen von Luft, Boden und Wasser, die durch Maler- und Lackierarbeiten entstehen können.
26. Wie bzw. wodurch lassen sich Luft-, Boden- und Wasserverschmutzungen vermeiden. Führen Sie mehrere Maßnahmen auf.
27. Wie erfolgt die Abfallsammlung in Ihrem Betrieb und an den Baustellen? Welche Auflagen werden dort gemacht und wer kontrolliert die Einhaltung?
28. Nennen Sie 5 praktische Regeln für den Umweltschutz bei der Ausführung von Maler- und Lackierarbeiten.
29. Welche Bedeutung hat der Blaue Engel auf Gebinden von Beschichtungsstoffen? Welche Aussage wird mit dem Blauen Engel vermittelt?
30. Was besagt der Grüne Punkt auf Verpackungen bzw. Gebinden? Wie ist damit zu verfahren oder wie sind diese zu entsorgen?

17.2 Aufgaben zu Kapitel 2 Physikalische Grundbegriffe

1. Welche Aggregatzustände gibt es?
2. Wovon hängen die Zustandsformen der Körper ab?
3. Was versteht man unter Schmelzpunkt, Erstarrungspunkt und Siedepunkt?
4. Warum ist Stofftrennung durch Destillation möglich?
5. Wodurch entstehen Blasen unter der Beschichtung?
6. Erklären Sie die Begriffe Kohäsion und Adhäsion.
7. Welche Festigkeitsarten unterscheidet man bei Körpern?
8. Welcher Unterschied besteht zwischen Elastizität und Plastizität?
9. Warum ist die Benetzbarkeit eines festen Körpers für den Maler wichtig?
10. Warum begünstigen matte, raue Oberflächen und Pinselauftrag die Anhaftung?
11. Was bewirkt eine Verklebung?
12. Was bedeuten Masse und Dichte eines Körpers? Nennen Sie auch die Einheiten.
13. 1 cm^3 Holz wiegt 0,6 g, 1 cm^3 Blei wiegt 11,3 g. Wie groß ist die Dichte beider Stoffe?
14. Warum herrscht im Weltraum „Schwerelosigkeit“?
15. Nennen Sie die Einheit der Kraft.
16. Rechnen Sie 4,5 kg Lack in *l* um. Dichte 1,20.
17. 15 Liter Kunststoff-Latexfarbe wiegen 20,400 kg.
    a) Welche Dichte hat die Latexfarbe?
    b) Welches Gewicht hätte das gleiche Volumen Wasser?
18. Zählen Sie je 5 dichte und poröse Körper auf.
19. Wie heißt die Saugkraft der Poren?
20. Ordnen Sie folgende Untergründe nach der Stärke ihrer Saugkraft ein: Stein, Putz, Blech, Pappe, Glas, Weichholz, Eisen, Hartholz, Beton, alte Lackierung, Faserzement (porös, schwach porös, unporös).
21. Welchen Zweck erfüllt die Grundbeschichtung?
22. Wie kann man die Kapillarwirkung aufheben?
23. Was geschieht, wenn Sie Decke und Wände einer Küche mit nicht atmungsaktiven Beschichtungsstoffen beschichten (z. B. Öl- oder Lackfarben)?

24. Ein mit magerer Lackfarbe beschichteter Fleck macht sich nach einiger Zeit durch Nachdunkeln bemerkbar. Wie erklärt sich das?
25. Was ist Diffusion?
26. Welche Bedeutung hat die Diffusion für den Maler?
27. Wann können Beschichtungsschäden durch Osmose auftreten?
28. Nennen Sie die Eigenschaften hygroskopischer Stoffe.
29. Wie verändert sich die Viskosität,
    a) wenn Sie einem Beschichtungsstoff Verdünnung zugeben?
    b) wenn im beschichteten Lack der Trocknungsprozess abläuft?
30. Messen Sie die Viskosität a) eines Verdünnungsmittels, b) einer Dispersionsfarbe und c) eines Kunstharzlacks. Vergleichen Sie die Auslaufzeiten.
31. Warum lassen sich thixotrope Beschichtungsmittel trotz ihrer Dickflüssigkeit leicht verarbeiten?
32. Nennen Sie je 5 gute und schlechte Wärmeleiter.
33. Was bedeutet Wärmemenge, und welche Einheit hat sie?
34. Erklären Sie den Begriff „U-Wert“
35. Wodurch entsteht elektrischer Strom?
36. Erklären Sie die Entstehung des Schalls.
37. Was versteht man unter Schallschwingungen?
38. Wofür dient die Einheit Hertz (Hz), und was drückt sie aus?
39. Erklären Sie Luftschall, Körperschall und Trittschall.
40. Durch welche Maßnahmen bzw. Mittel kann man Schallschutz verwirklichen?
41. Wie müssen Stoffe für den Schallschluck beschaffen sein?
42. Wie funktioniert ein Phasenprüfer?
43. Wie lautet das ohmsche Gesetz (Satz und Formel)?
44. Ein Elektromotor von 230 V leistet 1500 W. Berechnen Sie die Stromstärke.
45. Ein 1000-W-Rutscher arbeitet im Durchschnitt an 20 Wochentagen je 1,5 Stunden.
    a) Wie viel Strom verbraucht er?
    b) Berechnen Sie die Kosten (1 kWh = 0,20 €)
46. Wie sichern Sie sich gegen Stromschlag?

17.3 Aufgaben zu Kapitel 3 Chemische Grundbegriffe

1. Was versteht man unter Chemie?
2. Nennen Sie die Merkmale von Gemenge und chemischer Verbindung.
3. Was geschieht bei einer chemischen Reaktion?
4. Was geht bei einer Synthese und bei einer Analyse vor sich?
5. Beschreiben Sie den Aufbau eines Atoms.
6. Was versteht man unter der Wertigkeit eines Grundstoffs?
7. Woraus besteht Luft?
8. Welche besondere Eigenschaft hat der Sauerstoff?
9. Was geschieht bei einer Verbrennung (Oxidation)?
10. Beschreiben Sie die Vorgänge bei Oxidation und Reduktion.
11. Was versteht man unter Korrosion?
12. Welche Bedeutung hat die Korrosion in unserem Wirtschaftsleben?
13. Wie entsteht eine Säure?
14. Was müssen Sie beim Umgang mit Säuren beachten?
15. Welche Wirkungen haben Säuren auf Beschichtungsstoffe und Untergründe?
16. Wie entsteht eine Lauge?

17. Mit welchen Laugen und Säuren arbeitet der Maler und Lackierer?
18. Wie lassen sich Säuren und Laugen nachweisen?
19. Wozu dient der pH-Wert?
20. Was geschieht, wenn Säuren und Laugen vermischt werden?
21. Was erreicht der Maler durch Neutralisation?
22. Wie prüft man die Alkalität im Putz?
23. Woraus werden Kunststoffe gewonnen?
24. Beschreiben Sie die Herstellungsarten Polymerisation, Polykondensation und Polyaddition.
25. Welche Eigenschaften haben Plastomere, Duromere und Elastomere?

17.4 Aufgaben zu Kapitel 4 Optik und Farbenlehre

1. Was ist unter „Farbe" zu verstehen? Nennen Sie Beispiele für die Verwendung des Begriffs Farbe im täglichen Sprachgebrauch.
2. Zählen Sie Berufe auf, die mit Farben arbeiten oder die Farben als Ausdrucksmittel, zur Kennzeichnung oder symbolhaft einsetzen.
3. Malen Sie die Spektralfarben in der Reihenfolge ihrer Lage auf und schreiben Sie die entsprechenden Wellenlängen dazu.
4. Beschreiben Sie Funktion, Aufgaben und Anordnung von Zapfen und Stäbchen.
5. Erklären Sie, was mit den weißen Lichtstrahlen geschieht, wenn sie auf eine Fläche auftreffen und diese weiß, schwarz oder z. B. blau erscheint.
6. Erklären Sie den Zusammenhang von Lichtfarbe und Farbwiedergabe.
   Achten Sie in Ihrem Wohnbereich, bei Verkaufstheken von Metzgereien, Bäckereien und an Gemüsetheken auf die Lichtfarbe und die Farbe der Lebensmittel. Begründen Sie den Einsatz der jeweiligen Lichtfarbe.
7. Welches Problem kann entstehen, wenn Farben und Tapeten unter einer Beleuchtung mit einer Lichtfarbe ausgesucht werden, die der späteren Lichtfarbe im Raum nicht entspricht?
8. Erklären Sie Metamerie.
   Führen Sie einen Versuch, ähnlich dem im Buch beschriebenen, durch.
9. Halten Sie eine farbige Fläche, verschiedenfarbiges Obst oder Kleidungsstücke unter eine Glühbirne, LED-Leuchte, Halogenlampe und Leuchtstoffröhre. Beobachten und vergleichen Sie dabei das jeweils farbige Aussehen.
   Beschreiben Sie Ihre Beobachtungen!
   Welchen Einfluss hat die Lichtfarbe auf die Farbwiedergabe? Worauf müssen sie dabei bei der Farbtonwahl für eine Raumgestaltung oder beim Kleiderkauf achten?
10. Erklären Sie mit Hilfe von Skizzen die Reflexion, Absorption und Refraktion. Nennen Sie dazu Beispiele aus Ihrem Alltag.
11. Erklären Sie, warum es bei der Reflexion der Lichtstrahlen von einer porösen Oberfläche nicht zu einer Glanzwirkung kommt.
12. Wie wirkt es sich auf einen Körper oder, eine Oberfläche aus, wenn alle Lichtstrahlen absorbiert werden? Beschreiben Sie die Wirkung an Hand von Beispielen aus dem Maler- und Lackiererhandwerk.
13. Erklären Sie, was die Brechzahl eines Werkstoffes über dessen Deckfähigkeit aussagt.
14. Nennen Sie die drei Merkmale nach denen Farben unterschieden werden.
    Suchen Sie sich aus Farbtonkarten/-fächern mehrere Farben aus und kleben Sie diese entsprechend der Merkmale auf.
15. Nehmen Sie Farbtöne in unterschiedlichen Helligkeiten, ermitteln und vergleichen Sie deren Helligkeitswerte.

Erklären Sie, welche Bedeutung die Angabe des Hellbezugswertes für die praktische Arbeit hat. Nennen Sie Beispiele.

16. Beschreiben Sie den Unterschied zwischen der additiven und der subtraktiven Farbmischung. In welchen Bereichen sind die beiden Farbmischungen wirksam, nennen Sie dazu Beispiele.
17. Nennen Sie die Farbkontraste.
Betrachten Sie z. B. in Ihrer Wohnung die Farbgebung, beurteilen Sie diese in Bezug auf die Kontrastbildung und schreiben Sie diese auf. Unterstützen Sie die Kontrastbeschreibungen durch Fotos.
18. Erklären Sie, warum bei einer Gestaltung mit den drei Grundfarben die größte Buntheit erzielt wird.
19. Schneiden Sie von Werbeanzeigen und Bilder aus Illustrierten 15 unterschiedlich farbige Flächen, ca. 3 x 2 cm, aus. Kleben Sie diese in einer Reihe von hell nach dunkel aneinander. Kontrollieren Sie die Stufungen.
20. Beschreiben Sie die Wirkung des Simultankontrastes an Beispielen aus der Raumgestaltung.
21. Suchen Sie sich Farbtöne (Werbeanzeigen, Farbtonfächer) und kleben Sie diese so aneinander, dass dabei ein Flimmerkontrast entsteht.
22. Gehen Sie durch Ihren Wohnort und beurteilen Sie die Farbgebung der Häuser nach dem Qualitäts- und Quantitätskontrast. Schreiben Sie Ihr Ergebnis auf und bewerten Sie dieses.
23. Durch welche Beimischung lässt sich die Sättigung eines Farbtons verändern?
Nehmen Sie die Farben des 6teiligen Farbkreises und mischen Sie diese in unterschiedliche Sättigungsstufen. Beschreiben Sie, wie sich dabei Charakter, Ausdruck und Wirkung der Farben verändert.
24. Lesen Sie die Beschreibung der psychologischen Wirkung der Farben durch und analysieren Sie Räume in Ihrem Umfeld, z. B. Wohnung, Kindergarten, Schule, Gaststätten, Fitness-Studio. Stimmen Ihre Empfindungen mit den beschriebenen Farbwirkungen überein?
25. Beschreiben Sie Möglichkeiten, Räume optisch in ihren Proportionen zu verändern, z. B. Räume niedriger, höher, breiter, länger, kürzer, größer und kleiner erscheinen zu lassen. Gehen Sie bei Ihren Beispielen nicht nur von Farbwirkungen sondern auch von Flächenmustern (Streifen, Karos, florale Formen) aus.
26. Ordnen Sie Farben- oder Tapetenmuster den Räumen einer Wohnung zu. Beschreiben und beurteilen Sie die Farbgebung für die Räume nach erkennbaren Farbrichtungen.
27. Erstellen Sie einen Stoffplan für einen Wohnraum, eine Küche oder eine Wohnung. Legen Sie dafür vorher die Raumbegrenzungsflächen (Fußboden, Wände, Decke) und Wohnobjekte (Möbel, Bezüge, Gardinen) fest.
Suchen Sie sich dazu möglichst Originalmuster und präsentieren Sie diese durch aussagefähige Anordnungen.
28. Gehen Sie durch Ihren Wohnort, Ortsteil oder Straße und sehen Sie nach den Farben der Häuser. Markieren Sie in einer Farbtonkarte die Häuserfarben und beschreiben Sie die Farben der Häuser. auf. Werten Sie diese Farberfassung aus und beurteilen Sie mögliche Farbtrends.
29. Schauen Sie in Fachzeitschriften, Broschüren von Firmen oder Bauzeitschriften nach Gebäuden. Beschreiben Sie die der-zeitige Architektur und die aktuelle Farbgebung. Sammeln Sie farbige Abbildungen mit denen Sie Ihre Aussagen belegen können.
30. Erklären Sie, warum so genannte Sicherheit oder Kennzeichnungsfarben festgelegt sind und welchen Symbolwert sich jeweils damit verbindet.
31. Beschreiben Sie, was unter dem RAL-Farbregister 840 HR zu verstehen und wie es aufgebaut ist. Erklären Sie, welche Vorteile das Farbregister bietet.
32. Fragen Sie Ihren Farblieferanten nach welchem System seine Farbtonkarte bzw. sein Farbsystem aufgebaut ist. Lassen Sie sich darüber Informationsmaterial aushändigen und beschreiben Sie das System.

33. Erklären Sie, wie das Natural Colours System (NCS) aufgebaut ist und welcher Unterschied zu den Farbsystemen anderer Werkstoffherstellers besteht.

34. Beschreiben Sie, welche Möglichkeiten der Computer in der Farbgestaltung von Objekten bietet.
Nennen Sie die notwendige Hart- und Software.
Befragen Sie Ihren Werkstoffhersteller nach dessen Software und welche Innen- und Außenräume er in seiner Software zu Verfügung stellt.

Kundenaufträge

35. Die Fassade des Mehrfamilienhauses soll eine Überholungsbeschichtung erhalten. Der Besitzer wünscht eine andere Farbgebung als die vorhandene. Er bittet Sie um zwei alternative Farbentwürfe.
Das Haus ist Teil einer Häuserzeile mit ähnlichen Gebäuden aus der gleichen Bauzeit.

a) Schreiben Sie eine Objektanalyse, erfassen Sie dabei alle zu gestaltenden Bauteile bzw. Fassadenelemente.
b) Machen Sie zwei Farbvorschläge mit Hilfe von eigenen Farbaufstrichen oder Mustern aus Farbtonkarten.
c) Präsentieren Sie die beiden gewünschten Farbentwürfe in einer für den Kunden nachvollziehbaren Form.
d) Benennen Sie die Fassadenelemente und geben Sie ggf. die Farbtonnummern an.

36. Für einen neu erbauten Kindergarten ist ein Werkstoff- und Farbplan zu erstellen.
Gegeben sind:
- Fußboden, Estrich
- Wände und Decken, GKB
- Fenster, Kunststoff, weiß
- Türen und Zargen, Kunststoffoberflächen, hellgrau

Der Kindergarten umfasst:
- 4 Gruppenräume,
- Spiel-/Bewegungsraum,
- Ruheraum mit Liegen,
- Küche mit angegliedertem Essraum,
- Flur mit 4 Nischen mit Kleiderhaken,
- je 2 Toiletten und Waschräume,
- Elternsprechzimmer,
- Büro

a) Beschreiben Sie die Aktivitäten, Tätigkeiten und Handlungen, die in den einzelnen Räumen stattfinden.
b) Ordnen Sie den Räumen Farben für Fußböden, Wände und Decken zu.
c) Listen Sie alle Werkstoffe für die Raumbegrenzungsflächen auf.
d) Präsentieren Sie die Werkstoffe und Farben.
e) Begründen Sie schriftlich Ihre Farben- und Werkstoffwahl.

17.5 Aufgaben zu Kapitel 5 Stilkunde

1. Was versteht man unter einem Kunststil?
2. Welche wichtigen Elemente späterer Bautechnik verdanken wir den Griechen und Römern?
3. Nennen Sie einige typische Merkmale romanischer Baukunst.
4. Welche Arten der Gotik gibt es, und wie unterscheiden sie sich voneinander?
5. Nennen Sie einige berühmte Renaissance-Gebäude in der Bundesrepublik Deutschland.
6. Welche Bauteile sind für Farbgebungen und Malereien der Barockbauten typisch?
7. Welche Merkmale zeichnen klassizistische Bauten aus?
8. Nennen Sie die Stilformen des Historismus.
9. Was wollte der Jugendstil erreichen?
10. Was brachte das Bauhaus für das Bauwesen des 20. Jahrhunderts?
11. Durch welche Architekturformen zeichnet sich die Postmoderne aus?

17.6 Aufgaben zu Kapitel 6 Schrift und Beschriftungstechniken

1. Suchen Sie nach der Natur, aus Ihrem Rechenbuch oder aus Fachzeitschriften Fassaden großen Maßstabs und legen Sie die Skizzen grob in Fassadentönen an.
2. Schneiden Sie aus farbigen Papieren schmale Streifen, die Schriften an diesen Häusern darstellen sollen. Legen Sie die Streifen auf die dafür bestimmten Stellen und verändern Sie Größe und Lage, bis Sie eine optisch gute Lösung gefunden haben. Dann kleben Sie die Streifen fest.
3. Suchen Sie je zwei gute und schlechte Schriftbeispiele und begründen Sie, warum sie ihren Zweck erfüllen oder verfehlen.
4. Auf welche beiden antiken Völker führen wir die meisten heutigen Schriftzeichen zurück?
5. Erklären Sie die Ausdrücke Versalien und Minuskeln.
6. Welche Regeln gelten für das Schreiben römischer Ziffern?
7. Nennen Sie einige deutsche Schriften.
8. Beschreiben Sie die Merkmale einer Antiqua-Großbuchstabenschrift.
9. Wodurch unterscheiden sich Grotesk- und Egyptienne-Schriften?
10. Welche Namen sollte man für diese beiden Schriften nach der Norm anwenden?
11. Nennen Sie Beispiele für die Aufgaben der Schrift an Bauten.
12. Welche Aufgaben hat der Untergrund für Schriften zu erfüllen?
13. Wovon hängt die Größe einer Schrift ab?
14. Erläutern Sie das Schreiben einer Plakatschrift mit dem Pinsel (Schriftlage, Pinselhaltung usw.).
15. Was versteht man unter einem Zeilenfall?
16. Was bedeutet die optische Mitte?
17. Welche Regeln gelten für das Vergrößern von Schriften und das Verändern ihrer Balkenbreiten?
18. Beschreiben Sie das Schriftschreiben auf einer Vorderglasfläche.
19. Welche Vorteile bietet die Hinterglasbeschriftung?
20. Beschreiben Sie die Anreibeschriften.
21. Welche Vorteile bieten selbstklebende Schriften?
22. Kann man diese Schriften zusätzlich durch Überzüge schützen? Mit welchen?
23. Aus welchen Stoffen und wie können Sie selbst ausgeschnittene Buchstaben herstellen?
24. Mit welchen Apparaten kann man Schrift übertragen bzw. vergrößern?

25. Worauf ist bei der Beschriftung eines Fahrzeugs zu achten, wenn man an die Lackart denkt?
26. Welche Vorteile bietet die Verwendung eines Abzieh-Schneidlacks?
27. Wie kann man Firmenzeichen auf das Fahrzeug übertragen? Beschreiben Sie ein Verfahren.
28. Welche Vorteile bietet der Siebdruck dem Malerhandwerk?
29. Beschreiben Sie das Prinzip des Siebdrucks.
30. Wie sollen Gummirakel beschaffen sein, und wozu dienen sie?
31. Warum muss das Druckgewebe straff und fadengerade aufgezogen werden?
32. Welche Möglichkeiten bestehen für die Anfertigung der Druckschablone?
33. Was bewirkt die Belichtung bei einer Fotoschablone?
34. Warum muss zwischen Sieb und Druckfläche ein geringer Abstand sein?
35. Warum muss die Druckfarbe die richtige Viskosität haben?
36. Beschreiben Sie den eigentlichen Druckvorgang.
37. Auf welche Merkmale kontrollieren Sie die gedruckten Bogen?
38. Nennen Sie die Grundstoffe zur Papierherstellung.
39. Nennen Sie die wichtigsten Papierarten und deren Verwendung.
40. Erklären Sie die folgenden Angaben zu einem Papier DIN A 2 170g/m² gestrichen weiß.
41. Nennen Sie Papiereigenschaften, die beim Verarbeiten von Tapeten festzustellen sind.
42. Woran erkennt man die unterschiedlichen Faserarten von Textilien? Beschreiben Sie die Probe und nennen Sie das Ergebnis.
43. Zählen Sie die Arten von Naturfasern bei Raumtextilien auf. Nennen Sie deren Verwendung und beschreiben Sie die Eigenschaften.
45. Worauf müssen Sie achten, wenn eine Wandbekleidung aus Jute gestrichen werden soll. Wägen Sie die Vor- und Nachteile einer solchen Beschichtung ab.

17.7 Aufgaben zu Kapitel 7 Werkzeuge, Geräte und Maschinen

1. Welche Pinselarten unterscheidet man nach dem Besteckmaterial?
2. Woran erkennt man Flächenstreicher? Wofür verwendet man sie?
3. Nach welchen Gesichtspunkten wählt man Pinsel und Bürsten aus?
4. Streichen Sie mit der Streichbürste eine etwa 0,50 m^2 große Fläche mit Dispersionsfarbe. Tragen Sie auf eine Fläche gleicher Art und Größe denselben Beschichtungsstoff mit dem Farbroller auf. Vergleichen Sie nach dem Trocknen die Oberflächenbeschaffenheit.
5. Nennen Sie die Vorteile des Farbrollers.
6. Welche Farbrollerbezüge gibt es, welche Eigenschaften haben sie, wie sind sie zu pflegen?
7. Binden Sie einen Pinsel nach Anweisung auf.
8. Wie weicht man hartgewordene Pinsel und Bürsten wieder auf?
9. Welche Aufgaben hat die Materialdüse einer Spritzpistole?
10. Erklären Sie die Unterschiede von Fließ-, Saug-, Umlauf- und Drucksystem.
11. Welche Vorteile haben Hoch- und Niederdruck-Spritzverfahren?
12. Wofür eignet sich das Airless-Verfahren?
13. Erklären Sie die Nass- und Trockenabscheidung bei Spritzkabinen.
14. Welche Nachteile haben kombinierte Spritz- und Trockenkabinen?
15. Welche Vorteile bietet die Ofentrocknung?

16. Welche Vorteile bringt die beschleunigte Trocknung mit Infrarotstrahlen?
17. Erklären Sie den Begriff AGW.
18. Weshalb sind handliche Schleifmaschinen besonders vorteilhaft?
19. Wie arbeitet eine Feinschleifmaschine (Rutscher)?
20. Worauf ist beim Benutzen von Schleifmaschinen zu achten?
21. Welche Hilfswerkzeuge für Vorarbeiten kennen Sie? Wozu werden sie verwendet?
22. Wie arbeitet ein Propan-Abbrenngerät?
23. Welche Maßnahmen sind zu treffen, wenn eine Fassade mit dem Hochdruckreiniger gereinigt wird?
24. Ist Sicherheitskleidung beim Reinigen mit dem Hochdruckreiniger zu tragen?

17.8 Aufgaben zu Kapitel 8 Werk- und Hilfsstoffe

Aufgaben zu Abschnitt 8.1 bis 8.4.1

1. Beschreiben Sie den Unterschied zwischen Farbstoffen und Pigmenten. Nennen Sie die jeweiligen Verwendungen.
2. Erklären Sie den Unterschied zwischen Aufgaben und Eigenschaften von Pigmenten. Zählen Sie Aufgaben und Eigenschaften auf.
3. Suchen Sie auf Merkblättern der Produkthersteller welche weißen und farbigen Pigmente in Beschichtungsstoffen verwendet werden. Listen Sie diese entsprechend der Tabelle 8.1 auf.
4. Warum werden Füllstoffe (Verschnittmittel) in Beschichtungsstoffen eingesetzt? Beschreiben Sie die Aufgaben.
5. Was ist unter dem Deckvermögen von Beschichtungsstoffen zu verstehen? Erklären Sie wovon das Deckvermögen abhängig ist.
6. Welche Bedeutung hat die Alkalibeständigkeit von Farbmittel? Für welche Beschichtungsstoffe und Untergründe ist sie wichtig?
7. Wonach wird die Lichtbeständigkeit eines Pigmentes beurteilt?
8. Erklären Sie den Unterschied zwischen aktiven und passiven Pigmenten. Wofür finden insbesondere die aktiven Pigmente Verwendung?
9. Woraus werden Schwarzpigmente hergestellt? Was hat Dispergierbarkeit mit den Schwarzpigmenten zu tun?
10. Nennen Sie die Arten von „Leuchtfarbstoffen bzw. Leuchtpigmenten" und beschreiben Sie deren Leuchterscheinung.
11. Woraus werden künstliche organische Pigmente und Farbstoffe gewonnen?
12. Nennen Sie Eigenschaften von Teerfarbstoffen, unterscheiden Sie dabei gute und schlechte Eigenschaften für Beschichtungsstoffe.
13. Erklären Sie was unter einem Bindemittel in einem Beschichtungsstoff zu verstehen ist und welche Aufgaben es hat.
14. Zählen Sie die Eigenschaften von Beschichtungsstoffen auf, die durch das Bindemittel bestimmt werden.
16. Listen Sie die Gruppen der Bindemittel auf und ordnen Sie Ihnen bekannte Bindemittel zu. Ergänzen Sie die Liste durch Bindemittel aus Tab. 8.8.
17. Beschreiben Sie den Unterschied zwischen anorganischen und organischen Bindemitteln bezogen auf ihre Herstellung und allgemeine Eigenschaften.
18. Erklären Sie, was unter dem Kreislauf des Kalkes zu verstehen ist, verwenden Sie dazu eine Skizze.
19. Nennen sie Verwendungsbereiche von Kalkfarben und beschreiben Sie deren Eigenschaften.
20. Erklären Sie, welche Voraussetzungen für eine haltbare Beschichtung mit Kalkfarbe im Außenbereich gegeben sein müssen und welche Auswirkungen es hat wenn diese nicht gegeben sind.

21. Nennen Sie die Bestandteile aus denen Zement hergestellt wird. Welche Untergründe können mit Zementfarbe beschichtet werden?
22. Woraus wird Silikatfarbe hergestellt? Nennen Sie die Bestandteile von Silikatfarbe und zeigen Sie den Unterschied zur Dispersions-Silikatfarbe auf.
23. Beschreiben Sie den Vorgang der Härtung von Silikatfarben nach der Beschichtung. Erklären Sie, wodurch die Härtung beeinträchtigt werden kann und welcher Untergrund für Silikatfarbe geeignet ist.
24. Erstellen Sie eine Tabelle in der Sie die Eigenschaften von Silikatfarben und Dispersionsfarben gegenüberstellen.
25. Vergleichen Sie die Verwendungsbereiche von Silikatfarbe und Dispersions-Silikatfarbe. Erklären Sie die Ursache für die Unterschiede.
26. Beschreiben Sie Zusammensetzung und Eigenschaften von Leimfarbe. Erklären Sie, warum Leimfarbe heute nur noch selten verwendet wird.
27. Erklären Sie den Unterschied zwischen Emulsion und Suspension, nennen Sie dazu Beispiele aus Ihrem Alltag.
28. Nennen Sie die Stoffe aus denen eine Dispersionsfarbe zusammengesetzt ist. Wozu werden Zusatzmittel beigesetzt?
29. Erklären Sie den „Kalten Fluss", beschreiben Sie wodurch dieser beeinträchtigt werden kann und welche Beschichtungsmängel sich daraus ergeben.
30. Besorgen Sie sich von mehreren Herstellern Merkblätter von Dispersionsfarben unterschiedlicher Qualitäten, entnehmen Sie daraus die Eigenschaften und vergleichen Sie diese.
31. Erklären Sie was unter der Nassabriebbeständigkeit bei Dispersionsfarben zu verstehen ist. Nennen Sie die Einteilung der Klassen.
32. Nennen Sie die Glanzgrade von Dispersionsfarben nach DIN EN 13 300.
33. Überprüfen Sie die Tabelle 8.9 auf Werkstoffe die Sie kennen bzw. nicht kennen. Schreiben Sie aus der Tabelle die Werkstoffe mit ihren Eigenschaften und Verwendungsbereichen heraus die Sie nicht kennen.
34. Stellen Sie die Unterschiede von Silane, Soloxane und Siliconharze heraus. Nennen Sie die jeweilige Eignung und Verwendung.
35. Beschreiben Sie, woraus und wie Siliconharz hergestellt wird.
36. Nennen Sie die Eigenschaften von Siliconharzemulsionsfarben und vergleichen Sie diese mit denen von Dispersionsfarben.
37. Ermitteln Sie vom Fachhandel die Preise für 1 Liter Dispersions- und Dispersionssilikatfarben, Innen- und Außenqualitäten sowie für Siliconharz-Emulsionsfarben. Vergleichen Sie die Preise.
38. Erklären Sie den sd-Wert und den W-Wert. Welche Aussagen sind aus den Werten für einen Beschichtungsstoff zu entnehmen?
39. Vergleichen Sie Merkblätter von Beschichtungsstoffen und beurteilen Sie deren Aussagefähigkeit. Stellen Sie die Angaben heraus, die Ihnen als Verarbeiter wichtig sind.

Kundenaufträge

40. Ein Hausbesitzer möchte die Fassade seines Hauses beschichtet haben. Er wünscht eine ausführliche Beratung über mögliche Beschichtungsstoffe.
    Eine Objektbesichtigung mit Untergrundprüfung ergab folgende Gegebenheiten:
    - Zweifamilienhaus, Baujahr 1978
    - Altbaumbestand an der Nord-Ostseite
    - Kratzputz, Putz P II, unbeschichtet, hart,
    - leicht sandend, vereinzelt kleine Oberflächenrisse
    - mäßige Algenbildung an der Nord-Ost-Seite
    - Beiputz an den Fensterwangen nach Fenstererneuerung

    a) Erstellen Sie eine Vergleichstabelle in der Sie drei mögliche Beschichtungsstoffe miteinander vergleichen.
    b) Formulieren Sie einen Geschäftsbrief, in dem Sie dem Hausbesitzer gegen-

über eine Empfehlung über den Ihrer Meinung nach geeignetsten Beschichtungsstoff geben.

41. Ein Kunde, Ehepaar mit zwei kleinen Kindern, hat in seinem neu erstellten Einfamilienhaus die Wände mit Lehmputz versehen.
    Auf Grund gesundheitlicher Gegebenheiten in der Familie und aus seiner ökologischen Einstellung heraus, wünscht der Kunde die Beschichtung der Wandflächen mit Kalk- oder Leimfarbe.
    Die Wände sollen überwiegend weiß beschichtet werden, einzelne Wände einen hochgesättigten Farbton erhalten.
    a) Überprüfen Sie die Eignung beider Beschichtungsstoffe aus gesundheitlicher bzw. ökologischer Sicht.
    b) Vergleichen Sie die Nutzungs- und Renovierungseigenschaften sowie eine mögliche kräftige Farbmischung.
    c) Wäre, im Hinblick auf die unterschiedliche Nutzung der Räume, die Verwendung beider Beschichtungsstoffe sinnvoll? Begründen Sie Ihre Antwort.
    d) Schreiben Sie dem Kunden eine begründete Empfehlung für die Werkstoffauswahl.

Aufgaben zu Abschnitt 8.4.2 bis 8.6.1

1. Nennen Sie Pflanzen aus denen Öle gewonnen werden, geben Sie dazu die Namen der Öle an.
2. Vergleichen Sie die Eigenschaften von Leinöl und Leinölfirnis. Benennen Sie die Unterschiede.
3. Nennen Sie Naturharze und ihre Ausgangsstoffe.
4. Mit welchen Lösemitteln können Naturharze verdünnt werden? Worauf ist aus gesundheitlichen Gründen bei der Verarbeitung zu achten?
5. Nennen Sie Wachsarten zur Oberflächenbehandlung und beschreiben Sie die Eigenschaften der Wachse.
   Welchen Einfluss hat der Farbton von Wachse auf das Aussehen einer Oberfläche.
6. Wie ist Lack und Klarlack nach DIN EN 971-1 definiert?
7. Nennen Sie Bezeichnungen für Lacke die zu deren Unterscheidung in der Praxis verwendet werden. Listen Sie auf, welche Lacke in Ihrer Malerwerkstatt vorhanden sind.
8. Beschreiben Sie die Eigenschaften der verschiedenen Alkydharzlacke und stellen Sie deren Unterschiede heraus.
9. Erklären Sie was durch die Modifizierung von Alkydharzlack erreicht werden soll. Zeigen Sie Beispiele auf.
10. Beschreiben Sie die Vorteile von tixotropen Lacken gegenüber herkömmlich eingestellten Lacken.
11. Begründen Sie, warum ölhaltige Alkydharzlacke auf verzinkten Untergründen nicht geeignet sind. Welche Folge kann eine Beschichtung damit haben.
12. Beschreiben Sie die Ursachen der beiden Vergilbungsarten bei Beschichtungen mit Alkydharz-Weißlack.
13. Durch welchen Vorgang entstehen lösemittelhaltige Acrylharzlacke?
14. Für welche Beschichtungsarbeiten werden lufttrocknende und wärmehärtende Acrylharzlacke eingesetzt?
15. Erklären Sie, was allgemein unter 1K- und 2K-Lacken zu verstehen ist.
16. Wie erfolgt die Erhärtung von 1K-Polyurethanlacke?
17. Erklären Sie den Begriff Topfzeit. Was bedeutet die Angabe „Topfzeit 30 Min. auf Gebinden von 2K-Lacken? Worauf ist dabei zu achten?
18. Listen Sie die Eigenschaften von 2K-PUR-Lacken auf und nennen Sie die Verwendungsbereiche.
19. Durch welche chemische Reaktion erhärten Epoxidharzlacke.
20. Worauf ist der Verarbeitung von EP-Lack zum Schutz der Gesundheit bei zu achten? Welche persönliche Schutzausrüstung ist zu tragen.

21. Nennen Sie die Bestandteile eines Polyesterharzlackes. Worauf ist beim Ansetzen und der Verarbeitungszeit zu achten?
22. Erklären Sie, was unter säurehärtenden Lacken zu verstehen ist und für welche Beschichtungen sie eingesetzt werden.
23. Wie groß ist der Festkörpergehalt von NC-Lack? Erklären Sie, welcher Zusammenhang zwischen dem Festkörpergehalt und der Umweltbelastung besteht.
24. Erklären Sie, welcher Vorgang bei der physikalischen Trocknung von Polymerisatharzlack abläuft. Was bedeutet die Angabe auf einem Merkblatt „Die Beschichtung bleibt nach der Trocknung reversibel"?
25. Nennen Sie Beispiele für die Verwendung von Polymerisatharzlacken und ordnen Sie die dazu jeweils notwendigen Eigenschaften zu.
26. Stellen Sie von Chlorkautschuklack die positiven den negativen Eigenschaften gegenüber. Erfragen Sie von Arbeitskollegen Erfahrungen die sie bei der Verarbeitung gemacht haben.
27. Nennen Sie die jeweiligen Bestandteile von Asphalt- und Bitumenlacke. Listen Sie deren Eigenschaften und Verwendungsbereiche auf.
29. Erklären Sie, was unter „Wasserlack" zu verstehen ist und wie dieser zusammengesetzt ist.
30. Beschreiben Sie, worauf bei der Lagerung und Verarbeitung von wasserbasierten Lacken und Lasuren zu achten ist. Gehen Sie speziell auf die Applikationswerkzeuge bzw. -geräte ein.
31. Nennen Sie Werkzeuge, Geräte und Hilfsmittel die bei Überholungsbeschichtungen auf wasserbasierten Altbeschichtungen eingesetzt werden sollen. Begründen Sie Ihre Auswahl.
32. Erklären Sie, welchen Einfluss der Festkörpergehalt von Beschichtungsstoffen auf die Trockenschichtdicke und damit den Beschichtungsaufbau hat. Nennen Sie Beispiele.
33. Erklären Sie die besonderen Eigenschaften von UV-Lack und nennen Sie deren Verwendung.
34. Beschreiben Sie Aufgaben und Wirkung von Grundbeschichtungen. Erklären Sie, welchen Einfluss Auswahl, Verarbeitung und Haftung des Grundbeschichtungsstoffes auf die Haltbarkeit einer Beschichtung haben.
35. Was ist unter Additiven zu verstehen? Nennen Sie Beispiele von Additiven und deren Wirkung in einem Beschichtungsstoff.
36. Nennen Sie Faktoren von denen ein Beschichtungsaufbau abhängig ist. Gehen Sie dabei auf die Aufgaben der einzelnen Schichten ein.
37. Was bedeutet es bei einer Überholungsbeschichtung, wenn der Beschichtungsstoff der Altbeschichtung reversibel ist?
38. Stellen Sie entsprechend der VOB Teil C DIN 18363 tabellarisch den Unterschied zwischen Erst- und Überholungsbeschichtungen auf. Nennen Sie dazu Beispiele.
39. Erklären Sie den Unterschied zwischen Trocknung und Härtung. Geben Sie dazu jeweils Beispiele von Beschichtungsstoffen.
40. Erklären Sie den Unterschied zwischen Löse- und Verdünnungsmittel gehen Sie auf die jeweiligen Aufgaben ein.
41. Nennen Sie die Eigenschaften von Löse- und Verdünnungsmittel und erklären Sie, was bei deren Verwendung zu beachten ist.
42. Welche Auswirkungen kann es auf Beschichtungen haben, wenn ein Beschichtungsstoff zu viel verdünnt wurde?
43. Erklären Sie die Begriffe
    – Verdunstungszahl,
    – Gefahrklasse und
    – Flammpunkt
    von Löse- und Verdünnungsmittel.
    Nennen Sie dazu Beispiele.
44. Erklären Sie den Unterschied zwischen Flammpunkt und Zündtemperatur.
45. Erklären Sie was unter VOC zu verstehen ist und welche Auswirkungen die VOC-

Verordnung für die Hersteller und Verarbeiter von Beschichtungsstoffen hat.

46. Beschreiben Sie Maßnahmen zum Gesundheitsschutz die bei der Verarbeitung von wasserbasierten und lösemittelhaltigen Beschichtungsstoffen zu beachten sind.

Kundenaufträge

47. Im Flur einer Altbauwohnung sind die alten Dielen entfernt und neue verlegt worden.
    Der Kunde wünscht, dass die Dielen wie im Wohn- und Schlafraum gewachst werden. Um nicht zu hell hervorzutreten, soll der neue Boden etwas dem alten Dielenfarbton angeglichen werden.
    Sie halten ein Ölen der Dielen für besser.
    Stellen Sie die beiden Werkstoffe in ihren Nutzungs- und Pflegeeigenschaften gegenüber. Heben Sie dabei die Argumente heraus, die für ein Ölen der Dielen sprechen.

48. Sie erhalten den Auftrag, kurzfristig, Garagentore und Treppengeländer im Außenbereich zu beschichten. In der vorgesehenen Ausführungszeit herrscht nebliges trübes Herbstwetter mit sehr kalten Nächten.
    Der Kunde besteht auf der Verwendung von wasserbasierten Beschichtungsstoffen, kräftigen Farbtönen und glänzender Oberfläche.
    a) Beschreiben Sie, welche Mängel, ggf. auch Schäden durch die Witterung bei Verwendung der verlangten Beschichtungsstoffe entstehen können.
    b) Weisen Sie den Kunden in einem Brief auf die möglichen Folgen hin und machen Sie einen Vorschlag bezüglich der Ausführung.

17.9 Aufgaben zu Kapitel 9 Beschichtungstechniken auf mineralischen Untergründen

1. Nennen Sie die am Bau vorkommenden mineralischen Untergründe.
2. Beschreiben Sie die Aufgabe von Putzen!
3. Nennen Sie die Mörtelgruppen.
   Stellen Sie die Eigenschaften der Mörtelarten gegenüber.
4. Beschreiben Sie die Erhärtung/Trocknung der einzelnen Mörtelgruppen. Stellen Sie die Unterschiede heraus.
5. Stellen Sie die Eigenschaften der einzelnen Mörtelgruppen einander gegenüber.
6. Erklären Sie, warum Bei Putzen die Angabe der Mindestdruckfestigkeit wichtig ist, insbesondere im Hinblick auf die weitere Bearbeitung.
7. Beschreiben Sie die Aufbereitung von Gips. Begründen Sie den Zusammenhang zwischen Brenntemperatur und Erhärtungszeit.
8. Beschreiben Sie die Eigenschaften und die Wirkung von Sanierputz. Wo und wann werden Sanierputze eingesetzt?
9. Nennen Sie geeignete Beschichtungsstoffe auf Sanierputz und begründen Sie Ihre Materialangabe.
10. Beschreiben Sie Merkmale, an denen Sie an der Baustelle die unterschiedlichen Putze erkennen können.
11. Nennen Sie die Eigenschaften der Putze die für die Auswahl eines geeigneten Beschichtungsstoffes wichtig sind.
12. Vergleichen Sie die Trocknungs-/Härtungszeiten von Putzen und nennen Sie die frühestmögliche Beschichtungszeiten.
    Beschreiben Sie mögliche Auswirkungen auf die Beschichtung wenn die Zeiten nicht eingehalten werden.
13. Nennen Sie die Bestandteile eines angemischten Betons.
    Erklären Sie, was die Sieblinie bedeutet und welchen Einfluss diese auf die Eigenschaften des Betons hat.
14. Erklären Sie was Stahlbeton ist.

15. Zählen Sie Ursachen auf, die zu Betonschäden führen.
16. Begründen Sie, warum der Stahl im Beton nicht rostet und beschreiben Sie den chemischen Vorgang, der zur Korrosion des Stahls im Beton führt.
17. Beschreiben Sie die Faktoren von der die Carbonatisierungsgeschwindigkeit des Beton abhängig ist.
18. Welche Mängel bzw. Schäden können bei unbeschichtetem Beton auftreten?
19. Beschreiben Sie, woraus sich Porenbeton zusammensetzt und in welchen Formen/ Arten er im Handel erhältlich ist.
20. Listen Sie die Eigenschaften von Porenbeton auf. Erklären Sie den Zusammenhang zwischen niedriger Rohdichte und sehr niedriger Wärmeleitfähigkeit
21. Erklären Sie, welche Eigenschaften von Porenbeton besondere Anforderungen an den Zeitpunkt einer Beschichtung und die Art des Beschichtungsstoffes stellen. Nennen Sie geeignete Beschichtungsstoffe.
22. Welche besonderen Auflagen bestehen für die Bearbeitung von Asbestzementuntergründen?
23. Bei Wohnhäusern die unter baubiologischen Gesichtspunkten errichtet werden kommen Lehmsteine zum Einsatz. Beschreiben Sie die Eigenschaften von Lehmsteinen. Nennen Sie die Beschichtungsstoffe und Wandbekleidungen, die auf Lehmsteinen geeignet sind. Begründen Sie die Eignung der Werkstoffe.
24. Nennen Sie die verschiedenen Arten von Ziegelsteinen und beschreiben Sie deren Unterschiede.
25. Zählen Sie Mängel und Schäden an Sichtmauerwerk auf.
    Erklären Sie, was die Ursache für fast alle diese Schäden ist und worauf bei der Beschichtung von Sichtmauerwerk besonders geachtet werden muss.
26. Nennen Sie die Arten von Kalksandsteinen und zeigen Sie deren Unterschiede auf.
27. Beschreiben Sie Anforderungen, die vor einer Beschichtung an Untergründe aus Kalksandstein gestellt werden. Nennen Sie geeignete Beschichtungssysteme.
28. Listen Sie die Ihnen bekannten Natursteine auf und markieren Sie Arten, die an Bauwerken verwendet werden. Nennen Sie Verwendungsbeispiele.
29. Nennen Sie Erstarrungs- und Ablagerungsgesteine und erklären Sie ihre Entstehung.
30. Erklären Sie den Unterschied zwischen Konservieren und Restaurieren von Objekten aus Sandstein (Mauern, Säulen, Figuren, Bildstöcke u. a.).
31. Beschreiben Sie die Verwitterungsvorgänge von Natursteinen und deren Schadensbilder.
32. Erklären Sie was es bedeutet, wenn auf einem Werkstoffmerkblatt zur Verarbeitung eines Werkstoffes steht „ Imprägniermittel im Sprühverfahren mehrmals nass- in nass auftragen“.

Aufgaben zu Abschnitt 9.6 bis 9.7.10

1. Schreiben Sie die Beschichtungsstoffe für Beschichtungen auf mineralischen Untergründen auf, die Sie schon verarbeitet haben.
   Vervollständigen Sie ihre Auflistung mit den Beschichtungsstoffen aus Tab. 9.13.
2. Erklären Sie, warum und wann ein Untergrund zu prüfen ist. Welche Folgen können sich für Auftragnehmer und Auftraggeber bei festgestellten Mängeln ergeben?
3. Bei welchen Putzarten muss eine Prüfung auf Sinterschicht durchgeführt werden? Beschreiben Sie die Prüfmethode und das Erkennen einer Sinterschicht.
4. Nennen Sie Prüfverfahren mit denen die Tragfähigkeit von Altbeschichtungen geprüft werden kann. Zu welchen Konsequenzen führen dabei festgestellte Mängel?
5. Skizzieren Sie drei typische Rissbilder oder fotografieren Sie Rissschäden an Bauwerken. Benennen Sie die Rissarten und beschreiben Sie mögliche Ursachen.

6. Beschreiben Sie zu den Rissschäden die jeweils geeigneten Überdeckungssysteme („Beseitigung“).
7. Erklären Sie, warum rissüberbrückende Beschichtungsstoffe ihre Funktion nur bei ausreichender Schichtdicke erfüllen.
8. Erklären Sie den Unterschied zwischen Rissüberbrückung und Rissarmierung.
   Erklären Sie, was Einzelrissarmierung und Teil- oder Vollarmierung bedeutet.
9. Zählen Sie Maßnahmen zur Untergrundvorbehandlung von unbeschichteten und beschichteten Putzen im Außenbereich auf, die Sie in Ihrem Betrieb kennen ge-lernt haben. Vergleichen Sie Ihre Angaben mit denen Ihrer Mitschüler. Ergänzen Sie die Auflistung mit den Maßnahmen, die in Ihrem Betrieb nicht durchgeführt wurden.
10. Wonach richtet sich die Auswahl von Glätt- und Füllstoffen für entsprechende Arbeiten. Stellen Sie die Unterschiede bei Arbeiten an Innen- und Außenflächen dar.
11. Nennen Sie die Kriterien, die für die Auswahl eines Grundbeschichtungsstoffes maßgelblich sind.
12. Erklären Sie, welchen Einfluss die Untergrundbeschaffenheit auf die Auswahl eines Grundbeschichtungsstoffes hat.
13. Nennen Sie Untergründe, die für einen Anstrich mit Kalkfarbe geeignet sind. Welche Eigenschaften soll der Untergrund haben?
14. Beschreiben Sie den Beschichtungsaufbau mit Kalkfarbe.
    Was muss beim Abtönen einer Kalkfarbe beachtet werden?
    Welche Trocknungsbedingungen benötigt eine Kalkfarbenbeschichtung zum erreichen ihrer Eigenschaften? Worauf ist bei der Trocknung zu achten?
15. Nennen Sie Objekte und Untergründe auf denen Silikatfarbe eingesetzt werden bzw. für die sie besonders geeignet sind.
16. Beschreiben Sie das Ansetzen einer Silikatfarbe.
    Wie erfolgt der Auftrag der Silikatfarbe und worauf ist bei der Beschichtung größerer Flächen zu achten.
17. Eine Fassadenfläche mit Altputz (P I), unbeschichtet, soll mit Silikatfarbe beschichtet werden. Nennen Sie den zu verwendenden Grundbeschichtungsstoff und erklären Sie, warum dieser richtig ist.
18. Welche Maßnahmen sind bei der Verarbeitung von Silikatfarben zum Objekt- und Gesundheitsschutz zu beachten?
19. Erklären Sie, welche Eigenschaften eine Dispersions-Silikatfarbe gegenüber einer Silikatfarbe hat.
20. Worin liegen mögliche Vorteile beim Einsatz von Dispersions-Silikatfarben gegenüber Silikat- und Dispersionsfarben?
21. Erklären Sie, für welche Bereiche Leimfarbe geeignet ist und begründen Sie ihre Nichteignung als universelle Innenfarbe.
22. Welche Untergrundvorbehandlung ist notwendig, wenn ein alter Leimfarbenanstrich eine Überholungsbeschichtung erhalten soll?
23. In welchen Applikationsverfahren können Dispersionsfarben beschichtet werden? Nennen Sie die Verfahren und die dazugehörenden Werkzeuge und Geräte auf.
24. Beschreiben Sie die Trocknung von Dispersionsfarbe. Welchen Einfluss hat Wärme und Kälte auf die Trocknung? Zu welchen Beschichtungsmängel bzw. -schäden kann es bei einem gestörten Trocknungsablauf kommen?
25. Welche Bedeutung hat die Angabe der Nassabriebklasse auf dem Gebinde von Dispersionsfarben?
26. Vergleichen Sie die Eigenschaften zwischen Dispersionsfarben und Siliconharz-Emulsionsfarben. Wägen Sie ab, welcher Beschichtungsstoff für welchen Untergrund bzw. welches Objekt am besten geeignet ist.
27. Ermitteln Sie die Liter-Preise für Dispersionsfarbe, Dispersions-Silikatfarbe und Siliconharz-Emulsionsfarbe. Vergleichen Sie die Preise und berechnen Sie den Unterschied für den Verbrauch für 1,00 m². Bewerten Sie das Ergebnis.

28. Erklären Sie, warum Siliconharz-Emulsionsfarben nicht mit Dispersions-Volltonfarben abgetönt werden sollen.
29. Mit welchem Beschichtungsstoff dürfen Ölauffangwannen in Lagerräumen beschichtet werden? Welche Anforderungen werden an den Beschichtungsstoff gestellt?
30. Ein unbeschichteter Putz an einer Fassade soll eine Erstbeschichtung erhalten. Nennen Sie Kriterien nach denen ein geeigneter Beschichtungsstoff ausgewählt werden soll.
31. Vergleichen Sie die Applikationsverfahren für die Beschichtung großer Flächen. Welches Verfahren ist bei welchen Flächen bzw. Objekten wirtschaftlich?

Kundenaufträge

32. Das Gebäude eines Gemüsehändlers mit Lagerraum, Kühlraum, Büros und Sozialräumen wurde in kurzer Zeit aus Kalksandsteinen erstellt. Die Außenflächen sollen aus werblichen Gründen sofort beschichtet werden. Alle Innenarbeiten, z. B. Zementestrich, Putz, Beschichtungen erfolgen später.
    Der Architekt hat eine Beschichtung mit Silikatfarbe ausgeschrieben, die Fassadenbeschriftung wird stark farbig.
    Es handelt sich um eine Terminarbeit, Sie haben kurzfristig den Auftrag erhalten.
    a) Überprüfen Sie Zeitpunkt und Art der Beschichtung und beschreiben Sie das Ergebnis.
    b) Schreiben Sie einen Brief an den Kunden in dem Sie Ihre Bedenken mitteilen. Machen Sie einen Ihrer Kenntnis nach geeigneten Vorschlag.
    c) Wie reagieren Sie, wenn der Kunde auf den Vorgaben des Architekten bestehen bleibt.
33. Bei einem Zweifamilienhaus soll die Fassade eine Überholungsbeschichtung erhalten. Das Haus steht in einem dicht bewachsenen parkähnlichen Garten.
    Vorhandener Untergrund:
    - Wandflächen Putz P II, glatt abgerieben, Altbeschichtung Silikatfarbe
    - teilweise Stoß- und Lagerfugenrisse
    - Rotalgen an der Nordwestseite
    - Bewuchs von Wildem Wein an der Süd- und Westseite, ca. 2,70 m hoch

    a) Nennen Sie mögliche Ursachen für die Risse.
    b) Erklären Sie den Grund für den Algenbewuchs. Beschreiben Sie die Beseitigung und die Einschränkung des Neubewuchses.
    c) Beschreiben Sie die Schwierigkeiten bei der Beseitigung des Weinbewuchses. Wie ist mit Rückständen zu verfahren?
    d) Erstellen Sie die Leistungsbeschreibung für die Fassadenbeschichtung.
34. Vor einem Neubezug sollen in einer Wohnung die Decken- und Wandflächen renoviert werden.
    Vorhandene Untergründe:
    - Deckenflächen Putz P II,
      Schlaf- und Kinderzimmer Leimfarbe
      Wohn-/Essz. u. Küche Dispersionsfarbe
    - Wandflächen P IV und GKB
      Raufasertapete mit Dispersionsfarbe, glänzend,
      teilweise Neuverlegung von Elektrokabel und Einbau von Steckdosen und Schaltern

    Die Kunden wünschen:
    - Deckenflächen Putzgrund und Beschichtung mit Dispersionssilikatfarbe
    - Wandflächen Putzgrund, Beschichtung in der Küche deckend in allen anderen Räumen lasierend mit Dispersionssilikatfarbe

    a) Erstellen Sie einen Arbeitsablaufplan für die Vorarbeiten an den Decken- und Wandflächen. Listen Sie dazu die eingesetzten Werkstoffe, Werkzeuge, Geräte und Hilfsmittel auf.
    b) Beschreiben Sie den Beschichtungsaufbau für die Decken und Wandflächen.
    c) Beschreiben Sie mögliche Lasurtechniken und nennen Sie dazu Werkzeuge und Hilfsmittel. Wie lässt sich auf den größeren Wandflächen ein weitgehend gleichmäßiges Lasurbild erzielen?

Aufgaben zu Abschnitt 9.8 bis 9.8.8

1. Listen Sie Strukturputze auf, die im Innen- und Außenbereich eingesetzt werden. Unterscheiden Sie dabei nach Bindemittelarten und Strukturbildungen.
2. Ordnen Sie den Putzen Untergründe zu für die sie geeignet sind.
   Erklären Sie, warum die Strukturputze nicht für alle Untergründe geeignet sind.
3. Mit welchem Werkstoff müssen Untergründe grundbeschichtet werden auf denen mineralische- oder silikatische-Putze aufgetragen werden sollen? Begründen Sie Ihre Angabe.
4. Beschreiben Sie die Trocknung bzw. Härtung der Putze. Vergleichen Sie die jeweiligen Zeiten bis zum Erreichen der Endhärte.
5. Bei welchen Putzen muss besonders auf den persönlichen Gesundheitsschutz und den Objektschutz geachtet werden?
   Welche Schutzmaßnahmen müssen jeweils getroffen werden?
6. Besorgen Sie sich von den Werkstoffhändlern die Technische Merkblätter der verschiedenen Putze und vergleichen Sie die Angaben zur Verdünnung, dem Abtönen und den Auftragsmöglichkeiten.
8. Listen Sie Werkzeuge und Geräte zur Strukturierung der Putze auf. Erklären Sie, worauf bei den Werkzeugen zu achten ist.
9. Erklären Sie, warum Putze auf organischer Basis im Außenbereich auf waagerechten Flächen nicht geeignet sind.
10. Nennen Sie die Werkstoffe aus denen Fassadenprofile hergestellt werden. Wenn Sie schon Profile angebracht haben, beschreiben Sie deren Aufbau.
11. Womit werden die Profile geteilt/zugeschnitten?
    Nennen Sie Verfahren zur Befestigung der Profile an der Fassade. Worauf ist bei der Befestigung zu achten?
12. Nennen Sie fünf Regeln, die bei der Verarbeitung von Strukturputzen zu beachten sind.
13. Beschreiben Sie, was bei der Herstellung und Präsentation von Farb- und Putzmustern zu beachten ist. Wie sind mögliche Reklamationen zu vermeiden?

Kundenaufträge

14. Das Treppenhaus in einem Bürogebäude soll einen Strukturputz erhalten.
    Untergrund Putz P IV, Altbeschichtung Dispersionsfarbe
    a) Entscheiden Sie sich für eine Putzart und begründen Sie diese.
    b) Der Auftraggeber wünscht Musterplatten mit drei unterschiedlichen Strukturen. Was müssen Sie bei der Erstellung und der späteren Ausführung beachten?
    c) Beschreiben Sie den Ablauf der Putzarbeiten.
15. Die Wandflächen, ca. 430,00 m², in den Fluren einer Schule sollen mit einem Siliconharzputz, Kratzputzstruktur 2 mm, beschichtet werden.
    Untergrund Putz P II, neu, erhebliche Unebenheiten außerhalb der Maßtoleranz.
    a) Erstellen Sie eine Leistungsbeschreibung für die auszuführenden Arbeiten.
    b) Nennen Sie die Werkstoffe mit denen Sie den Untergrund für den Putzauftrag vorbereiten?
    c) Ermitteln Sie aus Merkblättern der Putzhersteller die Verbrauchsmengen für die Werkstoffe der Putzarbeit (ohne Spachtelmasse).

Aufgaben zu Abschnitt 9.9 bis 9.10.4

1. Kopieren Sie den Diagnosebogen, suchen Sie sich ein älteres Objekt aus Beton führen Sie eine Objekt- und Schadensanalyse durch.
2. Zählen Sie Untergrundprüfungen bei Beton auf und beschreiben Sie deren Durchführung. (BFS-Merkblatt 1).
3. Erklären Sie was Lunker und Kiesnester in Betonflächen sind und wie diese entstehen. Zeichnen Sie die Form eines Lunkers auf und erklären Sie an Hand der Zeichnung wie Lunker zu bearbeiten sind.

4. Beschreiben Sie den Betonschaden von Bild 9.8, Seite 219 (Abschn. 9.3.4).
   Erstellen Sie einen Arbeitsablaufplan zur Instandsetzung dieses Schadens.
5. Beschreiben Sie die Eigenschaften, die Beschichtungsstoffe auf Beton erfüllen müssen. Nennen Sie geeignete Beschichtungsstoffe.
6. Nennen Sie die Verfahren zur Rissinstandsetzung. Nennen Sie die Eigenschaften von Rissen von denen die Auswahl eines geeigneten Systems abhängig ist.
7. Erklären Sie, was unter Rissverpressung zu verstehen ist und was damit erreicht werden soll.
8. Beschreiben Sie die Durchführung von Fassadenreinigungsarbeiten bei denen Sie in Ihrer Firma mitgearbeitet haben. Nennen Sie die eingesetzten Werkzeuge, Geräte, Hilfsmittel, Handhabung des Schmutzwassers, Schutz der Umgebung und Nutzung der persönlichen Schutzausrüstung.
9. Nennen Sie Faktoren von denen die Auswahl eines geeigneten Reinigungssystems für Fassadenflächen abhängig ist.
10. Listen Sie die Verfahren zur Fassadenreinigung auf. Wodurch unterscheiden sich die mechanischen Verfahren?
11. Nennen Sie Beispiele für den Einsatz von chemischen Mitteln zur Fassadenreinigung. Was ist beim Einsatz dieser Mittel unbedingt zu beachten?
12. Nennen Sie Verfahren zum Entfernen von Altbeschichtungen mit Dispersionsfarbe. Beschreiben Sie ein Verfahren und erklären Sie, worauf dabei zum Schutz der Gesundheit, der Umgebung und der Umwelt zu achten ist.
12. Erkundigen Sie sich bei der Kommunalverwaltung Ihres Ortes/Ihrer Stadt, wie das Einleiten von Schmutzwasser von einer Fassadenreinigung in die Kanalisation geregelt ist.

Kundenaufträge

13. Die Seitenwände aus unbeschichtetem Sichtbeton an der Einfahrt zu einer Tiefgarage sollen beschichtet werden. Bei einer Objektbesichtigung werden folgende optische Mängel protokolliert.
   - partiell Rostabläufer (Rostfahnen)
   - einzelne 5 cm bis 10 cm lange senkrecht und waagerecht verlaufende Risse mit Rostabläufer
   - verbreitet Lunker mit geringer Rostbildung
   - vereinzelt Kiesnester

   a) Beschreiben Sie detailliert die auszuführenden Untergrundprüfungen.
   b) Erklären und begründen Sie, auf Grund welcher Objektgegebenheiten es zu den Schäden kommen konnte.
   c) Listen Sie die notwendigen Arbeitsschritte zur Sanierung des Sichtbetons auf. Nennen Sie die zu verwendenden Werkstoffe.
14. Die Fassade am 3-stöckigen Altbau einer Schule soll beschichtet werden, dazu muss die Fassade gereinigt werden.
   Alle Abwässer der Schule laufen über die Kanalisation in eine biologische Kläranlage.
   Objektgegebenheiten:
   - Kratzputz P II, unbeschichtet,
   - erhebliche Staubablagerungen und Verschmutzungen
   - im unteren Bereich Bemalungen mit Kreide, Wachsmalstiften u. a.
   - teilweise Veralgungen an der Nord- und Ostseite

   a) Erstellen Sie einen Reinigungsplan für die Fassade.
   b) Was muss wegen des anfallenden Schmutzwassers beachtet werden?
   c) Nennen Sie rechtliche Vorgaben die beachtet werden müssen.
   d) Beschreiben Sie eine technische Möglichkeit wie mit dem anfallenden Schmutzwasser zu verfahren ist.

17.10 Aufgaben zu Kapitel 10 Beschichtungstechniken auf organischen Untergründen, Holz und Kunststoffen

Aufgaben zu Abschnitt 10.1 bis 10.4

1. Beschreiben Sie den Aufbau des Holzes und nennen Sie die Bestandteile.
2. Erklären Sie was Jahresringe sind, wie sie entstehen und was sich daran erkennen lässt.
3. Stellen Sie europäischen Holzarten tropische Holzarten gegenüber und vergleichen Sie deren Eigenschaften.
4. Nennen Sie harzhaltige Holzarten mit und beschreiben Sie, wie sich Harz auf Beschichtungen auswirken kann.
5. Erklären Sie, was unter der Aussage „Holz arbeitet" zu verstehen ist.
6. Beschreiben Sie die Durchführung der Holzfeuchtemessung
6. Nennen Sie die Holzfeuchte-Prozentsätze, bei denen Beschichtungen aufgebracht werden dürfen. Beschreiben Sie Beschichtungsschäden durch zu hohe Holzfeuchte entstehen können.
7. Welche Arten von Bauschnittholz gibt es? Sichten Sie dazu auch das Angebot von Holzfachhandel und Baumarkt.
8. Gegen welche Einwirkungen sind Holzbauteile zu schützen? Beschreiben Sie die Auswirkungen auf ungeschütztes Holz.
9. Erklären Sie an Hand von Beispielen, was unter maßhaltigen und nicht maßhaltigen Holzbauteilen zu verstehen ist.
10. Welche Nadelhölzer können für maßhaltige Außenbauteile verwendet werden?
11. Nennen Sie Laubhölzer, die für maßhaltige Außenbauteile Verwendung finden. Erklären Sie, warum nicht alle Holzer geeignet sind.
12. Erklären Sie was unter „Konstruktiver Holzschutz" zu verstehen ist. Nennen Sie dazu Beispiele an maßhaltigen und nichtmaßhaltigen Bauteilen.
13. Gegen welche tierischen und pflanzlichen Schädlinge muss verbautes Holz ge-schützt werden? Listen Sie diese auf.
14. Woran ist der Befall eines Balkens durch den Hausbock zu erkennen? Beschreiben Sie, warum die Bekämpfung wichtig ist.
15. Woran lässt sich die Aktivität eines Holzwurms erkennen?
16. Beschreiben Sie je ein Verfahren zur Bekämpfung des Hausbocks und des Holzwurms.
17. Welche Auswirkungen hat der Befall von Fachwerkbalken mit dem Echten Hausschwamm? Wie ist bei Befall zu handeln?
18. Beschreiben Sie das Schadensbild durch den Bläuepilz? Wie zeigt es sich bei z.B. weiß beschichteten Fenstern?
19. Erklären Sie, warum die Beseitigung von befallenen und ausgebauten Holzbauteilen sorgfältig erfolgen muss.
20. Listen sie die Holzwerkstoffe auf und nennen Sie dazu jeweils Beispiele für ihre Verwendung.
21. Beschreiben Sie die Unterschiede bzw. Eigenschaften von Holzspanplatten, gehen Sie dabei auf beschichtungstechnische Auswirkungen ein.
22. Eine Altbeschichtung auf Holzspanplatten haftet nicht gut. Welche Ursache kann das haben? Beschreiben Sie die Arbeitsschritte bei einer Neubeschichtung.
23. Welche Entschichtungsverfahren sind bei der Entfernung mangelhafter Altbeschichtungen möglich? Gehen Sie dabei auf die Beschichtung mit deckenden oder lasierenden Stoffen sowie Klarlackierungen ein.
25. Beschreiben Sie Gesundheits- und Umweltgefahren beim Abbeizen/-laugen, Abbrennen und Bleichen. Nennen Sie Vorsichtsmaßnahmen sowie die Verwendung der persönlichen Schutzausrüstung.
26. Wie und womit können vergraute Holzbauteile aufgehellt werden? Beschreiben Sie den Arbeitsablauf.

27. Unter welchen Witterungsbedingungen sollen Holzbauteile im Außenbereich nicht beschichtet werden? Beschreiben Sie mögliche Unterschiede bei der Beschichtung mit lösemittel- oder wasserbasierten Stoffen.
28. Womit sind Risse und Löcher in Holzbauteilen zu schließen? Worin liegt der Unterschied dabei zwischen Innen- und Außenteilen?
29. Wie werden Teer-, Wachs-, Öl-, Rotwein und ähnliche Flecken auf unbehandeltem Holz vor einer Erstbeschichtung behandelt?
30. Beschreiben Sie Prüfverfahren zur Prüfung von Altbeschichtungen vor einer Überholungsbeschichtung.
31. Beschreiben Sie die Funktion einer Brandschutzbeschichtung auf Holzuntergründen. Wie ist der Aufbau bei einer farblosen Beschichtung?
32. Wie wird die Viskosität eines Beschichtungsstoffes mit dem DIN-Becher bestimmt?
33. Erklären Sie die Begriffe niedrig- und hochviskos.
34. In einer leeren Wohnung sollen die Türen einschl. Bekleidung im Spritzverfahren beschichtet werden. Stellen Sie die Vor- und Nachteile von Hochdruck- und Airlessspitzverfahren gegenüber.
35. Beschreiben Sie den Unterschied zwischen einer Parkettversiegelung und dem Ölen bzw. Wachsen von Parkett, bezogen auf das Aussehen und die Nutzung.
36. Beschreiben Sie die Vorarbeiten für eine Überholungsversiegelung bei einem alten, mehrfach gewachsten Parkettboden.
37. Beschreiben Sie die Durchführung einer Lösemittelprobe an einer Altlackierung. Welche Erkenntnis kann aus der Lösemittelprobe gewonnen werden?
38. Erklären Sie mögliche Ursachen für die Beschichtungsmängel bzw.-schäden.
    a) Lackierung hat zu wenig Glanz.
    b) Es bilden sich Blasen in der Beschichtung.
    c) Beschichtung löst sich nach kurzer Zeit bis auf den Holzuntergrund.
    d) Beschichtung beginnt an den Kanten eines Holzfensters abzuplatzen.
39. Beschreiben Sie den Ablauf des Lackauftrags einer Pinsellackierung auf einer Füllungstür und begründen Sie die Reihenfolge.

Kundenaufträge

40. Alle Holzbauteile in einer Altbauwohnung sollen eine Überholungsbeschichtung mit wasserbasiertem Lack erhalten. Die Altbeschichtung auf Türen, Fenster, Fußleisten wurde mit Alkxdharzlack ausgeführt, die Lamperie in der Küche und die Holz-decke im Bad mit Acryllack.
    a) Nennen Sie die bei den Schleifarbeiten zum Einsatz kommenden Werkzeuge, Geräte und Schleifmittel bezogen auf den jeweiligen Untergrund und begründen Sie diese.
    b) Beschreiben Sie die Farbauftragswerkzeuge (Pinselborsten, Walzenbelag) und begründen Sie die Auswahl.
41. Die Fenster in einem Mehrfamilienhaus sollen im Auftrag des Eigentümers im Außenbereich eine Überholungsbeschichtung erhalten. Bei der Untergrundprüfung werden partiell Abplatzungen mit Vergrauung und im unteren Fensterbereich fest-gestellt. An einigen Fenstern, insbesondere in den Feuchträumen ist die Innenbeschichtung nicht mehr intakt. Hier ist die Beschichtung teilweise nicht mehr vorhanden und am unteren Flügelbereich ist Schimmel sichtbar.
    a) Welche Problemstellung ergibt sich daraus für den Gesamtauftrag?
    b) Wie muss der Auftragnehmer reagieren?
    c) Beschreiben Sie das Arbeitsverfahren für die Beschichtung der Fenster.
42. In einer Wohnung sollen alle Türen einschließlich Bekleidungen beidseitig eine Überholungsbeschichtung erhalten. Es handelt sich um Füllungstüren, die Altbeschichtung ist bei den meisten Tüten stark vergilbt, zwei Türseiten (Bad, Küche)

sind nicht vergilbt. Die Untergrundprüfung ergibt, dass diese mit Acryllack beschichtet sind. Alle Türen weisen deutlich Nutzungsspuren auf: Dellen, Kratzer, abgegriffene Stellen, Fettanhaftungen, umlaufende Abrisse an den Füllungen und den Stoß-fugen sowie Aufkleber auf den Innenseiten der Kinderzimmertüren.
Der Kunde wünscht eine Weißlackierung mit „umweltfreundlichen" Beschichtungsstoffen. Die Arbeiten werden während des zweiwöchigen Urlaubs der Bewohner ausgeführt.

a) Beschreiben Sie die Vorarbeiten mit Angabe der Werkstoffe und Auflistung der zum Einsatz kommenden Werkzeuge, Geräte und Hilfsmittel.
b) Nennen Sie die Eigenschaften der Werkstoffe, besorgen Sie sich dazu die Merkblätter der Hersteller.
c) Erstellen Sie einen Arbeitsablaufplan einschließlich Zeitangabe für den gesamten Auftrag.

Aufgaben zu Abschnitt 10.5

1. Nennen Sie Bauteile aus Kunststoff und aus Ihrem Alltag. Beschreiben Sie, worin die Vorzüge von Kunststoffteilen bzw. -objekten liegen. Überlegen Sie, welche der Gegenstände durch andere Stoffe zu ersetzen sind und beschreiben Sie, welche Folgen oder Nachteile das hätte.
2. Zählen Sie Gründe auf, die Beschichtungen von Kunststoffteilen erforderlich machen könnten.
3. Vergleichen Sie die Eigenschaften von Kunststoffen. Beschreiben Sie, welche Auswirkungen sich aus den Eigenschaften für Beschichtungen ergeben.
4. Beschreiben Sie Aussehen und Eigenschaften der Kunststoffe von Dachrinnen, Fenster und Rollläden.
5. Auf welche Beschaffenheit hin sind Kunststoffoberflächen vor einer Erstbeschichtung zu prüfen?
6. Erklären Sie, wovon die Haltbarkeit einer Beschichtung auf Kunststoffteilen abhängig ist. Nennen Sie Kriterien auf die besonders zu achten ist.
7. Nennen Sie Eigenschaften von Beschichtungsstoffen, die für die Auswahl eines geeigneten Beschichtungssystems auf Kunststoffflächen bestimmend sind.
8. Beschreiben Sie Verfahren zur Vorbereitung von Kunststoffflächen für Beschichtungen.
9. Welche Eigenschaft von Kunststoffen erfordert bei einer Beschichtung eine weitgehend staubfreie Umgebung? Durch welche Maßnahme lässt sich direkt vor einer Beschichtung ein möglicher Beschichtungsmangel minimieren?
10. Nennen Sie Kunststoffe die nicht lösemittelbeständig sind. Beschreiben Sie was passieren kann, wenn diese Kunststoffe mit lösemittelhaltigem Beschichtungsstoff beschichtet werden.
11. Erklären Sie, welche Auswirkungen es auf Kunststoffteile haben kann, wenn diese mit dunklen Farben beschichtet sind.
12. Wodurch entsteht die Haftung von Beschichtungen auf Kunststoffuntergründen? Welche Voraussetzungen sind für eine gute Haftung nötig?
13. Führen Sie auf verschiedenen Kunststoffteilen (Baumarkt) Beschichtungsproben mit unterschiedlichen Beschichtungsstoffen aus. Beurteilen Sie die Beschichtung hinsichtlich der Trocknung, Oberfläche, Haftung und Härte. Führen Sie den Vergleich sofort nach der Beschichtung und nach mehreren Tagen durch.

Kundenaufträge

14. Die Rollläden eines Einfamilienhauses aus Kunststoffprofilen sollen beschichtet werden. Sie sind stark verblasst und teilweise vergraut und kreidend.
    a) Erstellen Sie einen Arbeitsablaufplan mit Angabe der Werkzeuge, Geräte, Hilfsmittel und Beschichtungsstoffe.
    b) Begründen Sie die Auswahl der Werkstoffe.

c) In welchem Applikationsverfahren beschichten Sie die Rollläden? Worauf ist bei der Beschichtung zu achten?
d) Erklären Sie Ihrem Kunden ihr Vorgehen bei der Ausführung der Beschichtung und was er danach zu beachten hat!

15. In einem Kindergarten werden umfangreiche Maler- und Lackierarbeiten ausgeführt. Verlangt wird die Verwendung gesundheitlich unbedenklicher Werkstoffe für die Sie entsprechende Nachweise bringen müssen.
Alle Deckenflächen bestehen aus Kunststoffpaneelen mit dunklem Holzdekor.
Sie sind auf Grund der Alterung leicht verblasst und verstaubt.
Die 28 Sitzwürfel wurden ehemals von einem Schreiner aus kunststoffbeschichteten Tischlerplatten hergestellt. Sie haben einige Kratzer bis ins Holz, vereinzelt sind die Kanten angestoßen und auf den Seitenflächen sind Aufkleber von Figuren.
a) Listen Sie tabellarisch die Vorarbeiten jeweils für die Deckenflächen und die Sitzwürfel auf, ordnen Sie diesen die entsprechenden Werkzeuge, Geräte, Werk- und Hilfsstoffe zu.
b) Nennen Sie, die für den jeweiligen Beschichtungsaufbau zu verwendenden Werkstoffe und begründen Sie deren Eignung. Besorgen Sie sich die dafür notwendigen Nachweise.
c) Erklären Sie, in welchem Applikationsverfahren die Beschichtungen ausgeführt werden und beschreiben Sie die dazu ggf. notwendigen Zusatzarbeiten.

17.11 Aufgaben zu Kapitel 11 Beschichtungstechniken auf metallischen Untergründen

1. Zählen Sie Metalle auf die am Bau vorkommen. Nennen Sie dazu jeweils Beispiele von Bauteilen und Objekten.
2. Erklären Sie die Korrosion von Metallen und beschreiben Sie den Unterschied zwischen chemischer und elektrochemischer Korrosion.
3. Zeichnen Sie die Spannungsreihe der Metalle ab.
4. Geben Sie ein Beispiel aus der Praxis an der Baustelle wo es zu einer Kontaktkorrosion kommt. Erklären Sie was bei dem direkten Kontakt zwischen dem edleren und dem unedleren Metall abläuft und welche Folgen sich daraus ergeben.
5. Beschreiben Sie wovon die Geschwindigkeit einer Korrosion abhängt und welche Einflüsse die Korrosion beschleunigen können.
6. Nennen Sie Korrosionsarten die Sie an Baustellen gesehen haben und beschreiben Sie das jeweilige Erscheinungsbild.
7. Begründen Sie, warum Walzhaut und Zunder vor einer Beschichtung entfernt werden müssen.
8. Welche Verpflichtung hat ein Unternehmer bezüglich des zu bearbeitenden Metalluntergrundes? Was hart er vor Ausführung von Arbeiten am Bauteil/Objekt zu tun?
9. Wie lässt sich feststellen, ob eine werkseitige Grundbeschichtung auf einer Stahlzarge gut haftet?
10. Wie bzw. wodurch lässt sich in Erfahrung bringen womit die Grundbeschichtung auf einer Stahlzarge ausgeführt wurde?
11. Beschreiben Sie die Untergrundprüfung auf Fette und Öle bei verzinkten Bauteilen.
12. Beschreiben Sie die Durchführung einer normgerechten Gitterschnittprüfung. Erklären Sie was sich aus dem Ergebnis ableiten lässt.
13. Beschreiben Sie, wie sich eine Gitterschnittprüfung mit baustellenüblichen Mitteln durchführen lässt.

14. Nennen Sie arteigene und artfremde Schichten von Metallen auf. Geben Sie dazu Beispiele für deren Beseitigung.
15. Woran werden Rostgrade bestimmt? Worin besteht dabei der Unterschied zwischen beschichteten und unbeschichteten Stahlflächen?
16. Beschreiben Sie wovon die Art der Oberflächenvorbereitung abhängig sein kann. Vergleichen Sie die Kriterien mit einer von Ihnen durchgeführten Oberflächenvorbereitung.
17. Nennen Sie die Oberflächenvorbereitungsgrade und ordnen sie diesen die entsprechenden Oberflächenvorbereitungsverfahren zu.
18. Nennen Sie Oberflächenvorbereitungsverfahren die von Ihnen durchgeführt wurden und beurteilen Sie deren Effektivität.
19. Beschreiben Sie die Voraussetzungen für einen fachgerechten Korrosionsschutz.
20. Durch welche Überzüge und Beschichtungen wird ein passiver Schutz von Metalluntergründen erreicht?
21. Beschreiben Sie die Aufgaben der Bindemittel, Korrosionsschutzpigmente, Pigmente für Deckbbeschichtungen und der Füllstoffe in Korrosionsschutzbeschichtungsstoffen.
22. Worauf ist bei der Ausführung der Grundbeschichtung auf Metalluntergründen zu achten?
23. Womit sollte der Auftrag von Grundbeschichtungsstoffen auf entrosteten Metalluntergründen erfolgen. Begründen Sie Ihre Antwort.
24. Erklären Sie die Aufgabe des Niet- und Kantenschutzes innerhalb eines Korrosionsschutzsystems.
25. Was ist bei der Beschichtung von Coil-Coating-Bauteilen zu beachten? Beschreiben Sie Beschichtungsmängel/-schäden zu denen es bei Überholungsbeschichtungen von Coil-Coating-Blechen kommen kann.
26. Zählen Sie Vorteile von Dickschicht-Beschichtungssystemen auf.
27. Welche Schichtdicken sollen Korrosionsschutzbeschichtungen haben? Erklären Sie, wovon die Schichtdicken abhängen.
28. a) Was ist unter Kontrollflächen von Beschichtungen zu verstehen? Warum werden Sie erstellt?
    b) Was ist bei der Ausführung von Kontrollflächen zu beachten?
29. Beschreiben Sie das Duplex-Verfahren auf verzinkten Untergründen.
30. Woran lässt sich eine Feuerverzinkung erkennen?
31. Beschreiben Sie die Ausführung einer ammoniakalischen Netzmittelwäsche mit Angabe des Netzmittelansatzes.
32. a) Nennen Sie einen ungeeigneten Beschichtungsstoff für verzinkte Untergründe.
    b) Welcher Schaden kann beim Einsatz falscher Beschichtungsstoffe auf verzinkten Untergründen entstehen?
    c) Beschreiben Sie den Vorgang der durch einen falschen Beschichtungsstoff abläuft.
33. Durch welches Verfahren lassen sich blanke und eloxierte Aluminiumuntergrün-de voneinander Unterscheiden? Nennen Sie für eine Beschichtung geeignete Beschichtungsstoffe.
34. a) Beschreiben Sie die Aufgaben von Brandschutzbeschichtungen.
    b) Was ist unter den Feuerwiderstandsklassen zu verstehen?
    c) Beschreiben Sie die Brandschutzwirkung von Brandschutzbeschichtungen.

Kundenaufträge

35. Im Leistungsverzeichnis über Malerarbeiten an einer Grundschule steht folgende Position: Neues Geländer, außen, Rund- und Flachstahlprofil, feuerverzinkt, Erstbeschichtung.
    Bei der Objektbesichtigung stellen Sie fest, dass die Schweißnähte z. T. mit Aluminiumbronze überstrichen sind.
    a) Beschreiben Sie das Arbeitsverfahren zur Beschichtung des Geländers. Nen-

nen Sie die dazu eingesetzten Werkzeuge/Geräte sowie die Werk- und Hilfsstoffe.

b) Erklären und begründen Sie, welcher Schaden durch die unsachgemäße Ausbesserung der Verzinkung am Geländer entstehen kann.

36. Sie erhalten den Auftrag, fünf Garagentore zu beschichten. Vor Ort stellen Sie fest, dass es sich um neue Garagentore aus breiten, waagerechten Stahlelementen mit einer grauen Pulverbeschichtung handelt. Da einzelne Elemente verkratzt sind, sollen die Tore insgesamt neu beschichtet werden.
   a) Nennen Sie 2 Eigenschaften von Pulverlackbeschichtungen, die sich erschwerend auf eine Überholungsbeschichtung auswirken können.
   b) Nennen Sie je einen Beschichtungsstoff für den Haftgrund und die Schlussbeschichtung auf die Garagentore.

17.12 Aufgaben zu Kapitel 12 Trockenbau

1. Welche physikalischen Eigenschaften von Gipskartonplatten sind die die Raumatmosphäre besonders günstig?
2. Stellen Sie die Plattenbezeichnungen aus der DIN 18180 der DIN EN 520 gegenüber.
3. Sehen Sie auf einer Gipskartonplatte nach der Beschriftung und schreiben Sie die Informationen/Kennzeichnungen auf. Welche Informationen erhalten Sie damit?
4. Beschreiben Sie die Vorteile des Trockenbaus als Wand- und Deckenverkleidung gegenüber dem Mauerbau mit Putzauftrag.
5. Beschreiben Sie die Einsatz- bzw. Einbaumöglichkeiten von Gipsplatten (DIN EN 520).
6. Skizzieren Sie eine Kantenausbildung ab und benennen Sie daran den Aufbau einer Gipsplatte.
7. Nennen Sie Verlegearten von GKB.
8. Beschreiben Sie die Techniken zur Überarbeitung der Anschlüsse (Fugen) und benennen Sie die jeweils zu erreichenden Qualitätsstufen.
9. Erklären Sie welche Probleme bei indirekter Beleuchtung auf Gipskartonflächen durch Fugen und Befestigungstechniken auftreten können. Gehen Sie dabei auf zulässige Toleranzen für Unebenheiten bei Plattenfugen ein.
10. Wie lassen sich Wärmebrücken bei der Befestigung von GKB mit Schrauben und Nägel vermeiden?
11. Erklären Sie Ursachen für gelb-braune Verfärbungen auf der Oberfläche von GKB. Wie lassen sich Folgemängel bei Beschichtungen vermeiden?
12. Zählen Sie Untergrundprüfungen vor Ausführung von Beschichtungen bzw. Anbringen von Wandbekleidungen auf.
13. Beschreiben Sie die Vorarbeiten von GKB vor dem Anbringen von Wandbekleidungen. Begründen Sie Ihre Angaben.
14. Worauf ist bei der Durchführung von Scheidearbeiten (Doppelnahtschnitt, Folien-schnitt) auf GKB zu achten? Zu welchen Schäden kann es dabei kommen und wie lassen sich mögliche Folgeschäden vermeiden?
15. Nennen Sie Verwendungsbereiche für Gipsfaserplatten und beschreiben Sie deren Eigenschaften.
16. Beschreiben Sie Vorteile die der Einbau von Gips-Wandbauplatten bringt.

Kundenaufträge

17. In dem Büro eines Architekten soll über der Besprechungsinsel die Decke abgehängt werden.
    Auftragsbeschreibung:
    - Werkstoff Gipskartonbauplatte
    - rund, Ø 2,30 m
    - Abhängung 0,20 m
    - abgehängte Beleuchtung, Deckenfluter

- Oberflächengüte Qualitätsstufe Q 4 (erforderlich wegen Beschichtung und Beleuchtung)

1. Beschreiben Sie eine mögliche Konstruktionsart für die Anbringung der Decke. Besorgen sie sich ggf. Merkblätter vom Fachhandel.
2. Erstellen Sie ein Leistungsverzeichnis für die Ausführung der geforderten Oberflächengüte auf. Erklären Sie, welche Probleme sich bei dieser Art der Beleuchtung ergeben.

18. Ihr Kunde wünscht von Ihnen eine Beratung über die Renovierung seines Wohnzimmers.
Der Wohnraum liegt in einem Altbau, die Wandflächen haben einen mürben, unebenen Kalkputz. Für die Tapezierung mit dem gewünschten hochwertigen Wandbekleidung – fertige Vlieswandbekleidung – ist der Untergrund nicht geeignet.
Sie schlagen dem Kunden die Verkleidung der Wände mit Gipskartonbauplatten vor.
Erstellen Sie eine ausführliche Beschreibung aller, bis zur Anbringung des Wandbelages, notwendigen Arbeiten. Listen Sie die dazu notwendigen Werkstoffe auf.

17.13 Aufgaben zu Kapitel 13 Wandbekleidungen, Wand-, Decken- und Bodenbeläge

Aufgaben zu Abschnitt 13.1

1. Nennen Sie fünf verschiedene Wandbekleidungen.
2. Erklären Sie den Unterschied zwischen fertigen und zu behandelnden Wandbekleidungen.
3. Nennen Sie die Maße einer Europarolle.
4. Welche Bedeutung hat das RAL-Gütezeichen auf Tapeten?
5. Nennen Sie die 7 Tapetengruppen nach der Euro-Norm.
6. Beschreiben Sie den Unterschied zwischen gaufrierten Tapeten und Prägetapeten.
7. Beschreiben Sie die Vinyltapeten.
8. Welchen Unterschied gibt es zwischen Kettfäden- und Gewebetapeten?
9. Beschreiben Sie ein Prüfverfahren mit dem Metall- und Metalleffekttapeten leicht bestimmt werden können.
10. Beschreiben Sie Besonderheiten der Vlieswandbekleidung (Vliestapete).
11. Zählen Sie drei Prüfmaßnahmen des Verarbeiters vor dem Öffnen der Klarsichtverpackung auf.
12. Durch welche Maßnahme können spätere Reklamationen gegenüber dem Hersteller geltend gemacht werden?
13. Wodurch unterscheiden sich Normal- und Spezialtapetenkleister?
14. Warum gibt man Dispersionskleber zum Tapetenkleister zu?
15. Wozu dient eine Perforierwalze?
16. Wie soll ein Nahtroller beschaffen sein?
17. Welche Vorteile bieten Kleistergeräte gegenüber dem Einkleistern von Hand?
18. Warum müssen Sie Gipskartonplatten vor dem Tapezieren grundbeschichten?
19. Kann man auf alte Dispersionsbeschichtungen kleben? Begründen Sie die Antwort.
20. Welche Vorarbeiten sind bei Altbeschichtungen zu leisten?
21. Warum sollen Tapeten vor einer Neutapezierung entfernt werden?
22. Nennen Sie eine einfache Formel zum Ermitteln des Tapetenbedarfs.
23. Zeichnen Sie 8 Symbole zur Tapetenkennzeichnung und erklären Sie ihre Bedeutung.
24. Welche Regeln gelten für den Kleisteransatz und das Einkleistern?

25. Wonach richtet sich die Weichzeit der Tapeten?
26. Woran erkennen Sie eine genügend geweichte Tapete?
27. Wie erhält man einen sauberen Beschnitt des Überstands an der Fußleiste?
28. Erklären Sie den doppelten Trennschnitt.
29. Wie müssen die Untergründe bei Spezialtapeten beschaffen sein?
30. Wie tapeziert man Fensterleibungen?
31. Was heißt: Muster sind über den Türen fortlaufend zu kleben?

Aufgaben zu Abschnitt 13.2 bis 13.4

1. Nennen Sie textile Wandbeläge mit fertiger Oberfläche.
2. Erläutern Sie die Verklebung und nachträgliche Beschichtungstechnik mit Raufaser.
3. Beschreiben Sie die Verklebung von Unterlagsstoff aus Polystyrol-Hartschaum.
4. Welche Werkzeuge braucht man zum Verkleben von Kunststoff-Wandbelägen?
5. Warum sind scharfe und exakt arbeitende Klingenschneider bei Wandbelägen erforderlich?
6. Warum soll der Kleberauftrag auf die Wand in nur etwas mehr als einer Bahnenbreite erfolgen?
7. Welche Kleber verwendet man für Unterlagsstoffe aus Polystyrol-Hartschaum?
8. Warum werden diese Unterlagsstoffe mit einem Haftgrund beschichtet? Woraus besteht er?
9. Warum ist bei der Verlegung von Kunststoff-Wandplatten vorher eine genaue Wandeinteilung erforderlich?
10. Worauf ist bei dieser Technik zu achten, wenn man Ecken ausbilden muss?
11. Wie zertrennt man eine Kunststoff-Wandplatte?
12. Begründen Sie, warum Kunststoff-Deckenplatten immer in der Deckenmitte zuerst geklebt werden.
13. Warum sind zertrennte Randplatten zuerst „trocken" einzupassen?
14. Welche Vorteile bietet die Plattenverlegung auf Deckenabstand?
15. Nennen Sie einige Beispiele zur Gestaltung mit Styropor-Deckenplatten.
16. Nennen Sie einige Spannstoffe für Wandbekleidungen.
17. Welcher Vorteil liegt darin, dass Leinen-Wandbekleidung bis zu 3,00 m Breite gefertigt wird?
18. Beschreiben Sie die Technik des Spannens mit Heftklammern.

Aufgaben zu Abschnitt 13.5

1. Welche Vorteile haben einschichtige Kunststoff-Bodenbeläge gegenüber mehrschichtigen?
2. Wodurch unterscheiden sich Teppichböden von Textilböden (Nadelfilz)?
3. Welche Möglichkeiten bestehen, textile Bodenbeläge in Struktur und Farbe zu beleben?
4. Erklären Sie die Herstellung der Tuftingware.
5. Welchen Sinn hat das Teppichsiegel?
6. Beschreiben Sie die Herstellung von Linoleum.
7. Unterscheiden Sie heterogenen Belag, homogenen Belag und Verbundbelag.
8. Was sind CV-Beläge, wie heißen sie noch?
9. Welchen Vorteil haben Gummibeläge?
10. Welchen Vorteil hat Linoleum gegenüber PVC-Kunststoffbelägen?

17.14 Aufgaben zu Kapitel 14 Wärmedämmung und Wärmedämmtechniken

1. Beschreiben Sie die wichtigsten Ziele baulicher Wärmeschutzmaßnahmen.
2. Erklären Sie, was mit der Erstellung des Gebäudeenergieausweises erreicht wer-den soll und nennen Sie dessen wichtigsten Anforderungen.
3. Listen Sie wärmeabführende Bauteile auf. Beschreiben Sie mit welchem Aufwand sich wärmedämmende Maßnahmen durchführen lassen.
4. Erklären Sie die Begriffe Wärmeleitfähigkeit und Wärmedurchgangskoeffizient.
5. Beschreiben Sie, welchen Einfluss die Wärmeleitfähigkeit von Baustoffen auf mögliche Wärmeschutzmaßnahmen hat.
6. Vergleichen Sie die Darstellungen des Temperaturverlaufs (Abb. 14.4, 14.6, 14.7). Welche Auswirkungen hat die Lage der Dämmung auf den Temperaturverlauf? Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für den Taupunktes?
7. Stellen Sie die Vor- und Nachteile von Innen- und Außendämmung gegenüber und bewerten Sie diese.
8. Listen Sie die Wärmedämmstoffe auf und beschreiben Sie deren Eigenschaften. Nennen Sie Faktoren, die für die Auswahl eines Dämmstoffes herangezogen werden können.
9. Nennen Sie Wärmedämmstoffe die Sie schon verarbeitet haben. Beschreiben Sie Ihre, bei der Verarbeitung gemachten positiven und/oder negativen Erfahrungen.
10. Nennen Sie Befestigungssysteme, erklären Sie die Unterschiede und beschreiben Sie deren Verwendungsbereiche.
11. Beschreiben Sie den Aufbau eines Wärmedämmverbundsystems auf einer beschichteten Altbaufassade und einer unverputzen Neubaufassade.
12. Worauf ist beim Anbringen von Dämmplatten zu achten und wie ist mit Spalten und Löchern zu verfahren?
13. Nennen Sie mögliche Werkstoffe zur Schlussbeschichtung auf WDVS. Wann sollte die Schlussbeschichtung erfolgen?
14. Nennen Sie Gründe für das Anbringen einer Innendämmung.
15. Listen Sie mögliche Innendämmsysteme auf. Welche Auswirkungen kann eine Innenraumdämmung auf die Architektur des Raumes haben?
16. Beschreiben Sie den Aufbau einer Innendämmung.
17. Das Brandverhalten von WDVS unterliegt mehreren Einflussfaktoren, nennen Sie diese.
18. Beschreiben Sie zwei alternative Brandschutzmaßnahmen, die bei der Verwendung von WDV-Systemen aus schwerentflammbarem Polystyrol-Hartschaum möglich sind.
19. Erklären Sie das Messprinzip der Blower-Door-Messung.

Kundenaufträge

20. Ein Hausbesitzer will sein freistehendes, zweistöckiges Wohnhaus dämmen. Er wünscht eine ausführliche Beratung über alle auszuführenden Arbeiten.
    Objektzustand:
    - Altbau, 24er Kalksandsteinmauerwerk,
    - Rillenputz P II,
    - Beschichtung Dispersionsfarbe, festhaftend, vereinzelt Putzrisse
    - Innenputz zweilagig, Kalk-Gipsputz
    - Sockelhöhe 10 cm bis 35 cm
    - Dachüberstand Giebelseiten 15 cm
    - Dachüberstand Längsseiten 40 cm
    - Fensterbänke Kunststein
    - Fallrohre Abstand 8 cm
    - Vordach über Hauseingang
    - Lampe neben Hauseingang

    1. Schlagen Sie einen Dämmstoff vor und beschreiben Sie das Befestigungssystem.

2. Welche Informationen benötigen Sie zur Ermittlung der Dämmstoffdicke?
3. Berechnen Sie die Dämmstoffdicke.
4. Listen Sie auf, welche zusätzlichen Arbeiten, ggf. durch andere Gewerke vor dem Anbringen des WDVS ausgeführt werden müssen.
5. Schlagen Sie eine Schlussbeschichtung vor und begründen Sie die Werkstoffauswahl.

21. Die Fassade eines Mehrfamilienhauses mit einem Wärmedämmverbundsystem aus Polystyrol-Hartschaumplatten soll eine Überholungsbeschichtung erhalten.
Objektzustand:
- organischer Putz, Kratzputzstruktur
- Platten festhaftend, keine Risse
- erhebliche Staubablagerungen durch Straßenverkehr
- teilweise Veralgungen
- Dellen und Löcher im Sockelbereich

1. Erstellen Sie einen Arbeitsablaufplan, nennen Sie die dazu benötigten Werkzeuge und Geräte.
2. Beschreiben Sie die Durchführung der Reinigungsarbeiten.
3. Worauf ist bei der Fassadenreinigung aus Umweltschutzgründen zu achten?
4. Listen Sie alle benötigten Werkstoffe auf, nennen Sie deren Eigenschaften. Begründen Sie Ihre Werkstoffauswahl

17.15 Aufgaben zu Kapitel 15 Gestaltungstechniken

1. Nennen Sie Kriterien, die für die Planung einer Gestaltung zusammengetragen werden sollen.
2. Zählen Sie Gestaltungstechniken auf, ordnen Sie diese nach Untergründen, auf die diese Techniken ausgeführt werden können: mineralische Untergründe, Holz, Metall, Glas und Gewebe.
3. Beschreiben Sie das Charakteristische der Kalk-Schmucktechnik.
4. Führen Sie eine Malerei mit Silikatfarbe aus. Malen Sie z. B. einen Sandstein oder erstellen Sie eine flächige Wandgestaltung in Silikatlasur. Verwenden Sie als Untergrund eine mit Putzgrund (Streichputz) auf Silikatbasis gestrichene Platte.
5. Beschreiben Sie die Herstellung einer Schablone für einen Wandfries in zwei Farben. Erstellen Sie zwei Schablonen und führen Sie die Schablonierung aus.
6. Nennen Sie Argumente, die für den Einsatz individueller Gestaltungstechniken sprechen.
7. Arbeiten Sie bei den Gestaltungstechniken die Zeile „Werkzeuge und Hilfsmittel" durch. Schreiben Sie die Werkzeuge heraus, die Sie nicht kennen. Besorgen Sie sich Werkzeugkataloge, ggf. Spezialkataloge, und entnehmen Sie daraus die Informationen über die Werkzeuge.
8. Führen Sie die Glättetechnik mit unterschiedlichen Werkstoffen aus. Vergleichen Sie das Strukturbild, den Lasureffekt und den Spachtelaufwand. Erstellen Sie ein Protokoll über ihre Beobachtungen und Erfahrungen.
9. Beschreiben Sie, wovon die individuelle Wirkung einer Spachteltechnik abhängig ist.
10. Erklären Sie, warum die Beleuchtung und der Lichteinfallswinkel für die Wirkung einer Gestaltung wichtig sind.
11. Welche Konsistenz müssen Lasuren, die auf Strukturwandbelägen aufgebracht werden, haben? Erklären Sie, worauf bei zweifarbigem Lasurauftrag zu achten ist.
12. Besorgen Sie sich Natursteine.
Tragen Sie Werkzeuge zur Herstellung von Steinimitationen zusammen und stellen Sie entsprechend der Naturstein-vorlagen Imitationsmuster her.
13. Bei der Wickeltechnik lassen sich Strukturen mit verschiedenen Hilfsmitteln erstellen. Erstellen Sie eine Musterreihe, bei der Sie mit verschiedenen Lappen u. a. Struk-

turen anlegen. Vergleichen Sie deren Ausdruck.

14. Mit welchen Geräten werden Sprengeltechnik und Chipstechnik ausgeführt? Worin liegt der Unterschied bei den Geräten?
15. Nenne Sie Anwendungsbeispiele für folgende Techniken: Maserierung, Marmorierung und Kammzugtechnik.
Welcher Ausdruck/Wirkung wird durch die einzelne Technik erzielt?
16. Kleben Sie auf eine Gipskartonplatte Glasfasergewebe auf. Beschichten Sie das Gewebe mit einer hellen Latexfarbe. Legen Sie über die Fläche einen zweiten dunkleren Farbton und ziehen Sie diesen mit einer Plastiktraufel o. Ä. ab. Stehen Ihnen unterschiedliche Strukturen zur Verfügung, führen Sie die Beschichtung mehrmals durch und vergleichen den sich ergebenden Struktureffekt.
17. Erklären Sie den Unterschied wischen einer Lasurtechnik und der Beiztechnik auf Holzuntergründen.
18. Worin liegt der Unterschied zwischen einer Lasurtechnik und der Beiztechnik auf Holzuntergründen?
19. Nennen Sie Techniken, mit denen man Formen oder Schriften auf Glasflächen bringen kann.
20. Welche Vergoldungstechnik wird am häufigsten durchgeführt?
21. Wozu dient der Vergolderpinsel?
22. Was versteht man unter Poliment?
23. Wo wendet man die Hinterglasvergoldungen an?
24. Was bedeutet die Angabe Karat?
25. Womit wir Blattgold geklebt?
26. Zählen Sie Werkzeuge auf, die für die unterschiedlichen Vergoldungsarbeiten benötigt werden. Besorgen Sie sich vom Fachhandel oder aus Katalogen die Preise für die Werkzeuge.
27. Ermitteln Sie die Kosten für Blattgold. Vergleichen Sie die Preise für jeweils ein Büchlein von Gelbgold und Rosennobel-Doppelgold. Berechnen Sie, welche Kosten für die Vergoldung von 1,00 m2 entstehen.

Kundenaufträge

28. In einer Hotellobby soll der abgehängte Deckenspiegel vergoldet werden, die Wandflächen eine Spachteltechnik auf Kalkbasis erhalten.
Untergründe:
– Deckenfläche: Gipskartonbauplatten, Oberflächengüte Qualitätsstufe Q 2
– Wandflächen: Kalkputz, unbehandelt
Erstellen Sie ein Leistungsverzeichnis (LV) für die auszuführenden Arbeiten.
Stellen Sie einen Arbeitsablaufplan auf mit Angabe der benötigten Werkzeuge, Geräte und Hilfsmittel.
Stellen Sie einen Zeitplan für die Ausführung der Arbeiten auf.
29. Sie erhalten den Auftrag die Gasträume in einem historischen Landgasthof zu renovieren. Die Besitzer wünschen, dass die Ausführung in Anlehnung an die bisherigen Techniken erfolgen soll.
Deckenflächen:
Ölfarbe, matt, stark vergilbt, Nikotinablagerungen, Fett- und Getränkespritzer
Wandflächen:
Kalkputz PI, Dispersionssilikatfarbe, zweifarbig gewickelt, deutliche Abnutzung, Verschmutzungen, Fett-/Getränkespritzer, Dellen, Wischrand über der Holzlamperie Begleiter um die Fensternischen stark verwischt, Löcher von Nägel und Haken
Holzlamperie:
Maserierung, Holzart Eiche, erhebliche Nutzungsspuren, einige Stellen abgestoßen, Maserierung teilweise bis auf Grundfarbton durch Reinigung entfernt.
Kundenwunsch:
Pos. 1 Deckenflächen, Farbton beige, matt
Pos. 2 Wandflächen, Wickeltechnik, zweifarbig, Begleiter
Pos. 3 Holzlamperie, Maserierung, Holzart Eiche, seidenglänzend
1. Erstellen Sie ein LV für die drei Positionen.
2. Stellen Sie für jede Position die notwendigen Werkzeuge, Geräte und Hilfsmittel zusammen.
3. Beschreiben Sie die Ausführung der Techniken aus den Positionen 2 und 3.

17.16 Aufgaben zu Kapitel 16 Fahrzeuglackierung

1. Beschreiben Sie die Unterschiede zwischen den handwerklichen Lackierungsarten.
2. Beschreiben Sie die Möglichkeiten, den Beschichtungsstoff einer Altlackierung festzustellen.
3. Nennen Sie die Verfahren zur Untergrundvorbehandlung von Altbeschichtungen. Schreiben Sie zu den Verfahren die jeweiligen Unfallgefahren und deren Vermeidung.
4. Was bedeutet die Bezeichnung P 400 auf einem Schleifpapier? Nennen Sie Kriterien, die die Auswahl eines Schleifpapiers bestimmen.
5. Sammeln Sie Abdeckmaterialien (z. B. Klebebänder, Abdeckpapiere, -folien), kleben Sie diese auf und schreiben Sie deren Einsatzbereiche dazu.
6. Zählen Sie die Spachtelmassen auf. Vergleichen Sie die unterschiedlichen Spachtelmassen bezüglich ihrer Verwendung und Eigenschaften.
7. Worauf ist zur Unfallverhütung bei der Verwendung von 2 K-Spachtel besonders zu achten?
8. Beschreiben Sie die Aufgaben einer Grundbeschichtung. Welche Eigenschaften ergeben sich daraus für den Grundbeschichtungsstoff?
9. Nennen Sie die Unterschiede zwischen einem Grundbeschichtungsstoff, dem Grundfüller und dem Füller.
10. Wie sollen die Füller vor einer Decklackierung bearbeitet werden? Nennen Sie Unterschiede zwischen den einzelnen Füllerarten.
11. Zählen Sie die Lackarten auf, die bei Reparaturlackierungen zum Einsatz kommen. Nennen Sie die jeweiligen Trocknungsmöglichkeiten bzw. Trocknungszeiten.
12. Beschreiben Sie die besonderen Eigenschaften von Medium-Solid-Lacken.
13. Beschreiben Sie, worauf bei der Verwendung von Zweischicht-Wasserbasislacken zu achten ist. Nennen Sie die Hauptunterschiede gegenüber lösemittelhaltigen Basislacken.
14. Erklären Sie, warum es unterschiedlich „lange" Härter und Verdünnungen gibt. Wodurch ergibt sich ihr Einsatz?
15. Arbeiten Sie die Lackierverfahren durch. Stellen Sie die Vorteile der einzelnen Verfahren heraus.
16. Warum sind Kenntnis und genaue Einhaltung der Topfzeiten bei 2 K-Werkstoffen wichtig?
17. Welchen Vorteil hat eine Zweischicht-Metallic-Lackierung gegenüber einer Einschicht-Metallic-Lackierung?
18. Erklären Sie, welche besondere Problematik sich bei der Beschichtung von Kunststoffteilen ergibt.
    Beschreiben Sie die Vorbereitung von Kunststoffuntergründen für eine Beschichtung.
19. Nennen Sie Einsatzbereiche für den wasserverdünnbaren 1 K-Grundfüller. Welche Verarbeitungseigenschaften sind zu beachten?
20. Was sind Koagulierungsmittel und wo werden sie eingesetzt?
21. Worauf ist bei Reparaturlackierungen auf verzinkten Teilen zu achten?
22. Beschreiben Sie die Möglichkeiten, Oberflächenfehler bei Lackierungen (Läufer, Staubeinschlüsse, Spritznebelränder u. a.) ohne Neulackierung zu beseitigen.
23. Erklären Sie die Technik des Beilackierens.
24. Worauf kommt es bei einer Fahrzeugbeschriftung an? Wovon ist die Haftung/Haltbarkeit abhängig?
25. Einige Lackhersteller geben Zeichnungen zu Spritzabläufen heraus. Nennen Sie Vorteile solcher schematischen Spritzpläne.
26. Wovon ist die Farbtongenauigkeit von Reparaturlackierungen abhängig? Beschreiben Sie die einzelnen Faktoren.
27. Beschreiben Sie, wie die Farbmischung in Ihrem Betrieb durchgeführt wird. Haben Sie keine Farbmischanlage in Ihrem Be-

trieb, dann beschreiben Sie die Anlage Ihres Lacklieferanten.

28. Erklären Sie, warum auf Technischen Merkblättern und Materialgebinden Verarbeitungspiktogramme verwendet werden.
29. Könnten Sie den Sinn der Piktogramme auch ohne die erklärenden Untertitel erkennen? Schreiben Sie die auf, die Sie nicht spontan erkennen.
30. Welchen Vorteil bietet die Trockenblaspistole bei Wasserlackwerkstoffen?
31. Beschreiben Sie die Reinigung einer Spritzpistole. Mit welchen Reinigungsverfahren wird in Ihrer Firma gearbeitet? Welche Vorteile bieten geschlossene Reinigungssysteme?
32. Zählen Sie die Regeln für das Halten und Führen einer Spritzpistole bei geraden und runden Spritzuntergründen auf. Erklären Sie an Hand von Skizzen.
33. Sie sollen einen oben offenen Metallkasten innen spritzen. Welche Probleme ergeben sich dabei, wie lassen sich diese vermeiden?
34. Nennen Sie drei mögliche Störungen beim Spritzen und beschreiben Sie die Ursachen und deren Beseitigung.
35. Nennen Sie Lackier- und Verarbeitungsfehler.
36. Nennen Sie die Ursachen folgender Lackierfehler: Gardinen und Läufer, Blasenbildung, Apfelsinenschaleneffekt, Kräuseln und Nachfallen des Lackes.
37. Beschreiben Sie die Verhütung bzw. Beseitigung folgender Verarbeitungsfehler: Blasenbildung, trüber Lackfilm, Schleifspuren, Glanzverlust und Fleckenbildung.
38. Nennen Sie Lackier- und Trocknungsanlagen. Beschreiben Sie die Vor- und Nachteile von kombinierten Lackier- und Trockenkabinen gegenüber getrennten Lackier- und Trockenkabinen.
39. Listen Sie die Abfallstoffe auf, die in Ihrer Lackierwerkstatt anfallen. Beschreiben Sie die Entsorgung der Stoffe.
40. Beschreiben Sie mögliche Unfallgefahren, die sich aus der Arbeit in einer Lackierwerkstatt ergeben können. Nennen Sie Sicherheitseinrichtungen und Unfallverhütungsmaßnahmen, die in Ihrer Werkstatt vorhanden sind, bzw. eingehalten werden müssen.

Anhang

Technische Richtlinien für Maler- und Lackiererarbeiten

Der Bundesausschuss Farbe und Sachwertschutz e.V. (BFS) beim Hauptverband Farbe Gestaltung Bautenschutz geben in Zusammenarbeit mit Institutionen, anderen Fachverbänden und Firmen Technische Richtlinien heraus. Folgende Merkblätter sind erschienen:

MB- Titel Nr.

1 Schutz und Instandsetzung von Betonaußenflächen im Hochbau
2 Imprägnierungen und Beschichtungen auf Kalksandstein-Sichtmauerwerk
3 Zurzeit nicht besetzt; Merkblatt wurde mit Nr. 18 zusammengefasst.
4 Zinkstaubbeschichtungen
5 Beschichtungen auf Zink und verzinktem Stahl
6 Beschichtungen auf Bauteilen aus Aluminium
7 Prüfrichtlinien für Wandbekleidungen vor der Verarbeitung
8 Innenbeschichtungen, Tapezier- und Klebearbeiten auf Betonflächen mit geschlossenem Gefüge
9 Beschichtungen auf Außenputz
10 Beschichtungen, Tapezier- und Klebearbeiten auf Innenputz
11 Beschichtungen, Tapezier- und Klebearbeiten auf Porenbeton
12 Oberflächenbehandlung von Gipsplatten (Gipskartonplatten) und Gipsfaserplatten
13 Beschichtungen auf Ziegel-Sichtmauerwerk
14 Beschichtung von Platten aus Faserzement und Asbestzement
15 Brandschutzbeschichtungen auf Holz, Holzwerkstoffen und Stahlbauteilen
16 Technische Richtlinien für Tapezier- und Klebearbeiten

MB- Titel Nr.

17 Beschichtungen, Tapezier- und Klebearbeiten auf Wänden aus Wandbauplatten aus Gips
18 Beschichtungen auf Holz und Holzwerkstoffen im Außenbereich
19 Risse in Außenputzen; Beschichtung und Armierung
19.1 Risse in unverputztem und verputztem Mauerwerk, in Gipskartonplatten und ähnlichen Stoffen auf Unterkonstruktionen; Ursachen und Bearbeitungsmöglichkeiten
20 Beurteilung des Untergrundes für Beschichtungs- und Tapezierarbeiten, Maßnahmen zur Beseitigung von Schäden
20.1 Beurteilung des Untergrundes für Putzarbeiten, Maßnahmen zur Beseitigung von Schäden
21 Technische Richtlinien für die Planung und Verarbeitung von Wärmedämm-Verbundsystemen
22 Beschichtungen auf Kunststoff im Hochbau
23 Technische Richtlinien für das Abdichten von Fugen im Hochbau und von Verglasungen
24 Beschichtungen auf pulverlackierten Bauteilen
25 Richtlinien zur Beurteilung von Farbübereinstimmungen und Farbabweichungen
26 Farbveränderung von Beschichtungen im Außenbereich

DIN- Normen und DIN EN-Normen

DIN EN 520, DIN 18180	Gipsplatten
DIN EN 13950	Gipsplatten-Verbundplatten
DIN EN 12859	Gipswandbauplatten
DIN EN 13279	Gipse und Gipsputze
DIN EN 13963	Fugenspachtel
DIN EN 12860	Kleber für Gipswandbauplatten
DIN EN 14496	Ansetzbinder für Gipsplatten
DIN V 18550	Verarbeitung von Gipsputzen
DIN EN 13914-2	Innenputze
DIN 52 460	Fugen und Glasabdichtungen, Begriffe
DIN EN ISO 7389	Rückstellvermögen (Dichtstoffe)
DIN EN 26927	Hochbau, Fugendichtstoffe-Begriffe
DIN 1961 VOB Teil B	Verdingungsordnung für Bauleistungen, Allgemeine Vertragsbedingungen
DIN 18299 VOB Teil C	Allgemeine Technische Vertragsbedingungen (ATV)
DIN 18350 VOB Teil C	ATV – Putz- und Stuckarbeiten

DIN 18361 VOB Teil C	ATV – Verglasungsarbeiten
DIN 18363 VOB Teil C	ATV – Maler- und Lackierarbeiten
DIN 18364 VOB Teil C	ATV – Korrosionsschutz an Stahlbauten
DIN 18365 VOB Teil C	ATV – Bodenbelagsarbeiten
DIN 18366 VOB Teil C	ATV – Tapezierarbeiten
DIN EN ISO 12944 1-8	Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme
ISO 8501 bis 8504	Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen
DIN 4420-1 bis 4420-3	Arbeits- und Schutzgerüste, Teile 1 bis 3
DIN EN 12810-1 u. -2	Fassadengerüste aus vorgefertigten Bauteilen, Teile 1 u. 2
EN 12810/12811	Europäische Gerüstnormen
DIN EN 771-2, DIN 106	Kalksandsteine
DIN V 106	Kalksandsteine mit besonderen Eigenschaften
DIN EN 459	Baukalke (Europäische Norm)
DIN 1060	Baukalke (Deutsche Norm)
DIN EN 206-1; DIN 1045	Beton- und Stahlbetonarbeiten
NIN V 4165, 4166, 4223	Porenbeton
DIN 4102	Baustoffklassen nach dem Brandverhalten
DIN 4108	Wärmeschutz im Hochbau
DIN 2403	Kennzeichnungsfarben für Rohrleitungen
DIN EN 998-1	Mineralische Putzmörtel
DIN 18 550	Putz
DIN 18 558	Kunstharzputze
DIN 53 778	Kunststoffdispersionsfarben für Innen
DIN EN 13 300	Nassabriebbeständigkeit
DIN 55 943	Farbmittel
DIN 55 945	Lacke und Anstrichstoffe
DIN EN 971	Lacke und Anstrichstoffe – Fachausdrücke und Definitionen
DIN 55 928	Korrosionsschutz von Stahl durch Beschichtungen und Überzüge
DIN 4076-1, DIN EN 13556	Holzarten
DIN EN 350-2	Holz-Dauerhaftigkeitsklassen
DIN 68 800	Holzschutz
DIN EN 13 986	Holzwerkstoffplatten
DIN EN 13 300	Beschichtungsstoffe (Nassabriebbeständigkeit, Glanz, Korngröße, Kontrastverhältnis)
DIN EN 1062	Beschichtungssysteme für mineralische Substrate und Beton
DIN EN 1062-1	Einteilung von Fassadenfarben
DIN EN 1662-1	Siliconharzfarben, Außenbereich
DIN 18164	Polystyrol-Hartschaum
DIN 53 211	Viskositätseinstellung
DIN EN ISO 7345	EnEV-Normen, Wärmeschutz
DIN EN 927-1	Lacke und Anstrichstoffe – Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für Holz im Außenbereich
DIN 5581	Kennfarben
DIN 4844 1 bis 3	Sicherheitskennzeichnung
DIN 67510 3 + 4	Langleuchtende und Langnachleuchtende Pigmente und Produkte
840 HR und GL	RAL-Farbregister (HR-halbmatt und GL-glänzend)
DIN 6164	Normfarbsystem
DIN EN 233	Festlegungen für fertige Papier-, Vinyl- und Kunststofftapeten
DIN EN 234	Festlegungen für fertige Wandbekleidungen für nachträgliche Behandlung
DIN EN 235	Begriffe und Symbole
DIN EN 259	Hoch beanspruchte Wandbekleidungen
DIN EN 266	Festlegungen für Textilwandbekleidungen
DIN EN 13085	Festlegungen für Korkrollen

Bildquellenverzeichnis

A.S. Création Tapetenstiftung, Wolfgang Raith, Gummersbach	Bild **13**.1 bis **13**.5; **13**.8 bis **13**.12; **13**.20; **13**.21; **13**.24
Akzo Nobel Coatings GmbH,Sikkens, Stuttgart	Bild **16**.32; **16**.33; **16**.35; **16**.36
Alfred Kärcher GmbH & Co., Winnenden	Bild **7**.28
Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., Düsseldorf	Bild **10**.1, **10**.3 bis **10**.7; **10**.12
Autolackiererei Heelemann, Nauwalde-Schweinfurth	Bild **16**.15
Bau-Berufsgenossenschaft	Bild **1**.14 bis **1**.19; **1**.21 bis **1**.27; **1**.29; **4**.43; **7**.24
Beiersdorf AG, Hamburg	Bild **8**.20; **8**.21
Brillux, Münster	Bild 7.8 b, c; 7.25; 7.26; 7.27; **14.**19; **14**.20; **15**.3 bis **15**.6; **15**.10 bis **15**.13; **15**.15; **15**.16
Bundesverband der Gipsindustrie e.v, Darmstadt	Bild **12**.5
Caparol Farben GmbH & Co KG, Ober-Ramstadt	Bild **8**.19; **9**.52 a bis f; **14.**3
Desowag-Bayer-Holzschutz GmbH, Düsseldorf	Bild **10.**15 bis **10**.24
Die Mappe, Verlag G.D.W. Callwey, München	Bild **13.**22
DLW AG, Bietigheim-Bissingen	Bild **13.**35, **13.**36
Dura Tufting GmbH, Fulda	Bild **13.**37, **13.**38
Europa Lehrmittel, Fachwissen Maler und Lackierer,	Bild **16**.14
Haan-Gruiten Festool, Wendlingen a.N.	Bild **7**.22 a-d; **10**.42; **16**.2 ; **16**.3; **16.5** bis **16**.7
Glasurit-Werke GmbH, Hiltrup	Bild **2**.6; **2**.14
Hauptverband Farbe Gestaltung Bautenschutz, Frankfurt	Bild **1**.1; **1**.2; **1**.3; **1**.4; **8**.16; **8**.18
Helmuth Heid, Künzell	Bild **1**.6 bis **1**.12; **3**.11; 5.8; **6**.8; **16**.1
Herkules Hebetechnik GmbH, Kassel	Bild **16**.34
Jürgen Reith, Fulda	Bild **1**.5; **1**.28; **1**.30 bis **1**.32; **4**.21 bis **4**.25; **4**.27; **4**.28; **4**.30 bis **4**.42; **5.18; 5**.19; **8**.1; **8**.13; **8**.14; **8**.19; **9**.13; **9**.14; **9**.17; **9**.21 bis **9**.49; **10**.14; **10**.25; **10**.31 bis **10.**41; **10**.52; **11**.9; **11**.10; **11**.21; **11**.24; **11**.25; **15**.1 bis **15**.4; **15**.7 bis **15**.9; **15**.14; **15**.17 bis **15**.19
Kalksandstein-Information GmbH & Co KG, Hannover	Bild **9.**14; **9**.15
Karl Gröner, Ulm	Bild **6**.19; **6**.23 bis **6**.25; **6**.28 bis **6**.36
Knauf Bauprodukte, Iphofen	Bild **12**.2 bis **12**.4;
L-TEC Lacktechnik GmbH, Cham	Bild **16**.17
Lux Geräte GmbH, Stuttgart	Bild **10**.50;
Marburger Tapetenfabrik J.B. Schaefer GmbH & Co KG, Kirchhain	Bild **13.**23, **13.**25
Michael Imhof, Fulda	Bild **5**.17; **5**.18; **5**.22
NCS, Stockholm	Bild **4**.46
nmc-Industrie-Vertrieb, Viernheim	Bild **13.**17
Pajarito-Werkzeugfabrik, Mettmann	Bild 7.9; 7.10; **7**.13; 7.24 a-j; **13**.18; **13**.19; **13**.28
Remmers, Löningen	Bild **9**.11 bis **9**.13; **9**.18 bis **9**.20
ROWIT LACKIERANLAGEN, Gronau	Bild **7**.19
SÄBU-MORSBACH GmbH, Morsbach	Bild **1**.13
Sanitaria GmbH, Ludwigshafen	Bild **7**.14; **7**.15; **7**.19
sapi GmbH, Nördlingen	Bild **9**.64 bis **9**.67
SATA GmbH & Co. KG, Kornwestheim	Bild **7**.12; **7**.20; **16**.16
Schriftenreihe des BAGUV, Hautkrankheiten und Hautschutz	Bild **1**.9
Steinbruchs-Berufsgenossenschaft, Langenhagen	Bild **7**.21

Sto AG, Stühlingen	Bild **4**.1; **4**.2; **9**.50; 9.51; **9**.53; **9**.55; **9.**56; **9.**61; **9.**62; **9**.63; **14**.5 bis **14**.7; **14**.9 bis **14**.18
Storch Pinsel-Fabrik, Wuppertal	Bild **16**.4
TECLAC Werner GmbH, Fulda	Bild **11**.3; **11**.7; **11**.8; **11**.11 bis **11**.16; **11**.18 bis **11**.20; **11**.22; **11**.23
tws Taunus-Werkstoff GmbH & Co Vertriebs KG, Wiesbaden	Bild **7**.8 a
Übelhör Lackierwerkstatt, Waiblingen-Bittenfeld	Bild **16**.8; **16**.9 a-d
Verlag M. Diesterweg, Frankfurt, D. Schuphan u.a.	Bild **3**.12 bis **3**.14
Walther GmbH, Wuppertal	Bild **7**.18
Wilhelm Frank GmbH, Leinfelden-Echterdingen	Bild **10.**26 bis **10**.30
Winfried Sander, Fulda	Bild **6**.27
Wistoba-Pinselfabrik, Bad Lauterberg	Bild **7**.2 bis **7**.7; **7**.8
Wolfgang Imhof, Fulda	Bild **5**.1 bis **5**.7; **5**.9 bis **5**.15; **5**.21; **6**.1 bis **6**.7; **6**.9 bis **6**.18; **6**.26; **10**.43 bis **10**.47

Die übrigen Bilder wurden dem Verlagsarchiv entnommen.

Wir danken den oben aufgeführten Firmen für die freundlicherweise zur Verfügung gestellten Abbildungen.

Literaturverzeichnis

Broschüren/Fachzeitschriften/Fachbücher

- Beleuchtung mit künstlichem Licht u. a. (Hefte, Schriftenreihe); Fördergemeinschaft Gutes Licht, Frankfurt/M
- BFS-Merkblätter; Bundesausschuss Farbe und Sachwertschutz e.V., Frankfurt
- Der Maler und Lackierermeister; Verlag W. Sachon GmbH + Co., Mindelheim
- Fachkunde Karosserie- und Lacktechnik; Verlag Europa Lehrmittel, Haan-Gruiten
- Fachwissen Maler und Lackierer; Verlag Europa Lehrmittel, Haan-Gruiten
- Farbe am Arbeitsplatz; Hauptverband Farbe Gestaltung Bautenschutz, Frankfurt u. a.
- Fehler erkennen und vermeiden; Sikkens GmbH, Stuttgart
- fml – der fahrzeug- und metall-lackierer/das lackiererhandwerk; Audin Verlag GmbH, München
- Gips Datenbuch; Bundesverband der Gipsindustrie e. V. Darmstadt
- Handlungsanleitung für den Umgang mit Arbeits- und Schutzgerüsten; Berufsgenossenschaft, Sigeplan
- ift-Richtlinien; Institut für Fenstertechnik e. V., Rosenheim
- IVD-Merkblätter; Industrieverband Dichtstoffe
- Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme; Verband der Lackindustrie, Frankfurt; Bundesverb. Korrosionsschutz, Köln
- Malerblatt; Konradin Medien GmbH, Leinfelden-Echterdingen
- Fachmathematik für Maler, Lackierer und Fahrzeuglackierer, 5. Auflage; Vieweg+Teubner, Wiesbaden 2005
- Mappe; Verlag Georg D.W. Callwey GmbH & Co. KG, München
- Mauerwerk-Kalender; Industrieverband WerkMörtel e.V. Duisburg
- Praxishandbuch Dichtstoffe; Industrieverband Dichtstoffe
- Putzoberflächen im Innenbereich; Hauptverband Farbe Gestaltung Bautenschutz, Frankfurt u. a.
- Schriftenreihe; Deutsches Lackinstitut, Frankfurt
- Standartleistungsbuch für das Bauwesen; Beuth Verlag GmbH, Berlin

Merkblätter (M)/Techn. Informationen (T)

- Algen und Pilze auf Fassaden (T); Fachverband WDV-Systeme, Baden-Baden
- Ebenheitstoleranzen nach DIN 18202; Techn. Informationsstelle des deutschem Maler- und Lackiererhandwerks, Stuttgart
- Egalisationsanstriche auf Edelputze (M); Bundesverband der Deutschen Mörtelindustrie

- Einbau und Verputzen von Polystyrol-Hartschaumstoffplatten (M); Industrieverband Werk-Mörtel e. V. Duisburg u. a.
- Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten; Techn. Informationsstelle des deutschem Maler- und Lackiererhandwerks, Stuttgart
- Europäische Klassifizierung des Brandverhaltens von Bauprodukten; Techn. Informationsstelle des deutschem Maler- und Lackiererhandwerks, Stuttgart
- Gitterschnitt mit Klebebandabriss; Techn. Informationsstelle des deutschem Maler- und Lackiererhandwerks, Stuttgart
- Haftbrücken für Gipsputze und gipshaltige Putze (M); Bundesverband der Gipsindustrie e. V. Darmstadt
- Kleben von Parkett (M); Industrieverband Klebstoffe e. V.
- Strukturierte Putzoberflächen - Visuelle Anforderungen (M); Hauptverband Farbe Gestaltung Bautenschutz, Frankfurt
- Toleranzen im Hochbau nach DIN 18201 u. DIN 18202 (M); Zentralverband Deutsches Baugewerbe u. a.
- Verlegen von Laminat-Fußbodenelementen; Verband Europäischer Laminatfußbodenhersteller, Köln
- Verputzen bei hohen und tiefen Temperaturen (M); Deutscher Stuckgewerbeverband, Berlin
- Verspachtelung von Gipsplatten, Oberflächengüten (M2); Bundesverband der Gipsindustrie e. V. Darmstadt
- Vorbehandlung von Trockenbauflächen aus Gipsplatten zur ; Bundesverband der Gipsindustrie e. V. Darmstadt
- WDV-Systeme im Sockel u. erdberührten Bereich ; Fachverband WDV-Systeme, Baden-Baden u. a.
- Weitergehenden Oberflächenbeschichtung bzw. -bekleidung (M6); Bundesverband der Gipsindustrie e. V. Darmstadt

Sachwortverzeichnis

A

Abbeizen 236, 285, 418
Abbeizmittel 16, 198, 236
Abbrennen 198, 285
Abbrenngerät 153
Abdeckband 205
Abdecken 419
Abdeckmaterial 16
Abdeckmittel 207
Abdeckpapier 130
Abfall 36
Abfallbeseitigung 36
Abfallentsorgung 36
Abfallgruppe 36
Abfallunterscheidung 36
Abklatschtechnik 401
Ablagerungsgestein 224
Ablaugemittel 198
Abperleffekt 246
Abschlussprüfung 8, 10
Absorption 70, 71
Absperrmittel 197
Abziehschrift 118
Abziehverfahren 121
Acrylharzlack 180, 181, 237
Acryl-Klarlack 294
Acryllack 186
Acryl-Lackierung 121
Acryllasur 237
Additiv 189, 325
Adhäsion 42, 164
Aggregatzustand 39
– fest 39
– flüssig 39
– gasförmig 39
AK-Lack 179
Akzentwand 364
Alkalität 227
Alkydharz 179
Alkydharz-Klarlack 294
Alkydharzlack 179, 180, 237
Altbeschichtung 236, 246
– Entfernung 261
Altersbestimmung 264
Altpapier 128
Aluminium 311, 314, 315, 329
Ammoniaklösung 310
Analyse 56
Anforderung 14
Anhangskraft 42
Anhydrit 213
Anlage
– elektrische 32
Anlegeleiter 28
Anreibeschrift 118
Anschlussfuge 204, 339, 341
Anschusspinsel 138
Anstrichkissen 141
Anstrichstoff 178
Anstrichverträglichkeit 203
Antiqua 112, 114
Applikationsverfahren 302
Aqualack 186
Aquarellpapier 128
Aquarellpinsel 138
Arbeitgeber 21
Arbeitnehmer 21
Arbeitsablauf 4
Arbeitsbühne
– fahrbare 28, 29
Arbeitsgerüst 29, 30
Arbeitsmediziner 18
Arbeitsplatz 16, 33
Arbeitsplatzgrenzwert 20, 149
Arbeitsraum 15, 33, 310
Arbeitsschutz 17
Arbeitssicherheit 19
Arbeitsunfall 18, 23
– Ursache 18
Armierung 392

Asbest ... 221
Asphaltlack ... 185
Atemschutz ... 24
Atemschutzgerät ... 25
Atemschutzhaube ... 25
Atemschutzmaske ... 149
Atom ... 57
– Aufbau ... 57
Aufenthaltsraum ... 15
Aufgabe
– kulturelle ... 13
Aufgabenbereich ... 2
Auftragsabwicklung ... 430
Augenschutz ... 25
Ausbildungsberufsbild ... 1, 4
– Bauten- und Objektbeschichter ... 5
– Fahrzeuglackierer ... 6
– Maler und Lackierer ... 5
Ausbildungsordnung ... 2
Ausbildungsrahmenplan ... 1, 4
Ausbildungsstätte
– überbetriebliche ... 7
Ausbildungsstruktur ... 1
Auslauf-Viskosimeter ... 48
Außenbauteil
– maßhaltig ... 268, 287
– nicht maßhaltig ... 287
Außendämmung ... 385
Außenraumklima ... 273

B

Barock ... 94
Base ... 60, 61
Bauabfall ... 36
Baugips ... 213, 214
Bauhaus ... 97
Bauleuchte ... 32
Bauschnittholz ... 267
Baustoffklasse
– Einstufung ... 393
Bauteil
– Anschlüsse ... 339
– Klassifikation ... 272
Bauteilfuge ... 204
Bauten- und Korrosionsschutz ... 6
Bauten- und Objektbeschichter ... 1, 2
– Prüfung ... 8
Befestigungssystem ... 390
Begleitpapier ... 339
Beilackierung ... 429
Beizen ... 321, 413
Beiztechnik ... 406, 407
Belag ... 157
Benetzbarkeit ... 43
Berichtsheft ... 7
Berufsausbildung
– duale ... 6
Berufsbild ... 1
Berufseignung ... 3
Berufsfeld ... 1
– Farbtechnik und Raumgestaltung ... 1
Berufskrankheit ... 18, 23
– Ursache ... 18
Berufsschulunterricht ... 7
Berührungskorrosion ... 313
Beschäftigungsbeschränkung ... 21
Beschäftigungsverbot ... 21
Beschichtung ... 257, 286, 340
– Aluminium ... 332
– Dispersionsfarbe ... 242
– Dispersionssilikatfarbe ... 241
– Fassadenfarbe, lösemittelhaltig ... 245
– Holz ... 280
– Holzwerkstoff ... 280
– irreversible ... 192
– Kalkfarbe ... 238
– Kupfer ... 334
– Lack ... 290
– Leimfarbe ... 242
– reversible ... 192
– Siliconharz-Emulsionsfarbe ... 244
– Silikatfarbe ... 239
Beschichtungaufbau ... 310
Beschichtungsaufbau ... 190, 297, 302
Beschichtungsausführung ... 291, 292, 293, 297, 298
Beschichtungsfehler ... 299

Beschichtungsmittel ... 142
Beschichtungsstoff ... 237, 246, 254
– kälteelastischer ... 233
– lösemittelhaltig ... 237
– wasserverdünnbar ... 237
Beschichtungssystem ... 190, 287
– verzinkte Stahlfläche ... 331
– Zink ... 331
Beschichtungstechnik ... 237, 287
Beschichtungswerkzeug ... 137
Beschriftung ... 121
Beschriftungstechnik ... 103, 117
Besteckungsmaterial ... 139
Beton ... 215, 235, 236, 246
– Bestandteil ... 216
Betonart ... 216
Betonbeschichtung ... 218
Betondeckung ... 217
Betonfestigkeitsklasse ... 218
Betonfläche ... 256
Betongruppe ... 216
Betoninstandsetzung ... 219, 255, 258
Betoninstandsetzungsarbeit ... 256
Betonschaden ... 217, 219
Betriebsanweisung ... 20, 21, 22, 23, 150
Betriebsarzt ... 18
BG BAU ... 18, 19
BG-Grundsatz ... 19
BG-Information ... 19
BG-Regel ... 19
BG-Vorschrift ... 19
Biedermeier ... 95
Bimssteinpulver ... 201
Bindemittel ... 164
– anorganisches ... 164, 165
– lösemittelbasiert ... 309
– organisches ... 168
– wasserbasiert ... 309
Bindung ... 199
Bindungsart ... 415
Birkenmodler ... 138
Bitumenlack ... 186
Blattgold ... 408
Blattmetall ... 408
Bläuepilzbefall ... 280
Bläueschutzmittel ... 289
Blei ... 311
Bleichen ... 285
Blinder Fleck ... 68
Blower-Door-Messung ... 395
Bodenbelag ... 376
– textiler ... 378
Bodenbelagsart ... 376
Bodenleuchte ... 32
Borsten ... 139
Brandriegel ... 394
Brandschutz ... 393
Brandschutzbeschichtung ... 301, 334
Brandschutzmaßnahme ... 394
Brandschutzvorschrift ... 393
Brandverhalten ... 393
Brechzahl ... 160
Breitenklasse ... 30
Brennbarkeitsklasse ... 301, 334, 335
Brenntest ... 429
Bronze ... 164, 311
Bruchsteinwand ... 99
Buntpigment ... 162
Buntsteinputz ... 237, 251
Bürste ... 139, 141

C

Carbonatisierungsgeschwindigkeit ... 217, 218
CE-Kennzeichnung ... 338
CE-Zeichen ... 32, 33
Chemie ... 55
Chemiefaser ... 133
Chemikalienbeständigkeit ... 160, 171
Chipstechnik ... 402
Chlorkautschuklack ... 185, 237
Cochenille ... 159
Coil-Coating-Beschichtung ... 326
Computer ... 88
Cuttermesser ... 152
CV-Belag ... 378

D

Dachfarbe ... 85
Dachvertreiber ... 138
Dämmplattenauswahl ... 390
Dämmstoff ... 355, 395
– künstlich mineralischer ... 387
– künstlich organischer ... 386
– natürlich mineralischer ... 388
– natürlich organischer ... 387
Dampfbremse ... 395
Dauerhaftigkeitsklasse ... 267
Deckbeschichtung ... 191
Deckentapezierung ... 368
Decklackierung ... 424
Decklacksystem ... 425
Deckvermögen ... 160
Dendrochronologie ... 264
Denkmalpflege ... 6, 102
Desktop-Publishing ... 122
Destillation ... 40
Diagnosebogen ... 255
Diagonalvergrößerung ... 116
Dichtband
– vorkomprimiertes ... 204
Dichte ... 40
Dichtstoff ... 202
Diffusion ... 46
Digitaldruck ... 347
DIN-Farbenkarte ... 87
DIN-Format ... 129
Dispersion ... 168, 169
Dispersionsfarbe ... 166, 169, 175, 176, 237, 238, 242, 246, 362
Dispersionskleber ... 357
Dispersionsputz ... 250
Dispersionssilikatfarbe ... 167, 175, 176, 237, 238, 241, 246
Dispersionssilikatputz ... 249
Dokumentation ... 22
Drahtstahlbürste ... 152
Dreieckschleifer ... 151, 417
Dreischichtsystem ... 291
Druck ... 40
Drucken ... 126
Drucker ... 123
Druckgewebe ... 125
Druckluft ... 145
Druckluftmaschine ... 416
Druckschablone ... 125
Druckschrift
– deutsche ... 105
– lateinische ... 105
Drucksystem ... 144
– luftloses ... 145
Drucktisch ... 124
Dübeln ... 390
Dunkelvergilbung ... 180
Duplex-Verfahren ... 330
Durchführen
– selbständiges ... 4
Durchtrocknung ... 289
Duromer ... 64
Duroplast ... 64, 307
Edelmetall ... 311

E

Edelputz ... 211
– mineralischer ... 248
Efeuranke ... 231
Effektlackierung ... 334
Egalisationsanstrich ... 211
Egyptienne ... 105, 113
Einbringverfahren ... 272
Elastomer ... 64, 307
Elektrische Energie ... 52
Elektrische Leistung ... 52
Elektrischer Strom ... 51
Elektrischer Widerstand ... 52
Elektrizität ... 51
Elektromaschine ... 416
Element ... 56, 57
Emission ... 21
Emissionsklasse ... 279
Emissionskurve ... 69
Emulsion ... 55, 168, 169
ENEC-Zeichen ... 33
Energieeinsparverordnung ... 381
Entrostungsverfahren ... 319

Entrostungswerkzeug ... 320
Entschichten ... 198
– thermisches ... 198
Entsorgung ... 21, 36
Epoxidharzlack ... 182, 237
Erdpigment ... 161
Erhärtung ... 192, 248
Erkennungsmerkmal ... 307
Erstarrungsgestein ... 224
Erstbeschichtung ... 190, 297
Erste Hilfe ... 35
Erste-Hilfe-Einrichtung ... 35
Erste-Hilfe-Leistung ... 35
Erste-Hilfe-Maßnahme ... 21, 32
Ersthelfer ... 35
Exzenterschleifer ... 151, 417

F

Fachrichtung ... 3
Fachwerk ... 82, 100
– Beschichtung ... 300
Fachwerkbau ... 100
Fachwerkkonstruktion ... 101
Fahrzeugbeschriftung ... 120, 123
Fahrzeugdesign ... 123
Fahrzeuglackierer ... 1, 2, 3
– Prüfung ... 10
– Zwischenprüfung ... 10
Fahrzeuglackierung ... 411
– handwerkliche ... 411
Farb- und Lackraum ... 15
Farbbehälter ... 15, 141
Farbdose ... 16
Farbdreieck ... 75
Farbe ... 13, 67, 79, 98
Farbe-an-sich-Kontrast ... 75, 76
Farbempfinden ... 4
Farbenlehre ... 67
Farbentwurf ... 83
Färbevermögen ... 160
Farbgestaltung ... 98
Farbkennzeichnung ... 337
Farbkontrast ... 75
Farbkonzept ... 82
Farbkreis ... 74
Farblack ... 157
Farbmessung ... 72
Farbmischung ... 73, 433
– additive ... 73
– subtraktive ... 73
Farbmittel ... 157, 158, 159
Farbmuster ... 83, 254
Farbnadel ... 143
Farbnebelabsauggerät ... 448
Farbplan ... 83
Farbraum NCS-System ... 88
Farbroller ... 140, 141
Farbrollerbezug ... 140
Farbskizze ... 83
Farbspritze ... 305
Farbstoff ... 157
Farbtemperaturbereich ... 70
Farbton ... 72
Farbtongenauigkeit ... 432
Farbtonvergleich ... 432
Farbtube ... 15
Farbvorschlag ... 82
Farbwalze ... 140
Farbwiedergabe ... 69
Farbwiedergabe-Index ... 69
Farbwirkung ... 78
Faserzement ... 220
Fassade ... 82
Fassadenbeschichtung ... 245
Fassadenfarbe ... 176, 245, 246
– photokatalytische ... 247
Fassadenfläche
– Entschichtung ... 260
– Reinigung ... 260
Fassadenmalerei ... 84, 398
Fassadenpinsel ... 138
Fassadenprofil ... 252, 253
Fassadenreinigung ... 260, 261
Fassadenwerbung ... 85
Feinschleifmaschine ... 150
Fenster ... 296
Fensterbeschichtung ... 296

Fenstertür ... 296
Fertigschrift ... 118
Feuchtigkeitsprobe ... 129
Feuerverzinken ... 330
Feuerwiderstandklasse ... 335
Fiber ... 201
Fiberscheibe ... 201
Filmbildung ... 191
Filz ... 133
Firmenzeichen ... 121
Fixativ ... 131
Flächengewicht ... 129
Flächenkorrosion ... 312
Flächenstreicher ... 140
Flachsfaser ... 133
Flammpunkt ... 34, 194
Flammstrahlen ... 321
Flechte ... 231
Flexodruck ... 346
Fließsystem ... 143
Flimmerkontrast ... 76, 77
Fluat ... 197
Fluoreszenz ... 163
Flüssigkeit
– brennbare ... 34
Fluten ... 304
Fondtapete ... 348
Formaldehyd ... 279
Format ... 107
Formensinn ... 4
Fortbildung ... 11
Fotoschablone ... 125
Fototapete ... 350
Freileitung
– elektrische ... 32
Freiluftklima ... 273
Freilufttrocknung ... 270
Fresco-Technik ... 397
Frostbeständigkeit ... 171
Fuge ... 202
Fugenabdichtung ... 202
Fugenband
– elastomeres ... 203
Fugendimensionierung ... 204
Füller ... 201, 286, 422
Füllern ... 421
Füllstoff ... 160, 237, 324
Fungizid ... 197

G

Galvanisches Element ... 311
Ganzlackierung ... 430
Gasfilter ... 25
Gebäudeenergieausweis ... 382
Gebotszeichen ... 24, 33
Gefährdungsbeurteilung ... 20, 21
Gefahrenbezeichnung ... 22
Gefahrenhinweis ... 22
Gefahrenklasse ... 149
Gefahrensymbol ... 20, 22
Gefahrklasse ... 194
Gefährlichkeitsmerkmal ... 19
Gefahrstoff ... 19, 20, 21
– Aufnahmeweg ... 22
Gefahrstoffverordnung ... 20
Gefüge ... 415
Gelber Fleck ... 68
Gemeine ... 112
Gemenge ... 55
Gemisch ... 55
Gerät ... 137, 150, 359
Gerüst ... 16
Gerüstersteller ... 30
Gerüstkennzeichnung ... 31
Gesellenprüfung ... 7, 9, 11
Gesichtsschutz ... 25
Gestalten ... 9
Gestaltung
– plastische ... 404
Gestaltung und Instandhaltung ... 5
Gestaltungsgrundsatz ... 107
Gestaltungstechnik ... 397, 398, 399
– auf Glas ... 406
– auf Holz ... 406
Gesundheit ... 4
Gesundheitsgefährdung ... 19, 21
Gesundheitsvorsorge ... 19

Gewährleistung ... 254
Gewebe ... 201, 392
Gewebeart ... 233
Gewebe-Textiltapete ... 349
Gewerbeabfall
– hausmüllähnlicher ... 36
Gewichtskraft ... 40, 41
Gießen ... 304
Gips ... 213
Gipsfaserplatte ... 342
Gipskartonplatte ... 236
Gipsplatte ... 337
– Verlegung ... 339
Gipsplattentyp ... 338
Gipsputz ... 213
Gips-Wandbauplatte ... 337, 342
GISBAU ... 19
Gitterschleifleine ... 200
Gitterschnitt ... 284
Gitterschnitt-Kennwert ... 316
Gitterschnittprüfung ... 315
Glanzeinteilung ... 170
Glanzvergoldung ... 408
Glas ... 44
Glasabdichtung ... 204
Glasfasergewebe ... 405
Glasgewebe ... 351
Glättekelle ... 152
Glättetechnik ... 400
Glättstoff ... 237
Glattstrichpinsel ... 141
Glättungsmittel ... 201
Gold ... 311
Gotik ... 93
Granitsteintechnik ... 404
Griechen ... 92, 103
Grotesk ... 105, 112
Groteskschrift ... 113
Grünalge ... 228
Grundbeschichtung ... 191, 238, 290
Grundbeschichtungsstoff ... 188, 238, 287, 309, 355
Grundieren ... 421
Grundierfüller ... 422
Grüner Punkt ... 37
Grusograph-Schriftprojektor ... 116
GS-Zeichen ... 32
Gummibelag ... 378
Gummirakel ... 124
Gütezeichen ... 348

H

Haare ... 139
Haargarn ... 133
Hadern ... 128
Hagelschaden ... 281
Halbmaske ... 25
Hand-Bandschleifer ... 151
Handleuchte ... 32
Handlungsanleitung ... 27
Handschaber ... 152
Handschliff ... 416
Hardware ... 88
Härter ... 425
Härtung ... 191
Harzgallen ... 280
Häuserzeile ... 85
Hautallergie ... 26
Hautpflegemittel ... 26
Hautreinigungsmittel ... 26
Hautschutz ... 25, 26
Hautschutzmittel ... 25, 26
Hautschutzplan ... 25, 26
Heizkörperpinsel ... 138
Hellbezugswert ... 72, 73
Hell-Dunkel-Kontrast ... 76
Helligkeit ... 72
Hilfsmittel ... 157
Hilfsstoff ... 157
Hinterglasbeschriftung ... 118
Hinterglasvergoldung ... 408
Historismus ... 96
Hochdruckreiniger ... 154
Hochdruckverfahren ... 145
Hochdruck-Wasserreinigung ... 261
Höchstdruckverfahren ... 146
Holmverlängerung ... 27

Holz 44, 263
– Aufbau 263
– Beschaffenheit 263
– Eigenschaft 269
– elektrische Leitfähigkeit 269
– Gewicht 269
– Härte 269
– Rohdichte 269
– Wärmeleitfähigkeit 269
Holzart 266, 268
Holzeigenschaft 268
Holzfarbe 264
Holzfehler 265
Holzfensterprofil 271
Holzfeuchte 271, 280
Holzfeuchtigkeit 269, 270, 271
Holzfußboden 294
Holzinhaltsstoff 263
Holzleiter 28
Holzschädling 274
– Bekämpfung 274
– pflanzlicher 276
– tierischer 274
Holzschutz 271
– chemischer 272
– konstruktiver 271
– physikalischer 272
Holzschutzmittel 286
Holzwerkstoff 277
– Beschichtung 300
Holzwerkstoffplatte 277
Hornhaut 68
HS-Füller 422
Hubarbeitsbühne 28, 29
Humanistische Minuskel 105
Hydrolack 186
Hydrophobierung 46
Hygiene 13

I

Imprägniermittel 173, 223
Imprägnierung 275
Informationsermittlung 20
Infrarottechnik 383
Infrarot-Trockner 149
Infrarottrocknung 449
Innendämmsystem 395
Innendämmung 384, 395
Innenraum 80
Instandsetzen 9
Instandsetzung 257
Instandsetzungsmaßnahme 258
Isolator 51
Italienne 105

J

Jahresringzählung 264
Japan-/Flächenspachtel 152
Jugendstil 97
Jutefaser 133

K

Kaliwasserglas 167
Kalk 165
– hydraulischer 165
Kalkfarbe 165, 237
Kalkputz 212, 248
– hydraulischer 212
Kalksandstein 223, 235, 246, 384
Kalk-Schmucktechnik 397
Kalkstein 165
Kalk-Weißzementfarbe 237
Kalt-Warm-Kontrast 76
Kammzugtechnik 399
Kantenausbildung 338
Kapillarität 44, 45
Kapselpinsel 137
Karat 408
Karosserieteil 430
Karton 127, 128
Kasein 168
Kaseinleim 168
KD-Farbe 171
– Glanzgrad 172
Kennzeichnung 13, 22
Kennzeichnungsfarbe 86, 87
Kernqualifikation 4
Kettfaden-Textiltapete 349

Kirchenmalerei 6
Kittmesser 152
Klarlack 178, 287, 293
Klassifikation 267
Klassizismus 95
Klebearbeit 152
Klebeband 205
Klebebandentfernung 207
Klebebandtest 284
Klebematerial 16
Klebemittel 207, 409
Kleben 390
Klebepolteppich 380
Kleber 372
Klebetechnik 371
Klebstoff 357
Klimabeanspruchung 272
Klinker 222
Knüpfteppich 380
Kohäsion 41, 164
Kohlenstoff
– Chemie 63
Kokos 133
Kolbenkompressor 145
Komplementärfarbe 75
Komplementärkontrast 76
Kompressor 144
Kondenswasserkorrosion 313
Konservierung 224
Kontaktekzem 26
– akutes 26
– allergisches 26
– chronisches 26
Kontaktkorrosion 313
Kontrastverhältnis 170
Kontrollfläche 329
Kontrollieren
– selbständiges 4
Konturierpinsel 138
Konvektionsofen 149
Kopiermethode
– direkte 126
– indirekte 126
Korngröße 170, 199
Körper
– dehnbarer 42
– elastischer 42
– harter 42
– plastischer 42
– Zustandsform 39
Korrosion 60, 311, 413
– atmosphärische 312
– chemische 311
– elektrochemische 60, 311
– interkristalline 313
Korrosionsart 311
Korrosionsschutz 323
Korrosionsschutzpigment 163, 324
Korund 414
Kratzprobe 284
Krepppapier 128
Kundenauftrag 4
Kunstfaser 131, 133
Kunstharzlackierung 121
Kunstharzputz 235
Kunststeinfassade 83
Kunststil 91
Kunststoff 44, 63, 306, 307
– Einordnung 63
– Grundierung 429
– Kurzzeichen 428
Kunststoffart 307
Kunststoff-Deckenplatte 374
Kunststoffdispersion 169, 171
Kunststoff-Dispersionsbeschichtungsstoff 172
Kunststoffwandbekleidung 348
Kunststoff-Wandbelag 370, 371
Kunststoff-Wandplatte 372
Kupfer 311, 330
Kupfertiefdruck 346

L

Lack 178, 362
– 1K-PUR-Klarlack 294
– 2K-Epoxidharzlack 237
– 2K-PUR-Klarlack 294

Lack
– farbloser ... 287, 293
– festkörperreicher ... 424
– säurehärtender ... 183, 184
– wasserbasierter ... 186, 187
Lack-auf-Lack-Technik ... 291
Lackfarbe ... 178
Lackieranlage ... 448
Lackieren ... 291
– Kunststoff ... 427
Lackierfehler ... 439, 443
Lackierkosten-Ermittlung ... 431
Lackierpinsel ... 138, 142
Lackierroller ... 142
Lackiersystem ... 411
– 1-Schicht-Lackierung ... 425
– 2-Schicht-Lackierung ... 425
– 3-Schicht-Lackierung ... 426
Lackiertechnik ... 302
Lackiervorbereitung ... 411
Lackierwerkstatt ... 16
Lacknebelabsaugung ... 147
Lackpinsel ... 15
Lackschaden ... 446
Lagerbeständigkeit ... 171
Lagerfugenriss ... 232
Lagermenge ... 35
Lagerraum ... 15, 33, 34
Lagerung ... 34
Lampe ... 69
Lärm ... 36
Lastklasse ... 30
Lasur ... 287, 289
– dünnflüssige ... 290
– gelartige ... 289
– tixotrope ... 289
– tropfgehemmte ... 289
Lasurspachteltechnik ... 399, 400
Lasurtechnik ... 401, 403, 406
Laubholz ... 264
Laufrichtung ... 129
Lauge ... 61
Lautstärke ... 50
Lehmbauplatte ... 221
Lehmputz ... 214
Lehmstein ... 221
Leichtbeton ... 384
Leichtbeton-Hohlblockstein ... 384
Leichtlehmstein ... 221
Leichtputzmörtel ... 211
Leichtziegel ... 384
Leimfarbe ... 168, 236, 237, 242
Leimfarbenbeschichtung ... 362
Leinen-Wandbekleidung ... 376
Leiter ... 16, 27, 51
Leuchte ... 32
Leuchtfarbe ... 163
Leuchtfarbstoff ... 163
Leuchtpigment ... 163
Licht ... 67
Lichtbeständigkeit ... 160, 171
Lichtechtheit ... 171
Lichtfarbe ... 69
Lichtstrahl ... 67
Linoleum ... 376
Linse ... 68
Lochkorrosion ... 312
Löschpapier ... 128
Lösemittel ... 192, 324
– aromatenfreies ... 193
– Eigenschaften ... 193
– Einteilung ... 193
– reaktives ... 192
Lösemittelbasis
– lösemittelbasiert ... 195
– wasserbasiert ... 195
Lösemittelprobe ... 284, 428
Lösemitteltest ... 412
Lösung ... 55
Luft ... 58, 59
Luftdrucksystem ... 145
Luftfeuchte ... 46, 47
Luftkalk ... 165
Luftkalkmörtel ... 212
Lufttrocknen ... 148
Luftverschmutzung ... 36

Lumineszenz ... 163
Lunker ... 231

M

Makromolekül ... 64
Maler und Lackierer ... 1, 2
– Prüfung ... 9
– Zwischenprüfung ... 9
Maler- und Lackierergewerbe ... 1
– Berufsaufgabe ... 13
– Prüfung ... 8
– Weiterbildung ... 11
Malerspachtel ... 152
Malpinsel ... 138
Marmorierung ... 399
Marmortechnik ... 404
Maschine ... 137
– elektrische ... 16
Maschinenschliff ... 416
Maschinenschliff-Füller ... 422
Maschinensystem ... 418
Maserieren ... 406
Maserierung ... 402
Masse ... 40
Materialdüse ... 143
Mattierungstechnik ... 407
Mattvergoldung ... 407
Mauerspinne ... 226, 229
Mauerwerk ... 221
Mauerziegel ... 222
– Mängel ... 222
– Schaden ... 222
Medium-Solid-Lack ... 424
Membrankompressor ... 144
Merkblatt
– technisches ... 175
Messing ... 311
Metall ... 44
Metalleffekt-Lack ... 424
Metalleffektpigment ... 163
Metall-Effekt-Wandbekleidung ... 349
Metallschutz ... 328
Metalltapete ... 350
Metallüberzug ... 311
Metamerie ... 70
MG P II ... 246
MG P III ... 246
Mineralpigment ... 161, 162
Minuskel ... 105
Mitte
– optische ... 106, 107
Modellierputz ... 248
Molekül ... 41, 57, 58
Monomer ... 63
Mörtel ... 209
Mörtelgruppe ... 210, 235, 236
MS-Füller ... 422
Muldenkorrosion ... 312
Muster ... 364
Musteransatz ... 354

N

Nachversiegelung ... 205
Nadelfilzteppich ... 379
Nadelholz ... 264
Nassabriebbeständigkeit ... 170
Nassabscheidung ... 148
Nassschliff ... 417, 418
Nassverfahren
– mechanisches ... 261
Nationalschrift ... 103
Naturfarbe ... 163
Naturfaser ... 131
Naturharz ... 176, 177
Naturharzlack ... 176
Naturstein ... 224
Natursteinfassade ... 83
Natursteinmauerwerk ... 224, 225
Natursteinputz ... 251
Naturwerkstofftapete ... 350
NCS – Natural Colours System ... 87
Nebelstrahltechnik ... 261
Neigung ... 4
NE-Metall ... 311, 329
Neoprint-Verfahren ... 120
Netzhaut ... 68
Netzmittelwäsche
– ammoniakalische ... 331

Neubarock ... 96
Neugotik ... 96
Neurenaissance ... 96
Neuromanik ... 96
Neutralisation ... 61
Neutralisationsprüfung ... 62
Nichteisenmetall ... 329
Niederdruckverfahren ... 145
Nitroverdünnung ... 412
Nitrozelluloselack ... 184
Normalbeton ... 384
Normalputz ... 211
Normaltapete ... 365
Normaltapetenkleister ... 358
Notausgang ... 15
Nylonfaservlies ... 201

O

Oberflächenriss ... 219
Oberflächentemperatur ... 274, 298
Oberflächenvorbereitung ... 316, 318, 320
Oberflächenvorbereitungsgrad ... 321, 322
Oberflächenvorbereitungsverfahren ... 319
Objektanalyse ... 82
Objektbeschriftung ... 117
OEM ... 428
Ofentrocknung ... 149
Ohmsches Gesetz ... 52
Öl ... 176, 177, 295
Ölen ... 294
Ölfarbe ... 362
Ölfarbpinsel ... 142
Ölvergoldung ... 408
Optik ... 67
Osmose ... 46
Oxidation ... 59

P

Packpapier ... 128
Papier ... 127
– Eigenschaften ... 128
Papierherstellung ... 127
Papierwandbekleidung ... 348
Pappe ... 128, 129, 131
Parkettbeschichtung ... 294
Partikelfilter ... 25
Partner
– dualer ... 6
Pergamentpapier ... 128
Periodensystem ... 58
Pflanzenöl ... 176
Phosphoreszenz ... 163
pH-Skala ... 62
pH-Wert ... 62
Pigment ... 157, 158
– aktives ... 161
– Aufgaben ... 158
– Eigenschaften ... 158
– Formen ... 158
– inaktives ... 161
– organisches ... 163
– passives ... 162
Pilzbefall ... 277
Pinsel ... 137, 141
Pinselgröße ... 139
Pinsellackierung ... 302
Pinsellasurtechnik ... 400
Pinselschrift ... 114
Pistolen-Waschanlage ... 436
Plakatkarton ... 130
Plakatschreiber ... 138
Plakatschrift ... 114
Planen
– selbständiges ... 4
Plaste ... 63
Plastomer ... 64
Plattenbezeichnung ... 337
Plattenformat ... 339
Plattenstoß ... 340
Polimentvergoldung ... 408
Polyaddition ... 65
Polyesterlack ... 182, 183
Polyesterspachtel ... 419
Polykondensation ... 65
Polymerisatharzfarbe ... 166, 238, 246
Polymerisatharzlack ... 185, 237
Polymerisation ... 64

Polystyrol-Deckenplatte 374
Polyurethanharzlack 237
Polyurethanlack 181
Poren 413
Porenbeton 219, 236, 246
Porenbetonbauteil 219
Porosität 44
Postmoderne 98
Prägedruck 347
Primärfarbe 73, 74, 75
Profilelement 252
Prüfprotokoll 31
Pulverbeschichtung 326
Pulverlack 326
Pupille 68
Putz 44, 209, 254
– Erhärtung 212
– mineralischer 209
– organisch gebundener 250
Putzaufbau 215
Putzfassade 84, 99
Putzmörtelgruppe 210
Putzmuster 254
Putzoberflächenriss 232
Putzsystem 211
Putzuntergrund 226
PVC-Belag 378
PVC-Kunststoffbelag 377
PVC-Planen-Beschriftung 121

Q

Qualitätskontrast 78
Qualitätsstandard 170
Qualitätsstufe 340
Quantitätskontrast 77

R

Radiokarbonmethode 265
Rahmenlehrplan 7
Rakel 127
RAL Design System 87
RAL-Farbregister 86
Raufaser 351
Raum 79
Raumkorrektur
– optische 80
Raumwahrnehmung 80
Rautiefe 325
Reaktion
– chemische 56
Reduktion 59
Reflexion 70
Refraktion 70, 71
Regenbogenhaut 68
Reinigung
– chemische 418
Reinigungsmittel 142, 260, 419
Reinigungssystem 261
Reißprobe 129
Remission 71
Renaissance 94
Reparaturlackierung 411, 412, 424
Resistenzklasse 267
Restaurierung 224
Rettungszeichen 33
Ringpinsel 137
Riss
– baugrundbedingter 232
– bautechnischer 232
Rissarmierung 233
Rissart 232, 234
Rissbreitenmesser 233
Rissfolge 259
Rissinstandsetzung 259
Risssanierung 233, 234
Risssanierungssystem 234
Rissursache 232, 259
Rissverpressung 259, 260
– ZTV-Riss 260
Rokoko 95
Romanik 93
Römer 92, 103
Rosshaar 201
Rost 318
Rostgrad 317, 318
Rotalge 228
R-Satz 22, 23

Rückstellvermögen 202
Rührgerät 154
Rundbogen 368
Rundschnüre 204

S

Sachwertschutz 13
Salz 60, 61
Sandsteinfassade 99
Sandsteintechnik 404
Sanierputz 211, 215, 246
Sättigung 72
Sauerstoff 59
Saugfähigkeit 129
Saugsystem 144
Säule
– dorische 92
– ionische 92
– korinthische 92
Säure 60
Schaberstiel 152
Schablonenpapier 130
Schablonenschrift 118
Schablonen-Spritzverfahren 121
Schabloniertechnik 398
Schadensanalyse 256
Schall 50
Schallart 50
Schalldämmung 51
Schallentstehung 50
Schallgeschwindigkeit 50
Schallschluckung 51
Schallschutz 50
Schalter 32
Scheinarchitektur 100
Schellack 176
Schichtdicke 288, 289, 327
Schiefertechnik 404
Schimmelbefall 236
Schläger 138
Schleifen 288, 413
Schleiffüller 422
Schleifgewebe 415
Schleifklotz 152
Schleifkorn 415
Schleifkornträger 199, 414
Schleiflacktechnik 407
Schleifmaschine 150, 151
Schleifmatte 416
Schleifmittel 199, 414, 418
Schleifmittelart 199
Schleifmittelform 199
Schleifmittelkörnung 200
Schleifpapier 414
– Kennzeichnung 200
Schleifpapierart 200
Schleifpaste 201
Schleifriefen 413
Schlepper 138
Schlussbeschichtung 191, 392
Schlussbeschichtungsstoff 287
Schmelzpunkt 39
Schmutzwasserentsorgung 262
Schneidplotter 123
Schnittabstand 315
Schnittrichtung 266
Schraubenkompressor 144
Schreibwerkzeug 112
Schrift 103, 108, 109
– an Bauten 110
– an Fahrzeugen 110
– Ausgleichen 106
– Erinnerungswirkung 109
– Farbgebung 109
– Form 110
– Größe 110
– römische 103
– Signalwirkung 108
Schriftabwandlung 115
Schriftanwendung 108
Schriftbegriff 106
Schriftcharakter 110
Schriftcomputer 121
Schriftentwicklung 103
Schriftform 111
Schriftgröße 111
Schriftpause 117

Schriftschablone 118
Schriftstammbaum 103, 104
Schriftuntergrund 111
Schutzausrüstung
– persönliche 23, 24
Schutzgerüst 29, 30
Schutzhandschuhe 25
Schutzmaßnahme 21, 22, 25
Schutznetz 30
Schwarzpigment 162
Schwimmtest 429
Schwinden und Quellen 269
Schwingschleifer 416
s_d-Wert 175
Seccomalerei 397
Sehen 68
Seide 133
Seitenschutz 31
Sekundärfarbe 74, 75
Sgraffito 397
Sicherheitsdatenblatt 20, 22
Sicherheitsfarbe 34, 86
Sicherheitskennzeichnung 34
Sicherheitsratschlag 22
Sicherheitsvorkehrung 53
Siebdruck 124
Siebdruckrahmen 124
Siebdruckverfahren 121
Siedepunkt 39
SIGE-Plan 18
Signet 109
Sikkativ 196
Silan 173
Silber 311
Siliconharz 173, 174
Siliconharz-Emulsionsbasis 237
Siliconharz-Emulsionsfarbe 174, 175, 237, 238, 244, 246
Siliconharzputz 251
Siliconharz-Putz 174
Silikatfarbe 166, 167, 175, 237, 238, 239, 246
Silikatmalerei 397
Silikonentferner 412
Silikonpapier 128
Siliziumkarbid 414
Siloxan 173
Simultankontrast 76, 77
Sinterschicht 226
Sisalfaser 133
SIVV-Schein 255
Sockelabschluss 390
Software 88
Sollschichtdicke 328
Sozialverhalten 4
Spachtel 286
Spachtelmasse 201, 202, 233, 237, 286
Spachteln 419
Spachtelstoff 340
Spachteltechnik 400, 402
Spachtelung 340
Spaltkorrosion 313
Spannstoff
– textiler 375
Spanntechnik 375
Spannung 51
Spannungsrisskorrosion 313
Spektrum 69
Spezialpinsel 138
Spezialtapete 367
Spezialtapetenkleister 358
Spot repair 430
Sprenkeltechnik 402
Spritzen 303
Spritzfehler 439
Spritzgerät 143, 146
Spritzkabine 147, 148
Spritzlackierung 303
Spritzpistole 143
Spritzstand 147
Spritztechnik 437
Spritzverfahren 145, 304, 305
Spritzwand 147
– stationäre 448
S-Satz 22, 23
Stäbchen 68
Stahl 311, 314

Stahlwolle 201
Staubfreiheit 310
Stehleiter 27
Steinimitationstechnik 404
Steinkonservierung 224
Steinschlagschutz 425
Stilepoche 93
Stilgeschichte 91
Stilkunde 91
– Fachbegriffe 91
Stoff 352
– algizider 197
– bakterizider 197
– organischer 63
Stoffplan 83
Stoßfugenriss 232
Strahlen 413
Strahlgerät 154
Strahltechnik 407
Strahlungsofen 149
Strahlverfahren 320
Streifen 364
Streuart 200
Streuung 414
Stromstärke 52
Stromunfall 32
Strukturprofiltapete 348
Strukturputz 248
Struktur-Vliestapete 351
Stuckateurspachtel 152
Stuckfassade 84
Stuckmarmor 407
Stufenausbildung
– Struktur 2
Stupftechnik 401
Sturzschutz 394
Substrat 164
Sukzessivkontrast 77
Sukzessiv-Kontrast 76
Suspension 55, 168, 169
System
– deckendes 287
– lasierendes 287
Systemgerüst 30

T

Tagesleuchtfarbe 424
Tageslicht-Fluoreszenz 163
Tagesunterkunft 35
Talent 4
Tapete 345
– Abziehbarkeit 352
– alte 362
– Qualitätsmerkmal 347
Tapetenart 345
Tapetenbedarf 365
Tapetenbordüre 355
Tapetenborte 355
Tapetenkleister 357
Tapetenkordel 355
Tapetenleiste 355
Tapetenzuschnitt 365
Tapezierarbeit 152
Tapezieren 365
Tapezierfehler 369
Tapezierwerkzeug 361
Tätigkeitsbereich 2
Tauchlackierung
– elektrochemische 304
Technische Beratungsdienst (TBD) 18
Technischer Aufsichtsbeamter (TAB) 18
Technischer Aufsichtsdienst (TAD) 18
Teerfarbenpigment 164
Teil-Reparaturlackierung 432
Tellerschleifer 151
Temperatur 39, 49
Temperaturverlauf 385
Teppichfaser 378
Teppichherstellungsverfahren 379
Teppichsiegel 380
Tertiärfarbe 74
Textanordnung 108
Textilgewebe 351
Textilie 131
Textiltapete 349
Textilwandbekleidung 349
Thermoplast 307

Thermoplaste 64
Thixotropie 48, 180
Tönfüller 422
Transparentpapier 130
Travertintechnik 404
Trennschnitt
– doppelter 367
Treppenhaustapezierung 368
Tritt 27, 28
Trockenabscheidung 148
Trockenanlage 148
Trockenbau 337
Trockenbausystem 337
Trockenblaspistole 435
Trockenkabine 148
Trockenschichtdicke 288
Trockenschliff 417, 418
Trockenstoff 196
Trockenverfahren
– mechanisches 261
Trocknung 169, 191, 192, 215, 249
– künstliche 270
– physikalische 252
Trocknungsanlage 448
Trocknungsbeschleuniger 197
Trocknungsfehler 270
Trocknungszeit 290
Tropenholz 264
Tuftingteppich 379
Tuftingverfahren 379

U

Überbetrieblicher sicherheitstechnischer Dienst (ÜSD) 18
Überholungsbeschichtung 190
Überstreichbarkeit 203
Umgebungsbedingung 312
Umkleideraum 15
Umlaufsystem 144
Umweltschutz 36, 37, 262
Umweltzeichen 37, 348
Unfallschutz 17
– allgemeiner 17
– gesetzliche Grundlagen 17
Unfallversicherung
– gesetzliche 17
Universal-Indikatorpapier 62
Universalmesser 372
Unterbodenschutz 425
Untergrund 121
– mineralischer 209
– Prüfung 280
– verzinkter 180
Untergrundbeschaffenheit 288, 296
Untergrundmangel 227
Untergrundprüfung 225, 280, 310, 314
Untergrundvorbehandlung 225, 235, 236
– Werkzeug 359
Untergrundvorbereitung 257
Unterlagsstoff 355, 356
– fester 356
– flüssiger 356
Unternehmer 18, 24, 30
Unterrostung 47
Unterweisung 21, 24
UV-Füller 422
UV-Lack 187
UV-Trocknung 450
U-Wert 383, 384
U-Wertvergleich 384

V

VDE-Zeichen 32, 33
Velourswandbekleidung 349
Verarbeitungsfehler 439
Verarbeitungspiktogramm 433
Verbindung
– chemische 56
Verbotszeichen 33
Verdübelungsbild 391
Verdünnung 171, 425
Verdünnungsmittel 16, 192, 194, 324
– Eigenschaften 193
– Einteilung 193
Verdunstungszahl 194
Verfahren
– chemisches 262
– elektromagnetisches 147

Verfahren
– elektrostatisches 147
Verformungscharakteristik 203
Vergilbung 180
Vergolderwerkzeug 409
Vergoldungstechnik 407, 408
Vergrößerungsverfahren 116
Verhaltensregel 21
Verkollern 164
Verlacken 164
Versalie 105, 112
Verschönerung 13
Versicherter 24
Versiegeln 294
Versiegelung 46
Versiegelungssystem 295
Verwitterungsvorgang 224
Verzinkung 311
Verzinkungsverfahren 330
Viskosimeter 48
Viskosität 47
Vlies 349
Vlieswandbekleidung 349
VOC-Höchstgehalt 196
VOC-Verordnung 195
Vollmaske 25
Vollziegel 384
Vorarbeit 285
Vorbereitungsfehler 440
Vorsorgeuntersuchung
– arbeitsmedizinische 27
Vulkanfiber 415

W

Wachs 176, 177, 178, 295
Wachsen 294
Wachslösung 177
Wachstum 264
Wachstumsmangel 265
Walzen 303
Walzhaut 318
Walzhautschicht 313
Wandbekleidung 340, 345, 350, 352, 363
– fertige 345
– für nachträgliche Behandlung 345
– Kennzeichnung 353
– Prüfrichtlinie 364
– Symbole 353
Wandbekleidungsabschluss 355
Wandbelag 370
– textiler 370
Wandbildtapete 350
Wärme 49
Wärmeausdehnung 50
Wärmebrücke 230
Wärmedämmfassade
– Überarbeitung 393
Wärmedämmputz 211, 235
Wärmedämmstoff 386, 389
Wärmedämmtechnik 381
Wärmedämmung 381
– transparente 388
Wärmedämmverbund-System
– Aufbau 389
Wärmedurchgang 384
Wärmedurchgangskoeffizient 383
Wärmedurchgangswiderstand 383
Wärmeleitfähigkeit 383
Wärmeleitung 49, 383
Wärmeleitzahl 383
Wärmemenge 50
Wärmeschutz 383
Wärmestrahlung 49
Wärmeströmung 49
Wärmetrocknung 50
Wärmeverlust 383
Warmlufttrocknung 449
Warnzeichen 33
Waschraum 15
Waschrohr 142
Wasser 58, 59
Wasserbasislack 436
Wasserfleck 236
Wasserglas 166
Wasserlack 186
Wasserverschmutzung 36
Webteppich 379

Weinranke ... 229
Weißrost ... 331
Weiterbildung ... 11, 12
Werbung ... 13, 108
Werkstatt ... 14
Werkstatteinrichtung ... 14
Werkstattgröße ... 14
Werkstattregel ... 15, 17
Werkstoff ... 157
Werkzeug ... 137, 150, 152, 359
Werkzeugpflege ... 141
Wetterbeständigkeit ... 161, 170
Wickeltechnik ... 400, 401
Winkelschleifer ... 416
Wirkungsgrad ... 199
Wirkungsweise ... 301
Wischtechnik ... 401
Wollfilz-Wandbekleidung ... 376
W-Wert ... 175

Z

Zackenpinsel ... 138
Zapfen ... 68
Zeichen ... 109
Zeichenpapier ... 128
Zeilenanordnung ... 107
Zellstoff ... 128
Zelluloseleim ... 168
Zement ... 166
Zementfarbe ... 166
Zementputz ... 212
Ziegelstein ... 222
Zierprofil ... 355
Ziffer ... 105
– arabische ... 105
– römische ... 106
Zink ... 180, 311, 314, 329, 330
– Beschichtung ... 330
Zinkblume ... 331
Zinkblumen-Muster ... 331
Zinn ... 311
Zunder ... 318
Zunderschicht ... 313
Zündtemperatur ... 194
Zusammenhangskraft ... 41
Zusatzstoff ... 189
Zweischicht-Wasserbasislack ... 424
Zwischenbeschichtung ... 191
Zwischenbeschichtungsstoff ... 287
Zwischenprüfung ... 9, 10