



Harald Nahrstedt

# Excel für technische Berufe

Beispiele, Tipps und Tricks aus der Praxis



Springer Vieweg

---

# Excel für technische Berufe

---

Harald Nahrstedt

# Excel für technische Berufe

Beispiele, Tipps und Tricks aus der Praxis

Harald Nahrstedt  
Möhnesee, Deutschland

ISBN 978-3-658-03906-6  
DOI 10.1007/978-3-658-03907-3

ISBN 978-3-658-03907-3 (eBook)

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

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2014

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, 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.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media

[www.springer-vieweg.de](http://www.springer-vieweg.de)



---

## Vorwort

**Warum dieses Buch** Nachdem mein Buch „Excel + VBA für Maschinenbauer“ erfolgreich in eine vierte Auflage geführt werden konnte, ist es an der Zeit, auch einmal die vielfältigen Möglichkeiten von „reinem“ Excel zu zeigen. Es versteht sich als Ergänzung zu dem Thema VBA. Auch dieses Buch hat das Ziel, sowohl den Studierenden als auch den Praktizierenden im Ingenieurbereich, Wege und Möglichkeiten der Anwendung zu zeigen. Dabei gehe ich bewusst an manchen Stelle nicht in die Tiefe, sondern zeige nur die Möglichkeiten, die in den Methoden stecken. Der Leser mag dann, wenn Lust und Zeit vorhanden, tiefer in die Thematik eindringen.

**Versionen** Das Buch und die Übungen beziehen sich auf die Version Microsoft Office 2010. Da ich den Start vieler Operationen über das Kontext-Menü beschrieben habe, können die Methoden auch leicht in anderen Versionen gefunden werden. Sowohl in den zurückliegenden, wie auch wahrscheinlich in den kommenden Versionen.

**Zum Inhalt** In über 40 Jahren meiner Tätigkeit in der Erwachsenenbildung habe ich bereits die Vorgänger von Excel, als da sind Visicalc, Lotus 1-2-3 und Multiplan zu nennen, geschult. Sowohl an verschiedenen Volkshochschulen, wie auch an verschiedenen Akademien. Darüber hinaus habe ich viele Inhouse-Schulungen kleiner und großer Konzerne geleitet. Mein Wissen basiert auf diesen Schulungen und den Aufgaben, die es in der Praxis zu lösen galt. Dieses Wissen war mir dann auch immer hilfreich in den vielen Projekten, an denen ich durch meine Tätigkeit als Entwicklungsingenieur teilnahm. Einige bildliche Darstellungen im Buch mussten wegen der Übersichtlichkeit geteilt und nebeneinander bzw. untereinander dargestellt werden. Eine dünne rote Linie kennzeichnet den Schnittverlauf.

**Danksagung** Danke sage ich all denen im Hause Springer Vieweg, die stets im Hintergrund wirkend, zum Gelingen dieses Buches beigetragen haben. Ein besonderer Dank gilt meinem Lektor Thomas Zipsner, der mir geduldig mit vielen wichtigen und richtigen Ratschlägen half, den für den Leser besten Weg einzuhalten.

**An den Leser** Ich bin ein großer Befürworter des Dialogs zwischen Autor und Leser. Daher finden Sie sowohl auf der Homepage des Verlages [www.springer.com](http://www.springer.com) wie auch auf meiner Homepage [www.harald-nahrstedt.de](http://www.harald-nahrstedt.de) Anwendungen, Anregungen und Kommentare. Für jede Rückmeldung zu meiner Tätigkeit bin ich stets dankbar.

Möhnesee, Januar 2014

Harald Nahrstedt

---

# Lektionen

---

## 1 Aufgaben und Ergebnisse dokumentieren

- 1.1 Excel starten
- 1.2 Anwendungen handhaben
- 1.3 Die Objekte Anwendung, Arbeitsmappe und Arbeitsblatt
- 1.4 Das Kontextmenü
- 1.5 Grundeinstellungen der Excel-Anwendung
- 1.6 Excel beenden
- 1.7 Aktuelles Datum und aktuelle Uhrzeit eintragen
- 1.8 Eine Dokumentvorlage erstellen
- 1.9 Das Menüband
- 1.10 Das Menüband anpassen
- 1.11 Die Symbolleiste für den Schnellzugriff
- 1.12 Die Statuszeile
- 1.13 Das Namenfeld
- 1.14 Die Bearbeitungsleiste
- 1.15 Grundeinstellungen zum Arbeitsblatt
- 1.16 Kopfzeile Arbeitsmappe
- 1.17 Arbeitsblatt und Register
- 1.18 Die Rollbalken der Arbeitsblätter
- 1.19 Objekte markieren
- 1.20 Zeilen und Spalten

## **2 Kostenbewusst arbeiten**

- 2.1 Zellen und Zellbereiche
- 2.2 Zellinhalte übertragen
- 2.3 Elementare Formeln und Funktionen
- 2.4 Formeln auf benachbarte Zellen übertragen
- 2.5 Zellformate übertragen
- 2.6 Zellen und Zellbereichen einen Namen geben
- 2.7 Namen verwalten und aus Auswahl erstellen
- 2.8 Formelüberwachung
- 2.9 Bereichsnamen manuell erstellen
- 2.10 Zahlen automatisch vervollständigen
- 2.11 Die Logische Funktion WENN
- 2.12 Benutzerdefinierte Zellformate
- 2.13 Gültigkeitsprüfungen für Zellen und Zellbereiche
- 2.14 Die logischen Funktionen UND und ODER
- 2.15 Funktionen zur Ermittlung größter, mittlerer und kleinster Werte MIN und MAX
- 2.16 Ein Balkendiagramm erstellen
- 2.17 Sparklines
- 2.18 Regeln zum Hervorheben von Zellen
- 2.19 Obere/untere Regeln
- 2.20 Datenbalken
- 2.21 Farbskalen
- 2.22 Symbolsätze

---

## **3 Daten bereitstellen**

- 3.1 Daten konsolidieren
- 3.2 Standard-Zellformate
- 3.3 Platzhalter für ganze Zahlen
- 3.4 Platzhalter für Texte
- 3.5 Benutzerdefinierte Formate für Dezimalzahlen
- 3.6 Ausrichten von Dezimalzahlen
- 3.7 Mit genauen Zahlen weiterrechnen
- 3.8 Benutzerdefinierte Datumsformate
- 3.9 Benutzerdefinierte Zeitformate
- 3.10 Bedingte benutzerdefinierte Formate
- 3.11 Formatvorlagen
- 3.12 Der Textkonvertierungs-Assistent
- 3.13 Excel-Add-In XML Tools

---

## 4 Daten auswerten

- 4.1 Ansichten vergrößern und verkleinern
- 4.2 Turbo Scrollen
- 4.3 Das Arbeitsblatt teilen
- 4.4 Arbeitsblätter anwählen
- 4.5 Zellbereiche fixieren
- 4.6 Navigieren mit Tasten in großen Tabellen
- 4.7 Navigieren mit Bereichsnamen
- 4.8 Große Zellbereiche markieren
- 4.9 Der Filter
- 4.10 Benutzerdefinierte Ansichten
- 4.11 Die Funktion TEILERGEBNIS
- 4.12 Den erweiterten Filter verwenden
- 4.13 Die Methode Teilergebnisse
- 4.14 Summen-Standardfunktionen
- 4.15 Datenbankfunktionen
- 4.16 Das Pivot-Schema
- 4.17 Eine Pivot-Tabelle erstellen
- 4.18 Das Pivot-Schema aufrufen
- 4.19 Feldelemente durch Ziehen im Schema positionieren
- 4.20 Die Funktion SVERWEIS
- 4.21 Die Methode MS Query starten
- 4.22 Eine MS Query erstellen
- 4.23 Funktionen in der MS Query
- 4.24 Kriterien in der MS Query
- 4.25 Tabellen und Verbindungen der MS Query hinzufügen
- 4.26 Varianz, Standardabweichung und Häufigkeit als Excel-Funktion
- 4.27 Verteilungen als Excel-Funktionen
- 4.28 Das Add-In des Solvers installieren

---

## 5 Abläufe organisieren

- 5.1 Formen Zellinhalte zuweisen
- 5.2 Formen gruppieren
- 5.3 Wochentags-Funktionen
- 5.4 Zeilen und Spalten gruppieren
- 5.5 Trendfunktionen
- 5.6 Steuerelemente verwenden
- 5.7 Steuerelement Bildlaufleiste
- 5.8 Datenlinie und Balkendiagramm kombinieren

## **6 Optimale Lösungen finden**

- 6.1 Vektoren und Matrizen
- 6.2 Pseudozufallszahlen
- 6.3 Zirkelbezüge

---

## **7 Entscheidungen treffen**

- 7.1 Die Funktion BEREICH.VERSCHIEBEN
- 7.2 Die Funktionen ZEICHEN und CODE
- 7.3 Funktionen zu einer Investition
- 7.4 Szenarien

---

## **8 Berechnungen durchführen**

- 8.1 Der Makro Recorder
- 8.2 Makros exportieren und importieren
- 8.3 Hyperlinks
- 8.4 Datenprüfung
- 8.5 Arbeitsblätter mit Ausnahmen schützen

---

## **9 Im Team arbeiten**

- 9.1 Zellkommentare
- 9.2 Datenschnitte
- 9.3 Arbeitsbereiche speichern
- 9.4 Objekte in ein Arbeitsblatt einbetten

---

# Arbeitsdateien

Diese Arbeitsdateien können von der Autorenwebsite [www.harald-nahrstedt.de](http://www.harald-nahrstedt.de) geladen werden.

---

## 1 Aufgaben und Ergebnisse dokumentieren

X\_01-01\_Einfache Vorlage.xlsx  
X\_01-02\_Vorlage mit Makros.xlsm

---

## 2 Kostenbewusst arbeiten

X\_02-01\_Preis-Kalkulation.xlsx  
X\_02-02\_Preis-Kalkulation.xlsx  
X\_02-03\_Maschinenstunden-Kalkulation.xlsx  
X\_02-04\_Maschinenstunden-Kalkulation.xlsx  
X\_02-05\_Kostenanteile.xlsx  
X\_02-06\_Verkaufsliste.xlsx

---

## 3 Daten bereitstellen

X\_03-01\_Umsatzstatistik.xlsx  
X\_03-02\_Umsatzstatistik.xlsx  
X\_03-03\_Umsatzstatistik Werk 1.xlsx  
X\_03-04\_Umsatzstatistik Werk 2.xlsx  
X\_03-05\_Umsatzstatistik Gesamt.xlsx  
X\_03-06\_Beispieldaten konsolidieren.xlsx  
X\_03-07\_Beispieldaten visualisieren.xlsx  
X\_03-08\_Produktionsmengen konsolidieren.xlsx  
X\_03-09\_Produktionsmengen konsolidieren.xlsx

X\_03-10\_Daten DBR.xlsx  
X\_03-11\_Einstufige DBR.xlsx  
X\_03-12\_Mehrstufige DBR.xlsx  
X\_03-13\_Zelldesign.xlsx  
X\_03-14\_XML Daten.xlsx  
X\_03-14\_Verkaufsliste.xml

---

## 4 Daten auswerten

X\_04-01\_Übungsliste.xlsx  
X\_04-02\_Beispieldaten filtern.xlsx  
X\_04-03\_Verkaufsliste filtern.xlsx  
X\_04-04\_Verkaufsliste mit Teilergebnissen.xlsx  
X\_04-05\_Stückliste.xlsx  
X\_04-06\_Verkaufsliste mit ZÄHLENWENN.xlsx  
X\_04-07\_Verkaufsliste mit ZÄHLENWENNS.xlsx  
X\_04-08\_Verkaufsliste mit SUMMEWENN.xlsx  
X\_04-09\_Verkaufsliste mit SUMMEWENNS.xlsx  
X\_04-10\_Verkaufsliste mit SUMMENPRODUKT.xlsx  
X\_04-11\_Verkaufsliste mit DBANZAHL.xlsx  
X\_04-12\_Verkaufsliste mit DBANZAHL.xlsx  
X\_04-13\_Verkaufsliste mit DBSUMME.xlsx  
X\_04-14\_Verkaufsliste mit DBSUMME.xlsx  
X\_04-15\_Verkaufsliste mit DBSUMME.xlsx  
X\_04-16\_Verkaufsliste mit DBSUMME.xlsx  
X\_04-17\_Verkaufsliste mit DBSUMME.xlsx  
X\_04-18\_Verkaufsliste pivotisiert.xlsx  
X\_04-19\_Umsätze in PivotTable konsolidieren.xlsx  
X\_04-20\_Produktion mit MSQuery.xlsx  
X\_04-21\_Personalkosten mit MSQuery.xlsx  
X\_04-22\_Maschinenkosten mit MSQuery.xlsx  
X\_04-23\_Messwerte Klassen.xlsx  
X\_04-24\_Verteilung.xlsx  
X\_04-25\_Regression.xlsx  
X\_04-26\_Interpolation.xlsx  
X\_04-27\_Approximation.xlsx  
X\_04-28\_Messwerte Solver.xlsx  
X\_04-29\_Projektstunden.xlsx



---

## 5 Abläufe organisieren

X\_05-01\_Netzplan.xlsx  
X\_05-02\_Gant-Diagramm.xlsx  
X\_05-03\_Kapazitätsplanung.xlsx  
X\_05-04\_Terminplanung.xlsx  
X\_05-05\_Kostenplanung.xlsx  
X\_05-06\_Trendanalyse.xlsx  
X\_05-07\_ABC-Analyse.xlsx  
X\_05-08\_Deckungsbeitragsrechnung.xlsx  
X\_05-09\_Soll-Ist-Vergleich.xlsx

---

## 6 Optimale Lösungen finden

X\_06-01\_Maximales Volumen.xlsx  
X\_06-02\_Minimale Oberfläche.xlsx  
X\_06-03\_Matrizenoperationen.xlsx  
X\_06-04\_Temperaturverteilung.xlsx  
X\_06-05\_Deterministische Simulation.xlsx  
X\_06-06\_Probabilistische Simulation.xlsx  
X\_06-07\_Monte-Carlo-Methode.xlsx  
X\_06-08\_Gewöhnliche DGL.xlsx  
X\_06-09\_Partielle DGL.xlsx  
X\_06-10\_Konstante Zugspannung.xlsx  
X\_06-11\_Greedy Methode.xlsx  
X\_06-12\_Permutationen.xlsx  
X\_06-13\_Ameisenalgorithmus.xlsx  
X\_06-14\_Fuzzy Logic.xlsx

---

## 7 Entscheidungen treffen

X\_07-01\_Entscheidungen.xlsx  
X\_07-02\_Gewichtete Matrix.xlsx  
X\_07-03\_Entscheidungsbaum.xlsx  
X\_07-04\_Nutzwertanalyse.xlsx  
X\_07-05\_Mehrfachoperationen mit einer Variablen.xlsx  
X\_07-06\_Mehrfachoperationen mit zwei Variablen.xlsx  
X\_07-07\_Mehrfachoperationen mit drei Variablen.xlsx  
X\_07-08\_Szenarien.xlsx

## **8 Berechnungen durchführen**

X\_08-01\_Formular Pressverband.xlsx  
X\_08-02\_Formular Pressverband.xlsx  
X\_08-03\_Formular Pressverband.xlsx  
X\_08-04\_Formular Pressverband.xlsx  
X\_08-05\_Formular Pressverband.xlsx  
X\_08-06\_Formular Pressverband.xlsx  
X\_08-07\_Formular Pressverband.xlsx  
X\_08-08\_Formular Pressverband.xlsx

---

## **9 Im Team arbeiten**

X\_09-01\_Teamarbeit.xlsx  
X\_09-02\_Kommentare.xlsx  
X\_09-03\_Angebotsvergleich.xlsx  
X\_09-04\_Datenschnitte.xlsx  
X\_09-05\_OLE Mappen.xlsx  
X\_09-06\_OLE Dokumente.xlsx  
X\_09-07\_Formel Editor.xlsx

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufgaben und Ergebnisse dokumentieren</b>	<b>1</b>
1.1	Aufgaben in der Technik	1
1.2	Klassen und Objekte	1
1.3	Excel starten	2
1.4	Excel beenden	9
1.5	Dokumentvorlagen	11
1.6	Objekte in der Anwendung	14
1.7	Objekte in der Arbeitsmappe	23
<b>2</b>	<b>Kostenbewusst arbeiten</b>	<b>29</b>
2.1	Eine einfache Preiskalkulation	29
2.2	Maschinenstunden-Kalkulation	56
2.3	Ergebnisse schnell und effektiv präsentieren	73
<b>3</b>	<b>Daten bereitstellen</b>	<b>87</b>
3.1	Umsatzstatistik	87
3.2	Produktionsmengen	93
3.3	Interne Erfolgsrechnungen	95
3.3.1	Einstufige Deckungsbeitragsrechnung	95
3.3.2	Mehrstufige Deckungsbeitragsrechnung	96
3.3.3	Mehrdimensionale Deckungsbeitragsrechnung	98
3.4	Zelldesign	98
3.5	Daten aus einer Textdatei importieren	104
3.6	Daten mit einer Textdatei verlinken	111
3.7	Daten in eine Textdatei exportieren	114
3.8	Excel und XML-Dateien	114
3.8.1	XML-Tabelle mit einem XML-Schema aus einem Arbeitsblatt erstellen	117
3.8.2	Eine XML-Tabelle in eine XML-Datei exportieren	121
3.8.3	Das aktuelle XML-Schema in eine XML-Schemadatei exportieren	121
3.8.4	Eine XML-Datendatei in Excel öffnen	123

3.8.5	XML-Datendatei nach Excel importieren	124
3.8.6	Import ausgesuchter Daten aus einer XML-Datendatei	126
<b>4</b>	<b>Daten auswerten</b>	<b>129</b>
4.1	Der allgemeine Umgang mit großen Listen	129
4.2	Eine Verkaufsliste filtern	134
4.3	Teilergebnisse bilden	142
4.4	Das Multitalent PivotTable	152
4.5	Datenbank mit MS Query	171
4.6	Messwerte handhaben	190
4.6.1	Häufigkeit und Klassenbildung	191
4.6.2	Verteilungsparameter	193
4.6.3	Regression und Korrelation	198
4.7	Funktionen finden	203
4.7.1	Interpolation	203
4.7.2	Approximation	206
4.7.3	Den Solver einsetzen	208
<b>5</b>	<b>Abläufe organisieren</b>	<b>219</b>
5.1	Netzplan	219
5.1.1	CPM-Netzplan	219
5.1.2	PERT-Netzplan	225
5.1.3	MPM-Netzplan	225
5.2	Gant-Diagramm	225
5.3	Ressourcenplanung	229
5.3.1	Kapazitätsplanung	231
5.3.2	Terminplan	233
5.3.3	Kostenplan	235
5.4	Controlling	238
5.4.1	Trendberechnungen	239
5.4.2	ABC-Analyse	244
5.4.3	Deckungsbeitragsrechnung und Break-Even-Analyse	248
<b>6</b>	<b>Optimale Lösungen finden</b>	<b>263</b>
6.1	Minimum und Maximum finden	263
6.2	Lineare Gleichungssysteme	269
6.3	Simulationen	277
6.3.1	Deterministische Simulationen	277
6.3.2	Probabilistische Simulationen	279
6.4	Differentialgleichungen	286
6.4.1	Gewöhnliche Differentialgleichungen	286
6.4.2	Partielle Differentialgleichungen	290

6.5	Numerische Integration	293
6.6	Lösungsalgorithmen	296
6.6.1	Die Greedy-Methode	296
6.6.2	Ameisen-Algorithmus	301
6.7	Fuzzy-Logik	306
<b>7</b>	<b>Entscheidungen treffen</b>	<b>315</b>
7.1	Der Morphologische Kasten	315
7.2	Gewichtete Entscheidungsmatrix	316
7.3	Bewertung von Lösungen mit dem Entscheidungsbaum	323
7.4	Nutzwertanalyse	325
7.5	Mehrfachoperationen	327
7.5.1	Mehrfachoperationen mit einer Variablen	327
7.5.2	Mehrfachoperationen mit zwei Variablen	329
7.5.3	Mehrfachoperationen mit mehr als zwei Variablen	330
7.6	Szenarien	335
<b>8</b>	<b>Berechnungen durchführen</b>	<b>343</b>
8.1	Ein druckgerechtes Formular	343
8.2	Berechnungsformular für eine Pressverbindung	345
8.3	Berechnungsabläufe automatisieren	349
8.4	Eigene Funktionen nutzen	355
8.5	Formblattdesign	357
8.6	Mit Verweisen arbeiten	358
8.7	Eingaben beschränken und prüfen	360
8.8	Formulare schützen	366
8.9	Auswahlvorgaben nutzen	369
8.9.1	Gültigkeitslisten	369
8.9.2	Steuerelement Listenfeld	370
8.10	Berechnungen mit der Kamerafunktion unterstützen	372
<b>9</b>	<b>Im Team arbeiten</b>	<b>377</b>
9.1	Arbeiten auf Arbeitsmappen im Team	377
9.1.1	Eine Arbeitsmappe freigeben	377
9.1.2	Mit einer freigegebenen Arbeitsmappe arbeiten	378
9.2	Kommentare nutzen	381
9.3	Datenschnitte in Pivot-Tabellen	389
9.4	Angeordnete Arbeitsbereiche speichern	392

---

9.5	Objekte einfügen .....	394
9.5.1	Excel-Arbeitsmappen als Objekte einbetten .....	395
9.5.2	Adobe Acrobat Dokumente einbetten .....	396
9.5.3	Microsoft Formel Editor 3.0 .....	397
9.5.4	Bitmap-Image-Objekt einbetten .....	398
<b>Literatur</b>	.....	401
<b>Index Technik</b>	.....	403
<b>Index Excel</b>	.....	405

Im Gegensatz zur Wissenschaft hat das Ingenieurwesen eine andere Zielrichtung für seine Tätigkeiten. Ingenieure müssen kostenbewusst arbeiten, Abläufe organisieren, Berechnungen durchführen, Entscheidungen treffen, oft im Team arbeiten, optimale Lösungen finden, ihre Arbeit dokumentieren und manchmal auch umfassend beraten.

---

## 1.1 Aufgaben in der Technik

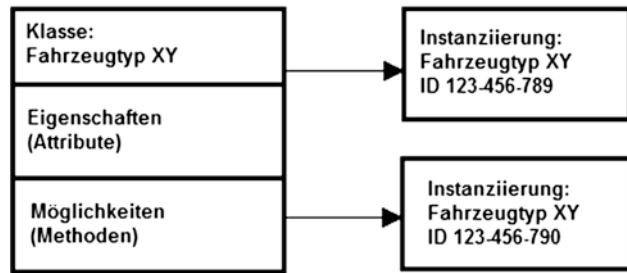
Für alle diese Aufgaben ist Excel ein wunderbares Hilfsmittel. Viele haben das bereits erkannt und erleichtern ihre Arbeit mit diesem Tool. Doch die Kenntnisse der Möglichkeiten sind dabei sehr oft nicht umfassend. Sie werden nach der Methode „Lernen durch Anwendung“ erworben. Dieses Buch soll diesen Zustand verbessern. Wenn auch die eine oder andere Methode nicht sofort umgesetzt werden kann, so ist doch das Wissen um diese Möglichkeiten von großem Vorteil. Und möglicherweise werden zukünftige Arbeiten davon profitieren. Auf jeden Fall bietet dieses Buch eine umfangreiche Sammlung verschiedener Problemlösungen.

Der Inhalt dieses Buches beschäftigt sich mit der Nutzung von Excel in verschiedenen technischen Anwendungsbereichen. Das Konzept dieses Buches ist es, Anwendungsbeispiele zu zeigen und die dafür notwendigen Objekte mit ihren Eigenschaften und Möglichkeiten durch Lektionen vorher einzuführen. Durch die Vielzahl an Ergänzungen gibt es immer mehrere Möglichkeiten der Nutzung. In diesem Buch wird daher nur die Sichtweise des Autors wiedergeben.

---

## 1.2 Klassen und Objekte

Wie alle Office-Programme ist auch Excel objektorientiert aufgebaut. Wer die Eigenschaften und Möglichkeiten in Excel verstehen und anwenden möchte, macht sich daher recht-

**Abb. 1.1** Klassen und Objekte**Klassendiagramm**

zeitig mit der objektorientierten Sichtweise vertraut. Objekte finden sich überall im täglichen Leben. Sie beschreiben zu wollen bedeutet, ihre Attribute (Eigenschaften) und Methoden (Möglichkeiten) zu nennen.

Dazu ein Beispiel: Eine Firma baut Fahrzeuge eines bestimmten Fahrzeugtyps. Die Herstellung erfolgt nach einem Konstruktionsplan. Die Fahrzeuge besitzen die Attribute und Methoden, die im Konstruktionsplan vorgeschrieben sind. Um nur einige Attribute zu nennen, besitzen sie eine Fahrzeugnummer, Länge, Breite und Höhe, Fahrzeugfarbe, Türen, Sitze usw. und Methoden wie Beschleunigen, Bremsen, Rückwärtsfahren etc. Die Fahrzeugnummern haben jedoch einen unterschiedlichen Schlüssel, so dass jedes Fahrzeug eindeutig identifizierbar ist. Auch die Fahrzeugfarbe kann unterschiedlich sein.

Die objektorientierte Programmierung (kurz OOP) bezeichnet den Objekttyp als Klasse und ihren Konstruktionsplan als Klassendiagramm (nach UML). Das Klassendiagramm enthält in grafischer Form die Attribute und Methoden einer Klasse (Abb. 1.1). Jedes Objekt das nach dem Klassendiagramm erstellt wird, man spricht von Instanziierung, besitzt die vorgegebenen Attribute und Methoden. Mit der Instanziierung können den Attributen eines Objekts Werte zugeordnet werden.

## 1.3 Excel starten

Die Installation von Excel wird als bekannt vorausgesetzt. Wie bei allen Microsoft Office-Anwendungen ist auch die Excel-Anwendung ein Fenster auf dem Desktop eines PCs und somit ein Objekt mit Attributen und Methoden. Und wie jedes Anwendungsfenster unter Windows, lässt sich dieses Fenster an unterschiedlichen Positionen in unterschiedlicher Größe (Attribute) öffnen und auch wieder schließen (Methoden).

### Lektion 1.1 Excel starten

In den Lektionen dieses Buches werden Lerninhalte vermittelt, die für die nachfolgende Anwendung und auch alle weiteren erforderlich sind. Am Anfang werden es viele Lektionen sein, die aber mit den fortschreitenden Seiten weniger werden.

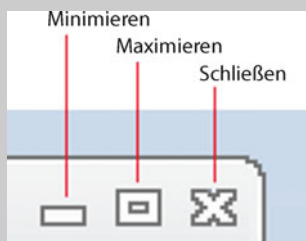


Zum Öffnen einer Excel-Anwendung (Instanziierung) gibt es hauptsächlich drei Wege. Wenn ein Icon auf dem Desktop existiert, dann genügt ein Doppelklick darauf zum Start. Wenn nachfolgend von Klick oder Doppelklick gesprochen wird, so ist damit ein einfacher oder doppelter kurzzeitiger Druck auf die linke Maustaste gemeint, bei der gleichzeitig der Mauszeiger auf das Objekt zeigt. Oft existiert aber auch ein Icon in der Taskleiste. Dann genügt ein einfacher Klick darauf zum Start. Die Möglichkeit, über die Windows-Start-Schaltfläche zu starten, existiert immer. Dort wählt man unter allen Programmen das gewünschte aus und startet es mit einem Klick.

Mit dem Start einer Excel-Anwendung beginnt der Eintritt in die Objektwelt. Es ist eine Eigenschaft des Betriebssystems (Multitasking), dass verschiedene Anwendungen (Instanziierungen) gleichzeitig existieren können. Auch von der gleichen Anwendung.

### Lektion 1.2 Anwendungen handhaben

Jede Anwendung unter Windows besitzt auf dem Desktop ein Fenster, in deren rechten oberen Ecke sich drei Schaltflächen befinden (Abb. 1.2).



**Abb. 1.2** Schaltfläche einer Anwendung in der Version Maximieren

Mit Minimieren wird die geöffnete Anwendung (Task) als Symbol in die unterste Zeile des Bildschirms gelegt. Dieser Bereich heißt Taskleiste. Mit Maximieren wird die Anwendung in ihrer größtmöglichen Form auf dem Bildschirm dargestellt. Dabei ändert sich die Form der Schaltfläche Maximieren zur Form Verkleinern (Abb. 1.3).

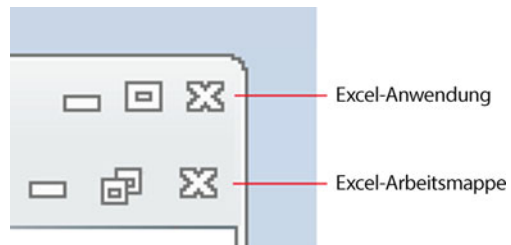


**Abb. 1.3** Schaltfläche einer Anwendung in der Version Verkleinern

Mit Verkleinern bekommt die Anwendung nur einen Teil des Bildschirms zur Darstellung. Damit werden dann auch andere Anwendungen, wenn sie vorhanden und verkleinert dargestellt sind, sichtbar. Die Anwendungen überlagern sich und die aktuelle ist im Vordergrund. Durch Anklicken können andere Anwendungen in den Vordergrund geholt werden und sie sind damit aktiv. Mit Schließen wird die Anwendung geschlossen, wobei Änderungen zuvor gespeichert werden können.

Wenn noch keine Excel-Anwendung existiert, öffnet sich bei einem Neustart gleichzeitig eine neue Arbeitsmappe und die voreingestellte Anzahl leerer Arbeitsblätter. Diese Anwendung besitzt sogar zwei Gruppen der Anwendungs-Schaltflächen (Abb. 1.4). Die obere gehört der Anwendung und die untere der Arbeitsmappe.

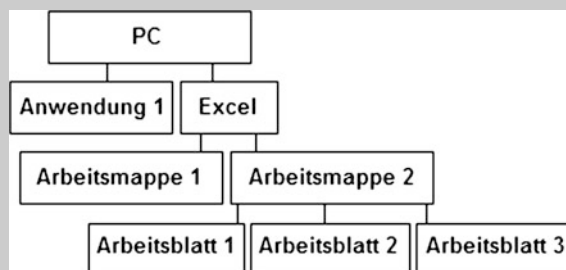
**Abb. 1.4** Schaltflächen einer Anwendung und einer Arbeitsmappe



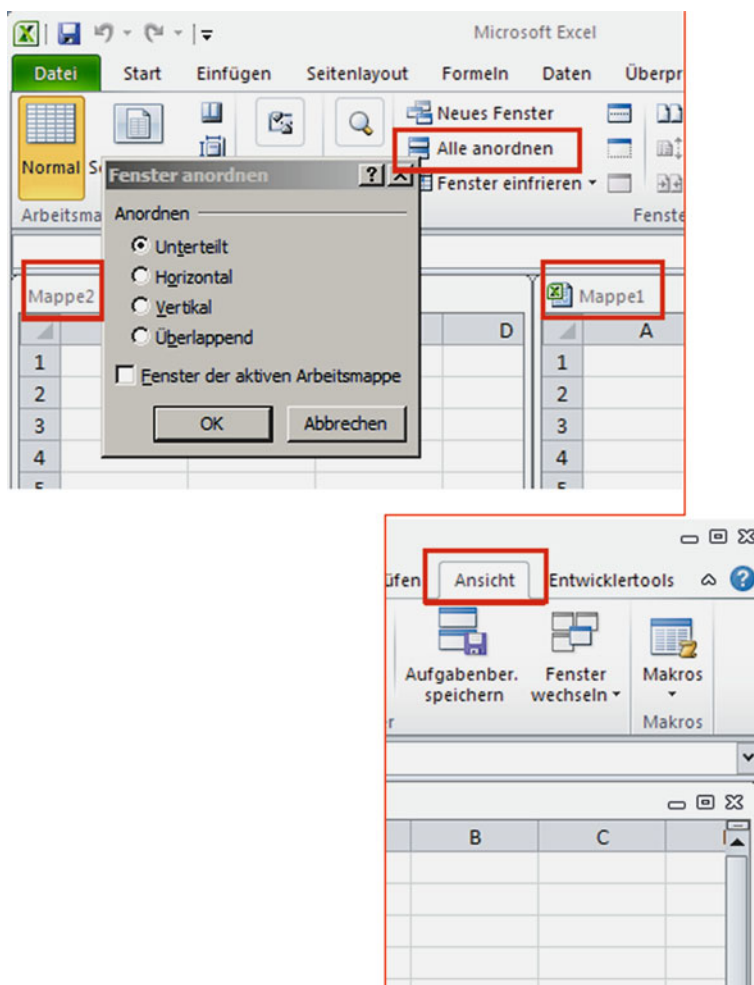
Wird die Arbeitsmappe geschlossen, mit einem Klick auf die Schaltfläche Schließen, dann bleibt nur das leere Fenster der Anwendung. Im Menüband werden alle Attribute und Methoden ausgegraut (schwach sichtbar), die sich auf eine Arbeitsmappe oder ein Arbeitsblatt beziehen. Das gilt auch für die Excel-Optionen, in denen die Attribute für Anwendungen, Arbeitsmappen und Arbeitsblätter definiert sind. Dazu folgt später noch eine Lektion.

### Lektion 1.3 Die Objekte Anwendung, Arbeitsmappe und Arbeitsblatt

Mit dem Start einer Excel-Anwendung unter Windows ist immer auch eine Objekthierarchie (Abb. 1.5) gegeben.



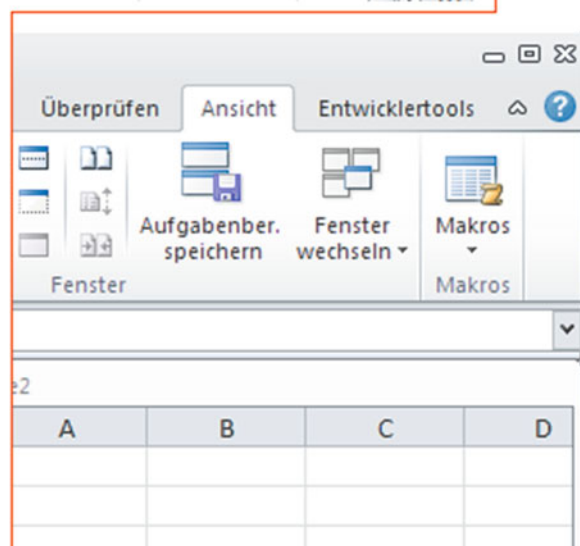
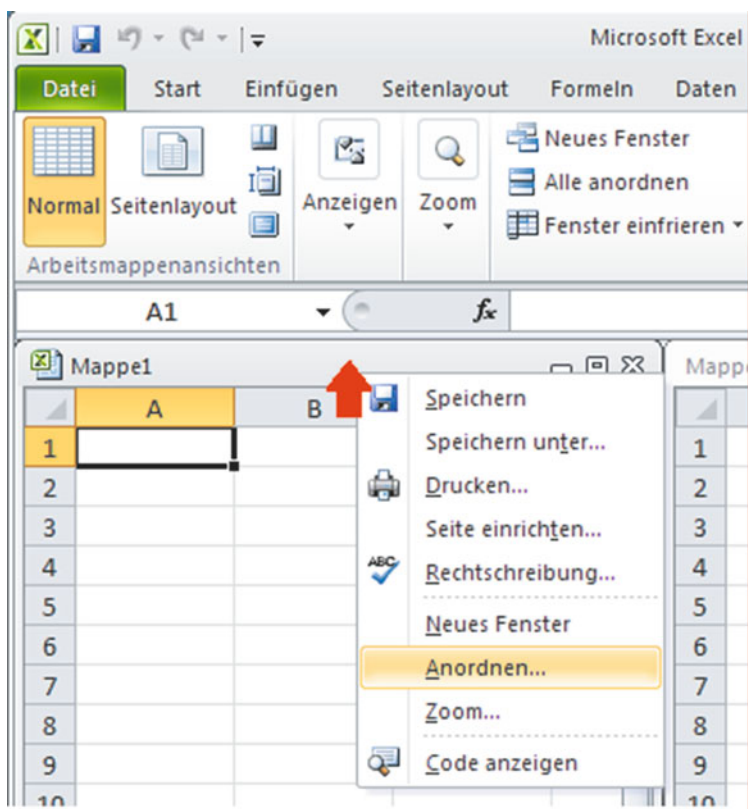
**Abb. 1.5** Objekthierarchie der Anwendungen



**Abb. 1.6** Zwei Arbeitsmapen in einer Anwendung

Werden in eine leere Excel-Anwendung mehrere Arbeitsmapen geladen, über das Register *Datei* und die Methode *Neu*, so müssen sie sich das Fenster der Anwendung teilen. Dabei überlagern sich ihre Darstellungen in der Regel. Im Register *Ansicht*, in der Gruppe *Fenster*, können alle Arbeitsmapen mit der Methode *Alle anordnen* sichtbar gemacht werden (Abb. 1.6).

Um die Attribute und Methoden aller Objekte schnell und versionsfrei handhaben zu können, besitzen Office-Anwendungen eine besondere Einrichtung – das Kontextmenü.



**Abb. 1.7** Das Kontextmenü der Arbeitsmappe

### Lektion 1.4 Das Kontextmenü

Mit einem Klick der rechten Maustaste auf ein Objekt öffnet sich das sogenannte Kontextmenü. Es zeigt die wichtigsten Attribute und Methoden des mit dem Mauszeiger markierten Objekts.

Neben den vielen versionsabhängigen Menüformen der Excel-Anwendung ist dies eine versionsunabhängige Methode, mit Excel-Objekten zu arbeiten. Daher sollte man dem Kontextmenü, wann immer es geht, den Vorzug gegenüber den Einträgen in Menü- und Symbolleisten geben.

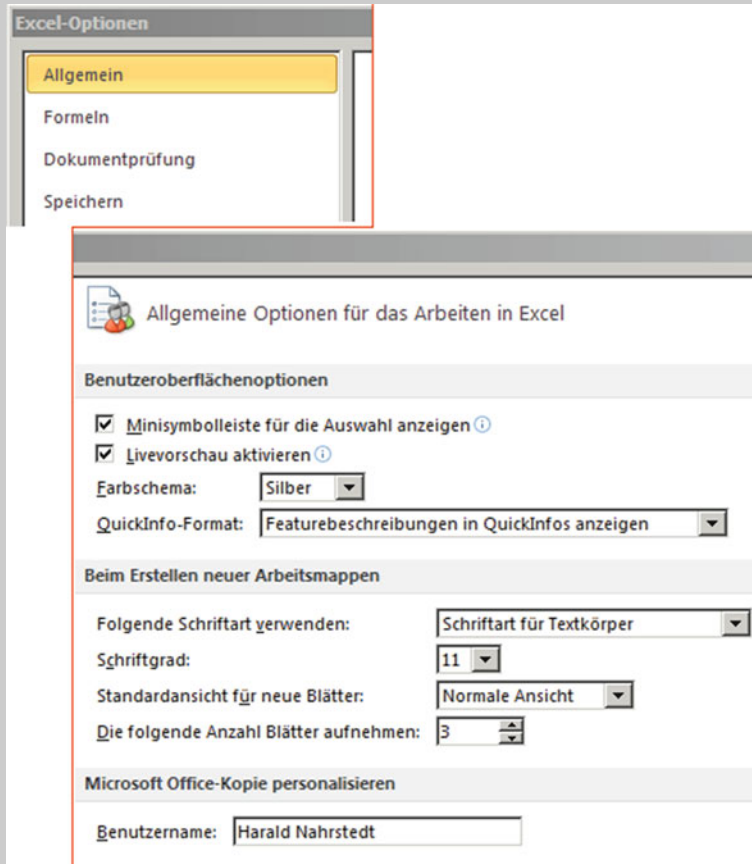
Nachfolgend bedeutet das Kontextmenü zu nutzen, mit der rechten Maustaste auf das entsprechende Objekt zu klicken. Das sich öffnende Dialogfenster zeigt die wichtigsten Attribute und Methoden dieses Objekts.

Ein Klick mit der rechten Maustaste in die Kopfzeile öffnet das Kontextmenü der Arbeitsmappe (Abb. 1.7). Auch hier findet sich die Methode *Anordnen* für mehrere Arbeitsmappen in einer Anwendung.

Für den Start mit einer Excel-Anwendung sollten ein paar grundlegende Einstellungen erfolgen.

### Lektion 1.5 Grundeinstellungen der Excel-Anwendung

Eine geöffnete Anwendung besitzt im Kopf einige Register, auch ohne eine geöffnete Arbeitsmappe. Mit einem Klick auf das Register *Datei* und die Gruppe *Optionen* öffnet sich ein Dialogfenster *Excel-Optionen* (Abb. 1.8).



**Abb. 1.8** Dialogfenster Excel-Optionen

In der Gruppe *Allgemein* gibt es einige wichtige Angaben. So kann hier die Anzahl der Arbeitsblätter in einer neuen Arbeitsmappe vorgegeben werden und auch der Benutzername sollte nicht fehlen.

## 1.4 Excel beenden

Bei einer Vielzahl von Arbeitsmappen macht es Sinn, diese in einer Speicherstruktur zu ordnen. Ein sehr beliebtes Mittel ist es, den Bezeichnungen Zahlen voran zu stellen. Dadurch lässt sich die Reihenfolge der Einträge bestimmen und der Speicherort wird so übersichtlich verwaltet. Auch die Arbeitsmappen selbst können so benannt werden.

Ein Beispiel:

01\_Aufgaben und Ergebnisse dokumentieren

01-01\_Aufgaben

01-02\_Dokumentablage

02\_Kostenbewusst arbeiten

02-01\_Eine einfache Preiskalkulation

02-02\_Daten konsolidieren

02-03\_Pivotabellen

03\_Projekte planen

03-01\_Netzplan

03-02\_Ressourcenplanung

usw.

Die Beispiele zu diesem Buch sollten ebenfalls unter einer solchen Struktur gespeichert werden. Sie sind aber auch als Download auf der Autorenwebsite verfügbar.

### Lektion 1.6 Excel beenden

Eine geöffnete neu erstellte Arbeitsmappe kann unter dem Register *Datei* mit der Methode *Speichern unter* abgespeichert werden. Aber auch das Kontextmenü der Arbeitsmappe zeigt diese Methode. Mit dem Aufruf öffnet sich ein Dialogfenster (Abb. 1.9), in dem Dateiname, Dateityp und Speicherort gewählt werden können.

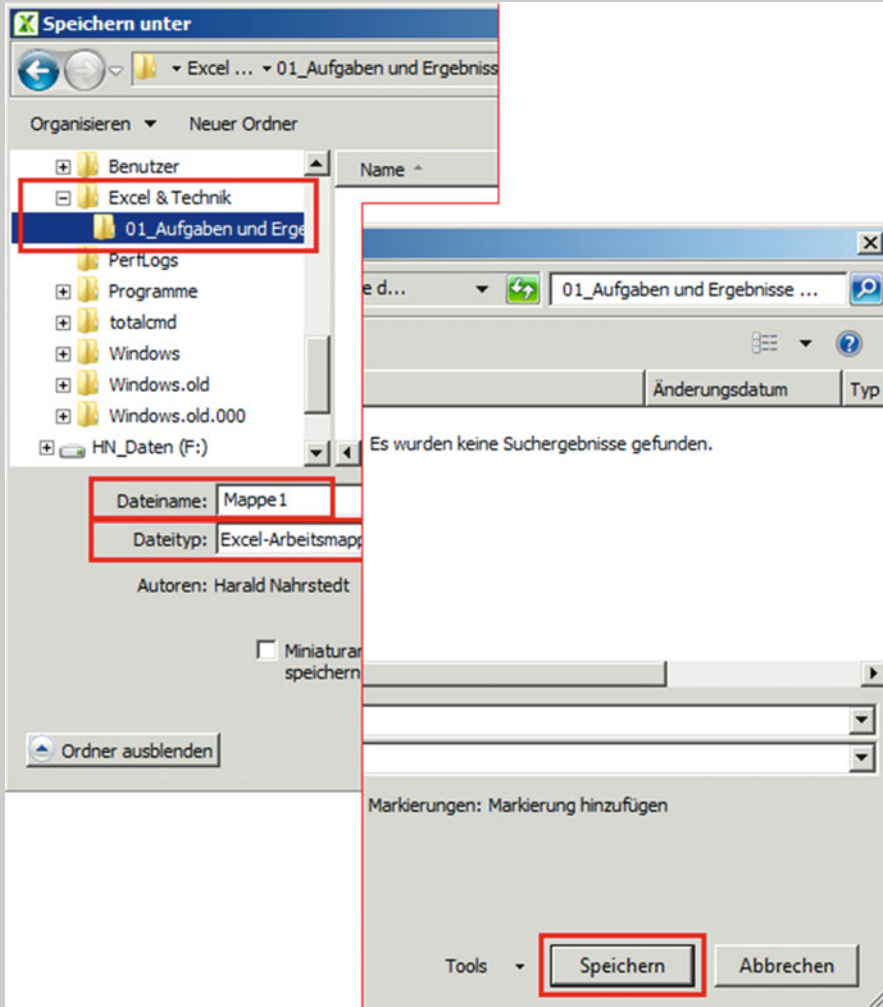
Seit der Version 2007 werden einfache Arbeitsmappen als *xlsx*-Typ gespeichert. In älteren Versionen ist es der *xls*-Typ. Das letzte *x* ist nun ein Hinweis darauf, dass mit dieser Version die Daten im XML-Format verwaltet werden.

Eine Arbeitsmappe kann außerdem als

- *xlsm*-Typ mit Makros,
- *xlsb*-Typ im Binärformat,
- *xls*-Typ im Format der Versionen vor 2007,
- *xml*-Typ im XML-Format,
- *mht*-/mhtml-Format als Webarchiv,

- htm-/html-Format als Website,
- xltx-Vorlage,
- xltm-Vorlage mit Makros

gespeichert werden.



**Abb. 1.9** Dialogfenster *Speichern unter*

Soll eine bereits gespeicherte Arbeitsmappe nach Änderungen erneut gespeichert werden, so genügt unter dem Register *Datei* die Methode *Speichern*.



Für dieses Buch ist auf dem Laufwerk C:\ ein Verzeichnis *Excel & Technik* vorgesehen. Darin sind dann als Unterverzeichnisse die Kapitelnamen des Buches vorhanden, in denen sich die jeweiligen Anwendungsbeispiele befinden.

### 1.5 Dokumentvorlagen

Natürlich gehört zu einer Arbeitsmappe auch die Pflege, die in technischen Dokumentationen sehr umfangreich ausfallen kann. Hier wird sie auf ein Minimum beschränkt. Jedes Anwendungsbeispiel in diesem Buch bekommt ein Arbeitsblatt als Cover vorangestellt (Abb. 1.10).

- ▶ X\_01-01\_Einfache Vorlage.xlsx
- ▶ X\_01-02\_Vorlage mit Makros.xlsm

Wer mag, kann im Register *Ansicht* in der Gruppe *Anzeigen* die Gitternetzlinien, die Bearbeitungsleiste und die Überschriften ausblenden. Das trifft jeweils nur für das aktuelle *Arbeitsblatt* zu, wie im Cover angewendet. Später wird auch gezeigt, wie ein Arbeitsblatt vor Änderungen geschützt werden kann.

**Lektion 1.7 Aktuelles Datum und aktuelle Uhrzeit eintragen**  
Das aktuelle Datum des Systems lässt sich durch die einfache Tastenkombination ALT + ENTER in die aktuelle Zelle schreiben. Wenigstens das Datum der letzten Be-

**Abb. 1.10** Das Cover der Vorlage

	A	B	C	D	E	F
1						
2		Excel				
3		&				
4		Technik				
5						
6			Kapitel 1			
7			Thema	Aufgaben und Ergebnisse dokumentieren		
8						
9			Thema	Excel Vorlage		
10			Lerninhalte	Organisation		
11				Zellen formatieren		
12						
13						
14			Autor	Harald Nahrstedt		
15			Datum	11.03.2013		
16			Version	1.0		
17						
18		Springer				
19		Vieweg				
20		Verlag				
21						

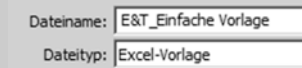
arbeitung sollte in einem Dokument nicht fehlen. Mit der Tastenkombination ALT + UMSCH + ENTER wird die aktuelle Uhrzeit eingetragen. Sie ist bei zeitnahen Versionen hilfreich.

Um nicht immer wieder neu anzufangen macht es Sinn, bereits vorhandene Arbeitsmappen mit vielleicht kleinen Änderungen als Vorlage zu speichern. Genau wie das Cover, das zuvor erstellt wurde.

### Lektion 1.8 Eine Dokumentvorlage erstellen

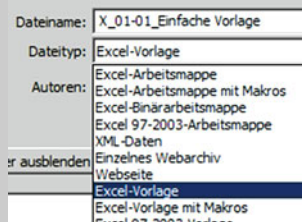
Um eine Dokumentvorlage zu erstellen sind folgende Arbeitsschritte erforderlich:

1. Erstellen einer Arbeitsmappe als Vorlage (Cover liegt bereits vor).
2. Im Register *Datei* die Methode *Speichern unter* aufrufen.
3. Im Dialogfenster *Speichern unter* den Dateinamen eingeben (Abb. 1.11).



**Abb. 1.11** Dialogfenster *Speichern unter*

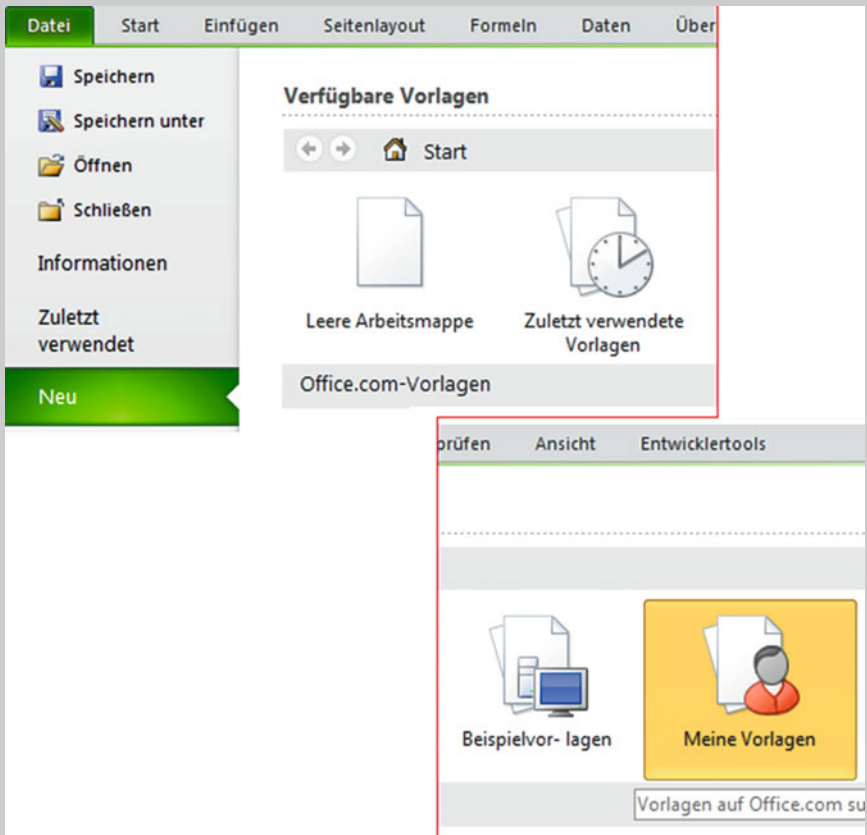
4. Als Dateityp *Excel-Vorlage* (\*.xltx), bzw. wenn später Makros erstellt werden, dann *Excel-Vorlage mit Makros* (\*.xltm), wählen (Abb. 1.12).



**Abb. 1.12** Auswahlliste der Dateitypen

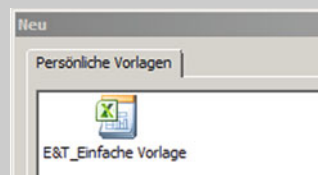
5. Wohin diese Datei gespeichert wird, ist in der Pfadangabe im Kopf des Dialogfeldes ersichtlich. Hier kann auch ein eigenes Verzeichnis eingesetzt werden. Dieses Verzeichnis muss dann aber auch verwaltet werden.

6. Mit dem Öffnen einer neuen Arbeitsmappe kann im Register *Datei* mit der Methode *Neu* ein Dialogfenster aufgerufen werden (Abb. 1.13).



**Abb. 1.13** Verfügbare Vorlagen

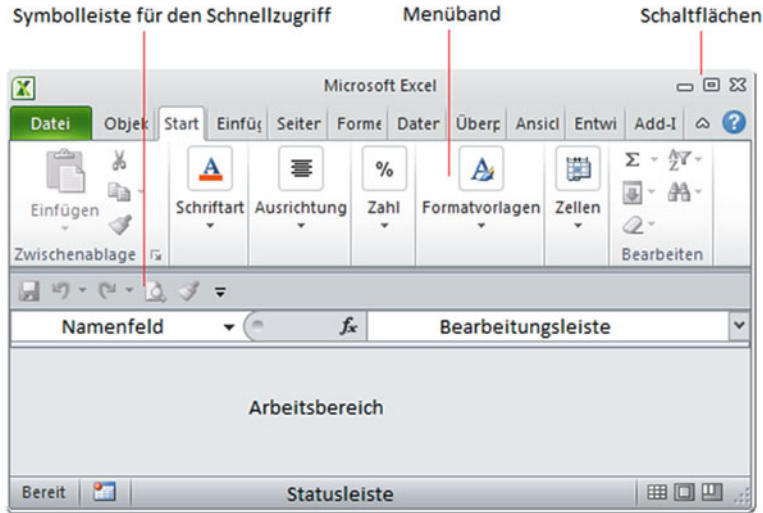
7. Unter verfügbare Vorlagen befindet sich auch die Gruppe *Meine Vorlagen* und darin dann die gespeicherte Vorlage. Mit einem Doppelklick auf das Vorlagensymbol wird die Vorlage in die aktuelle Arbeitsmappe übernommen (Abb. 1.14).



**Abb. 1.14** Eigene Dokumentvorlage

## 1.6 Objekte in der Anwendung

Die Excel-Anwendung besitzt viele Unterobjekte, von denen die wichtigsten in Abb. 1.15 dargestellt sind und nachfolgend auch besprochen werden.

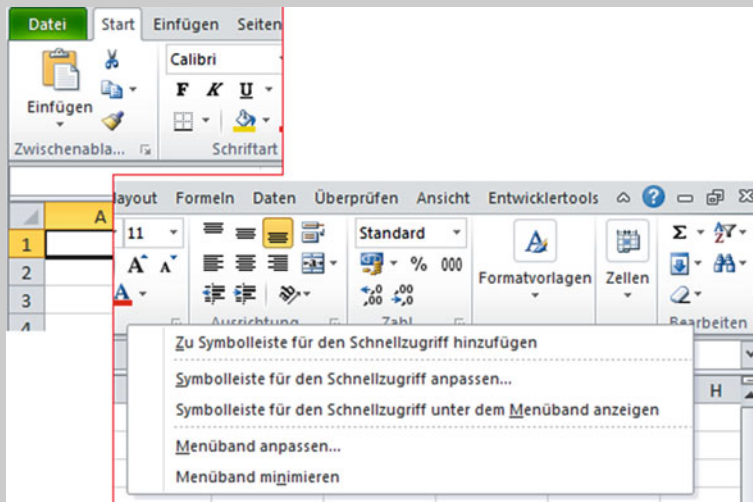


**Abb. 1.15** Unterobjekte einer Excel-Anwendung

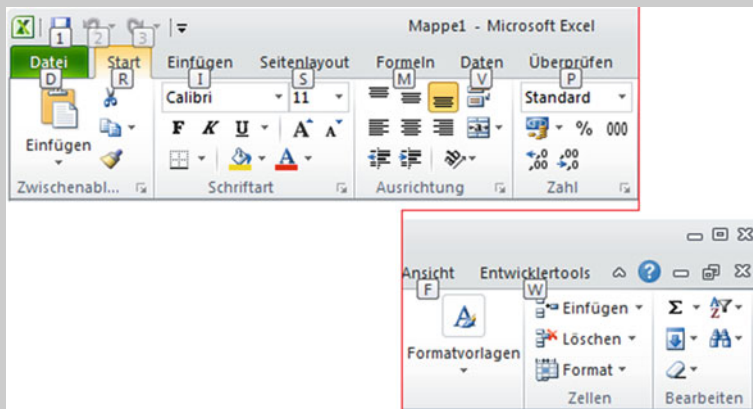
Seit der Version 2007 besitzen die meisten Office-Anwendungen das Menüband. Es ist durch eine Neustrukturierung der Objekte mit ihren Attributen und Methoden in Gruppen entstanden.

### Lektion 1.9 Das Menüband

Das Kontextmenü des Menübandes zeigt, dass sich dieses auch minimiert darstellen lässt (Abb. 1.16). Dadurch vergrößert sich der Aufgabenbereich. Durch Klicken auf die entsprechende Methode wird das Menüband wieder maximiert und eine Auswahl der Befehlsgruppen und Befehle per Mausklick möglich. Das Menüband ist so konstruiert, dass zusammenhängende Befehle eine Befehlsgruppe bilden, wie zum Beispiel unter dem Register Start die Gruppe Schriftart.



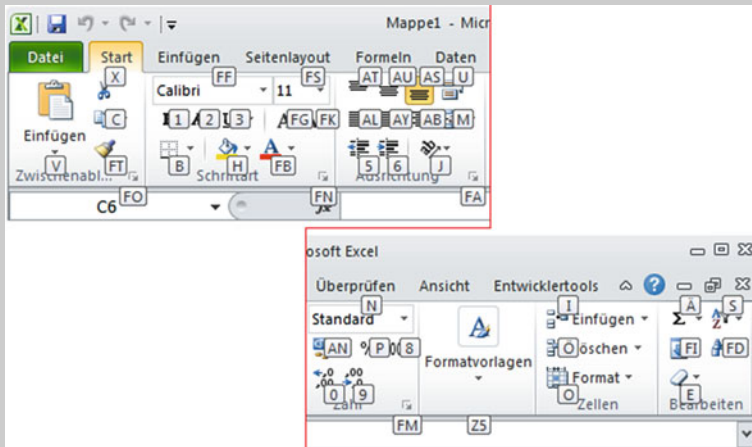
**Abb. 1.16** Das Kontextmenü des Menübandes



**Abb. 1.17** Menütasten

Register des Menübandes und deren Gruppen bis hin zu den einzelnen Attributen und Methoden können auch ausschließlich mit Tasten angewählt werden. Wird nur die ALT-Taste gedrückt, dann erscheinen zu den Registern und Methoden die entsprechenden Ziffern und Buchstaben (Abb. 1.17).

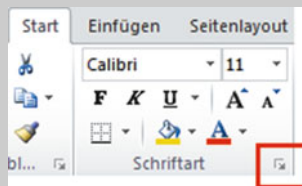
Die Tasten dazu rufen das Menüband des jeweiligen Registers auf. Zum Beispiel öffnet sich mit der Taste F das Menüband zum Register *Ansicht*. Oder mit der Taste R das Menüband zum Register *Start* (Abb. 1.18).



**Abb. 1.18** Menütasten zum Register *Start*

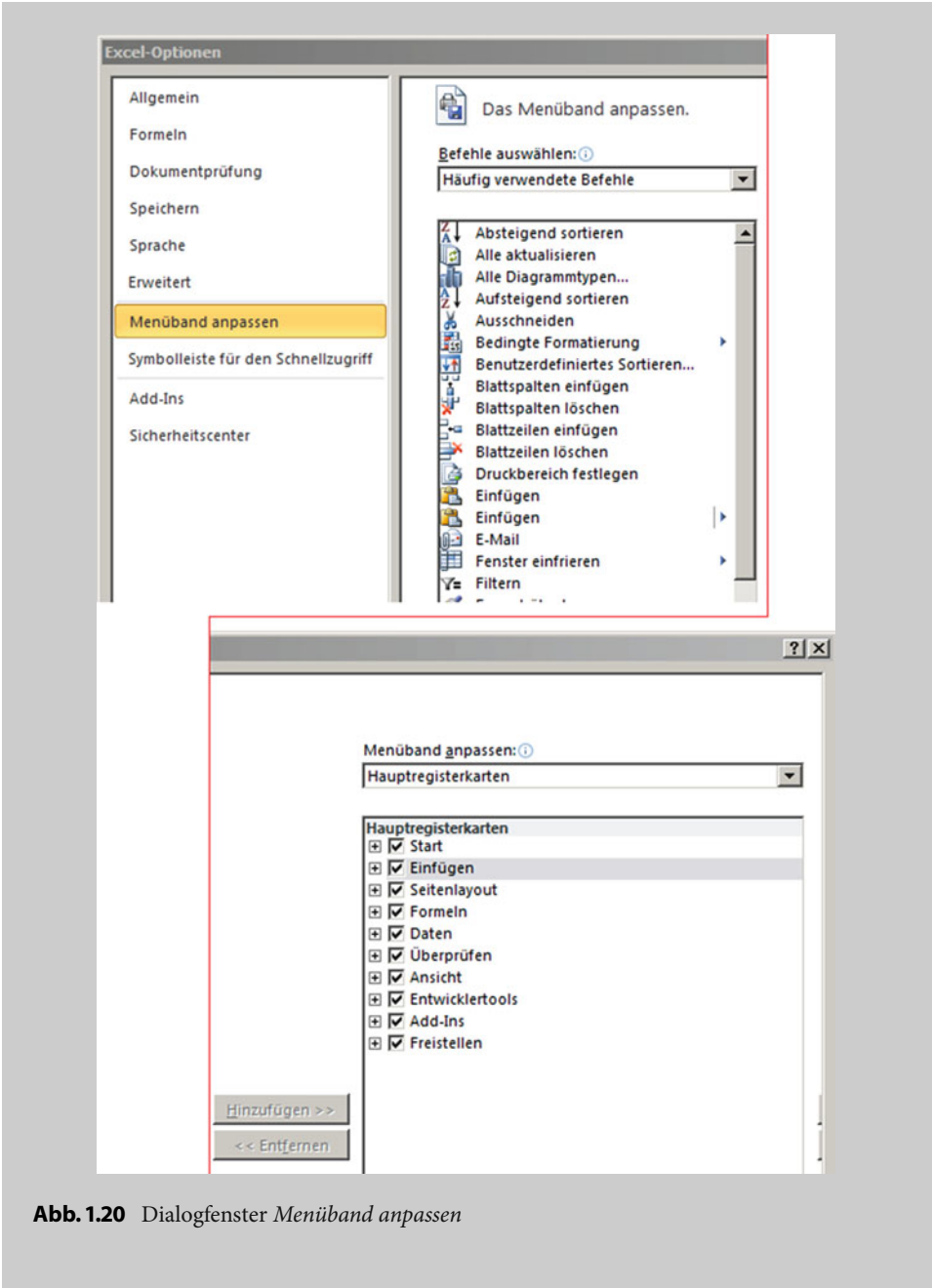
In dieser Darstellung des Menübandes sind dann wiederum Ziffern und Buchstaben angegeben, die weiter zu den Gruppen oder einzelnen Attributen und Methoden führen (Abb. 1.18). Letztlich kann so ohne die Nutzung der Maus jedes Menüelement erreicht werden.

Ist die Darstellung des Anwendungsfensters verkleinert und damit der Platz für die Beschriftung der Menübandelemente nicht ausreichend, dann werden nur die Symbole der Menübandelemente dargestellt und eine Menügruppe bekommt unten rechts einen Pfeil als Schaltfläche (Abb. 1.19). Damit lässt sich ein erweitertes Dialogfeld mit allen Menüelementen der Gruppe öffnen.



**Abb. 1.19** Schaltfläche einer Menügruppe

Über das Kontextmenü lässt sich auch das Menüband anpassen. Darunter gibt es die Möglichkeit, neue Register anzulegen. In diesen neuen Registern können eigene Gruppen angelegt und bezeichnet werden. Diese Aktion wird direkt in der bereits erstellten Vorlage durchgeführt.



**Abb. 1.20**    Dialogfenster *Menüband anpassen*

### Lektion 1.10 Das Menüband anpassen

Im Kontextmenü des Menübandes (rechte Maustaste auf eine beliebige Stelle des Menübandes) befindet sich die Methode *Menüband anpassen*. Damit öffnet sich das Dialogfenster *Excel-Optionen* (Abb. 1.20).

Aber Achtung, eigene Register sind danach standardmäßig in jeder neuen Anwendung. Doch wer viel mit Excel arbeitet, sollte sich ein eigenes Register im Menüband kreieren. Zur Anschauung soll nachfolgend eine eigene Registerkarte mit zwei Menügruppen erstellt werden.

Mit der Schaltfläche *Neue Registerkarte* wird im Feld der Hauptregister ein neuer Eintrag erstellt. Er bekommt den Vermerk *Benutzerdefiniert*. Gleichzeitig wird mit dem Register auch eine *Neue Gruppe* erstellt (Abb. 1.21).



**Abb. 1.21** Neuer Registereintrag

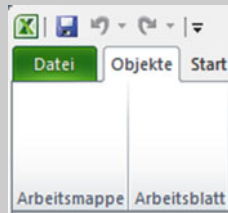
Das Kontextmenü dieses neuen Registers bietet mit den Methoden *nach oben* und *nach unten* die Möglichkeit, die Karte frei zwischen den anderen Registerkarten zu positionieren. Einfacher geht es aber durch Ziehen mit der linken Maustaste. Sie wird an den Anfang gestellt. Mit der Methode *Umbenennen* im Kontextmenü bekommt die Registerkarte den Namen *Objekte*. Auf die gleiche Weise erhält die Gruppe den Namen *Arbeitsmappe*.

Ebenfalls über das Kontextmenü der Registerkarte *Objekte* bekommt diese eine zweite Gruppe, die den Namen *Arbeitsblatt* erhält. Nun weist die Vorlage eine neue Registerkarte auf und in deren Menüband befinden sich die Gruppen *Arbeitsmappe* und *Arbeitsblatt* (Abb. 1.22).

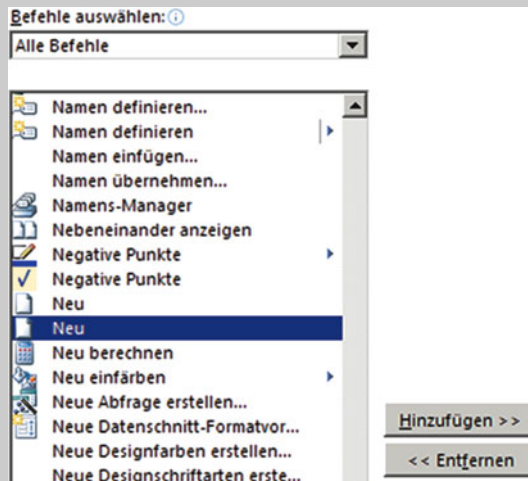
Es fehlen noch die entsprechenden Menüelemente, die zu diesen Objekten gehören. Dies wird über den linken Teil des Dialogfeldes *Menüband anpassen* bewerkstelligt. Dazu wird im Feld *Befehle auswählen* die Einstellung *Alle Befehle* ausgewählt.



Im Auswahlfeld darunter werden dann die entsprechenden Methoden und Attribute ausgewählt (Abb. 1.23).



**Abb. 1.22** Neue Registergruppen im Menüband



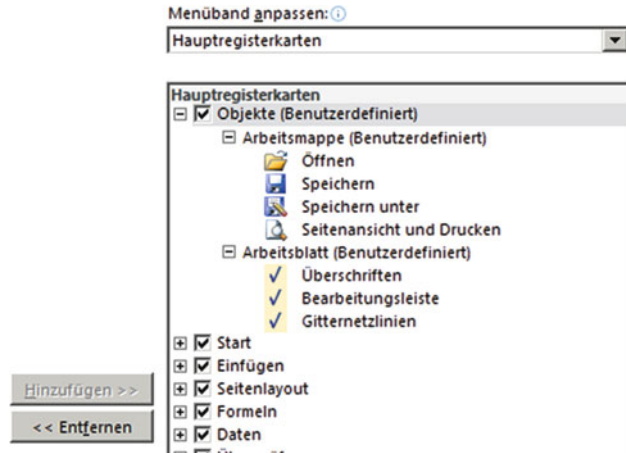
**Abb. 1.23** Menüelemente Auswahl

Durch markieren der Gruppen und die Schaltfläche *Hinzufügen* bekommen die Gruppen die entsprechenden Menüelemente (Abb. 1.24). Sie können jederzeit auch wieder entfernt werden.

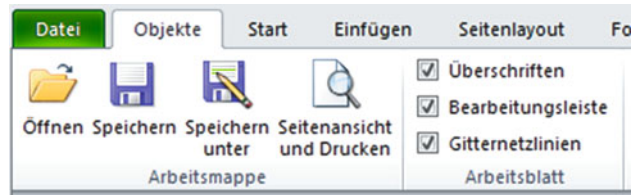
Für den Start mit Excel hat das Menüband eine Ergänzung durch das Register *Objekte* mit den Gruppen *Arbeitsmappe* und *Arbeitsblatt* (Abb. 1.25).

Wer einige Zeit mit Excel arbeitet wird feststellen, dass einige Befehle ständig genutzt werden. Doch nicht immer ist das richtige Register angewählt, so dass notfalls einige Mausklicks zusätzlich erforderlich sind. Zu diesem Zweck wurde die Symbolleiste für den Schnellzugriff kreiert. Die Aufnahme weiterer Befehle in die Schnellschaltleiste sollte mit Bedacht geschehen. Nur allzu schnell kann sie sehr groß werden, und damit ihren Vorteil

**Abb. 1.24** Menüelemente der Gruppen



**Abb. 1.25** Erweitertes Menüband



zur besseren Übersicht verlieren. Die dargestellten Befehle (Abb. 1.26) sollte sie aber auf jeden Fall enthalten.

### Lektion 1.11 Die Symbolleiste für den Schnellzugriff

Das Kontextmenü des Menübandes zeigt, dass man die Symbolleiste für den Schnellzugriff (Schnellschaltleiste) über oder unter dem Menüband postieren kann (Abb. 1.26). Sie besitzt eine Schaltfläche für ein Auswahlfeld, das bereits mit mehreren Menüelementen aufwartet. Das Kontextmenü der Schnellschaltleiste besitzt große Ähnlichkeit mit dem Kontextmenü des Menübandes. Auch hier gibt es die Möglichkeit, die Schnellschaltleiste über ein Dialogfeld mit weiteren Menüelementen anzupassen. Das Verfahren ist dem des Menübandes gleich (Abb. 1.27).

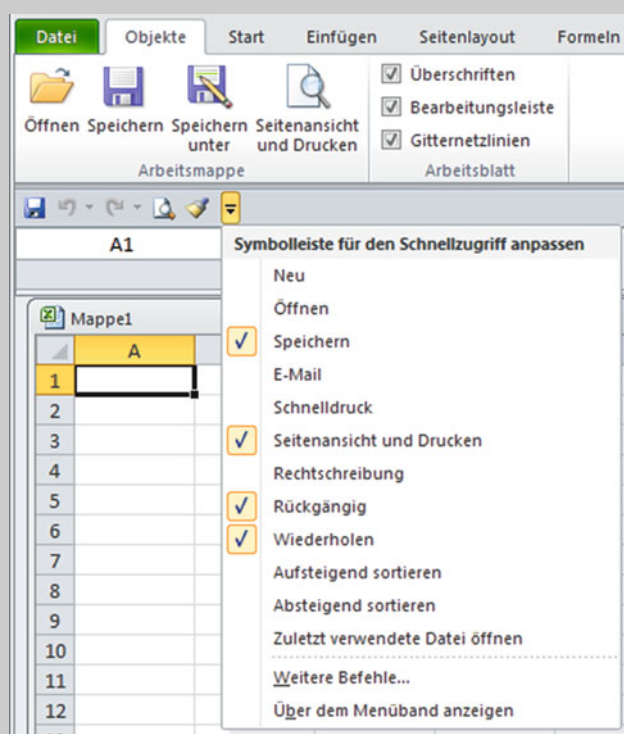


Abb. 1.26 Auswahl für die Schnellschaltleiste

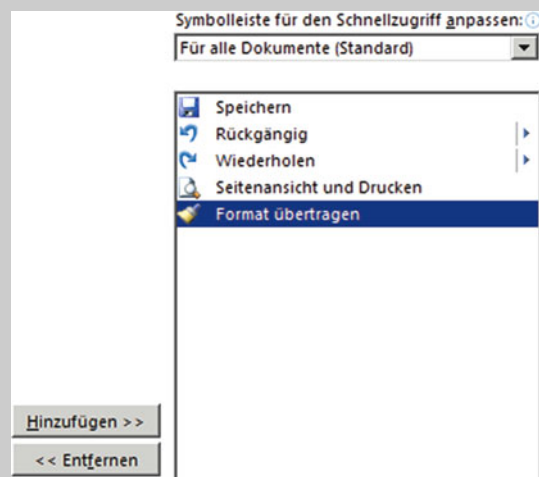


Abb. 1.27 Schnellschaltleiste anpassen

Die Methoden *Speichern*, *Rückgängig* und *Wiederholen* sollten auf jeden Fall hier stehen. Die Methode *Seitenansicht* und *Drucken* ist sehr praktisch für die Druckausgabe. Eine Vorschau verhindert vorschnelle Druckanweisungen. Wie oft werden Arbeitsblätter ausgedruckt, die nicht oder nur schlecht auf ein Papier passen. Immer wieder müssen Zellformate übertragen werden und nicht immer wird gerade das Start-Register angezeigt, so dass *Format übertragen* auch hierhin gehört.

Die unterste Zeile eines Anwendungsfensters ist die Statuszeile. Ihr fällt die Aufgabe zu, Informationen zur Nutzung der Anwendung zu zeigen.

Lektion 1.12 Die Statuszeile

Auch die Statuszeile ist ein Objekt und besitzt damit ein Kontextmenü (Abb. 1.28).

Statusleiste anpassen

☒ Zellenmodus

Bereit

☒ Signaturen

Aus

☒ Informationsverwaltungsrichtlinie

Aus

☒ Berechtigungen

Aus

Feststell taste

Aus

N um

Aus

☒ Rollen

Aus

☒ Feste Dezimalstelle

Aus

Überschreibmodus

☒ Beendigungsmodus

☒ Makroaufzeichnung

☒ Auswahlmodus

☒ Seitenzahl

☒ Mittelwert

☒ Anzahl

Numerische Zahl

☒ Minimum

☒ Maximum

☒ Summe

☒ Uploadstatus

☒ Ansichtssymbole anzeigen

Zoom

100 %

Zoomregler

Abb. 1.28 Das Kontextmenü der Statuszeile

Das Kontextmenü enthält Hinweise zur Nutzung der Anwendung und meldet Zustände bestimmter Tastenmodi. Auch die Anzeige der Anwendung bis hin zu einem Zoomregler können hier eingestellt werden. Besondere Bedeutung hat die Gruppe der Funktionen Mittelwert, Anzahl, Minimum, Maximum und Summe. Zu mehreren markierten Zellen auf einem Arbeitsblatt werden in der Statuszeile die entsprechenden Funktionswerte eingeblendet.

Gerade die Funktionsergebnisse in der Statuszeile sind oft hilfreich zur Überprüfung von Formeln.

### Lektion 1.13 Das Namensfeld

Das Namensfeld zeigt die Adresse einer markierten Zelle. Auch wenn ein ganzer Bereich markiert wird, ist immer die Adresse der Zelle oben links des Bereichs zu sehen. Es ist besonders wichtig bei der Nutzung von Bereichsnamen, die in einem späteren Kapitel beschrieben werden.



**Abb. 1.29** Namensfeld und Bearbeitungsleiste

### Lektion 1.14 Die Bearbeitungsleiste

Die Bearbeitungsleiste zeigt den Inhalt einer markierten Zelle oder den Inhalt der Zelle oben links eines markierten Bereichs. Enthält die besagte Zelle eine Formel, dann wird diese angezeigt. Die Größe der Leiste lässt sich durch Anfassen und Verschieben der Trennlinie zwischen Bearbeitungsleiste und Spaltenbezeichnung einstellen (Abb. 1.30).

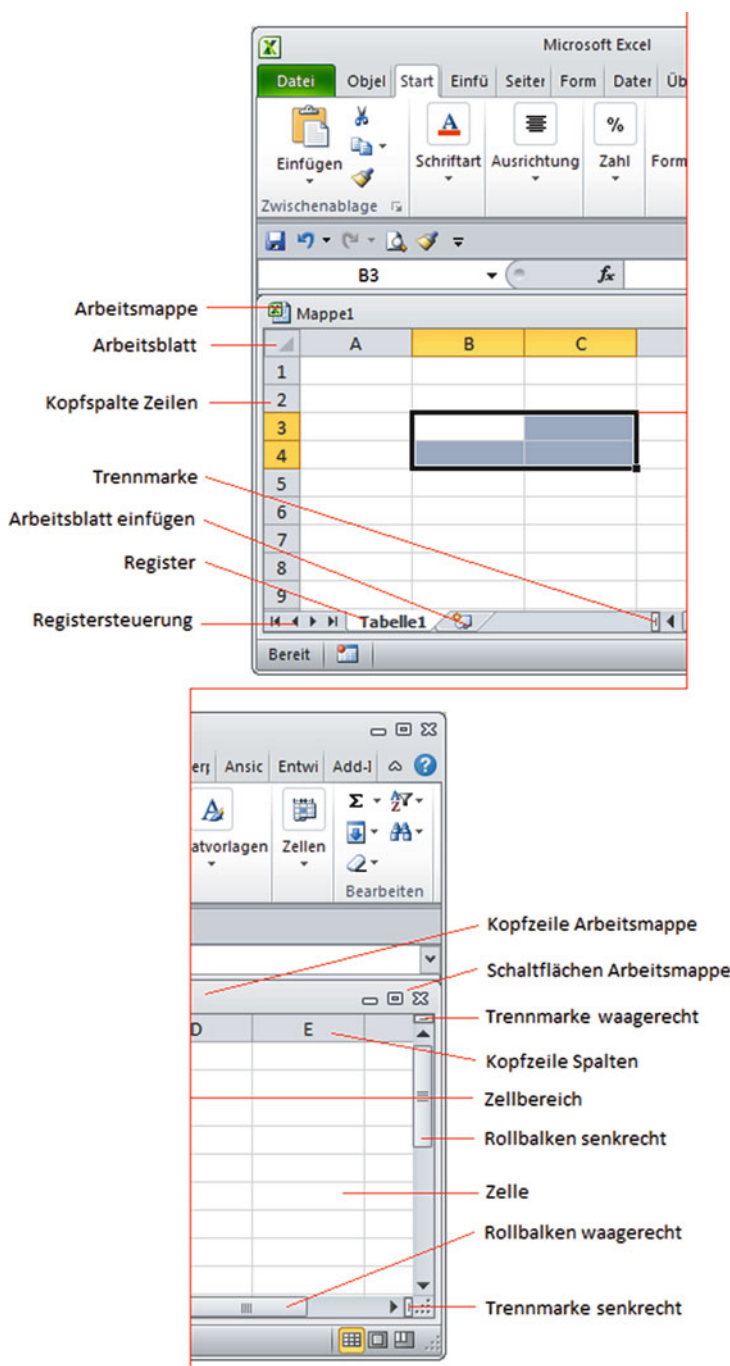


**Abb. 1.30** Bearbeitungsleistenhöhe verändern

Namensfeld und Bearbeitungsleiste sind erst zusammen mit einem Arbeitsblatt funktionsfähig. Beide Objekte besitzen kein Kontextmenü.

## 1.7 Objekte in der Arbeitsmappe

Genauso wie für die Anwendung sind auch für die Arbeitsblätter und deren Unterobjekte Optionen vorhanden, die jederzeit geändert werden können.



**Abb. 1.31** Unterobjekte einer Arbeitsmappe

**Lektion 1.15 Grundeinstellungen zum Arbeitsblatt**

Unter dem Register *Datei* und der Auswahl *Optionen*, die bereits für Einstellungen zur Anwendung benutzt wurden, befinden sich weitere Optionen, die vorwiegend zur Arbeitsmappe und zum Arbeitsblatt gehören. Vorwiegend die Attribute sind teilweise auch über das Menüband einstellbar. Wie zum Beispiel das Ein- und Ausblenden der Gitterlinien, der Bearbeitungsleiste und der Überschriften.

In der Gruppe *Formeln* befinden sich *Optionen*, die sich auf Formeln und ihre Fehler beziehen. Die Gruppe *Dokumentprüfung* befasst sich mit Korrekturen. Unter *Speichern* werden Speicherorte vorgegeben. Sprachoptionen sind oft schon bei der Installation angepasst worden. Die Gruppe *Erweitert* ist besonders interessant, denn sie regelt Bearbeitung, Darstellung, Druck und Kompatibilität.

Wichtige Einstellungen werden bei den Anwendungen noch ausführlicher beschrieben.

Mit dem Laden einer Arbeitsmappe in die Excel-Anwendung wird gleichzeitig auch die vereinbarte Anzahl Arbeitsblätter geladen. Arbeitsmappe und Arbeitsblätter verfügen wiederum über eine Vielzahl von Unterobjekten, von denen die wichtigsten nachfolgend beschrieben werden (Abb. 1.31).

**Lektion 1.16 Kopfzeile Arbeitsmappe**

Jede Arbeitsmappe besitzt eine Kopfzeile in der der Name der Arbeitsmappe steht. Sie ist aber nicht immer sichtbar. Ist in einer Excel-Anwendung nur eine Arbeitsmappe enthalten, dann wird der Name der Arbeitsmappe in der Kopfzeile der Anwendung wiedergegeben. Enthält die Anwendung mehrere Arbeitsmappen, dann sind auch ihre Kopfzeilen im aktiven Zustand sichtbar und die Kopfzeile der Anwendung enthält den Standardtext *Microsoft Excel*. Das Kontextmenü der Kopfzeile ist gleichzeitig das Kontextmenü der Arbeitsmappe.

Das Arbeitsblatt ist das wichtigste Unterobjekt der Arbeitsmappe und der größte Teil dieses Buches befasst sich mit deren Nutzung.

**Lektion 1.17 Arbeitsblatt und Register**

Jede Arbeitsmappe enthält mindestens ein Arbeitsblatt. Daher kann das letzte Arbeitsblatt einer Arbeitsmappe auch nicht gelöscht werden. Mehrere Arbeitsblätter einer Arbeitsmappe werden überlagert dargestellt.

Ein wichtiges Unterobjekt des Arbeitsblattes ist sein Register. Mit einem Klick auf sein Register wird ein Arbeitsblatt selektiert und damit aktiv. Es ist dann das oberste

der überlagerten Arbeitsblätter. Das Kontextmenü des Registers ist gleichzeitig das Kontextmenü des Arbeitsblattes.

Arbeitsblätter besitzen Rollbalken, damit sie über den darstellbaren Bereich hinaus bearbeitet werden können. Trennmarken sind für den sichtbaren Teil der Darstellung gedacht.

Über das Kontextmenü können Arbeitsblätter gelöscht werden. Über eine Schaltfläche in der Form eines Registers lassen sich neue leere Arbeitsblätter erzeugen (Abb. 1.32).

### Lektion 1.18 Die Rollbalken der Arbeitsblätter

Mit den Rollbalken der Arbeitsblätter lässt sich der sichtbare Teil des Arbeitsblattes im aktiven Fenster verschieben. Auch hier zeigt das Kontext-Menü die jeweiligen Möglichkeiten entsprechend der Richtung.

Da sich der horizontale Rollbalken den Platz mit den Registern in einer Zeile teilt, kann er an seinem linken Rand über eine Trennmarke angepasst werden.

Das gleiche gilt auch für den vertikalen Rollbalken.



**Abb. 1.32** Neues Arbeitsblatt einfügen

Immer wieder müssen gleiche Methoden auf Objekten gleichen Typs angewendet werden. Seien es nun Arbeitsblattregister, Zeilen, Spalten, Zellenbereiche etc. Damit nicht jedes einzelne Objekt angefasst werden muss, werden sie gemeinsam markiert und die Operationen auf einem Element stellvertretend für alle ausgeführt.

### Lektion 1.19 Objekte markieren

Zur Auswahl von Objekten gibt es zwei unterschiedliche Vorgehensweisen.

- Zusammenhängende Objekte werden so ausgewählt: Das erste Objekt anklicken. Die Umschalttaste festhalten und das letzte Objekt anklicken.
- Nicht zusammenhängende Objekte werden so ausgewählt: Das erste Objekt anklicken. Die Strg-Taste festhalten und alle anderen Objekte nacheinander anklicken.
- Eine Gruppierung kann durch Anklicken eines Objekts das nicht zur Gruppe gehört oder über das Kontext-Menü wieder aufgehoben werden.



Die Grundidee von Excel ist die Aufteilung der Arbeitsblätter in Zeilen und Spalten. Sie erinnert an Kalkulationstabellen.

### Lektion 1.20 Zeilen und Spalten

Ein Arbeitsblatt ist in Zeilen und Spalten unterteilt. Die Trennlinien, auch als Gitternetzlinien bezeichnet, ermöglichen die Orientierung. Die Zeilen und Spalten verfügen über ein Kopfelement, die sich in der Kopfzeile Spalten bzw. in der Kopfspalte Zeilen befinden. Diese Kopfelemente verfügen über ein eigenes Kontextmenü, das die Attribute zur Größe und Form beinhaltet.

Ein Attribut einer Spalte ist deren Breite, bzw. einer Zeile deren Höhe. Durch Klicken auf die Begrenzungslinie im Spalten- bzw. Zeilenkopf, und Ziehen der Begrenzung bei gedrückter Maustaste, kann die Spaltenbreite bzw. Zeilenhöhe geändert werden.

Ein Doppelklick auf eine Begrenzung (Abb. 1.33) dagegen, stellt deren Maße nach den Erfordernissen ein. Eine Spalte wird dann nur so breit eingestellt, wie ihr Inhalt es erfordert, damit z. B. ein Text in voller Länge dargestellt werden kann.

Aber auch das Kontextmenü bietet diese Möglichkeit. Werden mehrere Spalten bzw. Zeilen zusammen markiert, ob getrennt oder einzeln wie zuvor beschrieben, so wirkt sich eine Veränderung der Breite bzw. Höhe auf alle markierten Objekte aus. Sie werden alle gleich eingestellt.

Die Zeilen beginnen bei 1 und sind fortlaufend nummeriert. Maximal sind 1.048.576 Zeilen möglich. Die Spalten beginnen bei A, durchlaufen das Alphabet bis Z und beginnen dann mit AA, AB, AC, ... usw. Maximal sind 16.384 Spalten möglich.

Markierte Zeilen und Spalten können über das Kontextmenü ein- und ausgeblendet werden. Bei komplexen Berechnungsabläufen lassen sich so Zeilen oder Spalten ausblenden, in denen Hilfsrechnungen ausgeführt werden und die Darstellung gewinnt so an Übersichtlichkeit.

Schneller geht das Ein- und Ausblenden mit folgenden Tasten, wenn zuvor die entsprechende Zelle oder der entsprechende Zellbereich markiert wird:

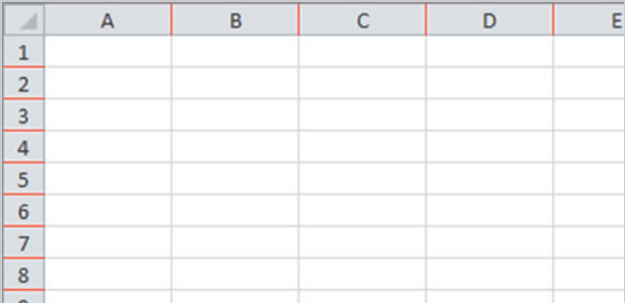
STRG + 8 blendet zugehörige Spalte(n) aus

STRG + UMSCH + 8 blendet zugehörige Spalte(n) ein

STRG + 9 blendet zugehörige Zeile(n) aus

STRG + UMSCH + 9 blendet zugehörige Zeile(n) ein

Ist eine Zeile oder Spalte ausgeblendet, dann kann eine Zelle darin nicht markiert werden. Durch Markieren der Nachbarzeilen bzw. Nachbarspalten lassen sich die ausgeblendeten Bereiche auch wieder einblenden.



The image shows a screenshot of a spreadsheet application. The grid consists of 5 columns and 8 rows. The columns are labeled A, B, C, D, and E at the top. The rows are labeled 1 through 8 on the left. Red lines are drawn between the columns and between the rows, creating a grid of cells. The first cell (A1) contains a small triangle icon. The rest of the cells are empty.

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

**Abb. 1.33** Begrenzungslinien zwischen Zeilen und Spalten (rot dargestellt)

Im Ingenieurbereich sind täglich eine Vielzahl von Daten zu sammeln und zwar so, dass daraus schnell Informationen gewonnen werden können. Aufbereitete Daten aus unterschiedlichen Quellen werden in einem Data-Warehouse-System verwaltet. Die Analyse der Daten, mit dem Ziel neue Muster zu erkennen, liefert ein Data-Mining-System.

---

## 2.1 Eine einfache Preiskalkulation

Kalkulationen finden sich in allen technischen Bereichen. Die nachfolgend vereinfachte Preiskalkulation verwendet die Objekte von Excel mit ihren Methoden und Attributen.

- X\_02-01\_Preis-Kalkulation.xlsx

Dazu wird die angegebene Vorlage verwendet. Das Arbeitsblatt mit dem Namen *Cover* erhält die notwendigen Textangaben (Abb. 2.1) und wird unter dem Namen *02-02\_Preis-Kalkulation* abgespeichert. Das Register *Datei* enthält dazu die Methoden *Speichern* und *Speichern unter*, bzw. das benutzerdefinierte Register *Objekt* enthält ebenfalls diese Methoden.

Ein neues Arbeitsblatt bekommt in seinem Register mithilfe des Kontextmenüs den Namen *Stückpreis-Kalkulation*. Wer mag, kann über das Kontextmenü dem Register auch eine Farbe geben. In die Zellen dieses Arbeitsblattes werden die Texte und Zahlen geschrieben, wie sie in Abb. 2.2 zu sehen sind. Die Zellen können zwar zur Eingabe einzeln angeklickt werden, es geht aber auch so, dass der Bereich von A2 bis A7 markiert wird und alle Texte durch die Eingabetaste getrennt hintereinander eingegeben werden. Mit den Werten geht dies ebenso.

Bei der Eingabe lässt sich die Feststellung machen, dass nach dem Eingabewert, ob Text oder Zahl, diese in den Zellen unterschiedlich dargestellt werden. Texte links, Zahlen rechts.

**Abb. 2.1** Cover der ersten Anwendung

	A	B	C
1			
2		Excel	
3		&	
4		Technik	
5			
6		Kapitel 2	
7		Thema	Kostenbewusst arbeiten
8			
9		Inhalt	Preis-Kalkulation
10			Applikation, Arbeitsmappe, Arbeitsblatt, Zellbereiche, Zellen
11			Formeln und Funktionen
12			Zellformate
13			Namen
14			
15			
16		Autor	Harald Nahrstedt
17		Datum	02.10.2013
18		Version	1.0
19			
20		Springer	
21		Vieweg	
22		Verlag	
23			

**Abb. 2.2** Kostenübersicht

	A	B	C
1		Einzelkosten	%-Anteil
2	Entwicklung	7800	
3	Material	6400	
4	Fertigung	7200	
5	Verwaltung	3400	
6	Marketing	5900	
7	Vertrieb	8200	
8			
9	Gesamt		

**Lektion 2.1 Zellen und Zellbereiche**

**Zellen**

Zellen dienen vereinfacht gesagt zur Aufnahme von Texten, Werten und Formeln. Ihre Bezeichnung erhalten sie durch die Kopfelemente von Spalte und Zeile. Sie besitzen Attribute wie Farbe und Darstellungsformen. Sie können Kommentare besitzen und Hinweise auf andere Objekte. Zellen werden durch das Anklicken mit der linken Maustaste markiert und sind damit aktiv. Die Eingabe über die Tastatur erfolgt dann in dieser Zelle.

**Zellbereiche**

Es lassen sich jedoch auch mehrere Zellen gleichzeitig markieren (siehe Lektion 1.19). So entsteht ein weiteres Unterobjekt der Arbeitsblätter, der Zellbereich. Die Objekthierarchie erweitert sich. Einem markierten Zellbereich können nacheinander mit Eingabe und Eingabetaste Texte und/oder Werte zugeordnet werden (Abb. 2.3).

Das Diagramm zeigt einen Zellbereich in einer Excel-Tabelle. Ein grauer Rahmen umschließt die Zellen B1 bis D3. Innerhalb dieses Bereichs sind die Zellen B1, C1, B2, C2, B3 und C3 blau schattiert. Die Zellen B1, C1, B2, C2 und B3 enthalten die Zahlen 1, 2, 3, 4 und 5. Die Zelle C3 enthält die Zahl 6. Dies illustriert, wie eine Eingabe in eine Zelle (hier 6 in C3) auf den gesamten Zellbereich (B1:D3) übertragen wird.

**Abb. 2.3** Eingabe in einen Zellbereich

**Zelladressen**

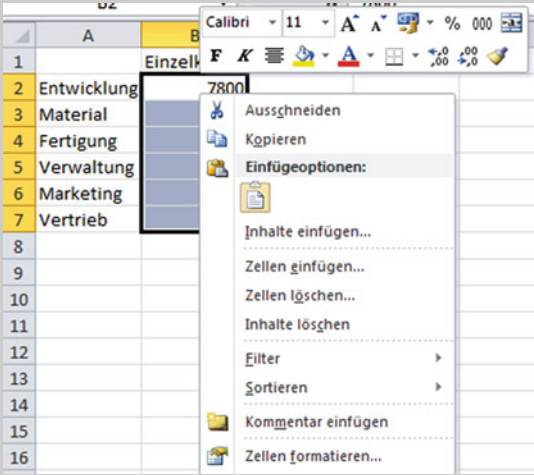
Jede Zelle verfügt über eine Zelladresse, die für das spätere Rechnen mit deren Inhalt erforderlich ist. Immer wenn eine Zelle angeklickt wird, steht im Namensfeld die entsprechende Zelladresse. Anders ist das bei einem Zellbereich, dann ist es immer nur die Adresse der linken oberen Zelle eines Zellbereichs. Sie ist die Referenzzelle des Bereichs und ist bei der Erstellung eines Zellverbundes und bei einer bedingten Formatierung über den Zellbereich von Bedeutung (Abb. 2.4).

Das Bild zeigt einen Ausschnitt einer Excel-Tabelle. Die Spaltenüberschriften sind A und B. Die Zeilenüberschriften sind 1 bis 7. Die Zellen A2 bis A8 sind gelb hervorgehoben und enthalten die Begriffe Entwicklung, Material, Fertigung, Verwaltung, Marketing und Vertrieb. Die Zellen B2 bis B8 sind blau schattiert und enthalten die Zahlen 7800, 6400, 7200, 3400, 5900 und 8200. Die Spalte B ist mit der Überschrift 'Einzelkosten' beschriftet. Ein grauer Rahmen umschließt den Zellbereich B2:B8. Oben links ist die Zelladresse 'B2' zu sehen.

**Abb. 2.4** Adresse eines Zellbereichs

**Zellformate**

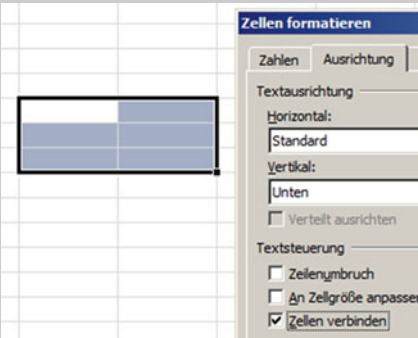
Und noch etwas lässt sich sofort zeigen, nämlich dass die Inhalte von Zellen anders dargestellt werden können, ohne den eigentlichen Inhalt zu verändern. Einer Zelle oder einem Zellbereich kann ein Format zugewiesen werden. Das Zellformat ist ein weiteres Attribut der Zelle. Das Kontextmenü einer Zelle oder eines Zellbereichs zeigt die Methode *Zellen formatieren*. Damit lässt sich im geöffneten Dialogfeld unter dem Register *Zahlen* das gewünschte Zellformat einstellen (Abb. 2.5).



**Abb. 2.5** Zellformat über das Kontextmenü

**Zellverbund**

Ein markierter Zellbereich kann zu einer Zelle zusammengefasst werden. So entsteht das Objekt Zellverbund. Über das Kontextmenü des markierten Zellbereichs mit *Zellen formatieren* und dem Register *Ausrichtung* kann die Methode *Zellen verbinden* gewählt werden. Der Zellverbund erbt die Attribute und Methoden der linken oberen Zelle (Abb. 2.6).

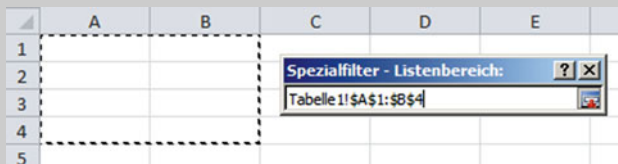


**Abb. 2.6** Zellen verbinden

## Lektion 2.2 Zellinhalte übertragen

### Bereichswähler

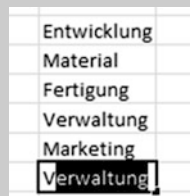
In vielen Methoden muss ein Zellbereich angegeben werden. Zur vereinfachten Eingabe besitzen die Felder oft einen Bereichswähler (Symbol mit kleiner Tabelle und rotem Pfeil) rechts vom Eingabefeld (Abb. 2.7). Mit einem Mausklick kann die optische Bereichswahl aktiviert werden. Wird dann der Zellbereich (und natürlich auch eine einzelne Zelle) mit der Maus markiert, dann wird der Zellbereich in das Eingabefeld übernommen.



**Abb. 2.7** Bereichswähler

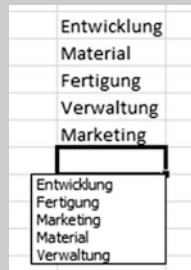
### Autovorgabe

Existieren in einer Spalte bereits Einträge, dann werden sie bei der Eingabe einer gleichen Buchstabenfolgen von Excel vorgeschlagen, so dass nur noch eine Bestätigung durch die Eingabetaste erforderlich ist (Abb. 2.8).



**Abb. 2.8** Autovorgabe

Mit den Tasten *ALT* und *Pfeil nach unten* kann aber auch ein Auswahlfeld eingeblendet werden, aus dem durch Anwahl über die Pfeiltasten oder mit der *Maus* und der Eingabetaste eine Wahl erfolgen kann (Abb. 2.9).



**Abb. 2.9** Vorgabe mit ALT + Pfeiltasten anfordern

### Autokorrektur

Diese Methode erlaubt die Änderung eingegebener Zeichenfolgen für folgende Anwendungen:

Korrektur fehlerhafter Eingaben, wie ähnlich durch ähnlich.

Häufig benutzte Symbole durch Zeichenfolgen vorgeben, wie (c) für ©.

Wiederkehrende Sätze durch Zeichenfolge aufrufen, wie \_EOG für „Das genannte Ergebnis ist ohne Gewähr.“

Die Autokorrektur befindet sich im Register *Datei* unter *Optionen* in der Gruppe *Dokumentprüfung* (Abb. 2.10).

Im Textfeld *Ersetzen* wird die Zeichenfolge eingegeben, die dann bei Eingabe durch die Zeichenfolge unter *Durch* ersetzt wird.

### Benutzerdefinierte Listen

Ebenfalls im Register *Datei* unter *Optionen* findet sich unter *Erweitert* im Kapitel *Allgemein* die Schaltfläche *Benutzerdefinierte Liste bearbeiten ...* (Abb. 2.11).

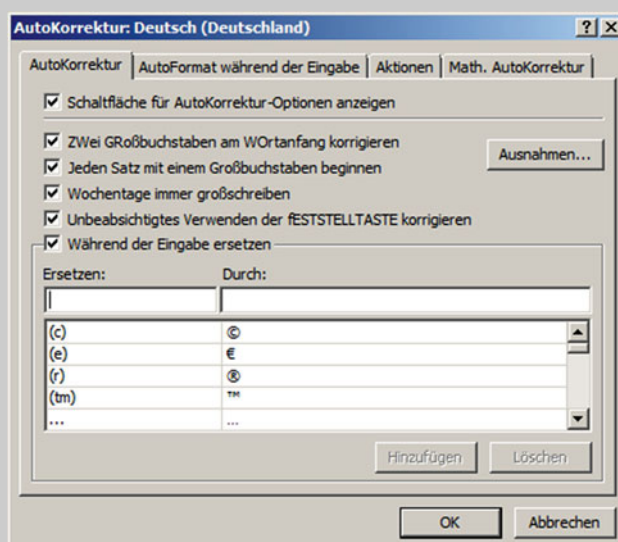
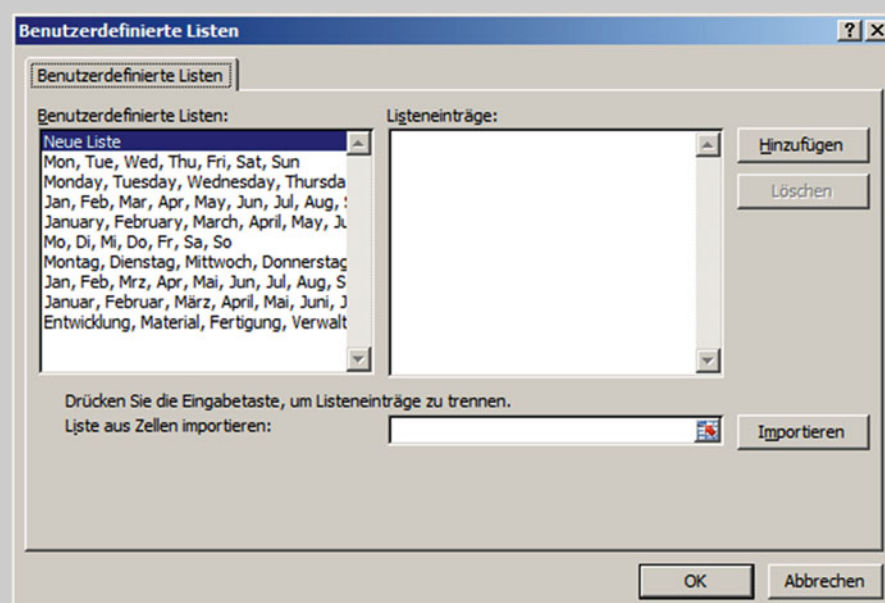
Einige Listen sind bereits dort eingetragen. Wird ein Listenelement in einer Zelle eingetragen, dann werden durch Ziehen am Übertragungspunkt nacheinander die anderen Listenelemente eingetragen. Zum Beispiel werden durch die Eingabe Mo in eine Zelle und Inhalt ziehen auf andere Zellen dann alle nachfolgenden Wochentags-Kürzel aus der Liste eingetragen. Abbildung 2.12 zeigt die Zellmarkierung vor dem Ziehen.

Abbildung 2.13 zeigt den Inhalt der anderen Zellen nach dem Ziehen.

Es können eigene Listen hinzugefügt werden. Dazu werden die Elemente im Textfeld eingetragen und durch ein Komma getrennt. Ein vorhandener Bereichswähler übernimmt auch Zellinhalte in eine Liste. Abbildung 2.14 zeigt die Eingabe von Abteilungsnamen.

Solche Listen machen dann Sinn, wenn sie öfters angewendet werden.



**Abb. 2.10** Dialogfenster Autokorrektur**Abb. 2.11** Benutzerdefinierte Listen

	A	B
1		
2		Mo

Abb. 2.12 Wochentagskürzel vorgeben

	A	B
1		
2		Mo
3		Di
4		Mi
5		Do
6		Fr
7		Sa
8		So
9		

Abb. 2.13 Wochentagskürzel aus der Liste

Arbeitsmappe

Arbeitsblatt

A7

A

1

2 Entwicklung

3 Material

4 Fertigung

5 Verwaltung

6 Marketing

7 Vertrieb

8

9

10

11

Optionen

Benutzerdefinierte Listen

Benutzerdefinierte Listen:

Neue Liste  
Mon, Tue, Wed, Thu, Fri, Sat, Sun  
Monday, Tuesday, Wednesday, Thursda  
Jan, Feb, Mar, Apr, May, Jun, Jul, Aug, S  
January, February, March, April, May, J  
Mo, Di, Mi, Do, Fr, Sa, So  
Montag, Dienstag, Mittwoch, Donnerstag  
Jan, Feb, Mrz, Apr, Mai, Jun, Jul, Aug, S  
Januar, Februar, März, April, Mai, Juni, J  
Entwicklung, Material, Fertigung, Verwalt

Listeneinträge:

Entwicklung  
Material  
Fertigung  
Verwaltung  
Marketing  
Vertrieb

Hinzufügen  
Löschen

Drücken Sie die Eingabetaste, um Listeneinträge zu trennen.  
Liste aus Zellen importieren: 

Importieren

OK Abbrechen

Abb. 2.14 Eigene Liste erstellen

Für die Kalkulation wird, nachdem im Kontextmenü *Zellen formatieren* gewählt wurde, im sich öffnenden Dialogfeld unter dem Register *Zahlen* das Zellformat *Währung* gewählt. Damit haben die Kosten die in Abb. 2.15 dargestellte, ansprechendere Darstellung. Wohl- gemerkt, der Inhalt der Zellen ändert sich nicht, nur ihre Darstellung.

Abb. 2.15 Zellformatierung

	A	B	C
1		Einzelkosten	%-Anteil
2	Entwicklung	7.800,00 €	
3	Material	6.400,00 €	
4	Fertigung	7.200,00 €	
5	Verwaltung	3.400,00 €	
6	Marketing	5.900,00 €	
7	Vertrieb	8.200,00 €	

Nun interessiert im ersten Schritt die Summe der Einzelkosten und wie sie bestimmt wird. Dazu gibt es recht unterschiedliche Möglichkeiten, wie die Addition der Zellwerte oder der Einsatz einer Funktion über den Zellbereich.

Lektion 2.3 Elementare Formeln und Funktionen

Formeln und Operanden

Eine Zelle verfügt über die Methode, eine algebraische Formel auswerten zu können. Dazu wird die Formel als Attribut gespeichert und das Ergebnis dem Attribut Wert zugewiesen. Die Eingabe einer Formel erfolgt mit der Eingabe des Gleichheitszeichens in der Zelle. Den danach folgenden Ausdruck interpretiert Excel als Formel.

Wird in die Zelle B9 die Formel

= B2+B3+B4+B5+B6+B7

eingeben, steht nach der Eingabetaste dort das Ergebnis. Da die Operanden bereits ein Zellformat mitbringen, wird dies auch auf die Ergebniszelle übertragen. Und noch etwas zeigt diese Formel, als Operanden für Formeln werden Zelladressen eingesetzt. Die Operatoren für die einfachen Grundrechenarten zeigt die Tab. 2.1.

Tab. 2.1 Formeloperatoren

Operator	Bedeutung
+	Addition
-	Subtraktion
*	Multiplikation
/	Division
^	Potenz

Zusammen mit Klammern lassen sich daraus auch komplexere Formeln bilden. Soll zum Beispiel von den Vertriebskosten (B7) 30 Prozent der Summe aus Marketingkosten (B6) und Verwaltungskosten (B5) abgezogen werden, dann lautet die Formel

= B7-(B6+B5)\*0,3

Eine Formel kann also auch konstante Werte enthalten, ganz im Sinne der Algebra.

Nachfolgend wird im Buch folgende Schreibweise zur Zuordnung von Formeln an Zellen benutzt. Zuerst wird die Zelle genannt, die die Formel erhalten soll, im Beispiel B20.

Dahinter folgt die Formel, die einschließlich des Gleichheitszeichens in die Zelle eingetragen wird.

$B20 = B7 - (B6 + B5) * 0,3.$

### Die Funktion SUMME

Für komplexere Formeln stellt Excel eine Fülle von Funktionen vor, denen eine spätere Lektion gewidmet ist. Funktionen gibt es sowohl für Zellen als auch für Zellbereiche. Funktionen haben die Syntax

Funktionsname(Parameter1;Parameter2; ...)

Außer dem Funktionsnamen hat eine Funktion keine oder mehrere Parameter. Aber auf jeden Fall, auch wenn keine Parameter vorhanden sind, müssen die Klammern gesetzt werden. Eine Formel kann als einziger Bestandteil eine Funktion besitzen, aber auch mehrere Funktionen beinhalten. Diese können auch geschachtelt auftreten. Eine sehr häufig benutzte Funktion dient zur Summenbildung und hat als Parameter eine Aufzählung von Zelladressen und/oder die Angabe von Zelladressen. Die Syntax lautet

SUMME(Zell(bereich)1; Zell(bereich)2; ...)

Um die Gesamtkosten im Beispiel zu bestimmen, kann die Zelle B9 folgende Formel erhalten:

$B9 = \text{SUMME}(B2:B7)$

### Die Methode Autosumme

Doch gerade weil die Summenfunktion so oft benutzt wird, gibt es eine automatische Methode, die auf markierte Zellbereiche basiert. Wird ein Zellbereich mit Werten und einer anschließenden leeren Zelle markiert, dann erstellt die Methode *Autosumme* in der leeren Zelle die Summe als Formel mit dem markierten Bereich als Parameter.

Im Anwendungsbeispiel werden alle Einzelkosten zusammen mit der Zelle markiert, in der das Ergebnis stehen soll, die aber noch leer ist. Unter dem Register *Start* gibt es in der Gruppe *Bearbeiten* die Methode *Autosumme*. Ein Klick auf die Schaltfläche und das Ergebnis befindet sich in der Ergebniszelle, nebst Funktion. Ein Doppelklick auf die Ergebniszelle B9 zeigt die Formel, hier die Funktion SUMME und markiert den ausgewerteten

	B2		f x	7800	Summe (Alt+=)
	A	B	C	D	
1		Einzelkosten	%-Anteil		
2	Entwicklung	7.800,00 €			
3	Material	6.400,00 €			
4	Fertigung	7.200,00 €			
5	Verwaltung	3.400,00 €			
6	Marketing	5.900,00 €			
7	Vertrieb	8.200,00 €			
8					
9	Gesamt	38.900,00 €			

Abb. 2.16 Summenbildung

Abb. 2.17 Bestimmung der Anteile

	A	B	C
1		Einzelkosten	%-Anteil
2	Entwicklung	7.800,00 €	=B2/B9
3	Material	6.400,00 €	
4	Fertigung	7.200,00 €	
5	Verwaltung	3.400,00 €	
6	Marketing	5.900,00 €	
7	Vertrieb	8.200,00 €	
8			
9	Gesamt	38.900,00 €	

Bereich farbig. Gleichzeitig wird deutlich, dass ein Zellbereich durch Adressen der beiden gegenüberliegenden Zellen, getrennt durch einen Doppelpunkt, gekennzeichnet wird (Abb. 2.16).

Da alle Operanden ein Zellformat mitbringen, erhält auch die Ergebniszeile dieses Format. Bei unterschiedlichen Formaten wird das Format der ersten genannten Zelle genutzt. Das ist aber nicht immer der Fall.

Die Kosten zur Herstellung eines Produkts werden oft nicht als absoluten Betrag genannt, sondern als Anteil in Prozent von der Gesamtsumme. Da eine Firma nicht nur ein bestimmtes Produkt herstellt, zum Beispiel unterschiedliche Fahrzeugtypen, lassen sich die Anteile so besser vergleichen.

Zur Bestimmung der Anteile müssen die Einzelkosten zu den Gesamtkosten ins Verhältnis gesetzt werden, also eine einfache Division von Einzelkosten durch Gesamtkosten (Abb. 2.17).

Dadurch ergeben sich Quotienten, die mit 100 multipliziert den prozentualen Anteil der Einzelkosten an den Gesamtkosten darstellen. Diese Multiplikation ist jedoch nicht erforderlich, da es ein Zellformat gibt, das *Prozent* heißt (Abb. 2.18) und die Darstellung umwandelt (eine Nachkommastelle). Doch wie gesagt, in der Zelle steht nur ein Dezimalanteil. Die Formel ist in der Bearbeitungsleiste zu sehen.

**Abb. 2.18** Prozentformat

	A	B	C
1		Einzelkosten	%-Anteil
2	Entwicklung	7.800,00 €	20,1%
3	Material	6.400,00 €	
4	Fertigung	7.200,00 €	
5	Verwaltung	3.400,00 €	
6	Marketing	5.900,00 €	
7	Vertrieb	8.200,00 €	
8			
9	Gesamt	38.900,00 €	

## Lektion 2.4 Formeln auf benachbarte Zellen übertragen

### Der Ziehpunkt

Natürlich müssen Formeln auch auf die Nachbarzellen übertragbar sein. Dies könnte zum Beispiel für die Zelle C3 durch Eingabe der Formel

$$C3 = B3/B9$$

passieren. Doch es gibt eine viel einfachere Methode. Dazu wird die Zelle mit der Formel, wie im Bild dargestellt, markiert. Nun besitzt sie neben einem schwarzen Rahmen auch einen viereckigen Punkt, auch *Ziehpunkt* genannt. Wird dieser mit der linken Maustaste angeklickt und bleibt die Maustaste gedrückt, so kann durch ziehen auf die Nachbarzelle die Formel übertragen werden.

Damit wird aus der Formel  $=B2/B9$  in der Zelle C2 durch ziehen in die Zelle C3 die Formel  $=B3/B10$  und durch weiterziehen in die Zelle C4 auch  $=B4/B11$ . Durch Ziehen in die Richtung eine Zelle höher, werden auch die Zelladressen um eine Zeile erhöht. Folglich steht durch Ziehen der Formel aus C2 in die Zelle D2 und der Erhöhung der Spalte in Zelle D2 die Formel  $=C2/C10$ .

### Relative und absolute Zellbezüge

Man spricht von einer relativen Zelladresse in einer Formel, wenn sich diese durch Ziehen in andere Zelle verändert. Nun zeigt nach dem Ziehen der Formel von Zelle C2 nach Zelle C3 im Beispiel die Zelle C3 einen Fehler. Zwar ändert sich die Zelladresse B2 nach B3 richtig, aber B10 hat keinen Inhalt und so erfolgt eine Division durch Null. Denn eine Zelle ohne Zahleninhalt wird mit Null interpretiert. Doch eigentlich sollte als Adresse hier die B9 bleiben. Wenn erreicht werden soll, dass sich ein Adressanteil, Zeile oder Spalte oder beides, nicht verändern soll, dann setzt man davor ein Dollarzeichen. Dieses Steuerzeichen verhindert beim Ziehen der Formel eine Änderung des Adressanteils. Diese Darstellung wird als absolute Zelladresse bzw. als absoluter Zelladressteil bezeichnet.

### Übertragung ohne Formate

Werden Formeln auf Zellen gezogen, die bereits eine Formatierung besitzen, so kommt es zu deren Verlust, da mit dem Ziehen auch das Zellformat übertragen wird.

Damit dies nicht passiert, können die Formeln auch mit der rechten Maustaste gezogen werden. Nach der Übertragung erscheint dann ein Dialogfenster zur Auswahl (Abb. 2.19).



**Abb. 2.19** Formelübertragung ohne Zellformate

Mit der Methode *Ohne Formatierung ausfüllen* bleiben alte Formate erhalten.

#### **Übertragung der Formel über einen größeren Bereich**

Mit einem Doppelklick auf den Ziehpunkt wird die Formel bis zu der Zeile übertragen, ab der die angrenzende linke Spalte keinen Werte besitzt. Das gilt auch für Leerzeilen in einer Tabelle.

#### **Übertragen der Formel bis zum Spaltenende**

Soll eine Formel ab einer bestimmten Spalte bis zum Spaltenende übertragen werden, so wird die Formel zunächst in der Startzelle eingegeben. Danach ist folgender Ablauf erforderlich:

- Markieren der Zelle mit der Formel
- Tasten UMSCH + ENDE drücken
- Pfeiltaste nach unten drücken und der Rest der Spalte wird markiert
- Taste F2 drücken und die Formel wird markiert
- Taste STRG + ENTER drücken und die Formel wird übertragen

Die Pfeiltaste nach oben löst die Markierung.

Im Anwendungsbeispiel erhält die Zelle C2 die Formel

$C2 = B2/B\$9$

und wird bis zur Zelle C7 übertragen. So erfolgt dann eine korrekte Auswertung (Abb. 2.20).

**Abb. 2.20** Auswertung

	A	B	C
1		Einzelkosten	%-Anteil
2	Entwicklung	7.800,00 €	20,1%
3	Material	6.400,00 €	16,5%
4	Fertigung	7.200,00 €	18,5%
5	Verwaltung	3.400,00 €	8,7%
6	Marketing	5.900,00 €	15,2%
7	Vertrieb	8.200,00 €	21,1%
8			
9	Gesamt	38.900,00 €	

Die Kalkulation soll den Verkaufspreis eines Stücks bestimmen, so dass noch weitere Rechenschritte erforderlich sind (Abb. 2.21). Da sind zunächst einmal die Stückzahlen zu berücksichtigen, über die man zum Herstellpreis eines einzelnen Stücks gelangt. Als Formel

$$B13 = B2/B12.$$

Doch es soll ja auch ein Gewinn erzielt werden, zum Beispiel 30 % vom Herstellpreis. Dazu wird 30 % in die Zelle C14 eingegeben. Mit dieser Eingabe bestimmt sich auch gleich das Format der Anzeige. Und zur Erinnerung, zu sehen ist zwar 30 %, der Wert in der Zelle ist aber 0,3.

### Lektion 2.5 Zellformate übertragen

#### Das Übertragungssymbol

Um nun nicht jedes Mal Zellformate neu bestimmen zu müssen, können vorhandene Zellformate aus anderen Zellen übertragen werden. Dazu klickt man die Zelle mit dem Zellformat an, klickt anschließend auf das Pinselsymbol für *Format übertragen*, das sich im Register *Start* in der Gruppe *Zwischenablage* befindet und klickt danach auf die Zelle, die dieses Format bekommen soll. Das geht selbstverständlich auch mit Zellbereichen.

Manchmal müssen verschiedene, nicht zusammenhängende Zellen das gleiche Zellformat bekommen. Mit einem Doppelklick auf das Pinselsymbol bleibt die Übertragung so lange eingeschaltet, wie Zellen angeklickt werden sollen. Beendet wird die Einstellung am einfachsten mit der ESC-Taste oder über das Kontextmenü.

Das Standardformat kann auch auf Zellen übertragen werden, in dem eine noch nicht benutzte Zelle anklickt und dann dessen Format übertragen wird.

Für das Anwendungsbeispiel Preiskalkulation können aus der Gewinnprozent-Angabe direkt der Gewinn und der Nettopreis mit den Formeln

$$B14 = B13 * C13 \text{ und } B15 = B13 + B14$$

in Euro bestimmt werden (Abb. 2.21).



**Abb. 2.21** Auswertung Netto-  
preis

12	Stückzahl	100	
13	Herstellpreis	389,00 €	
14	Gewinn	116,70 €	30%
15	Nettopreis	505,70 €	

Als letzter Anteil fehlt die Umsatzsteuer. Ähnlich wie beim Gewinn wird der Prozentsatz vorgegeben und daraus der Steueranteil und der Verkaufspreis in Euro bestimmt (Abb. 2.22). Die Formeln sind hier

$B16 = B15 * C16$  und  $B17 = B15 + B16$ .

**Abb. 2.22** Auswertung Ver-  
kaufspreis

12	Stückzahl	100	
13	Herstellpreis	389,00 €	
14	Gewinn	116,70 €	30%
15	Nettopreis	505,70 €	
16	MWSteuer	96,08 €	19%
17	Verkaufspreis	601,78 €	

Jetzt sollte die gesamte Arbeitsmappe gespeichert werden, damit die Arbeit erhalten bleibt. Danach wird die Arbeitsmappe geschlossen.

► X\_02-02\_Preis-Kalkulation.xlsx

Die gespeicherte Kalkulation wird noch für weitere Lektionen benötigt, so dass sie wieder geöffnet werden muss. Das ist in Excel sehr einfach. Nachdem eine neue Excel-Anwendung geöffnet wurde, befinden sich unter dem Register *Datei* die zuletzt verwendeten Arbeitsmappen. Ein Klick auf die gewünschte Arbeitsmappe und sie wird geöffnet.

Ein neues Arbeitsblatt wird erstellt durch einen Klick auf das Register *zum Arbeitsblatt einfügen*. Später wird noch die Methode besprochen, wie vorhandene Arbeitsblätter kopiert werden können. Doch zunächst ist ein Arbeitsblatt mit gänzlich leerem Inhalt erforderlich. Es wird wieder, wie in Abb. 2.23 dargestellt, ausgefüllt.

**Abb. 2.23** Einfache Kalkulation zweite Version


	A	B	C
1		Einzelkosten	%-Anteil
2	Entwicklung	7.800,00 €	
3	Material	6.400,00 €	
4	Fertigung	7.200,00 €	
5	Verwaltung	3.400,00 €	
6	Marketing	5.900,00 €	
7	Vertrieb	8.200,00 €	

## Lektion 2.6 Zellen und Zellbereiche einen Namen geben

### Das Namensfeld

Sobald eine Zelle angeklickt wird, erscheint deren Adresse im Namensfeld (Abb. 2.24).

Mit einem Klick in das Namensfeld wird die Adresse invers dargestellt und es kann ein Name für die Zelle eingetragen werden. Im Beispiel für B9 der Name *Gesamt*. Danach muss unbedingt die Eingabetaste zur Bestätigung gedrückt werden. Immer wenn nun diese Zelle angeklickt wird, erscheint im Namensfeld dieser Name.



	A	B	C
1		Einzelkosten	%-Anteil
2	Entwicklung	7.800,00 €	
3	Material	6.400,00 €	
4	Fertigung	7.200,00 €	
5	Verwaltung	3.400,00 €	
6	Marketing	5.900,00 €	
7	Vertrieb	8.200,00 €	
8			
9	Gesamt	38.900,00 €	

**Abb. 2.24** Namensfeld für B9 (oben links)

### Namen für Zellbereiche

Nicht nur eine Zelle kann einen Namen bekommen, sondern auch ein Zellbereich. Dazu ist dieser zu markieren und in das Namensfeld, in das die Adresse der obersten linken Zelle des Zellbereichs steht, muss wie schon beschrieben ein Name eingetragen werden (Abb. 2.25).



	A	B	C
1		Einzelkosten	%-Anteil
2	Entwicklung	7.800,00 €	
3	Material	6.400,00 €	
4	Fertigung	7.200,00 €	
5	Verwaltung	3.400,00 €	
6	Marketing	5.900,00 €	
7	Vertrieb	8.200,00 €	

**Abb. 2.25** Zellbereichsangabe im Namensfeld

### Regeln für Namen

Im Beispiel wird für den markierten Bereich B2:B7 der Name *Einzelkosten* eingetragen. Namen dürfen bis zu 255 Zeichen besitzen. Allerdings sind dabei Sonderzei-

chen (bis auf das \_ Zeichen) nicht erlaubt. Also besonders auch keine Leerzeichen. Ein Name darf außerdem nicht mit einer Ziffer beginnen.

Und nun das Wichtigste: Namen dürfen statt Zelladressen in Formeln verwendet werden.

Mit der Eingabe der bereits bekannten Formel unter Verwendung von Namen ergibt sich das gleiche Ergebnis (Abb. 2.26).

Abb. 2.26 Formel mit Namen

SUMME			
	A	B	C
1		Einzelkosten	%-Anteil
2	Entwicklung	7.800,00 €	=Einzelkosten/Gesamt
3	Material	6.400,00 €	
4	Fertigung	7.200,00 €	
5	Verwaltung	3.400,00 €	
6	Marketing	5.900,00 €	
7	Vertrieb	8.200,00 €	
8			
9	Gesamt	38.900,00 €	

Bei der Eingabe von Namen in eine Formel werden diese vorgegeben und die entsprechende Zelle bzw. der entsprechende Zellbereich wird farblich markiert. So ist noch einmal eine Kontrolle möglich. Und noch etwas Erfreuliches lässt sich feststellen, dass sich die Formel problemlos über alle Zellen von C3 bis C7 ziehen lässt, ohne dass es eine Fehlermeldung gibt (Abb. 2.27).

Dies wird als Matriceigenschaft von Namen bezeichnet. Bei der Verwendung von Namen in Formeln werden immer die zeilen- oder spaltenrelevanten Zellen verwendet.

Abb. 2.27 Formel mit Namen übertragen

SUMME			
	A	B	C
1		Einzelkosten	%-Anteil
2	Entwicklung	7.800,00 €	20,1%
3	Material	6.400,00 €	16,5%
4	Fertigung	7.200,00 €	18,5%
5	Verwaltung	3.400,00 €	=Einzelkosten/Gesamt
6	Marketing	5.900,00 €	15,2%
7	Vertrieb	8.200,00 €	21,1%
8			
9	Gesamt	38.900,00 €	

Lektion 2.7 Namen verwalten und aus Auswahl erstellen

Der Namensmanager

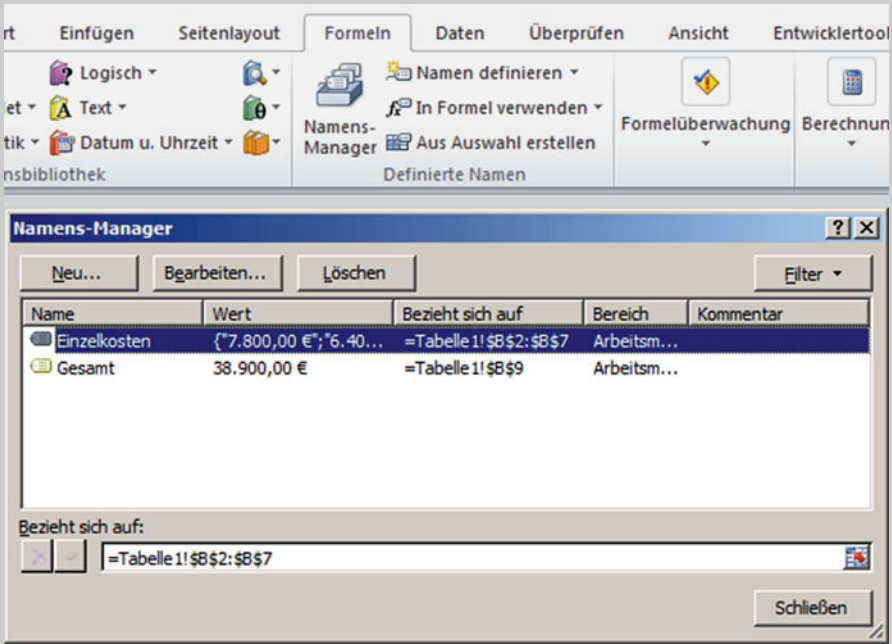
Natürlich stellt sich die Frage, wo Excel diese Namen verwaltet. Im Register *Formeln* in der Gruppe *Definierte Namen* befindet sich der *Namensmanager* und darin die Daten der erstellten Namen (Abb. 2.28).

Außer der Spalte *Name* gibt es eine Spalte *Bezieht sich auf*. Hier werden die Adressen der Zellen oder Zellbereiche als absolute Adressen verwaltet. Daher kam es beim Ziehen der Formel nicht zu einer Division durch Null. Und noch etwas sehr Wichtiges ist zu erkennen, nämlich dass Namen in der gesamten Arbeitsmappe gelten, weil hier auch das Arbeitsblatt vermerkt ist.

**Namen aus Auswahl erstellen**

Bei Betrachtung der Kalkulation lässt sich feststellen, dass die Bezeichnungen der Zellen oder der Zellbereich ja schon in einer angrenzenden Zelle stehen. Also markiert man diese Zelle gleich mit und kann dann im Register *Formeln* in der Gruppe *Definierte Namen* mit der Methode *Aus Auswahl erstellen*, die Bezeichnung automatisch erstellen, denn Excel schlägt dies in einem Dialogfeld vor (Abb. 2.29).

Nach der Bestätigung mit OK hat dann die Zelle oder der Zellbereich ohne die Bezeichnungszelle diesen Namen. Doch eine Vergabe kann nur einmal geschehen. Zur Übung werden die Namen noch einmal im Namensmanager gelöscht und dann mit dieser Methode noch einmal erstellt.



**Abb. 2.28** Namensmanager

The screenshot shows an Excel spreadsheet with columns A, B, C, and D. Column A contains a list of activities: Entwicklung, Material, Fertigung, Verwaltung, Marketing, and Vertrieb. Column B contains corresponding costs in Euros. Column C is labeled '%-Anteil'. A dialog box titled 'Namen aus Auswahl erstellen' is open, showing options to create names from the top, left, bottom, or right cells of the selected range.

	A	B	C	D
1		Einzelkosten	%-Anteil	
2	Entwicklung	7.800,00 €		
3	Material	6.400,00 €		
4	Fertigung	7.200,00 €		
5	Verwaltung	3.400,00 €		
6	Marketing	5.900,00 €		
7	Vertrieb	8.200,00 €		
8				

**Abb. 2.29** Namen aus Überschriften erstellen

### Sonderzeichen bei der Namensvergabe

Eine Besonderheit ist zu beachten, dass bei der automatischen Vergabe von Namen Sonderzeichen im Vorgabetext durch einen Tiefstrich ersetzt werden. Also auch Leerzeichen, Bindestrich und auch das Steuerzeichen für einen neuen Zeilenanfang.

Im Anwendungsbeispiel bekommen alle restlichen Zellen, die zur weiteren Auswertung benötigt werden, mit der Auswahlmethode ebenfalls den Namen, der links von den Zellen stehen (Abb. 2.30).

Zwei Zellen besitzen jedoch keine Bezeichnung, das sind die Zellen mit den Prozentangaben. Ihnen müssen über das Namensfeld manuell Namen zugeordnet werden. Für das Anwendungsbeispiel:

C14= GewinnProzent

C16= MWSPProzent

Die restlichen Zellen besitzen dann folgende Formeln:

B13= Gesamtkosten/Stückzahl

B14= Herstellpreis\*GewinnProzent

B15= Herstellpreis+Gewinn

B16= Nettopreis\*MWSPProzent

B17= Nettopreis+MWSteuer

**Abb. 2.30** Namen aus Nachbarzellen erstellen

The screenshot shows an Excel spreadsheet with columns A, B, and C. Column A contains labels: Stückzahl, Herstellpreis, Gewinn, Nettopreis, MWSteuer, and Verkaufspreis. Column B contains corresponding values. Column C is empty. A dialog box titled 'Namen aus Auswahl erstellen' is open, showing options to create names from the top, left, bottom, or right cells of the selected range.

	A	B	C
11			
12	Stückzahl		
13	Herstellpreis		
14	Gewinn		
15	Nettopreis		
16	MWSteuer		
17	Verkaufspreis		

### Lektion 2.8 Formelüberwachung

Seit der Version 2007 verfügt Excel über eine Menügruppe Formelüberwachung, in der alle bisher vorhandenen und auch neuen Methoden zusammengefasst wurden.

#### Spur zum Vorgänger

Mit dieser Methode werden durch Pfeile im Tabellenblatt die Zellen markiert, die zur Bestimmung des Wertes in der markierten Zelle beigetragen haben (Abb. 2.31).

14	Gewinn	116,70 €	30%
15	Nettopreis	505,70 €	
16	MWSteu	96,08 €	19%
17	Verkaufspreis	601,78 €	

**Abb. 2.31** Spur zum Vorgänger

Mit jedem Klick auf diese Methode wird ein Schritt rückwärts angezeigt, bis der ganze Vorgang dokumentiert ist (Abb. 2.32).

#### Pfeile entfernen

Mit dieser Methode werden wieder alle Pfeile entfernt.

#### Spur zum Nachfolger

Diese Methode dokumentiert, in welchen Zellen mit ihren Formeln die markierte Zelle Einfluss nimmt (Abb. 2.33).

	A	B	C
1		Einzelkosten	%-Anteil
2	Entwicklung	7.800,00 €	20,1%
3	Material	6.400,00 €	16,5%
4	Fertigung	7.200,00 €	18,5%
5	Verwaltung	3.400,00 €	8,7%
6	Marketing	5.900,00 €	15,2%
7	Vertrieb	8.200,00 €	21,1%
8			
9	Gesamt	38.900,00 €	
10			
11			
12	Stückzahl	100	
13	Herstellpreis	389,00 €	
14	Gewinn	116,70 €	30%
15	Nettopreis	505,70 €	
16	MWSteu	96,08 €	19%
17	Verkaufspreis	601,78 €	

**Abb. 2.32** Spur weiter zurück

	A	B	C
1		Einzelkosten	%-Anteil
2	Entwicklung	7.800,00 €	20,1%
3	Material	6.400,00 €	16,5%
4	Fertigung	7.200,00 €	18,5%
5	Verwaltung	3.400,00 €	8,7%
6	Marketing	5.900,00 €	15,2%
7	Vertrieb	8.200,00 €	21,1%
8			
9	Gesamt	38.900,00 €	
10			
11			
12	Stückzahl	100	
13	Herstellpreis	389,00 €	
14	Gewinn	116,70 €	30%

Abb. 2.33 Spur zum Nachfolger

Formel anzeigen

Mit einem Klick auf diesen Menüeintrag wird zwischen der Darstellung der Zellwerte und der Zellformeln umgeschaltet (Abb. 2.34).

	A	B	C
1		Einzelkosten	%-Anteil
2	Entwicklung	7800	=Einzelkosten/Gesamt
3	Material	6400	=Einzelkosten/Gesamt
4	Fertigung	7200	=Einzelkosten/Gesamt
5	Verwaltung	3400	=Einzelkosten/Gesamt
6	Marketing	5900	=Einzelkosten/Gesamt
7	Vertrieb	8200	=Einzelkosten/Gesamt
8			
9	Gesamt	=SUMME(B2:B8)	
10			
11			
12	Stückzahl	100	
13	Herstellpreis	=Gesamt/Stückzahl	
14	Gewinn	=Herstellpreis*GewinnPro	0,3
15	Nettopreis	=Herstellpreis+Gewinn	
16	MWSteuer	=Nettopreis*MWSPPro	0,19
17	Verkaufspreis	=Nettopreis+MWSteuer	

Abb. 2.34 Formeln anzeigen

Fehlerüberprüfung

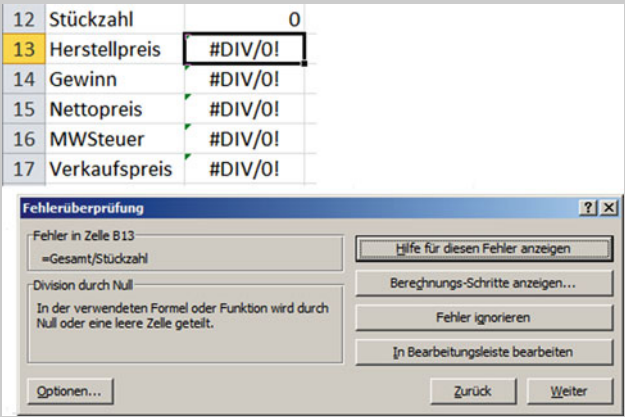
Diese Methode hilft bei Formelfehlern. Sie dokumentiert den Fehler und liefert Hilfen (Abb. 2.35).

**Formelauswertung**

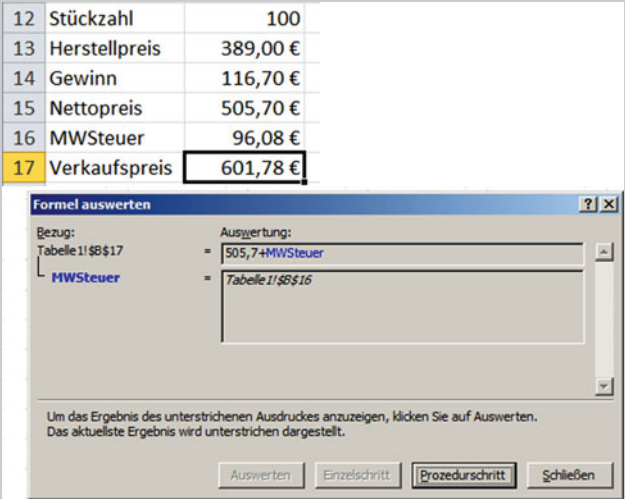
Diese Methode erlaubt die schrittweise Auswertung für jeden Bestandteil einer Formel individuell. Mit jedem Einzelschritt lässt sich der Fortschritt erkennen (Abb. 2.36).

**Überwachungsfenster**

Diese Methode erlaubt die Überwachung bestimmter Werte, wenn Änderungen an den Zellwerten vorgenommen werden. Die Werte werden unabhängig vom angezeigten Tabellenbereich dargestellt (Abb. 2.37). So sind auch mehrere Änderungen in ihrer Zeitfolge darstellbar.



**Abb. 2.35** Fehlerüberprüfung



**Abb. 2.36** Formelauswertung



9	Gesamt	38.900,00 €
10		
11		
12	Stückzahl	100
13	Herstellpreis	389,00 €
14	Gewinn	116,70 €

Überwachungsfenster

Überwachung hinzufügen... Überwachung löschen

Arbeit...	Tabelle	Name	Zelle	Wert	Formel
Mappe1	Tabelle1	Gesamt	B9	38.900,00 €	=SUMME(B2:B8)

Abb. 2.37 Überwachungsfenster

Abschließend muss noch das Währungsformat auf die entsprechenden Zellen übertragen werden und die Kalkulation zeigt das gleiche Ergebnis wie vorher. Formeln mit Namen sind deutlicher lesbar, besonders wenn nach Wochen das Arbeitsblatt wieder geöffnet wird.

Lektion 2.9 Bereichsnamen manuell erstellen

Namen einen konstanten Wert zuweisen

Im Namenmanager können ebenfalls Namen neu erstellt werden. Mit der Schaltfläche *Neu* öffnet sich ein Dialogfeld, in dem der Name und seine Zuordnung eingegeben werden können. Der Zellbezug lässt sich auch über den Bereichswähler, ein kleines Tabellensymbol mit einem roten Pfeil, durch Markieren auswählen.

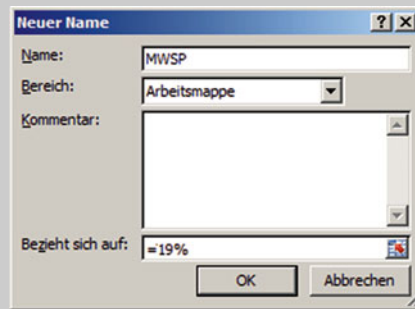
Nun soll keine Zelle oder einen Zellbereich ausgewählt werden, sondern dem neu eingegebenen Namen *MWSP* wird ein fester Wert zugeordnet (Abb. 2.38):

MWSP= 19 %

Dieser feste Wert kann ein Betrag, eine Zahl, ein Text und sogar eine Formel sein. Der Vorteil liegt auf der Hand. Werden diese Namen in allen Formeln der Arbeitsmappe eingesetzt, so muss bei einer Änderung nur der Wert im Namensmanager geändert werden.

Namen eine Formel zuweisen

Wird einer Zelle eine Formel zugewiesen, so beginnt diese mit dem Gleichheitszeichen. Nach der Eingabe steht das Ergebnis der Formel in der Zelle (Abb. 2.39).

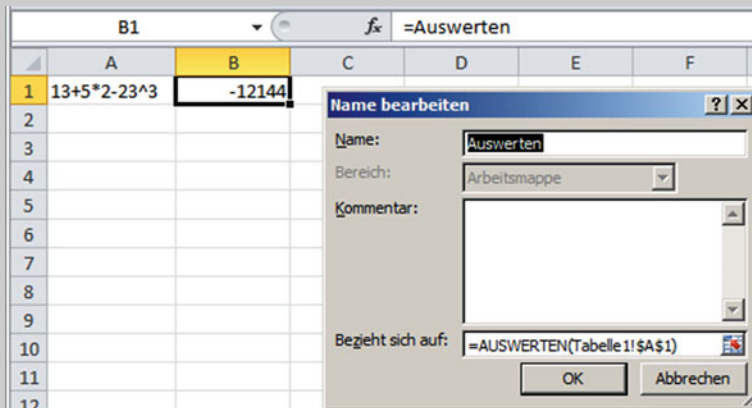


**Abb. 2.38** Name mit konstantem Wert

	A1			
	A	B	C	D
1	-12144			

**Abb. 2.39** Einem Namen eine Formel zuweisen

Soll aber das Ergebnis in einer anderen Zelle stehen, so kann man sich eines Namens bedienen und ihm eine Formel zuweisen (Abb. 2.40).



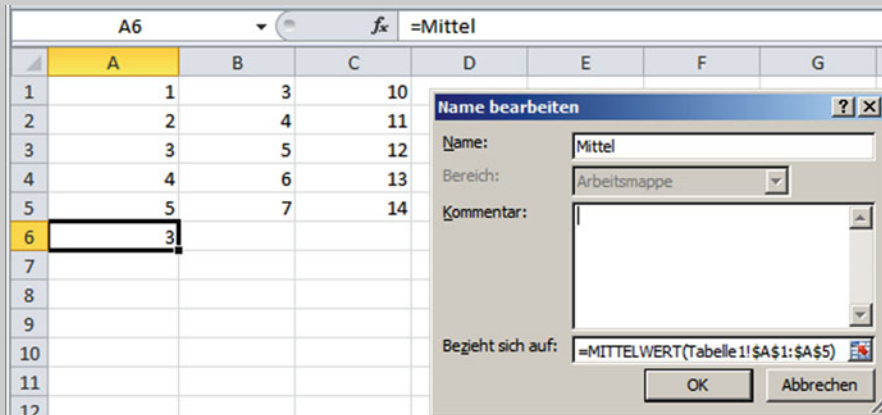
**Abb. 2.40** Namen mit variabler Formel

Mit dieser Konstruktion kann das Ergebnis einer Formel in der Zelle A1 der Tabelle 1 in jeder beliebigen anderen Zelle, auch in die eines anderen Arbeitsblattes der gleichen Arbeitsmappe, eingestellt werden.

#### **Namen einen relativen Adressbereich zuweisen**

Mit der Zuweisung eines Adressbereichs an einen Namen über den Bereichswähler wird immer ein absoluter Zellbereich zugewiesen. Doch das Feld *Bezieht sich auf*

ist ein Eingabefeld und der Inhalt lässt sich editieren. Es können also auch die \$-Zeichen entfernt werden, so dass dann ein relativer Zellbereich vorgegeben ist. Im nachfolgenden Beispiel wird in der markierten Zelle der Mittelwert der darüber liegenden fünf Zellen gebildet (Abb. 2.41).



**Abb. 2.41** Namen mit absolutem Zellbereich

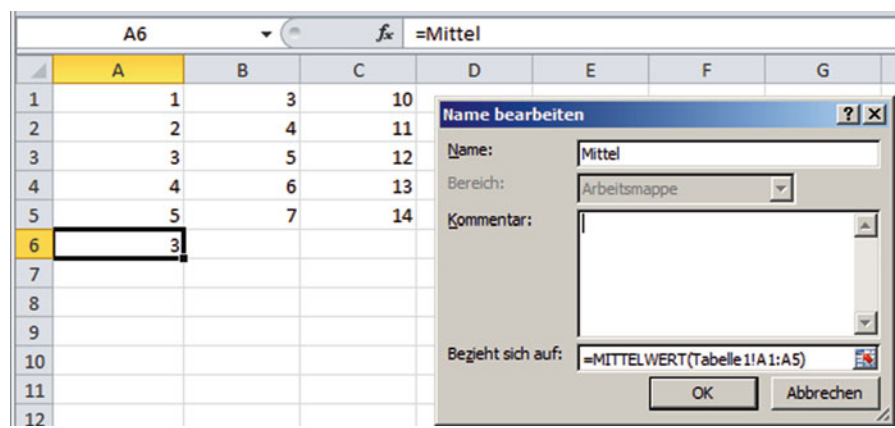
Bevor die Formel abgespeichert wird, werden die \$-Zeichen entfernt. Aber Achtung! Eine Bewegung im Textfeld mit den Pfeiltasten erzeugt Chaos. Daher sind ein Anklicken mit der Maus und das Entfernen angesagt (Abb. 2.42).

Aber der Name kann nicht nur in A6, sondern auch in B6 und C6 eingesetzt werden. Bei der Betrachtung des Namensmanager-Eintrags lässt sich feststellen, dass der relative Zellbereich entsprechend zur Ergebniszelle angepasst wird, ausgehend von den Adressbereich und Zielbereich, mit denen die Formel zuvor verwendet wurde (Abb. 2.43).

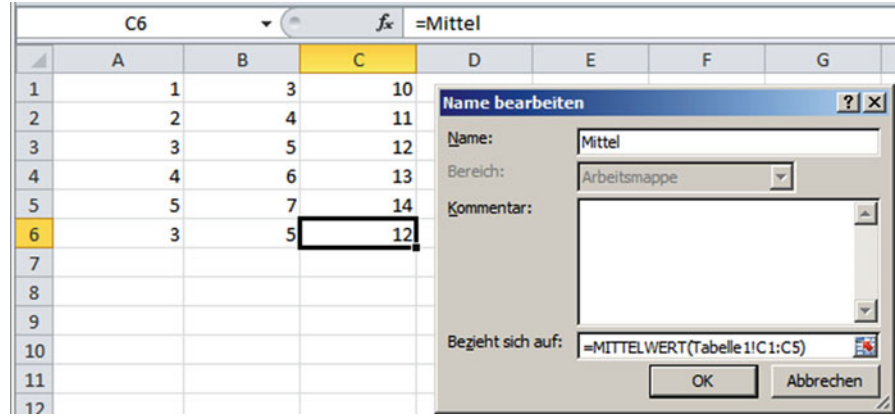
Der neu eingerichtete Name *MWSP* lässt sich natürlich gleich in der Kalkulation verwenden. Dazu wird die Formel für B16 abgeändert in

B16= Nettopreis\*MWSP.

Der Inhalt der Zelle C16 kann gelöscht werden und ebenso der Name *MWSP* im Namensmanager. Das Register des Arbeitsblattes bekommt den Namen *Kalkulation mit Namen* und die Arbeitsmappe wird erneut gespeichert.



**Abb. 2.42** Namen mit relativem Zellbereich



**Abb. 2.43** Name mit Formel

In einem weiteren Schritt wird die zuvor gemachte Behauptung getestet, dass ein Name und damit auch sein Wert in der gesamten Arbeitsmappe verfügbar ist. Es wird ein neues Arbeitsblatt erstellt, das den Namen Verkaufsliste erhält. Die Idee ist, die Verkaufspreise in einer Liste mit einer Mengenstufung von 10 Stück darzustellen, so dass die Preise sofort abgelesen werden können. Der Ansatz sieht dann wie in Abb. 2.44 aus.

**Abb. 2.44** Stückzahlen erstellen

	A	B
1	Stückzahlen	Verkaufspreise
2	10	
3	20	

**Lektion 2.10 Zahlen automatisch vervollständigen**  
**Mit dem Ziehpunkt arbeiten**

Befindet sich ein Wert in einer markierten Zelle oder Werte in einem markierten Zellbereich, so können diese Werte durch Anfassen der Zellmarkierung am Ziehpunkt nach allen Richtungen auf die Nachbarzellen übertragen werden.

Bei einer Zelle gibt es noch die Möglichkeit, durch Drücken der STRG-Taste den Wert je nach Ziehrichtung um den Wert 1 zu erhöhen bzw. zu mindern.

**Differenzen übertragen**

Oft hat man auch Stufungen wie jetzt im Anwendungsbeispiel bei der Eingabe. Dann werden zwei Werte markiert und durch Ziehen auf die angrenzenden Zellen immer um die Differenz der Ausgangswerte erhöht übertragen.

Angewendet auf das Anwendungsbeispiel werden die Stückzahlen bis auf 200 erweitert. Die ganze Spalte bekommt per Autoauswahl den Namen *Stückzahlen*. Zelle B2 erhält die Formel

$B2 = \text{Stückzahlen} \cdot \text{Verkaufspreis}$ .

Der darin enthaltene Verkaufspreis stammt aus der Kalkulation. Nachdem die Zelle noch ein Währungsformat bekommen hat, lässt sich die Formel über alle Stückzahlen ziehen. In einer weiteren Spalte soll der Mehrwertsteuer-Anteil ausgewiesen, der ja im Preis bereits enthalten ist. Dazu bekommt die Zelle C2 die Formel

$C2 = \text{Stückzahlen} \cdot \text{Verkaufspreis} / (1 + \text{MWSP}) \cdot \text{MWSP}$ .

Und auch hier muss die Formel auf alle Stückzahlen übertragen werden (Abb. 2.45).

**Abb. 2.45** Auswertung mit Formeln

	A	B	C
1	Stückzahlen	Verkaufspreise	MWSt-Anteil
2	10	6.017,83 €	960,83 €
3	20	12.035,66 €	1.921,66 €
4	30	18.053,49 €	2.882,49 €
5	40	24.071,32 €	
6	50	30.089,15 €	
7	60	36.106,98 €	
8	70	42.124,81 €	
9	80	48.142,64 €	
10	90	54.160,47 €	
11	100	60.178,30 €	
12	110	66.196,13 €	10.569,13 €
13	120	72.213,96 €	11.529,96 €
14	130	78.231,79 €	12.490,79 €
15	140	84.249,62 €	13.451,62 €
16	150	90.267,45 €	14.412,45 €
17	160	96.285,28 €	15.373,28 €
18	170	102.303,11 €	16.334,11 €
19	180	108.320,94 €	17.294,94 €
20	190	114.338,77 €	18.255,77 €
21	200	120.356,60 €	19.216,60 €

Oft gibt es auch Kunden, die noch eine bestimmte Rabattstufe fordern. Dazu wird der Tabellenaufbau erweitert. Der Bereich D1:H1 erhält den Namen *Rabatt* (Abb. 2.46).

**Abb. 2.46** Rabatte berechnen

Rabatt		f <sub>r</sub> 10%		
	A	B	C	D
1	Stückzahlen	Verkaufspreise	MWSt-Anteil	Rabatt
2	10	6.017,83 €	960,83 €	
3	20	12.035,66 €	1.921,66 €	
4	30	18.053,49 €	2.882,49 €	
5	40	24.071,32 €	3.843,32 €	
6	50	30.089,15 €	4.804,15 €	

E	F	G	H
10%	15%	20%	25%
5.416,05 €	5.115,16 €	4.814,26 €	4.513,37 €
10.832,09 €	10.230,31 €	9.628,53 €	9.026,75 €
16.248,14 €	15.345,47 €	14.442,79 €	13.540,12 €
21.664,19 €	20.460,62 €	19.257,06 €	18.053,49 €
27.080,24 €	25.575,78 €	24.071,32 €	22.566,86 €

Die Zelle E3 bekommt noch die Formel:

E3= Stückzahlen\*Verkaufspreis\*(1-Rabatt).

Auch diese Zelle erhält ein Währungsformat und dann kann die Formel zuerst über alle Stückzahlen und dann über alle Rabattstufen gezogen werden. Damit ist das erste Beispiel fertig und kann erneut gespeichert werden.

## 2.2 Maschinenstunden-Kalkulation

Kein Unternehmen ist gesetzlich verpflichtet, eine Kosten- und Leistungsberechnung durchzuführen. Ohne ein aussagefähiges Kalkulationswesen besteht jedoch kaum eine Überlebenschance. Eine Bilanz richtet ihre Information an das Finanzamt, an Banken, Gläubiger und Aktionäre; sie liegt erst nach Jahresabschluss vor und ist daher für die betriebliche Steuerung gänzlich ungeeignet. Der Aufbau einer sinnvollen Kosten- und Leistungsberechnung ist eine betrieblich existentielle Anforderung. Dabei können teilweise sehr komplexe Gebilde entstehen, je nach den gewünschten Informationen. Auch dazu später mehr.

Was in der vorherigen Preiskalkulation unter Fertigung in einer Position behandelt wurde, kann bereits eine sehr umfangreiche Kalkulation zur Grundlage haben. So ergeben sich die Fertigungskosten als Summe der Fertigungslöhne und der Fertigungsgemeinkosten. Oft werden die Fertigungs-Gemeinkosten prozentual zu den Fertigungslöhnen bestimmt. Dieses, als Zuschlagskalkulation bezeichnete Verfahren, ist in der industriellen Fertigung nicht anwendbar. Hier müssen die Fertigungsgemeinkosten in maschinenabhängige und restliche unterteilt werden. Letztere werden dann den Fertigungslöhnen zugeordnet.

	A	B	C
1			
2		Maschine	A
3		Anschaffungskosten	500.000,00 €
4		Index(alt)	100%
5		Index(neu)	125%
6		Restwert	30.000,00 €
7		Wiederbeschaffungsneuwert	
8		Wiederbeschaffungszeitwert	

Abb. 2.47 Maschinendaten

Durch die Einführung des Maschinenstunden-Satzes werden die Nachteile der Zuschlagskalkulation beseitigt. Zur Ermittlung sind folgende Bestimmungen erforderlich:

- die Maschinenlaufzeit
  - der Maschinenstundensatzes
  - die Fertigungskosten
- X\_02-03\_Maschinenstunden-Kalkulation.xlsx

Das neue Anwendungsbeispiel beginnt mit einem Arbeitsblatt, das alle relevanten Maschinendaten enthält (Abb. 2.47).

**Lektion 2.11 Die logische Funktion WENN**

**Die einfache WENN-Funktion**

Oft sind die Ergebnisse einer Formel von den Operanden abhängig. Eine Formel wie

= Gesamtkosten/Stückzahl

kann nur funktionieren, wenn die Stückzahl ungleich Null ist. Zur richtigen Anwendung der Formel müsste also zuvor eine Abfrage auf null erfolgen. Das ist mit der logischen Funktion WENN möglich. Ihre Syntax lautet:

= WENN(Bedingung;Dann-Wert;Sonst-Wert).

**Vergleichsoperatoren**

Ist die Bedingung erfüllt, dann ist das Ergebnis der Formel der *Dann-Wert*, andernfalls der *Sonst-Wert*. Eine Bedingung wird ähnlich wie eine Formel aufgestellt, nur das dazu andere Operatoren erforderlich sind (Tab. 2.2).

Für das Beispiel wäre damit eine mögliche Form:

= WENN(Stückzahl=0;0;Gesamtkosten/Stückzahl).

Diese Funktion sollte in der Kalkulation nachgerüstet werden.

**Tab. 2.2** Vergleichsoperatoren

Vergleichsoperator	Bedeutung
=	gleich
>	größer
<	kleiner
< >	ungleich
<=	kleiner oder gleich
>=	größer oder gleich

Die Wiederbeschaffungskosten einer Maschine stellen die Anschaffungskosten einer vergleichbaren Maschine in der Zukunft dar. Ausgedrückt durch den Preisindex. Hier wird dieser Wert zur Abschreibung benötigt. Man unterscheidet noch den Wiederbeschaffungsneuwert, der erforderlich ist, um die Maschinen derzeit neu zu kaufen. Der Wiederbeschaffungszeitwert ist der Wert, um eine vergleichbar gebrauchte Maschine zu kaufen.

10	Maschinennutzung	A
11	Planbeschäftigung	1.800 Std./Jahr
12	Technische ND	9.000 Std.
13	Wirtschaftliche ND	5 Jahre
14	Differenzierung zw. techn. & wirtschaftl. AfA	
15	Automatisches Splitten zw. Fixer u. variabler AfA	
16		
17	Instandhaltungsfaktor	12%
18	Raumbedarf	80 qm
19	Raumkosten	25,00 € mtl./qm
20	Durchschnittliche Leistungsaufnahme	32,34 kW/Std.
21	Energiekosten	2,12 € / kWh
22	Versicherung / Sonstiges	3.800,00 €
23	Zinssatz	11%

**Abb. 2.48** Maschinennutzung



Mit der automatischen Namenserstellung für die Zellen C3 bis C6 ergeben sich die Formeln für die Wiederbeschaffungswerte:

C7= WENN(Index\_alt=0;0;(Anschaffungskosten\*Index\_neu/Index\_alt))  
C8= WENN(Index\_alt=0;0;(Anschaffungskosten\*Index\_neu/Index\_alt)-Restwert)

Der Wiederbeschaffungszeitwert bildet die Abschreibungsgrundlage. Im nächsten Schritt werden die Angaben über die Nutzung der Maschinen erstellen. Die Bezeichnung ist dabei selbsterklärend. Die Abkürzung ND steht für Nutzungsdauer (Abb. 2.48).

**Lektion 2.12 Benutzerdefinierte Zellformate**

**Eigener Text in Zellformaten**

In vielen Tabellen sieht man die Einheiten von Werten als einen Text in der Beschriftung wie hier oder in einer Spalte dahinter. Dabei ist es sehr leicht, ein Zellenformat mit eigenem Text zu versehen. Als Beispiel soll der Eintrag der Planbeschäftigung im Jahr betrachtet werden.

Mit dem Kontextmenü wird die Zellformatierung aufgerufen und die Kategorie *Benutzerdefiniert* gewählt. In der Zeile Typ steht ein bereits eingestelltes Format. Mit einem Doppelklick in dieses Feld können eigene Angaben eingestellt werden. In diesem Fall sind es Platzhalter für ganze Zahlen:

###0

Die Raute steht für eine Zahl, die angezeigt wird wenn sie existiert. Die Null steht ebenfalls für eine Zahl mit dem Unterschied, wenn die Zahl nicht existiert wird die Null dargestellt. Eigener Text lässt sich an beliebiger Stelle im Format postieren. Zu beachten ist lediglich, dass eigener Text immer in Anführungszeichen steht. Als Beispiel:

###0"Std./Jahr"

Mit diesen Möglichkeiten hat die Liste die in Abb. 2.49 dargestellte Form.

25	<b>Werkzeuge</b>	<b>A</b>
26	Werkzeugkosten	2.400,00 €
27	Eigenleistungen	
28	Nachschliff	3 mal
29	Zeitvorgabe	30 min
30	Kostenfaktor	23,00 € / min
31		
32	Standzeit	410 Std.
33	Rüstzeit	31 Std.
34	Nutzzeit	

Abb. 2.49 Werkzeuge

**Lektion 2.13 Gültigkeitsprüfungen für Zellen und Zellbereiche**  
**Gültigkeitskriterien**

Um die Eingabe fehlerhafter Werte zu vermeiden, gibt es für Zellen und Zellbereiche die Methode der Gültigkeitsprüfung. Im ersten Schritt werden Zelle oder Zellbereich markiert. Unter dem Register *Daten* in der Gruppe *Datentools* gibt es die Methode *Datenüberprüfung*.

Als Beispiel wird der Zellbereich C14:C15 markiert (Abb. 2.50).

Unter Zulassen wird die Liste gewählt. Für die Eingabe soll lediglich *Ja* oder *Nein* zugelassen sein. Nach der Wahl Liste werden daher im Textfeld Quelle die Werte Ja und Nein, getrennt durch ein Semikolon, eingetragen (Abb. 2.51).

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

Maschinennutzung	A
Planbeschäftigung	1.800 Std./Jahr
Technische ND	9.000 Std.
Wirtschaftliche ND	5 Jahre
Differenzierung zw. techn. & wirtschaftl. AfA	
Automatisches Splitten zw. Fixer u. variabler AfA	
Instandhaltungsfaktor	12%
Raumbedarf	80 qm
Raumkosten	25,00 € mtl./qm
Durchschnittliche Leistungsaufnahme	32,34 kW/Std.
Energiekosten	2,12 € / kWh
Versicherung / Sonstiges	3.800,00 €
Zinssatz	11%

Datenüberprüfung

Einstellungen

Eingabemeldung

Fehlermeldung

Gültigkeitskriterien

Zulassen:

Jeden Wert

Jeden Wert

Ganze Zahl

Dezimal

Liste

Datum

Zeit

Textlänge

Benutzerdefiniert

☒ Leere Zellen ignorieren

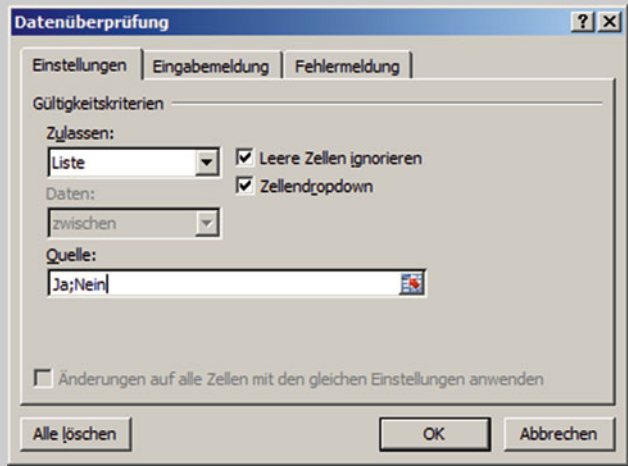
☐ Änderungen auf alle Zellen mit den gleichen Einstellungen anwenden

Alle löschen

OK

Abbrechen

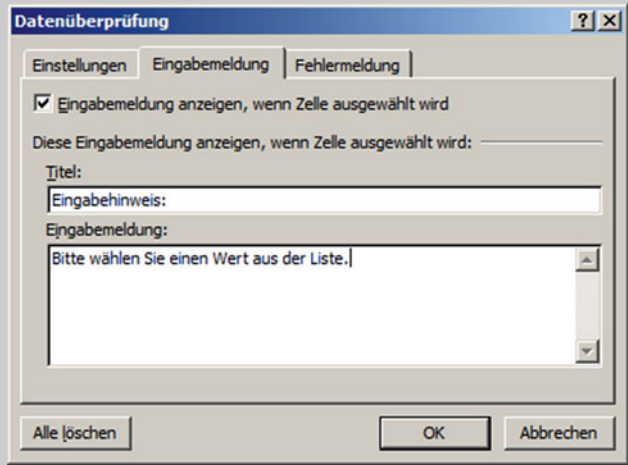
**Abb. 2.50** Maschinennutzung Gültigkeitskriterien



**Abb. 2.51** Datenüberprüfung Zulassen

**Eingabehinweise**

Unter dem Register Eingabemeldung kann ein Hinweistext erstellt werden, der immer dann erscheint, wenn eine der Zellen im Zellbereich markiert wird (Abb. 2.52).



**Abb. 2.52** Datenüberprüfung Eingabemeldung



24		
25	Werkzeuge	A
26	Werkzeugkosten	2.400,00 €
27	Eigenleistungen	
28	Nachschliff	3 mal
29	Zeitvorgabe	30 min
30	Kostenfaktor	23,00 € / min
31		
32	Standzeit	410 Std.
33	Rüstzeit	31 Std.
34	Nutzzeit	441 Std.

Abb. 2.55 Werkzeugdaten

Die Nutzzeit der Werkzeuge bestimmt sich aus der Formel

Nutzzeit= Standzeit+Rüstzeit.

Mit diesen Vorgaben kann die Berechnung durchgeführt werden. Das bisherige Arbeitsblatt bekommt den Namen *Maschinenkosten* und wird abgespeichert (Abb. 2.56).

**Abschreibung** Das neue Arbeitsblatt bekommt den Namen *Berechnungen* mit folgenden Bereichsnamen:

- C3= Wiederbeschaffungszeitwert
- C4= Ab\_Technische\_ND
- C5= Wirtschaftliche\_ND

Damit bestimmt sich dann:

C4= WENN(Planbeschäftigung=0;0;Technische\_ND/Planbeschäftigung)

Abb. 2.56 Abschreibung

	A	B	C
1			
2	Abschreibung	A	
3	Abschreibungsgrundlage	595.000,00 €	
4	Ab_Technische_ND	5 Jahre	
5	Wirtschaftliche_ND	5 Jahre	
6	Abschreibung		
7	Abschreibung nach techn. ND		
8	Abschreibung nach wirtschaftl. ND		
9	Differenz		
10	variabler Kostenanteil		
11	fixer Kostenanteil		
12	variabler Anteil in Prozent		

## Lektion 2.14 Die logischen Funktionen UND und ODER

### Mehrere Bedingungen

Nicht immer hängen Entscheidungen nur von einer Bedingung ab. Für die Berechnung der Abschreibung ist zunächst zu bestimmen, ob die wirtschaftliche ND kleiner ist als die technische ND und dann dürfen je nach dieser Bedingung die entsprechende ND nicht gleich Null sei.

Die Formel für die Zelle C6 lautet:

```
= WENN(UND(Wirtschaftliche_ND<Ab_Technische_ND;Wirtschaftliche_ND<>0);
RUNDEN(Wiederbeschaffungszeitwert/Wirtschaftliche_ND;2);
WENN(Ab_Technische_ND<>0;RUNDEN(Wiederbeschaffungszeitwert /
Ab_Technische_ND;2);0))
```

### UND-Funktion

Die Stelle für Bedingung in der WENN-Funktion wird ersetzt durch eine Sammlung von Bedingungen in der UND-Funktion, syntaktisch:

UND(Bedingung1; Bedingung2; ...)

und bedeutet, dass alle Bedingungen erfüllt sein müssen, damit auch die UND-Funktion als erfüllt betrachtet wird.

### ODER-Funktion

Anders ist das mit der ODER-Funktion, syntaktisch:

ODER(Bedingung1; Bedingung2; ...)

mit dem Unterschied zur UND-Funktion, dass wenn nur eine Bedingung erfüllt ist, auch die ODER-Funktion als erfüllt betrachtet wird.

### Geschachtelte Funktionen

Selbstverständlich ist es erlaubt, sowohl die WENN-Funktion als auch die UND- und ODER-Funktion zu schachteln. Dabei müssen die Syntaxregeln eingehalten werden. Es sind bis zu 26 Ebenen erlaubt.

Ein Beispiel:

```
= WENN(UND(Bed.1;ODER(Bed.2;Bed.3));Dann1;WENN(Bed.4;Dann2;Sonst1))
```

Die Zelle C6 bekommt den Namen *Abschreibung* und die Formel:

```
C6= WENN(UND(Wirtschaftliche_ND<Ab_Technische_ND;Wirtschaftliche_ND<>0);
RUNDEN(Wiederbeschaffungszeitwert/Wirtschaftliche_ND;2);
WENN(Ab_Technische_ND < > 0;RUNDEN(Wiederbeschaffungszeitwert /
Ab_Technische_ND;2);0))
```

Die Zelle C7 bekommt den Namen *Abschreibung\_nach\_techn.\_ND* und die Formel:

C7= WENN(ODER(Differenzierung\_zw.\_techn.\_\_\_\_wirtschaftl.\_AfA=0;  
Ab\_Technische\_ND=0);0;Wiederbeschaffungszeitwert/Ab\_Technische\_ND)

Die Zelle C8 bekommt den Namen *Abschreibung\_nach\_wirtschaftl.\_ND* und die Formel:

C8= WENN(ODER(Differenzierung\_zw.\_techn.\_\_\_\_wirtschaftl.\_AfA=0;  
Wirtschaftliche\_ND=0);0; Wiederbeschaffungszeitwert/Wirtschaftliche\_ND)

Die Zelle C9 bekommt den Namen *Differenz* und die Formel:

C9= Abschreibung\_nach\_wirtschaftl.\_ND-Abschreibung\_nach\_techn.\_ND

Die Zelle C10 bekommt den Namen *variable\_Kosten* und die Formel:

C10= WENN(Differenz <=0;0;WENN(Ab\_Technische\_ND > Wirtschaftliche\_ND;  
Abschreibung\_nach\_techn.\_ND;Abschreibung\_nach\_wirtschaftl.\_ND))

### Lektion 2.15 Funktionen zur Ermittlung größter, mittlerer und kleinster Werte

Um das Minimum oder Maximum einer Anzahl von Zellen oder Zellbereichen zu bestimmen, bedient man sich folgender Funktionen (Syntax):

= MIN(Zell(bereich)1;Zell(bereich)2; ...)

= MAX(Zell(bereich)1;Zell(bereich)2; ...)

#### MITTELWERT

= MITTELWERT(Zell(bereich)1;Zell(bereich)2; ...) bestimmt das arithmetische Mittel

= GEOMITTEL(Zell(bereich)1;Zell(bereich)2; ...) bestimmt das geometrische Mittel

#### KKLEINSTE und KGRÖSSTE

Nicht immer ist aber nur der kleinste oder größte Wert gesucht, sondern auch der zweit-, dritt-, viert-kleinste oder -größte Wert. Als Syntax:

= KGRÖSSTE(Zell(bereich);k)

= KKLEINSTE(Zell(bereich);k)

Der Faktor k darin gibt mit 1 = erst, 2 = zweit, 3 = dritt usw. kleinsten oder größten Wert an.

Die Zelle C11 bekommt den Namen *fixe\_Kosten* und die Formel:

C11= WENN(variable\_Kosten <=0; MAX(Abschreibungsmatrix);  
MAX(Abschreibungsmatrix)-variable\_Kosten)

Die Zelle C12 bekommt den Namen *variabler\_Anteil* und die Formel:

C12 = WENN(Abschreibung=0;0;variable\_Kosten/(variable\_Kosten+fixe\_Kosten))

**Werkzeugkosten** Die Bestimmung der Werkzeugkosten verläuft nach dem dargestellten Schema in Abb. 2.57.

**Abb. 2.57** Werkzeugkosten

14	Werkzeugkosten	A
15	Werkzeugkosten	2.400,00 €
16	Eigenleistung	2.070,00 €
17	Einzelkosten	4.470,00 €
18	Werkzeugkosten	18.244,90 €

mit den Formeln:

C15= Werkzeugkosten

Zelle C16 bekommt den Namen *Eigenleistung* und die Formel

C16= Nachschliff\*Zeitvorgabe\*Kostenfaktor

Zelle C17 bekommt den Namen *Einzelkosten* und die Formel

C17= Werkzeugkosten+Eigenleistung

C18= WENN(Nutzzeit=0;0;Einzelkosten/Nutzzeit\*Planbeschäftigung)

**Zinsen** Die Zinsen errechnen sich aus den Vorgaben wie folgt (Abb. 2.58).

C21= Anschaffungskosten

**Abb. 2.58** Zinsen

20	Zinsen	A
21	Anschaffungskosten	500.000,00 €
22	Zinssatz	11,00%
23	Zinsen	27.500,00 €

C22= Zinssatz

C23= Anschaffungskosten\*Zinssatz\*0,5



**Instandhaltung** Die Instandhaltung hat in der Berechnung folgenden Anteil (Abb. 2.59):

25	Instandhaltung	A
26	Anschaffungskosten	500.000,00 €
27	Instandhaltungsfaktor	12,00%
28	Abschreibungsdauer	5 Jahre
29	Instandhaltungskosten	12.000,00 €

**Abb. 2.59** Instandhaltung

C26= Anschaffungskosten  
C27= Instandhaltungsfaktor

Der Bereich C4:C5 bekommt den Namen *ND* und die Zelle C28 den Namen *Abschreibungs-dauer*.

C28= MIN(ND)  
C29= Anschaffungskosten\*Instandhaltungsfaktor/Abschreibungsdauer

**Raumkosten** Ebenso die Raumkosten mit (Abb. 2.60):

**Abb. 2.60** Raumkosten

31	Raumkosten	A
32	Raumbedarf	80,00 qm
33	Raumkosten mtl.	25,00 €
34	Raumkosten mtl.	24.000,00 €

C32= Raumbedarf  
C33= Raumkosten  
C34= Raumbedarf\*Raumkosten\*12

**Energiekosten** Es folgen die Energiekosten (Abb. 2.61):

C37= Durchschnittliche\_Leistungsaufnahme  
C38= Energiekosten  
C39= Planbeschäftigung  
C40= Durchschnittliche\_Leistungsaufnahme\*Energiekosten\*Planbeschäftigung

**Abb. 2.61** Energiekosten

36	Energiekosten	A
37	Durchschnittliche Leistung	32,34 kW/Std.
38	Energiekosten je kWh	2,12 € / kWh
39	Planbeschäftigung	1.800 Std./Jahr
40	Energiekosten je kWh	123.409,44 €

**Versicherungen/Sonstiges** Und letztlich Versicherungen und Sonstiges (Abb. 2.62):

42	Versicherungen / Sonstiges	A
43		3.800,00 €

**Abb. 2.62** Versicherungskosten

C43= Versicherung\_\_\_\_Sonstiges

Auf einem letzten Arbeitsblatt mit dem Namen *Masch.Std.Satz* wird der Stundensatz berechnet. Zunächst werden die Überschriften der einzelnen Berechnungen in die Spalte Kostenart übertragen, ebenso die Ergebnisse. Die können Sie mit Namen oder aber Zellweisen übertragen. Der variable Kostenanteil aus den Berechnungen wird unter Abschreibung übertragen. Alle anderen Prozentsätze werden hier manuell eingetragen (Abb. 2.63).

Zur Berechnung verwenden wir wieder Namen. Hier ist die Namensvergabe relativ einfach. Wir markieren den Bereich B4:H11. Mit der automatischen Namensvergabe per Auswahl bekommen nun alle Spalten, die wir in Formeln benötigen, einen Namen.

E5= Jahreskosten\*variable\_Prozent

F5= Jahreskosten-variable\_Kosten

Maschinenstundensatz für Maschine A			
Kostenart	Jahreskosten	variable Prozent	Jahresanteile variable Kosten
Abschreibung	119.000,00 €	0,0%	0,00 € / Jahr
Werkzeugkosten	18.244,90 €	32,0%	5.838,37 € / Jahr
Zinsen	27.500,00 €	0,0%	0,00 € / Jahr
Instandhaltung	12.000,00 €	33,0%	3.960,00 € / Jahr
Raumkosten	24.000,00 €	0,0%	0,00 € / Jahr
Energiekosten	123.409,44 €	22,0%	27.150,08 € / Jahr
Versicherungen / Sonstiges	3.800,00 €	25,0%	950,00 € / Jahr
Gesamtkosten	327.954,34 €		

bei Planauslastung: 1.800 Std./Jahr			
fixe Kosten		Stundenanteile	
	Gesamt	variabler Anteile	fixe Anteile
119.000,00 € / Jahr	66,11 € / Std.	0,00 € / Std.	66,11 € / Std.
12.406,53 € / Jahr	10,14 € / Std.	3,24 € / Std.	6,89 € / Std.
27.500,00 € / Jahr	15,28 € / Std.	0,00 € / Std.	15,28 € / Std.
8.040,00 € / Jahr	6,67 € / Std.	2,20 € / Std.	4,47 € / Std.
24.000,00 € / Jahr	13,33 € / Std.	0,00 € / Std.	13,33 € / Std.
96.259,36 € / Jahr	68,56 € / Std.	15,08 € / Std.	53,48 € / Std.
2.850,00 € / Jahr	2,11 € / Std.	0,53 € / Std.	1,58 € / Std.
	182,20 € / Std.	21,05 € / Std.	161,14 € / Std.

**Abb. 2.63** Maschinenstundensatz

G5= Jahreskosten/Planbeschäftigung

H5= Gesamt\*variable\_Prozent

I5= Gesamt-variable\_Anteile

Der Zellbereich E5:I5 wird markiert und deren Formeln durch Ziehen bis in die 11. Zeile übertragen.

Der Zellbereich G5:I12 wird markiert und mit der Methode Autosumme werden die Summen berechnet.

### Lektion 2.16 Ein Balkendiagramm erstellen

Anteile oder zeitlich zusammenhängende Werte lassen sich sehr anschaulich in Diagrammform darstellen. Dazu eignen sich meist Balken- oder Kreisdiagramme. Über das Register *Einfügen* des Menübandes finden sich in der Gruppe *Diagramme* verschiedene Formen. Vor der Auswahl sollte der Datenbereich markiert sein, so dass die Darstellung gleich mit den entsprechenden Werten erfolgt.

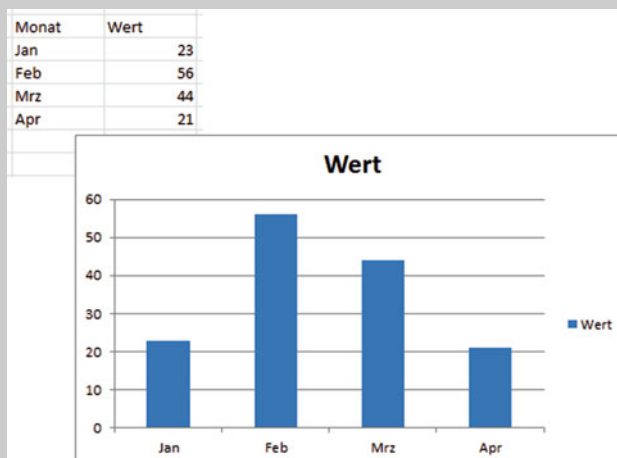
#### Das 2D Balkendiagramm

Ein Balkendiagramm zeigt den Vergleich diskreter Werte (Abb. 2.64).

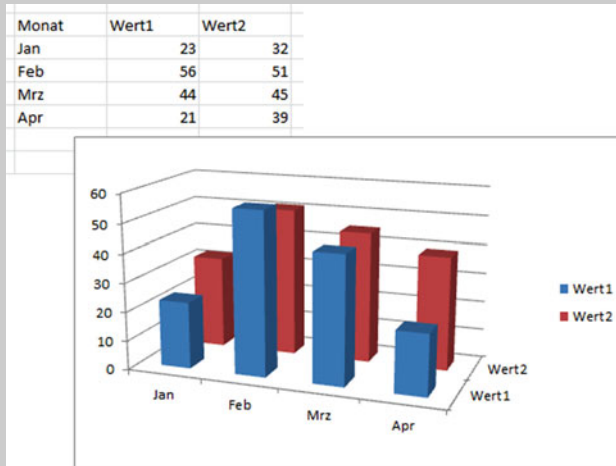
Durch Markieren der Wertetabelle in der Reihenfolge Abszissenwerte, Ordinatenwerte kann über das Register *Einfügen* in der Gruppe *Diagramme* mit der Auswahl *2D-Säule* ein Diagramm der dargestellten Form erstellt werden.

#### Das 3D Balkendiagramm

Bei mehr als einer Datenreihe empfiehlt sich der Einsatz des 3D-Balkendiagramms (Abb. 2.65).



**Abb. 2.64** Balkendiagramm



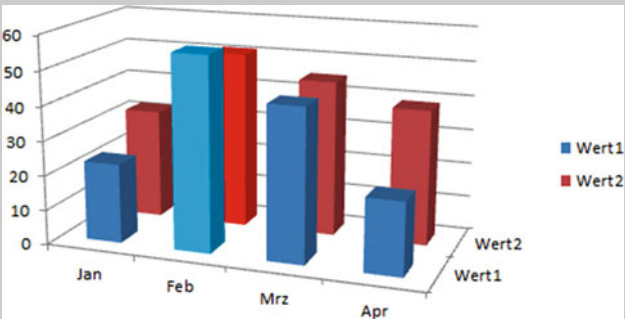
**Abb. 2.65** 3D-Balkendiagramm

### Balkendiagramme bearbeiten

Ein Klick auf das Diagramm erzeugt neue Register im Menüband, mit denen so ziemlich alle Einstellungen für das Diagramm vorgenommen werden können. Unter *Diagrammtools* finden sich die Register *Entwurf*, *Layout* und *Format*. Aber auch das Kontextmenü der Diagramm-Objekte wie Hintergrund, Achsen etc. erlaubt alle möglichen Einstellungen vorzunehmen.

### Ein Datenelement einer Datenreihe formatieren

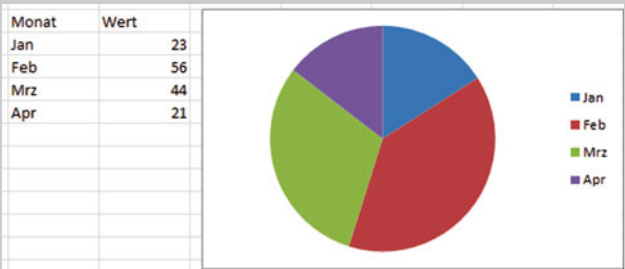
Soll ein Datenelement einer Datenreihe eine andere Formatierung als die anderen bekommen, so muss man zunächst ein beliebiges Datenelement der Datenreihe angeklickt werden. Dadurch werden alle Datenelemente der Datenreihe markiert. Wird danach nur das entsprechende Datenelement erneut angeklickt, so bleibt nur dieses markiert und seine Formatierung kann geändert werden. Zum Beispiel über das Kontextmenü die Farbe. Im 3D-Beispiel wurden die größten Werte durch kräftigere Farben markiert (Abb. 2.66).



**Abb. 2.66** Markierte Datenelemente

**Der 2D-Kreis**

Das Kreisdiagramm wird oft wegen seiner Form auch als Tortendiagramm bezeichnet. Die Anteile können zusammengefügt oder getrennt dargestellt werden (Abb. 2.67).



**Abb. 2.67** 2D-Kreis

**Der 3D-Kreis**

Der 3D-Kreis ist eine perspektivische Darstellung des 2D-Kreises. Über das Kontextmenü des Diagramms können die Daten beschriftet werden, sowohl mit ihren Werten als auch mit prozentualen Anteilen (Abb. 2.68).

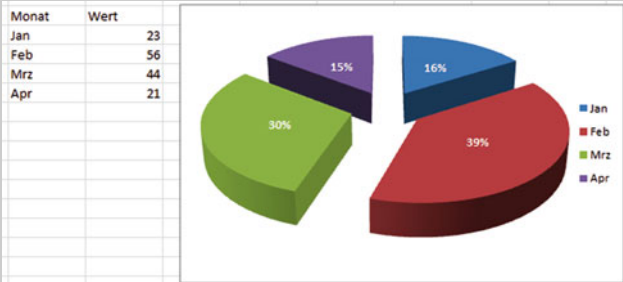


Abb. 2.68 3D-Kreis

Im Anwendungsbeispiel wird der Zellbereich B5:C11 markiert und ein 2D-Balkendiagramm eingefügt. Es dient zur anschaulichen Darstellung der Kostenanteile (Abb. 2.69). Alternativ zur Darstellung das Balkendiagramm (Abb. 2.70).

► X\_02-04\_Maschinenstunden-Kalkulation.xlsx

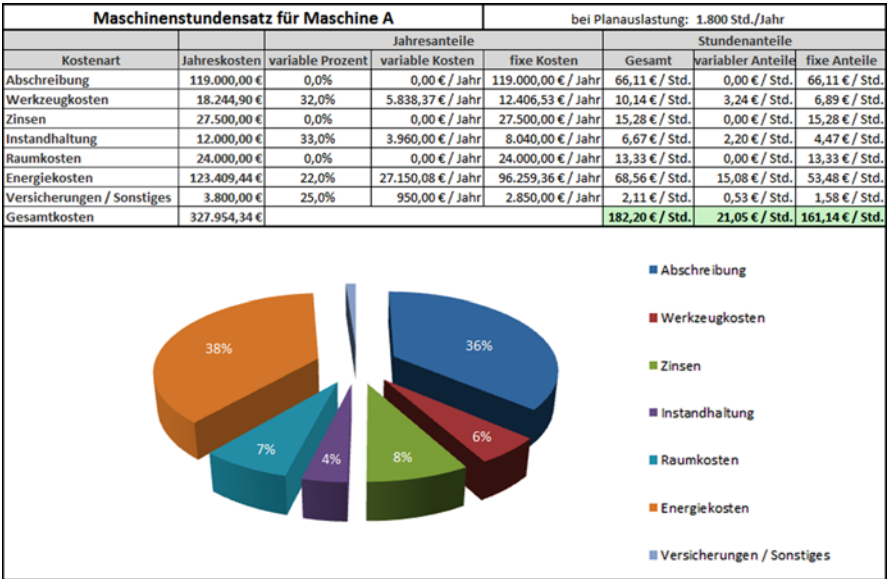
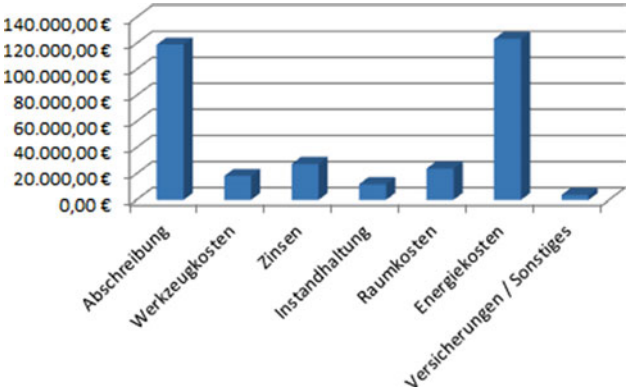


Abb. 2.69 Visualisierung der Kalkulation mit dem Kreisdiagramm

**Abb. 2.70** Visualisierung der Kalkulation mit dem Balkendiagramm



Mit der Version 2010 verfügt Excel erstmals über Sparklines. Sie geben ganze Datenreihen grafisch in einer Zelle wieder.

### 2.3 Ergebnisse schnell und effektiv präsentieren

Auch wenn PowerPoint immer noch die Anwendung für Präsentationen und Visualisierungen in Excel eigentlich eine Domäne der Diagramme ist, so gibt es seit der Version 2007 zusätzliche kleine Hilfen zur schnellen und effektiven Visualisierung von Ergebnissen.

**Lektion 2.17 Sparklines**

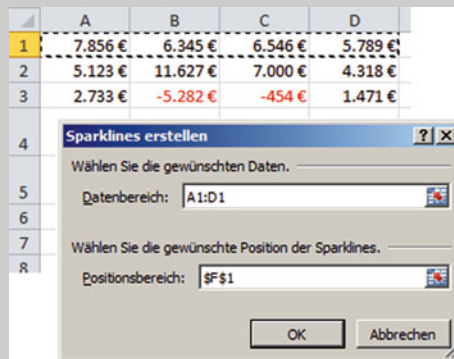
**Sparklines erstellen**

Liegt eine Datenreihe vor, so kann sie grafisch anschaulich durch Sparklines in einer Zelle dargestellt werden. Dazu wird die Zelle markiert, in der eine Sparkline eingefügt werden soll (Abb. 2.71).

	A	B	C	D	E	F
1	7.856 €	6.345 €	6.546 €	5.789 €		
2	5.123 €	11.627 €	7.000 €	4.318 €		
3	2.733 €	-5.282 €	-454 €	1.471 €		

**Abb. 2.71** Datenbeispiel

Im Register *Einfügen* gibt es die Gruppe *Sparklines*. Mit der Wahl eines Sparklinetyps öffnet sich ein Dialogfenster, in dem der Datenbereich eingegeben wird (Abb. 2.72).



**Abb. 2.72** Datenauswahl für eine Sparkline

### Sparkline-Typen

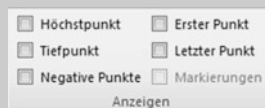
Ein Sparkline-Element ist ein Objekt und hat damit wieder Attribute und Methoden. Es besitzt demnach auch ein Kontextmenü und ein eigenes Register im Menüband. Im Register befinden sich unterschiedliche Gruppen. In der Gruppe *Typ* können verschiedene Typen ausgewählt werden (Abb. 2.73).



**Abb. 2.73** Typauswahl für eine Sparkline

### Besondere Punkte

In der Gruppe *Anzeigen* lassen sich besondere Punkte farblich hervorheben (Abb. 2.74).

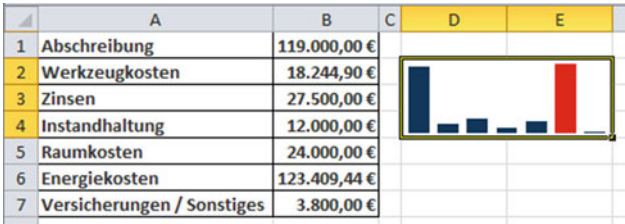


**Abb. 2.74** Datenpunktauswahl

Und in der Gruppe *Formatvorlage* lassen sich diesen Punkten auch Farben zuordnen. Hier befinden sich schon eine Menge unterschiedlicher Farbvorlagen.



**Abb. 2.75** Sparkline zur Kostenübersicht



Als Beispiel sollen die Sparklines in der Maschinensatzkalkulation dienen. Neben der Aufstellung werden ein paar Zellen zusammengefasst und darin eine Sparkline eingestellt. Der höchste Wert wird besonders markiert (Abb. 2.75).

**Lektion 2.18 Regeln zum Hervorheben von Zellen**

Im Register *Start* in der Gruppe *Formatvorlagen* gibt es die Methode *Bedingte Formatierung*. Diese ist Gegenstand einer späteren Betrachtung. Allerdings gibt es hier einige Regeln zum Hervorheben von Zellen, die nachfolgend betrachtet werden. Die Möglichkeiten zeigt bereits die Anwahl in Abb. 2.76. *Weitere Regeln* führt direkt zur bedingten Formatierung (später). Für alle Regeln gibt es die Möglichkeit, ihre Attribute auch nachträglich zu verändern. Dazu gibt es die Methode *Regeln verwalten* ...

**Abb. 2.76** Regeln zum Hervorheben von Zellen

	A	B	C	D	E	F	G
7	Süd	Sandmann	Hobel GmbH	Druckfedern	7.921	A2010002	08.01.2010
8	Nord	Hauer	Freimann KG	Zugfedern	7.598	A2010060	10.01.2010
9	West	Holzer	Enkel & Nachfolger	Metallschrauben	9.529	A2010008	10.01.2010
10	Süd	Weinreich	Dober & Sohn KG	Tellerfedern	1.508	A2010097	14.01.2010
11	West	Weber	Assmann GmbH	Metallschrauben	2.575	A2010080	18.01.2010
12	West	Renner	Größer als				01.2010
13	Nord	Lehma	Zellen formatieren, die GRÖßER SIND ALS:				01.2010
14	West	Weber					01.2010
15	West	Bauer	9000	mit	hellroter Füllung 2		
16	Ost	Wanda					01.2010
17	Ost	Wanda					01.2010
18	Ost	Wanda					01.2010
19	West	Näher	Brommel GmbH	Gleitlager			01.2010
20	Nord	Altmann	Raabe & Partner	Stirnräder			1.01.2010
21	West	Bauer	Neibel GmbH & Co.	Gleitlager			3.02.2010
22	West	Weber	Fricke & Söhne	Tellerfedern	7.767	A2010095	03.02.2010
23	West	Holzer	Enkel & Nachfolger	Metallschrauben	9.529	A2010008	04.02.2010
24	Süd	Becker	Bartmann KG	Tellerfedern	3.158	A2010081	05.02.2010

Abb. 2.77 Umsätze &gt; 9000

Abb. 2.78 Formatierungsregel bearbeiten

**Formatierungsregel bearbeiten**

Regeltyp auswählen:

- Alle Zellen basierend auf ihren Werten formatieren
- Nur Zellen formatieren, die enthalten
- Nur obere oder untere Werte formatieren
- Nur Werte über oder unter dem Durchschnitt formatieren
- Nur eindeutige oder doppelte Werte formatieren
- Formel zur Ermittlung der zu formatierenden Zellen verwenden

Regelbeschreibung bearbeiten:

Nur Zellen formatieren mit:

Zellwert größer als =9000

Zellwert  
Bestimmter Text  
Datum  
Leerzeichen  
Keine Leerzeichen  
Fehler  
Keine Fehler

AaBbCcYyZz

Formatieren...

OK Abbrechen

► X\_02-06\_Verkaufsliste.xlsx

In der Verkaufsliste sind alle Umsätze gefragt, die größer sind als 9000. Dazu wird die Spalte Umsatz markiert (Abb. 2.77) und die Regel *Größer als ...* aufgerufen. Ebenso können Vergleiche mit anderen Werten zu anderen Bedingungen oder Textanteile in markierten Bereichen hervorgehoben werden. Die nachträgliche Bearbeitung zeigt Abb. 2.78.

Interessant ist noch die Möglichkeit, doppelte Werte zu finden (Abb. 2.79). Bei dieser Darstellung wird jeder Zelleninhalt, den es noch einmal in der Liste gibt, farblich gekennzeichnet. Zu einem späteren Zeitpunkt wird noch gezeigt, wie doppelte Werte gefiltert werden können. Die Bearbeitungsmöglichkeiten für diese Regel zeigt Abb. 2.80.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Region	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie	Umsatz	Auftragsnummer	Auftragseingang
2	West	Weber	Rühring GmbH	Metallschrauben	7.767	A2010043	01.01.2010
3	Süd	Lehrer	Anderer & Sohn	Zugfedern	121	A2010094	02.01.2010
4	Ost	Filzer	Pollen GmbH	Kundlungen	1.490	A2010099	06.01.2010
5	Doppelte Werte						
6	No				1.611	A2010070	07.01.2010
7	Sü				5.213	A2010073	08.01.2010
8	No				7.921	A2010002	08.01.2010
9	W				7.598	A2010060	10.01.2010
10	Sü				9.529	A2010008	10.01.2010
11	W				1.508	A2010097	14.01.2010
12	West	Renner	Kortmann & Sohn	Kegelräder	2.575	A2010080	18.01.2010
13	Nord	Lehmann	Bahr oHG	Tellerfedern	5.029	A2010100	19.01.2010
14	West	Weber	Pollen GmbH	Gleitlager	2.118	A2010049	19.01.2010
15	West	Bauer	Zimmermann oHG	Dichtungen	7.892	A2010020	21.01.2010
16	Ost	Wanda	Ross oHG	Dichtungen	9.323	A2010051	21.01.2010
17	Ost	Wanda	Ross oHG	Gelenkbolzen	7.264	A2010061	22.01.2010
18	Ost	Wanda	Ross oHG	Stirnrad	1.712	A2010084	26.01.2010

Abb. 2.79 Zellen mit doppelten Werten

Abb. 2.80 Formatierungsregel bearbeiten

**Formatierungsregel bearbeiten**

Regeltyp auswählen:

- Alle Zellen basierend auf ihren Werten formatieren
- Nur Zellen formatieren, die enthalten
- Nur obere oder untere Werte formatieren
- Nur Werte über oder unter dem Durchschnitt formatieren
- Nur eindeutige oder doppelte Werte formatieren
- Formel zur Ermittlung der zu formatierenden Zellen verwenden

Regelbeschreibung bearbeiten:

**Alle folgenden Werte formatieren:**

doppelte Werte im ausgewählten Bereich

doppelte

eindeutige

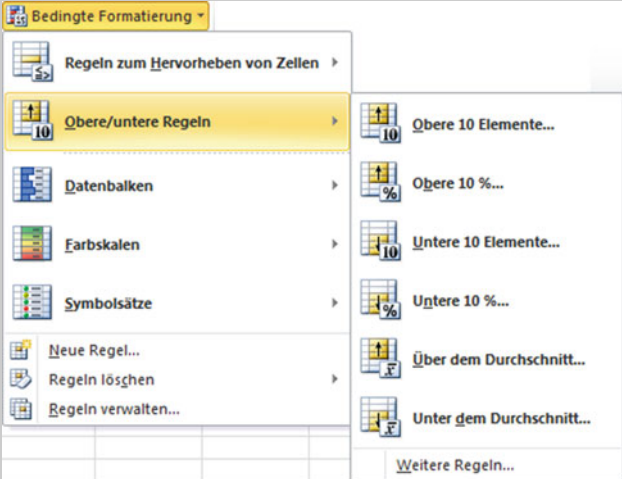
Vorschau: AaBbCcYyZz

Formatieren...

OK Abbrechen

### Lektion 2.19 Obere/untere Regeln


Diese Regeln zeigen Bereiche nach absoluten oder relativen Bereichen (Abb. 2.81).



**Abb. 2.81** Obere/untere Regeln

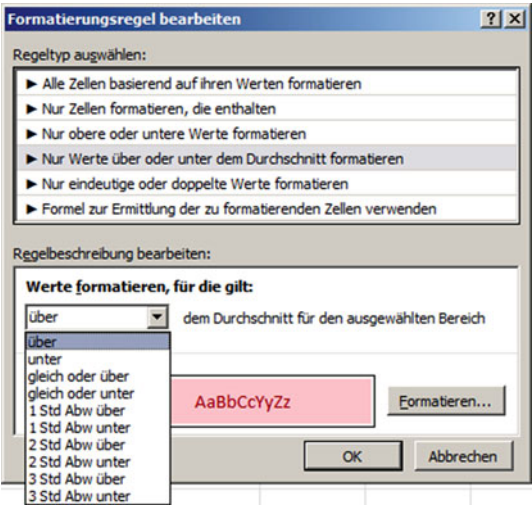
Im Anwendungsbeispiel (Abb. 2.82) werden die Umsatzwerte über dem Durchschnitt angezeigt. Die Bearbeitungsmöglichkeiten für diese Regel zeigt Abb. 2.83.

	Region	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie	Umsatz	Auftragsnummer	Auftragseingang
1							
2	West	Weber	Rühring GmbH	Metallschrauben	7.767	A2010043	01.01.2010
3	Süd	Lehrer	Anderer & Sohn	Zugfedern	121	A2010094	02.01.2010
4	Ost	Filzer	Pollen GmbH	Kupplungen	1.490	A2010099	06.01.2010
5	O				1.611	A2010070	07.01.2010
6	N				5.213	A2010073	08.01.2010
7	Si				7.921	A2010002	08.01.2010
8	Ni				7.598	A2010060	10.01.2010
9	W				9.529	A2010008	10.01.2010
10	Si				1.508	A2010097	14.01.2010
11	W				2.575	A2010080	18.01.2010
12	West	Reinert	Kortmann & Sohn	Kegelhäder	5.029	A2010100	19.01.2010
13	Nord	Lehmann	Bahr oHG	Tellerfedern	2.118	A2010049	19.01.2010
14	West	Weber	Pollen GmbH	Gleitlager	7.892	A2010020	21.01.2010
15	West	Bauer	Zimmermann oHG	Dichtungen	9.323	A2010051	21.01.2010
16	Ost	Wanda	Ross oHG	Gelenkbolzen	7.264	A2010061	22.01.2010
17	Ost	Wanda	Conen oHG & Co	Stirnäder	1.742	A2010084	26.01.2010



**Abb. 2.82** Umsatzwerte über dem Durchschnitt

**Abb. 2.83** Formatierungsregel bearbeiten



**Lektion 2.20 Datenbalken**

Datenbalken ergeben ein vereinfachtes Balkendiagramm. Zur Auswahl werden verschiedene Farben angeboten (Abb. 2.84).

Im Anwendungsbeispiel werden die Umsatzanteile am Maximalwert als Farbbalken gekennzeichnet (Abb. 2.85). In der Statuszeile können Minimalwert und Maximalwert abgelesen werden. Die Bearbeitungsmöglichkeiten für diese Regel zeigt Abb. 2.86.

Sind positive und negative Werte vorhanden, dann wird auch eine Nulllinie eingestellt (Abb. 2.87). Es kann dann aber auch die gleiche Richtung mit anderen Farben gewählt werden.

**Abb. 2.85** Umsatzanteile am Maximalwert

	A	B	C	D	E	
1	Region	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie	Umsatz	Auftr
2	West	Weber	Rüthing GmbH	Metallschrauben	7.767	Az
3	Süd	Lehrer	Anderer & Sohn	Zugfedern	121	Az
4	Ost	Filzer	Pollen GmbH	Kupplungen	1.490	Az
5	Ost	Uhl	Ross oHG	Walzlager	1.611	Az
6	Nord	Lehmann	Uhlmann GmbH	Walzlager	5.213	Az
7	Süd	Sandmann	Hobel GmbH	Druckfedern	7.921	Az
8	Nord	Hauer	Freimann KG	Zugfedern	7.598	Az
9	West	Holzer	Enkel & Nachfolger	Metallschrauben	9.529	Az
10	Süd	Weinreich	Dober & Sohn KG	Tellerfedern	1.508	Az
11	West	Weber	Assmann GmbH	Metallschrauben	2.575	Az
12	West	Renner	Kortmann & Sohn	Kegelräder	5.029	Az
13	Nord	Lehmann	Dober & Sohn	Tellerfedern	2.118	Az
Mittelwert: 4416,28368    Anzahl: 501    Minimum: 117,78    Maximum: 9959,29						

**Abb. 2.86** Formatierungsregel bearbeiten

**Formatierungsregel bearbeiten** [?] [X]

Regeltyp auswählen:

- ▶ Alle Zellen basierend auf ihren Werten formatieren
- ▶ Nur Zellen formatieren, die enthalten
- ▶ Nur obere oder untere Werte formatieren
- ▶ Nur Werte über oder unter dem Durchschnitt formatieren
- ▶ Nur eindeutige oder doppelte Werte formatieren
- ▶ Formel zur Ermittlung der zu formatierenden Zellen verwenden

Regelbeschreibung bearbeiten:

**Alle Zellen basierend auf ihren Werten formatieren:**

Formatstil: Datenbalken ☐ Nur Balken anzeigen

Typ: Minimum Automatisch Maximum Automatisch

Wert: (Automatisch) (Automatisch)

**Balkendarstellung:**

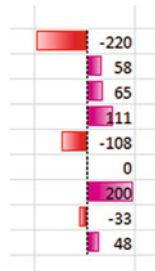
Ausfüllen: Farbverlauf Farbe: [Magenta] Rahmen: Durchgezogener Rahmen Farbe: [Magenta]

Negativer Wert und Achse... Balkenrichtung: Kontext

Vorschau: [Magenta Balken]

OK Abbrechen


**Abb. 2.87** Positive und negative Werte mit Datenbalken





### Lektion 2.21 Farbskalen

Auf der Basis von zwei oder drei Farben wird eine Einteilung der Daten vorgenommen (Abb. 2.88).



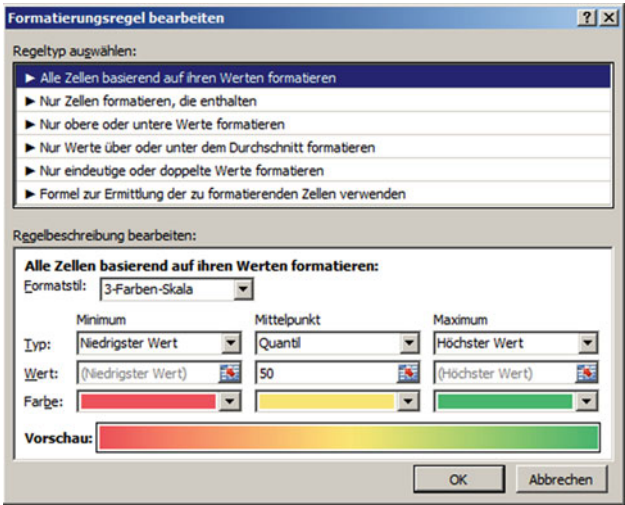
**Abb. 2.88** Farbskalen

Im Anwendungsbeispiel werden die Umsätze mit Ampelfarben in gute und weniger gute Umsatzzahlen unterteilt (Abb. 2.89). Die Bearbeitungsmöglichkeiten für diese Regel zeigt Abb. 2.90.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Region	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie	Umsatz	Auftragsnummer	Auftragseingang
2	West	Weber	Rühring GmbH	Metallschrauben	7.767	A2010043	01.01.2010
3	Süd	Lehrer	Anderer & Sohn	Zugfedern	121	A2010094	02.01.2010
4	Ost	Filzer	Pollen GmbH	Kupplungen	1.490	A2010099	06.01.2010
5	Ost	Uhl	Ross oHG	Walzlager	1.611	A2010070	07.01.2010
6	Nord	Lehmann	Uhlmann GmbH	Walzlager	5.213	A2010073	08.01.2010
7	Süd	Sandmann	Hobel GmbH	Druckfedern	7.921	A2010002	08.01.2010
8	Nord	Hauer	Freimann KG	Zugfedern	7.598	A2010060	10.01.2010
9	West	Holzer	Enkel & Nachfolger	Metallschrauben	9.529	A2010008	10.01.2010
10	Süd	Weinreich	Dober & Sohn KG	Tellerfedern	1.508	A2010097	14.01.2010
11	West	Weber	Assmann GmbH	Metallschrauben	2.575	A2010080	18.01.2010
12	West	Renner	Kortmann & Sohn	Kegelräder	5.029	A2010100	19.01.2010
13	Nord	Lehmann	Bahr oHG	Tellerfedern	2.118	A2010049	19.01.2010
14	West	Weber	Pollen GmbH	Gleitlager	7.892	A2010020	21.01.2010
15	West	Bauer	Zimmermann oHG	Dichtungen	6.323	A2010051	21.01.2010

**Abb. 2.89** Einteilung der Umsätze mit Ampelfarben

**Abb. 2.90** Formatierungsregel bearbeiten



**Lektion 2.22 Symbolsätze**

Die Symbolsätze sind ebenfalls teilweise dem Ampelprinzip entlehnt (Abb. 2.91).

**Abb. 2.91** Symbolsätze



	A	B	C	D	E	F	G
1	Region	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie	Umsatz	Auftragsnummer	Auftragseingang
2	West	Weber	Rühring GmbH	Metallschrauben	7.767	A2010043	01.01.2010
3	Süd	Lehrer	Anderer & Sohn	Zugfedern	121	A2010094	02.01.2010
4	Ost	Filzer	Pollen GmbH	Kupplungen	1.490	A2010099	06.01.2010
5	Ost	Uhl	Ross oHG	Walzlager	1.611	A2010070	07.01.2010
6	Nord	Lehmann	Uhlmann GmbH	Walzlager	5.213	A2010073	08.01.2010
7	Süd	Sandmann	Hobel GmbH	Druckfedern	7.921	A2010002	08.01.2010
8	Nord	Hauer	Freimann KG	Zugfedern	7.598	A2010060	10.01.2010
9	West	Holzer	Enkel & Nachfolger	Metallschrauben	9.529	A2010008	10.01.2010
10	Süd	Weinreich	Dober & Sohn KG	Tellerfedern	1.508	A2010097	14.01.2010
11	West	Weber	Assmann GmbH	Metallschrauben	2.574	A2010080	18.01.2010

Abb. 2.92 Orientierung der Umsätze am Mittelwert

Im Anwendungsbeispiel werden die Umsätze entsprechend ihrem Abstand zum Mittelwert durch Pfeile gekennzeichnet (Abb. 2.92). Die Bearbeitungsmöglichkeiten für diese Regel zeigt Abb. 2.93.

Häufig werden auch Vergleiche durch Symbole verständlicher dargestellt. Als Beispiel werden in einer Liste Umsätze zwischen dem aktuellen Jahr und dem Vorjahr verglichen. Die Spalten bekommen Bereichsnamen:

E= Vorjahr  
F= Jahr

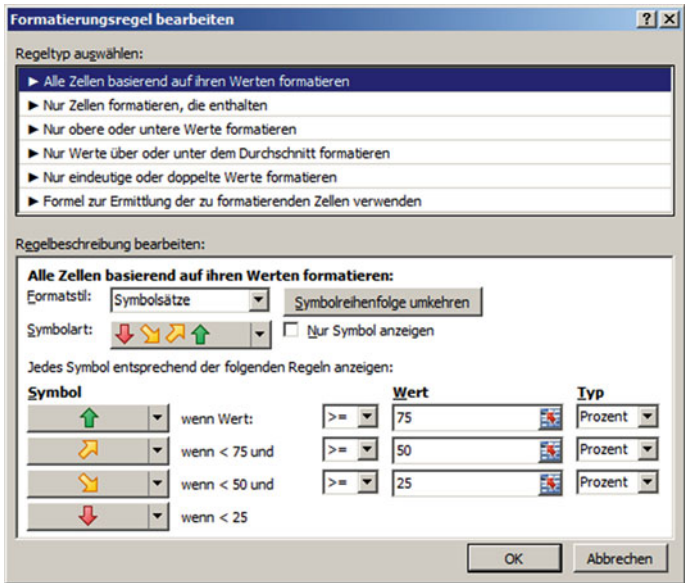


Abb. 2.93 Formatierungsregeln bearbeiten

	A	B	C	D	E	F	G
1	Region	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie	Umsatz Vorjahr	Umsatz Jahr	Differenz
2	West	Weber	Rüthing GmbH	Metallschrauben	9.419	7.767	=Jahr-Vorjahr
3	Süd	Lehrer	Anderer & Sohn	Zugfedern	143	121	-22,44
4	Ost	Filzer	Pollen GmbH	Kupplungen	593	1.490	897,03
5	Ost	Uhl	Ross oHG	Wälzlager	1.146	1.611	464,7
6	Nord	Lehmann	Uhlmann GmbH	Wälzlager	4.669	5.213	544,46
7	Süd	Sandmann	Hobel GmbH	Druckfedern	1.392	7.921	6529
8	Nord	Hauer	Freimann KG	Zugfedern	970	7.598	6627,92
9	West	Holzer	Enkel & Nachfolger	Metallschrauben	7.520	9.529	2009,23
10	Süd	Weinreich	Dober & Sohn KG	Tellerfedern	698	1.508	809,88
11	West	Weber	Assmann GmbH	Metallschrauben	3.149	2.575	-573,61
12	West	Renner	Kortmann & Sohn	Kegelräder	4.104	5.029	924,85
13	Nord	Lehmann	Bahr oHG	Tellerfedern	4.154	2.118	-2035,97
14	West	Weber	Pollen GmbH	Gleitlager	4.778	7.892	3113,77
15	West	Bauer	Zimmermann oHG	Dichtungen	16.344	9.323	-7021,37
16	Ost	Wanda	Ross oHG	Gelenkbolzen	11.819	7.264	-4554,76
17	Ost	Wanda	Conen oHG & Co	Stirräder	3.360	1.712	-1647,94
18	Ost	Wanda	Freimann KG	Gleitlager	8.059	6.500	-1558,68
19	West	Näher	Brommel GmbH	Gleitlager	3.515	2.192	-1323,11
20	Nord	Altmeppen	Bosch & Partner	Stirräder	1.187	2.709	1514,72

Abb. 2.94 Jahresdifferenzen

Regelbeschreibung bearbeiten:

**Alle Zellen basierend auf ihren Werten formatieren:**

Formatstil: Symbolsätze Symbolreihenfolge umkehren

Symbolart: ↓ ↓ ↓ ☒ Nur Symbol anzeigen

Jedes Symbol entsprechend der folgenden Regeln anzeigen:

Symbol	wenn Wert:	Wert	Typ
↑	>	0	Zahl
→	>=	0	Zahl
↓	<		

Abb. 2.95 Angepasste Formatierungsregel

In Spalte G (Abb. 2.94) wird dann die Differenz berechnet:

G= Jahr-Vorjahr

Abschließend wird die Formatierungsregel für die Spalte G eingestellt und abgeändert (Abb. 2.95). Werte die größer als Null sind bekommen einen grünen Pfeil. Gleiche Werte einen gelben und negative Werte einen roten Pfeil. Außerdem soll nur das Symbol sichtbar sein. Das Ergebnis zeigt Abb. 2.96.

**Abb. 2.96** Umsatztendenzen

	A	B	C	D	E	F
	Region	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie	Umsatz Vorjahr	Umsatz Jahr
1	West	Weber	Rühring GmbH	Metallschrauben	9.419	7.767 ↓
2	Süd	Lehrer	Anderer & Sohn	Zugfedern	143	121 ↓
3	Ost	Filzer	Pollen GmbH	Kupplungen	593	1.490 ↑
4	Ost	Uhl	Ross oHG	Walzlager	1.146	1.611 ↑
5	Nord	Lehmann	Uhlmann GmbH	Walzlager	4.669	5.213 ↑
6	Süd	Sandmann	Hobel GmbH	Druckfedern	1.392	7.921 ↑
7	Nord	Hauer	Freimann KG	Zugfedern	970	7.598 ↑
8	West	Holzer	Enkel & Nachfolger	Metallschrauben	7.520	9.529 ↑
9	Süd	Weinreich	Dober & Sohn KG	Tellerfedern	698	1.508 ↑
10	West	Weber	Assmann GmbH	Metallschrauben	3.149	2.575 ↓
11	West	Renner	Kortmann & Sohn	Kegelräder	4.104	5.029 ↑
12	Nord	Lehmann	Bahr oHG	Tellerfedern	4.154	2.118 ↓
13	West	Weber	Pollen GmbH	Gleitlager	4.778	7.892 ↑
14	West	Bauer	Zimmermann oHG	Dichtungen	16.344	9.323 ↓
15	Ost	Wanda	Ross oHG	Gelenkbolzen	11.819	7.264 ↓
16	Ost	Wanda	Conen oHG & Co	Stirnräder	3.360	1.712 ↓
17	Ost	Wanda	Freimann KG	Gleitlager	8.059	6.500 ↓
18	West	Näher	Brommel GmbH	Gleitlager	3.515	2.192 ↓
19	Nord	Altmann	Raabe & Partner	Stirnräder	1.187	2.702 ↑
20	West	Bauer	Neibel GmbH & Co.	Gleitlager	3.199	2.845 ↓
21	West	Weber	Fricke & Söhne	Tellerfedern	9.773	7.767 ↓
22	West	Holzer	Enkel & Nachfolger	Metallschrauben	18.294	9.529 ↓
23	Süd	Becker	Bartmann KG	Tellerfedern	935	3.158 ↑
24	Süd	Lehrer	Anderer & Sohn	Zugfedern	154	121 ↓
25	Ost	Gärtner	Dober & Sohn KG	Stirnräder	1.862	7.358 ↑
26	Süd	Weinreich	Oppermann GmbH	Zahnräder	1.169	1.355 ↑
27	Süd	Brenner	Uhlmann GmbH	Kupplungen	3.055	3.006 ↑

Im Ingenieurbereich muss ständig eine Vielzahl kostenorientierter Entscheidungen getroffen werden. Dabei ist es wichtig, aus einer großen Datenmenge die Werte zu finden, die durch entsprechende Fragestellungen die gesuchten Informationen liefern. Mitunter befinden sich diese Daten in ganz anderen Systemen.

3.1 Umsatzstatistik

Um Zahlenmaterial analysieren zu können, muss oft vorher eine Aufbereitung der Daten erfolgen.

► X\_03-01\_Umsatzstatistik.xlsx

Mitunter stehen Zellbereiche auf unterschiedlichen Arbeitsblättern in teilweise unterschiedlichen Arbeitsmappen in Beziehung zueinander. Oft liegt es daran, dass die Daten an unterschiedlichen Orten anfallen oder gepflegt werden. So wie in diesem Beispiel: Eine Firma hat zwei Niederlassungen, in denen die gleichen Kunden die Produkte zu unterschiedlichen Mengen bestellen. In jeder Niederlassung werden die Umsätze über einen bestimmten Zeitraum festgehalten (Abb. 3.1).

Werk 1	Produkt A	Produkt B
Kunde A	2160	1890
Kunde B	8400	7200
Kunde C	12350	9950
Kunde D	6400	7600
Kunde E	5600	6200

Werk 2	Produkt A	Produkt B
Kunde A	1350	2000
Kunde B	6560	5120
Kunde C	8200	6300
Kunde D	4480	8100
Kunde E	2480	3800

Abb. 3.1 Umsätze der einzelnen Werke

**Abb. 3.2** Gesamtumsätze

	A	B	C	D	E
1					
2		Summe	Produkt A	Produkt B	Gesamt
3		Kunde A	3510	3890	7400
4		Kunde B	14960	12320	27280
5		Kunde C	20550	16250	36800
6		Kunde D	10880	15700	26580
7		Kunde E	8080	10000	18080
8		Gesamt	57980	58160	116140

Die Verwaltung benötigt nun die Gesamtumsätze der Kunden. Zur Analyse befinden sich die Daten bereits auf unterschiedlichen Arbeitsblättern in einer Arbeitsmappe. Die Datenbereiche, und nur diese, bekommen den Namen *Werk1* und *Werk2*. Auf einem Auswertungsblatt ist dann die Formel

= Werk1+Werk2

in einer Zelle einsetzbar. Durch Ziehen wird die Formel auf die anderen Zellen übertragen. Abschließend werden mit *Autosumme* die Gesamtwerte ermittelt (Abb. 3.2).

Stehen Quellbereiche und Zielbereich in unterschiedlichen Arbeitsmappen gleichen Namens, dann sehen die Formeln nicht anders aus.

- ▶ X\_03-02\_Umsatzstatistik.xlsx
- ▶ X\_03-03\_Umsatzstatistik Werk 1.xlsx
- ▶ X\_03-04\_Umsatzstatistik Werk 2.xlsx
- ▶ X\_03-05\_Umsatzstatistik Gesamt.xlsx

Doch die Betrachtung des Eintrags im Namensmanager macht einen Unterschied deutlich. Innerhalb der Mappe lautet der Verweis

= 'Werk 1'!\$C\$3:\$D\$7.

Aber in der mappenübergreifenden Version (hier ein Beispiel):

= 'D:\09\_Excel & Technik\[X\_03-01\_Umsatz in einer Mappe.xlsx]Werk 1'!\$C\$3:\$D\$7.

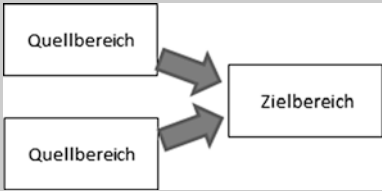
Der Verweis setzt sich aus folgenden Elementen zusammen

= Pfad[Arbeitsmappe.xlsx]Arbeitsblatt!Zellbereich mit absoluten Adressen.

Diese Art Werte zu sammeln kann mit Excel sehr vereinfacht werden. Excel bietet die Methode der *Konsolidierung* für Zellbereiche an, die den gleichen Aufbau besitzen.

**Lektion 3.1 Daten konsolidieren**

Excel bietet die Methode der *Konsolidierung* für Zellbereiche an. Für die *Konsolidierung* müssen die verschiedenen Quellbereiche und ein Zielbereich festliegen (Abb. 3.3). Die *Quellbereiche* sind Verweise auf Zellbereiche, aus denen die zu konsolidierenden Daten stammen. Sie können sich im aktiven Tabellenblatt, in einem anderen Tabellenblatt der Arbeitsmappe oder in Tabellen weiterer Arbeitsmappen befinden.



**Abb. 3.3** Quellbereiche und Zielbereich

Im *Zielbereich* werden die Ergebnisse einer Konsolidierung dargestellt. Hier befinden sich auch die Verweise auf die Quellbereiche. So können auf einem Arbeitsblatt mehrere Konsolidierungen stattfinden.

**Nach Positionen konsolidieren**

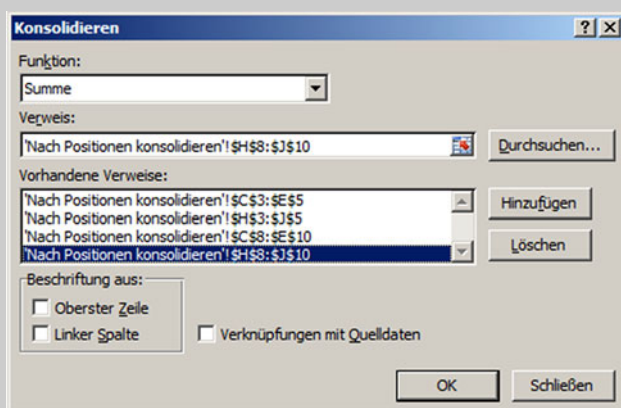
In Abhängigkeit von der Anordnung der Tabellenwerte in den einzelnen Quellbereichen lassen sich diese nach unterschiedlichen Kriterien konsolidieren. Sie können nach Positionen konsolidiert werden, wenn die Daten der unterschiedlichen Quellbereiche identisch angeordnet sind, d. h., wenn sie die gleichen relativen Zellbezüge besitzen. Sie können auch nach Rubriken konsolidiert werden, wenn die verschiedenen Quellbereiche identische Zeilen- bzw. Spaltenbeschriftungen besitzen. Die Daten der Quellbereiche selbst können sich dabei an unterschiedlichen Positionen im Tabellenblatt befinden (Abb. 3.4).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2		Q1	Ware A	Ware B	Ware C		Q2	Ware A	Ware B	Ware C
3		Asien	10	40	12000		Asien	12	40	11300
4		Europa	20	60	30000		Europa	20	20	28400
5		Amerika	50	100	8900		Amerika	50	100	10000
6										
7		Q3	Ware A	Ware B	Ware C		Q4	Ware A	Ware B	Ware C
8		Asien	50	100	10000		Asien	50	100	9900
9		Europa	20	70	31200		Europa	20	60	28000
10		Amerika	15	40	12000		Amerika	10	40	11000

**Abb. 3.4** Daten-Quellbereiche

In dieser Demo haben vier Tabellen den gleichen Aufbau. Sie sollen zu einer Tabelle zusammengefasst werden. Zunächst wird eine beliebig leere Zelle auf dem Arbeitsblatt markiert, egal ob es dieses Arbeitsblatt ist oder ein anderes, an deren Stelle das Ergebnis erstellt werden soll. Diese Zelle ist die oberste linke Zelle der gesamten Ergebnistabelle.

Über das Register *Daten* wird in der Gruppe *Datentools* die Methode *Konsolidieren* aufgerufen. Das Feld *Vorhandene Verweise* ist noch leer. Im Feld *Verweis* kann jetzt der erste Datenbereich C3:E5 eingetragen werden. Doch einfacher ist es, den Bereichswähler zu benutzen und mit der Maus den Tabellenbereich zu markieren. Steht so ein Verweis im Textfeld, kann er mit Hinzufügen als *vorhandener Verweis* übernommen werden (Abb. 3.5).



**Abb. 3.5** Dialogfeld Konsolidieren

Wenn alle Verweise der Tabellen im Verweisfeld stehen, genügt ein Klick auf die Schaltfläche *OK* und die Summen (denn unter Funktion ist standardmäßig die Summe eingestellt) aller vier Tabellenwerte, ab der Zelle in der mit dem Konsolidieren gestartet wurde, werden erstellt (Abb. 3.6).

Jahr	Ware A	Ware B	Ware C	Gesamt
Asien	122	280	43200	43602
Europa	80	210	117600	117890
Amerika	125	280	41900	42305
Gesamt	327	770	202700	203797

**Abb. 3.6** Konsolidierte Werte

Die Zeilen- und Spaltenbeschriftungen werden bei dieser Methode nicht übertragen. Doch sie sind wie in allen Quellbereichen gleich und können direkt kopiert werden. Die Summenbildung erfolgt mit der Methode *Autosumme*.

**Nach Rubriken konsolidieren**

Nicht immer findet man wohlgeordnete Tabellen vor. Nachfolgend sind die Zeilen und Spalten unterschiedlich aufgebaut (Abb. 3.7).

Um trotzdem eine Konsolidierung durchführen zu können, müssen jetzt die Zeilen- und Spaltenbeschriftungen mit markiert werden. Und bevor die Konsolidierung gestartet wird, muss die Option *mit Beschriftungen* ausgewählt werden (Abb. 3.8).

Diesmal werden die Beschriftungen mit übertragen (Abb. 3.9).

Q1	Ware A	Ware B	Ware C
Europa	20	60	30000
Asien	10	40	12000
Amerika	50	100	8900

Q2	Ware A	Ware C	Ware B
Asien	12	11300	40
Amerika	50	10000	100
Europa	20	28400	20

Q3	Ware A	Ware B	Ware C
Asien	50	100	10000
Europa	20	70	31200
Amerika	15	40	12000

Q4	Ware C	Ware A	Ware B
Amerika	11000	10	40
Asien	9900	50	100
Europa	28000	20	60

**Abb. 3.7** Quellbereiche

Konsolidieren

Funktion:  
Summe

Verweis:  

Durchsuchen...

Vorhandene Verweise:  

Nach Rubriken konsolidieren!\$B\$2:\$E\$5

Nach Rubriken konsolidieren!\$G\$2:\$J\$5

Nach Rubriken konsolidieren!\$B\$7:\$E\$10

Nach Rubriken konsolidieren!\$G\$7:\$J\$10

Hinzufügen

Löschen

Beschriftung aus:  

☒ Oberster Zeile

☒ Linker Spalte

☐ Verknüpfungen mit Quelldaten

OK

Schließen

**Abb. 3.8** Dialogfeld Konsolidieren

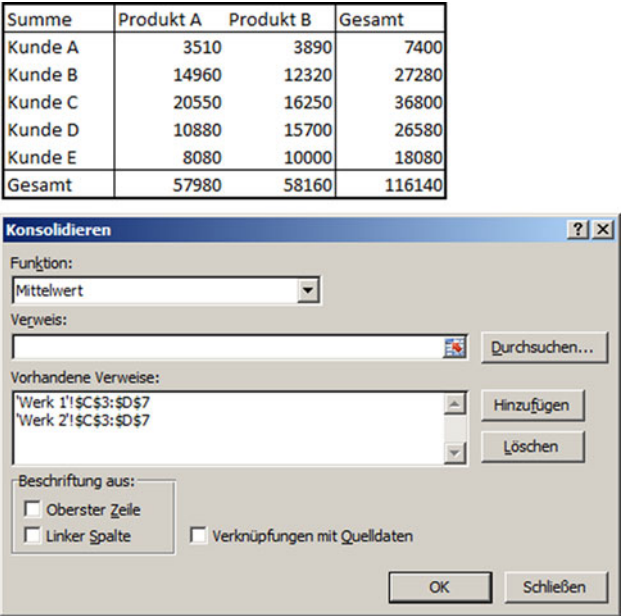
Jahr	Ware A	Ware B	Ware C	Gesamt
Europa	80	210	117600	117890
Asien	122	280	43200	43602
Amerika	125	280	41900	42305
Gesamt	327	770	202700	203797

**Abb. 3.9** Konsolidierte Werte

► X\_03-06\_Beispieldaten konsolidieren.xlsx



**Abb. 3.10** Erneuter Aufruf der Methode Konsolidieren



► X\_03-07\_Beispieldaten visualisieren.xlsx

In der Umsatzstatistik können die Tabellen ebenfalls konsolidiert werden. Dazu wird der gleiche Rahmenaufbau in einem neuen Arbeitsblatt verwendet und mit der markierten Zelle C3 gestartet, ab der (oben links) hinterher die Ergebnis stehen soll. Die Quellbereiche werden nach Positionen markiert und konsolidiert.

Nach der Fertigstellung liegen die Ergebnisse vor. Aber auch die Verweise bleiben zu diesem Arbeitsblatt gespeichert (Abb. 3.10).

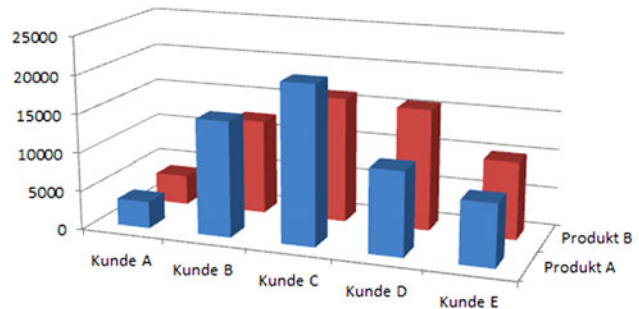
Es wird noch einmal der gleiche Rahmenaufbau ab der Zelle G2 erstellt. Diesmal wird die Zelle H3 markiert. Dann wird als Auswertungsfunktion der Mittelwert ausgewählt und erneut die Methode Konsolidieren aufgerufen. Auf diese Art können innerhalb eines Arbeitsblattes die verschiedenen angebotenen Auswertungen bis hin zur statistischen Abweichung erstellt werden (Abb. 3.11).

Summe	Produkt A	Produkt B	Gesamt
Kunde A	3510	3890	7400
Kunde B	14960	12320	27280
Kunde C	20550	16250	36800
Kunde D	10880	15700	26580
Kunde E	8080	10000	18080
Gesamt	57980	58160	116140

Mittelwert	Produkt A	Produkt B	Gesamt
Kunde A	1755	1945	3700
Kunde B	7480	6160	13640
Kunde C	10275	8125	18400
Kunde D	5440	7850	13290
Kunde E	4040	5000	9040
Gesamt	28990	29080	58070

**Abb. 3.11** Verschiedene Auswertungen in einem Arbeitsblatt

**Abb. 3.12** Visualisierung im 3D-Diagramm



Die Ergebnisse sollten auch stets visualisiert werden. Dazu werden die Daten ohne Summen einschließlich der Überschriften markiert. Die Wahl eines 3D-Balkendiagramms liefert anschauliche Ergebnisse (Abb. 3.12).

3.2 Produktionsmengen

Nicht immer liegen die Daten schon zur Auswertung vor. Manchmal müssen erst ein paar Operationen auf den Daten erfolgen, so wie in diesem Beispiel.

- ▶ X\_03-08\_Produktionsmengen konsolidieren.xlsx
- ▶ X\_03-09\_Produktionsmengen konsolidieren.xlsx

Es liegen quartalsweise die Produktionsmengen in Abb. 3.13 vor. In einer Jahresübersicht sollen die Umsätze zusammengeführt werden. Eine direkte Zusammenführung durch Konsolidieren ist nicht möglich, da es sich in jedem Quartal um andere Monate handelt. Natürlich könnte man nach Rubriken konsolidieren, aber dann würden die Monate nur nebeneinander ausgewiesen. Vor der Konsolidierung müssen also zuvor die Umsätze der Quartale bestimmt werden.

**Abb. 3.13** Produktionsmengen

	A	B	C	D	E	F
1	Produktionsmengen					
2	1. Quartal					
3						
4	Fertigungslinien	Produkte	Jan	Feb	Mrz	Umsatz
5	A	1	445	634	745	1824
6		2	211	202	234	647
7		3	254	147	278	679
8	B	1	88	82	103	273
9		2	49	45	55	149
10		3	213	301	292	806
11		4	61	77	79	217
12	C	1	175	189	181	545
13		2	199	243	224	666
14	Gesamt		1695	1920	2191	5806

**Abb. 3.14** Konsolidierte Produktionsmengen

	A	B	C	D	E	F
1	Produktionsmengen					
2	1. Quartal					
3						
4	Fertigungslinien	Produkte	Umsatz			
5	A	1	7229			
6		2	2710			
7		3	2811			
8	B	1	1216			
9		2	666			
10		3	3200			
11	C	4	902			
12		1	2197			
13		2	2746			
14	Gesamt		23677			

Konsolidieren

Funktion:

Summe

Verweis:

Durchsuchen...

Vorhandene Verweise:

1.Quartal!\$F\$4:\$F\$13

2.Quartal!\$F\$4:\$F\$13

3.Quartal!\$F\$4:\$F\$13

4.Quartal!\$F\$4:\$F\$13

Hinzufügen

Löschen

Beschriftung aus:

☒ Oberster Zeile
 ☐ Linker Spalte

☐ Verknüpfungen mit Quelldaten

OK

Schließen

Die Zusammenfassung der Monate kann mit der Methode *Autosumme* geschehen. Doch bevor diese Aufgabe zu jedem Quartal einzeln durchgeführt wird, lässt sie sich für alle Quartale mit einer Operation bewerkstelligen. Markiert wird das Register des 1. Quartals. Danach wird die Umschalttaste gedrückt gehalten und das 4. Quartal angeklickt. Nun sind alle vier Quartale markiert, da sie hintereinander stehen. Im ersten Kapitel wurde das Markieren von Objekten bereits beschrieben und auch Register sind Objekte. Wird nun die Methode *Autosumme* auf dem ersten sichtbaren Quartal ausgeführt, dann wird sie gleichzeitig auch auf allen anderen markierten ausgeführt.

Auf einem neuen Arbeitsblatt für das Jahresergebnis wird zunächst wieder der Rahmen erstellt. Das Konsolidieren wird in der Zelle C4 gestartet. In jedem Quartal wird der Bereich F4:F13 markiert, also mit der Überschrift Umsatz, aber ohne die Gesamtsumme. Die Summen werden zum Schluss wieder per *Autosumme* gebildet. Stehen alle Quartalsbereiche im Verweisfeld, dann muss noch die Beschriftung aus oberster Zeile angemerkt werden.

Nach dem OK sollten die Ergebnisse und Verweise wie in Abb. 3.14 dargestellt aussehen.

### 3.3 Interne Erfolgsrechnungen

Die Deckungsbeitragsrechnung wurde in der dreißiger Jahren in den USA entwickelt. Anlass war die Erkenntnis, dass auch die Produktionsmenge Einfluss auf den Verkaufserfolg hat. Indirekte Ursache ist der Fixkostenanteil der Lagerbestände.

Der Deckungsbeitrag ist die Differenz aus Verkaufserlös und variablen Stückkosten. Es wird noch zwischen stückbezogenen

$$db = \text{Stückpreis} - \text{variable Stückkosten} \quad (3.1)$$

und erzeugnisbezogenen

$$DB = \text{Gesamterlös} - \text{variable Kosten} \quad (3.2)$$

Deckungsbeiträgen unterschieden.

Mit der Stückzahl  $n$  besteht zwischen beiden die Beziehung

$$DB = n \cdot db \quad (3.3)$$

#### 3.3.1 Einstufige Deckungsbeitragsrechnung

In diesem Anwendungsbeispiel werden vier Produkte betrachtet, deren DBR auf einem Arbeitsblatt zusammengefasst wird. Variable Kosten sind alle Kosten, die direkt bei der Herstellung des Produktes anfallen, also Kosten für Material, Rohstoffe, Produktion und Vertrieb, ebenso die direkt zuordenbaren Verwaltungskosten.

- X\_03-10\_Daten DBR.xlsx
- X\_03-11\_Einstufige DBR.xlsx

In der Deckungsbeitragsrechnung werden die Gesamtkosten in fixe und variable Kosten unterteilt und nur die variablen Kosten auf die Kostenträger umgelegt (Abb. 3.15). Andere Bezeichnungen für dieses Kalkulationsschema lauten Grenzkostenrechnung oder Direktkostenrechnung (Direct Costing).

Die einzelnen Produkt-Arbeitsblätter werden zusammen markiert und die Wertezellen in den Spalten C erhalten über *Aus Auswahl erstellen* die gleichen Bereichsnamen in Spalte B. Im Namensmanager lässt sich leicht feststellen, dass gleiche Namen für unterschiedliche Arbeitsblätter möglich sind, da sie in der Rubrik *bezieht sich auf* auch den Namen des Arbeitsblattes führen. In der DBR werden die einzelnen Berechnungsbeträge durch die Methode *Positionen konsolidieren* zusammengefasst.

Von dem daraus entstandenen Gesamt-Deckungsbeitrag werden die fixen Kosten des Unternehmens subtrahiert, um das Gesamt-Betriebsergebnis zu erhalten (Abb. 3.16).

Produkt A		
Umsatzerlöse	312000	100%
- variable Kosten	9000	
= Nettoumsatz		
- direkte Herstellkosten	120000	
= Deckungsbeitrag 1		
- direkte Gemeinkosten	22500	
= Deckungsbeitrag 2		

Produkt B		
Umsatzerlöse	322000	100%
- variable Kosten	23600	
= Nettoumsatz		
- direkte Herstellkosten	165000	
= Deckungsbeitrag 1		
- direkte Gemeinkosten	21800	
= Deckungsbeitrag 2		

Produkt C		
Umsatzerlöse	265000	100%
- variable Kosten	114000	
= Nettoumsatz		
- direkte Herstellkosten	16800	
= Deckungsbeitrag 1		
- direkte Gemeinkosten	20800	
= Deckungsbeitrag 2		

Produkt D		
Umsatzerlöse	282000	100%
- variable Kosten	145000	
= Nettoumsatz		
- direkte Herstellkosten	15200	
= Deckungsbeitrag 1		
- direkte Gemeinkosten	19900	
= Deckungsbeitrag 2		

**Abb. 3.15** Deckungsbeiträge für verschiedene Produkte**Abb. 3.16** Betriebsergebnis

Gesamt		
Umsatzerlöse	1181000	100%
- variable Kosten	291600	25%
= Nettoumsatz	889400	75%
- direkte Herstellkosten	317000	27%
= Deckungsbeitrag 1	572400	48%
- direkte Gemeinkosten	85000	7%
= Deckungsbeitrag 2	487400	41%
- fixe Kosten	137000	47%
= Betriebsergebnis	350400	39%

### 3.3.2 Mehrstufige Deckungsbeitragsrechnung

Während die einfache Deckungsbeitragsrechnung den Vorteil hat, dass mit relativ wenig Aufwand ein erster Eindruck von der Kostenstruktur eines Unternehmens gewonnen werden kann, ist die darin unterstellte Proportionalität der Fixkosten in der Praxis eher die Ausnahme. Für operative Entscheidungen reicht die einfache Deckungsbeitragsberechnung aus.

► X\_03-12\_Mehrstufige DBR.xlsx

Die nachfolgend dargestellte mehrstufige Deckungsbeitragsrechnung liefert weitere Erkenntnisse zur Erfolgsstruktur des Unternehmens. Darin wird eine Aufspaltung des zuvor benutzten Fixkostenblocks in verschiedene Fixkostenschichten vorgenommen. Man unterscheidet:

- produktfixe Kosten (Produktart)
- produktgruppenfixe Kosten (Produktgruppe)
- bereichsfixe Kosten (Bereich)
- unternehmensfixe Kosten (Unternehmen)

Als Beispiel werden die gleichen Daten benutzt, aber zusätzlich eine Trennung nach Produktionsbereichen eingeführt (Abb. 3.17).

**Abb. 3.17** Deckungsbeiträge für verschiedene Produkte

Produktionsbereich X			
Produkt A			
Umsatzerlöse	312000	100%	
- variable Kosten	9000	3%	
= Nettoumsatz	303000	97%	
- direkte Herstellkosten	120000	38%	
= Deckungsbeitrag 1	183000	59%	
- direkte Gemeinkosten	22500	7%	
= Deckungsbeitrag 2	160500	51%	

Produktionsbereich X			
Produkt B			
Umsatzerlöse	322000	100%	
- variable Kosten	23600	3%	
= Nettoumsatz	303000	97%	
- direkte Herstellkosten	165000	38%	
= Deckungsbeitrag 1	183000	59%	
- direkte Gemeinkosten	21800	7%	
= Deckungsbeitrag 2	160500	51%	

Produktionsbereich Y			
Produkt C			
Umsatzerlöse	265000	100%	
- variable Kosten	114000	3%	
= Nettoumsatz	303000	97%	
- direkte Herstellkosten	16800	38%	
= Deckungsbeitrag 1	183000	59%	
- direkte Gemeinkosten	20800	7%	
= Deckungsbeitrag 2	160500	51%	

Produktionsbereich Y			
Produkt D			
Umsatzerlöse	282000	100%	
- variable Kosten	145000	3%	
= Nettoumsatz	303000	97%	
- direkte Herstellkosten	15200	38%	
= Deckungsbeitrag 1	183000	59%	
- direkte Gemeinkosten	19900	7%	
= Deckungsbeitrag 2	160500	51%	

**Abb. 3.18** Konsolidierung im Produktionsbereich X

Produktionsbereich X			
Umsatzerlöse	634000	100%	
- variable Kosten	32600	5%	
= Nettoumsatz	601400	95%	
- direkte Herstellkosten	285000	45%	
= Deckungsbeitrag 1	316400	50%	
- produktfixe Kosten	44300	7%	
= Deckungsbeitrag 2	272100	43%	
- produktgruppenfixe Kosten	26700	4%	
= Deckungsbeitrag 3	245400	39%	
- bereichsfixe Kosten	19000	3%	
= Deckungsbeitrag 4	226400	36%	

**Konsolidieren**  
 Funktion:  
 Summe  
 Verweis:  
 Vorhandene Verweise:  
 Produkt A'!\$C\$4:\$C\$10  
 Produkt B'!\$C\$4:\$C\$10  
 Beschriftung aus:  
☐ Oberster Zeile  
☐ Linker Spalte

Auf separaten Arbeitsblättern erfolgt nun durch Konsolidierung die Bestimmung der bereichsbezogenen Deckungsbeiträge: für den Produktionsbereich X in Abb. 3.18 und für den Produktionsbereich Y in Abb. 3.19. Eine erneute Konsolidierung liefert den Betriebserlös (Abb. 3.20).

**Abb. 3.19** Konsolidierung im Produktionsbereich Y

Produktionsbereich Y			
Umsatzerlöse	547000	100%	
- variable Kosten	259000	47%	
= Nettoumsatz	288000	53%	
- direkte Herstellkosten	32000	6%	
= Deckungsbeitrag 1	256000	47%	
- produktfixe Kosten	40700	7%	
= Deckungsbeitrag 2	215300	39%	
- produktgruppenfixe Kosten	12900	2%	
= Deckungsbeitrag 3	202400	37%	
- bereichsfixe Kosten	16800	3%	
= Deckungsbeitrag 4	185600	34%	

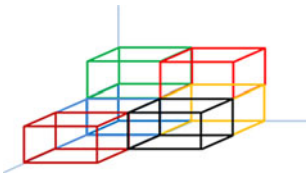
**Konsolidieren**  
 Funktion:  
 Summe  
 Verweis:  
 Vorhandene Verweise:  
 Produkt C'!\$C\$4:\$C\$10  
 Produkt D'!\$C\$4:\$C\$10  
 Beschriftung aus:  
☐ Oberster Zeile  
☐ Linker Spalte

**Abb. 3.20** Betriebserlös bei mehrstufigen Deckungsbeiträgen

Gesamt		
Umsatzerlöse	1181000	100%
- variable Kosten	291600	25%
= Nettoumsatz	889400	75%
- direkte Herstellkosten	317000	27%
= Deckungsbeitrag 1	572400	48%
- produktfixe Kosten	85000	7%
= Deckungsbeitrag 2	487400	41%
- produktgruppenfixe Kosten	39600	3%
= Deckungsbeitrag 3	447800	38%
- bereichsfixe Kosten	35800	3%
= Deckungsbeitrag 4	412000	35%
- unternehmensfixe Kosten	61600	5%
= Betriebserlös	350400	30%

**Konsolidieren**  
Funktion:  
Summe  
Verweis:  
  
Vorhandene Verweise:  
DBR Produktionsbereich X!\$D\$3:\$D\$13  
DBR Produktionsbereich Y!\$D\$3:\$D\$13  
  
Beschriftung aus:  
☐ Oberster Zeile  
☐ Linker Spalte  
☐ Verknüpfen

**Abb. 3.21** Betriebsergebnis



**3.3.3 Mehrdimensionale Deckungsbeitragsrechnung**

Die anfallenden Fixkosten eines Unternehmens lassen sich nicht nur nach Bereichen, Erfordernissen oder Strategien aufteilen, sie können auch funktional von gleichen oder verschiedenen Bezugsgrößen abhängen. Sind diese Abhängigkeiten bekannt, so können auch mehrdimensionale Betrachtungen erstellt werden. Die Grafik in Abb. 3.21 zeigt einen solchen Sachverhalt schematisiert.

Hier tiefer einzudringen würde die Grenzen dieses Buches überschreiten. Dies gilt jedoch nicht für den Leser. Er kann hier weitere Überlegungen anstellen und mittels Excel zu neuen Aussagen gelangen.

**3.4 Zelldesign**

Daten bereitstellen bedeutet auch, den Ergebnissen in den Arbeitsblättern ein ansprechendes Aussehen zu geben, ohne den eigentlichen Inhalt zu verändern. Eine Übersicht der Standard-Zellformate zeigt Tab. 3.1.

► X\_03-13\_Zelldesign.xlsx

Dieses Unterkapitel steht deshalb direkt am Anfang, damit auch zukünftige Anwendungsbeispiele davon profitieren. Ein erster Schritt in diese Richtung wurde bereits mit Text in eigenen Zellformaten getan.

Tab. 3.1 Standard-Zellformate

Format	Beschreibung
Standard	Die Zellen haben kein bestimmtes Format.
Zahl	Wird für die allgemeine Darstellung von Zahlen verwendet. Die Anzahl der Dezimalstellen wird vorgegeben.
Währung	Darstellung wie Zahl mit zusätzlichem Währungssymbol.
Buchhaltung	Richtet die Währungssymbole und Dezimalstellen in einer Spalte aus.
Datum	Verschieden Möglichkeiten einer Datumsdarstellung.
Uhrzeit	Verschieden Möglichkeiten einer Zeitdarstellung.
Prozent	Prozentdarstellung mit Dezimalstellen.
Bruch	Für die Darstellung von Bruchzahlen.
Wissenschaft	Darstellung mit Mantisse und Exponent.
Text	Behandelt auch Zahlen als Text.
Sonderformat	Sonderformat mit Postleitzahlen, ISBN-Nummern, etc.
Benutzerdefiniert	Siehe nachfolgendes Kapitel.

### Lektion 3.2 Standard-Zellformate

Ausgewählten Zellen und Zellbereichen kann über das Kontext-Menü mit dem Befehl *Zellen formatieren ...* ein anderes als das Standardformat zugewiesen werden.

Auch wenn in der Zelle eine Formel und ein Ergebnis steht, so kann die Formel sichtbar in der Zelle dem Ergebnis zugeordnet werden.

### Lektion 3.3 Platzhalter für ganze Zahlen

Für ganze Zahlen gibt es zwei Platzhalter. Die Raute (#) steht für alle Zahlen die existieren. Anders ist es mit dem zweiten Platzhalter, der Null (0). Jede angegebene Null steht für eine Ziffer, wenn sie existiert, sonst wird die Null dargestellt. So lassen sich führende Nullen setzen. Zusammen mit dem Minuszeichen (-) können sie auch Zifferngruppen bilden (Abb. 3.22).

	"Projekt-Nr.: "000000"		"Art-Nr.: "000-00-000"
	Projektnummer mit führenden Nullen		Gruppierte Artikelnummern
Standard		Standard	
12	Projekt-Nr.: 000012	12345678	Art-Nr.: 123-45-678
8	Projekt-Nr.: 000008	12345689	Art-Nr.: 123-45-689
333	Projekt-Nr.: 000333	12345700	Art-Nr.: 123-45-700
12345	Projekt-Nr.: 012345	12345711	Art-Nr.: 123-45-711
1623	Projekt-Nr.: 001623	12345722	Art-Nr.: 123-45-722
188	Projekt-Nr.: 000188	12345733	Art-Nr.: 123-45-733

Abb. 3.22 Eigene Formate für ganze Zahlen



**Lektion 3.4 Platzhalter für Texte**

Der Platzhalter für Texte ist das At-Zeichen (@), das auch bei einer Mailadresse verwendet wird. Ein At-Zeichen steht immer für den gesamten Text. Folglich geben zwei At-Zeichen den Text auch zweimal wieder. Meistens wird das At-Zeichen zusammen mit eigenem Text genutzt (Abb. 3.23).

	A	B
1		
2		
3		
4	Standard	Anzeige
5	Zylinder	Elementform: Zylinder
6	Dreieckplatte	Elementform: Dreieckplatte
7	Rechteckplatte	Elementform: Rechteckplatte

**Abb. 3.23** Eigene Formate für Texte

**Lektion 3.5 Benutzerdefinierte Formate für Dezimalzahlen**

Dezimalzahlen stellen eine Besonderheit dar, denn es lassen sich bis zu drei verschiedene Formate (getrennt durch ein Semikolon) angeben. Ist nur ein Format angegeben, so gilt dies für alle Zahlen. Sind zwei Formate angegeben, so gilt das erste für positive Werte (einschließlich der Null) und das zweite für negative Werte. Wird noch ein drittes Format angegeben, so gilt dies ausschließlich für die Null. Eine Besonderheit stellt die Angabe von drei Semikolon (;;;) dar. Sie zeigen keinen Inhalt, da außer den Trennzeichen keine Formatzeichen angegeben werden (Abb. 3.24).

	A	B	C
1			
2			
3			
4	Standard	Anzeige	
5	1234,567	1.234,57 €	
6	12,3	12,30 €	
7	0,123	0,12 €	
8	0	Null	
9	-0,123	- 0,12 €	
10	-12,3	- 12,30 €	
11	-1234,567	- 1.234,57 €	

**Abb. 3.24** Eigene Formate für Dezimalzahlen

### Lektion 3.6 Ausrichten von Dezimalzahlen

Dezimalzahlen mit unterschiedlicher Anzahl von Nachkommastellen sollen oft an der Kommastelle ausgerichtet werden. Hier hilft als Platzhalter das Fragezeichen (?) (Abb. 3.25).

Standard	Anzeige
1,234567	1,23457
1,23	1,23
1,001	1,001
1	1,0
12,3	12,3
12	12,0

**Abb. 3.25** Ausrichten von Dezimalzahlen

### Lektion 3.7 Mit genauen Zahlen weiterrechnen

Bei dem nachfolgenden Format werden nur die Vorkommastellen gerundet angezeigt. Gerechnet wird jedoch weiterhin mit dem genauen Wert (Abb. 3.26).

Wert:	1.235
Ergebnis:	3703,70367

**Abb. 3.26** Mit genauen Zahlen rechnen

### Lektion 3.8 Benutzerdefinierte Datumsformate

Beim Datumsformat gibt es unterschiedliche Darstellungsmöglichkeiten. Wirklich Sinn macht eigentlich nur die Darstellung, bei der neben der Standarddarstellung zusätzlich der Wochentag mit angegeben wird. Eine Besonderheit ist das Steuerzeichen (\*). Es sorgt dafür dass zwei angegebene Formate links- und rechtsbündig in der Zelle dargestellt werden. Der Platz zwischen den Formaten wird durch das Zeichen gefüllt, das direkt hinter dem Steuerzeichen steht (Abb. 3.27).

Standard	Format	Anzeige
28.02.2012	TT.MM.JJJJ	28.02.2012
29.02.2012	TTT.MM.JJJJ	Mi.02.2012
01.03.2012	TTTT.MM.JJJJ	Donnerstag.03.2012
02.03.2012	TT.MMM.JJJJ	02.Mrz.2012
03.03.2012	TT.MMMM.JJJJ	03.März.2012
04.03.2012	TTT TT.MM.JJJJ	So 04.03.2012
05.03.2012	TTT* TT.MM.JJJJ	Mo 05.03.2012
06.03.2012	TT.MM.JJJJ*.TTT	06.03.2012.....Di

**Abb. 3.27**    Eigene Datumsformate

**Lektion 3.9 Benutzerdefinierte Zeitformate**

Das Standardzeitformat kann nur Dezimalwerte (< 1) darstellen. Im Beispiel ergibt die Summe den Wert 1,37291667. Dargestellt wird aber nur der Zeitanteil 0,37291667. Der Wert 1, der ja genau 24 h entspricht, bleibt unberücksichtigt (Abb. 3.28).

Standard	08:23	
	08:11	
	08:08	
	08:15	
Summe	08:57	32:57

Standardformat hh:mm zeigt falschen Wert (> 24h), trotz richtigem Ergebnis

Das Format [h]:mm zeigt auch Werte > 24h

**Abb. 3.28**    Eigene Zeitformate

Die Funktion JETZT nutzt die Möglichkeit, dass standardmäßig Vorkommastellen als Datum und Nachkommastellen als Zeit genutzt werden können. Das nachfolgende Beispiel zeigt Möglichkeiten der benutzerdefinierten Darstellung (Abb. 3.29).

TT.MM.JJJJ hh:mm	TT.MM.JJJJ* hh:mm	hh:mm* TT.MM.JJJJ
06.01.2014 08:22	06.01.2014 08:22	08:22 06.01.2014

**Abb. 3.29**    Eigene Formate zur Funktion JETZT

### Lektion 3.10 Bedingte benutzerdefinierte Formate

Aber auch Bedingungen lassen sich mit benutzerdefinierten Formaten koppeln. So zeigt das nachfolgende Beispiel, wie Werte kleiner 200 ausgeblendet werden (Abb. 3.30).

Werte	Anzeige
500	500
150	
650	650
175	
332	332

**Abb. 3.30** Bedingte benutzerdefinierte Formate

Um nicht jedes Mal benutzerdefinierte Formate und Zelldesign neu anlegen zu müssen, können diese als Formatvorlage gespeichert werden. Für Formatvorlagen in einer Arbeitsmappe besteht dann die Möglichkeit, diese mit anderen Arbeitsmappen auszutauschen.

### Lektion 3.11 Formatvorlagen

Unter dem Register Start gibt es in der Gruppe Formatvorlagen die Zellenformatvorlagen. Mit dem Öffnen der Schaltfläche ergeben sich bereits eine Menge unterschiedlicher Formate. Eigene Zellformate werden nach ihrer Erstellung in die Übersicht mit aufgenommen (Abb. 3.31).

**Abb. 3.31** Zellenformatvorlagen

Wem diese nicht reichen, kann unter *Neue Zellenformatvorlage* eigene anlegen. Es öffnet sich ein Dialogfenster, in dem Benutzerdefinierte Formate und eigenes Zelldesign angelegt werden können. Geben Sie diesen eigenen Zellformatvorlagen aussagekräftige Namen.

Als Beispiel soll eine Formatvorlage für Kräfteangaben erstellt werden. Das Benutzerdefinierte Zellformat lautet: "Kraft: "\* #,##0,000" kN". Die Schrift wird auf fett gestellt und die Hintergrundfarbe ist Hellblau. Das Ergebnis zeigt Abb. 3.32.

**Abb. 3.32** Eigene Formatvorlage Kraft

Druck- Kraft:	1.250,000 kN
Zug- Kraft:	750,000 kN

### 3.5    Daten aus einer Textdatei importieren

Nicht immer liegen die Daten in einer Excel-Tabelle vor. Mitunter müssen sie aus einer Textdatei erst importiert werden. Dazu stellt Excel einen Textkonvertierungs-Assistenten zur Verfügung. Dieser sucht in der Textdatei nach Strukturen, die eine Aufteilung der Textzeilen in einzelne Daten ermöglicht. Die am häufigsten verwendeten Strukturen von Daten in Textzeilen sind:

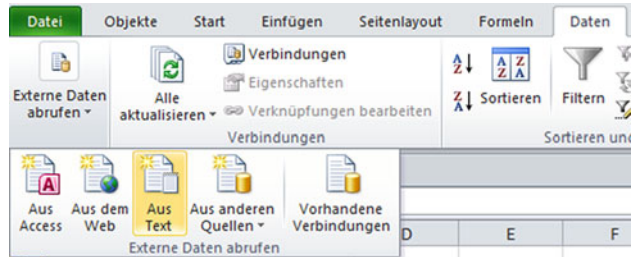
- Die Daten sind durch besondere Zeichen, wie das TAB-Zeichen (ASCII-Code 9) oder Leerzeichen (ASCII-Code 32), getrennt und haben meistens den Dateityp TXT.
- Die Daten sind durch Kommas getrennt und haben meistens den Dateityp CSV.

►    T\_03-01\_Verkauf.TXT

Region	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie	Umsatz	Auftragsnummer	Auftragseingang
west	weber	Rühring GmbH	Metallschrauben	7.767	A2010043	01.01.2010
süd	Lehrer	Anderer & Sohn	Zugfedern	121	A2010094	02.01.2010
ost	Filzer	Pollen GmbH	Kupplungen	1.490	A2010099	06.01.2010
ost	Uhl	Ross OHG	wälzlager	1.611	A2010070	07.01.2010
nord	Lehmann	Uhlmann GmbH	wälzlager	5.213	A2010073	08.01.2010
süd	Sandmann	Hobel GmbH	Druckfedern	7.921	A2010002	08.01.2010
nord	Hauer	Freimann KG	Zugfedern	7.598	A2010060	10.01.2010
west	Holzer	Enkel & Nachfolger	Metallschrauben	9.529	A2010008	10.01.2010
süd	Weinreich	Dober & Sohn KG	Tellerfedern	1.508	A2010097	14.01.2010
west	Weber	Assmann GmbH	Metallschrauben	2.575	A2010080	18.01.2010
west	Renner	Kortmann & Sohn	Kegelräder	5.029	A2010100	19.01.2010
nord	Lehmann	Bahr OHG	Tellerfedern	2.118	A2010049	19.01.2010
west	Weber	Pollen GmbH	Gleitlager	7.892	A2010020	21.01.2010
west	Bauer	Zimmermann OHG	Dichtungen	9.323	A2010051	21.01.2010
ost	Wanda	Ross OHG	Gelenkbolzen	7.264	A2010061	22.01.2010
ost	Wanda	Conen OHG & Co	Stirnräder	1.712	A2010084	26.01.2010
ost	Wanda	Freimann KG	Gleitlager	6.500	A2010059	29.01.2010
west	Näher	Brommel GmbH	Gleitlager	2.192	A2010024	30.01.2010

**Abb. 3.33** Daten in der Textdatei

**Abb. 3.34** Daten aus Text importieren



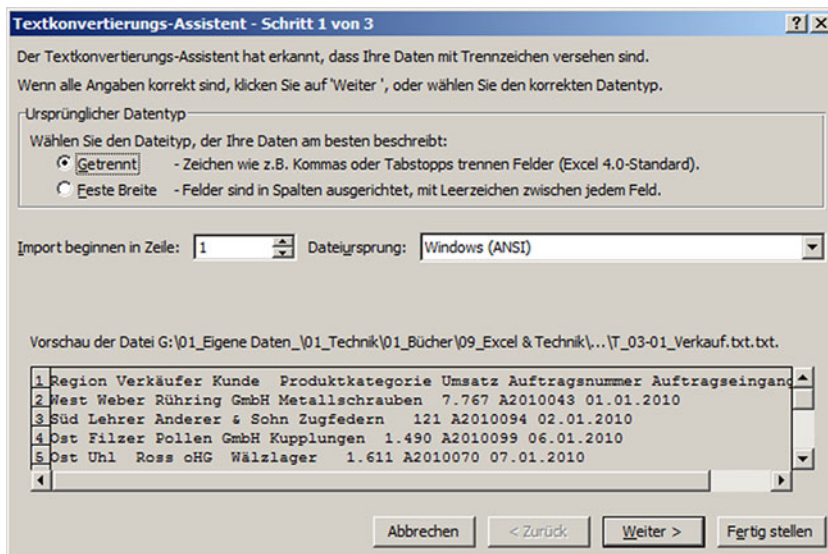
Als Beispiel liegen Daten in einer Textdatei nach Abb. 3.33 vor.

Im Register *Daten* des Menübandes befindet sich in der Gruppe *Externe Daten abrufen* die Methode *Aus Text* (Abb. 3.34).

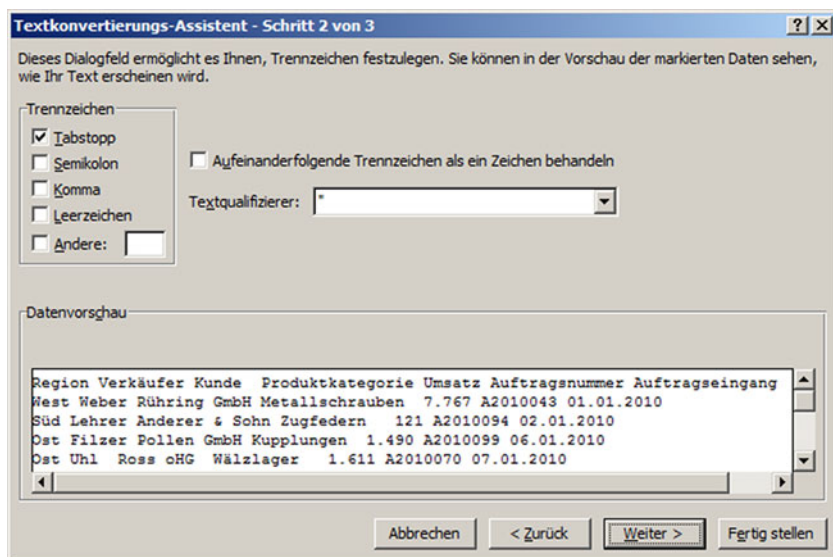
Mit dem Aufruf öffnet sich das Dialogfenster *Textdatei importieren* und die entsprechende Textdatei kann ausgewählt werden. Mit der Wahl *Importieren* öffnet sich dann der Textkonvertierungs-Assistent (Abb. 3.35). Er zeigt in einer Vorschau den erkannten Inhalt der Textdatei und gibt unter Datentyp die erkannte Struktur der Datenanordnung wieder. Es wird zwischen fester Zeilenbreite und Anordnung durch Trennzeichen unterschieden. Ebenso kann die Startzeile für den Import bestimmt werden.

Im zweiten Schritt wird in diesem Fall nach dem Trennzeichen gefragt (Abb. 3.36).

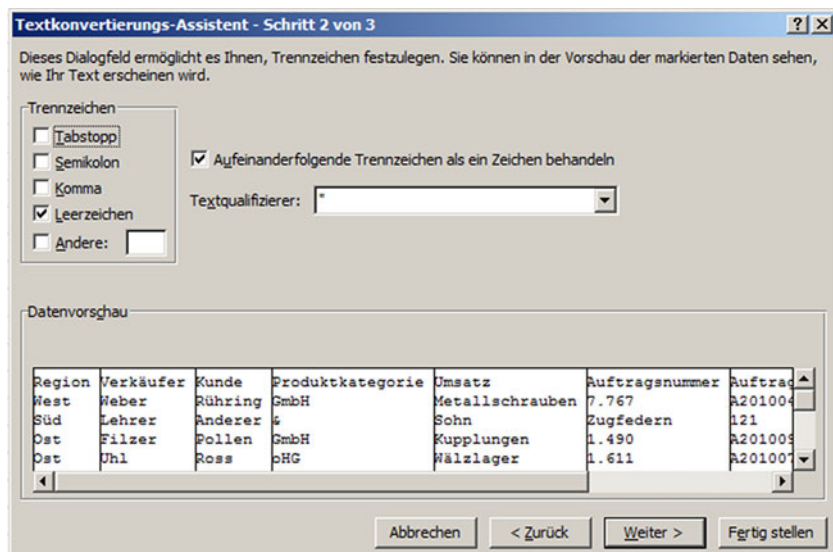
In diesem Fall ist es das Leerzeichen und nach der Wahl zeigt die Vorschau die daraus resultierende Dateneinteilung (Abb. 3.37). Da eine Übertragung ab der ersten Zeile gewählt wurde, sind die Spaltenbezeichnungen ebenfalls sichtbar. So lässt sich leicht erkennen, dass



**Abb. 3.35** Textkonvertierungs-Assistent zeigt den Dateiinhalt

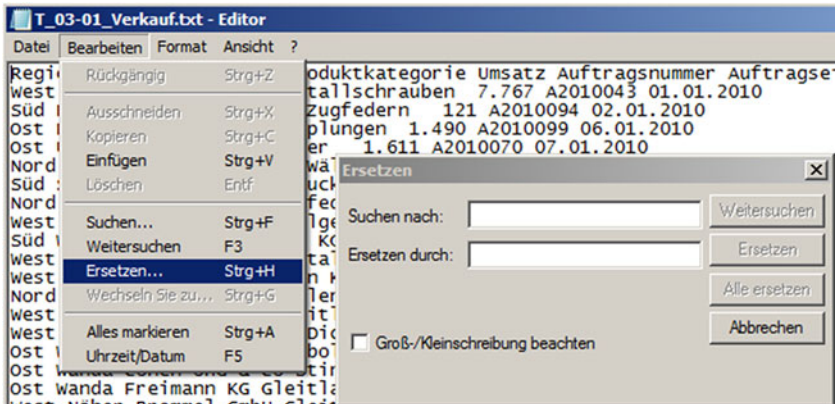


**Abb. 3.36** Textkonvertierungs-Assistent – Bestimmung des Trennzeichens



**Abb. 3.37** Textkonvertierungs-Assistent – Einteilung der Daten





**Abb. 3.38** Suchen-Ersetzen-Methode im Texteditor

in der dritten Zeile bereits ein Problem auftritt, denn der Kundename *Anderer & Sohn* wird auf drei Spalten aufgeteilt. Ursache sind die Leerzeichen im Namen. Auch die Einstellung *Aufeinanderfolgende Trennzeichen als ein Zeichen behandeln* ist hier nutzlos. Und es gibt noch weitere Probleme mit den Kundennamen, den auch *Conen GmbH & Co* sorgt für Probleme. Ebenso die Anordnungen *Name GmbH* und *Name KG*.

Die Textdatei muss zuvor aufbereitet werden. Mit folgenden Anweisungen im normalen Texteditor (Abb. 3.38) unter Windows (hier Windows 7) wird die Textdatei angepasst:

Leerzeichen&Leerzeichen wird ersetzt durch `_&_` (darin ist dann auch GmbH & Co)

LeerzeichenGmbH wird ersetzt durch `_GmbH`

LeerzeichenKG wird ersetzt durch `_KG`

LeerzeichenoHG wird ersetzt durch `_oHG`

Aber es gibt auch noch Folgendes zu beheben:

Nachfolger wird ersetzt durch *Nachfolger*Leerzeichen (denn Name und Produkt müssen getrennt sein).

Ist die Textdatei so wohlgestaltet, kann auch der dritte Schritt im Textkonvertierungs-Assistenten ausgeführt werden (Abb. 3.39).

Bei diesem Schritt ist die Spaltenbezeichnung durch den Datentyp der Spalte ersetzt worden, der zunächst auf Standard gesetzt ist. Dadurch würden die Daten wie bei einer Eingabe interpretiert. Durch Anklicken der jeweiligen Spalte kann im Bereich Datenformat der Spalten ein anderer Datentyp ausgewählt werden (Abb. 3.40).

Haben alle Spalten so ihr passendes Datenformat erhalten, ist mit der Wahl *Fertigstellen* der eigentliche Import abgeschlossen. In einer letzten Abfrage (Abb. 3.41) ist noch die Position auf dem Arbeitsblatt zu bestimmen, an der der Import beginnen soll (oben links).



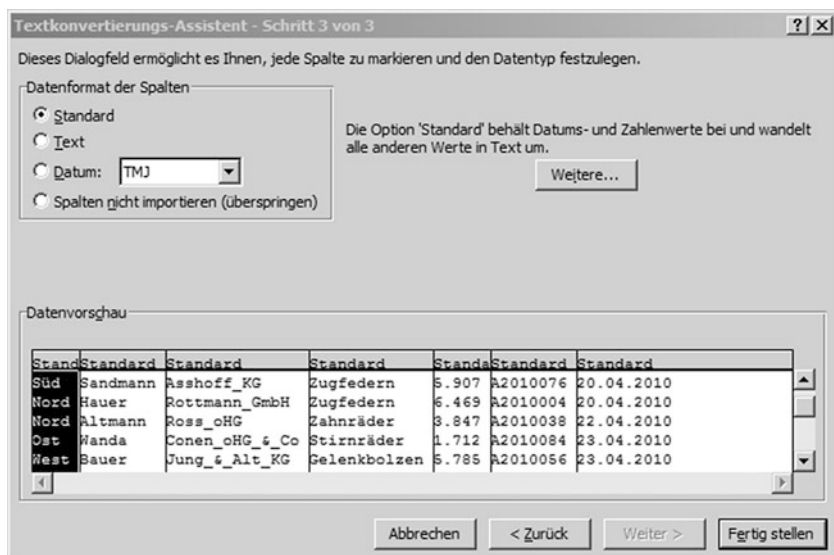


Abb. 3.39 Datenformat der Spalten bestimmen

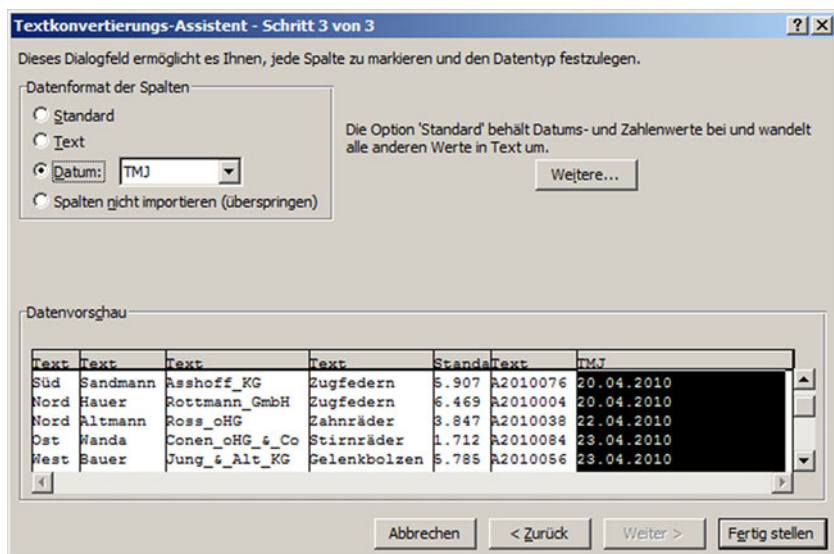
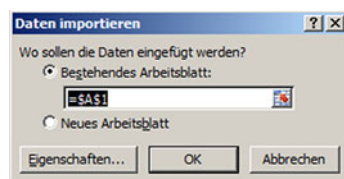


Abb. 3.40 Ausgewählte Datenformate

**Abb. 3.41** Einfüge Position bestimmen



Standardmäßig wird die Zelle A1 vorgegeben. Aber auch ein neues Arbeitsblatt kann gewählt werden.

Mit dem Textkonvertierungs-Assistenten können bis zu 1.048.576 Zeilen und 16.384 Spalten importiert und exportiert werden.

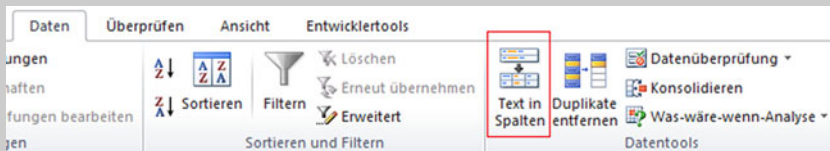
Eine Betrachtung der importierten Daten (Abb. 3.42) zeigt den gelungenen Import. Im letzten Schritt können die Tiefstriche wieder durch Leerzeichen ersetzt werden.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Region	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie	Umsatz	Auftragsnummer	Auftragseingang
2	West	Weber	Rüthing_GmbH	Metallschrauben	7.767	A2010043	01.01.2010
3	Süd	Lehrer	Anderer_& Sohn	Zugfedern	121	A2010094	02.01.2010
4	Ost	Filzer	Pollen_GmbH	Kupplungen	1.490	A2010099	06.01.2010
5	Ost	Uhl	Ross_oHG	Wälzlager	1.611	A2010070	07.01.2010
6	Nord	Lehmann	Uhlmann_GmbH	Wälzlager	5.213	A2010073	08.01.2010
7	Süd	Sandmann	Hobel_GmbH	Druckfedern	7.921	A2010002	08.01.2010
8	Nord	Hauer	Freimann_KG	Zugfedern	7.598	A2010060	10.01.2010
9	West	Holzer	Enkel_& Nachfolger	Metallschrauben	9.529	A2010008	10.01.2010
10	Süd	Weinreich	Dober_& Sohn_KG	Tellerfedern	1.508	A2010097	14.01.2010
11	West	Weber	Assmann_GmbH	Metallschrauben	2.575	A2010080	18.01.2010
12	West	Renner	Kortmann_& Sohn	Kegelräder	5.029	A2010100	19.01.2010
13	Nord	Lehmann	Bahr_oHG	Tellerfedern	2.118	A2010049	19.01.2010
14	West	Weber	Pollen_GmbH	Gleitlager	7.892	A2010020	21.01.2010
15	West	Bauer	Zimmermann_oHG	Dichtungen	9.323	A2010051	21.01.2010
16	Ost	Wanda	Ross_oHG	Gelenkbolzen	7.264	A2010061	22.01.2010
17	Ost	Wanda	Conen_oHG_& Co	Stirnräder	1.712	A2010084	26.01.2010
18	Ost	Wanda	Freimann_KG	Gleitlager	6.500	A2010059	29.01.2010
19	West	Näher	Brommel_GmbH	Gleitlager	2.192	A2010034	30.01.2010
20	Nord	Altmann	Raabe_& Partner	Stirnräder	2.702	A2010039	31.01.2010
21	West	Bauer	Neibel_GmbH_& Co.	Gleitlager	2.845	A2010017	03.02.2010
22	West	Weber	Fricke_& Söhne	Tellerfedern	7.767	A2010095	03.02.2010
23	West	Holzer	Enkel_& Nachfolger	Metallschrauben	9.529	A2010008	04.02.2010
24	Süd	Becker	Bartmann_KG	Tellerfedern	3.158	A2010081	05.02.2010
25	Süd	Lehrer	Anderer_& Sohn	Zugfedern	121	A2010094	06.02.2010
26	Ost	Gärtner	Dober_& Sohn_KG	Stirnräder	7.358	A2010027	06.02.2010
27	Süd	Weinreich	Oppermann_GmbH	Zahnräder	1.355	A2010044	07.02.2010
28	Süd	Brenner	Uhlmann_GmbH	Kupplungen	3.996	A2010090	08.02.2010
29	Ost	Wanda	Freimann_KG	Gleitlager	6.500	A2010059	09.02.2010
30	Ost	Filzer	Pieper_& Co.	Zugfedern	6.542	A2010019	13.02.2010

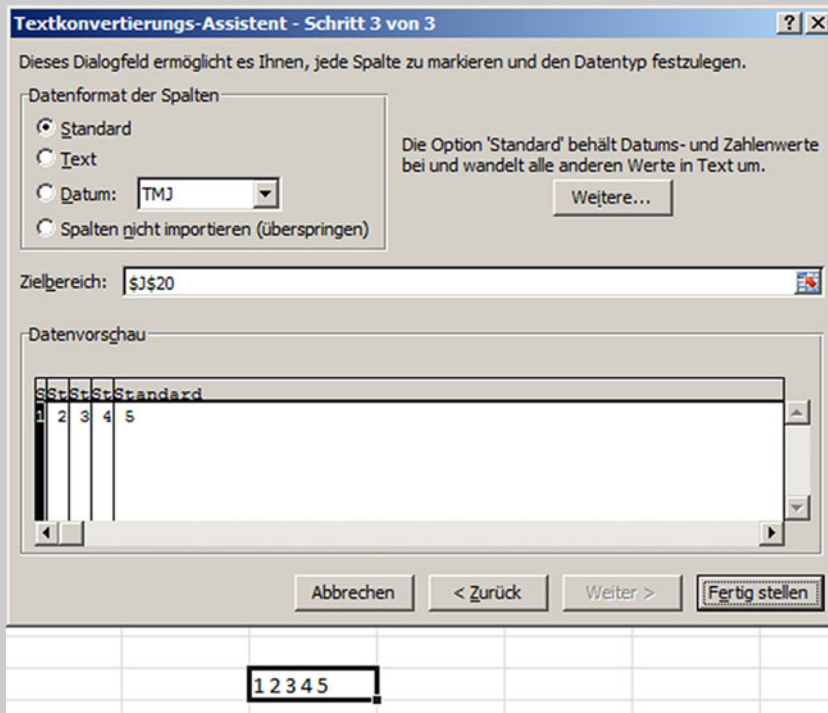
**Abb. 3.42** Importierte Datenliste

### Lektion 3.12 Der Textkonvertierungs-Assistent

Der Textkonvertierungs-Assistent lässt sich auch aus dem Menüband unter Daten in der Gruppe Datentools auch direkt aufrufen (Abb. 3.43), um den Inhalt zuvor markierter Zellen in einzelne Daten zu unterteilen. Abb. 3.44 zeigt dies an einem einfachen Beispiel. Eine Zelle enthält die Ziffern von 1 bis 5 durch Leerzeichen getrennt.

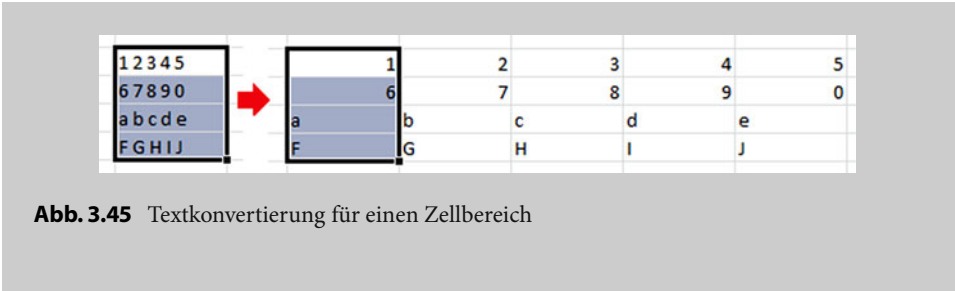


**Abb. 3.43** Aufruf des Textkonvertierungs-Assistenten



**Abb. 3.44** Textkonvertierung über den Inhalt einer Zelle

Das Ergebnis zeigt Abb. 3.45 für vier Zellen, die untereinander stehend markiert wurden und deren Inhalt durch Leerzeichen getrennt war.



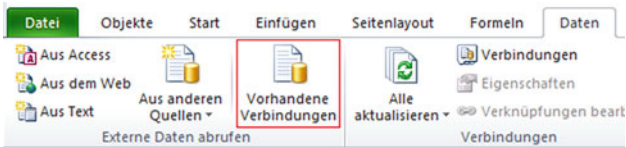
### 3.6 Daten mit einer Textdatei verlinken

Wenn sich die Daten in einer Textdatei ständig ändern, kann auch eine Verlinkung zwischen Excel-Arbeitsmappe und Textdatei hergestellt werden. Dadurch sind auch die Daten im Arbeitsblatt immer aktuell.

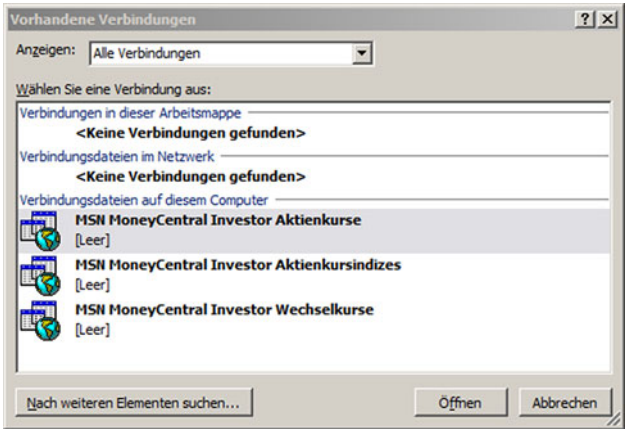
Im Register Daten befindet sich die Gruppe *Externe Daten abrufen* die Methode Vorhandene Verbindungen (Abb. 3.46). Er zeigt alle Datenverbindungen der Arbeitsmappe. Datenverbindungen sind Verknüpfungen zu Dateien außerhalb der Arbeitsmappe, die jederzeit aktualisiert werden können, falls die Quelldaten sich geändert haben.

Im Dialogfenster für vorhandene Verbindungen (Abb. 3.47) werden bereits vorhandene Verbindungen angezeigt und es kann mit der Wahl *Nach weiteren Elementen suchen* eine weitere Verbindung hinzugefügt werden.

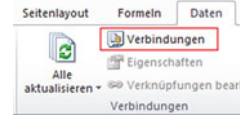
**Abb. 3.46** Verbindungen zu externen Daten



**Abb. 3.47** Verwaltung vorhandener Datenverbindungen



**Abb. 3.48** Verbindungen im Menüband wählen



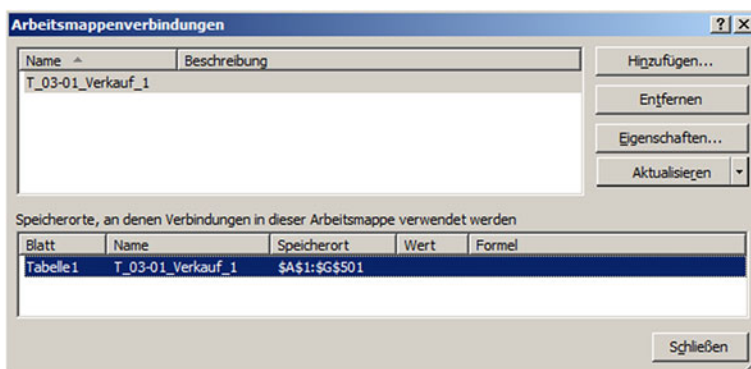
Darüber öffnet sich das Dialogfenster *Datenquelle auswählen*, so dass die entsprechende Datei, zu der eine Verbindung aufgebaut werden soll, angewählt werden kann. Damit öffnet sich dann wiederum der Textkonvertierungsassistent (Abb. 3.35) und der Prozess zum Import ist der gleiche Prozess, wie zuvor beim Import ohne Verlinkung beschrieben. Auch das Ergebnis unterscheidet sich äußerlich nicht von dem Ergebnis vorher.

Dass bei dieser Methode aber eine Verbindung existiert, soll nun überprüft werden. Zunächst wird dazu unter dem Register *Daten* in der Gruppe *Verbindungen* ein Dialogfenster aufgerufen, das alle vorhandenen Verbindungen ausweist (Abb. 3.48).

In diesem Dialogfenster ist der angewählte Dateiname zu finden. Der Anhang \_1 im Namen weist darauf hin, dass es sich hier um die bereits überarbeitete Version der Vorlage handelt (Abb. 3.49). Wird die entsprechende Datei angeklickt, so können in einem Fenster darunter alle Orte aufgerufen werden, an denen eine Verbindung zu dieser Datei existiert. Wird eine solche Verbindung dann im zweiten Schritt angeklickt, dann wird der Speicherort im Arbeitsblatt markiert.

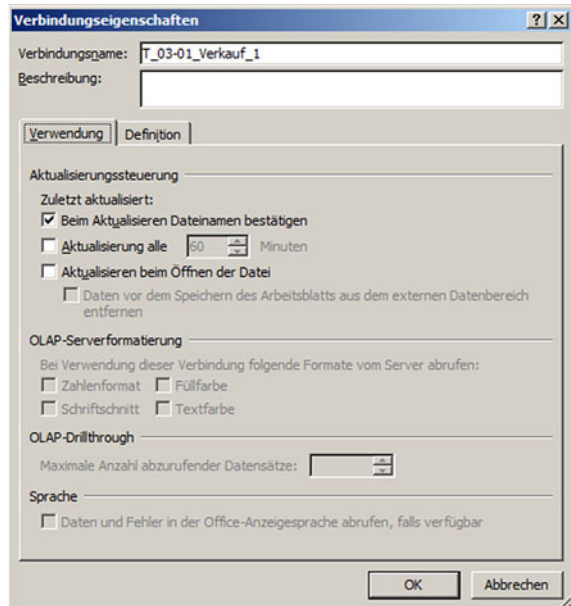
Unter der Auswahl *Eigenschaften* wird ein Dialogfenster mit den Eigenschaften der Verbindung eingeblendet (Abb. 3.50). Darin kann zum Verbindungsnamen eine Beschreibung angegeben werden. Unter dem Register *Verwendung* kann eine automatische Aktualisierung eingestellt werden. Unter dem Register *Definition* kann der Dateizugriff bearbeitet werden.

Um nun zu testen, ob die Verbindung wirksam ist, werden die Umsätze der ersten drei Listeneinträge (Abb. 3.51) mit dem Texteditor in der Quelldatei verändert und gespeichert.



**Abb. 3.49** Übersicht der Verbindungen und ihrer Verwendung

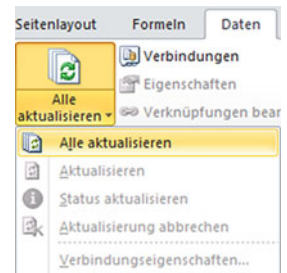
**Abb. 3.50** Verbindungseigenschaften und Verwendungsparmeter



	A	B	C	D	E	F	G
1	Region	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie	Umsatz	Auftragsnummer	Auftragseingang
2	West	Weber	Rühring_GmbH	Metallschrauben	7.767	A2010043	01.01.2010
3	Süd	Lehrer	Anderer_&_Sohn	Zugfedern	121	A2010094	02.01.2010
4	Ost	Filzer	Pollen_GmbH	Kupplungen	1.490	A2010099	06.01.2010
5	Ost	Uhl	Boss_GmbH	Wälzlager	1.511	A2010070	07.01.2010

**Abb. 3.51** Umsatzwerte vor der Änderung

**Abb. 3.52** Alle Verbindungen aktualisieren

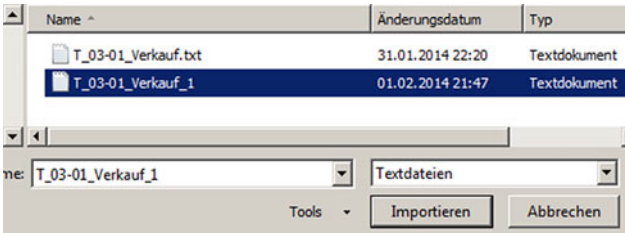


Entsprechend der Einstellung in Abb. 3.50 muss die Aktualisierung manuell aufgerufen werden. Im Register *Daten* gibt es in der Gruppe *Verbindungen* dazu die Methode *Alle aktualisieren* (Abb. 3.52).

Es öffnet sich noch einmal das Dialogfenster zur Anwahl der Quelldatei (Abb. 3.53) und mit der Wahl *Importieren* wird eine Aktualisierung gestartet.

Nach der Aktualisierung befinden sich die neuen Umsatzdaten in der Liste (Abb. 3.54).

**Abb. 3.53**    Quelldatei zur Aktualisierung wählen



	A	B	C	D	E	F	G
1	Region	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie	Umsatz	Auftragsnummer	Auftragseingang
2	West	Weber	Rühring_GmbH	Metallschrauben	7.800	A2010043	01.01.2010
3	Süd	Lehrer	Anderer_&_Sohn	Zugfedern	150	A2010094	02.01.2010
4	Ost	Filzer	Pollen_GmbH	Kupplungen	1.600	A2010099	06.01.2010
5	Ost	Uhl	Polln_GmbH	Wahlzettel	1.611	A2010070	07.01.2010

**Abb. 3.54**    Umsatzwerte nach der Änderung

**3.7    Daten in eine Textdatei exportieren**

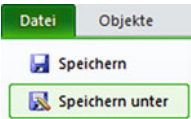
Einfacher ist der Export von Daten aus einem Arbeitsblatt in eine Textdatei, denn die Daten liegen ja bereits wohlgeordnet vor. Unter dem Register *Datei* ist die Methode *Speichern unter* anwählbar (Abb. 3.55).

In dem sich öffnenden Dialogfenster können Textdatei-Typen, wie Text (Tappstopp-getrennt), CSV (Trennzeichen-getrennt), Text (MS-DOS), u. a. ausgewählt werden (Abb. 3.56).

Den Inhalt der exportierten Daten in eine Textdatei, deren Daten durch Tabstopps getrennt sind, zeigt Abb. 3.57.

Den Inhalt einer Textdatei im CSV-Format, geöffnet mit dem Texteditor, zeigt Abb. 3.58.

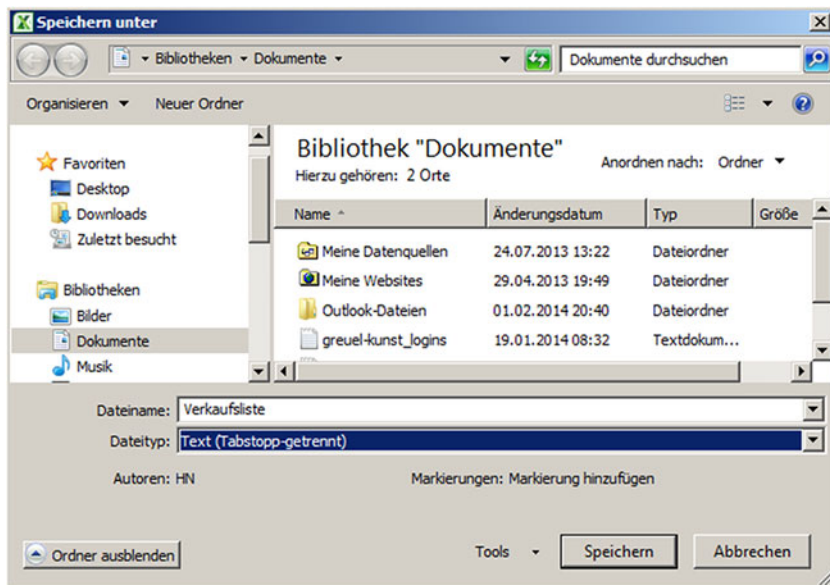
**Abb. 3.55**    Datei speichern unter ...



**3.8    Excel und XML-Dateien**

Bei XML (engl. eXtensible Markup Language) handelt es sich um eine einfache, beliebig erweiterbare Dokumentensprache. Ihren Ursprung hat sie in HTML, einer Dokumentensprache, die wegen ihrer Einfachheit den Internetaufbau revolutioniert hat. Aber schon relativ bald stieß man an Grenzen, da HTML nur die Formate der Internetseiten steuert, nicht aber ihr dynamisches Verhalten. Viele Softwarehilfen wurden dazu geschaffen, aber mit XML schließlich der sinnvolle Weg gefunden. XML eignet sich für jede Art von Da-





**Abb. 3.56** Daten aus Arbeitsblatt als Textdatei speichern

tentausch und hat sich inzwischen in vielen Bereichen durchgesetzt. Die Darstellung ist sowohl von Menschen als auch von Maschinen lesbar.

XML ist im Aufbau ebenso einfach wie HTML und verwendet wohlgeformte, mit Tags versehene Daten.

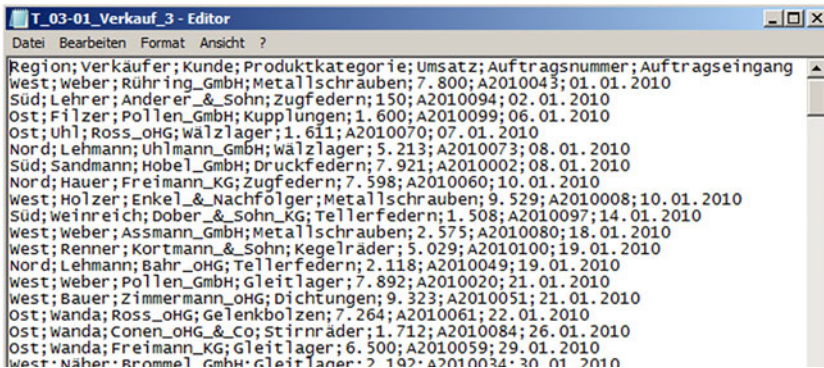
Hier einige wichtige Regeln:

- Begrifflichkeiten werden in Tags eingeschlossen.  
Beispiel: <neues tag>Hier steht beliebiger Text</neues tag>

Region	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie	Umsatz	Auftragsnummer	Auftragseingang
west	weber	Rühring_GmbH	Metallschrauben	7.800	A2010043	01.01.2010
Süd	Lehrer	Andere_Sohn	Zugfedern	150	A2010094	02.01.2010
ost	Filzer	Pollen_GmbH	Kupplungen	1.600	A2010099	06.01.2010
ost	Uhl	Ross_OHG	wälzlager	1.611	A2010070	07.01.2010
Nord	Lehmann	Uhlmann_GmbH	wälzlager	5.213	A2010073	08.01.2010
Süd	Sandmann	Hobel_GmbH	druckfedern	7.921	A2010002	08.01.2010
Nord	Hauer	Freimann_KG	zugfedern	7.598	A2010060	10.01.2010
west	Holzer	Enkel_Nachfolger	Metallschrauben	9.529	A2010008	10.01.2010
Süd	weinreich	Dober_Sohn_KG	Tellerfedern	1.508	A2010097	14.01.2010
west	weber	Assmann_GmbH	Metallschrauben	2.575	A2010080	18.01.2010
west	Renner	Kortmann_Sohn	Kegelräder	5.029	A2010100	19.01.2010
Nord	Lehmann	Bahr_OHG	Tellerfedern	2.118	A2010049	19.01.2010
west	weber	Pollen_GmbH	Gleitlager	7.892	A2010020	21.01.2010
west	Bauer	Zimmermann_OHG	Dichtungen	9.323	A2010051	21.01.2010
ost	wanda	Ross_OHG	Gelenkbolzen	7.264	A2010061	22.01.2010
ost	wanda	Conen_OHG_Co	Stirnräder	1.712	A2010084	26.01.2010
ost	wanda	Freimann_KG	Gleitlager	6.500	A2010059	29.01.2010
west	Naher	Bronnau_GmbH	Gleitlager	2.103	A2010034	30.01.2010

**Abb. 3.57** Daten mit Tabstopps in eine Textdatei exportiert





**Abb. 3.58** Daten mit Trennzeichen Semikolon in eine CSV-Datei exportiert

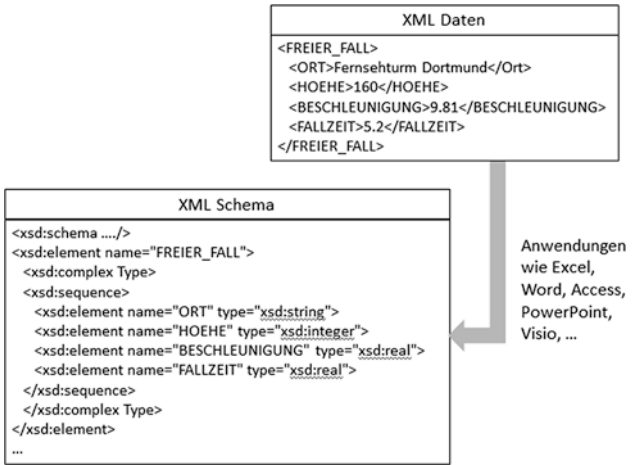
- Tags können aber auch alleine stehen.  
Beispiel: <einzelnes tag/>
- Ein Tag kann keinen bis viele Parameter besitzen.  
Beispiel:  
<tag parameter1=„wert1“ parameter2=„wert2“>Tag mit zwei Parametern</tag>
- XML verwaltet seine hierarchische Struktur durch verschachtelte Tags.  
Beispiel:  
<messdaten ort=„Essen“>  
<datum>01.02.2013</datum>  
<uhrzeit>12:10</uhrzeit>  
<bewoelkung>heiter bis wolkig</bewoelkung>  
<temperatur>7.6</temperatur>  
</messdaten>

Neben dieser Syntax verwendet XML noch Schemas und Transformationen. Während Datendateien die Erweiterung XML haben, haben Schemadateien die Erweiterung XSD. Schemas erlauben die Überprüfung von Datenstrukturen auf ihre Richtigkeit. Solange die Daten in der Datendatei konform zur Struktur im Schema sind, können die Daten mithilfe des Schemas von jeder Anwendung gelesen, interpretiert und verarbeitet werden. Abbildung 3.59 zeigt dieses Verhalten an einem einfachen Element. Tatsächlich sind die Schemas oft sehr komplex aufgebaut.

So bedeutet im Schema <sequence>, dass genau die Reihenfolge der Elemente eingehalten werden muss. Anhand der Typangabe kann die Dateneingabe geprüft werden.

Wollen zwei Datensysteme mit unterschiedlichen Schemas ihre Daten tauschen, dann benötigen sie einen Mechanismus, der die Verwendung der Daten steuert. Diese als *Extensible Stylesheet Language Transformation* (kurz XSLT) bezeichnete Methode wird auch abgekürzt Transformation genannt. Die Betrachtung solcher Systeme würde hier jedoch zu weit führen.

**Abb. 3.59** Interaktion zwischen XML-Daten und XML-Schema

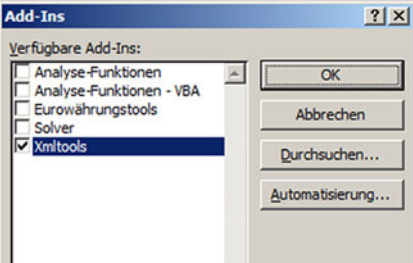


### 3.8.1 XML-Tabelle mit einem XML-Schema aus einem Arbeitsblatt erstellen

Um mit XML-Dateien in Excel arbeiten zu können, muss zuvor ein Add-In geladen werden.

**Lektion 3.13 Excel-Add-In XMLTools**

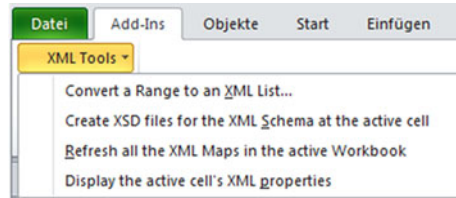
Das Add-In XMLTools gehört nicht zum Lieferumfang und muss daher aus dem Internet als Download heruntergeladen und installiert werden. Danach steht es unter *Datei* im Bereich *Optionen* unter *Add-Ins* bezogen auf *Excel-Add-Ins* zur Verfügung (Abb. 3.60) und muss ausgewählt werden.



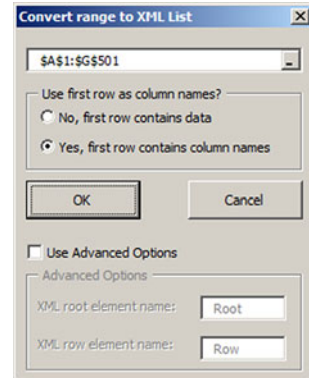
**Abb. 3.60** Add-In XMLTools anbinden

Nach der Installation stehen im Register *Add-Ins* unter *XMLTools* einige Methoden (leider nur in englischer Sprache) zur Verfügung (Abb. 3.61). Damit können nun Zellbereiche in eine XML-Tabelle konvertiert werden.

**Abb. 3.61** Methoden unter XMLTools



**Abb. 3.62** Auswahl der Daten zur Konvertierung



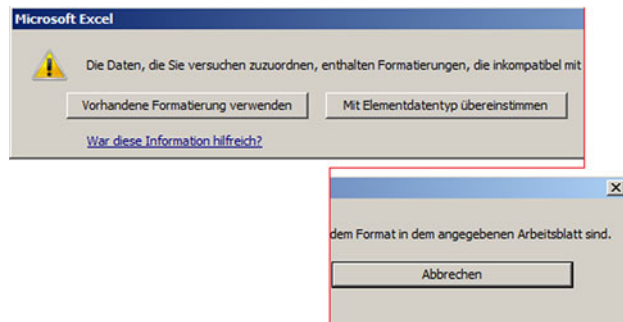
Als Anwendungsbeispiel dient eine Verkaufsliste.

► X\_03-14\_XML Daten.xlsx

Ihre Daten sollen in eine XML-Tabelle konvertiert werden. Zunächst aber wird das Arbeitsblatt Quelldaten kopiert, damit dieses erhalten bleibt. Dann wird die Methode *Convert a Range to an XML list* aufgerufen. In dem entsprechenden Dialogfenster (Abb. 3.62) wird die gesamte Tabelle mit absoluten Adressen angegeben. Bereichsnamen können leider nicht verwendet werden. Außerdem wird die erste Zeile als Spaltenüberschrift markiert.

Auch wenn es bei der Konvertierung schon mal zu Formatproblemen kommt (Abb. 3.63), so wird mit *Vorhandene Formatierung verwenden* der Vorgang richtig beendet.

**Abb. 3.63** Formatproblem wird gemeldet (ä in Verkäufer)

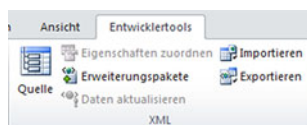


**Abb. 3.64** XML-Tabelle aus der Verkaufsliste

	A	B	C	D
1	Region	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie
2	West	Weber	Rühring GmbH	Metallschrauben
3	Süd	Lehrer	Anderer & Sohn	Zugfedern
4	Ost	Filzer	Pollen GmbH	Kupplungen
5	Ost	Uhl	Ross oHG	Walzlager
6	Nord	Lehmann	Uhlmann GmbH	Walzlager
7	Süd	Sandmann	Hobel GmbH	Druckfedern
8	Nord	Hauer	Freimann KG	Zugfedern
9	West	Holzer	Finkel & Nachfolger	Metallschrauben

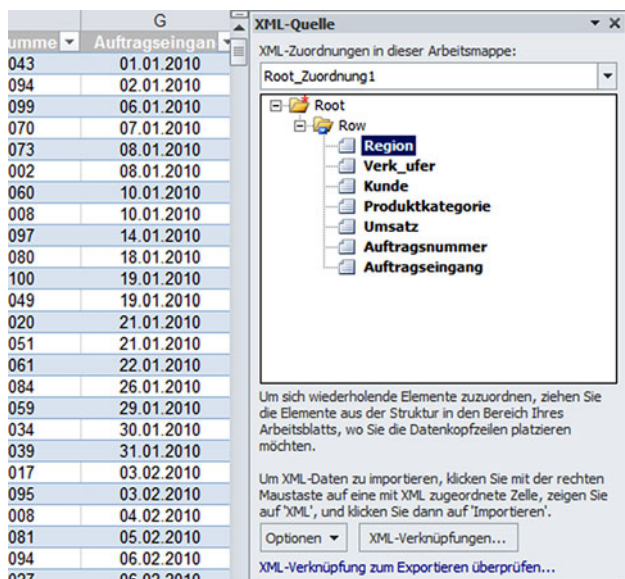
  

E	F	G
Umsatz	Auftragsnummer	Auftragseingang
7.767	A2010043	01.01.2010
121	A2010094	02.01.2010
1.490	A2010099	06.01.2010
1.611	A2010070	07.01.2010
5.213	A2010073	08.01.2010
7.921	A2010002	08.01.2010
7.598	A2010060	10.01.2010
9.529	A2010008	10.01.2010

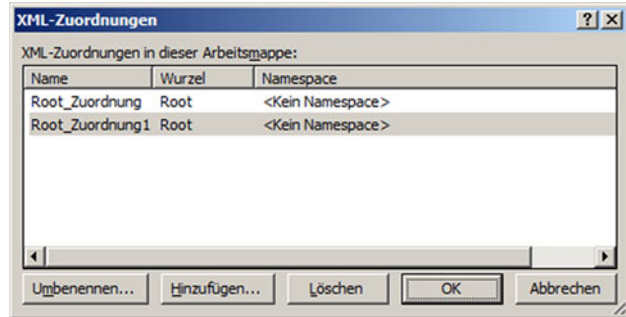
**Abb. 3.65** Menügruppe XML

Excel erstellt automatisch das notwendige XML-Schema, ordnet die Daten dem Schema zu und erstellt dann die XML-Tabelle (Abb. 3.64).

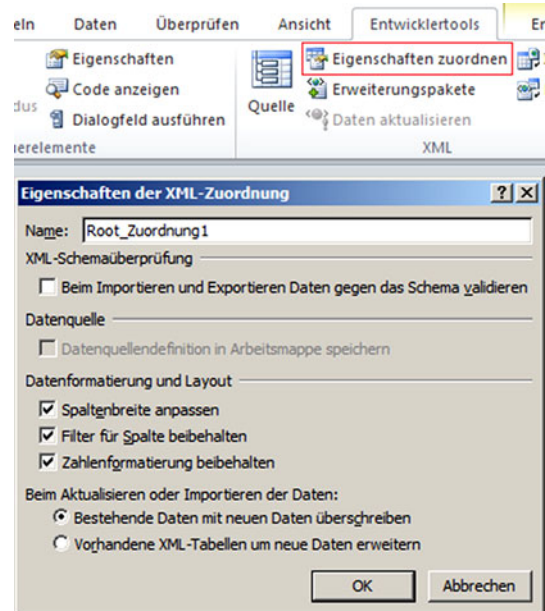
Excel verfügt auch unter dem Register *Entwicklertools* über eine eigene Gruppe *XML* (Abb. 3.65).

**Abb. 3.66** XML-Quelle mit Zuordnungen verwalten

**Abb. 3.67** Liste der Zuordnungen



**Abb. 3.68** Eigenschaften der XML-Zuordnung

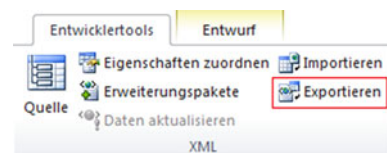


Die darin enthaltene Methode *Quelle* zeigt im Fenster *XML-Quelle* die vorhandenen Zuordnungen (Abb. 3.66). Hier ist auch das Formatproblem sichtbar. Die Methode hat das *ä* in Verkäufer durch einen Tiefstrich ersetzt.

Über die Schaltfläche XML-Verknüpfungen können diese in einem eigenen Dialogfenster eingeblendet und verwaltet werden (Abb. 3.67).

Ist eine beliebige Zelle der XML-Tabelle markiert, dann lässt sich auch die Methode *Eigenschaften zuordnen* anwenden (Abb. 3.68).

**Abb. 3.69** Auswahl XML exportieren



```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="true"?>
- <Root xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  - <Row>
    <Region>West</Region>
    <Verk_ufer>Weber</Verk_ufer>
    <Kunde>Rühring GmbH</Kunde>
    <Produktkategorie>Metallschrauben</Produktkategorie>
    <Umsatz>7767.45</Umsatz>
    <Auftragsnummer>A2010043</Auftragsnummer>
    <Auftragseingang>40179</Auftragseingang>
  </Row>
  - <Row>
    <Region>Süd</Region>
    <Verk_ufer>Lehrer</Verk_ufer>
    <Kunde>Anderer & Sohn</Kunde>
    <Produktkategorie>Zugfedern</Produktkategorie>
    <Umsatz>120.56</Umsatz>
    <Auftragsnummer>A2010094</Auftragsnummer>
    <Auftragseingang>40180</Auftragseingang>
  </Row>
  - <Row>
    <Region>Ost</Region>
    <Verk_ufer>Filzer</Verk_ufer>
    <Kunde>Pollen GmbH</Kunde>
    <Produktkategorie>Kupplungen</Produktkategorie>
    <Umsatz>1490.03</Umsatz>
    <Auftragsnummer>A2010099</Auftragsnummer>
    <Auftragseingang>40184</Auftragseingang>
  </Row>
  - <Row>
    <Region>Ost</Region>

```

**Abb. 3.70** Inhalt der XML-Datei

### 3.8.2 Eine XML-Tabelle in eine XML-Datei exportieren

Unter dem Register *Entwicklertools* in der Gruppe *XML* befindet sich auch die Methode *Exportieren* (Abb. 3.69).

Mit dem Aufruf öffnet sich ein Dialogfenster zur Speicherung der Daten in ein ausgewähltes Verzeichnis unter einem eingegebenen Dateinamen.

Der Inhalt der XML-Datei (Abb. 3.70) ist leicht zu verstehen. Für jede Zeile der Liste gibt es ein *Row*-Tag und innerhalb dieses Tags ist jedes Element-Tag ein Spaltenwert. Diese Datei kann nun auch von anderen Anwendungen, wie z. B. Word problemlos gelesen werden, vorausgesetzt, das XML-Schema ist bekannt.

### 3.8.3 Das aktuelle XML-Schema in eine XML-Schemadatei exportieren

Damit das XML-Schema angezeigt wird, muss eine beliebige Zelle der XML-Tabelle markiert werden (Abb. 3.71).

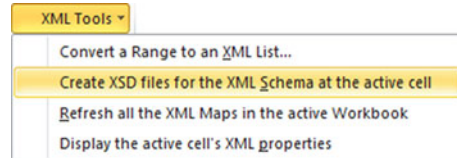
Danach unter dem Register *Add-Ins* in der Auswahl *XML Tools* die Methode *Create XSD files for the XML Schema at the active cell* auswählen (Abb. 3.72).



**Abb. 3.71** Eine Zelle der XML-Tabelle markieren

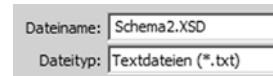
Kategorie	Umsatz	Auftragsnummer
Schrauben	7.767	A2010043
...	121	A2010094
...	1.490	A2010099
...	1.611	A2010070
...	5.213	A2010073
...	7.024	A2010002

**Abb. 3.72** Ein XML-Schema der markierten Zelle erstellen



**Abb. 3.73** Das aktuelle XML-Schema zum Beispiel

**Abb. 3.74** Speichern des XML-Schemas in eine XML-Schemadatei



Die Methode erstellt dann im Texteditor das entsprechende XML-Schema (Abb. 3.73). Dort kann es unter dem Register *Datei* mit der Methode *Speichern unter* in ein gewähltes Verzeichnis unter einem gewählten Namen mit der Erweiterung XSD gespeichert werden (Abb. 3.74).

Die XML-Datendatei und die XML-Schemadatei sind nun ein Paket und können an andere Anwendungen zum Import weitergegeben werden.

Umgekehrt können XML-Datendatei auch in Excel importiert werden. Dazu gibt es zwei Möglichkeiten. Die erste Möglichkeit ist das Öffnen einer XML-Datendatei und die zweite der Import über die XML Tools.

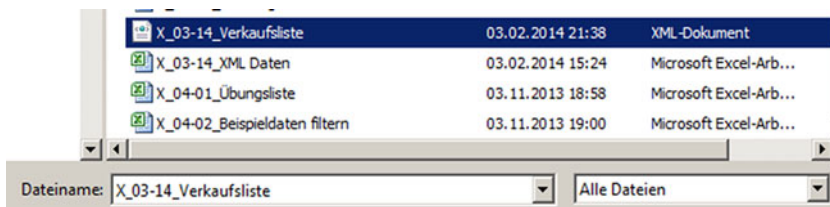
### 3.8.4 Eine XML-Datendatei in Excel öffnen

Unter dem Register *Datei* wird die Methode *Öffnen* aufgerufen. Im Dialogfenster *Öffnen* wird die entsprechende XML-Datendatei gewählt (Abb. 3.75). In diesem Fall die zuvor exportierte Datei.

- X\_03-14\_Verkaufsliste.xml

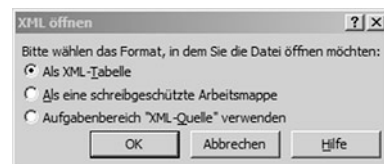
Danach erscheint ein Dialogfenster mit Auswahlmöglichkeiten (Abb. 3.76). Hier wird *als XML-Tabelle* gewählt.

Da bei einer neuen Mappe kein XML-Schema vorliegt, erfolgt die in Abb. 3.77 dargestellte Fehlermeldung. Sie wird mit OK akzeptiert.



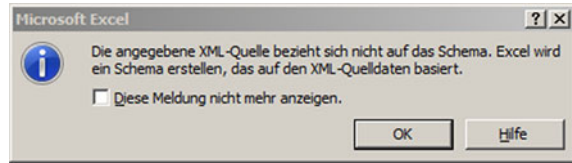
**Abb. 3.75** XML-Datendatei auswählen

**Abb. 3.76** Auswahl der Methode zum Öffnen der XML-Datei





**Abb. 3.77** Hinweis auf ein fehlendes Schema



	A	B	C	D
1	Region ▼	Verk_ufer ▼	Kunde ▼	Produktkategorie ▼
2	West	Weber	Rühring GmbH	Metallschrauben
3	Süd	Lehrer	Anderer & Sohn	Zugfedern
4	Ost	Filzer	Pollen GmbH	Kupplungen
5	Ost	Uhl	Ross oHG	Wälzlager
6	Nord	Lehmann	Uhlmann GmbH	Wälzlager
7	Süd	Sandmann	Hobel GmbH	Druckfedern
8	Nord	Hauer	Freimann KG	Zugfedern
9	West	Holzer	Enkel & Nachfolger	Metallschrauben
10	Süd	Weinreich	Dober & Sohn KG	Tellerfedern
11	West	Weber	Assmann GmbH	Metallschrauben
12	West	Renner	Kortmann & Sohn	Kegelräder
13	Nord	Lehmann	Rahr oHG	Tellerfedern

E	F	G
Umsatz ▼	Auftragsnummer ▼	Auftragseingang ▼
7767,45	A2010043	40179
120,56	A2010094	40180
1490,03	A2010099	40184
1610,7	A2010070	40185
5213,46	A2010073	40186
7921	A2010002	40186
7597,92	A2010060	40188
9529,23	A2010008	40188
1507,88	A2010097	40192
2575,39	A2010080	40196
5028,85	A2010100	40197
2118,03	A2010049	40197

**Abb. 3.78** Importierte XML-Tabelle

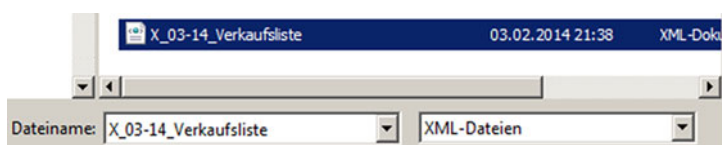
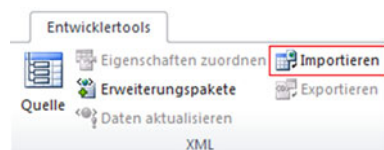
Danach ist der Import abgeschlossen und die bekannte XML-Tabelle liegt vor (Abb. 3.78).

### 3.8.5 XML-Datendatei nach Excel importieren

Der Import wird über das Register Entwicklungstools in der Gruppe XML mit der Methode Importieren gestartet (Abb. 3.79).

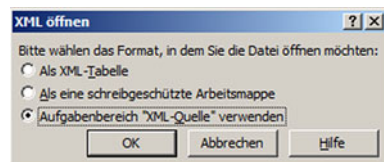
Auch hier erfolgt die Auswahl der XML-Datendatei durch ein Dialogfenster (Abb. 3.80). Mit der Schaltfläche Importieren erscheint wieder die gleiche Tabelle wie in Abb. 3.78.

**Abb. 3.79** Methode XML-Datei importieren

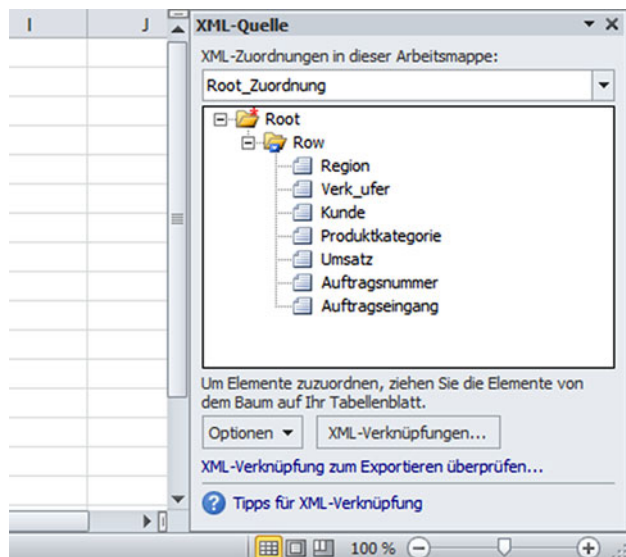


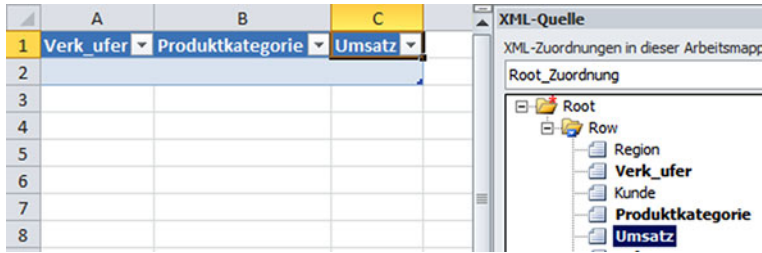
**Abb. 3.80** Auswahl der XML-Datendatei

**Abb. 3.81** Auswahl der Methode zum Öffnen der XML-Datei

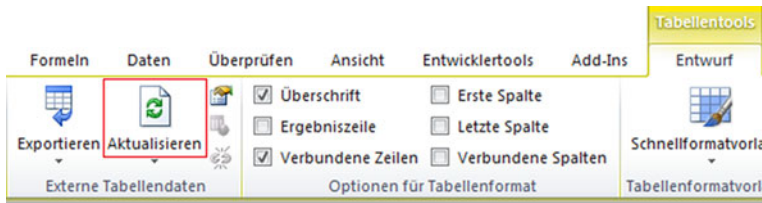


**Abb. 3.82** Zuordnung der XML-Daten





**Abb. 3.83** Auswahl der Daten durch Ziehen der Elemente in die Spalten



**Abb. 3.84** Tabellenwerte aktualisieren

### 3.8.6 Import ausgesuchter Daten aus einer XML-Datendatei

Oft wird nur ein bestimmter Teil der Daten aus einer XML-Datendatei benötigt. Der Startvorgang ist genau wie in Abschn. 3.8.4 beschrieben bis zum Dialogfenster in Abb. 3.76. Diesmal wird Aufgabenbereich XML-Quelle gewählt (Abb. 3.81).

Auch hier erfolgt danach der Hinweis auf ein fehlendes Schema (Abb. 3.77). Mit der Quittierung wird neben dem Arbeitsblatt im Fenster XML-Quelle die Zuordnung eingeblendet (Abb. 3.82).

Durch Ziehen der Elemente in das Arbeitsblatt erfolgt die Auswahl der gewünschten Daten (Abb. 3.83).

Mit der Methode Aktualisieren unter dem Register Entwurf in der Gruppe Externe Tabellendaten (Abb. 3.84), werden die gewünschten Daten eingestellt (Abb. 3.85).

**Abb. 3.85** Datenauswahl

	A	B	C
1	Verk_ufer	Produktkategorie	Umsatz
2	Weber	Metallschrauben	7767,45
3	Lehrer	Zugfedern	120,56
4	Filzer	Kupplungen	1490,03
5	Uhl	Wälzlager	1610,7
6	Lehmann	Wälzlager	5213,46
7	Sandmann	Druckfedern	7921
8	Hauer	Zugfedern	7597,92
9	Holzer	Metallschrauben	9529,23
10	Weinreich	Tellerfedern	1507,88
11	Weber	Metallschrauben	2575,39
12	Renner	Kegelräder	5028,85
13	Lehmann	Tellerfedern	2118,03
14	Weber	Gleitlager	7891,77
15	Bauer	Dichtungen	9322,63
16	Wanda	Gelenkbolzen	7264,24
17	Wanda	Stirnräder	1712,06
18	Wanda	Gleitlager	6500,32
19	Näher	Gleitlager	2191,89
20	Altmann	Stirnräder	2701,73

Unternehmen steuern ihre Geschäftsprozesse durch IT-Lösungen. Dadurch steigt auch der Bedarf an Prozeduren, mit denen sich Daten aus Systemen auswerten und visualisieren lassen. Unter dem Begriff Business Intelligence (BI) finden sich Funktionsbereiche wie Datenanalyse, Reporting, Prognosen, Planung und Konsolidierung.

## 4.1 Der allgemeine Umgang mit großen Listen

Tabellen mit hunderten von Einträgen sind in Excel keine Besonderheit. Immer mehr werden Daten aus anderen komplexeren Systemen nach Excel importiert, weil sie hier handhabbarer sind. Für Excel sind Datenanalysen kein Problem, eher für den Nutzer.

- X\_04-01\_Übungsliste.xlsx

### Lektion 4.1 Ansicht vergrößern und verkleinern

Wenn die STRG-Taste gedrückt bleibt, kann mit dem Mausrad die Darstellung des Arbeitsblattes vergrößert und verkleinert werden. Bei einer verkleinerten Darstellung sind mehr Daten sichtbar.

In der Statusleiste kann über das Kontextmenü der Zoomregler eingeschaltet werden. Er erlaubt gleichfalls ein Vergrößern und Verkleinern der Darstellung (Abb. 4.1).



**Abb. 4.1** Zoomregler in der Statusleiste

Mitunter muss in Listen schnell zum vorderen oder hinteren Teil der Liste gewechselt werden.

### Lektion 4.2 Turbo Scrollen

Wenn Sie die UMSCHALT-Taste gedrückt halten und mit der linken Maustaste auf einen Rollbalken klicken, dann wird dieser Rollbalken verkleinert, und damit wird sein Verhältnis zur Gesamtliste verändert. Wenn Sie nun mit gedrückter linker Maustaste den Rollbalken ziehen, dann bewegen Sie sich turboartig durch die Liste. Allerdings ist diese Methode nur bei wirklich großen Listen sinnvoll anwendbar.

Mitunter muss in zwei Zellbereichen in der gleichen Tabelle gearbeitet werden, und diese Zellbereiche liegen deutlich auseinander.

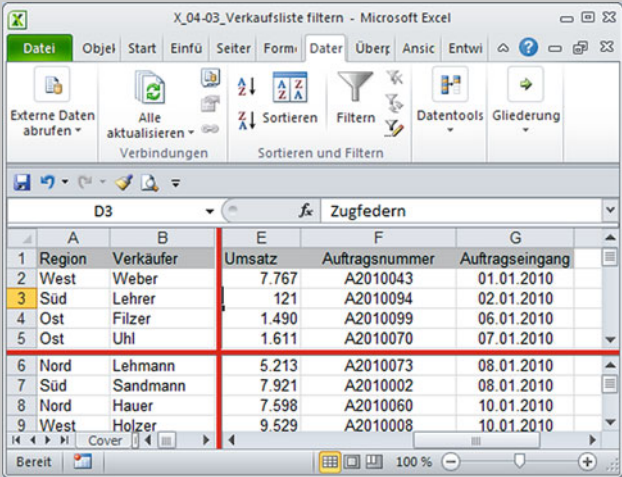
### Lektion 4.3 Das Arbeitsblatt teilen

Zwei Trennmarken im Rahmen eines Arbeitsblattes geben uns die Möglichkeit, das Arbeitsblatt zu unterteilen. Diese Trennmarken befinden sich rechts oben und unten in der Verlängerung der Rollbalken (Abb. 4.2).



**Abb. 4.2** Trennmarken

Durch Ziehen der Trennmarken in die Arbeitsfläche wird diese geteilt, mit Rollbalken für jeden Bereich (Abb. 4.3).




**Abb. 4.3** Blattaufteilung

Das Ziehen der Trennmarken an den Rand entfernt sie wieder. Ebenso durch einen Doppelklick auf die Trennlinie.

In vielen Fällen werden aber auch Listen geteilt. So entsteht eine Vielzahl von Arbeitsblättern, deren Anwahl über die Wahlkosten durchaus sehr mühselig sein kann.

**Lektion 4.4 Arbeitsblätter anwählen**

Bei den Wahlkosten (Pfeile) links neben den Arbeitsblattregistern (Abb. 4.4)



**Abb. 4.4** Registersteuerung

zur Auswahl eines Arbeitsblattes unter vielen, handelt es sich ebenfalls um Objekte. Und deshalb besitzen sie auch ein Kontextmenü. Darin werden alle vorhandenen Arbeitsblätter aufgeführt und sind auch per Klick anwählbar. Reicht die Darstellung nicht aus, kann über *weitere Arbeitsblätter* jedes vorhandene Arbeitsblatt angewählt werden.

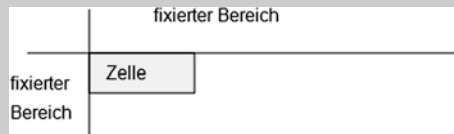
Tabellen besitzen in der Regel Spaltenüberschriften, die beim Scrollen in den Zeilen verloren gehen. Oder sie besitzen am linken Rand Bezeichnungen, die dann beim Scrollen in den Spalten nicht immer zu sehen sind.

### Lektion 4.5 Zellbereiche fixieren

Im Register Ansicht in der Gruppe Fenster gibt es die Methode Fenster einfrieren. Dieser Menüeintrag besitzt eine Schaltfläche, unter der sich drei Methoden anbieten.

#### Fenster fixieren

Wird eine Zelle auf dem Arbeitsblatt markiert und die Methode Fenster einfrieren gewählt, bleiben alle Zeilen oberhalb und alle Spalten links von dieser Zelle fest in der Ansicht stehen. Sie werden fixiert. Im restlichen Bereich des Arbeitsblattes kann mit den Rollbalken gearbeitet werden (Abb. 4.5).



**Abb. 4.5** Fixierter Bereich

Mit nochmaligem Aufruf kann die Fixierung wieder aufgehoben werden.

#### Oberste Zeile fixieren

Mit dieser Methode wird nur die oberste Zeile einer Tabelle fixiert. Auch diese Fixierung kann mit *Fixierung aufheben* wieder entfernt werden.

#### Erste Spalte fixieren

Mit dieser Methode wird nur die erste linke Spalte einer Tabelle fixiert. Auch hier löst *Fixierung aufheben* die Fixierung wieder.

#### Fenster einfrieren

Im Menü Ansicht in der Gruppe Zoom gibt es die Methode Fenster einfrieren. Dabei wird ein markierter Zellbereich so vergrößert, dass er die gesamte Fensterfläche ausfüllt.

Das Bewegen in Tabellen wird allgemein als Navigieren bezeichnet. Bei großen Tabellen bieten sich dabei einige Tasten-Aktionen besonders an.

### Lektion 4.6 Navigieren mit Tasten in großen Tabellen

Mithilfe der STRG-Taste und den Pfeiltasten gelangen Sie schnell an die Grenzen der Tabelle. Mit den Tasten STRG + Pos1 an die Position oben links, mit STRG + Ende an die Position unten rechts.

Mit den Tasten STRG + Bild gelangt man zu den nächsten Arbeitsblättern entsprechend der Pfeile auf und ab.

Mit den Tasten ALT + Bild scrollt man eine Bildseite nach links, bzw. rechts.

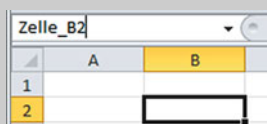
Mit STRG + Tab gelangt man zu nächsten geöffneten Arbeitsmappe.



Nachfolgend wird noch eine andere Verwendung von Namen gezeigt. Die Tatsache, dass Namen in der gesamten Arbeitsmappe gelten, ist hier von großem Vorteil.

### Lektion 4.7 Navigieren mit Bereichsnamen

Haben sie in Ihrer Arbeitsmappe Zellbereichen Namen gegeben, so können diese auch zum Navigieren einsetzen werden. Sie können aber auch Zellbereichen Namen einzig zu dem Zweck der Navigation geben. Neben dem Namensbereich finden Sie eine Schaltfläche, die ein Dialogfeld öffnet, in dem alle vorhandenen Namen stehen. Durch Anklicken gelangen Sie zu dem Zellbereich, der dann auch markiert ist (Abb. 4.6).



**Abb. 4.6** Bereichsname

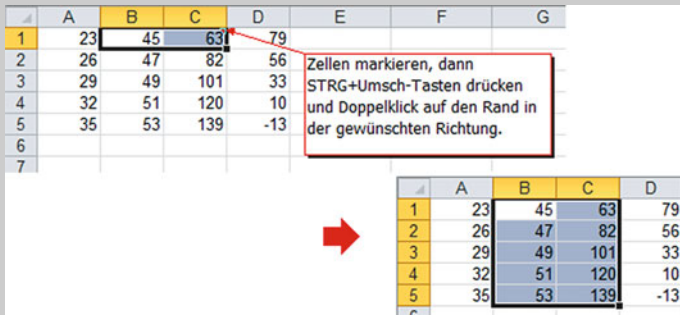
Große Zellbereiche zu markieren, ist mit der Maus zwar möglich, aber oft ein mühseliges Unterfangen. Andere Möglichkeiten zeigt die folgende Lektion.

### Lektion 4.8 Große Zellbereiche markieren

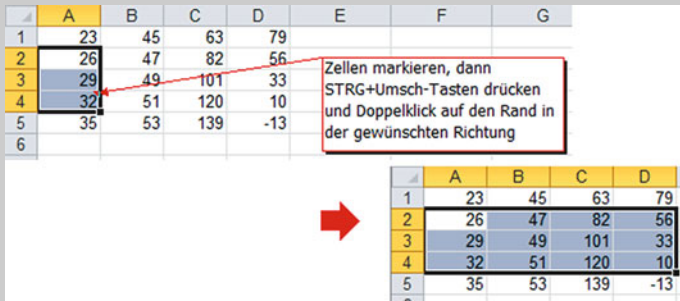
Mit STRG + UMSCH + Pos1 markieren Sie den Zellbereich ab der Zelle bis zur Zelle oben links. Mit den Tasten STRG + UMSCH + Ende den Zellbereich ab der Zelle bis zur Zelle unten rechts.

Große Zellbereiche können auch im Namenfeld eingegeben werden. Zum Beispiel A1:D300. Nach Abschluss der Eingabe mit Return ist der Bereich markiert.

Sollen die Werte einer oder mehrerer Spalten bzw. Zeilen ausgewählt werden, dann genügt es die ersten Elemente zu markieren. Danach die Umschalttaste gedrückt zu halten und mit einem Doppelklick auf den Markierungsrahmen an der Seite zu klicken, nach der die Erweiterung erfolgen soll (Abb. 4.7). Und noch einmal für eine Zeilenerweiterung (Abb. 4.8).



**Abb. 4.7** Zellbereich nach unten erweitern



**Abb. 4.8** Zellbereich nach rechts erweitern

Sicher ist es schwierig, an dieser Stelle alle Möglichkeiten aufzuführen, die ein Navigieren und Arbeiten in großen Tabellen einfacher gestalten. Ich hoffe jedoch, dass die hier aufgeführten Möglichkeiten ein effizienteres Arbeiten ermöglichen.

## 4.2 Eine Verkaufsliste filtern

Dieses Unterkapitel zeigt die Anwendung der Themen in den Lektionen zum Umgang mit großen Tabellen.

- ▶ X\_04-02\_Beispieldaten filtern.xlsx
- ▶ X\_04-03\_Verkaufsliste filtern.xlsx

Als Basis dient eine Verkaufsliste technischer Artikel (Abb. 4.9).

	A	B	C	D
1	Region	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie
2	West	Weber	Rühring GmbH	Metallschrauben
3	Süd	Lehrer	Anderer & Sohn	Zugfedern
4	Ost	Filzer	Pollen GmbH	Kupplungen
5	Ost	Uhl	Ross oHG	Walzlager
6	Nord	Lehmann	Uhlmann GmbH	Walzlager
7	Süd	Sandmann	Uhl GmbH	Zugfedern

	E	F	G
	Umsatz	Auftragsnummer	Auftragseingang
	7.767	A2010043	01.01.2010
	121	A2010094	02.01.2010
	1.490	A2010099	06.01.2010
	1.611	A2010070	07.01.2010
	5.213	A2010073	08.01.2010
	7.821	A2010002	08.01.2010

Abb. 4.9 Verkaufsliste

Lektion 4.9 Der Filter

Ein- und Ausschalten

Zur Lektion wird die kleinere Tabelle in Abb. 4.10 verwendet.

	A	B	C	D	E
1					
2		Name	Abteilung	Gehalt	Eintritt
3		Müller	Entwicklung	3250	01.04.1992
4		Meier	Produktion	2750	01.08.2000
5		Weber	Produktion	2250	01.06.2002
6		Schulz	Vertrieb	2540	01.03.1996
7					
8		Becker	Buchhaltung	3380	01.01.1993
9		Schumacher	Marketing	2190	01.04.2004

Abb. 4.10 Beispieltabelle

Durch einen Klick auf eine Zelle der Tabelle, z. B. C4 und den Aufruf der Methode *Filter* im Register *Daten* in der Gruppe *Sortieren und Filtern*, stellen sich in der Überschrift Schaltsymbole ein. Ein erneuter Aufruf der Methode entfernt die Schaltsymbole wieder (Abb. 4.11).

Name	Abteilung	Gehalt	Eintritt
Müller	Entwicklung	3250	01.04.1992
Meier	Produktion	2750	01.08.2000
Weber	Produktion	2250	01.06.2002
Schulz	Vertrieb	2540	01.03.1996
Becker	Buchhaltung	3380	01.01.1993
Schumacher	Marketing	2190	01.04.2004

Abb. 4.11 Filter eingeschaltet

Wohlgeordnete Tabellen

Ein Klick auf ein Schaltsymbol zeigt eine Übersicht aller vorhandenen Einträge ohne Duplikate. Es lässt sich auch erkennen, dass die Werte unterhalb der Leerzeile fehlen (Abb. 4.12). Erst durch Löschen der Leerzeile werden auch diese Einträge berücksichtigt. Für alle nachfolgend beschriebenen Operationen werden immer solche wohlgeordneten Tabellen vorausgesetzt.

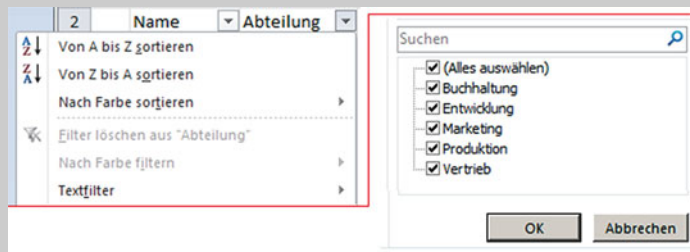


Abb. 4.12 Filter zeigt alle Werte

Sortieren

In dem Dialogfeld zum Filter gibt es die Möglichkeit, auf den vorhandenen Daten Sortiermethoden anzuwenden. Außer dem auf- und absteigenden Sortieren (alphabetisch) kann unter *Nach Farbe sortieren* ein benutzerdefiniertes Sortieren aufgerufen werden (Abb. 4.13).

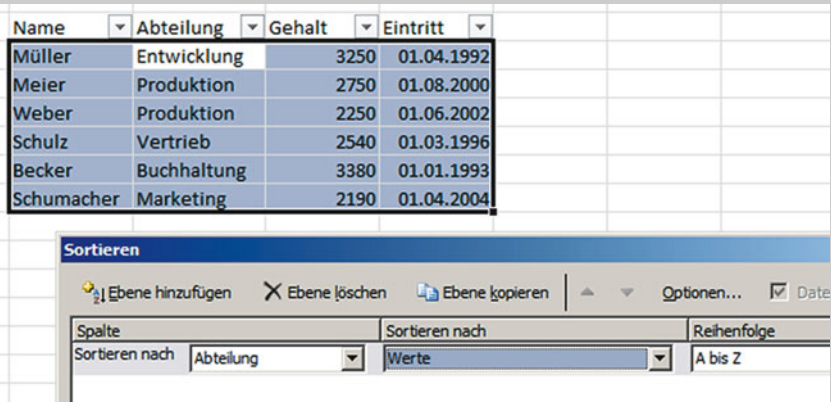


Abb. 4.13 Sortieren mit dem Filter

In dem sich öffnenden Dialogfeld können Sortierkriterien nach den vorhandenen Spalten, Inhalten und Kriterien definiert werden. Unter *Reihenfolge* lässt sich auch die

*Benutzerdefinierte Liste* anwählen. Die Sortierkriterien können in mehreren Ebenen angeordnet werden.

Je nach dem Inhalt der Spalten gibt es im Dialogfeld zum Filter noch einen speziellen Filter.

**Textfilter**

Der Textfilter erlaubt den Vergleich mit Textvorgaben, die Unterteilung nach Buchstaben und den Einsatz des benutzerdefinierten Filters (Abb. 4.14).



**Abb. 4.14** Textfilter

**Zahlenfilter**

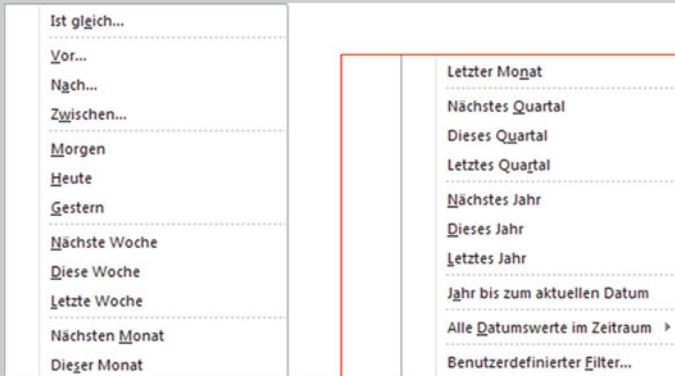
Der Zahlenfilter erlaubt den Vergleich mit Grenzwerten, Durchschnittswerten und Bereichen. Auch hier ist der Einsatz des benutzerdefinierten Filters möglich (Abb. 4.15).



**Abb. 4.15** Zahlenfilter

**Datumsfilter**

Der Datumsfilter erlaubt die Auswahl nach Tagen, Monaten und Jahren, nach beliebigen Bereichen, wie auch Wochen und Quartalen. Und ebenso wieder den Benutzerdefinierten Filter (Abb. 4.16).



**Abb. 4.16** Datumsfilter

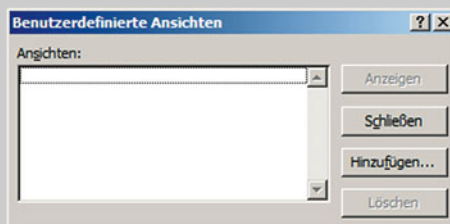
In einer Ansicht sollen aus der Verkaufsliste alle Einträge aus der Region West dargestellt werden. Außerdem ist nach der Umsatzsumme gefragt.

Es wird eine Kopie der Quelldaten in einem neuen Arbeitsblatt *Quelldaten 2* erstellt. Auswertungen, egal welcher Art, sollten immer auf Datenkopien erfolgen. Mittels *Kontextmenü* des Quelldaten-Registers und der Methode *Verschieben und Kopieren*, den Haken bei *Kopie erstellen* nicht vergessen, wird besagte Kopie an das Ende der Liste gestellt.

#### Lektion 4.10 Benutzerdefinierte Ansichten

Auswertungen auf Datenlisten müssen oft bei Veränderungen wiederholt werden. Auch wenn dazu oft nur ein paar Operationen notwendig sind, so ist das Merken des Ablaufs der Operationen zu einem erneuten Aufruf doch sehr hilfreich. Und genau dieses Ziel verfolgt die Methode *Benutzerdefinierte Ansichten*.

Im ersten Schritt wird die noch nicht behandelte Datenquelle als Basisansicht gespeichert. Im Register *Ansicht* und der Gruppe *Arbeitsmappenansicht* wird die Methode *Benutzerdefinierte Ansichten* aufgerufen. Das sich öffnende Dialogfenster zeigt zuerst noch keinen Eintrag im Listenfeld *Ansichten* (Abb. 4.17).

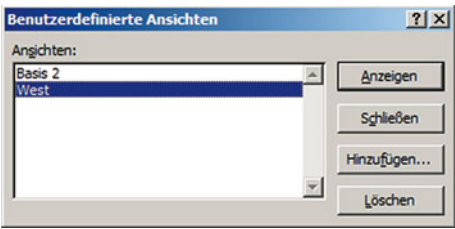


**Abb. 4.17** Benutzerdefinierte Ansichten

	A	B	C	D	E
1	Region	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie	Umsatz
475	West	Weber	Uhlmann GmbH	Stirnräder	5.408
480	West	Renner	Dober & Sohn KG	Kupplungen	4.505
483	West	Holzer	Anderer & Sohn	Druckfedern	4.032
492	West	Näher	Schnieder KG	Nieten	9.630
494	West	Renner	Dober & Sohn KG	Kupplungen	4.505
495	West	Weber	Rühring GmbH	Vierkant	7.767
501	West	Holzer	Nobel GmbH	Gelenkbolzen	925
502					
503					686.796

Abb. 4.18 Benutzerdefinierte Ansicht hinzufügen

Abb. 4.19 Benutzerdefinierte Ansichten



Über die Schaltfläche *Hinzufügen* bekommt die aktuelle Ansicht den Namen *Basis*. Danach erfolgen die Operationen, die zum gesuchten Ergebnis führen. Und wieder wird die Methode *Benutzerdefinierte Ansichten* aufgerufen und die aktuelle Ansicht der Auswertung unter einem sinnvollen Namen eingetragen.

Durch den Aufruf der *Basis*-Ansicht kann eine weitere Auswertung gestartet und auch diese wieder als benutzerdefinierte Ansicht gespeichert werden. Zwischen den benutzerdefinierten Ansichten kann beliebig umgeschaltet werden.

Im Anwendungsbeispiel wird die kopierte Datenquelle unter *benutzerdefinierte Ansichten* als *Basis 2* gespeichert. Nach dem Einschalten des Filters auf der kopierten Datenquelle wird unter *Region West* gewählt und die Liste ist fertig. Die Zelle E503 wird markiert und mit der Methode *Autosumme* die Summe der Umsätze ermittelt. Zum Schluss muss noch das Format einer Umsatzzelle auf die Zelle mit der Summe übertragen werden (Abb. 4.18).

Diese Auswertung bekommt unter *Benutzerdefinierten Ansichten* den Namen *West* (Abb. 4.19).

**Lektion 4.11 Die Funktion TEILERGEBNIS**

Die Formel in der Summenzelle verwendet nicht die bekannte Funktion SUMME, sondern verwendet die Formel

= TEILERGEBNIS(9;E2:E502).

Diese Funktion wird immer dann bei der Methode *Autosumme* eingesetzt, wenn sich im Auswertungsbereich ausgeblendete Zeilen oder Spalten befinden, denn diese finden keine Berücksichtigung. Während der zweite Parameter der Funktion den auszuwertenden Zellbereich darstellt, steht die Zahl vorne als Kennung für die verwendete Funktion (Tab. 4.1).

**Tab. 4.1**    Funktionserkennung zu TEILERGEBNIS

Funktionskennung A	Funktionskennung B	Funktion
1	101	MITTELWERT
2	102	ANZAHL
3	103	ANZAHL2
4	104	MAX
5	105	MIN
6	106	PRODUKT
7	107	STABW
8	108	STABWN
9	109	SUMME
10	110	VARIANZ
11	111	VARIANZEN

Die Kennung in der Spalte A berücksichtigt auch ausgeblendete Werte, nicht aber ausgefilterte. Die Kennung in der Spalte B ignoriert ausgeblendete Werte und natürlich auch ausgefilterte.

Genauso wie mit der Region West kann für alle anderen Regionen verfahren werden. Interessanterweise bleibt die Summenformel in der Zeile 503 erhalten und zeigt auch den jeweils gültigen Wert. Es können aber auch Auswertungen durch stufenweisen Einsatz des Filters erstellt werden.

Ist z. B. der Umsatz in der Region West für alle Metallschrauben im Jahre 2011 gesucht, so müssen lediglich die Filtereinstellungen hintereinander durchgeführt werden (Abb. 4.20).



Abb. 4.20 Stufenweise filtern

	A	B	C	D	
1	Region	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie	
324	West	Näher	Arnsberg GmbH	Metallschrauben	
331	West	Näher	Arnsberg GmbH	Metallschrauben	
338	West	Holzer	Enkel & Nachfolger	Metallschrauben	
355	West	Näher	Freimann KG	Metallschrauben	
502					
503					

**Lektion 4.12 Den erweiterten Filter verwenden**

In der Menügruppe *Sortieren und Filtern* gibt es noch den *Erweiterten Filter*. Seine Anwendung wird wie folgt durchgeführt. Auf einem separaten Arbeitsblatt, und nur ein separates Arbeitsblatt macht bei großen Tabellen Sinn, wird eine Kopie des Tabellenkopfes, der die Spaltenbeschriftungen enthält, übertragen (Abb. 4.21).

**Abb. 4.21** Spezialfilter

Zu jedem Eintrag können Filterelemente definiert werden. Filterelemente in einer Zeile sind UND-verknüpft und müssen alle erfüllt sein. Filterelemente in unterschiedlichen Zeilen sind ODER-verknüpft und stellen Alternativen dar.

Mit dem Aufruf des erweiterten Filters auf dem neuen Arbeitsblatt öffnet sich ein Dialogfenster, in dem immer zuerst *das Ergebnis an eine andere Stelle kopieren* gewählt werden sollte.

Dann werden mit dem Bereichswähler der Listebereich, der Kriterienbereich, der aus der Überschriftenzeile und den Zeilen mit den Kriterien besteht, ohne Leerzeilen und Leerspalten und die Zelle, ab der das Ergebnis eingestellt werden soll, markiert. Die Schaltfläche *OK* startet die Auswertung.

Für das Anwendungsbeispiel soll die Aufgabe, alle Verkäufe in der Region Nord für Gleit- und Wälzlager im Jahre 2011 zu zeigen, gelöst werden. Auf ein neues Arbeitsblatt wird die Kopfzeile aus den Quelldaten übertragen. Dann werden die Filterkriterien einge-  
tragen (Abb. 4.22).

**Abb. 4.22** Kriterienbereich

	A	B	C	D	E
1	Region	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie	Umsatz
2	Nord			Gleitlager	
3	Nord			Walzlager	

F	G	H
Auftragsnummer	Auftragseingang	Auftragseingang
	>1.1.2011	<31.12.2011
	>1.1.2011	<31.12.2011

8	Region	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie	Umsatz	Auftragsnummer	Auftragseingang
9	Nord	Hauer	Bartmann KG	Walzlager	686	A2011006	03.01.2011
10	Nord	Müller	Enkel & Nachfolger	Gleitlager	3.963	A2011075	01.02.2011
11	Nord	Altmann	Pieper & Co.	Walzlager	7.483	A2011099	07.02.2011
12	Nord	Müller	Enkel & Nachfolger	Gleitlager	3.963	A2011075	23.02.2011
13	Nord	Altmann	Pieper & Co.	Walzlager	7.483	A2011099	06.03.2011
14	Nord	Lehmann	Uhlmann GmbH	Walzlager	5.213	A2011073	11.03.2011
15	Nord	Altmann	Pieper & Co.	Walzlager	7.483	A2011099	07.04.2011
16	Nord	Müller	Enkel & Nachfolger	Gleitlager	3.963	A2011075	27.06.2011
17	Nord	Müller	Enkel & Nachfolger	Gleitlager	3.963	A2011075	19.07.2011
18	Nord	Hauer	Bartmann KG	Walzlager	686	A2011006	08.10.2011
19	Nord	Lehmann	Uhlmann GmbH	Walzlager	5.213	A2011073	06.12.2011

**Abb. 4.23** Filterergebnis

Es wird der *erweiterte Filter* aufgerufen und *An eine andere Stelle kopieren* gewählt. Der Listenbereich ist in den Quelldaten A1:G501. Mit dem Bereichswähler und Anklicken des Blattregisters gelang man in die Quelldaten. Dort wird die Zelle A1 markiert und dann mit den Tasten STRG + UMSCH + Ende der ganze Tabellenbereich. Der Kriterienbereich ist auf dem neuen Arbeitsblatt A1:H3. Unter *Kopieren nach* wird die Zelle A8 auf dem neuen Arbeitsblatt angegeben. Das Ergebnis zeigt Abb. 4.23.

Auf eine Besonderheit beim erweiterten Filter soll noch hingewiesen werden. Benötigt man für einen Spaltenwert zwei oder mehr UND-verknüpfte Kriterien, so können weitere gleiche Kopfelemente eingefügt werden.

### 4.3 Teilergebnisse bilden

Aus einer Datenbank müssen mitunter nur wenige Spalten ausgewertet werden. Und dies auf einfache Weise durch Summen- und/oder Produktbildung.

- X\_04-04\_Verkaufsliste mit Teilergebnissen.xlsx

Excel hält dafür ein paar spezielle Standardfunktionen parat.

#### Lektion 4.13 Die Methode Teilergebnisse

Eine sehr schnelle Methode, Teilsommen in Tabellen zu bilden wird nachfolgend beschrieben. Im ersten Schritt wird eine Kopie der Quelldaten angelegt. Darin wird

eine Zelle in der Spalte markiert, von der die Teilsummen bestimmt werden sollen (Abb. 4.24).



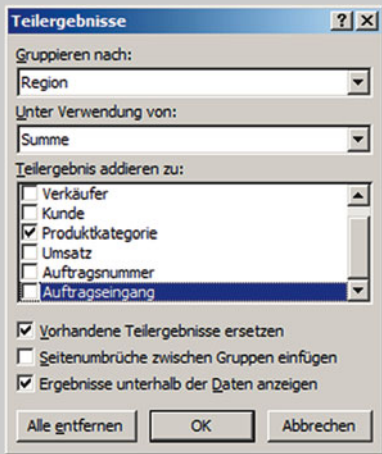
**Abb. 4.24** Markierte Spalte für Teilergebnisse

Im nächsten Schritt wird die Liste nach dieser Spalte sortiert. Dazu werden die Symbole im Register *Daten* in der Gruppe *Sortieren und Filtern* benutzt. Diese Methoden erkennen Tabellenüberschriften zusammenhängender Datenbereiche und sortieren auf- bzw. absteigend (Abb. 4.25).



**Abb. 4.25** Sortierwahl

Im letzten Schritt wird im Register *Daten* in der Gruppe *Gliederung* die Methode *Teilergebnis* aufgerufen. In dem sich öffnenden Dialogfenster müssen notfalls Korrekturen vorgenommen werden (Abb. 4.26).



**Abb. 4.26** Einstellungen zu den Teilergebnissen

**Abb. 4.27** Teilergebnisse

1	2	3		D	E
	1			Produktkategorie	Umsatz
+	28			Dichtungen Ergebnis	132.259
+	65			Druckfedern Ergebnis	151.743
+	108			Gelenkbolzen Ergebnis	258.360
+	134			Gleitlager Ergebnis	104.678
+	165			Kegelräder Ergebnis	163.886
+	183			Kettenglieder Ergebnis	58.035
+	248			Kupplungen Ergebnis	233.170
+	281			Metallschrauben Ergebnis	138.025
+	298			Nieten Ergebnis	82.439
+	350			Stirnräder Ergebnis	225.916
+	381			Tellerfedern Ergebnis	112.000
+	396			Vierkant Ergebnis	72.876
+	430			Wälzlager Ergebnis	118.660
+	462			Zahnräder Ergebnis	107.385
+	516			Zugfedern Ergebnis	248.712
-	517			Gesamtergebnis	2.208.142

Als Ergebnis liegt eine Gliederung vor, in der zusätzlich die Teilergebnisse eingetragen sind.

Im Anwendungsbeispiel wird eine Zelle in der Spalte Produktkategorie gewählt. Dann wird die Sortierung aufgerufen und danach die Methode Teilergebnisse. Unter *Gruppieren nach* muss die Produktkategorie eingestellt werden. Als Summe, hier sind auch andere Funktionen einstellbar, soll der Umsatz gebildet werden und nicht der Auftragseingang.

Das Ergebnis ist eine Gliederung, bei der die Gliederungsebene 2 alle gesuchten Teilergebnisse zeigt. Nicht erforderliche Spalten werden ausgeblendet (Abb. 4.27).

Die Schaltflächen oben links mit den Ziffern 1, 2 und 3 bilden die Gliederungsebenen. Die Auswertungsspalte, hier Produktkategorie, erhält einen speziellen Autofilter, der das Aus- und Einblenden der Teilergebnisse erlaubt. Diese Auswertungsform kann mit allen Spalten durchgeführt werden.

Auch wenn für die Methode *Teilergebnisse* eine Kopie der Quelldaten genutzt wird, so ist die Gliederung bei mehreren Auswertungen eher lästig. Ein einfacherer Weg ist da die Nutzung der Summen-Standard-Funktionen. Sie kann komplexe Formen annehmen, besonders wenn mit den logischen Funktionen UND und ODER gearbeitet wird.

- X\_04-05\_Stückliste.xlsx

#### Lektion 4.14 Summen-Standardfunktionen

Die Summen-Standardfunktionen führen in Excel ein Schattendasein. Das liegt sicher daran, dass viele Anwender die Möglichkeiten nicht kennen, die ihnen die-

se Funktionen bieten. Die nachfolgend beschriebenen Funktionen nutzen allesamt Suchkriterien für eine Auswahl.

**Suchkriterien**

Ein Suchkriterium kann eine Zahl, ein Ausdruck, ein Zellbezug oder eine Zeichenfolge sein, durch die definiert werden, welche Zellen gezählt werden sollen. Suchkriterien können z. B. als Zahlenwert 123, als Bedingung „> 10“, als Inhalt einer Zelladresse A3, oder als Text „A123“ formuliert werden.

Suchkriterien können außerdem Platzhalterzeichen wie Fragezeichen (?) und Sternchen (\*) enthalten. Ein Fragezeichen ersetzt ein Zeichen; ein Sternchen ersetzt eine beliebige Zeichenfolge. Soll nach einem Fragezeichen oder Sternchen gesucht werden, dann muss ein Tilde (~) vor das zu suchende Zeichen gesetzt werden. Bei Suchkriterien wird die Groß- und Kleinschreibung nicht beachtet.

Für die Betrachtung dient ein einfaches Stücklistenbeispiel in Abb. 4.28.

	A	B	C	D	E
1	12	Senkschraube	M8	80	21,45
2	10	Zylinderschraube	M6	65	11,78
3	20	Sechskantmutter	M8		8,45
4	16	Flügelmutter	M8		9,45

**Abb. 4.28** Stücklistenbeispiel

**ZÄHLENWENN**

Die Funktion ermittelt die Anzahl der Zellen im Kriterienbereich, die einem einzelnen angegebenen Suchkriterium entsprechen. Es können beispielsweise alle Zellen gezählt werden, die mit einem bestimmten Buchstaben beginnen oder alle Zahlen in Zellen, die größer oder kleiner als eine angegebene Zahl sind.

Syntax

ZÄHLENWENN(Kriterienbereich;Suchkriterien)

Beispiel:

= ZÄHLENWENN(B1:B4;"\*schraube")

Bestimmt die Anzahl Zellen im Kriterienbereich B1:B4, deren Bezeichnung mit „schraube“ endet. Das Beispiel liefert als Ergebnis 2.

**ZÄHLENWENNS**

Diese Funktion wendet Suchkriterien auf Zellen in mehreren Kriterienbereichen an und zählt, wie oft alle Suchkriterien zusammen zutreffen. Jeder zusätzliche Bereich muss die gleiche Anzahl von Zeilen und Spalten wie das Argument Kriterienbereich1 aufweisen. Die Bereiche müssen nicht direkt nebeneinander liegen.

### Syntax

ZÄHLENWENNS(Kriterienbereich1;Kriterien1;[Kriterienbereich2,Kriterien2] ...)

Es sind bis zu 127 Bereich/Kriterien-Paare zulässig.

Beispiel:

= ZÄHLENWENNS(A1:A4;">10";D1:D4;">0")

Bestimmt die Anzahl Zeilen, deren Werte im Bereich A1:A4 größer 10 und deren Werte im Bereich D1:D4 gleichzeitig größer 0 sind. Das Beispiel liefert als Ergebnis 1.

### SUMMEWENN

Mit dieser Funktion können Werte aus dem angegebenen Wertebereich addiert werden, die den angegebenen Kriterien im Kriterienbereich entsprechen. Wird der Wertebereich nicht angegeben, dann werden die Werte des Kriterienbereichs addiert.

Syntax

SUMMEWENN(Kriterienbereich;Suchkriterien;[Wertebereich])

Beispiel:

= SUMMEWENN(B1:B4;"\*Schraube";E1:E4)

Bestimmt die Summe der Werte in den Zeilen, deren Bezeichnung im Bereich B1:B4 mit „schraube“ endet. Das Beispiel liefert als Ergebnis 33,23.

### SUMMEWENNS

Diese Funktion addiert die Werte aus dem Wertebereich, wenn mehreren Kriterien in ihren zugeordneten Kriterienbereichen erfüllt sind. Die Kriterienbereiche müssen nicht zwangsläufig unterschiedlich sein.

Syntax

SUMMEWENNS(Wertebereich;Kriterienbereich 1;Kriterium 1;[Kriterienbereich 2,Kriterium 2]; ...)

Achtung! Die Reihenfolge der Argumente ist bei den Funktionen SUMMEWENN und SUMMEWENNS verschieden. Das Argument Summenbereich ist in SUMMEWENNS das erste Argument, während es in SUMMEWENN das dritte Argument ist.

Beispiel:

= SUMMEWENNS(E1:E4; C1:C4; "M8"; B1:B4; "\* Mutter")

Bestimmt die Summe der Werte in den Zeilen, deren Größe im Bereich C1:C4 gleich „M8“ ist und deren Bezeichnung im Bereich B1:B4 mit „mutter“ endet. Das Beispiel liefert als Ergebnis 17,9.

**SUMMENPRODUKT**

Multipliziert die einander entsprechenden Komponenten der angegebenen Matrizen miteinander und gibt die Summe dieser Produkte zurück.

Syntax

SUMMENPRODUKT(Matrix1;[Matrix2];[Matrix3]; ...)

Die angegebenen Matrizen müssen bezüglich der Zeilen- und Spaltenanzahl identisch sein. Matricelemente, die keine numerischen Ausdrücke sind, werden so behandelt als wären sie mit 0 belegt.

Beispiel:

= SUMMENPRODUKT((A1:A4)\*(E1:E4)\*(C1:C4="M8"))

Wenn in der Spalte A die Menge, in der Spalte E der Stückpreis und in Spalte C die Größe der Bauteile steht, hier mit M8 vorgegeben, dann bestimmt diese Funktion die Gesamtkosten aller M8-Teile. Die Funktion nutzt dabei den Eigenschaftswert einer Bedingung, die, wenn sie erfüllt ist den Wert 1 besitzt, ansonsten 0. Das Beispiel liefert als Ergebnis 577,6.

► X\_04-06\_Verkaufsliste mit ZÄHLENWENN.xlsx

Die Anwendung von ZÄHLENWENN auf die Verkaufsliste liefert Häufigkeiten.

**Abb. 4.29** Anwendung von ZÄHLENWENN

I	J
Produktkategorie	Anzahl
Metallschrauben	32
Zugfedern	53
Kupplungen	64

Die Zelle J2 (Abb. 4.29) erhält die Formel

= ZÄHLENWENN(D:D;I2)

und wird auf die Zellen darunter übertragen, soweit wie Suchkriterien in der Spalte I stehen.

- X\_04-07\_Verkaufsliste mit ZÄHLENWENNS.xlsx

Bei mehreren Kriterien kommt ZÄHLENWENNS zum Einsatz.

**Abb. 4.30** Anwendung von ZÄHLENWENNS

I	J	K
Produktkategorie	Kunde	Anzahl
*federn	Anderer & Sohn	9
*federn	Hobel GmbH	4
*rader	Bahr oHG	8

Die Zelle K2 (Abb. 4.30) erhält die Formel

= ZÄHLENWENNS(D:D;I2;C:C;J2)

und wird ebenfalls auf weitere Zellen übertragen.

- X\_04-08\_Verkaufsliste mit SUMMEWENN.xlsx
- X\_04-09\_Verkaufsliste mit SUMMEWENNS.xlsx

Die entsprechenden Umsatzsummen ergeben sich durch die Funktionen SUMMEWENN und SUMMEWENNS.

**Abb. 4.31** Anwendung von SUMMEWENN

I	J
Produkt	Summe
Metallschrauben	138.025
Zugfedern	248.712
Kupplungen	233.170

Die Zelle J2 (Abb. 4.31) erhält die Formel

= SUMMEWENN(D:D;I2;E:E)

und wird ebenfalls übertragen.

**Abb. 4.32** Anwendung von SUMMEWENNS

I	J	K
Produktkategorie	Kunde	Summe
*federn	Anderer & Sohn	16.729
*federn	Hobel GmbH	31.684
*rader	Bahr oHG	34.160

Die Zelle K2 (Abb. 4.32) erhält die Formel

= SUMMEWENNS(E:E;D:D;I2;C:C;J2)

und auch hier wird die Formel übertragen.

- X\_04-10\_Verkaufsliste mit SUMMENPRODUKT.xlsx

Mit der Funktion SUMMENPRODUKT lassen sich sehr komplexe Auswertungen gestalten.



**Abb. 4.33** Anwendung von SUMMENPRODUKT

I	J	K	L
Produktkategorie	Kunde	Anzahl	
Metallschrauben		32	
Metallschrauben		14	
Metallschrauben	Enkel & Nachfolger	4	

M	N	O	P	Q	R
Anzahl Metallschrauben					
Anzahl Metallschrauben mit Umsatz > 3000					
Anzahl Metallschrauben des Kunden Enkel & Nachfolger mit Umsatz > 3000					

Die Darstellung in Abb. 4.33 zeigt drei Beispiele für Auswertungsmöglichkeiten.  
Eine dritte Möglichkeit zur schnellen Bildung von Teilergebnissen sind die Datenbankfunktionen.

**Lektion 4.15 Datenbankfunktionen**

Die Datenbankfunktionen dienen zur schnellen Auswertung großer Datenmengen nach Kriterien.

**Datenbank (DB)**

Das Basismodell für relationale Datenbanken wurde 1970 von dem Mathematiker Codd entwickelt und mithilfe der Mengentheorie beschrieben. In einem relationalen Datenbankdesign muss es für jedes Objekt eine Relation (Tabelle) geben. Sie besitzt Tupel (Zeilen) mit Attributen (Spalten). Ein Element darin wird als Datenbankfeld bezeichnet. Die erste Zeile der Tabelle enthält Beschriftungen für die einzelnen Spalten. Alle Funktionen beginnen mit DB. Nachfolgend die wichtigsten.

**DBANZAHL und DBANZAHL2**

Die Funktion DBANZAHL bestimmt die Anzahl Tupel in einer Datenbank, deren Datenbankfelder den Suchkriterien entsprechen. Fehlt das Datenbankfeld, dann werden alle Datenbankfelder gewertet, die dem Suchkriterium entsprechen. Die Funktion DBANZAHL2 untersucht die nichtleeren Datenbankfelder.

Syntax

DBANZAHL(Datenbank; Datenbankfeld; Suchkriterien)

Beispiel:

Der Datenbereich A1:E5 bekommt einen Namen *Datenbank* (Abb. 4.34).

H2 = DBANZAHL(Datenbank;A1;G1:G2)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Stck	Bezeichnung	Kennung	Länge	Preis		Bezeichnung	Anzahl
2	12	Senkschraube	M8	80	21,45		*schraube	2
3	10	Zylinderschraube	M6	65	11,78			
4	20	Sechskantmutter	M8		8,45			
5	16	Flügelmutter	M8		9,45			

**Abb. 4.34** Anwendung von DBANZAHL in der Stückliste

**DBSUMME und DBSUMME2**

Die Funktion summiert Werte in einer Datenbank, die den angegebenen Suchkriterien entsprechen. Fehlt das Datenbankfeld, dann werden alle Einträge gewertet, die dem Suchkriterium entsprechen. Die Funktion DBSUMME2 untersucht die nichtleeren Datenbankfelder.

Syntax  
DBSUMME(Datenbank;Datenbankfeld;Suchkriterien)  
Beispiel (Abb. 4.35):

H2 = DBSUMME(Datenbank;E1;G1:G2)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Stck	Bezeichnung	Kennung	Länge	Preis		Bezeichnung	Preis
2	12	Senkschraube	M8	80	21,45		*mutter	17,9
3	10	Zylinderschraube	M6	65	11,78			
4	20	Sechskantmutter	M8		8,45			
5	16	Flügelmutter	M8		9,45			

**Abb. 4.35**    Anwendung von DBSUMME in der Stückliste

**DBPRODUKT**

Multipliziert die Werte in einer Datenbank, die den angegebenen Bedingungen entsprechen. Diese Funktion findet wenig Anwendung, da in der Regel Ergebnisse auch aus Produkten summiert werden.

Syntax  
DBPRODUKT(Datenbank;Datenbankfeld;Suchkriterien)  
Beispiel (Abb. 4.36):  
Der Datenbereich A1:C7 bekommt einen Namen *Datenbank*.

F2 = DBPRODUKT(Datenbank;C1;E1:E2)

	A	B	C	D	E	F
1	Bezeichnung	Maß	Wert		Bezeichnung	Fläche
2	Grundfläche	Länge	34,5		Grundfläche	269,1
3	Seitenfläche	Breite	6,3			
4	Deckfläche	Länge	15,6			
5	Grundfläche	Breite	7,8			
6	Deckfläche	Breite	9,2			
7	Seitenfläche	Länge	12,3			

**Abb. 4.36**    Anwendung von DBPRODUKT

- ▶ X\_04-11\_Verkaufsliste mit DBANZAHL.xlsx
- ▶ X\_04-12\_Verkaufsliste mit DBANZAHL.xlsx

**Abb. 4.37** Anwendungsbeispiel Verkaufsliste

	D	E	F	G
1	Produktkategorie	Umsatz	Auftragsnummer	Auftragseingang
2	Metallschrauben	7.767	A2010043	01.01.2010
3	Zugfedern	121	A2010094	02.01.2010
4	Kupplungen	1.490	A2010099	06.01.2010

H	I	J
	Produktkategorie	Anzahl
	Metallschrauben	32
	Zugfedern	53
	Kupplungen	64

**Abb. 4.38** Anwendungsbeispiel mit zwei Kriterien

	B	C	D	E
1	Verkäufer	Kunde	Produktkategorie	Umsatz
2	Weber	Rüthing GmbH	Metallschrauben	7.767
3	Lehrer	Anderer & Sohn	Zugfedern	121
4	Filzer	Pollen GmbH	Kupplungen	1.490
5	Ilhl	Bahr oHG	Wahlplaner	1.611

F	G	H	I	J	K
Auftragsnummer	Auftragseingang		Produktkategorie	Kunde	Anzahl
A2010043	01.01.2010		*federn	Anderer & Sohn	9
A2010094	02.01.2010		*federn	Hobel GmbH	4
A2010099	06.01.2010		*räder	Bahr oHG	8
A2010070	07.01.2010				

Aus der Verkaufsliste sollen die Anzahlen bestimmter Produktkategorien bestimmt werden (Abb. 4.37).

Der Datenbereich A1:G501 bekommt den Namen *Datenbank*.

Das Datenbankfeld E1 den Namen *Umsatz*.

$$J2 = \text{DBANZAHL}(\text{Datenbank}; \text{Umsatz}; \$I\$1:\$I\$2)$$

Würde nur diese Formel übertragen, stünde in J3 die Summe aller Metallschrauben und Zugfedern. Daher müssen die zuvor ermittelten Summen abgezogen werden. Nun wird auch verständlich, warum der Kriterienbereich mit einer Adresse (teilweise absolut und relativ) genannt wird.

$$J3 = \text{DBANZAHL}(\text{Datenbank}; \text{Umsatz}; \$I\$1:\$I\$3) - \text{DBANZAHL}(\text{Datenbank}; \text{Umsatz}; \$I\$1:\$I\$2)$$

Die Formel kann auf weitere Zellen übertragen werden.

$$J4 = \text{DBANZAHL}(\text{Datenbank}; \text{Umsatz}; \$I\$1:\$I\$4) - \text{DBANZAHL}(\text{Datenbank}; \text{Umsatz}; \$I\$1:\$I\$3)$$

Das nächste Beispiel zeigt die Anwendung mit zwei Kriterien (Abb. 4.38). Die Namensgebung bleibt die gleiche.

$$K2 = \text{DBANZAHL}(\text{Datenbank}; \text{Umsatz}; \$I\$1:\$J\$2)$$

$$K3 = \text{DBANZAHL}(\text{Datenbank}; \text{Umsatz}; \$I\$1:\$J\$3) - \text{DBANZAHL}(\text{Datenbank}; \text{Umsatz}; \$I\$1:\$J\$2)$$

$K4 = \text{DBANZAHL}(\text{Datenbank}; \text{Umsatz}; \$I\$1:\$J\$4) - \text{DBANZAHL}(\text{Datenbank}; \text{Umsatz}; \$I\$1:\$J\$3)$

Ähnlich verhält es sich mit den Summen.

- ▶ X\_04-13\_Verkaufsliste mit DBSUMME.xlsx
- ▶ X\_04-14\_Verkaufsliste mit DBSUMME.xlsx
- ▶ X\_04-15\_Verkaufsliste mit DBSUMME.xlsx
- ▶ X\_04-16\_Verkaufsliste mit DBSUMME.xlsx
- ▶ X\_04-17\_Verkaufsliste mit DBSUMME.xlsx

## 4.4 Das Multitalent PivotTable

Der Name Pivot kommt aus dem Französischen und bedeutet so viel wie Dreh- oder Angelpunkt. Pivot-Tabellen in Excel bieten viele Möglichkeiten, Daten in verschiedener Art darzustellen und auszuwerten.

Zur Erstellung von Auswertungen in einer Pivot-Tabelle, bietet Excel einen Pivot-Assistenten an. Doch dieser setzt voraus, dass die Form des Ergebnisses bekannt ist. Dabei genügt es, eine beliebige Auswertung zu erstellen, die später meistens sowieso umgestellt wird. Diese Umstellungen lassen sich im Pivot-Schema sehr leicht durchführen, also warum nicht direkt mit dem Pivot-Schema starten?

### Lektion 4.16 Das Pivot-Schema

Bisher wurden Daten von Elementen senkrecht angeordnet und Teilergebnisse darunter bestimmt (Abb. 4.39).

	Element 1	Element 2	
	Daten	Daten	
	Summe 1	Summe 2	

**Abb. 4.39** Schema von Teilergebnissen

Pivot ordnet nun den Elementen lediglich die Teilergebnisse in Zeilen zu. Dabei fallen die einzelnen Datenelemente fort (Abb. 4.40).

Element 1	Summe 1
Element 2	Summe 2

**Abb. 4.40** Teilergebnisse in Zeilen

Diese Anordnung erlaubt es dann, Elemente nach einem zweiten Kriterium in Spalten anzuordnen (Abb. 4.41).

	Element 2.1	Element 2.2
Element 1.1	Summe 1.1	Summe 1.2
Element 1.2	Summe 2.1	Summe 2.2

**Abb. 4.41** Schema mit zwei Spalten

Werden solche Tabellen noch Elementen nach einem dritten Kriterium zugeordnet, so ergibt sich für jedes Element eine eigene Tabelle. Dieses Kriterium wird über der Tabelle angeordnet. So entsteht das Pivot-Schema (Abb. 4.42).

Seitenfeld	
	Spaltenfeld
Zeilenfeld	Summenfeld

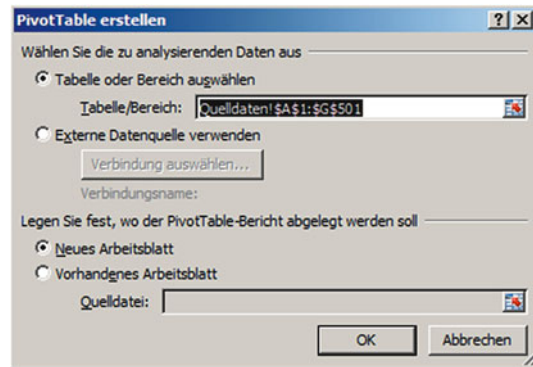
**Abb. 4.42** Das Pivot-Schema

In der Version 2010 muss das Pivot-Schema nach dem Öffnen einer Pivot-Tabelle über das Register *Optionen* in den *PivotTable-Tools* aufgerufen werden. In der Gruppe *PivotTable* gibt es eine Schaltfläche *Optionen* mit der Methode *Optionen*. Darunter öffnet sich ein Dialogfenster, unter dem das Register *Anzeige* die Anzeige des klassischen PivotTable-Layouts ermöglicht. Dort wird auch angegeben, was das Layout ermöglicht, nämlich das Ziehen von Feldern in das Layout.

Es gibt auch noch die Möglichkeit über Bereichsfelder unter der Feldliste zu arbeiten.

- X\_04-18\_Verkaufsliste pivotisiert.xlsx

**Abb. 4.43** Pivot-Tabelle erstellen



Als Übungsvorlage dient wiederum die Verkaufsliste. Eine Pivot-Tabelle steht immer in einem eigenen Bereich, ob auf einem neuen oder auf dem vorhandenen Arbeitsblatt. Die Quelldaten bleiben unberührt.

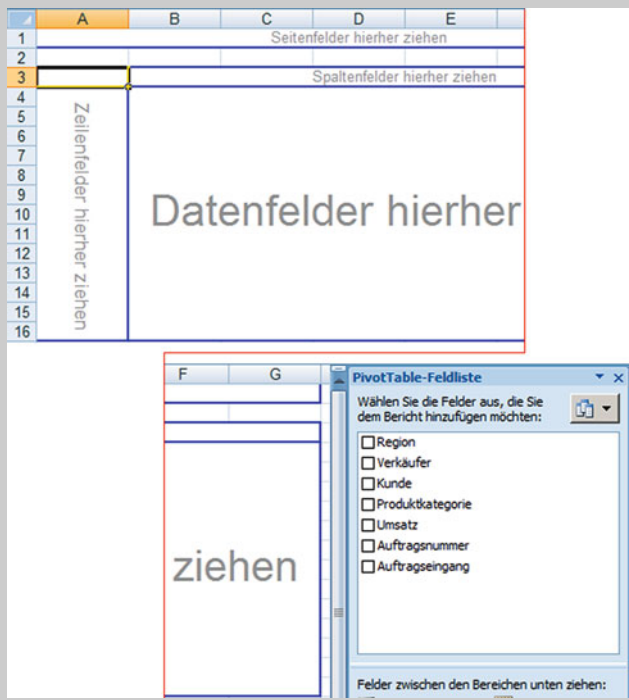
#### Lektion 4.17 Eine Pivot-Tabelle erstellen

Als ersten Schritt wird eine Zelle in der wohlgeordneten Tabelle markiert. Danach wird im Register *Einfügen* in der Gruppe *Tabellen* die Methode *PivotTable* aufgerufen. Es öffnet sich ein Dialogfenster, in dem der Bereich der Quelldaten noch einmal angezeigt wird. Mit der Schaltfläche *OK* wird eine Pivot-Tabelle möglichst auf einem extra Arbeitsblatt erstellt.

Die Anwendung von PivotTable auf die Verkaufsliste wird damit gestartet, dass zuerst eine Zelle in der wohlgeformten Tabelle (ohne leere Zeilen und Spalten) markiert wird. Welche ist egal, da nur die Grenzen um diese Zelle ermittelt werden. Danach wird die Methode PivotTable wie zuvor beschrieben aufgerufen (Abb. 4.43).

#### Lektion 4.18 Das Pivot-Schema aufrufen

Mit einer geöffneten Pivot-Tabelle werden gleichzeitig zwei neue Register *Optionen* und *Entwurf* im Menüband installiert. Unter *Optionen* in der Gruppe *PivotTable* gibt es ebenfalls eine Methode *Optionen*, mit der sich ein Dialogfenster öffnen lässt. Unter dem Register *Anzeige* kann dann das *Klassische PivotTable-Layout* angewählt werden. Danach hat das Arbeitsblatt den dargestellten Aufbau (Abb. 4.44).



**Abb. 4.44** Pivot-Schema auf einem Arbeitsblatt

Links auf dem Arbeitsblatt ist das Schema zu sehen und rechts die Feldliste, in der alle Spaltenüberschriften der Quelldaten als Elemente zu sehen sind. Durch einen Klick auf das Auswahl-symbol, z. B. auf Region, wird das Feldelement in das Zeilenfeld gestellt (Abb. 4.45).



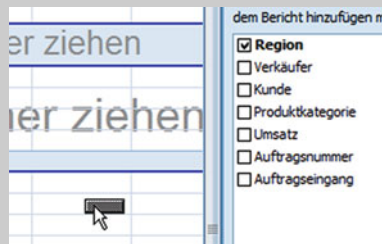
**Abb. 4.45** Schema durch Anklicken füllen

Nach dem Klicken befinden sich im Zeilenfeld alle Regionen ohne Duplikate und das Seitenfeld enthält einen Filter zur Auswahl. Das Seitenfeld lässt mit der Maustaste durch Anklicken und Festhalten wieder aus dem Schema ziehen. Dadurch ist

das Schema wieder leer. Genauso können alle anderen Feldelemente eingestellt und wieder entfernt werden. Es ergibt sich ein erster Eindruck über den Inhalt der Datengruppen.

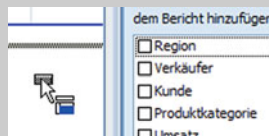
#### Lektion 4.19 Feldelemente durch Ziehen im Schema positionieren

Das Schema erlaubt eine Positionierung der Feldelemente auch durch Ziehen aus der Liste auf das Schema. Dazu wird zunächst das entsprechende Feldelement angeklickt und mit gedrückter linker Maustaste auf das Schema gezogen. Solange sich der Mauszeiger nicht im Schema befindet, hat er zusätzlich ein kleines graues Rechteck (Abb. 4.46).



**Abb. 4.46** Mauszeiger außerhalb des Schemas

Erst wenn der Mauszeiger sich auf dem Schema befindet, bekommt der Zeiger eine kleinere Darstellung des Schemas angehängt. Darin ist das Feld blau ausgefüllt, über dem sich der Mauszeiger gerade befindet. So lässt sich das Feldelement einfach positionieren (Abb. 4.47).



**Abb. 4.47** Mauszeiger über dem Schema

Wenn auch das Ziehen der Feldelemente in das Zeilenfeld einen Überblick über die Daten verschafft, so geht es doch hier um Datenauswertung. Mit dem Ziehen des Feldelements Region in das Zeilenfeld und dem Ziehen des Feldelements Umsatz in das Wertefeld, ergibt sich eine erste Auswertung. Das Wertefeld ist standardmäßig auf Summenbildung



**Abb. 4.48** Währungsformat für das Wertefeld

	A	B
1	Seitenfelder hierher ziehen	
2		
3	Summe von Umsatz	
4	Region	Ergebnis
5	Nord	629993,12
6	Ost	347189,42
7	Süd	544163,43
8	West	686795,87
9	Gesamtergebnis	2208141,84

eingestellt. Den Werten im Summenfeld wird anschließend über das Kontextmenü das Währungsformat zugeordnet (Abb. 4.48).

Eine Pivot-Tabelle hat auch immer den Verweis auf die Quelldaten, die zu einem Ergebnis beigetragen haben. Ein Doppelklick auf ein Wertefeld zeigt in einem neuen Arbeitsblatt die Daten zu diesem Ergebnis (Abb. 4.49).

Eine Überprüfung des Umsatzes mit der Methode *Autosumme* liefert das gleiche Ergebnis. So kann jedes im *Wertefeld* gebildete Ergebnis überprüft werden. Es entstehen bei der Arbeit mit Pivot-Tabellen sehr schnell viele Arbeitsblätter. Den Registern der Arbeitsblätter sollten immer aussagekräftige Namen zum Inhalt gegeben werden.

Für eine weitere Übung wird noch einmal eine Pivot-Tabelle erstellt. Diesmal aber mit den Umsätzen der Produktkategorien. Sie sollte dann das Aussehen wie in Abb. 4.50 haben.

In dieser Tabelle soll die Bezeichnung der Ergebniswerte geändert werden. Dabei ist zu beachten, dass für Bezeichnungen keine Feldelemente-Namen verwendet werden.

Um die Bezeichnung ändern zu können, muss immer eine beliebige Zelle der zugehörigen Bezeichnung markiert werden. Das gilt für alle Bezeichnungen. Danach wird über das Kontextmenü die Methode *Wertfeldeinstellungen* aufgerufen. In dem sich öffnenden Dialogfeld kann der Eintrag unter *Benutzerdefinierter Name* geändert werden (Abb. 4.51).

Statt *Summe von Umsatz* wird *Gesamtumsatz* eingetragen. Hier besteht auch die Möglichkeit, eine andere Auswertungsfunktion statt Summe zu wählen.

**Abb. 4.49** Liste der am Ereignis beteiligten Einträge

	A	B	C	D
1	Region	Verkäufe	Kunde	Produktkategorie
67	Ost	Gärtner	Bahr oHG	Walzlager
68	Ost	Filzer	Pollen GmbH Kupplungen	
69	Ost	Wanda	Conen oHG 8 Stimrader	
70	Ost	Wanda	Ehrmann Gm Zugfedern	
71	Ost	Uhl	Kramer Gmbl Kegelräder	
72	Ost	Wanda	Freimann KG Gleitlager	
73				
74				
75				

E	F	G
Umsatz	Auftragsnumm	Auftragseingar
8401,99	A2010062	09.06.2010
1490,03	A2010099	04.06.2010
1712,06	A2010084	31.05.2010
4831,87	A2010048	01.05.2010
9004	A2010089	16.05.2010
6500,32	A2010059	06.05.2010
347189,42		
Σ		

**Abb. 4.50** Umsatzsummen  
der Produktkategorien

	A	B
1		
2		
3	Summe von Umsatz	
4	Produktkategorie	Ergebnis
5	Dichtungen	132.258,91 €
6	Druckfedern	151.742,50 €
7	Gelenkbolzen	258.360,44 €
8	Gleitlager	104.677,75 €
9	Kegelräder	163.886,39 €
10	Kettenglieder	58.035,42 €
11	Kupplungen	233.169,82 €
12	Metallschrauben	130.257,29 €
13	Nieten	82.438,64 €
14	Stirnräder	225.915,56 €
15	Tellerfedern	112.000,05 €
16	Vierkant	80.643,00 €
17	Walzlager	118.659,88 €
18	Zahnräder	107.384,52 €
19	Zugfedern	248.711,67 €
20	Gesamtergebnis	2.208.141,84 €

**Abb. 4.51** Wertfeldeinstellungen

Summe von Umsatz	Ergebnis	Wertfeldeinstellungen
Produktkategorie		Quellenname: Umsatz
Dichtungen	132.258,91 €	Benutzerdefinierter Name: Gesamtumsatz
Druckfedern	151.742,50 €	
Gelenkbolzen	258.360,44 €	Zusammenfassen mit Werte anzeigen als
Gleitlager	104.677,75 €	Wertfeld zusammenfassen nach
Kegelräder	163.886,39 €	Wählen Sie den Berechnungstyp aus, den Sie für die Daten aus dem ausgewählten Feld
Kettenglieder	58.035,42 €	Summe
Kupplungen	233.169,82 €	Anzahl
Metallschrauben	130.257,29 €	Mittelwert
Nieten	82.438,64 €	Maximum
Stirnräder	225.915,56 €	Minimum
Tellerfedern	112.000,05 €	Produkt
Vierkant	80.643,00 €	
Walzlager	118.659,88 €	Zahlenformat
Zahnräder	107.384,52 €	
Zugfedern	248.711,67 €	
Gesamtergebnis	2.208.141,84 €	

Im nächsten Schritt wird noch einmal der Umsatz ins Wertefeld gezogen, möglichst hinter die Spalte *Gesamtumsatz*. Die Spalten können jedoch durch Ziehen der Bezeichnungszellen vertauscht werden. Es wird wieder eine Zelle im neuen Wertebereich markiert und erneut *Wertfeldeinstellungen* aus dem Kontextmenü aufgerufen. Als Bezeichnung wird dann *Umsatzanzahl* eingetragen und als Funktion *Anzahl* ausgewählt. Als Format wird noch *Zahl ohne Dezimalstellen* eingestellt (Abb. 4.52).

**Abb. 4.52** Ein Feldelement  
zweifach nutzen

	Werte	
Produktkategorie	Gesamtumsatz	Umsatzanzahl
Dichtungen	132.258,91 €	26
Druckfedern	151.742,50 €	36
Gelenkbolzen	258.360,44 €	42
Gleitlager	104.677,75 €	25
Kegelräder	163.886,39 €	30
Kettenglieder	58.035,42 €	17

**Abb. 4.53** Ein Feldelement dreifach nutzen

Produktkategorie	Werte		
	Gesamtumsatz	Umsatzanzahl	Umsatzanteile
Dichtungen	132.258,91 €	26	5,99%
Druckfedern	151.742,50 €	36	6,87%
Gelenkbolzen	258.360,44 €	42	11,70%
Gleitlager	104.677,75 €	25	4,74%
Kegelräder	163.886,39 €	30	7,42%
Kettenglieder	58.035,42 €	17	2,63%

**Abb. 4.54** Ein Feldelement vierfach nutzen

Produktkategorie	Werte			
	Gesamtumsatz	Anzahl	Anteile	Anteile Bolzen
Dichtungen	132.258,91 €	26	5,99%	51,19%
Druckfedern	151.742,50 €	36	6,87%	58,73%
Gelenkbolzen	258.360,44 €	42	11,70%	100,00%
Gleitlager	104.677,75 €	25	4,74%	40,52%
Kegelräder	163.886,39 €	30	7,42%	63,43%
Kettenglieder	58.035,42 €	17	2,63%	22,46%
Kupplungen	233.169,82 €	64	10,56%	90,25%
Metallschrauben	130.257,29 €	31	5,90%	50,42%
Nieten	82.438,64 €	16	3,73%	31,91%
Stirräder	225.915,56 €	51	10,23%	87,44%
Tellerfedern	112.000,05 €	30	5,07%	43,35%
Vierkant	80.643,00 €	15	3,65%	31,21%
Walzlager	118.659,88 €	33	5,37%	45,93%
Zahnräder	107.384,52 €	31	4,86%	41,56%
Zugfedern	248.711,67 €	53	11,26%	96,27%
Gesamtergebnis	2.208.141,84 €	500	100,00%	

Noch einmal wird der Umsatz in das Wertefeld gezogen, möglichst hinter die Spalte *Umsatzanzahl*. Diese Spalte bekommt die Bezeichnung *Umsatzanteile* und unter dem Register *Werte anzeigen als* wird *% des Gesamtergebnisses* gewählt. Als Format wird *Prozent mit einer Nachkommastelle* eingestellt (Abb. 4.53).

Ein weiteres Mal wird Umsatz in das Wertefeld, rechte Position gezogen. Die Spalte bekommt die Bezeichnung *Anteile Bolzen*. Unter *Werte anzeigen als* wird *% von* gewählt und danach muss noch angegeben werden, von was. Dazu wird *Produktkategorie* und *Gelenkbolzen* gewählt. Als Zahlenformat wird erneut *Prozent mit einer Nachkommastelle* angewendet. Hier wird der Umsatz der Gelenkbolzen mit 100 % angesehen und die anderen zeigen ihre Umsatzanteile daran (Abb. 4.54).

Diese Tabelle zeigt deutlich, welche Möglichkeiten in PivotTable stecken, auch, dass mit geschickter Wahl der Auswertungen viele Informationen gesammelt werden können. Aber auch etwas anderes wird deutlich. Bevor eine Pivot-Tabelle erstellt wird, sollte schon klar sein, welche Informationen verlangt werden.

Nicht nur das Wertefeld, sondern auch die anderen Felder können mehrfach genutzt werden. In der nächsten Auswertung soll eine Aussage über Region und Verkäufer getroffen werden. Dazu wird eine neue Pivot-Tabelle erstellt. Dann werden nacheinander Region und Verkäufer ins Zeilenfeld gezogen. Mit dem Umsatz im Wertefeld liegt das Ergebnis vor. Die ebenfalls erreichten Teilergebnisse werden dabei in zusätzlichen Zeilen eingefügt. Diese Zeilen können über das Kontextmenü auch ausgeblendet werden (Abb. 4.55).

Alternativ lässt sich die Region auch in das Spaltenfeld ziehen. Dadurch werden die Teilergebnisse Teil der Tabelle (Abb. 4.56).

**Abb. 4.55** Umsatzsummen mit Teilergebnissen

Summe von Ums		
Region	Verkäufer	Ergebnis
Nord	Altman	141.844,34 €
	Hauer	100.069,87 €
	Holzmann	60.060,12 €
	Lehmann	277.773,87 €
	Müller	50.244,92 €
Nord Ergebnis		629.993,12 €
Ost	Filzer	41.069,58 €
	Gärtner	90.222,70 €
	Uhl	110.599,80 €
	Wanda	105.297,34 €
Ost Ergebnis		347.189,42 €
Süd	Amtmann	72.293,79 €
	Becker	22.939,34 €
	Brenner	147.355,32 €
	Lehrer	62.913,47 €
	Sandmann	187.172,05 €
Süd Ergebnis		544.163,43 €
West	Bauer	147.015,27 €
	Holzer	161.279,90 €
	Näher	168.760,22 €
	Renner	55.246,00 €
	Weber	154.494,48 €
West Ergebnis		686.795,87 €
Gesamtergebnis		2.208.141,84 €

Summe von Umsatz	Region					
Verkäufer	Nord		Ost	Süd	West	Gesamtergebnis
Altman	141.844,34 €					141.844,34 €
Amtmann				72.293,79 €		72.293,79 €
Bauer					147.015,27 €	147.015,27 €
Becker				22.939,34 €		22.939,34 €
Brenner				147.355,32 €		147.355,32 €
Filzer			41.069,58 €			41.069,58 €
Sandmann				187.172,05 €		187.172,05 €
Uhl			110.599,80 €			110.599,80 €
Wanda			105.297,34 €			105.297,34 €
Weber					154.494,48 €	154.494,48 €
Weinreich				51.489,46 €		51.489,46 €
Gesamtergebnis	629.993,12 €		347.189,42 €	544.163,43 €	686.795,87 €	2.208.141,84 €

**Abb. 4.56** Umsätze der Verkäufer nach Regionen

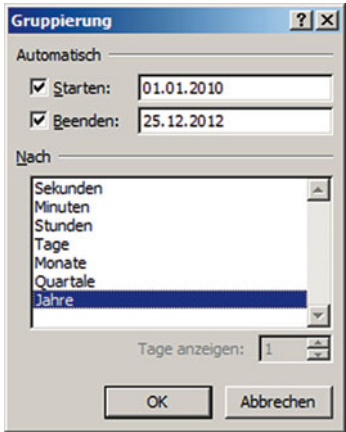
Nach der regionalen Verteilung interessiert auch der zeitliche Verlauf bei den Produktkategorien. In einer neuen Pivot-Tabelle werden nacheinander Produktkategorie und Auftragsingang ins Zeilenfeld gezogen (Abb. 4.57).

Zu jeder Kategorie werden die Datumswerte aufsteigend gelistet. Eine schöne Übersicht ist das jedoch nicht. Doch unter PivotTable gibt es die Methode der Gruppierung. Dazu wird eine beliebige Datumswelle markiert. Im Kontextmenü wird die Methode *Gruppierung*

**Abb. 4.57** Zeitliche Auswertung

Summe von Umsatz		
Produktkategorie	Auftragseingang	Ergebnis
Dichtungen	21.01.2010	9322,63
	18.03.2010	1256,56
	03.04.2010	1256,56
	06.04.2010	2655,1
	25.04.2010	5410,36
	20.05.2010	2655,1

**Abb. 4.58** Zeitliche Gruppierung



**Abb. 4.59** Jahressummen

Summe von Umsatz		
Produktkategorie	Auftragseingang	Ergebnis
Dichtungen	2010	56.267,82 €
	2011	59.266,27 €
	2012	16.724,82 €
Dichtungen Ergebnis		132.258,91 €
Druckfedern	2010	41.790,11 €
	2011	45.736,99 €
	2012	64.215,40 €
Druckfedern Ergebnis		151.742,50 €
Gelenkbolzen	2010	126.254,93 €
	2011	80.124,08 €

ung angeboten. In dem sich öffnenden Dialogfenster werden unter Starten und Beenden der kleinste und größte Wert in der Tabelle angezeigt. Hier lassen sich auch andere Zeitintervalle einstellen. Die ausgewählten Monate werden abgewählt und dafür *Jahre* markiert. In dieser Liste kann durch wiederholtes Klicken jeder Gruppierungswert ein- und ausgeschaltet werden. Es können somit auch zwei Einstellungen für ein Feldelement gewählt werden (Abb. 4.58).

Die so erhaltenen Werte bekommen ein Währungsformat (Abb. 4.59).

Eine neue Pivot-Tabelle erhält im Zeilenfeld wieder die Produktkategorie und im Spaltenfeld den Auftragseingang gruppiert nach Jahren. Der Umsatz kommt wieder ins Wertefeld und erhält die Bezeichnung *Gesamtumsatz* (Abb. 4.60).

Die Methode *Gruppierung* wird erneut geöffnet und zu den Jahren auch die Quartale gewählt. Die Bezeichnungen werden in Jahre und Quartale geändert (Abb. 4.61).

Damit sind die Jahre noch in Quartale eingeteilt. Werden Quartale und Jahre durch Ziehen vertauscht, dann stehen die Quartalszahlen der Jahre nebeneinander, ebenfalls eine interessante Betrachtungsmöglichkeit (Abb. 4.62).

Im nächsten Schritt wird das Erstellen eigener Gruppierungen gezeigt. Dazu wird wieder eine Pivot-Auswertung nach Produktkategorien erstellt. Nun sollen alle Zahnräder in einer Gruppe zusammengefasst werden. Der erste Klick erfolgt auf die Kegelräder. Danach wird die STRG-Taste gedrückt und gehalten. Nun werden noch nacheinander die anderen zugehörigen Zahnräder-Einträge angeklickt (Abb. 4.63).



**Abb. 4.60** Jahresumsätze und Gesamtergebnis

Gesamtumsatz	Jahre			
Produktkategorie	2010	2011	2012	Gesamtergebnis
Dichtungen	56.267,82 €	59.266,27 €	16.724,82 €	132.258,91 €
Druckfedern	41.790,11 €	45.736,99 €	64.215,40 €	151.742,50 €
Gelenkbolzen	126.254,93 €	80.424,98 €	51.680,53 €	258.360,44 €
Gleitlager	47.797,73 €	33.893,24 €	22.986,78 €	104.677,75 €
Kegelräder	61.930,15 €	55.644,28 €	46.311,96 €	163.886,39 €
Kettenglieder	40.785,23 €	8.627,80 €	8.622,39 €	58.035,42 €
Kupplungen	58.882,74 €	57.630,68 €	116.656,40 €	233.169,82 €
Metallschrauben	73.439,73 €	44.586,75 €	12.230,81 €	130.257,29 €
Nieten	25.645,12 €	35.721,99 €	21.071,53 €	82.438,64 €
Stirnräder	89.820,56 €	86.508,50 €	49.586,50 €	225.915,56 €
Tellerfedern	54.169,74 €	25.873,16 €	31.957,15 €	112.000,05 €
Vierkant	16.128,60 €	30.630,63 €	33.883,77 €	80.643,00 €
Walzlager	40.702,94 €	36.791,67 €	41.165,27 €	118.659,88 €
Zahnrad	43.333,70 €	32.958,70 €	31.092,12 €	107.384,52 €
Zugfedern	103.875,85 €	74.308,04 €	70.527,78 €	248.711,67 €
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>880.824,95 €</b>	<b>708.603,68 €</b>	<b>618.713,21 €</b>	<b>2.208.141,84 €</b>

**Abb. 4.61** Quartalsumsätze im Jahr

Gesamtumsatz	Jahre		Quartale			
Produktkategorie	2010		Qrt1	Qrt2	Qrt3	Qrt4
Dichtungen	10.579,19 €	14.632,22 €	21.733,78 €	9.322,63 €	10.359,90 €	10.359,90 €
Druckfedern	11.180,29 €	7.921,00 €	18.657,24 €	4.031,58 €	6.919,85 €	6.919,85 €
Gelenkbolzen	32.316,01 €	30.211,25 €	28.783,65 €	34.944,02 €	33.669,79 €	33.669,79 €
Gleitlager	36.665,79 €	9.345,18 €	1.786,76 €		9.712,90 €	9.712,90 €
Kegelräder	5.028,85 €	22.572,85 €	5.062,32 €	29.266,13 €	4.666,16 €	4.666,16 €
Kettenglieder	6.712,40 €	7.212,41 €	13.430,21 €	13.430,21 €	7.519,34 €	7.519,34 €
Kupplungen	16.967,51 €	24.737,26 €	6.749,07 €	10.428,90 €	23.320,91 €	23.320,91 €
Metallschrauben	31.036,24 €	17.306,82 €	22.521,28 €	2.575,39 €	4.707,97 €	4.707,97 €
Nieten		14.203,76 €	7.937,47 €	3.503,89 €	9.007,17 €	9.007,17 €
Stirnräder	21.730,83 €	6.125,85 €	22.803,65 €	39.160,23 €	19.069,12 €	19.069,12 €
Tellerfedern	22.064,56 €	10.782,76 €	11.486,50 €	9.835,92 €	9.885,03 €	9.885,03 €
Vierkant	7.767,45 €	6.116,29 €		2.244,86 €	10.606,01 €	10.606,01 €
Walzlager	6.824,16 €	17.489,66 €	8.268,57 €	8.120,55 €	20.865,24 €	20.865,24 €
Zahnrad	7.996,59 €	11.843,66 €	8.839,73 €	14.653,72 €		
Zugfedern	21.249,65 €	34.931,77 €	31.193,81 €	16.500,62 €	15.539,77 €	15.539,77 €
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>238.119,52 €</b>	<b>235.432,74 €</b>	<b>209.254,04 €</b>	<b>198.018,65 €</b>	<b>185.849,16 €</b>	<b>185.849,16 €</b>

**Abb. 4.62** Quartalsvergleiche in Jahren

Gesamtumsatz	Quartale		Jahre		
Produktkategorie	2010	2011	2012	Qrt1 Ergebnis	Qrt2 2010
Dichtungen	10.579,19 €	10.359,90 €		20.939,09 €	14.632,22 €
Druckfedern	11.180,29 €	6.919,85 €	23.651,54 €	41.751,68 €	7.921,00 €
Gelenkbolzen	32.316,01 €	33.669,79 €	7.530,43 €	73.516,23 €	30.211,25 €
Gleitlager	36.665,79 €	9.712,90 €		46.378,69 €	9.345,18 €
Kegelräder	5.028,85 €	4.666,16 €	18.008,00 €	27.703,01 €	22.572,85 €
Kettenglieder	6.712,40 €	7.519,34 €	6.712,40 €	20.944,14 €	7.212,41 €
Kupplungen	16.967,51 €	23.320,91 €	33.716,02 €	74.004,44 €	24.737,26 €
Metallschrauben	31.036,24 €	4.707,97 €	2.575,39 €	38.319,60 €	17.306,82 €
Nieten		9.007,17 €		9.007,17 €	14.203,76 €
Stirnräder	21.730,83 €	19.069,12 €	2.576,49 €	43.376,44 €	6.125,85 €
Tellerfedern	22.064,56 €	9.885,03 €	15.280,19 €	47.229,78 €	10.782,76 €
Vierkant	7.767,45 €	10.606,01 €	13.883,74 €	32.257,20 €	6.116,29 €
Walzlager	6.824,16 €	20.865,24 €	2.396,22 €	30.085,62 €	17.489,66 €
Zahnrad	7.996,59 €		11.384,17 €	19.380,76 €	11.843,66 €
Zugfedern	21.249,65 €	15.539,77 €	37.951,87 €	74.741,29 €	34.931,77 €
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>238.119,52 €</b>	<b>185.849,16 €</b>	<b>175.666,46 €</b>	<b>599.635,14 €</b>	<b>235.432,74 €</b>

Erneut wird über das Kontextmenü der Markierungen die Methode *Gruppierung* aufgerufen (Abb. 4.64).

Der Name der neuen Gruppe wird automatisch mit *Gruppe 1* belegt und kann durch direkte Eingabe in *Zahnrad* abgeändert werden. Die anderen Elemente, die gruppiert werden sollen, werden in der neuen Spalte (nicht in Produktkategorie) markiert und auf

**Abb. 4.63** Eigene Gruppierung erstellen

Summe von Umsatz	
Produktkategorie	Ergebnis
Dichtungen	132.258,91 €
Druckfedern	151.742,50 €
Gelenkbolzen	258.360,44 €
Gleitlager	104.677,75 €
Kegelräder	163.886,39 €
Kettenglieder	58.035,42 €
Kupplungen	233.169,82 €
Metallschrauben	130.257,29 €
Nieten	82.438,64 €
Stirnräder	225.915,56 €
Tellerfedern	112.000,05 €
Vierkant	80.643,00 €
Wälzlager	118.659,88 €
Zahnräder	107.384,52 €
Zugfedern	248.711,67 €
Gesamtergebnis	2.208.141,84 €

**Abb. 4.64** Eigene Gruppe 1

Summe von Umsatz		
Produktkategorie2	Produktkategorie	Ergebnis
⊖ Dichtungen	Dichtungen	132.258,91 €
⊖ Druckfedern	Druckfedern	151.742,50 €
⊖ Gelenkbolzen	Gelenkbolzen	258.360,44 €
⊖ Gleitlager	Gleitlager	104.677,75 €
⊖ Gruppe1	Kegelräder	163.886,39 €
	Stirnräder	225.915,56 €
	Zahnräder	107.384,52 €
⊖ Kettenglieder	Kettenglieder	58.035,42 €
⊖ Kupplungen	Kupplungen	233.169,82 €
⊖ Metallschrauben	Metallschrauben	130.257,29 €
⊖ Nieten	Nieten	82.438,64 €
⊖ Tellerfedern	Tellerfedern	112.000,05 €
⊖ Vierkant	Vierkant	80.643,00 €
⊖ Wälzlager	Wälzlager	118.659,88 €
⊖ Zugfedern	Zugfedern	248.711,67 €
Gesamtergebnis		2.208.141,84 €

**Abb. 4.65** Eigene Produktgruppen

Summe von Umsatz		
Produktkategorie2	Produktkategorie	Ergebnis
⊖ Elemente	Dichtungen	132.258,91 €
	Gelenkbolzen	258.360,44 €
	Metallschrauben	130.257,29 €
	Nieten	82.438,64 €
	Vierkant	80.643,00 €
⊖ Federn	Druckfedern	151.742,50 €
	Tellerfedern	112.000,05 €
	Zugfedern	248.711,67 €
⊖ Antrieb	Gleitlager	104.677,75 €
	Kettenglieder	58.035,42 €
	Kupplungen	233.169,82 €
	Wälzlager	118.659,88 €
⊖ Zahnräder	Kegelräder	163.886,39 €
	Stirnräder	225.915,56 €
	Zahnräder	107.384,52 €
Gesamtergebnis		2.208.141,84 €

gleiche Weise gruppiert. Die Bezeichnung der neuen Gruppen wird in *Produktgruppe* abgeändert (Abb. 4.65).

**Abb. 4.66** Neue Auswertung

Summe von Umsatz	Jahre			
Produktkategorie	2010	2011	2012	Gesamtergebnis
Dichtungen	56.267,82 €	59.266,27 €	16.724,82 €	132.258,91 €
Druckfedern	41.790,11 €	45.736,99 €	64.215,40 €	151.742,50 €
Gelenkbolzen	126.254,93 €	80.424,98 €	51.680,53 €	258.360,44 €
Gleitlager	47.707,72 €	22.992,94 €	22.086,78 €	40.677,35 €

**Abb. 4.67** Differenzenbildung

**Wertfeldeinstellungen**

Quellenname: Umsatz

Benutzerdefinierter Name: Summe von Umsatz

Werte zusammenfassen nach: Werte anzeigen als

**Werte anzeigen als**

Differenz von

Basisfeld:

Produktkategorie  
Umsatz  
Auftragsnummer  
Auftragseingang  
Jahre  
Produktkategorie2

Basisselement:

(Vorheriger)  
(Nächster)  
<01.01.2010  
2010  
2011  
2012

Zahlenformat

OK Abbrechen

**Abb. 4.68** Jahresdifferenzen

Summe von Umsatz	Jahre			
Produktkategorie	2010	2011	2012	
Dichtungen		2.998,45 €	-39.543,00 €	
Druckfedern		3.946,88 €	22.425,29 €	
Gelenkbolzen		-45.829,95 €	-74.574,40 €	
Gleitlager		-13.904,49 €	-24.810,95 €	
Kegelrollen		6.292,87 €	15.510,10 €	

Excel ist ein Rechenwerkzeug und natürlich möchte man über die Tabelle hinaus weiterrechnen. Zur Übung wird erneut eine Pivot-Tabelle erstellt, mit der Produktkategorie und dem Umsatz über Jahre (Abb. 4.66).

Es sollen die Differenzen zwischen den Jahreswerten bestimmt werden. Dazu gibt es unter *Wertfeldeinstellungen* und dem Register *Werte anzeigen als*, die Einstellung *Differenz von*. Als Basis wird *Jahre* und davon das Jahr 2010 gewählt (Abb. 4.67).

Das Ergebnis sind zwei Spalten mit Differenzen (Abb. 4.68).

Doch wie wird die Differenz von 2010 zu 2012 bestimmt? Es kann auch mit den Pivot-Werten in anderen Zellen gerechnet werden, etwa wie in Abb. 4.69 dargestellt.

Dieser Weg ist recht umständlich. Viel einfacher ist hier die Anwendung von Namen. Durch die Markierung der Daten einschließlich der Überschriften (B4:D19) und der Methode *Namen erstellen* werden die Namen automatisch erstellt. Nach der Namenszuordnung haben die Spaltenwerte die Namen *\_2010*, *\_2011* und *\_2012*. Der Tiefstrich wird

**Abb. 4.69** Mit Pivot-Werten rechnen

Umsatz	Jahre				
Produktkategorie	2010	2011	2012	Gesamtergebnis	2012-2010
Dichtungen	56.267,82 €	59.266,27 €	16.724,82 €	132.258,91 €	=D5-B5
Druckfedern	41.790,11 €	45.736,99 €	64.215,40 €	151.742,50 €	



**Abb. 4.70** Bereichsnamen in  
Pivot-Tabellen

2011-2010	2012-2010	2012-2011
2.998,45 €	-39.543,00 €	-42.541,45 €
3.946,88 €	22.425,29 €	18.478,41 €
-45.829,95 €	-74.574,40 €	-28.744,45 €
-13.904,49 €	-24.810,95 €	-10.906,46 €
-6.285,87 €	-15.618,19 €	-9.332,32 €
-32.157,43 €	-32.162,84 €	-5,41 €
-1.252,06 €	57.773,66 €	59.025,72 €
-28.852,98 €	-61.208,92 €	-32.355,94 €
10.076,87 €	-4.573,59 €	-14.650,46 €
-3.312,06 €	-40.234,06 €	-36.922,00 €
-28.296,58 €	-22.212,59 €	6.083,99 €
14.502,03 €	17.755,17 €	3.253,14 €
-3.911,27 €	462,33 €	4.373,60 €
-10.375,00 €	-12.241,58 €	-1.866,58 €
-29.567,81 €	-33.348,07 €	-3.780,26 €

automatisch gesetzt, da Namen nicht mit einer Ziffer beginnen dürfen. Für eine Formel ist dies aber unerheblich (Abb. 4.70).

In den Zellen werden jetzt die Formeln eingetragen,

G5 = \_2011-\_2010

H5 = \_2012-\_2010

I5 = \_2012-\_2011

die danach auf die anderen Zellen in den gleichen Spalten übertragen werden.

PivotTable verfügt auch über einen eigenen Formeleditor, mit dem neue Feldelemente errechnet werden können. In einem ersten Schritt soll bestimmt werden, wie hoch der Umsatzverlust gewesen wäre, hätte man die Verkaufspreise aller Produkte um 2 % gesenkt. Ausgangspunkt ist wieder eine Pivot-Tabelle mit Produktkategorie im Zeilenfeld und Umsatz im Wertefeld. Im speziellen PivotTable-Tools Menüregister unter *Optionen* in der Gruppe *Berechnungen* mit der Methode *Felder, Elemente und Gruppen* findet sich der Aufruf des Editors durch *Berechnetes Feld*.

In die Namenszeile wird *Neuer Umsatz* eingetragen. Die Formelzeile erhält den Eintrag

= Umsatz\*0,98

Das Element *Umsatz* in der Formel wird durch einen Doppelklick auf das Feld *Umsatz* in der Felderliste erzielt (Abb. 4.71).

Nach Bestätigung mit der OK Schaltfläche gibt es eine neue Spalte, die den Namen *Neue Umsatzsumme* erhält. Eine weitere Formel unter dem Namen *Umsatzdifferenz* mit der Formel

= Umsatz-'Neuer Umsatz'

wird eingetragen (Abb. 4.72).

**Abb. 4.71** Berechnetes Feld

**Abb. 4.72** Ergebnisse aus Formeln mit Bereichsnamen

Produktkategorie	Werte		
	Umsatzsumme	Neue Umsatzsumme	Differenzsumme
Dichtungen	132.258,91 €	129.613,73 €	2.645,18 €
Druckfedern	151.742,50 €	148.707,65 €	3.034,85 €
Gelenkbolzen	258.360,44 €	253.193,23 €	5.167,21 €
Gleitlager	104.677,75 €	102.584,20 €	2.093,56 €
Kegelräder	163.886,39 €	160.608,66 €	3.277,73 €
Kettenglieder	58.035,42 €	56.874,71 €	1.160,71 €
Kupplungen	233.169,82 €	228.506,42 €	4.663,40 €
Metallschrauben	130.257,29 €	127.652,14 €	2.605,15 €
Nieten	82.438,64 €	80.789,87 €	1.648,77 €
Stirnräder	225.915,56 €	221.397,25 €	4.518,31 €
Tellerfedern	112.000,05 €	109.760,05 €	2.240,00 €
Vierkant	80.643,00 €	79.030,14 €	1.612,86 €
Walzlager	118.659,88 €	116.286,68 €	2.373,20 €
Zahnräder	107.384,52 €	105.236,83 €	2.147,69 €
Zugfedern	248.711,67 €	243.737,44 €	4.974,23 €
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>2.208.141,84 €</b>	<b>2.163.979,00 €</b>	<b>44.162,84 €</b>

**Abb. 4.73** Hinweis der Einschränkung

Doch es kommt noch differenzierter. In einer Matrix werden der Produktkategorie unterschiedliche Preisnachlässe zugeordnet. Hier könnte eine Verweis-Funktion zum Einsatz kommen. Diesen Ansatz macht der Hinweis in Abb. 4.73 zunichte.

Es hilft wieder die Möglichkeit, mit Namen außerhalb der Tabelle weiter zu arbeiten.

### Lektion 4.20 Die Funktion SVERWEIS

Die Funktion SVERWEIS erlaubt die Zuordnung von Attributen zu einem Suchbegriff in einer Matrix. Die Form der Matrix ist eine Tabelle, in deren linker Spalte ein Suchbegriff steht. In weiteren Spalten folgen dann weitere Argumente (Abb. 4.74).

Suchkriterium	2. Spalte	3. Spalte
gefunden		

**Abb. 4.74** Schema der SVERWEIS-Matrix

Die Syntax der Funktion lautet:

SVERWEIS(Suchkriterium; Matrix; Spaltenindex; [Bereich\_Verweis])

Mit dem Suchkriterium wird in der Spalte Suchkriterium entweder nach Übereinstimmung gesucht oder nach einem nächst kleinerem Wert. Welche Art der Suche gemeint ist, bestimmt der Parameter *Bereich\_Verweis*. Es ist ein Binärwert und hat somit nur zwei mögliche Zustände.

Wahr oder 1 steht für die Auswahl nach dem genauem oder, wenn nicht vorhanden, nächst niedrigeren Wert. Dieser Wert ist der Standardwert und muss daher nicht gesetzt werden. Diese Auswahl setzt auch eine aufsteigend sortierte Folge des Suchkriteriums in der Spalte voraus. Falsch oder 0 steht für genaue Übereinstimmung. Wird dann das Suchkriterium nicht gefunden, liefert die Funktion einen Fehler. Mindestens zwei Einträge im Suchkriterium sind Voraussetzung.

Die Matrix ist der Zellbereich mit den Daten des dargestellten Regelwerks, ohne Überschriften. Und sinnvoller Weise gibt man ihm einen Namen, z. B. einfach Matrix. Spaltenindex ist die Nummer der Spalte in der Matrix, deren Wert die Funktion liefern soll. Bei ungefährer Übereinstimmung kann dies auch die 1. Spalte mit dem Suchkriterium sein.

Für den Einsatz von SVERWEIS im Anwendungsbeispiel wird zunächst auch das Regelwerk erstellt. Das kann auf dem gleichen Arbeitsblatt oder auch auf einem gesonderten geschehen. Der Bereich I5:J19 bekommt den Namen *Matrix* und der existiert in der gesamten Arbeitsmappe (Abb. 4.75).

**Abb. 4.75** SVERWEIS-Matrix  
für das Anwendungsbeispiel

Produktkategorie	Nachlass
Dichtungen	2,10%
Druckfedern	1,50%
Gelenkbolzen	1,80%
Gleitlager	1,70%
Kegelräder	2,20%
Kettenglieder	1,55%
Kupplungen	1,10%
Metallschrauben	1,56%
Nieten	2,05%
Stirnräder	1,95%
Tellerfedern	1,92%
Vierkant	1,86%
Walzlager	1,56%
Zahnräder	1,58%
Zugfedern	1,30%

Weitere Namen sind

Produkte = A5:A19

Umsatz = B5:B19.

Damit entsteht ein weiterer Tabellenteil (Abb. 4.76) mit der Formel

$F5 = \text{Umsatz} * (1 - \text{SVERWEIS}(\text{Produkte}; \text{Matrix}; 2; 0))$ .

**Abb. 4.76** Berechnung mit  
SVERWEIS

F	G	H	I	J
Umsatzsumme nach Matrix	Differenz nach Matrix		Produktkategorie	Nachlass
129.481,47 €	2.777,44 €		Dichtungen	2,10%
149.466,36 €	2.276,14 €		Druckfedern	1,50%
253.709,95 €	4.650,49 €		Gelenkbolzen	1,80%
102.898,23 €	1.779,52 €		Gleitlager	1,70%
160.280,89 €	3.605,50 €		Kegelräder	2,20%
57.135,87 €	899,55 €		Kettenglieder	1,55%
230.604,95 €	2.564,87 €		Kupplungen	1,10%
128.225,28 €	2.032,01 €		Metallschrauben	1,56%
80.748,65 €	1.689,99 €		Nieten	2,05%
221.510,21 €	4.405,35 €		Stirnräder	1,95%
109.849,65 €	2.150,40 €		Tellerfedern	1,92%
79.143,04 €	1.499,96 €		Vierkant	1,86%
116.808,79 €	1.851,09 €		Walzlager	1,56%
105.687,84 €	1.696,68 €		Zahnräder	1,58%
245.478,42 €	3.233,25 €		Zugfedern	1,30%
2.171.029,60 €	37.112,24 €			

Übertragen auf alle Zellen von I5 bis I19 und mit dem Namen

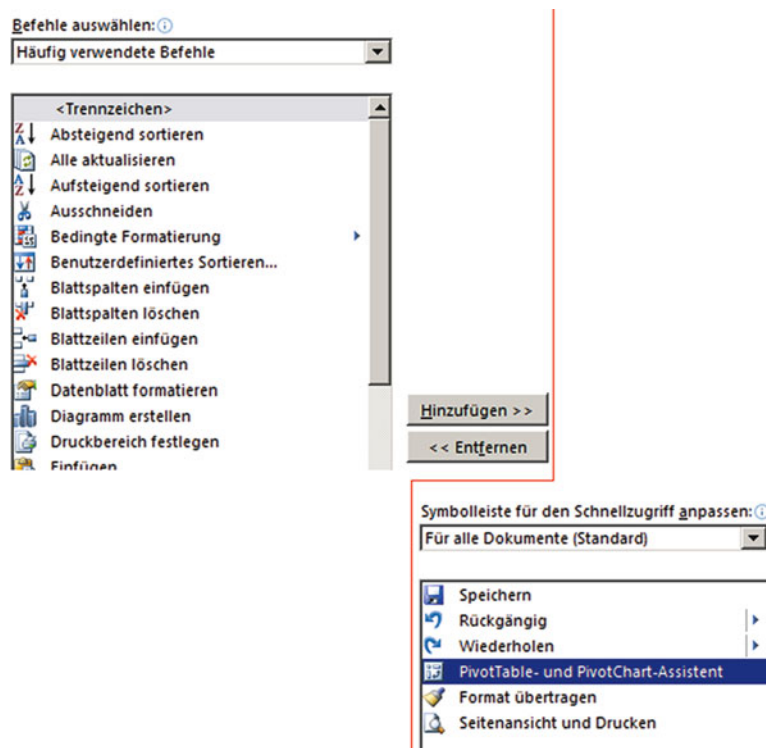
NeuerUmsatz = F5:F19

folgt noch

G5 = Umsatz-NeuerUmsatz.

## ► X\_04-19\_Umsätze in PivotTable konsolidieren.xlsx

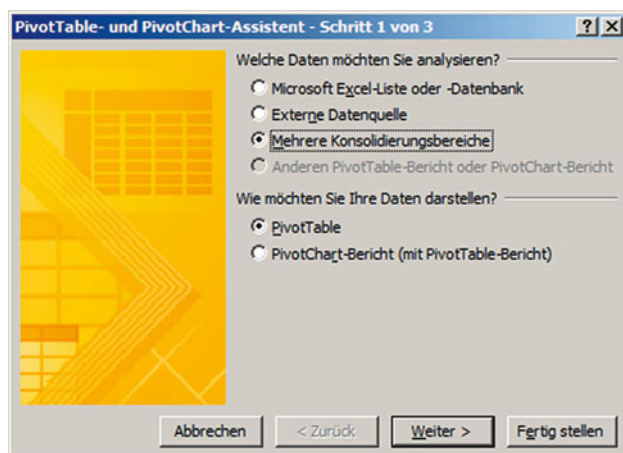
Nun geht es darum, eine Pivot-Tabelle aus mehreren Quelldaten zu erstellen. Dazu ist, wegen der Auswahl der verschiedenen Quelldaten, nun doch der PivotTable-Assistent erforderlich. Sein Icon wird in die Symbolleiste für den Schnellzugriff installiert. Die Anpassung geschieht wieder über das Kontextmenü (Abb. 4.77).



**Abb. 4.77** Erweiterung der Schnellschaltleiste um den PivotTable-Assistenten

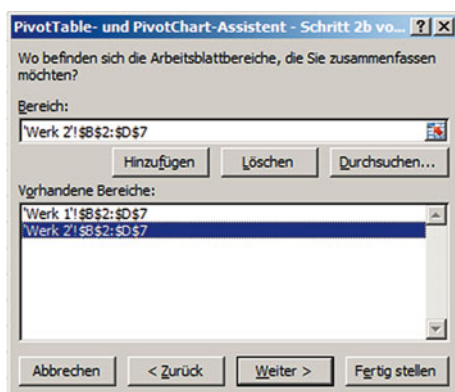
Als Übungsbeispiel wird noch einmal die Umsatzstatistik der Werke 1 und 2 verwendet. Mit dem Aufruf des Pivot-Assistenten muss im ersten Dialogfenster die Option *Mehrere Konsolidierungsbereiche* gewählt werden. Die einfache Seitenfelderstellung ist bereits vorgegeben (Abb. 4.78).

**Abb. 4.78** Konsolidierungsform wählen



Im nächsten Schritt werden die Konsolidierungsbereiche über den Bereichswähler im nächsten Dialogfenster ausgewählt und hinzugefügt (Abb. 4.79).

**Abb. 4.79** Konsolidierungsbereiche



So entsteht eine Feldliste mit den Elementen Zeile, Spalte, Wert und Seite 1. Nach der Installation des Pivot-Schemas, dem Ziehen der Feldelemente und der Umbenennung steht das Ergebnis fest (Abb. 4.80).

Als letzte Ergänzung folgt noch eine Visualisierung der Ergebnisse (Abb. 4.81).

	A	B	C	D
1	Seite1	(Alle)		
2				
3	Summen	Produkte		
4	Kunden	Produkt A	Produkt B	Gesamtergebnis
5	Kunde A	3510	3890	7400
6	Kunde B	14960	12320	27280
7	Kunde C	20550	16250	36800
8	Kunde D	10880	15700	26580
9	Kunde E	8080	10000	18080
10	Gesamtergebnis	57980	58160	116140

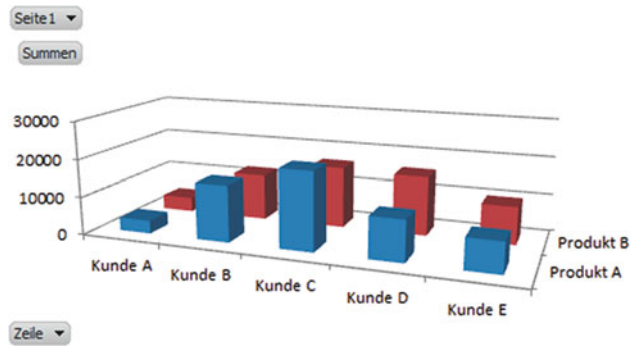
PivotTable-Feldliste

Wählen Sie die Felder aus dem Bericht hinzufügen

- ☒ Zeile
- ☒ Spalte
- ☒ Wert
- ☒ Seite1

Abb. 4.80 Pivot-Tabelle der konsolidierten Bereiche

Abb. 4.81 Visualisierung der Pivot-Tabelle



Mit der Version 2010 gibt es auch ein PowerPivot Add-In, mit dem große Datenmengen analysiert werden können. Von Microsoft gibt es dazu viele Informationen im Internet.

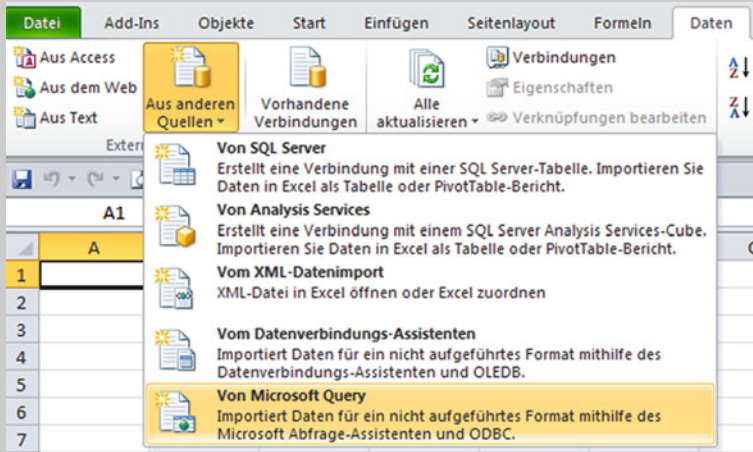
## 4.5 Datenbank mit MS Query

Excel ermöglicht Verbindungen zu externen Datenquellen unterschiedlichster Art und Weise. Die Methode *MS Query* gestattet die Auswahl von Daten aus externen Quellen, importiert sie in ein Arbeitsblatt und synchronisiert die Daten im Arbeitsblatt bei Bedarf mit den Daten in den externen Datenquellen.

So entsteht eine Sammlung von Arbeitsblättern in Form einer Datenbank, zumal sich auch Verbindungen aufbauen lassen. Die Daten können aus verschiedenen Datenbanktypen abgerufen werden. Sobald externe Datenquellen ihren Inhalt verändert haben, kann durch die Methode *Aktualisierung* auch die Auswertung daraus aktualisiert werden, denn MS Query verwaltet auch den Verweis zu den Datenquellen.

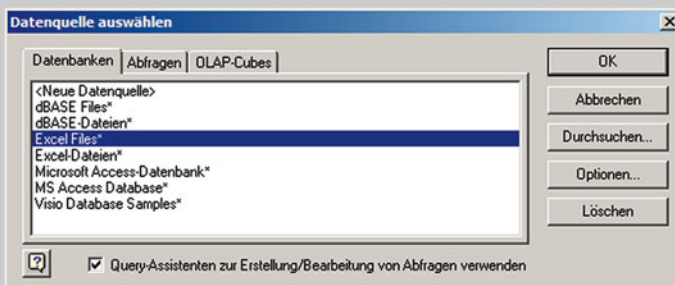
### Lektion 4.21 Die Methode MS Query starten

Im Register *Daten* des Menübandes gibt es eine Gruppe *Externe Daten abrufen*. Darin befindet sich die Methode *Aus anderen Quellen*, die aus einer Sammlung verschiedener Methoden besteht. Eine davon lautet *von Microsoft Query* (Abb. 4.82).



**Abb. 4.82** Aufruf von MS Query

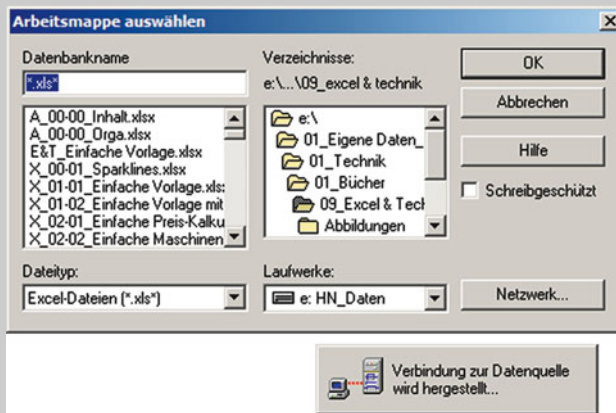
Im Dialogfenster *Datenquelle auswählen* wird für das Übungsbeispiel *Excel Files* gewählt. Wichtig ist, dass die Option *Query-Assistenten zur Erstellung/Bearbeitung von Abfragen verwenden* ausgewählt wird (Abb. 4.83).



**Abb. 4.83** Datenquelle auswählen

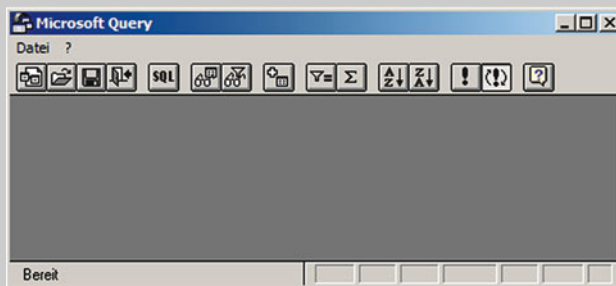
Im nächsten Dialogfenster *Arbeitsmappe auswählen* kann der Vorgang abgebrochen werden (Abb. 4.84).





**Abb. 4.84** Arbeitsmappe auswählen

Es bleibt der MS Query-Assistent, der als Ausgangsbasis für alle weiteren Aufgaben dient (Abb. 4.85).



**Abb. 4.85** Der MS Query-Assistent

**Beispiel Produktionskosten** Die Arbeitsmappe besitzt zwei Arbeitsblätter. Das Arbeitsblatt *Produktionsdaten* enthält zu Produkten mit unterschiedlichen Bauteilen, ihre Anzahl, ihre Fertigungszeiten, den Stundenlohn des Bedienpersonals und letztlich die Nummer der Maschine, auf der die Teile gefertigt wurden (Abb. 4.86).

- ▶ X\_04-20\_Produktion mit MSQuery.xlsx
- ▶ X\_04-21\_Personalkosten mit MSQuery.xlsx
- ▶ X\_04-22\_Maschinenkosten mit MSQuery.xlsx

Das Arbeitsblatt *Maschinendaten* enthält den Stundensatz der zwanzig Maschinen, die zum Einsatz kommen (Abb. 4.87).

**Abb. 4.86** Arbeitsblatt Produktionsdaten

	A	B	C	D	E	F
1	Produkt	Bauteil	Anzahl	Std	Mitarbeiter €/h	MNr
2	A	1	7	3,5	29,80 €	6
3	A	2	1	4,3	69,52 €	1
4	A	1	4	2,5	27,45 €	5
5	A	3	2	4,4	76,31 €	14
6	A	4	0	6,9	57,09 €	16
7	A	5	17	9,5	85,88 €	16
8	A	6	1	7,5	79,51 €	1
9	A	7	7	4,8	86,93 €	15
10	A	8	19	1,4	27,68 €	15
11	A	9	14	2,8	9,22 €	14
12	A	10	2	10,6	57,02 €	9

**Abb. 4.87** Arbeitsblatt Maschinendaten

	A	B	C	D
1	MNr	Stundensatz		
2	1	31,25 €		
3	2	45,77 €		
4	3	69,87 €		
5	4	55,26 €		
6	5	39,96 €		
7	6	41,28 €		
8	7	21,42 €		
9	8	67,34 €		
10	9	58,17 €		
11	10	53,98 €		
12	11	30,73 €		
13	12	43,09 €		

**Lektion 4.22 Eine MS Query erstellen**

Jede Zusammenstellung von Daten aus einer Datenquelle wird als *Abfrage (Query)* bezeichnet. Gesteuert wird der Query-Assistent mit Symbolschaltflächen, über die jetzt eine neue Abfrage aufgerufen wird (Abb. 4.88).



**Abb. 4.88** Dialogfenster Arbeitsmappe wählen

Wie bereits vorher zum Start von MS Query, wird der Datenquellentyp (Excel Files) und die Arbeitsmappe ausgewählt (Abb. 4.89).



**Abb. 4.89** Elementauswahl zur Abfrage

Die Register der gewählten Arbeitsmappe werden als Elemente im Auswahlfenster dargestellt. Als Unterelemente sind die Spaltenüberschriften zu sehen. Im Feld *Spalten in Ihrer Abfrage* können nun die Elemente über Pfeiltasten eingestellt werden, die für die Auswertung erforderlich sind (Abb. 4.90).



**Abb. 4.90** Spalten auswählen

Dies können nur einzelne Elemente oder alle sein. Sie lassen sich auch wieder aus dem Fenster entfernen (Abb. 4.91).



**Abb. 4.91** Spalten in der Abfrage

Mit *Weiter* folgt ein Formular, in dem Elemente nach mehreren Kriterien gefiltert werden können (Abb. 4.92).

Query-Assistent - Daten filtern

Um nur bestimmte Zeilen in Ihre Abfrage einzuschließen, können Sie die Daten filtern. Klicken Sie auf "Weiter", wenn die Daten nicht sortiert werden sollen.

Zu filternde Spalte:

Produkt

Nur Zeilen einschließen, in denen:

☐ Und ☐ Oder

☐ Und ☐ Oder

☐ Und ☐ Oder

< Zurück Weiter > Abbrechen

**Abb. 4.92** Daten filtern

Es können aber auch einfach mit *Weiter* alle Elemente eingestellt werden. Als nächstes folgt ein Formular, in dem die Sortierreihenfolge der Elemente bestimmt werden kann (Abb. 4.93).

Query-Assistent - Sortierreihenfolge

Geben Sie an, wie die Daten sortiert werden sollen. Klicken Sie auf "Weiter", wenn die Daten nicht sortiert werden sollen.

Sortieren nach

Produkt

☒ Aufsteigend ☐ Absteigend

dann nach

☐ Aufsteigend ☐ Absteigend

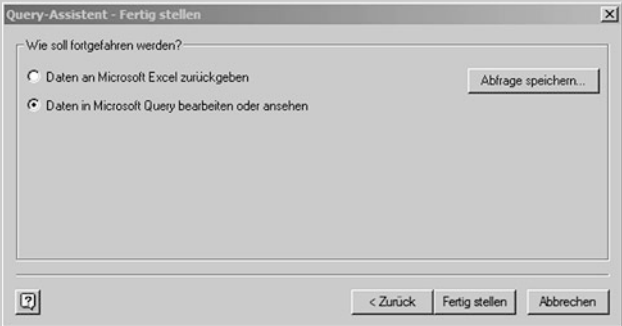
dann nach

☐ Aufsteigend ☐ Absteigend

< Zurück Weiter > Abbrechen

**Abb. 4.93** Daten sortieren

Vor der Fertigstellung sollte noch die Option *Daten in Microsoft Query bearbeiten oder ansehen* gewählt werden (Abb. 4.94).



**Abb. 4.94** Daten im MS Query Assistenten

Angewandt auf das Beispiel, stehen danach im Query-Assistenten die Daten in Spalten mit ihrer Überschrift, so wie in den Quelldaten. In einem Fenster darüber wird die Tabelle noch einmal grafisch, ähnlich dem *Entity-Relationship-Modell* (ERM), dargestellt (Abb. 4.95).

**Abb. 4.95** Daten in der Abfrage



Durch Ziehen der Elemente aus dem ERM in den Tabellenkopf können weitere Daten hinzugefügt werden. Im Beispiel kommt zur Spalte Produkt die Spalte Bauteil. Eine markierte Spalte kann mit der *ENTF-Taste* auch wieder entfernt werden (Abb. 4.96).

**Abb. 4.96** Spalten im MS-Query-Assistenten ergänzen

	Produkt	Bauteil
	A	11,0
	A	15,0
	A	14,0
	A	1,0
	A	12,0
	A	10,0
	A	9,0
	A	8,0
	A	2,0
	A	6,0
	A	5,0
	A	4,0
	A	3,0
	A	1,0

Ebenso wird die Spalte *Std* hinzugefügt (Abb. 4.97).

**Abb. 4.97** Spalte *Std* ergänzt

	Produkt	Bauteil	Std
	A	11,0	5,9
	A	15,0	3,8
	A	14,0	17,9
	A	1,0	3,5
	A	12,0	18,7
	A	10,0	10,6
	A	9,0	2,8
	A	8,0	1,4
	A	2,0	4,3
	A	6,0	7,5
	A	5,0	9,5
	A	4,0	6,9
	A	3,0	4,4
	A	1,0	2,5
	A	7,0	4,8

Zu beachten ist, dass die Tabelle zwei Einträge mit dem Produkt A, Bauteil 1 mit unterschiedlichen Zeiten besitzt.

**Lektion 4.23 Funktionen in der MS Query**

Bereits in der Query-Tabelle lassen sich erste Auswertungen durch die Schaltflächen Filter und Summe erzielen. Dazu wird die entsprechende Spalte, hier *Std* markiert,

und dann die Schaltfläche *Summe* angeklickt. Dadurch werden gleiche Inhalte in den anderen Spalten summiert und zu einer Position zusammengefasst (Abb. 4.98).

	Produkt	Bauteil	Summe von Std
▶	A	1,0	6,0
	A	2,0	4,3
	A	3,0	4,4
	A	4,0	6,9
	A	5,0	9,5
	A	6,0	7,5
	A	7,0	4,8
	A	8,0	1,4
	A	9,0	2,8
	A	10,0	10,6
	A	11,0	5,9
	A	12,0	18,7
	A	13,0	10,5
	A	14,0	17,9
	A	15,0	3,8
	B	1,0	2,4

**Abb. 4.98** Summenbildung in Spalten

Ein weiterer Klick auf die Schaltfläche *Summe* bildet in der Spalte *Std* die Anzahl (Abb. 4.99).

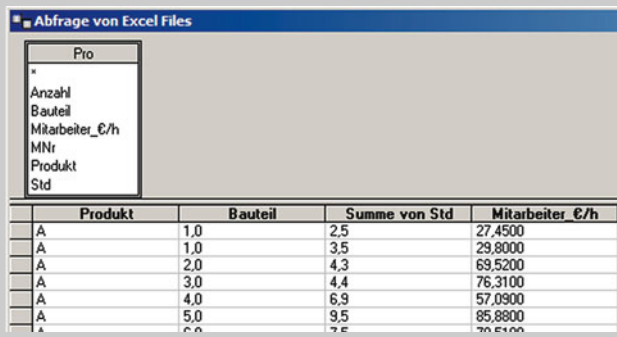
	Produkt	Bauteil	Anzahl von Std
▶	A	1,0	2
	A	2,0	1
	A	3,0	1
	A	4,0	1
	A	5,0	1

**Abb. 4.99** Auswertung der Anzahl

Mit jedem Klick auf die Schaltfläche *Summe* werden nacheinander die Funktionen

- Summe
- Mittelwert
- Anzahl
- Min
- Max

angewendet. Aber es wird auch wieder umgestellt, wenn eine weitere Spalte mit unterschiedlichen Daten hinzugefügt wird, so wie der Mitarbeiterlohn (Abb. 4.100).



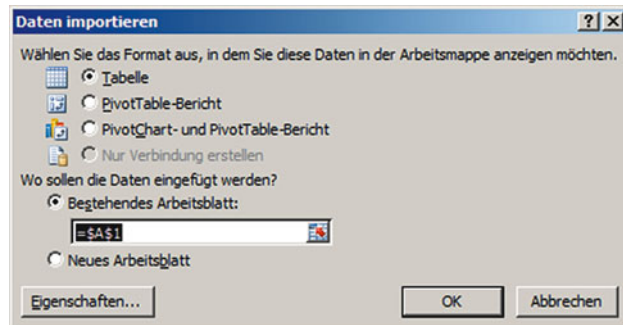
	Produkt	Bauteil	Summe von Std	Mitarbeiter €/h
	A	1,0	2,5	27,4500
	A	1,0	3,5	29,8000
	A	2,0	4,3	69,5200
	A	3,0	4,4	76,3100
	A	4,0	6,9	57,0900
	A	5,0	9,5	85,8800
	A	6,0	7,5	70,5100

**Abb. 4.100** Neue Spalte Mitarbeiterlohn

Die so zusammengestellte Abfrage wird unter *Query\_Kostenbestimmung.dqy* gespeichert.

Die Schaltfläche *Daten zurückgeben* überträgt die Daten aus der Query-Tabelle in ein Arbeitsblatt. Die Form der Übertragung wird durch ein Dialogfenster bestimmt (Abb. 4.101).

**Abb. 4.101** Daten importieren



**Daten importieren**

Wählen Sie das Format aus, in dem Sie diese Daten in der Arbeitsmappe anzeigen möchten.

☒ Tabelle

☐ PivotTable-Bericht

☐ PivotChart- und PivotTable-Bericht

☐ Nur Verbindung erstellen

Wo sollen die Daten eingefügt werden?

☒ Bestehendes Arbeitsblatt:

☐ Neues Arbeitsblatt



In dem Arbeitsblatt wird der Autofilter für alle Spalten gesetzt und es können weitere Auswertungen durchgeführt werden (Abb. 4.102). Mit den Namen der Spalten

C = Summe

D = Satz

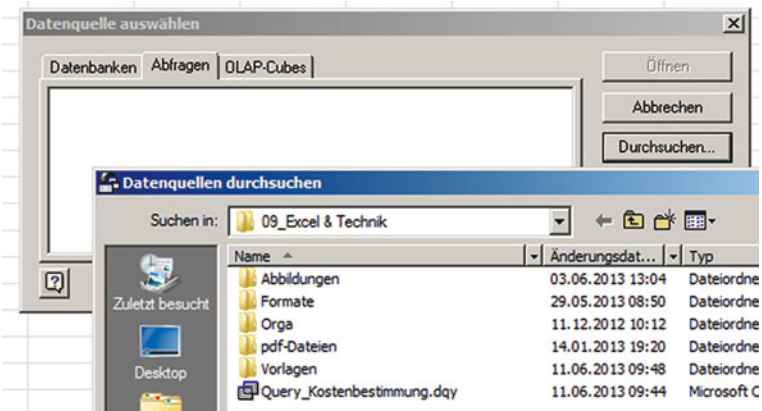
bestimmen sich die Kosten

E = Summe\*Satz.

**Abb. 4.102** Eine weitere Auswertung Kosten

E2		fx =Summe*Satz			
	A	B	C	D	E
1	Produkt	Bauteil	'Summe von Std'	Mitarbeiter_€/h	Kosten
2	A	1	2,5	27,45	68,63 €
3	A	1	3,5	29,8	104,30 €
4	A	2	4,3	69,52	298,94 €
5	A	3	4,4	76,31	335,76 €
6	A	4	6,9	57,09	393,92 €
7	A	5	9,5	85,88	815,86 €
8	A	6	7,5	79,51	596,33 €
9	A	7	4,8	86,93	417,26 €
10	A	8	1,4	27,68	38,75 €

Die gespeicherte Abfrage kann erneut für weitere Auswertungen wieder aufgerufen werden. Dazu gibt es unter Datenquelle auswählen das Register *Abfragen* (Abb. 4.103).



**Abb. 4.103** Vorhandene Abfrage laden

Lektion 4.24 Kriterien in der MS Query

Mit der Schaltfläche *Kriterien ein-/ausblenden* wird ein Kriterienfeld eingeblendet. Elemente aus der ERM-Darstellung können in das Kriterienfeld gezogen werden. In den Zeilen darunter werden dann deren Kriterien definiert. Je nach Elementtyp können Texte abgefragt und Werte eingeschränkt werden. Dabei sind Kriterien untereinander ODER- und nebeneinander UND-verknüpft (Abb. 4.104).

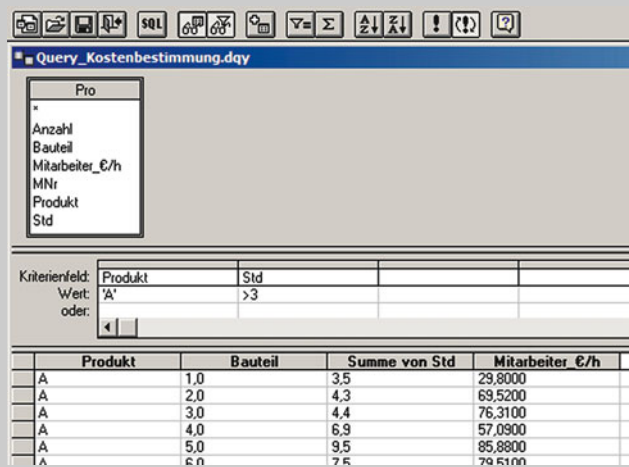


Abb. 4.104 Kriterien in MS Query

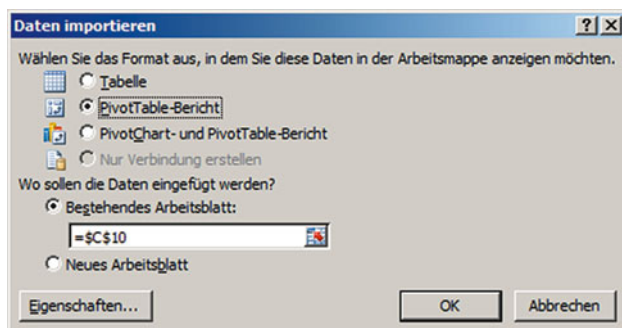
Diese so eingeschränkte Datenmenge wird wieder auf ein Arbeitsblatt übertragen und für weitere Auswertungen genutzt (Abb. 4.105).

Abb. 4.105 Eingeschränkte Datenmenge

E2		fx		=SummeA*SatzA	
A	B	C	D	E	
1	Produkt	Bauteil	'Summe von Std'	Mitarbeiter €/h	Kosten
2	A	1	3,5	29,8	104,30 €
3	A	2	4,3	69,52	298,94 €
4	A	3	4,4	76,31	335,76 €
5	A	4	6,9	57,09	393,92 €
6	A	5	9,5	85,88	815,86 €
7	A	6	7,5	79,51	696,22 €

Die Abfragedaten lassen sich aber auch in eine Pivot-Tabelle übertragen (Abb. 4.106).

**Abb. 4.106** Daten in eine Pivot-Tabelle übertragen



Mit Hilfe des Pivot-Schemas und Ziehen der Feldelemente können sehr übersichtliche Auswertungen erstellt werden (Abb. 4.107).

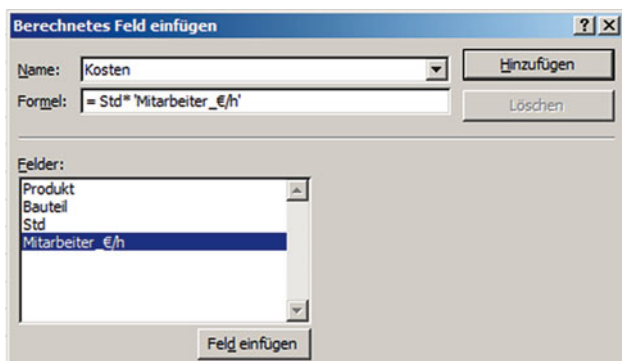
	A	B	C	D	E	F	G	
1	Summe	Produkt						
2	Bauteil	A	B	C	D	E	Gesamt	
3	1	6	2,4	2,2	4,8	12,6	28	
4	2	4,3	6,7	19,8	5	3,1	38,9	
5	3	4,4	10,6	7,8	18,2	19,2	60,2	
6	4	6,9	4,8	14,7	9	6,5	41,9	
7	5	9,5	2,2	6,9	11,3	0,8	30,7	
8	6	7,5	10,1	6,7	10,5	12,8	47,6	
9	7	4,8	1,4	11,3		15,1	32,6	
10	8	1,4		11,3		9,3	22	
11	9	2,8		4,7		16	23,5	
12	10	10,6		11,9		6,9	29,4	
13	11	5,9		2,6		5,7	14,2	
14	12	18,7					18,7	
15	13	10,5					10,5	
16	14	17,9					17,9	
17	15	3,8					3,8	
18	Gesamt	115	38,2	99,9	58,8	108	419,9	

**PivotTable-Feldliste**  
 Wählen Sie die Felder aus dem Bericht hinzufügen  
☒ Bauteil  
☐ Mitarbeiter\_€/h  
☒ Produkt  
☒ Std  
  
 Felder zwischen den Berichten  
☒ Berichtsfilter  
  
 Zellenbeschriftung...  
 Bauteil

**Abb. 4.107** Pivot-Tabelle aus den MSQuery-Daten

Auch hier lassen sich über den Formel-Editor weitere Feldelemente berechnen (Abb. 4.108).

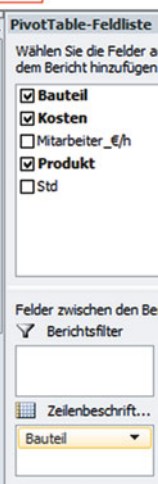
**Abb. 4.108** Bestimmung der Kosten als berechnetes Feld



Mit dem neu berechneten Feld können dann weitere Auswertungen erstellt werden (Abb. 4.109).

	A	B	C	D	E
1	Summe von Kosten	Produkt			
2	Bauteil	A	B	C	D
3	1	343,50 €	230,45 €	28,75 €	93,60 €
4	2	298,94 €	345,72 €	590,44 €	64,75 €
5	3	335,76 €	215,92 €	372,29 €	1.801,98 €
6	4	393,92 €	140,54 €	205,07 €	515,34 €
7	5	815,86 €	36,04 €	551,79 €	653,48 €
8	6	596,33 €	885,87 €	184,45 €	60,90 €
9	7	417,26 €	108,70 €	798,91 €	
10	8	38,75 €		994,06 €	
11	9	25,82 €		136,16 €	
12	10	604,41 €		697,46 €	
13	11	582,27 €		55,41 €	
14	12	696,58 €			
15	13	225,23 €			
16	14	28,10 €			
17	15	9,08 €			
18	Gesamtergebnis	88.292,40 €	14.477,80 €	47.915,04 €	14.838,18 €

F	G
E	Gesamtergebnis
750,46 €	6.871,20 €
220,10 €	9.137,22 €
1.513,73 €	19.400,05 €
328,25 €	8.718,55 €
32,50 €	8.616,88 €
1.011,58 €	13.308,01 €
668,63 €	9.113,33 €
273,61 €	3.191,54 €
1.500,64 €	3.101,53 €
153,87 €	4.055,14 €
281,41 €	2.405,05 €
	696,58 €
	225,23 €
	28,10 €
	9,08 €
66.820,68 €	1.048.679,26 €

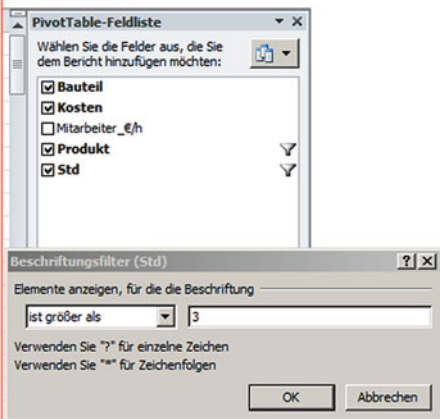


**Abb. 4.109** Personalkosten als Pivot-Tabelle

Filter in der Query-Abfrage können auch durch Filter in den Feldelementen ersetzt werden (Abb. 4.110).

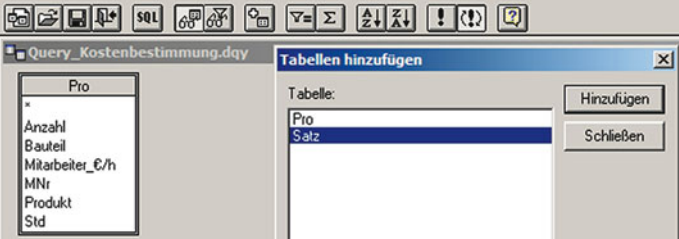
**Abb. 4.110** Filtermethode im berechneten Feld

	A	B	C	D
1	Summe v			
2	Produl	Bauteil	Std	Ergebnis
3	A	1	3,5	104,30 €
4		2	4,3	298,94 €
5		3	4,4	335,76 €
6		4	6,9	393,92 €
7		5	9,5	815,86 €
8		6	7,5	596,33 €
9		7	4,8	417,26 €
10		10	10,6	604,41 €
11		11	5,9	582,27 €
12		12	18,7	696,58 €
13		13	10,5	225,23 €
14		14	17,9	28,10 €
15		15	3,8	9,08 €
16	A Ergebnis			76.179,30 €
17	Gesamtergebnis			76.179,30 €



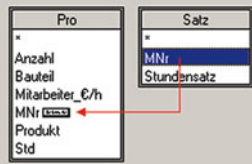
### Lektion 4.25 Tabellen und Verbindungen der MS Query hinzufügen

Daten aus anderen Arbeitsblättern können über die Schaltfläche *Tabelle hinzufügen* eingestellt werden (Abb. 4.111).



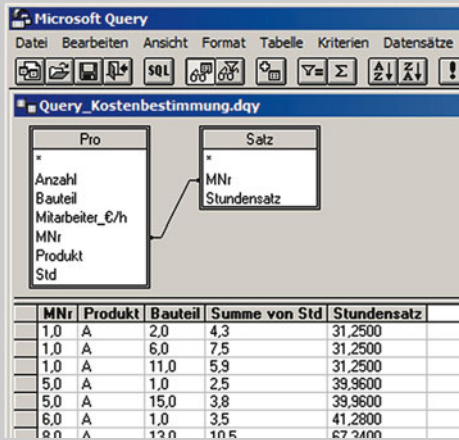
**Abb. 4.111** Tabelle der Abfrage hinzufügen

In der ERM-Darstellung befindet sich nun eine zweite Tabelle. In beiden Darstellungen ist das Element MNr für Maschinenummer enthalten (Abb. 4.112).



**Abb. 4.112** Gleiche Elemente verbinden durch Ziehen

Durch Anfassen des Elements *MNr* in der Tabelle *Satz* und ziehen auf das andere Element gleichen Namens in der Tabelle *Pro* entsteht eine Verbindung. In der ERM-Darstellung können so verschiedene Verbindungen hergestellt werden. Dabei müssen die Elemente nicht unbedingt die gleiche Bezeichnung besitzen, aber sie müssen das gleiche Attribut beinhalten (Abb. 4.113).



**Abb. 4.113** Verbindung zwischen Entitäten

Mit *Daten übernehmen* wird auch daraus wieder eine Pivot-Tabelle. Sie enthält jetzt Feldelemente aus beiden Arbeitsblättern der Quelldaten-Arbeitsmappe (Abb. 4.114).

**Abb. 4.114** Pivot-Tabelle mit Produktions- und Maschinen-daten

	A	B	C	D	E
1	Kostensummen	Produkt			
2	Bauteil	A	B	C	D
3	1	487,44 €	139,61 €	74,51 €	150,00 €
4	2	134,38 €	288,70 €	608,45 €	253,65 €
5	3	234,96 €	437,57 €	544,99 €	751,30 €
6	4	212,38 €	219,70 €	790,27 €	483,84 €
7	5	292,41 €	47,12 €	275,72 €	703,88 €
8	6	234,38 €	587,52 €	357,78 €	707,07 €
9	7	243,50 €	75,26 €	789,53 €	
10	8	71,02 €		486,92 €	
11	9	149,52 €		292,76 €	
12	10	616,60 €		639,74 €	
13	11	184,38 €		80,03 €	
14	12	633,37 €			
15	13	707,07 €			
16	14	1.114,99 €			
17	15	151,85 €			
18	Gesamtergebnis	81.240,60 €	12.287,41 €	54.083,86 €	18.031,02 €

F	G	
E	Gesamtergebnis	
	393,75 €	6.601,84 €
	141,89 €	7.841,07 €
	988,22 €	15.489,46 €
	280,09 €	9.518,00 €
	40,58 €	6.299,03 €
	585,86 €	12.182,27 €
	811,78 €	7.436,71 €
	411,80 €	3.038,20 €
	689,44 €	3.731,33 €
	212,04 €	4.194,20 €
	252,40 €	1.509,60 €
		633,37 €
		707,07 €
		1.114,99 €
		151,85 €
	52.295,76 €	991.110,97 €

**PivotTable-Feldliste**

Wählen Sie die Felder, die Sie dem Bericht hinzufügen

☒ **Bauteil**

☒ **Kosten**

☐ **MNr**

☒ **Produkt**

☐ **Stundensatz**

☐ **Summe von Std**

Felder zwischen den Be

☒ **Berichtsfilter**

Zellenbeschrift...

Bauteil

In einer neuen Kosten-Auswertung werden die Produkte den Maschinen zugeordnet. Dazu wird wiederum das berechnete Feld *Kosten* verwendet (Abb. 4.115).

**Abb. 4.115** Maschinenkosten

	A	B	C	D	E
1	Kostensummen	Produkt			
2	MNr	A	B	C	D
3	1	1.659,38 €			150,00 €
4	2		219,70 €		
5	3			2.669,03 €	
6	5	503,50 €		275,72 €	
7	6	144,48 €	437,57 €		751,30 €
8	7		47,12 €		
9	8	707,07 €			707,07 €
10	9	616,60 €	1.454,25 €		
11	11			608,45 €	
12	12		288,70 €	486,92 €	
13	13		75,26 €	2.860,03 €	483,84 €
14	14	768,96 €		357,78 €	
15	15	629,05 €			253,65 €
16	16	1.009,58 €		80,03 €	
17	17	633,37 €		74,51 €	
18	18	1.114,99 €		292,76 €	703,88 €
19	19				
20	20				
21	Gesamtergebnis	81.240,60 €	12.287,41 €	54.083,86 €	18.031,02 €

F	G
E	Gesamtergebnis
	393,75 €
	5.484,38 €
	1.455,49 €
	2.842,32 €
	2.669,03 €
	1.582,42 €
	4.000,03 €
	47,12 €
	2.828,28 €
	4.031,18 €
	1.640,98 €
	1.939,05 €
	6.980,58 €
	811,78 €
	14.004,48 €
	2.226,78 €
	40,58 €
	2.435,04 €
	1.754,46 €
	1.415,77 €
	6.334,89 €
	988,22 €
	988,22 €
	1.328,40 €
	1.328,40 €
	52.295,76 €
	991.110,97 €

PivotTable-Feldliste

Wählen Sie die Felder aus dem Bericht hinzufügen

☐ Bauteil

☒ Kosten

☒ MNr

☒ Produkt

☐ Stundensatz

☐ 'Summe von Std'

Felder zwischen den Ber

☒ Berichtsfilter

Zeilenbeschrift...

MNr

Nicht immer befinden sich die Quelltabellen in der gleichen Arbeitsmappe. Sie können aber nacheinander mit MS Query in eine Arbeitsmappe übertragen werden. Innerhalb dieser Arbeitsmappe sind Datenzusammenführung und Auswertungen kein Problem. Im Beispiel werden die Produktionsdaten um eine Spalte Stundensatz erweitert und die Daten aus dem Arbeitsblatt *Maschinendaten* per SVERWEIS übertragen (Abb. 4.116).



**Abb. 4.116** SVERWEIS auf MS Query-Daten

G2		
	A	B
1	Produkt	Bauteil
2	A	1
3	A	2
4	A	3
5	A	4
6	A	5
7	A	6

=SVERWEIS([@MNR];Tabelle_Abfrage_von_Excel_Files3[#Alle];2;FALSCH)			
	E	F	G
Std	Mitarbeiter_€/h	MNR	Stundens.
3,5	29,8	6	41,28
4,3	69,52	1	31,25
4,4	76,31	14	53,4
6,9	57,09	16	30,78
9,5	85,88	16	30,78
7,5	79,51	1	31,25

Interessant sind die Parameter in der Formel. Sie erhält man durch Anklicken der Zellen, bzw. Zellbereiche. Danach wird die Formel auf alle Zellen der Spalte G übertragen.

G2 = SVERWEIS([@MNR];Tabelle\_Abfrage\_von\_Excel\_Files3[#Alle];2;FALSCH)

Ein Klick auf F2 liefert @MNR und nicht wie üblich die Zelladresse. So wird die Synchronisierung zwischen den Daten aufrechterhalten. Ebenso wie der Zugriff auf die Matrix unter *Maschinendaten*.

Aus den erweiterten Produktionskosten sollen die Bauteilkosten bestimmt werden. Zu den Personalkosten kommen die Maschinenkosten und die Summe muss durch Anzahl dividiert werden. Mithilfe einer Pivot-Tabelle wird das Grundgerüst erstellt. Als berechnetes Feld wird

Bauteilkosten = WENN(Anzahl<>0;Std\*(Mitarbeiter\_€/h+Stundensatz\_€/h)/Anzahl;0)

angelegt, so dass dann die Bauteilkosten für jedes Produkt bestimmt werden können (Abb. 4.117).

Abb. 4.117 Bauteilsummen

	A	B	C	D	E
1					
2					
3	Bauteilsui Produkt				
4	Bauteil	A	B	C	D
5	1	35,54 €	21,77 €	51,63 €	243,60 €
6	2	433,31 €	33,39 €	133,21 €	159,20 €
7	3	285,36 €		65,52 €	2.553,28 €
8	4		45,03 €	124,42 €	55,51 €
9	5	65,19 €	5,94 €	118,22 €	452,45 €
10	6	830,70 €	105,24 €	30,12 €	69,82 €
11	7	94,40 €	12,26 €		
12	8	5,78 €		113,92 €	
13	9	12,52 €		53,62 €	
14	10	610,51 €		334,30 €	
15	11	255,55 €		22,57 €	
16	12	78,23 €			
17	13	932,30 €			
18	14	571,55 €			
19	15	17,88 €			
20	Gesamter	1.551,61 €	307,65 €	1.146,06 €	913,03 €

F	G
E	Gesamtergebnis
76,28 €	251,22 €
90,50 €	485,09 €
166,80 €	1.090,30 €
30,42 €	337,71 €
	363,80 €
145,22 €	463,46 €
164,49 €	533,87 €
114,24 €	163,94 €
182,51 €	200,97 €
40,66 €	549,96 €
88,97 €	260,98 €
	78,23 €
	932,30 €
	571,55 €
	17,88 €
1.113,24 €	4.749,43 €

PivotTable-Feldliste

Wählen Sie die Felder, die Sie dem Bericht hinzufügen

☒ Produkt

☒ Bauteil

☐ Anzahl

☐ Std

☐ Mitarbeiter\_€/h

☐ MWh

☐ Stundensatz\_€/h

☒ Bauteilkosten

Felder zwischen den Be

☒ Berichtsfilter

Zeilenbeschrift...

Bauteil

4.6 Messwerte handhaben

Die technische Statistik befasst sich unter anderem auch mit der Analyse und Deutung von Messdaten. Nach der Menge der Messdaten werden auch Stichproben aus der Grundgesamtheit ausgewertet. So möchte ein Hersteller die Lebensdauer seiner Produkte abschätzen oder eine Dreherei die Wahrscheinlichkeit wissen, mit der eine Toleranzgrenze eingehalten wird. Dabei ist es oft unmöglich, jeden Messwert zu analysieren.

Die Größe, deren Häufigkeit beobachtet wird, sei die Zufallsvariable  $x$ . Die Wahrscheinlichkeit, dass  $x$  einen Wert kleiner oder gleich  $c$  annimmt, wird als Formel

$$P(x \leq c)$$
(4.1)

ausgedrückt. Es sind zwei Zufälle zu unterscheiden. Die Zufallsvariable  $x$  ist *diskret*, wenn sie nur endlich viele Werte annehmen kann, so wie bei einem Würfel. Der andere Fall ist, dass die Zufallsvariable  $x$  *stetig* ist und beliebige Werte innerhalb eines Intervalls annehmen kann. Diese Werte bilden ein Kontinuum.

### 4.6.1 Häufigkeit und Klassenbildung

Stetige Messwerte sind in ihrer Menge unübersichtlich zu verwalten. Zur besseren Übersicht wird versucht, sie mittels Klassenbildung in diskrete Mengen umzuwandeln. Dazu wird das Kontinuum in gleichgroße Teilintervalle aufgeteilt. Die Anzahl der Teilintervalle bestimmt sich in Abhängigkeit von der Anzahl der Werte. Eine empirische Formel lautet

$$K = 1 + 3,3 \cdot \log_{10} N. \quad (4.2)$$

Es gibt aber auch andere Formeln.

► X\_04-23\_Messwerte Klassen.xlsx

Als Anwendungsbeispiel werden zehntausend Messwerte im Intervall 80 bis 120 betrachtet. Nach der obigen Formel sollten sie in

$$K = 1 + 3,3 \cdot \log_{10} (10.000) = 1 + 3,3 \cdot 4 = 14,2 \quad (4.3)$$

aufgerundet 15 Klassen aufgeteilt werden (Abb. 4.118).

Mit den Namen

Werte =	\$A\$2:\$A\$100001
Klasse =	\$B\$2:\$B\$100001
Untergrenze =	E3
Obergrenze =	E4
Anzahl =	E5
Matrix =	\$D\$8:\$E\$22

bestimmt sich die Klassenzuordnung durch

$B2 = \text{SVERWEIS}(\text{Werte}; \text{Matrix}; 2; \text{WAHR})$ .

Die Klassenuntergrenzen ergeben sich aus

$D8 = \text{RUNDEN}(\text{Untergrenze} + (\text{Klasse} - 1) * (\text{Obergrenze} - \text{Untergrenze}) / \text{Anzahl}; 2),$

**Abb. 4.118**    Klasseneinteilung

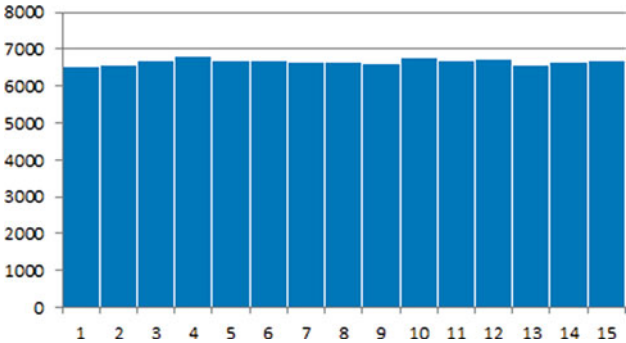
	A	B	C	D	E	F
1	Werte	Klasse				
2	100,49	8				
3	107,64	11		Untergrenze	80	
4	80,03	1		Obergrenze	120	
5	108,26	11		Anzahl	15	
6	89,74	4				
7	100,03	8		von	Klasse	Anzahl
8	112,76	13		80	1	6533
9	116,6	14		82,67	2	6552
10	90,77	5		85,33	3	6683
11	102,1	9		88	4	6825
12	106,31	10		90,67	5	6680
13	101,98	9		93,33	6	6684
14	92,56	5		96	7	6650
15	97,92	7		98,67	8	6654
16	85,61	3		101,33	9	6617
17	90,02	4		104	10	6771
18	96,94	7		106,67	11	6703
19	82,26	1		109,33	12	6713
20	99,02	8		112	13	6576
21	83,09	2		114,67	14	6660
22	82,51	1		117,33	15	6699
23	83,39	2				
24	88,24	4			Summe	100000
25	82,91	2				

und die Klassenmenge aus

F8 = ZÄHLENWENN(Ordnung;Klasse).

Gerne wird eine solche Klassenbildung auch als Histogramm dargestellt. Im Beispiel wird der Bereich E7:F22 markiert und ein *gruppiertes Säulendiagramm* eingefügt. Die Legende wird gelöscht und im Kontextmenü unter *Datenreihen formatieren* wird die Abstandsbreite auf null gesetzt (Abb. 4.119).

**Abb. 4.119**    Histogramm zur  
Klasseneinteilung



**Abb. 4.120** Statistik der Klasseneinteilung

Minimalwert	80
Maximalwert	120
arithm. Mittelwert	100,020219
Varianz	132,858836
Standardabweichung	11,5264407

Für die Klassenauswertung kann auch die Matrixformel HÄUFIGKEIT verwendet werden. Dazu wird der Bereich F8:F22 markiert, die Formel

= HÄUFIGKEIT(Ordnung;Klasse)

in die Befehlszeile eingegeben und mit STRG + UMSCH + ENTER abgeschlossen. Die weitere Auswertung der Daten mit den Formeln

I3 = MIN(Werte)

I4 = MAX(Werte)

I5 = MITTELWERT(Werte)

I7 = VAR.P(Werte)

I8 = STABWN(Werte)

liefert die Klassenverteilungsparameter (Abb. 4.120).

#### 4.6.2 Verteilungsparameter

Es ist sinnvoll, so analysierte Daten durch Verteilungsparameter zusammenzufassen. Als Lokationsmaße sind der Minimalwert, der Maximalwert und der arithmetische Mittelwert zu nennen. Letzterer definiert sich aus der Formel

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum x_i. \quad (4.4)$$

Im Gegensatz dazu gibt es auch den geometrischen Mittelwert. Er bestimmt sich aus der Formel

$$\bar{x}_{\text{geom}} = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i} \quad (4.5)$$

und wird bei Wachstumsprozessen angewendet.

Als Dispersionsmaße zählen Standardabweichung und Varianz. Die Varianz ist ein Maß für die Streuung einer Grundgesamtheit. Die Varianz der Grundgesamtheit bestimmt sich aus der Formel

$$s^2 = \frac{1}{n} \left( \sum (x_i - \bar{x})^2 \right). \quad (4.6)$$

**Abb. 4.121** Anwendung der Funktion HÄUFIGKEIT

{=HÄUFIGKEIT(Ordung;Klasse)}			
	E	F	G
	Klasse	Anzahl	
0	1	6533	
7	2	6552	
3	3	6683	
8	4	6825	
7	5	6680	
3	6	6684	
6	7	6650	
7	8	6654	
3	9	6617	
4	10	6771	
7	11	6703	
3	12	6713	
2	13	6576	
7	14	6660	
3	15	6699	

Die Varianz einer Stichprobenmenge ergibt sich aus der Formel

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \left( \sum (x_i - \bar{x})^2 \right). \quad (4.7)$$

Die Standardabweichung ist die Quadratwurzel aus der Varianz, also nach den Formeln die Größe  $s$ .

#### Lektion 4.26 Varianz, Standardabweichung und Häufigkeit als Excel-Funktion

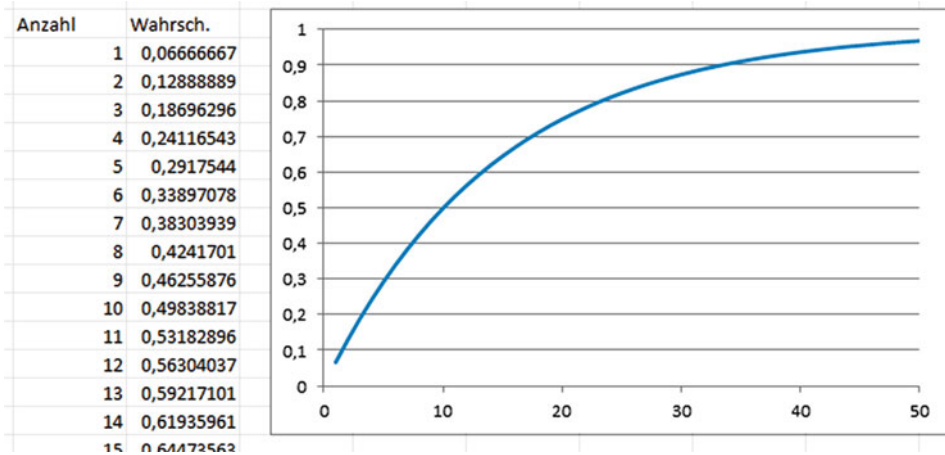
VAR.P	Varianz einer Grundgesamtheit
STABW.N	Standardabweichung einer Grundgesamtheit
VAR.S	Varianz einer Stichprobe
STABW.S	Standardabweichung einer Stichprobe
HÄUFIGKEIT	Häufigkeitsverteilung als einspaltige Matrix

Zur Anwendung der Häufigkeitsfunktion im Anwendungsbeispiel wird der Bereich F8:F22 markiert und in die Befehlszeile die Formel

= HÄUFIGKEIT(Ordung;Klasse)

eingetragen. Abgeschlossen wird die Formel mit STRG+UMSCH+ENTER (Abb. 4.121).

Aus dem vorherigen Histogramm wird deutlich, dass die Häufigkeit der Klassen gleichverteilt auf dem Intervall auftritt. Eine Gleichverteilung der Messwerte kann vorausgesetzt werden, allerdings erst mit einer entsprechend großen Anzahl von Ereignissen.



**Abb. 4.122** Anwendung der POTENZ-Funktion

Die Wahrscheinlichkeit, dass eine bestimmte Klasse mit einem zufälligen Messwert erzielt wird, beträgt im Anwendungsbeispiel 14 / 15, mit zwei Werten 29 / 225, wie sich leicht durch Auszählen nachprüfen lässt. Allgemein liegt die Gesetzmäßigkeit

$$w_n = 1 - \left(\frac{14}{15}\right)^2 \quad (4.8)$$

vor.

Die Auswertung mit der Formel

$$C3 = 1 - \text{POTENZ}(14/15; B3)$$

zeigt eine asymptotische Annäherung an den Wert eins und hat mit 50 Werten bereits eine Wahrscheinlichkeit von 0,968... erreicht (Abb. 4.122).

Wird das Erreichen einer Klasse als Treffer bezeichnet, so soll nachfolgend die Trefferhäufigkeit betrachtet werden. Das ist die Wahrscheinlichkeit, mit der eine bestimmte Anzahl Treffer bei einer bestimmten Anzahl Messwerten erzielt wird. Bernoulli hat im 17. Jahrhundert dazu die Formel der Binomialverteilung entwickelt, die auch Bernoulli-Verteilung genannt wird.

$$P_h = \frac{n!}{h!(n-h)!} \cdot p^h \cdot q^{n-h} \quad (4.9)$$

Darin ist

p = durchschnittliche Wahrscheinlichkeit eines Treffers bei einem Wert

q = Gegenwahrscheinlichkeit 1 – p

n = Anzahl Daten

$h$  = Anzahl Treffer

$P_h$  = Wahrscheinlichkeit, dass mit  $n$  Daten  $h$  Treffer erzielt werden

### Lektion 4.27 Verteilungen als Excel-Funktionen

BINOM.VERT	Wahrscheinlichkeiten einer binomialverteilten Zufallsvariablen
EXPON.VERT	Wahrscheinlichkeiten einer exponentialverteilten Zufallsvariablen
GAMMA.VERT	Wahrscheinlichkeiten einer gammaverteilten Zufallsvariablen
GTEST	Wahrscheinlichkeitswert für einen Gaußtest (Normalverteilung)
LOGNORM.VERT	Verteilungsfunktion einer lognormalen Zufallsvariablen
NORM.S.VERT	Wahrscheinlichkeit einer standardnormalverteilten Zufallsvariablen
NORM.VERT	Wahrscheinlichkeit einer normalverteilten Zufallsvariablen
POISSON.VERT	Wahrscheinlichkeit einer poissonverteilten Zufallsvariablen
WEIBULL.VERT	Wahrscheinlichkeit einer weibullverteilten Zufallsvariablen
QUANTIL	Alphaquantil einer Datengruppe

Zur Betrachtung die nachfolgende Übersicht, in der die Formel

$C4 = \text{BINOM.VERT}(C3; \$B4; 14/15; \text{FALSCH})$

mit der Binomialfunktion verwendet wird (Abb. 4.123).

Zu erkennen ist, dass sich der anfänglich unsymmetrische Funktionsverlauf immer mehr der Glockenform der Normalverteilung annähert. Diese als Normalverteilung nach Gauß bezeichnete Anordnung ergibt sich aus der Formel

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \cdot e^{\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (4.10)$$

in der  $\mu$  der Mittelwert der Normalverteilung und  $\sigma$  die Standardabweichung ist.

► X\_04-24\_Verteilung.xlsx

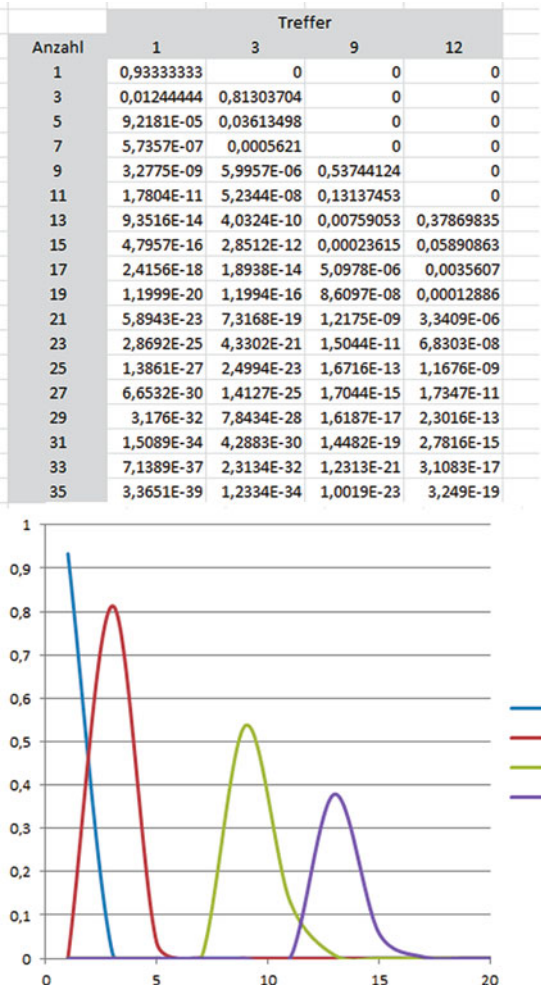
**Beispiel Nutzungsdauer** Dem Hersteller eines Produktes liegen 100.000 Daten über die Nutzungsdauer innerhalb von 5 Jahren=60 Monaten vor. Mit den Namen

Werte = \$B\$2:\$B\$100001

Klassen = \$D\$4:\$D\$23



**Abb. 4.123** Binomialverteilung



wird der Bereich E4:E23 markiert, in der Befehlszeile die Formel

= HÄUFIGKEIT(Werte;Klassen)

eingetragen und mit STRG+UMSCH+ENTER als Matrixformel gekennzeichnet. Die Visualisierung des Bereichs D3:E23 durch ein Diagramm vom Typ *Punkte mit interpolierenden Linien* zeigt diesmal eine Glockenkurve nach Gauß (Abb. 4.124).

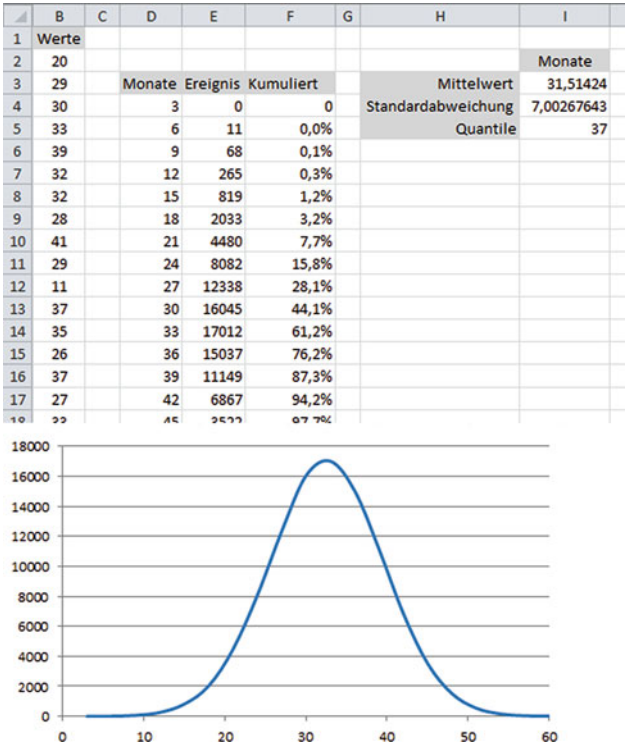
Die weitere Auswertung der Daten ergibt sich mit den Formeln (Abb. 4.125):

I3 = MITTELWERT(Werte)

I4 = STABWNA(Werte)

I5 = QUANTIL.EXKL(Werte;0,8)

**Abb. 4.124** Glockenkurve nach Gauß



**Abb. 4.125** Statistische Auswertung

	Monate
Mittelwert	31,51424
Standardabweichung	7,00267643
Quantile	37

**4.6.3 Regression und Korrelation**

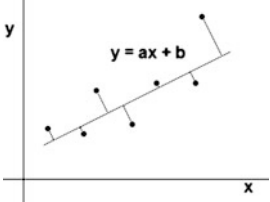
Bisher wurden Daten zu einem Ereignis betrachtet. Oft liegen aber mehr als ein Ereignis (Beobachtungswert) vor und es stellt sich die Frage, ob eine Abhängigkeit zwischen den Parametern besteht. Während sich die *Regressionsanalyse* mit der Art des Zusammenhangs zwischen den Merkmalen beschäftigt, ist es die Aufgabe der *Korrelationsanalyse*, den Grad dieses Zusammenhangs zu bestimmen.

In der Praxis gibt es Messwerte, bei denen man in der einfachsten Form einen linearen Zusammenhang vermutet. Als Ansatz sind n Messwertepaare gegeben, wobei einer unabhängigen Variablen  $x_i$  ( $i=1, \dots, n$ ) genauso viele abhängige Werte  $y_i$  zugeordnet werden. Der funktionale Zusammenhang kann nicht direkt angegeben werden, da die Messwerte von einer Störgröße  $\varepsilon$  überlagert werden (Abb. 4.126).

$$y = a \cdot x + b + \varepsilon$$

(4.11)

**Abb. 4.126** Lage der Messwerte zu einer Geraden



Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Gerade zu bestimmen. Eine der herkömmlichsten Methoden ist die bereits bekannte Methode der kleinsten Fehlerquadrate. Dabei ist das Ziel

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - (a \cdot x_i + b))^2 \rightarrow \text{Minimum} \tag{4.12}$$

die Minimierung der summierten Quadrate der Residuen. Aus dieser Forderung ergibt sich

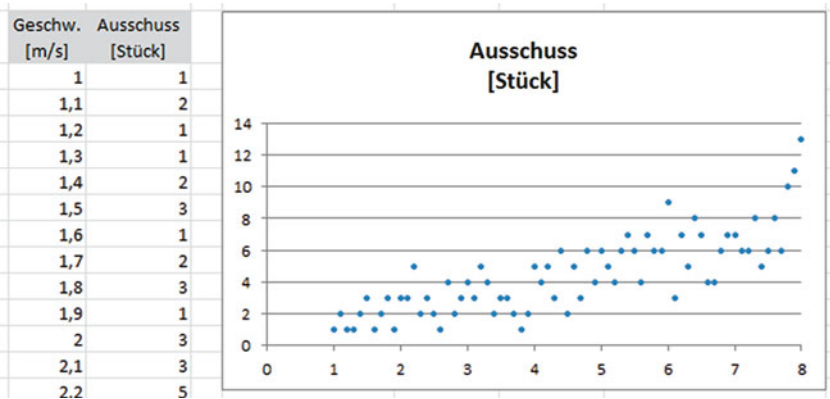
$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \tag{4.13}$$

und

$$b = \bar{y} - a \cdot \bar{x}. \tag{4.14}$$

► X\_04-25\_Regression.xlsx

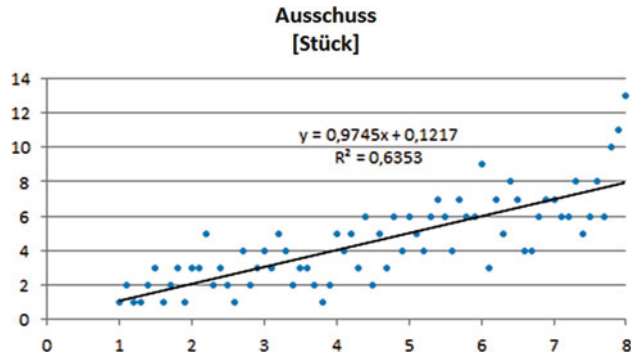
**Beispiel Zustellgeschwindigkeit und Ausschuss** Ein Hersteller testet den Ausschuss an produzierten Teilen in einem festgelegten Zeitpunkt in Abhängigkeit von der Zustellgeschwindigkeit des Förderbandes. Die Messwerte zeigt die Abb. 4.127 und auch die Visualisierung in einem Punkte Diagramm.



**Abb. 4.127** Ausschuss-Statistik

Durch Anklicken der Messwerte lässt sich über das Kontextmenü eine *Trendlinie* einfügen. Gewählt wird der Regressionstyp *Linear*. Mit den Optionen *Formel im Diagramm anzeigen* und *Bestimmtheitsmaß im Diagramm darstellen*, wird auch gleich die Analyse mitgeliefert (Abb. 4.128).

**Abb. 4.128** Trendlinie



Excel ermöglicht aber auch über Funktionen die Berechnung der Regressionsparameter (Abb. 4.129).

**Abb. 4.129** Bestimmte Regressionsparameter

Achsenabschnitt	0,12173038
Steigung	0,97451375
bei 4 m/s	4,01978538
Bestimmtheitsmaß	0,63532458

Mit den Formeln:

F3 = ACHSENABSCHNITT(Ausschuss;Geschw)

F4 = STEIGUNG(Ausschuss;Geschw)

F5 = SCHÄTZER(4;Ausschuss;Geschw) (kann für jeden x-Wert benutzt werden)

F6 = BESTIMMTHEITSMAS(Ausschuss;Geschw)

In Menüregister Entwicklertools, in der Gruppe Add-Ins können weitere Analysefunktionen ausgewählt werden (Abb. 4.130).

Danach existiert im Menüregister *Daten* in der Gruppe *Analyse* die Methode *Datenanalyse* (Abb. 4.131), zu deren Analyse-Funktionen auch die *Regression* gehört. Bei ihrer Anwahl öffnet sich ein Dialogfenster (Abb. 4.132).

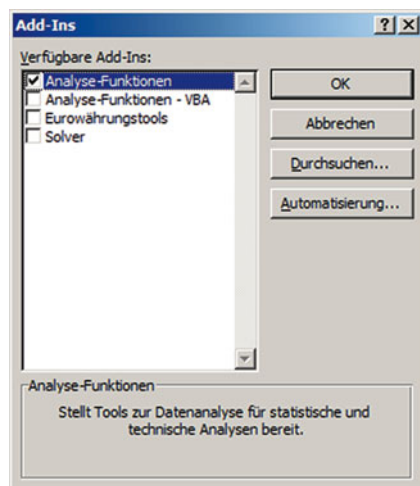
Durch Eingabe der Bereiche und die Auswahl eines neuen Tabellenblattes mit dem Namen *Analysefunktion* ergibt sich die komplette Auswertung (Abb. 4.133).

Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass auch die Excel-Funktion

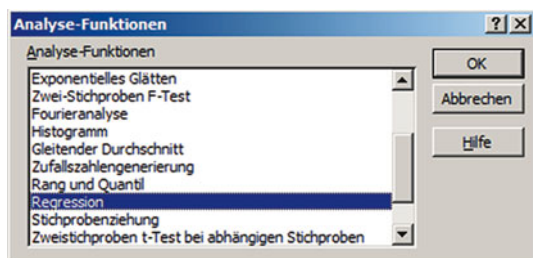
RGP(Y\_Werte;X\_Werte;Konstante;Stats)

die Parameter einer linearen Regression liefert.

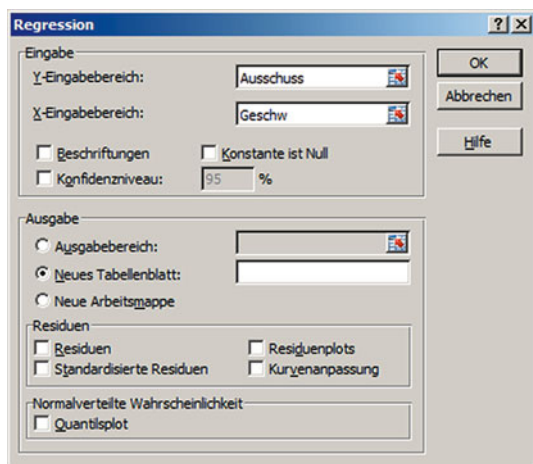
**Abb. 4.130** Aufruf des Add-Ins für Analysefunktionen



**Abb. 4.131** Auswahl der Analysefunktionen



**Abb. 4.132** Dialogfenster zur Bestimmung der Regressionsparameter





Die verwendeten Formeln sind:

I3 = KOVARIANZ.P(Ausschuss;Geschw)

I4 = PEARSON(Ausschuss;Geschw)

I5 = KORREL(Rang\_x;Rang\_y)

Um den Korrelationskoeffizienten nach Spearman bestimmen zu können, muss zuvor der Rang der X\_Werte und Y\_Werte (in diesem Fall Geschw. und Ausschuss) bestimmt werden. Dazu sind die Formeln

K3 = RANG(B3;Geschw;1)

L3 = RANG(C3;Ausschuss;1)

auf alle Zellen im Bereich K3:L73 zu übertragen.

---

## 4.7 Funktionen finden

Immer dann, wenn eine Größe von einer anderen abhängig ist, wird von einer Funktion oder Abbildung gesprochen. Im mathematischen Sinne handelt es sich dabei um eine Vorschrift, die jedem Element der Menge A in eindeutiger Weise ein Element der Menge B zuordnet.

$$f: A \rightarrow B \quad (4.15)$$

Da die Technik voll von solchen Abhängigkeiten ist, können unzählige Funktionen genannt werden. Ebenso gibt es viele Algorithmen, die den Umgang mit Funktionen aus unterschiedlichen Gründen beschreiben.

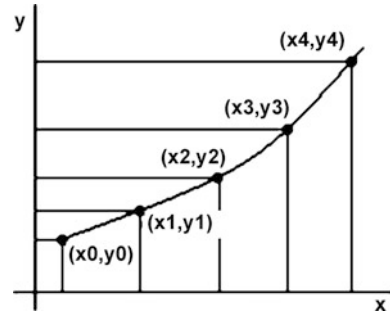
### 4.7.1 Interpolation

Nicht immer liegt eine Gleichung oder ein Gleichungssystem vor. Oftmals werden in der Praxis Werte gemessen und daraus Funktionen abgeleitet. Eine Methode ist die Funktion durch ein Polynom zu ersetzen (Abb. 4.135).

Ein oft verwendetes Verfahren nach Newton ist der Ansatz durch ein Polynom der Form

$$P(x) = b_0 + b_1(x - x_0) + b_2(x - x_0)(x - x_1) + \dots + b_n(x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{n-1}). \quad (4.16)$$

**Abb. 4.135** Funktionsverlauf mit Stützstellen



Die Koeffizienten  $b_0, b_1, \dots, b_n$  werden so bestimmt, dass das Näherungspolynom durch die Punkte  $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$  verläuft. Setzt man in den Ansatz nach Newton für  $x$  die Werte  $x_0, x_1, \dots, x_n$  ein, so erhält man das Gleichungssystem

$$\begin{aligned}
 y_0 &= b_0 \\
 y_1 &= b_0 + b_1 (x - x_0) \\
 y_2 &= b_0 + b_1 (x - x_0) + b_2 (x - x_0) (x - x_1) \\
 &\dots \\
 y_n &= b_0 + b_1 (x - x_0) + b_2 (x - x_0) (x - x_1) + \dots + b_n (x - x_0) (x - x_1) \dots (x - x_{n-1}).
 \end{aligned} \tag{4.17}$$

Dieses System lässt sich schrittweise für  $b_0, b_1, \dots, b_n$  auflösen mit

$$\begin{aligned}
 b_0 &= y_0 \\
 b_1 &= \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} = [x_1 x_0] \\
 b_2 &= [x_2 x_1 x_0], \text{ usw.}
 \end{aligned} \tag{4.18}$$

Die Koeffizienten bestimmen sich aus den dividierten Differenzen, die allgemein definiert sind zu

$$[x_n x_{n-1} \dots x_1 x_0] = \frac{[x_n x_{n-1} \dots x_1] - [x_{n-1} x_{n-2} \dots x_0]}{x_n - x_0}. \tag{4.19}$$

Setzt man diese Koeffizienten in den Ansatz ein, erhält man das Interpolationspolynom

$$\begin{aligned}
 y &= y_0 + [x_1 x_0] (x - x_0) + [x_2 x_1 x_0] (x - x_0) (x - x_1) + \dots \\
 &\quad + [x_n x_{n-1} \dots x_1 x_0] (x - x_0) (x - x_1) \dots (x - x_{n-1}).
 \end{aligned} \tag{4.20}$$

► X\_04-26\_Interpolation.xlsx

**Beispiel Stahlseilverlauf** Ein Stahlseil zwischen zwei Masten hat den dargestellten Verlauf. Einige Punkte (sogenannte Stützstellen) sind bekannt (Abb. 4.136).



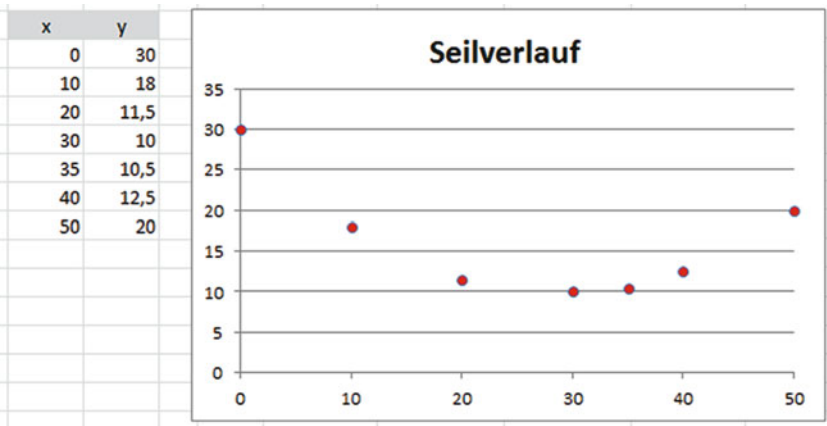


Abb. 4.136 Messpunkte zum Seilverlauf

Die dividierten Differenzen bestimmen sich nach den Formeln

$$E3 = (C4 - C3) / (B4 - B3)$$
$$F3 = (E4 - E3) / (B5 - B3)$$
$$G3 = (F4 - F3) / (B6 - B3)$$
$$H3 = (G4 - G3) / (B7 - B3)$$
$$I3 = (H4 - H3) / (B8 - B3)$$
$$J3 = (I4 - I3) / (B9 - B3)$$

die jeweils in der Spalte übertragen werden. Der Bereich E3:J3 beinhaltet dann die Koeffizienten (Abb. 4.137).

Abb. 4.137 Dividierte Differenzen

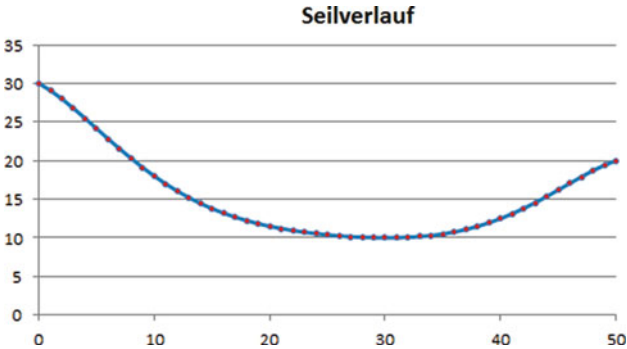
dividierte Differenzen					
-1,2	0,0275	-8,333333E-05	-7,14286E-06	1,0119E-06	-5,35714E-08
-0,65	0,025	-0,000333333	3,33333E-05	-1,6667E-06	
-0,15	0,01666667	0,000666667	-3,33333E-05		
0,1	0,03	-0,000333333			
0,4	0,02333333				
0,75					

Für den Bereich B3:B9 werden die Namen x\_0, x\_1, ..., x\_6 vergeben. Die Zelle C3 bekommt den Namen y\_0. Nun können in Spalte L noch einmal die X\_Werte von 0 bis 50 Meter aufgetragen werden. Die zugehörigen Y\_Werte bestimmen sich aus der Formel

$$M3 = y_0 + (L3 - x_0) * (b_1 + (L3 - x_1) * (b_2 + (L3 - x_2) * (b_3 + (L3 - x_3) * (b_4 + (L3 - x_4) * (b_5 + (L3 - x_5) * (b_6))))))$$

die auf alle Zellen M4:M53 übertragen wird (Abb. 4.138).

**Abb. 4.138** Berechneter Seilverlauf



**4.7.2    Approximation**

Im Gegensatz zur Interpolation wird bei der *Approximation* nicht verlangt, dass die Funktion in den Stützstellen den vorgegebenen Wert annimmt. Hier zählt vielmehr die bestmögliche Annäherung an den Funktionsverlauf nach einer definierten Methode, wie zum Beispiel die Methode der kleinsten Fehlerquadrate.

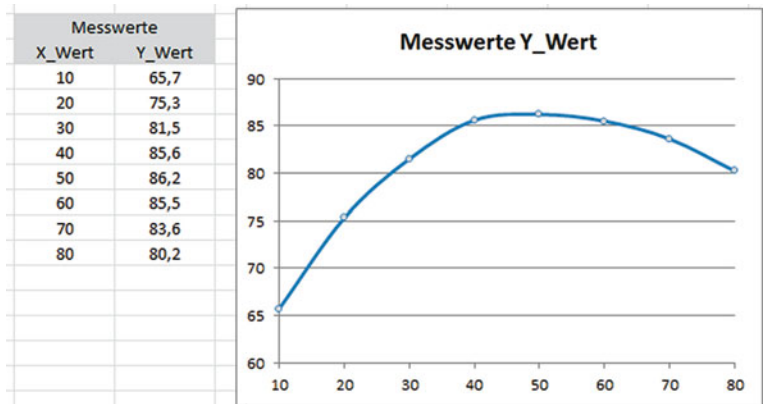
►    X\_04-27\_Approximation.xlsx

**Beispiel Kennlinie**    Vorgegeben ist eine Kennlinie durch Messwerte (Abb. 4.139).

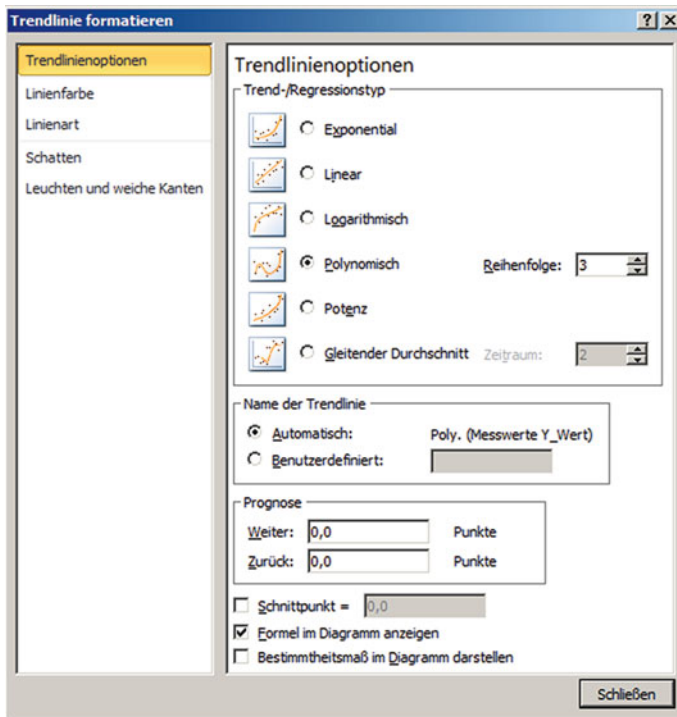
Sie soll durch ein Polynom approximiert werden. Der Kurvenverlauf schließt eine lineare Approximation aus. Vielmehr ist hier ein Ansatz durch ein Polynom der Form

$$P(x) = b_0 + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 \tag{4.21}$$

gefragt. Diesmal soll der denkbar einfachste Weg, den Excel uns vorgibt, genutzt werden.



**Abb. 4.139** Messwerte



**Abb. 4.140** Trendlinien-Optionen zum Beispiel

Mit einem Klick auf die Datenreihe im Diagramm und der Wahl der Methode *Trendlinie hinzufügen* über das Kontextmenü. Dadurch öffnet sich ein Dialogfenster für die Auswahl. Dort wird der Regressionstyp *Polynomisch* und unter Reihenfolge die 3, für 3. Grades gewählt.

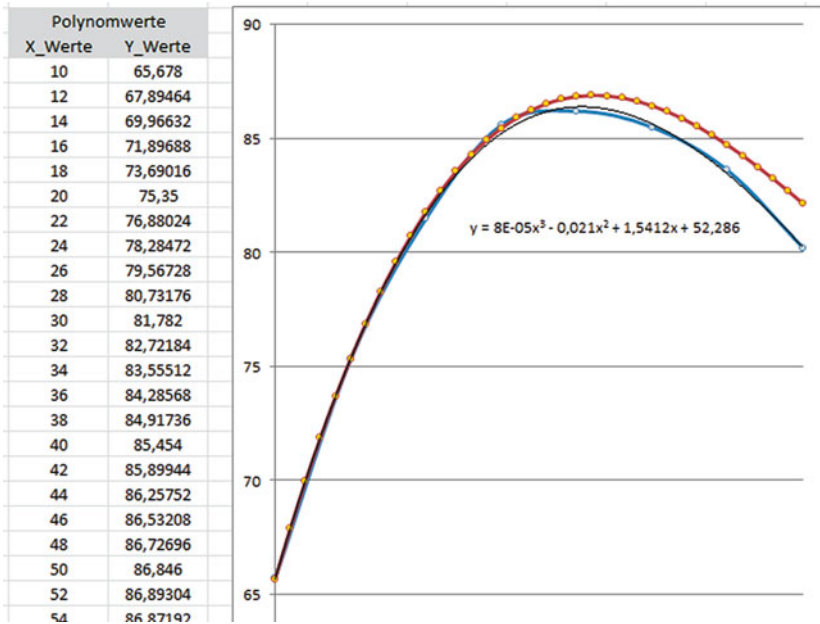
Wichtig ist noch, dass die Option *Formel im Diagramm anzeigen* ausgewählt wird. So werden nicht nur die Darstellung des approximierenden Polynoms, sondern auch seine Koeffizienten dargestellt (Abb. 4.140).

$$y = 8E - 05x^3 - 0,021x^2 + 1,5412x + 52,286 \quad (4.22)$$

In einer neuen Spalte werden die X\_Werte noch einmal mit einer kleineren Schrittweite eingetragen und sie erhalten den Namen *x*. Die zugehörigen Y\_Werte berechnen sich nach dem Polynom aus

$$F4 = 0,00008 * x^3 - 0,021 * x^2 + 1,5412 * x + 52,286.$$

Die Formel wieder auf den Bereich F5:F39 übertragen. Diese neue Datenreihe wird ebenfalls ins Diagramm mit aufgenommen. Dabei wird offensichtlich, dass sich Rundungsfehler der Koeffizienten im approximierenden Polynom kumulieren (Abb. 4.141).



**Abb. 4.141** Approximierendes Polynom

### 4.7.3 Den Solver einsetzen

Excel verfügt mit dem Solver über ein Werkzeug zur Lösung von Gleichungen. Voraussetzung dabei ist, dass der funktionale Zusammenhang zwischen den gesuchten Parametern und den Messdaten bekannt ist.

#### Lektion 4.28 Das Add-In des Solvers installieren

Existiert im Menü keine Befehlsgruppe *Analyse*, bzw. gibt es in der vorhandenen Befehlsgruppe *Analyse* keine Methode *Solver*, so ist diese einmalig einzurichten.

Im Menü *Datei* wird unter *Optionen* die Gruppe *Add-Ins* aufgerufen (Abb. 4.142).

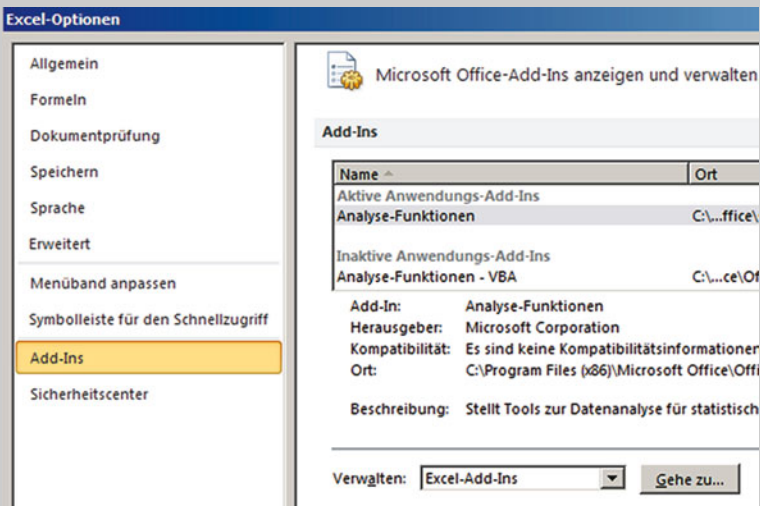


Abb. 4.142 Add-Ins unter Optionen

Unter *Verwalten*: muss die Auswahl *Excel-Add-Ins* stehen. Ein Klick auf *Gehe zu* öffnet ein weiteres Dialogfenster (Abb. 4.143).

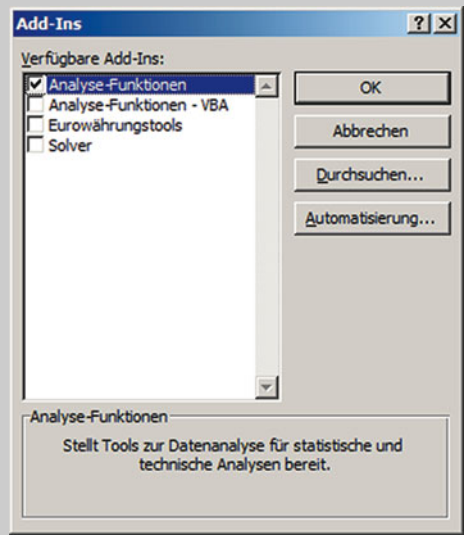


Abb. 4.143 Add-Ins Installationsfenster

Hier muss die Option *Solver* gewählt werden. Dadurch bekommt die Menügruppe *Analyse* die Auswahl *Solver* (Abb. 4.144).

**Abb. 4.144** Menügruppe Analyse

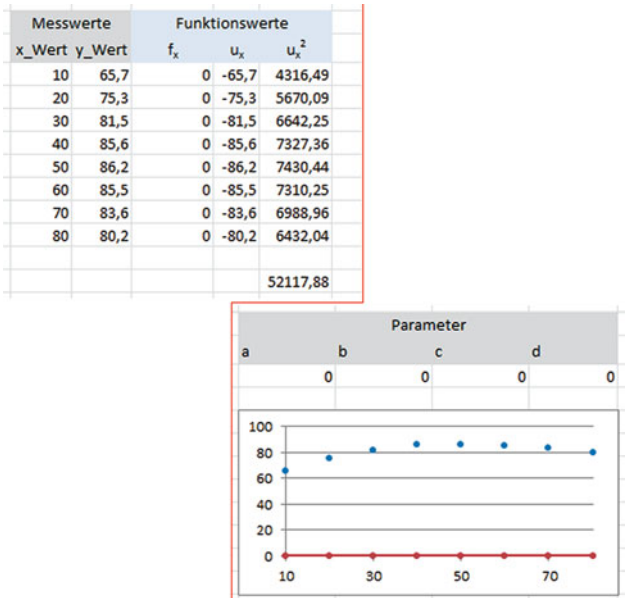
►    X\_04-28\_Messwerte Solver.xlsx

Zur Anwendung sollen die vorangegangenen Messdaten noch einmal genutzt werden. Ebenso wird als Beziehung eine nichtlineare Funktion der Form

$$f(x) = a + bx + cx^2 + dx^3 \tag{4.23}$$

vorausgesetzt (Abb. 4.145).

**Abb. 4.145** Funktionswerte



Folgende Namen werden definiert:

$a\_ = \$H\$4$   
 $b\_ = \$I\$4$   
 $c\_ = \$J\$4$   
 $d\_ = \$K\$4$   
 $\text{Parameter} = \$H\$4:\$K\$4$   
 $x\_ = \$B\$4:\$B\$11$   
 $y\_ = \$C\$4:\$C\$11$   
 $f\_ = \$D\$4:\$D\$11$   
 $u\_ = \$E\$4:\$E\$11$   
 $uu\_ = \$F\$4:\$F\$11$   
 $\text{Ergebnis} = \$F\$13$

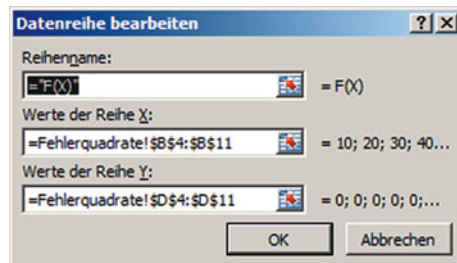
Die Formeln

$D4 = a\_ + b\_ * x\_ + c\_ * x\_ * x\_ + d\_ * x\_ * x\_ * x\_$   
 $E4 = f\_ - y\_$   
 $F4 = u\_ * u\_$   
 $F13 = \text{SUMME}(uu\_)$

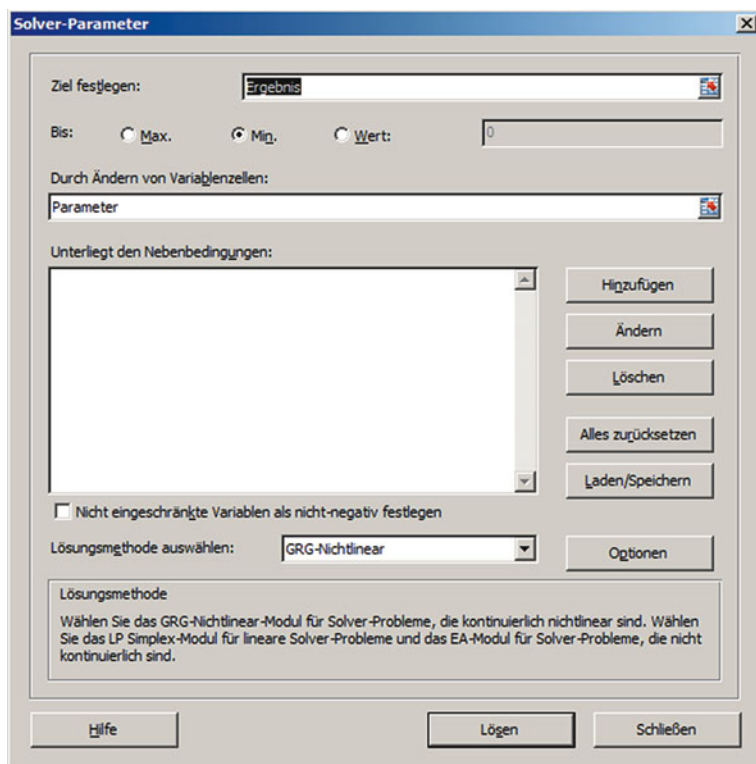
werden auf den Bereich D5:F11 übertragen. Die Funktion rechnet zunächst mit dem Wert null der Ausgangskoeffizienten. Mit  $u_x$  wird die Abweichung zwischen  $y$  und  $f$  berechnet. In einer weiteren Spalte wird das Quadrat der Abweichung bestimmt. Die Summe der Quadrate der Abweichungen gilt es nun auf ein Minimum zu reduzieren.

Zur Visualisierung wird über den Bereich B3:C11 ein Diagramm vom Typ *Punkte nur mit Datenpunkten* erstellt. Über das Kontextmenü des Diagramms und *Daten auswählen* wird mit der Methode *Hinzufügen* eine weitere Datenreihe hinzugefügt (Abb. 4.146).

**Abb. 4.146** Datenreihe hinzufügen



Durch Anklicken der hinzugefügten Datenpunkte und der Wahl des Diagrammtyps *Punkte mit interpolierenden Linie und Datenpunkten* über das Kontextmenü, entsteht das oben dargestellte Diagramm. Die Markierungsoptionen der Datenpunkte wurden noch etwas angepasst.



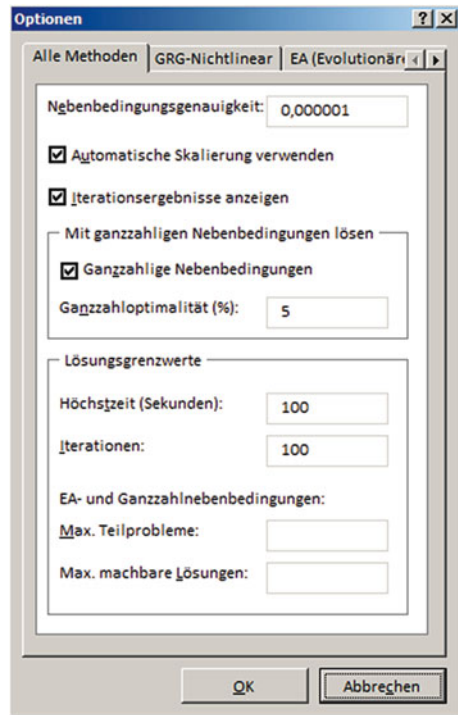
**Abb. 4.147** Solver-Parameter

Der aufgerufene Solver erhält die dargestellten Einträge (Abb. 4.147). Ergebnis unter Ziel festlegen und Parameter unter Durch Verändern der Variablenzellen. Als Lösungsmethode ist GRG-Nichtlinear auszuwählen.

Unter *Optionen* im Dialogfenster sollten die nachfolgenden Einstellungen unter *Alle Methoden* stehen (Abb. 4.148).

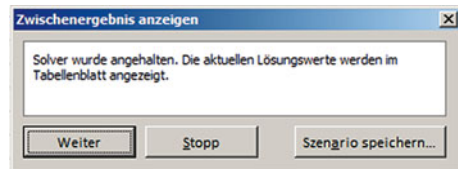


**Abb. 4.148** Optionen zum Solver



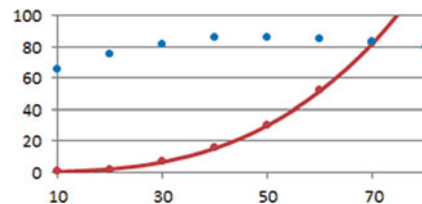
Mit dem Aufruf *Lösen* startet die erste Iteration. Nach kurzer Berechnung folgt ein Stopp, um ein gefundenes Ergebnis anzuzeigen (Abb. 4.149).

**Abb. 4.149** Berechnungshinweis



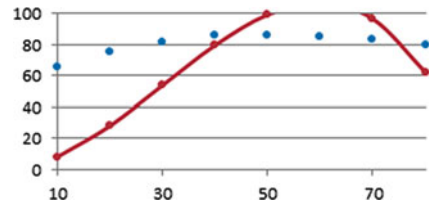
Mit der ersten Iteration (Abb. 4.150).

**Abb. 4.150** Iteration 1



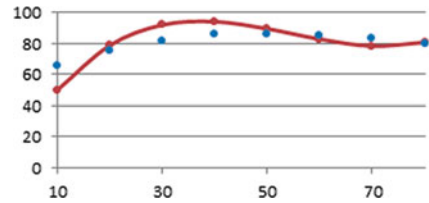
Mit der zweiten Iteration (Abb. 4.151).

**Abb. 4.151** Iteration 2



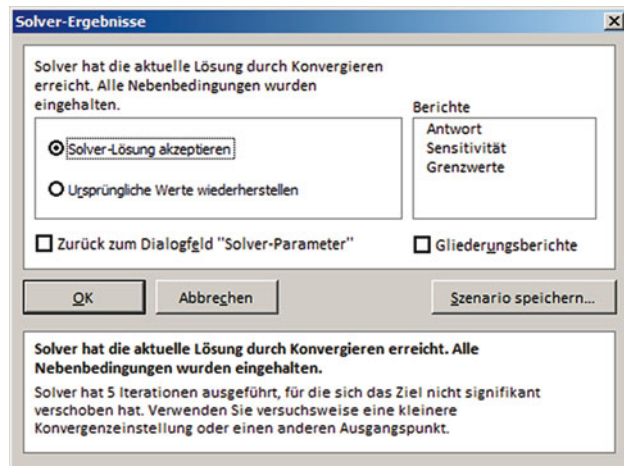
Mit der vierten Iteration (Abb. 4.152).

**Abb. 4.152** Iteration 4



Nach ca. 10 Iterationen erfolgt die nachfolgende Meldung, die darauf hinweist, dass mit jeder weiteren Iteration keine signifikanten Veränderungen mehr zu erwarten sind (Abb. 4.153).

**Abb. 4.153** Solver-Ergebnismeldung

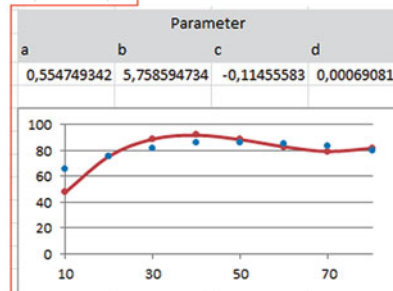


Möglicherweise sind die Messdaten auch bereits durch eine Parabel approximierbar. Auch das Abbruchkriterium in den Optionen kann noch verfeinert werden (Abb. 4.154).

Der Solver ist nicht auf die Methode der kleinsten Fehlerquadrate beschränkt, sondern es kann die etwas robustere Methode der Absolutsummen der Abweichungen genutzt werden. Unter den Messdaten befinden sich jetzt zwei Ausrutscher. Das Ergebnis ist immer noch eine zufriedenstellende Approximation (Abb. 4.155).

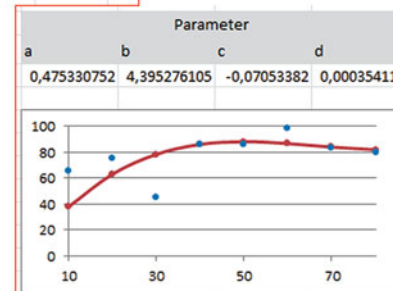
**Abb. 4.154** Lösung der Approximation nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate

Messwerte		Funktionswerte		
x_Wert	y_Wert	$f_x$	$u_x$	$u_x^2$
10	65,7	47,375922	-18,3	335,7718
20	75,3	75,430782	0,131	0,017104
30	81,5	88,864181	7,364	54,23116
40	85,6	91,820972	6,221	38,70049
50	86,2	88,446007	2,246	5,044547
60	85,5	82,884139	-2,62	6,842727
70	83,6	79,280222	-4,32	18,66048
80	80,2	81,779106	1,579	2,493577
				461,7619



**Abb. 4.155** Methode der Approximation durch die Methode der Absolutsummen

Messwerte		Funktionswerte		
x_Wert	y_Wert	$f_x$	$u_x$	$u_x^2$
10	65,7	37,72882	-28	782,3869
20	75,3	63,000206	-12,3	151,2849
30	45,3	78,414148	33,11	1096,547
40	85,6	86,095308	0,495	0,24533
50	86,2	88,168343	1,968	3,874375
60	98,2	86,757915	-11,4	130,9213
70	83,6	83,988684	0,389	0,151076
80	80,2	81,98531	1,785	3,187331
				2168,598



**Abb. 4.156** Projektzeitenliste

	A	B	C	D
1			Stunden	2000
2			Zielwert	0
3				
4		#	Variable	Werte
5		A	1	109
6		B	1	142
7		C	0	83
8		D	1	155
9		E	1	96
10		F	1	112
11		G	1	123
12		H	0	61
13		I	1	112
14		J	1	92
15		K	1	103
16		L	1	91
17		M	1	123
18		N	1	94
19		O	1	104
20		P	0	66
21		Q	1	94
22		R	0	67
23		S	1	156
24		T	0	59
25		U	0	56
26		V	1	113
27		W	1	97
28		X	0	105
29		Y	0	67
30		Z	1	84
31				
32			Ergebnis	2000

**Beispiel Projektstunden** Im nachfolgenden Beispiel soll noch einmal die Anwendungsbreite des Solver demonstriert werden. Auch Definitionen von Nebenbedingungen kommen hier zum Einsatz.

► X\_04-29\_Projektstunden.xlsx

Für ein Projekt sind 2000 Stunden geplant. Die Mitarbeiter von A bis Z kommen für dieses Projekt in Frage. Ihre Zeiten, die dafür zur Verfügung stehen, sind daneben aufgelistet (Abb. 4.156). Es ist eine Auswahl Mitarbeiter gesucht, deren Stundenzahl in der Summe genau die Projektzeit ergibt.

Verwendet werden folgende Namen:

Variable = \$C\$5:\$C\$30

Werte = \$D\$5:\$D\$30

Wert = \$D\$1

Zielwert = \$D\$2

Nach dem Aufruf des Solver müssen noch die dargestellten Werte eingesetzt werden. Die Nebenbedingungen werden über den Schalter Hinzufügen in einem gesonderten Dialogfeld erstellt (Abb. 4.157).

**Abb. 4.157** Solver-Parameter zur Zeitvergabe

Ziel festlegen: Zielwert

Bis: ☒ Max. ☐ Min.

Durch Ändern von Variablenzellen:

Variable

Unterliegt den Nebenbedingungen:

Variable = Ganzzahlig  
Variable <= 1  
Variable >= 0

Nach ca. 200 Iterationen gibt der Solver eine Lösung an, die allen Bedingungen gerecht wird (Abb. 4.158).

**Abb. 4.158** Ergebnis der Iterationen

	A	B	C	D
			Stunden	2000
1				
5	A	1		109
6	B	1		142
8	D	1		155
9	E	1		96
10	F	1		112
11	G	1		123
13	I	1		112
14	J	1		92
15	K	1		103
16	L	1		91
17	M	1		123
18	N	1		94
19	O	1		104
21	Q	1		94
23	S	1		156
26	V	1		113
27	W	1		97
30	Z	1		84
31				
32		Ergebnis		2000

Kein Unternehmen ohne Prozesse. Sie funktionieren nur, wenn Aktionen entlang der Prozesskette koordiniert werden. Diese Struktur kann mit der Menge der Aktionen recht komplex werden. Prozessmanagement ist eine der zentralen Aufgaben des Organisierens.

---

## 5.1 Netzplan

Prozessvorgaben sollen helfen, die Ziele zu erreichen, die sich das Unternehmen gesetzt hat. Qualität, Zeit und Kosten sind die wesentlichen Leistungsmerkmale von Prozessen. Sie spielen bei der Gestaltung und Optimierung eine Hauptrolle.

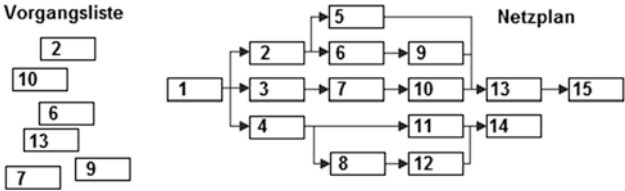
Ein Prozess ist eine inhaltlich abgeschlossene, zeitlich begrenzte und sachlich logische Folge von Aktivitäten. Der Planung von Prozessen kommt eine besondere Bedeutung zu. Eine fehlerhafte und unrealistische Planung kann im Prozessablauf selten korrigiert werden. Die nachfolgende Betrachtung orientiert sich jedoch weniger an den Grundlagen des Prozessmanagements, als an den Methoden die dazu entwickelt wurden (Abb. 5.1).

### 5.1.1 CPM-Netzplan

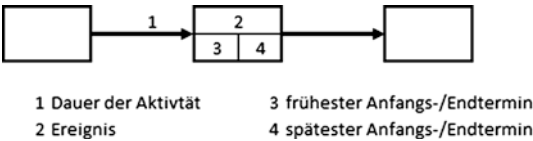
Der Ursprungsgedanke zum Netzplan ist die Darstellung kritischer Pfade im Zeitablauf eines Prozesses (Critical Path Method kurz CPM). Das Netzplandiagramm zeigt, welche Aktivitäten mit und ohne Zeitreserven durchführbar sind und welche Aktivitäten maßgeblich den Prozessablauf beeinflussen. Der Netzplan ist sowohl ein Darstellungsmittel der Terminplanung, als auch ein Algorithmus zur Bestimmung des kritischen Pfades.

Der Netzplan besteht in der CPM-Darstellung aus Knoten und Kanten, wobei die Aktivitäten wie Bezeichnung und Dauer in den Kanten und Zeiten wie frühester/spätester Anfangs- und Endtermin in den Knoten abgebildet werden (Abb. 5.2).

**Abb. 5.1** Übergang von Vorgangselementen zum Netzplan

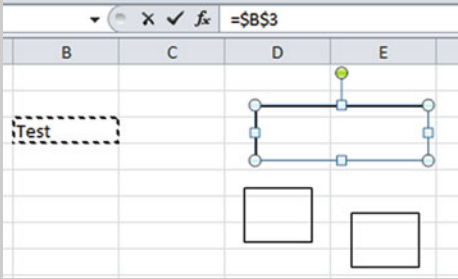


**Abb. 5.2** CPM Netzplan-Elemente



**Lektion 5.1 Formen Zellinhalte zuweisen**

Eingefügte Formen sind ebenfalls als Objekte zu betrachten, daher haben sie in der Regel auch ein Textattribut. Diesem Attribut lassen sich auch Zellinhalte zuweisen, ob nun durch Bereichsnamen oder direkt als Zelladresse. Dazu wird die Form markiert und in der Befehlszeile ein = Zeichen zusammen mit der Zelladresse eingegeben. Auch per Mausklick kann die Adresse erzeugt werden. Danach steht der Zellinhalt in der Form und kann so variabel gestaltet werden (Abb. 5.3).



**Abb. 5.3** Formen Zellinhalte zuweisen

**Lektion 5.2 Formen gruppieren**

Mehrere, auch verschiedene Formen, lassen sich zu einer Gruppe zusammenfassen. Dazu werden alle Formen zusammen markiert, so wie es bereits im Kap. 1 beschrieben wurde. Über das Kontextmenü kann die Methode *Gruppieren* aufgerufen werden (Abb. 5.4).

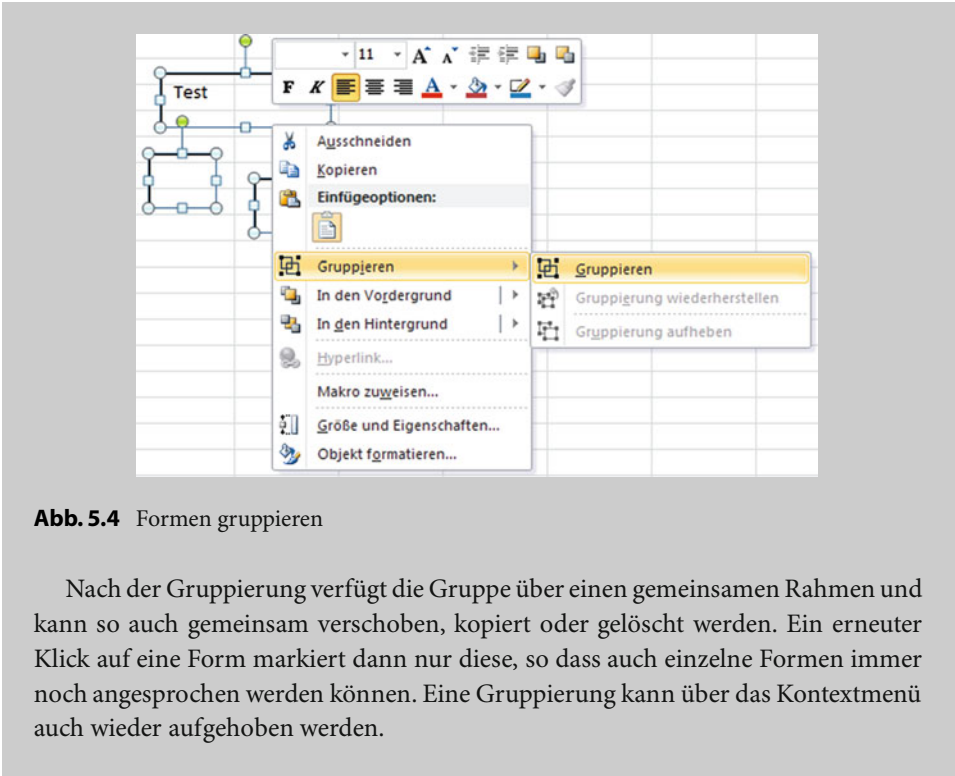


Abb. 5.4 Formen gruppieren

Nach der Gruppierung verfügt die Gruppe über einen gemeinsamen Rahmen und kann so auch gemeinsam verschoben, kopiert oder gelöscht werden. Ein erneuter Klick auf eine Form markiert dann nur diese, so dass auch einzelne Formen immer noch angesprochen werden können. Eine Gruppierung kann über das Kontextmenü auch wieder aufgehoben werden.

Mit Hilfe von drei Rechteckformen, wie in der vorherigen Lektion dargestellt, wird ein Knotenobjekt erstellt, wie wir es für den CPM-Netzplan benötigen.

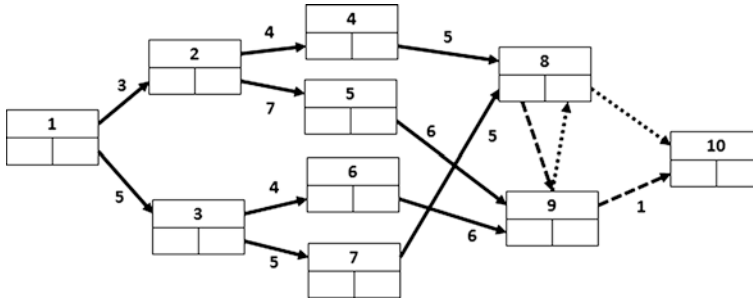
**Auftragsplanung** Das nachfolgende Beispiel stellt als Projekt eine Auftragsplanung dar. Ein Netzplan soll Termine bestimmen und den kritischen Pfad ermitteln (Abb. 5.5).

► X\_05-01\_Netzplan.xlsx

Abb. 5.5 Aktivitäten

Aktivität						
Nr	Bez.	von	nach	D	FAZ	SAZ
1	Start		2/3	0		
2	Materialbestellung	1	4/5	3		
3	Arbeitsplanung	1	6	5		
4	Materialkosten	2	8	4		
5	Materiallieferung	2	9	7		
6	Personalschulung	3	9	4		
7	Lohnkosten	3	8	5		
8	Selbstkosten	4/7	10	5		
9	Fertigung	5/6	10	6		
10	Lieferung	9		1		





**Abb. 5.6** Plan erstellen

Zehn Knoten werden mit der erstellten Vorlage dadurch erzeugt, dass ein Knoten markiert wird, die STRG-Taste gedrückt bleibt, der Knoten am Rand mit der Maus angeklickt wird (Zeiger mit + erscheint), die Maustaste gedrückt bleibt und der Knoten an eine andere Stelle gezogen wird. Jeder Knoten bekommt im oberen Feld eine Zelladresszuweisung für die Spalte Nr, wie oben beschrieben. Ebenso werden Rechteckformen ohne Rahmen über das Kontextmenü erstellt. Diesen wird die Dauer (Spalte D) zugewiesen. Wenn so weit geschehen, wird ein Netzplan nach Abb. 5.6 erstellt.

Die Darstellung zeigt sehr anschaulich die Wirkzusammenhänge.

**Vorwärtsrechnung** Nun erfolgt die Bestimmung der frühestmöglichen Anfangszeitpunkte (FAZ) jedes nachfolgenden Vorgangs aus den FAZs aller möglichen Vorgänger. Besitzt ein Vorgang mehrere Vorgänger, die alle erst beendet sein müssen, bevor er beginnen kann, so ist bei der Vorwärtsrechnung der Vorgänger zeitbestimmend, der als letzter endet, also derjenige mit dem spätesten FAZ (Abb. 5.7).

$$\text{FAZ}_i = \text{Max} (\text{FAZ}_k + D), \quad k = 1, \dots, n \quad (5.1)$$

Nach der Berechnung der FAZs werden die entsprechenden Felder der Knoten einzeln markiert und ihnen die Adresse des zugehörigen Tabellenwertes zugewiesen (Abb. 5.8).

Die Vorwärtsrechnung ergibt eine Laufzeit von 17 Zeiteinheiten. Die roten Pfeile kennzeichnen den kritischen Pfad in der Fertigungsreihenfolge 1-2-5-9-10 (Abb. 5.9).

**Rückwärtsrechnung** Bei der Rückwärtsrechnung werden für jeden Vorgang die spätesten notwendigen Anfangszeitpunkte ermittelt, die eingehalten werden müssen, um das Projektende nicht zu verzögern. Der Ausgangspunkt der Berechnung ist dabei der bei der Vorwärtsrechnung ermittelte Projektendtermin. Dieser entspricht dem SAZ des letzten Vorgangs. Wird von diesem die Vorgangsdauer abgezogen, erhält man den spätestens notwendigen Anfangszeitpunkt (SAZ) des Vorgängers (Abb. 5.10).

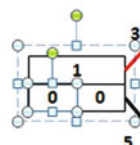
$$\text{SAZ}_i = \text{Min} (\text{SAZ}_k - D), \quad k = 1, \dots, n \quad (5.2)$$

**Abb. 5.7** Vorwärtsrechnung

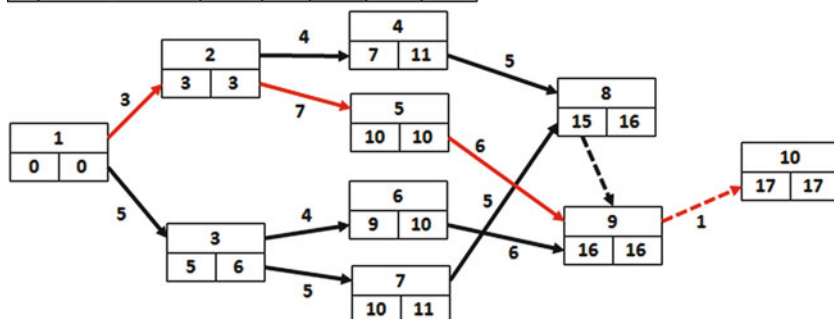
Aktivität		von	nach	D	FAZ
Nr	Bez.				
1	Start		2/3	0	0
2	Materialbestellung	1	4/5	3	=G4+F5
3	Arbeitsplanung	1	6	5	=G4+F6
4	Materialkosten	2	8	4	=G5+F7
5	Materiallieferung	2	9	7	=G5+F8
6	Personalschulung	3	9	4	=G6+F9
7	Lohnkosten	3	8	5	=G6+F10
8	Selbstkosten	4/7	10	5	=MAX(G7;G10)+F11
9	Fertigung	5/6	10	6	=MAX(G8;G9)+F12
10	Lieferung	9		1	=MAX(G11;G12)+F13

Rechteck 3    fx    =SG\$4

A	B	C	D	E	F	G	I	J	K
Aktivität		von	nach	D	FAZ				
Nr	Bez.								
1	Start		2/3	0	0				
2	Materialbestellung	1	4/5	3	=G4+F5				
3	Arbeitsplanung	1	6	5	=G4+F6				
4	Materialkosten	2	8	4	=G5+F7				
5	Materiallieferung	2	9	7	=G5+F8				
6	Personalschulung	3	9	4	=G6+F9				
7	Lohnkosten	3	8	5	=G6+F10				


**Abb. 5.8** Verknüpfung mit Zellen

Aktivität		von	nach	D	FAZ	SAZ
Nr	Bez.					
1	Start		2/3	0	0	0
2	Materialbestellung	1	4/5	3	3	3
3	Arbeitsplanung	1	6	5	5	6
4	Materialkosten	2	8	4	7	11
5	Materiallieferung	2	9	7	10	10
6	Personalschulung	3	9	4	9	10
7	Lohnkosten	3	8	5	10	11
8	Selbstkosten	4/7	10	5	15	16
9	Fertigung	5/6	10	6	16	16
10	Lieferung	9		1	17	17

**Abb. 5.9** Ergebnis der Vorwärtsrechnung

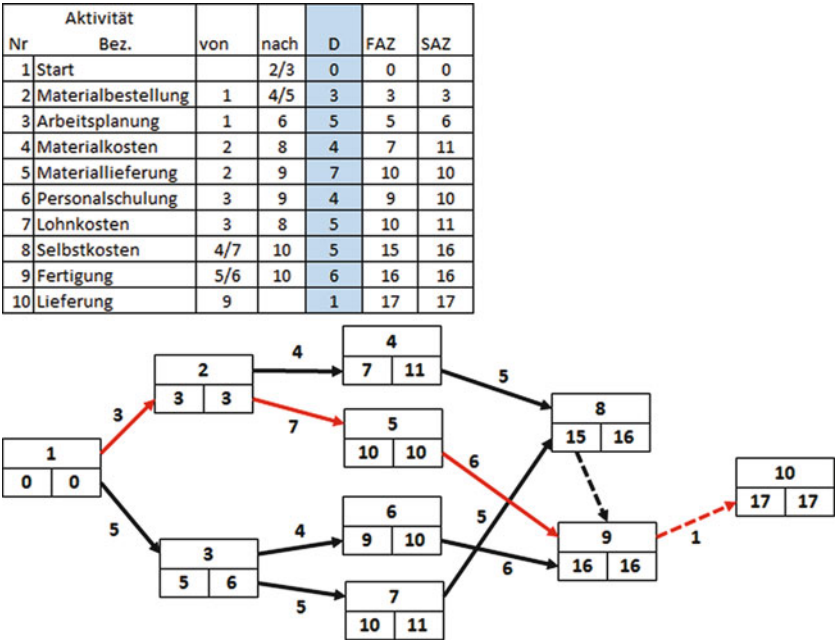
**Abb. 5.10** Rückwärtsrechnung

Aktivität		von	nach	D	FAZ	SAZ
Nr	Bez.					
1	Start		2/3	0	0	=MIN(H6-F6;H5-F5)
2	Materialbestellung	1	4/5	3	=G4+F5	=MIN(H8-F8;H7-F7)
3	Arbeitsplanung	1	6	5	=G4+F6	=MIN(H10-F10;H9-F9)
4	Materialkosten	2	8	4	=G5+F7	=H11-F11
5	Materiallieferung	2	9	7	=G5+F8	=H12-F12
6	Personalschulung	3	9	4	=G6+F9	=H12-F12
7	Lohnkosten	3	8	5	=G6+F10	=H11-F11
8	Selbstkosten	4/7	10	5	=MAX(G7;G10)+F11	=H12
9	Fertigung	5/6	10	6	=MAX(G8;G9)+F12	=G13-F13
10	Lieferung	9		1	=MAX(G11;G12)+F13	17

Auch nach dieser Berechnung werden den Feldern in den Knoten die Adressen der Zellen mit den errechneten Werten zugewiesen (Abb. 5.11).

**Freier Puffer** Der Freie Puffer ist die Differenz zwischen FAZ und SAZ einer Aktivität. Um diesen Wert kann der Start der Aktivität verschoben werden, ohne dass dadurch ein Einfluss auf eine andere Aktivität entsteht.

**Gesamtpuffer** Der Gesamtpuffer definiert die Zeit, um die eine Aktivität verschoben werden darf, ohne dass Auswirkungen auf das Projektende auftreten. Beträgt die Gesamtpuffer

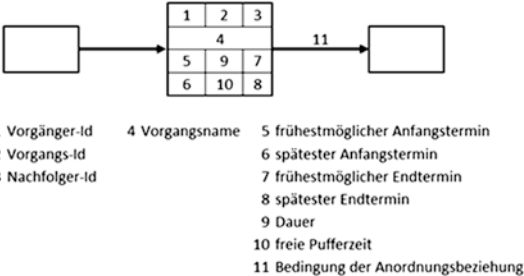


**Abb. 5.11** Ergebnis der Rückwärtsrechnung

**Abb. 5.12** Elemente des PERT-Netzplans



**Abb. 5.13** Elemente des MPM-Netzplans



ferzeit Null, so wie in diesem Beispiel, so spricht man von einem kritischen Plan. Denn jede Verzögerung einer Aktivität hätte unmittelbare Auswirkungen auf das Projektende.

### 5.1.2 PERT-Netzplan

Die Erweiterung des Netzplanes um die minimalste, wahrscheinlichste und maximalste Zeit ist im PERT-Diagramm (Program Evaluation and Review Technic) vorgesehen. Die PERT-Methode bietet dem Projektmanagement die Möglichkeit, die Einflüsse zur Gesamtdauer besser einschätzen zu können (Abb. 5.12).

### 5.1.3 MPM-Netzplan

In der Projektmanagement-Software hat sich allgemein die Nutzung der MPM-Methode (Metra Potential Method) gegenüber CPM und PERT durchgesetzt. Der MPM-Netzplan ist gemäß Abb. 5.13 aufgebaut.

Die Ergänzung um die freie Pufferzeit ist eine Erweiterung gegenüber den vorherigen Netzplänen. Ein Meilenstein wird als Knoten mit einer Dauer = 0 im MPM-Netzplan dargestellt. Der kritische Pfad wird aus der Folge von Aktivitäten gebildet, zwischen denen kein zeitlicher Puffer existiert.

## 5.2 Gant-Diagramm

Ein Gant-Diagramm stellt die Abfolge von Aktivitäten in Form von Balken dar. Die Aktivitäten werden auf der Ordinate untereinander aufgeführt. Die Abszisse ist in der Regel eine

**Abb. 5.14** Der Aufbau eines Gant-Diagramms



**Abb. 5.15** Aktivitäten Liste

Aktivität	Starttermin	Endtermin	Dauer
2 Materialbestellung	16.11.2012	19.11.2012	3
3 Arbeitsplanung	16.11.2012	21.11.2012	5
4 Materialkosten	19.11.2012	23.11.2012	4
5 Materiallieferung	19.11.2012	26.11.2012	7
6 Personalschulung	21.11.2012	25.11.2012	4
7 Lohnkosten	21.11.2012	26.11.2012	5
8 Selbstkosten	23.11.2012	28.11.2012	5
9 Fertigung	26.11.2012	02.12.2012	6
10 Lieferung	02.12.2012	03.12.2012	1

Zeitschiene, so dass dort die Dauer der Aktivität von ihrem Start bis zum Ende eingetragen wird (Abb. 5.14).

Durch die Anordnung der Aktivitäten können ebenfalls Abhängigkeiten dargestellt werden.

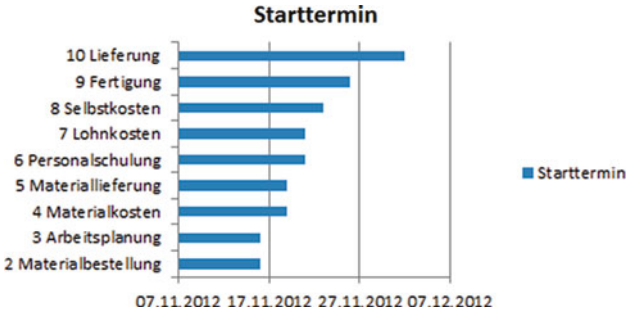
► X\_05-02\_Gant-Diagramm.xlsx

**Auftragsabwicklung** Als Beispiel wird noch einmal die Auftragsabwicklung betrachtet und die Tabellen werden nach den Bedürfnissen umgestellt. Der Starttermin für die Aktivitäten 2 und 3 wird mit STRG und Punkt als aktueller Wert eingefügt. Alle anderen Termine ergeben sich nach der Dauer der Aktivität und der Verknüpfung laut Netzplan (Abb. 5.15).

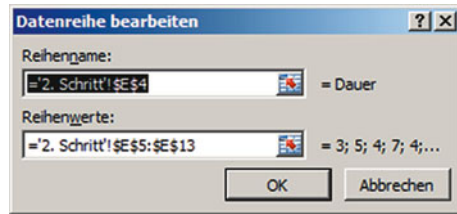
Im ersten Schritt wird der Bereich B4:C13 markiert. Unter *Einfügen* wird aus der Gruppe *Diagramme* und der Untergruppe *2D-Balken* das Diagramm *Gestapelte Balken* ausgewählt (Abb. 5.16).

Im zweiten Schritt wird aus dem Kontextmenü des Diagramms die Methode *Daten auswählen* ausgewählt. Hier wird eine weitere Datenreihe *Dauer* hinzugefügt (Abb. 5.17).

**Abb. 5.16** Starttermine im Balkendiagramm

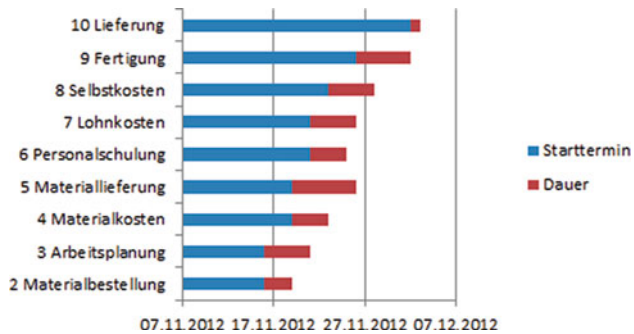


**Abb. 5.17** Zweite Datenreihe hinzufügen



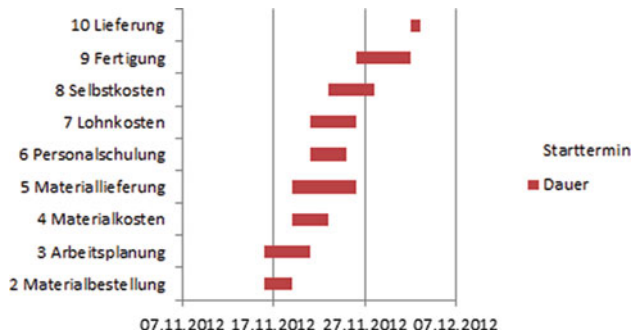
Das Ergebnis sieht dann wie in Abb. 5.18 dargestellt aus.

**Abb. 5.18** Starttermine und Dauer im Balkendiagramm



Im dritten Schritt wird die Datenreihe *Starttermin* im Diagramm durch einen Mausklick auf ein Datenelement eingefügt. Mit dem Kontextmenü wird die Methode *Datenreihen formatieren* gewählt. Im Dialogfenster wird unter der Gruppe *Füllung* die Option *Keine Füllung* gewählt (Abb. 5.19).

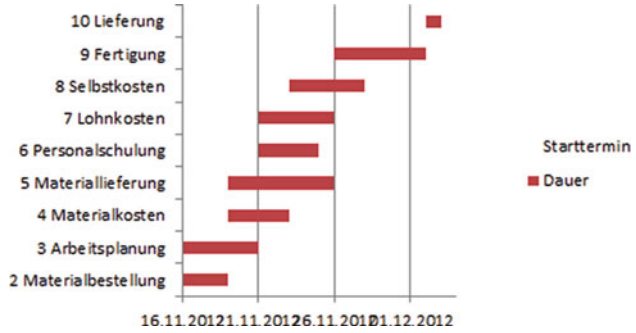
**Abb. 5.19** Ausblenden der Starttermine



Im vierten Schritt wird die Datumsachse enger formatiert. Der Zeitbereich beginnt mit dem 16.11.2012, das ist der Zellwert 41229, wie leicht durch Formatierung der Datumszelle als Standardformat zu finden ist. Der Zeitbereich endet mit dem 3.12.2012 und dem entsprechenden Wert 41247. Die Zeitachse wird in der Beschriftung markiert und über das Kontextmenü wird die Methode *Achse formatieren* aufgerufen. Im Dialogfenster werden die Datumswerte als Minimum und Maximum fest eingetragen (Abb. 5.20).

**Abb. 5.20** Achsenoptionen

Achsenoptionen	
Zahl	Minimum: <input type="radio"/> Auto <input checked="" type="radio"/> Fest 41229,0
Füllung	Maximum: <input type="radio"/> Auto <input checked="" type="radio"/> Fest 41247,0
Linienfarbe	Hauptintervall: <input checked="" type="radio"/> Auto <input type="radio"/> Fest 5,0
Linienart	Hilfsintervall: <input checked="" type="radio"/> Autg <input type="radio"/> Fest 1,0

**Abb. 5.21** Gantt-Diagramm in der Entwurfsform**Abb. 5.22** Achsen formatieren

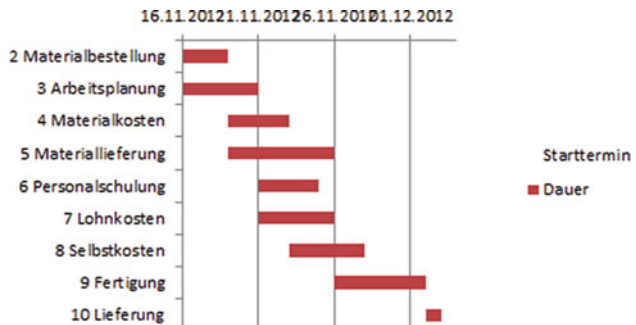
Achsenoptionen	
Zahl	Intervall zwischen Teilstrichen: 1
Füllung	Intervall zwischen Beschriftungen: <input checked="" type="radio"/> Automatisch
Linienfarbe	<input type="radio"/> Intervalleinheit angeben: 1
Linienart	<input checked="" type="checkbox"/> Kategorien in umgekehrter Reihenfolge

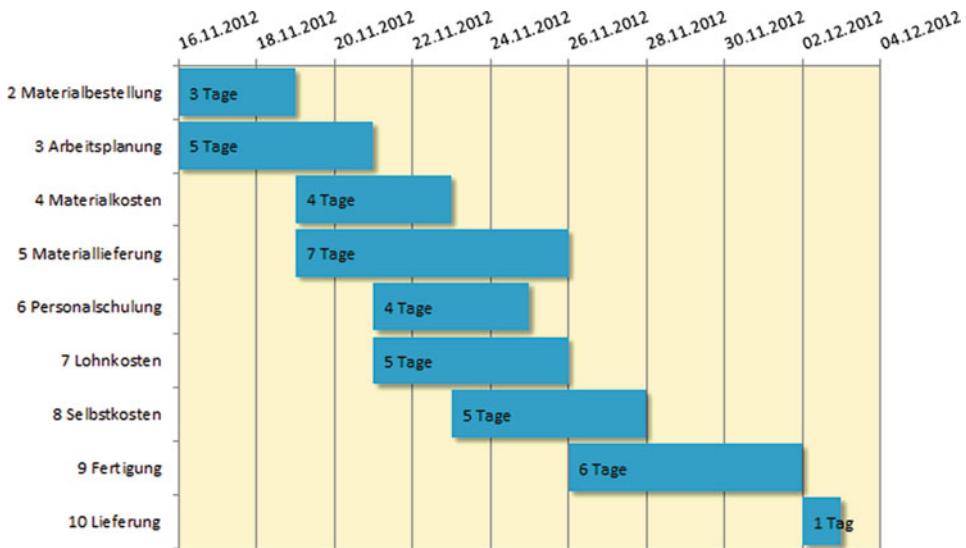
Als Ergebnis hat die Zeitachse den vorgegebenen Bereich (Abb. 5.21).

Im fünften Schritt wird durch Mausklick auf die Beschriftung der Aktivitätsachse dieselbe und über das Kontextmenü die Methode *Achse formatieren* aufgerufen. Im Dialogfenster folgt die Auswahl *Kategorien in umgekehrter Reihenfolge* (Abb. 5.22).

Damit hat die Aktivitätsachse auch die richtige Reihenfolge (Abb. 5.23).

Im sechsten und letzten Schritt wird das Design des Diagramms über das Kontextmenü noch etwas angepasst (Abb. 5.24).

**Abb. 5.23** Umformung der Reihenfolge im Balkendiagramm



**Abb. 5.24** Gant-Diagramm

## 5.3 Ressourcenplanung

Der Begriff Ressource stammt aus der französischen Sprache (la ressource) und beschreibt Elemente die zur Durchführung einer Aktivität erforderlich sind. Darunter werden meist Personen und ihre Arbeitszeit, aber auch Betriebsmittel, Rohstoffe und Energiemengen verstanden. Die Zuteilung von Ressourcen wird als Ressourcenallokation bezeichnet. Je nach Einsatzgebiet finden sich Pläne in den unterschiedlichsten Ausprägungen.

In vielen ist die zeitliche Betrachtung ein wichtiger Parameter, so dass Wochen- und Arbeitstage eine große Rolle spielen. Auch hier liefert Excel grundlegende Funktionen.

### Lektion 5.3 Wochentags-Funktionen

#### WOCHENTAG

Die Funktion Wochentag bestimmt aus einem Datumswert den zugehörigen Wochentag als Zahlenwert (Abb. 5.25). Ihre Syntax lautet

WOCHENTAG(Datumswert;[Rückgabety])



Der Rückgabetypp bestimmt den ersten Tag der Woche und damit den Rückgabewert der Funktion (Tab. 5.1).

**Tab. 5.1** Rückgabetypp zur Funktion WOCHENTAG

Typ	Funktionswerte
1	1 (Sonntag)–7 (Samstag)
2	1 (Montag)–7 (Sonntag)
3	0 (Montag)–6 (Sonntag)
11	1 (Montag)–7 (Sonntag)
12	1 (Dienstag)–7 (Montag)
13	1 (Mittwoch)–7 (Dienstag)
14	1 (Donnerstag)–7 (Mittwoch)
15	1 (Freitag)–7 (Donnerstag)
16	1 (Samstag)–7 (Freitag)
17	1 (Sonntag)–7 (Samstag)

C4		f <sub>x</sub>	=WOCHENTAG(B4;2)
Mi	26.06.2013	3	
Do	27.06.2013	4	
Fr	28.06.2013	5	
Sa	29.06.2013	6	

**Abb. 5.25** Anwendung der Funktion WOCHENTAG

**ARBEITSTAG**

Diese Funktion liefert ein Datum, das von einem Startdatum aus um eine Anzahl Arbeitstage vor oder zurück liegt (Abb. 5.26). Ihre Syntax lautet

ARBEITSTAG(Anfangsdatum;Tage;[freie Tage])

Darin wird mit Tage die Anzahl der Tage genannt, die nicht an einem Wochenende oder Feiertag liegen. Ein positiver Wert berechnet ein zukünftiges und ein negativer Wert ein zurückliegendes Datum. Freie Tage stellen eine Liste von Datumsangaben dar.

		f <sub>x</sub>	=ARBEITSTAG(B4;C4)
B		C	D
Start	Arbeitstage		Ziel
Mi	26.06.2013	6	Do 04.07.2013
Do	27.06.2013	4	Mi 03.07.2013
Fr	28.06.2013	8	Mi 10.07.2013
Sa	29.06.2013	9	Do 11.07.2013

**Abb. 5.26** Anwendung der Funktion ARBEITSTAG

### NETTOARBEITSTAGE

Diese Funktion gibt die Anzahl Arbeitstage in einem Intervall wieder (Abb. 5.27). Ihre Syntax lautet

NETTOARBEITSTAGE(Anfangsdatum;Enddatum;[freie Tage])

In dem Beispiel Abb. 5.27 ist der Bereichsname *Freie\_Tage* für  $\$E\$4:\$E\$8$  vergeben.

fx		=NETTOARBEITSTAGE(B4;C4;Freie_Tage)	
B	C	D	E
Start	Ziel	Nettoarbeitstage	Freie Tage
Mi 26.06.2013	Do 29.08.2013	42	Fr 12.07.2013
Do 27.06.2013	Fr 06.09.2013	47	Di 16.07.2013
Fr 28.06.2013	Do 25.07.2013	18	Do 01.08.2013
Mo 01.07.2013	Mo 02.09.2013	41	Fr 09.08.2013
			Do 22.08.2013

**Abb. 5.27** Anwendung der Funktion NETTOARBEITSTAGE

5.3.1 Kapazitätsplanung

Bei der Kapazitätsplanung geht es darum, die vorhandenen Ressourcen zu einem möglichst hohen Grad auszulasten. Eine Ressource, z. B. eine Maschine oder eine Abteilung, erhält mehrere Aufgaben. Sie ist jedoch nur in der Lage, einen Teil des Aufwandes pro Stunde, pro Tag, etc. zu erledigen.

► X\_05-03\_Kapazitätsplanung.xlsx

Abbildung 5.28 zeigt eine Abteilung mit 8 Maschinen A–H. Die vorhandenen Mitarbeiter können aber nur einen bestimmten Stundensatz pro Tag leisten

Da die Funktion Arbeitstage Probleme mit der Nutzung von Bereichsnamen hat, ist dieses Beispiel mit Bereichsnamen und Zelladressen in den Formeln aufgebaut. Es gibt somit nur zwei Bereichsnamen

B3 = Aktuelles\_Datum

B4 = Offset

Mithilfe des Offsets lässt sich das aktuelle Datum um Tage verschieben. Die Zeitleiste beginnt dann mit dem ersten aus der Summe bestimmten Tag und es werden lediglich die Arbeitstage dargestellt.

	A	B	C	D	E	F
1						
2	Arbeitszeit	8				
3	Aktuelles Datum	Mo 17.06.2013				
4	Offset	0 Tag(e)				
5	Kapazität	54 Std/Tag				
6						
	A	B	C	D	E	
7	Aufgabe					
8	Beginn	17.06.2013	17.06.2013	15.06.2013	17.06.2013	17.06.2013
9	Stunden	76	25	55	48	256
10	Dauer (Tage)	9,5	3,125	6,875	6	32
17	Di 25.06.2013	8		7		8
18	Mi 26.06.2013	8				8
19	Do 27.06.2013	8				8
20	Fr 28.06.2013	4				8
21	Mo 01.07.2013					8
22	Di 02.07.2013					8
23	Mi 03.07.2013					8
24	Do 04.07.2013					8
25	Fr 05.07.2013					8
26	Mo 08.07.2013					8
27	Di 09.07.2013					8

	G	H	I	J	K
	F	G	H	Σ	Auslastung
17.06.2013	65	122		647	
	8,125	15,25		80,875	
	8	8		39	72,2%
	8	8		32	59,3%
	1	8		25	46,3%
		8		20	37,0%
		8		16	29,6%
		8		16	29,6%
		8		16	29,6%
		8		16	29,6%
		8		16	29,6%
		8		16	29,6%
		8		16	29,6%
		8		16	29,6%

**Abb. 5.28** Formular der Kapazitätsplanung

$A11 = \text{WENN}(\text{WOCHENTAG}(\text{MIN}(\text{Aktuelles\_Datum} + \text{Offset} - 1); 2)) = 6;$   
 $\text{MIN}(\text{Aktuelles\_Datum} + \text{Offset} + 1);$   
 $\text{WENN}(\text{WOCHENTAG}(\text{MIN}(\text{Aktuelles\_Datum} + \text{Offset} - 1); 2)) = 7;$   
 $\text{MIN}(\text{Aktuelles\_Datum} + \text{Offset}); \text{MIN}(\text{Aktuelles\_Datum} + \text{Offset} - 1))$

Für alle weiteren Datumseinträge von A12 bis A60 gilt dann

$A12 = \text{WENN}(\text{WOCHENTAG}(A11; 2)) = 5; A11 + 3; A11 + 1$

Alle grün markierten Felder sind Eingabefelder. Zu jeder Aufgabe werden das Startdatum und der geschätzte Aufwand vorgegeben. Die Dauer in Tagen bestimmt sich aus der Formel

$$B10 = B9/B\$2$$

und wird auf den Zellbereich C10:I10 übertragen. Die Belegung der Aufgabe im Fenster wird durch die Formel

$$\begin{aligned} B11 = & \text{WENN}(\text{ODER}(B\$9 \leq 0; \$A11 < B\$8); "", \\ & \text{WENN}(B\$9 - \text{WENN}(\text{NETTOARBEITSTAGE}(B\$8; \$A11; 2) < 0; 0; \\ & (\text{NETTOARBEITSTAGE}(B\$8; \$A11; 2) - 1) * \$B\$2) > \$B\$2; \$B\$2; \\ & \text{WENN}(B\$9 - (\text{NETTOARBEITSTAGE}(B\$8; \$A11; 2) - 1) * \$B\$2 > 0; \\ & B\$9 - (\text{NETTOARBEITSTAGE}(B\$8; \$A11; 2) - 1) * \$B\$2; "")) \end{aligned}$$

bestimmt und auf den Bereich B11:I60 übertragen. Für diesen Bereich wird außerdem eine bedingte Formatierung mit der Formel

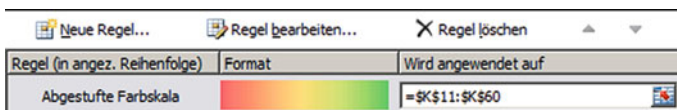
$$= B11 < > ""$$

festgelegt, die benutzte Bereiche orange markiert.

Die jeweiligen Summen in der Spalte J werden aus den Summen im Spaltenbereich B:I zeilenweise bestimmt. Die Auslastung als Prozentangabe bestimmt sich aus der Formel

$$K11 = J11/B\$5$$

und wird auf den Bereich K12:K60 übertragen. Der Bereich K11:K60 erhält außerdem eine bedingte Formatierung mit einer abgestuften Farbskala (Abb. 5.29).



**Abb. 5.29** Bedingte Formatierung als Farbskala

Die ersten zehn Zeilen werden abschließend eingefroren. Dieses grundlegende Formblatt kann durch Einfügen von Spalten und Zeilen beliebig erweitert werden.

## 5.3.2 Terminplan

Bei der Terminplanung geht es darum, vorgegebene Termine einzuhalten. Der Aufbau ist ähnlich dem der Kapazitätsplanung.

	A	B	C	D	E
1					
2	Aktuelles Datum	Mo 17.06.2013			
3	Offset	0 Tag(e)			
4					
5	Aufgabe	A	B	C	D
6	Beginn	14.06.2013	17.06.2013	15.06.2013	17.06.2013
7	Ende	17.07.2013	10.07.2013	20.08.2013	22.07.2013
8	Stunden	74	25	55	48
9	Kapazität (h/Tag)	4	2	2	2
10	Resttage	5	5	26	1
12	Mo 17.06.2013	10,8%	8,0%	3,6%	4,2%
13	Di 18.06.2013	16,2%	16,0%	7,3%	8,3%
14	Mi 19.06.2013	21,6%	24,0%	10,9%	12,5%
15	Do 20.06.2013	27,0%	32,0%	14,5%	16,7%
16	Fr 21.06.2013	32,4%	40,0%	18,2%	20,8%
17	Mo 24.06.2013	37,8%	48,0%	21,8%	25,0%
18	Di 25.06.2013	43,2%	56,0%	25,5%	29,2%
19	Mi 26.06.2013	48,6%	64,0%	29,1%	33,3%
20	Do 27.06.2013	54,1%	72,0%	32,7%	37,5%
21	Fr 28.06.2013	59,5%	80,0%	36,4%	41,7%
22	Mo 01.07.2013	64,9%	88,0%	40,0%	45,8%
23	Di 02.07.2013	70,3%	96,0%	43,6%	50,0%
24	Mi 03.07.2013	75,7%	100,0%	47,3%	54,2%

F	G	H	I	J
E	F	G	H	Σ
17.06.2013	17.06.2013	20.06.2013		
15.08.2013	09.07.2013	08.07.2013		
256	65	122		645
3	4	12		29
-62	-2	2		
1,2%	6,2%			17
2,3%	12,3%			17
3,5%	18,5%			17
4,7%	24,6%	9,8%		29
5,9%	30,8%	19,7%		29
7,0%	36,9%	29,5%		29
8,2%	43,1%	39,3%		29
9,4%	49,2%	49,2%		29
10,5%	55,4%	59,0%		29
11,7%	61,5%	68,9%		29
12,9%	67,7%	78,7%		29
14,1%	73,8%	88,5%		29
15,3%	79,9%	98,3%		29

Abb. 5.30 Terminplanung

► X\_05-04\_Terminplanung.xlsx

Auch hier sind die grünen Felder wieder Eingabefelder (Abb. 5.30).

Für Aufgaben werden Start- und End-Termin festgelegt. Ebenso der benötigte Aufwand in Stunden und die Kapazität, mit der die Aufgabe pro Tag bearbeitet wird. Die Anzahl

der Resttage, die sich aus der Differenz zwischen Fertigstellung und Endtermin ergeben, werden aus der Formel

$$B10 = \text{WENN}(B\$9>0;B\$7-\text{ARBEITSTAG}(B\$6;B\$8/B\$9;2)-2;)$$

bestimmt und auf den Bereich C10:I10 übertragen. Eine bedingte Formatierung über den Bereich A10:I10 zeigt negative Werte in weißer Zellenformatierung. Hier liegt der Fertigstellungstermin hinter dem Endtermin.

Die Datumsliste beginnt einen Tag vor dem aktuellen Datum

$$A11 = \text{WENN}(\text{WOCHENTAG}(\text{MIN}(\text{Aktuelles\_Datum}+\text{Offset}-1);2)=6; \\ \text{MIN}(\text{Aktuelles\_Datum}+\text{Offset}-2); \text{WENN}(\text{WOCHENTAG}(\text{MIN}(\text{Aktuelles\_Datum} + \\ \text{Offset}-1);2)=7; \text{MIN}(\text{Aktuelles\_Datum}+\text{Offset}-3); \text{MIN}(\text{Aktuelles\_Datum}+\text{Offset}- \\ 1)))$$

Für alle weiteren Datumseinträge von A12 bis A60 gilt dann

$$A12 = \text{WENN}(\text{WOCHENTAG}(A11;2)=5;A11+3;A11+1)$$

Die Belegung wird mit der Formel

$$B11 = \text{WENN}(\text{ODER}(B\$8 \leq 0; \$A11 < B\$6); 0; \text{WENN}(B\$8 - \\ \text{WENN}(\text{NETTOARBEITSTAGE}(B\$6; \$A11; 2) < 0; 0; \\ (\text{NETTOARBEITSTAGE}(B\$6; \$A11; 2) - 1) * B\$9) > B\$9; \\ (\text{NETTOARBEITSTAGE}(B\$6; \$A11; 2)) * B\$9 / B\$8; \\ \text{WENN}(B\$8 - (\text{NETTOARBEITSTAGE}(B\$6; \$A11; 2) - 1) * B\$9 > 0; 1; 0)))$$

realisiert. Diese wird auf den Bereich B11:I60 übertragen. In der Spaltenübersicht wird die Anzahl erforderlicher Stunden eines belegten Tages mit der Formel

$$J12 = (B12-B11>0)*((B12-B11)*B\$8)+(C12-C11>0)*((C12-C11)*C\$8)+(D12-D11>0)* \\ ((D12-D11)*D\$8)+(E12-E11>0)*((E12-E11)*E\$8)+(F12-F11>0)* \\ ((F12-F11)*F\$8)+(G12-G11>0)*((G12-G11)*G\$8)+(H12-H11>0)* \\ ((H12-H11)*H\$8)+(I12-I11>0)*((I12-I11)*I\$8)$$

auf den Bereich J13:J60 übertragen. Zum Abschluss wird die Zeile 11 ausgeblendet und der obere Bereich der Zeilen von 1 bis 10 eingefroren.

### 5.3.3 Kostenplan

Bei der Kostenplanung geht es darum, anfallende Kosten zu bestimmen bzw. laufende Kosten zu überwachen. Eine Kostenüberwachung kann mit ähnlichem Aufbau wie in den

beiden vorhergehenden Beispielen aufgebaut werden. Hier soll ein Formular zur Kostenbestimmung besprochen werden.

► X\_05-05\_Kostenplanung.xlsx

**Lektion 5.4 Zeilen und Spalten gruppieren**

Mitunter werden Datentabellen so groß, dass zur besseren Lesbarkeit zusammenhängende Zeilen und/oder Spalten ausgeblendet werden sollen. Dazu werden zusammengehörende Zeilen oder Spalten markiert und dann über das Menüregister *Daten* in der Menügruppe *Gliederung* die Methode *Gruppieren* gewählt. Siehe dazu auch die Funktion TEILERGEBNIS. An der gleichen Stelle im Menüband können Gruppierungen auch wieder aufgehoben werden.

Mit der Erstellung eine Gruppierung werden Schalter installiert.

Im ersten Schritt werden Arbeitsblätter der verschiedenen Ressourcen mit ihren Kostensätzen angelegt. Abb. 5.31 zeigt eine vereinfachte Teamliste.

Abb. 5.31 Teamliste

	A	B	C	D
1				
2	Nr	Name	Vorname	Satz
3	1	Weidenfeller	Andrea	84,00 €/h
4	2	Hornschuh	Thomas	56,00 €/h
5	3	Subotic	Marian	45,00 €/h
6	4	Hummels	Marc	62,00 €/h
7	5	Kirch	Leo	49,00 €/h

Abbildung 5.32 zeigt eine vereinfachte Produktionsliste.

Abb. 5.32 Produktionsliste

	A	B	C
1			
2	Nr	Bezeichnung	Satz
3	1	Maschinen Bereich A1	23,50 €
4	2	Maschinen Bereich A2	28,40 €
5	3	Maschinen Bereich A3	26,90 €
6	4	Maschinen Bereich A4	32,80 €
7	5	Maschinen Bereich A5	24,30 €

In der Liste Sonstiges (Abb. 5.33) werden die restlichen Kostensätze zusammengefasst.

Abb. 5.33 Sonstige Kostensätze

	A	B	C
1			
2	Nr	Bezeichnung	Satz
3	1	Sonstiges 1	76,82 €
4	2	Sonstiges 2	38,41 €
5	3	Sonstiges 3	20,27 €
6	4	Sonstiges 4	33,10 €
7	5	Sonstiges 5	41,69 €

1			+	+	+	
2						
	A	B	I	P	W	X
1						
2	Projekt	XYZ				
3	Leiter	Mustermann				
4						
5						
6						
7	Code	Teilaufgaben Arbeitspakete Ressourcen	Personalkosten Gesamt	Produktionskosten Gesamt	Sonstige Kosten Gesamt	Gesamtkosten
8						
9	1	Projektmanagement				
10	1.1	Planung	5.840,00 €	369,40 €	1.542,19 €	
11	1.2	Controlling	6.060,00 €	300,70 €	1.128,90 €	
12	1.3	Koordination	580,00 €	483,90 €	1.776,72 €	
13	1.4	Marketing	672,00 €	507,40 €	2.087,58 €	
14	1.5	Dokumentation	484,00 €	230,20 €	1.202,59 €	
15	1.6	Abschluss	1.092,00 €	230,20 €	1.312,51 €	
16		Teilsumme	14.728,00 €	2.121,80 €	9.050,49 €	
17	2	Ist-Analyse				
18	2.1	(Arbeitspaket)	10.605,00 €	12.815,00 €	1.045,00 €	24.465,00 €
19	2.2		7.777,00 €	14.480,00 €	1.985,88 €	24.242,88 €
20	2.3		13.877,00 €	11.312,90 €	1.315,94 €	26.505,84 €
21	2.4		10.080,00 €	9.755,90 €	1.705,37 €	21.541,27 €
22	2.5		12.496,00 €	17.478,50 €	1.924,82 €	31.899,32 €
23		Teilsumme	54.835,00 €	65.842,30 €	7.977,01 €	128.654,31 €
24	3	Teilaufgabe				

Abb. 5.34 Kostenplan

Alle Arbeitsblätter mit Kostensätzen erhalten für den Datenbereich (ohne Überschriften) einen aussagekräftigen Bereichsnamen, in diesem Fall sind es *Team*, *Produktion* und *Sonstiges*.

Der eigentliche Kostenplan hat die in Abb. 5.34 dargestellte Form. In den Spalten A und B werden die Teilaufgaben des Projekts klassifiziert und benannt. Die Spalten C bis I sind zur Bestimmung der Personalkosten eingeteilt (Abb. 5.35).

Die Spalten C bis H werden markiert und über das Menüregister *Daten* und der Gruppe *Gliederung* mit der Methode *Gruppierung* zusammengefasst. Damit können die Spalten C bis H aus- bzw. eingeblendet werden. Die Spalte I weist die Zeilensummen des Spaltenbereichs C:H aus.

Während die Zeile 7 zur Aufnahme der Kostennummern dient, ist die Zeile 8 zur Einblendung der Kostensätze vorgesehen.

C8 = WENN(C7="";"";SVERWEIS(C7;Personal;4))



1									
2									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	Projekt	XYZ							
3	Leiter	Mustermann							
4									
5			PERSONALKOSTEN						
			Sonja Setzmann	Thomas Hornschuh	Marian Subotic	Marc Hummels	Leo Kirch	Otto Schmelzer	Personalkosten Gesamt
6		Teilaufgaben Arbeitspakete Ressourcen							
7	Code		15	2	3	4	5	6	
8			92	56	45	62	49	58	
9	1	Projektmanagement							
10	1.1	Planung	40	8	8	8	8	8	5.840,00 €
11	1.2	Controlling	60	2	2	2	2	2	6.060,00 €
12	1.3	Koordination	4	1	1	1	1		580,00 €
13	1.4	Marketing	5	1	1	1	1		672,00 €
14	1.5	Dokumentation	4					2	484,00 €
15	1.6	Abschluss	6	2	2	2	2	2	1.092,00 €
16		Teilsomme	119	14	14	14	14	14	14.728,00 €

Abb. 5.35 Personalkostenplan

Die Bezeichnungen der Kosten werden in der Zeile 6 eingeblendet.

C6 = WENN(C7>0;VERKETTEN(SVERWEIS(C7;Team;3);"";  
SVERWEIS(C7;Team;2);""))

Beide Formeln werden bis zur Spalte H übertragen. Die Teilsommen und die Gesamtsumme der Teilaufgaben bestimmen sich nach der vorgenommenen Einteilung. Die Bildung der Teilsommen in der Spalte I erfolgt mit der Formel

I10 = SUMMENPRODUKT(C10:H10;C\$8:H\$8)

und wird auf die gesamte Spalte in den Zeilen übertragen, die Werte ausweisen.

### 5.4 Controlling

Der Begriff Controlling kommt vom englischen Verb *to control*. Umschrieben werden damit Tätigkeiten wie Steuern, Lenken, Kontrollieren, Regeln und Überwachen. Am Anfang der Entwicklung zum heutigen Controlling hin, war es ein Erfassen und Verdichten von Zahlen. Daraus wurde dann zwangsläufig auch ein Eingreifen an den Schwachstellen des Unternehmens. Heute wirkt das Controlling auch innovativ mit, so dass man zwischen dem operativen und dem strategischen Controlling unterscheidet.

5.4.1 Trendberechnungen

Von großer Bedeutung sind Prognosen über die zukünftige Entwicklung eines Unternehmens. Sie gehören eher zum strategischen Controlling und können sehr komplex ausfallen. Oft sind sie auch ein gut gehütetes Geheimnis. Ein einfaches Mittel ist die Trendberechnung. Auf der Basis vorliegender Daten bezogen auf zurückliegende Zeiträume, werden Schlüsse auf die weitere Entwicklung gezogen.

► X\_05-06\_Trendanalyse.xlsx

Als Beispiel dient die schon einmal genutzte Umsatzstatistik. Daraus wird mit der Pivot-Methode eine Übersicht der erreichten Quartalsumsätze erstellt (Abb. 5.36).

Abb. 5.36 Quartalsumsätze

Summe von Umsatz	Jahre		Auftrags		2011	
	2010				2011	
Produktkategorie	Qrtl1	Qrtl2	Qrtl3	Qrtl4	Qrtl1	Qrtl2
Dichtungen	10579,19	14632,22	21733,78	9322,63	10359,9	1183
Druckfedern	11180,29	7921	18657,24	4031,58	6919,85	148
Gelenkbolzen	32316,01	30211,25	28783,65	34944,02	33669,79	247
Gleitlager	36665,79	9345,18	1786,76		9712,9	105
Kegelräder	5028,85	22572,85	5052,22	28268,12	15558,16	50

Das Gesamtergebnis der einzelnen Quartale wird formatfrei auf ein weiteres Tabellenblatt übertragen. Es interessieren nur die Tausender-Werte. Gleichzeitig wird die Umsatzplanung der Kostenplanung gegenüber gestellt (Abb. 5.37).

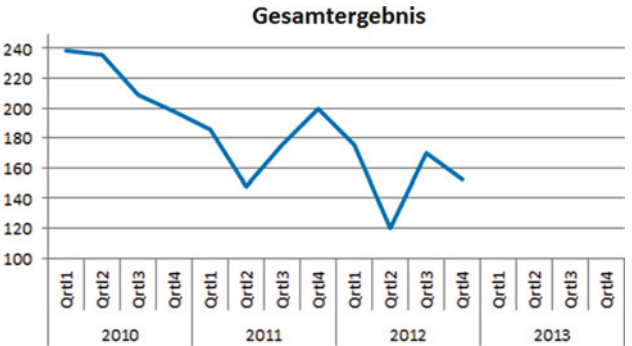
Abb. 5.37 Umsatz- und Kostenplanung

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		2010				2011			
2	Quartale	Qrtl1	Qrtl2	Qrtl3	Qrtl4	Qrtl1	Qrtl2	Qrtl3	Qrtl4
3	Umsatzplanung	238	235	209	198	186	148	175	200
4	Kostenplanung	188	179	182	211	201	120	145	146

J	K	L	M	N	O	P	Q
2012				2013			
Qrtl1	Qrtl2	Qrtl3	Qrtl4	Qrtl1	Qrtl2	Qrtl3	Qrtl4
176	121	170	152				
155	108	170	133				

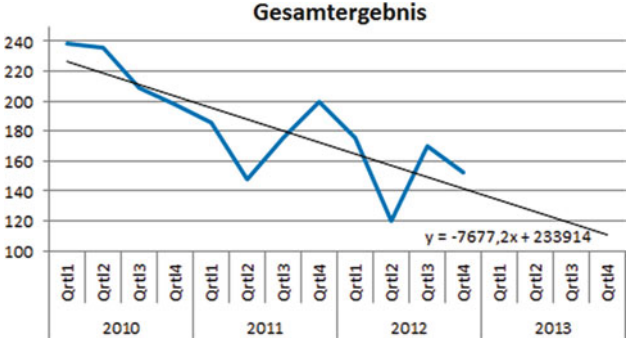
Der Bereich A2:Q3 wird markiert und über Einfügen in der Gruppe Diagramme unter Linie das Diagramm Linie mit Datenpunkten, zur Visualisierung des Gesamtergebnisses, ausgewählt (Abb. 5.38).

Abb. 5.38 Umsatzergebnis



Aus dem Kontextmenü des Diagramms wird die Methode *Daten auswählen* aufgerufen. In dem sich öffnenden Dialogfenster wird unter *Horizontale Achsenbeschriftung* die Methode *Bearbeiten* gewählt. Der Achsenbeschriftungsbereich ist B1:Q2. Dadurch werden auch die Jahre angezeigt. Der vertikale Bereich wird durch ein Minimum von 100.000 und Maximum von 250.000 eingeschränkt. Dies wird über das Kontextmenü der vertikalen Achse mit der Methode *Achse formatieren* erreicht. Im Kontextmenü der Datenreihe wird in der Methode *Markierungsoptionen* die Option *Keine* ausgewählt (Abb. 5.39).

**Abb. 5.39** Trend zum Umsatzergebnis



Im letzten Schritt wird über das Kontextmenü der Datenreihe die Methode *Trendlinie hinzufügen* aufgerufen. In dem sich dabei öffnen Dialogfenster wird die Option *Formel im Diagramm anzeigen* gewählt.

Es kann die Formel der Trendlinie genutzt werden, um den Umsatz zu jedem Zeitpunkt in der Zukunft zu bestimmen. Doch es sind ja die wahrscheinlichen Quartalsumsätze für das kommende Jahr gefragt. Und das geht viel einfacher. Dazu werden die bereits vorhandenen Daten markiert (Abb. 5.40).

**Abb. 5.40** Markierung der Umsatz-Plandaten

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		2010				2011			
2	Quartale	Qrt1	Qrt2	Qrt3	Qrt4	Qrt1	Qrt2	Qrt3	Qrt4
3	Umsatzplanung	238	235	209	198	186	148	175	200
4	Kostenplanung	188	179	182	211	201	120	145	146

	J	K	L	M	N	O	P	Q
	2012				2013			
	Qrt1	Qrt2	Qrt3	Qrt4	Qrt1	Qrt2	Qrt3	Qrt4
	176	121	170	152				
	155	108	170	133				

Dann wird mit der linken Maustaste mittels Ziehpunkt die Markierung auch über die leeren Felder gezogen. Dadurch werden die Daten der kommenden Quartale entsprechend der Gleichung bestimmt (Abb. 5.41).

Der Verlauf zeigt eine Übereinstimmung mit der Trendlinie. Auch für die Kostenplanung wird so eine Prognose gebildet und im Diagramm dargestellt (Abb. 5.42).

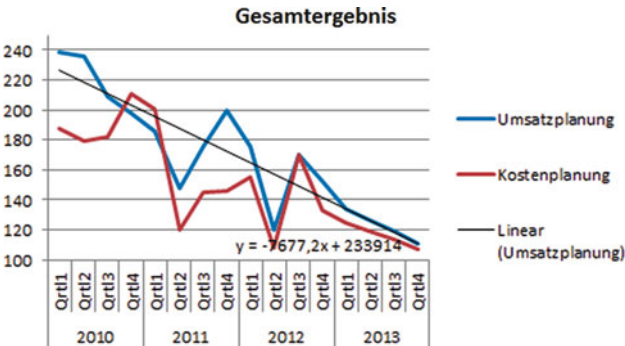
Natürlich gibt es in Excel auch unter den Funktionen die Möglichkeit, eine Trendrechnung durchzuführen.

**Abb. 5.41** Bestimmung der Trendwerte

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		2010				2011			
2	Quartale	Qrtl1	Qrtl2	Qrtl3	Qrtl4	Qrtl1	Qrtl2	Qrtl3	Qrtl4
3	Umsatzplanung	238	235	209	198	186	148	175	200
4	Kostenplanung	188	179	182	211	201	120	145	146

J	K	L	M	N	O	P	Q
2012				2013			
Qrtl1	Qrtl2	Qrtl3	Qrtl4	Qrtl1	Qrtl2	Qrtl3	Qrtl4
176	121	170	152	134	126	119	111
155	108	170	133				

**Abb. 5.42** Trendverläufe



**Lektion 5.5 Trendfunktionen**

**TREND**

Die Funktion *TREND* bestimmt zukünftige Werte zu einem beliebigen Zeitpunkt aufgrund vorhandener Daten mittels linearer Regression nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate. Ihre Syntax lautet

*TREND* (yWerte;[xWerte];[neue\_xWerte];[Konstante])

Die yWerte sind Funktionswerte entsprechend der linearen Gleichung  $y = mx + b$ . Sind auch die x-Werte der Gleichung bekannt, können sie angegeben werden. Andersfalls wird die Zahlenreihe 1,2,3, ... gesetzt.

Mit neue\_xWerte sind die Abzissenwerte vorgegeben, für die die Prognosewerte bestimmt werden sollen. Fehlen auch diese, wird die Zahlenreihe 1,2,3, ... fortgesetzt.

Mit der booleschen Konstante wird vorgegeben, ob der Wert b in der linearen Gleichung Null gesetzt werden soll. Falsch bedeutet  $b = 0$ . Wahr oder nicht gesetzt bedeutet  $b \neq 0$ .

**RGP**

Die Funktion *RGP* liefert die Parameter m und b der Beziehung  $y = mx + b$  eines linearen Trends. Dadurch ist die Gerade eindeutig festgelegt. Ihre Syntax lautet

*RGP* (yWerte;[xWerte];[Konstante];[Stats])

Die Parameter yWerte, xWerte und Konstante verhalten sich wie bei der Funktion TREND. Die optionale boolesche Konstante Stats gibt weitere Regressionsgrößen zurück.

**VARIATION**

Die Funktion *VARIATION* liefert Werte zu einem exponentiell vermuteten Trend. Ihre Syntax lautet

VARIATION (yWerte;[xWerte];[neue\_xWerte];[Konstante])

Ihr liegt die Beziehung  $y = b \cdot m^x$  zugrunde. Die Parameter werden wie bei der Funktion TREND gehandhabt.

**RKP**

Die Funktion RKP liefert die Parameter m und b der Beziehung  $y = b \cdot m^x$  eines exponentiellen Trends. Ihre Syntax lautet

RKP (yWerte;[xWerte];[Konstante];[Stats])

Die Parameter yWerte, xWerte und Konstante verhalten sich wie bei der Funktion TREND. Die optionale boolesche Konstante Stats gibt weitere Regressionsgrößen zurück.

Mit der Nutzung der TREND-Funktion ist man nicht mehr an die Reihenfolge der Daten gebunden (Abb. 5.43).

**Abb. 5.43** Anwendung der Funktion TREND

B6		fx =TREND(Umsatz;Basis;B5)											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Quartale	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	Umsatzplanung	238	235	209	198	186	148	175	200	176	121	170	152
3	Kostenplanung	188	179	182	211	201	120	145	146	155	108	170	133
4													
5	Quartale	13	14	15	16								
6	Umsatzprognose	134	126	119	111								
7	Kostenprognose	125	119	113	108								

Zuerst werden folgende Namen erstellt:

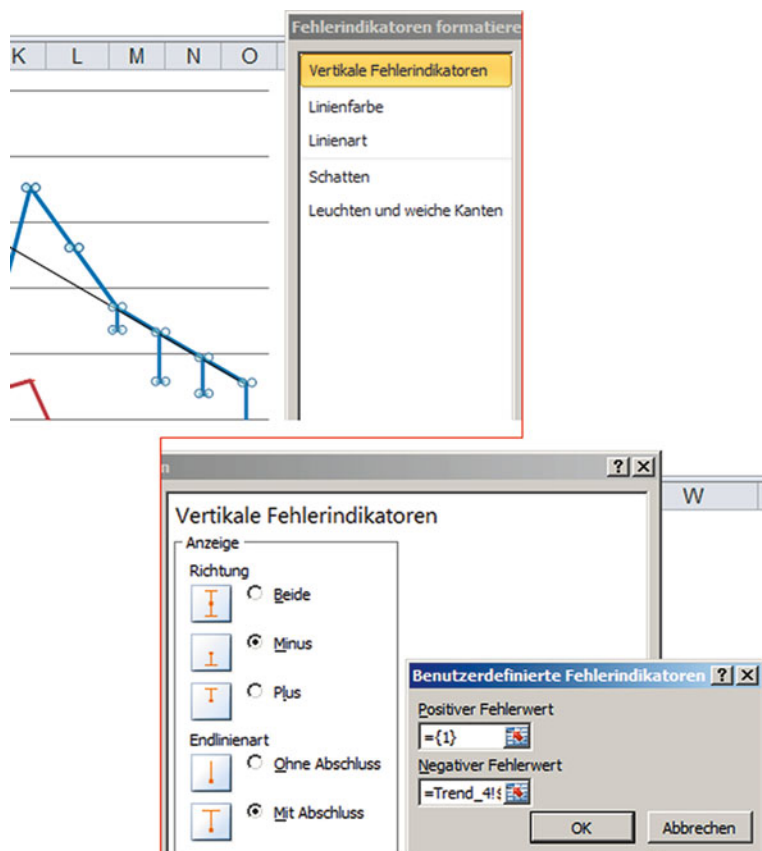
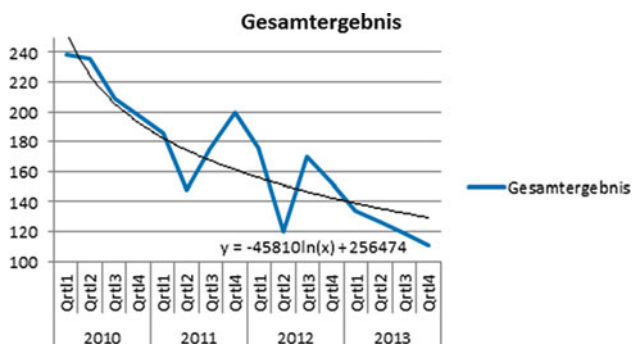
Basis = \$B\$1:\$M\$1  
Umsatz = \$B\$2:\$M\$2  
Kosten = \$B\$3:\$M\$3

Danach folgt die Berechnung mit der TREND-Funktion:

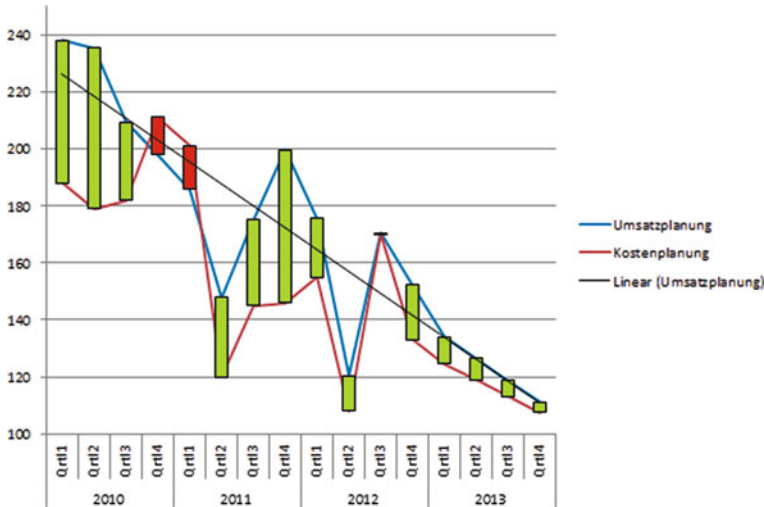
= TREND(Umsatz;Basis;B5) für B6 ... E6, bzw. = TREND(Kosten;Basis;B5) für B7 ... E7.

Doch die lineare Verteilung ist nur eine Annahme. Genauso gut könnte man auch einen logarithmischen Verlauf vermuten. Die Darstellung untermauert eher diese Vermutung (Abb. 5.44).

**Abb. 5.44** Logarithmische Verteilung



**Abb. 5.45** Fehlerindikatoren zeigen Abweichungen



**Abb. 5.46** Darstellung der Abweichungen

Tatsache ist auch, dass jede Prognose nur annähernd zutreffen wird und es immer auch einen Streubereich gibt. Wenn dieser Streubereich tabellarisch definiert wird, kann er im Diagramm ebenfalls mit Fehlerindikatoren dargestellt werden. Dazu wird zunächst eine Datenreihe im Diagramm markiert. Dadurch ergeben sich insgesamt drei Register unter dem Sammelbegriff *Diagrammtools*. Unter dem Register *Layout* in der Gruppe *Analyse* gibt es die Methode *Fehlerindikatoren*. Im Dialogfenster werden weitere Fehlerindikatoren gewählt und es ergibt sich das dargestellte Dialogfenster. Dort wird *Benutzerdefiniert* gewählt und als Fehlerwert die entsprechende Datenreihe markiert (einschließlich der Nullwerte). Beim Umsatz ist die Richtung *Minus* und bei den Kosten die Richtung *Plus* zu wählen (Abb. 5.45).

Ebenfalls in der Gruppe *Analyse* befindet sich die Methode *Pos./Neg. Abweichung*. Wird sie aufgerufen, dann wird die Differenz zwischen Umsatz und Kosten durch Balken gekennzeichnet. Über das Kontextmenü können die Farben eingestellt werden (Abb. 5.46).

### 5.4.2 ABC-Analyse

Bei dem operativen Controlling-Instrument der ABC-Analyse geht es vor allem um die Ermittlung von Prioritäten in den Bereichen Materialwirtschaft, Produktion, Marketing und Vertrieb. Grundlage dieses Analyseverfahrens sind die Erkenntnisse von Vilfredo Pareto, bekannt unter dem Namen 80/20-Regel oder Paretoprinzip. Pareto erkannte, dass sich mit 20 Prozent der Kunden bereits 80 Prozent des Umsatzes (A) erzielen lassen. Dass 30 Prozent der Kunden 15 Prozent des Umsatzes (B) erbringen und von 50 Prozent der Kunden nur 5 Prozent des Umsatzes (C) kommen. In der Realität werden diese Ergebnisse kaum erzielt.

**Abb. 5.47** Umsätze der Produktkategorien

Summe von Umsatz	
Produktkategorie	Ergebnis
Dichtungen	132258,91
Druckfedern	151742,5
Gelenkbolzen	258360,44
Gleitlager	104677,75
Kegelräder	163886,39
Kettenglieder	58035,42
Kupplungen	233169,82
Metallschrauben	138024,74
Nieten	82438,64
Stirnräder	225915,56
Tellerfedern	112000,05
Vierkant	72875,55
Wälzlager	118659,88
Zahnräder	107384,52
Zugfedern	248711,67
Gesamtergebnis	2208141,84

Die ABC-Analyse wurde von F. Dickie, einem Manager von General Electric, im Jahr 1951 in einem Artikel erstmals beschrieben. Die ABC-Analyse hilft, Rationalisierungsschwerpunkte zu setzen und unwirtschaftliche Anstrengungen zu vermeiden. Sie sieht eine Bildung von drei Klassen A, B und C vor. Diese Anzahl ist jedoch nicht zwingend erforderlich.

► X\_05-07\_ABC-Analyse.xlsx

Als Anwendungsbeispiel bedient die bereits schon einmal verwendete Umsatzliste. Mittels Pivot-Auswertung wird daraus eine Übersicht der Umsätze nach Produktkategorien erstellt (Abb. 5.47).

Die Werte der Tabelle werden mit STRG+C und STRG+ALT+V auf ein weiteres Tabellenblatt übertragen. Der Bereich \$B\$2:\$B\$16 erhält den Namen Ergebnis. Damit bestimmt sich der Rang der Umsätze in einer weiteren Spalte. Anschließend wird die Tabelle aufsteigend sortiert (Abb. 5.48).

**Abb. 5.48** Rangfolge bestimmen

C2		fx		=RANG(Ergebnis;Ergebnis;0)	
A	B	C	D	E	
1 Produktkategorie	Ergebnis	Rang			
2 Dichtungen	132.258,91 €	8			
3 Druckfedern	151.742,50 €	6			
4 Gelenkbolzen	258.360,44 €	1			
5 Gleitlager	104.677,75 €	12			
6 Kegelräder	163.886,39 €	5			
7 Kettenglieder	58.035,42 €	15			
8 Kupplungen	233.169,82 €	3			
9 Metallschrauben	138.024,74 €	7			
10 Nieten	82.438,64 €	13			
11 Stirnräder	225.915,56 €	4			
12 Tellerfedern	112.000,05 €	10			
13 Vierkant	72.875,55 €	14			
14 Wälzlager	118.659,88 €	9			
15 Zahnräder	107.384,52 €	11			
16 Zugfedern	248.711,67 €	2			
17 Gesamtumsatz	2.208.141,84 €				



Abb. 5.49 Ergebnisanteile

WOCHENTAG		X ✓ f_x		=Ergebnis/Gesamtumsatz	
A	B	C	D	E	F
1	Produktkategorie	Ergebnis	Rang	Anteil in %	Kum. Anteil in %
2	Gelenkbolzen	258.360,44 €	1	11,7%	11,7%
3	Zugfedern	248.711,67 €	2	11,3%	23,0%
4	Kupplungen	233.169,82 €	3	10,6%	33,5%
5	Stirnräder	225.915,56 €	4	10,2%	43,8%
6	Kegelräder	163.886,39 €	5	7,4%	51,2%
7	Druckfedern	151.742,50 €	6	6,9%	58,0%
8	Metallschrauben	138.024,74 €	7	6,3%	64,3%
9	Dichtungen	132.258,91 €	8	6,0%	70,3%
10	Walzlager	118.659,88 €	9	5,4%	75,7%
11	Tellerfedern	112.000,05 €	10	5,1%	80,7%
12	Zahnräder	107.384,52 €	11	4,9%	85,6%
13	Gleitlager	104.677,75 €	12	4,7%	90,3%
14	Nieten	82.438,64 €	13	3,7%	94,1%
15	Vierkant	72.875,55 €	14	3,3%	97,4%
16	Kettenglieder	58.035,42 €	15	2,6%	100,0%
17	Gesamtumsatz	2.208.141,84 €			

f_x		=SUMME(\$D\$2:D5)	
C	D	E	F
Anteil	Kum. Anteil		
Rang	in %	in %	
1	11,7%	11,7%	
2	11,3%	23,0%	
3	10,6%	33,5%	
4	10,2%	=SUMME(\$D\$2:D5)	
5	7,4%	SUMME(Zahl1; [Zahl2]; ...)	

Abb. 5.50 Klasseneinteilung

f_x		=SVERWEIS(E2;Matrix;2)	
C	D	E	F
Anteil	Kum. Anteil	in %	ABC
Rang	in %	in %	
1	11,7%	11,7%	A
2	11,3%	23,0%	A
3	10,6%	33,5%	A
4	10,2%	43,8%	A
5	7,4%	51,2%	A
6	6,9%	58,0%	A
7	6,3%	64,3%	A
8	6,0%	70,3%	A
9	5,4%	75,7%	B
10	5,1%	80,7%	B
11	4,9%	85,6%	B
12	4,7%	90,3%	B
13	3,7%	94,1%	B
14	3,3%	97,4%	C
15	2,6%	100,0%	C

Die Zelle \$B\$17 erhält den Namen Gesamtumsatz. In einer weiteren Spalte wird der Umsatzanteil in Prozent bestimmt. Daneben in einer weiteren Spalte folgt dessen kumulierter Anteil (Abb. 5.49).

Um die ABC-Einteilung vornehmen zu können, wird neben der eigentlichen Liste eine Verweismatrix erstellt. Der Anteil in Spalte K wird eingetragen. In der Spalte L wird wieder der kumulierte Anteil bestimmt. Die Klasse in Spalte M enthält die jeweilige Klassenbezeichnung. Der Bereich \$L\$2:\$M\$4 erhält den Namen Matrix. Mittels der Funktion SVERWEIS kann nun in der Spalte F mit dem Namen ABC=\$F\$2:\$F\$16 die Klassenzugehörigkeit eingetragen werden (Abb. 5.50).

Abb. 5.51 Klassenergebnisse

	K	L	M	N
	Kum.		Klasse	Klassen- ergebnis
	Anteil	Anteil		
75%	0%	A		1.552.070,03 €
20%	75%	B		525.160,84 €
5%	95%	C		130.910,97 €
	100%			

Abb. 5.52 Spalten-Aufteilung für ein Diagramm

fx =WENN(ABC="A";Kumuliert;"")						
C	D	E	F	G	H	I
	Anteil	Kum.				
Rang	in %	Anteil in %	ABC	A	B	C
1	11,7%	11,7%	A	11,7%		
2	11,3%	23,0%	A	23,0%		
3	10,6%	33,5%	A	33,5%		
4	10,2%	43,8%	A	43,8%		
5	7,4%	51,2%	A	51,2%		
6	6,9%	58,0%	A	58,0%		
7	6,3%	64,3%	A	64,3%		
8	6,0%	70,3%	A	70,3%		
9	5,4%	75,7%	B	75,7%	75,7%	
10	5,1%	80,7%	B		80,7%	
11	4,9%	85,6%	B		85,6%	
12	4,7%	90,3%	B		90,3%	
13	3,7%	94,1%	B		94,1%	
14	3,3%	97,4%	C		97,4%	97,4%
15	2,6%	100,0%	C			100,0%

Mit Hilfe dieser Spalte und der Funktion SUMMEWENN können die Klassenergebnisse (Spalte N) bestimmt werden (Abb. 5.51).

Für die Visualisierung der Daten in einem Diagramm werden die Werte der Klassen in getrennten Spalten abgebildet. Dazu bekommt der Bereich \$E\$2:\$E\$16 den Namen *Kumuliert* (Abb. 5.52).

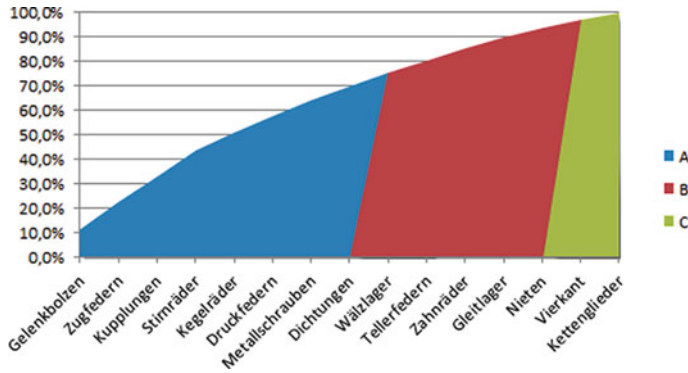
Mit den markierten Bereichen A1:A16 und G1:G16, ohne die Zeile Gesamtumsatz, lässt sich ein Diagramm *Fläche* erstellen (Abb. 5.53).

Mit dem Kontext des Diagramms und der Methode *Daten auswählen*, lassen sich durch *Hinzufügen* noch die Werte für die Klassen B und C ergänzen (Abb. 5.54).

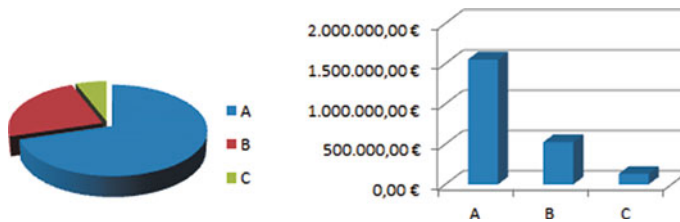
Aber auch die Anteile der Klassenergebnisse können sehr gut in einem Kuchen- oder Säulendiagramm dargestellt werden (Abb. 5.55).

Abb. 5.53 Kumulierte Anteile

Produktkategorie	Ergebnis	Anteil		Kum.		ABC	A	B	C
		Rang	in %	Anteil in %	Anteil in %				
Gelenkbolzen	258.360,44 €	1	11,7%	11,7%	A	11,7%			
Zugfedern	248.711,67 €	2	11,3%	23,0%	A	23,0%			
Kupplungen	233.169,82 €	3	10,6%	33,5%	A	33,5%			
Stirnräder	225.915,56 €	4	10,2%	43,8%	A	43,8%			
Kegelräder	163.886,39 €	5	7,4%	51,2%	A	51,2%			
Druckfedern	151.742,50 €	6	6,9%	58,0%	A	58,0%			
Metallschrauben	138.024,74 €	7	6,3%	64,3%	A	64,3%			
Dichtungen	132.258,91 €	8	6,0%	70,3%	A	70,3%			
Wälzlager	118.659,88 €	9	5,4%	75,7%	B	75,7%	75,7%		
Tellerfedern	112.000,05 €	10	5,1%	80,7%	B		80,7%		
Zahnräder	107.384,52 €	11	4,9%	85,6%	B		85,6%		
Gleitlager	104.677,75 €	12	4,7%	90,3%	B		90,3%		
Nieten	82.438,64 €	13	3,7%	94,1%	B		94,1%		
Vierkant	72.875,55 €	14	3,3%	97,4%	C			97,4%	97,4%
Kettenglieder	58.035,42 €	15	2,6%	100,0%	C				100,0%
Gesamtumsatz	2.208.141,84 €								



**Abb. 5.54** ABC-Diagramm



**Abb. 5.55** Visualisierung mit dem Kreisdiagramm

### 5.4.3 Deckungsbeitragsrechnung und Break-Even-Analyse

Die Deckungsbeitragsrechnung (kurz DBR) hat ihren Ursprung in der Erkenntnis, dass der Erfolg eines Unternehmens in einem betrachteten Zeitraum nicht nur von der Verkaufsmenge, sondern auch von der Produktionsmenge abhängt. Der Grund ist der Fixkostenanteil in den Lagerbeständen (Abb. 5.56). Die Deckungsbeitragsrechnung lässt sich auf ein Erzeugnis bezogen wie auch auf ein Stück bezogen durchführen.

► X\_05-08\_Deckungsbeitragsrechnung.xlsx

#### Periodenbezogene Deckungsbeitragsrechnung

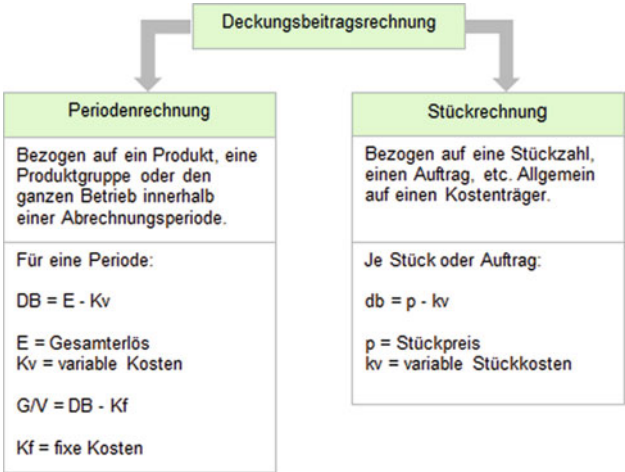
Die periodenbezogene DBR dient zur Ermittlung eines Betriebsergebnisses mithilfe der Deckungsbeiträge der hergestellten Produkte. Dabei unterscheidet man eine einstufige und mehrstufige Deckungsbeitragsrechnung. Die einstufige DBR bestimmt die Summe der Deckungsbeiträge und zieht davon die gesamten Fixkosten ab (Abb. 5.57).

Mit den Namen

Umsatzerlöse = \$C\$3:\$D\$3

Variable\_Kosten = \$C\$4:\$D\$4

**Abb. 5.56** Aufteilung der DBR



**Abb. 5.57** Ausgangswerte

	A	B	C	D	E	F
1						
2			Produkt A	Produkt B	Gesamt	
3			Umsatzerlöse	245.600 €	323.400 €	569.000 €
4			Variable Kosten	134.800 €	221.700 €	356.500 €
5			Deckungsbeiträge	110.800 €	101.700 €	212.500 €
6					85.400 €	Deckungsbeitrag
7					127.100 €	Fixe Kosten
						Betriebsergebnis

Deckungsbeiträge = \$C\$5:\$D\$5

Fixe\_Kosten = \$E\$6

bestimmen sich

Deckungsbeiträge = Umsatzerlöse-Variable\_Kosten

Deckungsbeitrag = SUMME(Deckungsbeiträge)

Betriebsergebnis = Deckungsbeitrag-Fixe\_Kosten

Die mehrstufige DBR teilt die Fixkosten bestimmten Bereichen zu und stellt dann die Summe der Deckungsbeiträge in den Bereichen deren Fixkosten gegenüber.

Mit den Namen

Umsatzerlöse = \$C\$4:\$F\$4

Variable\_Kosten = \$C\$5:\$F\$5

Deckungsbeitrag\_I = \$C\$6:\$F\$6

Produktfixe\_Kosten = \$C\$7:\$F\$7

Bereichsfixe\_Kosten = \$C\$10:\$F\$1

Deckungsbeitrag\_II = \$C\$9:\$F\$9

Deckungsbeitrag\_III = \$C\$11:\$F\$11

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2			Fertigungsbereich A		Fertigungsbereich B		
3			Produkt A1	Produkt A2	Produkt B1	Produkt B2	Gesamt
4		Umsatzerlöse	165.400 €	185.200 €	225.700 €	208.900 €	785.200 €
5		Variable Kosten	84.600 €	108.800 €	105.200 €	113.100 €	411.700 €
6		Deckungsbeitrag I	80.800 €	76.400 €	120.500 €	95.800 €	373.500 €
7		Produktfixe Kosten	22.400 €	12.600 €	34.500 €	21.800 €	91.300 €
8		Deckungsbeitrag II	58.400 €	63.800 €	86.000 €	74.000 €	282.200 €
9		Deckungsbeitrag II	122.200 €		160.000 €		282.200 €
10		Bereichsfixe Kosten	26.400 €		38.100 €		64.500 €
11		Deckungsbeitrag III	95.800 €		121.900 €		217.700 €
12		Betriebsfixe Kosten	32.600 €				
13		Betriebsergebnis	185.100 €				

Abb. 5.58 Periodenbezogene DBR

bestimmt sich (Abb. 5.58):

- Deckungsbeitrag\_I = Umsatzerlöse-Variable\_Kosten
- Deckungsbeitrag\_II = Deckungsbeitrag\_I-Produktfixe\_Kosten
- Deckungsbeitrag\_III = Deckungsbeitrag\_II-Bereichsfixe\_Kosten
- Betriebsergebnis = Deckungsbeitrag\_III-Betriebsfixe\_Kosten

Stückbezogene Deckungsbeitragsrechnung

Die stückbezogene DBR geht zunächst von den stückbezogenen Kosten aus. Kann aber auch in einer periodenbezogenen Kostenbetrachtung enden. Dazu nachfolgend ein zweites Beispiel.

Mit den Namen

- Fertigungsmaterial = \$C\$4:\$E\$4
- Fertigungslöhne = \$C\$5:\$E\$5
- Variable\_Gemeinkosten = \$C\$6:\$E\$6

bestimmt sich (Abb. 5.59):

	A	B	C	D	E
1					
2					
3		Monatsdaten	Produkt 1	Produkt 2	Produkt 3
4		Fertigungsmaterial	45,00 €	82,00 €	44,00 €
5		Fertigungslöhne	24,00 €	67,00 €	35,00 €
6		Variable Gemeinkosten	56,00 €	102,00 €	71,00 €
7		Variable Stückkosten	125,00 €	251,00 €	150,00 €
8		Fixe Kosten	38.456,00 €	86.123,00 €	53.456,00 €
9		VK	252,00 €	535,00 €	195,00 €
10		Produktionsmenge[Stück/Monat]	1.000	400	350

Abb. 5.59 Stückbezogene DBR

	A	B	C	D	E
1					
2					
3		Monatsdaten	Produkt 1	Produkt 2	Produkt 3
4		Fertigungsmaterial	45,00 €	82,00 €	44,00 €
5		Fertigungslöhne	24,00 €	67,00 €	35,00 €
6		Variable Gemeinkosten	56,00 €	102,00 €	71,00 €
7		Variable Stückkosten	125,00 €	251,00 €	150,00 €
8		Fixe Kosten	38.456,00 €	86.123,00 €	53.456,00 €
9		VK	252,00 €	535,00 €	195,00 €
10		Produktionsmenge[Stück/Monat]	1.000	400	350
11					
12					
13		Deckungsbeitrag (stückbezogen)	Produkt 1	Produkt 2	Produkt 3
14		Verkaufspreis	252,00 €	535,00 €	195,00 €
15		- Variable Stückkosten	125,00 €	251,00 €	150,00 €
16		Deckungsbeitrag	127,00 €	284,00 €	45,00 €

**Abb. 5.60** Deckungsbeitragsrechnung

Variable\_Stückkosten = Fertigungsmaterial + Fertigungslöhne + Variable\_Gemeinkosten

Mit den Namen

Verkaufspreis =            \$C\$14:\$E\$14

Variable\_Stückkosten = \$C\$15:\$E\$15

bestimmt sich (Abb. 5.60):

Deckungsbeitrag (stückbezogen) = Verkaufspreis-Variable\_Stückkosten

Mit den Namen

Fixe\_Kosten =            \$C\$8:\$E\$8

Produktionsmenge = \$C\$10:\$E\$10

Umsatzerlöse =            \$C\$20:\$E\$20

Variable\_Kosten =        \$C\$21:\$E\$21

Deckungsbeitrag =        \$C\$22:\$E\$22

Fixe\_Kosten =            \$F\$23

bestimmt sich (Abb. 5.61):

Umsatzerlöse =        Produktionsmenge\*Verkaufspreis

Variable\_Kosten =        Produktionsmenge\*Variable\_Stückkosten

Deckungsbeitrag =        Umsatzerlöse-Variable\_Kosten

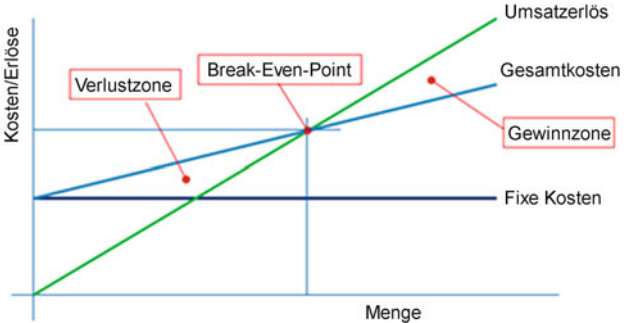
Fixe\_Kosten =            SUMME(Fixe\_Kosten)

Betriebserfolg =        SUMME(Deckungsbeitrag)-SUMME(Fixe\_Kosten)

	A	B	C	D	E	F
19		Betriebserfolg (periodenbezogen)	Produkt 1	Produkt 2	Produkt 3	Gesamt
20		Umsatzerlöse	252.000,00 €	214.000,00 €	68.250,00 €	534.250,00 €
21		- Variable Kosten	125.000,00 €	100.400,00 €	52.500,00 €	277.900,00 €
22		Deckungsbeitrag	127.000,00 €	113.600,00 €	15.750,00 €	256.350,00 €
23		- Fixe Kosten				178.035,00 €
24		Betriebserfolg im Monat				78.315,00 €

Abb. 5.61 Betriebserfolg

Abb. 5.62 Break-Even-Point



Mit wechselnder Produktionsmenge ändert sich auch das Betriebsergebnis. Die Gewinnschwelle, meist als *break even point* bezeichnet, kennzeichnet die Stückzahl, deren stückbezogener Deckungsbeitrag ausreicht, die fixen Kosten der betrachteten Periode zu decken. Bei niedrigerer Produktionsmenge liegt das Betriebsergebnis in der Verlustzone und bei höherer Produktionsmenge in der Gewinnzone (Abb. 5.62).

Als Beispiel wird das Produkt 1 mit seinen entsprechenden Kosten bei den Produktionsmengen von Null bis 1000 betrachtet. Mit den Namen

Verkaufspreis =            \$C\$8  
Menge =                    \$C\$12:\$D\$12  
Variable\_Stkosten =        \$C\$3:\$C\$5  
Deckungsbeitrag\_Stück = \$C\$9  
Gewinnschwellenmenge = \$C\$20

bestimmt sich (Abb. 5.63):

Umsatzerlöse =                    Verkaufspreis\*Menge  
Variable\_Kosten =                SUMME(Variable\_Stkosten)\*Menge  
Deckungsbeitrag =                Umsatzerlöse-Variable\_Kosten  
Gesamtkosten =                   Variable\_Kosten+Fixe\_Kosten  
Gewinnschwellenmenge =        Fixe\_Kosten/Deckungsbeitrag\_Stück  
Umsatzerlöse\_Gewinnschwelle = Gewinnschwellenmenge\*Verkaufspreis

**Abb. 5.63** Bestimmung des Break-Even-Points

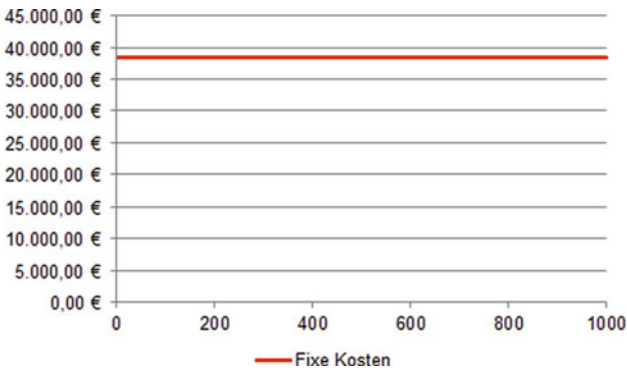
	B	C	D
1			
2	Monatsdaten	Produkt 1	
3	Fertigungsmaterial	45,00 €	
4	Fertigungslöhne	24,00 €	
5	Variable Gemeinkosten	56,00 €	
6	Variable Stückkosten	125,00 €	
7	Fixe Kosten	38.456,00 €	
8	Verkaufspreis	184,00 €	
9	Deckungsbeitrag (stückbezogen)	59,00 €	
10			
11			
12	Menge	0	1000
13	Umsatzerlöse	0,00 €	184.000,00 €
14	Variable Kosten	0,00 €	125.000,00 €
15	Deckungsbeitrag	0,00 €	59.000,00 €
16	Fixe Kosten	38.456,00 €	38.456,00 €
17	Gesamtkosten	38.456,00 €	163.456,00 €
18			
19			
20	Gewinnschwellenmenge	652	
21	Umsatzerlöse	119.968,00 €	

Die ermittelte Gewinnschwellenmenge muss nach unten gerundet werden, da nur ganze Stück gefertigt werden.

Diese Verhältnisse lassen sich auch sehr anschaulich in einem Punktediagramm darstellen. Im ersten Schritt werden die Bereiche B12:D12 und gleichzeitig (STRG halten) B16:D16 markiert. Dann wird unter dem Menü *Einfügen* die Gruppe *Diagramme* und daraus der Diagrammtyp *Punkte mit geraden Linien* gewählt. Die x-Achse wird auf 1000 Stück begrenzt und die Linie bekommt eine rote Farbe (Abb. 5.64).

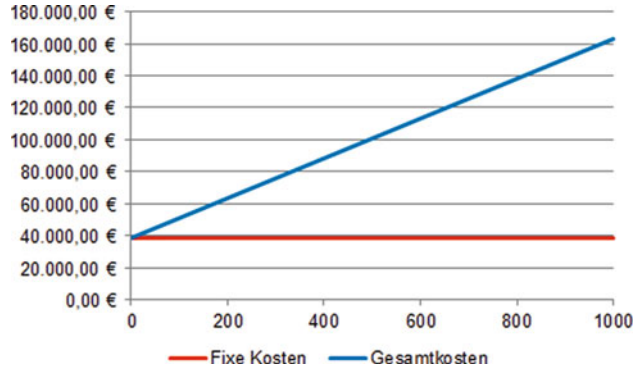
Im nächsten Schritt wird aus dem Kontextmenü des erstellten Diagramms die Methode *Daten auswählen* gewählt. Mit Hinzufügen wird als Reihename die Zelle B17 (Gesamtkosten) eingetragen. Als x-Werte wird der Bereich C12:D121 (Mengen) und als y-Werte der Bereich C17:D17 angegeben. Die Gesamtkosten bekommen eine blaue Farbe (Abb. 5.65).

**Abb. 5.64** Fixe Kosten

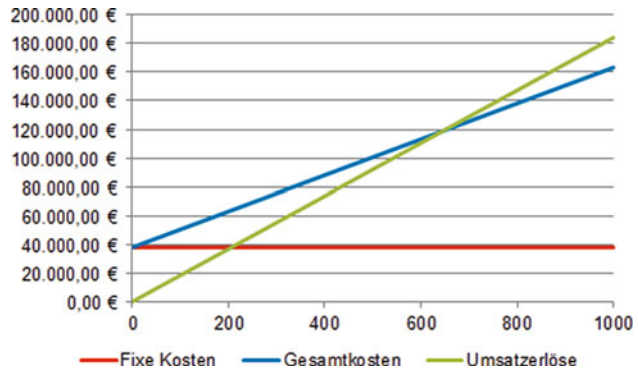




**Abb. 5.65** Fixe Kosten und Gesamtkosten



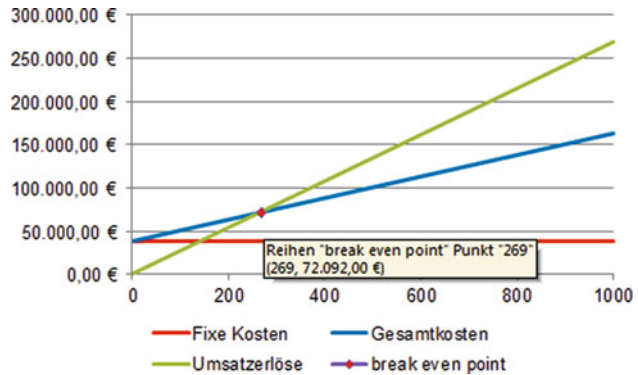
**Abb. 5.66** Alle Kostenanteile



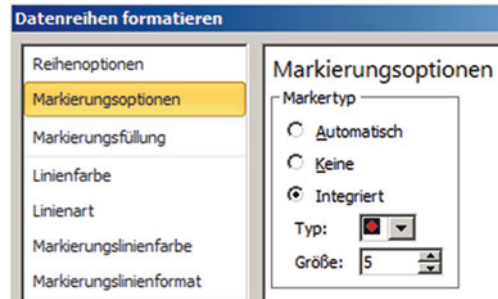
Mit gleichen Schritten wird im Diagramm eine Gerade für die Umsatzerlöse erstellt und grün gefärbt. Ihr Schnittpunkt mit den Gesamtkosten stellt die *Gewinnschwelle*, also den *break even point* dar (Abb. 5.66).

Mit der Änderung des Verkaufspreises wandert auch die Gewinnschwelle. Im nächsten Schritt soll auch diese im Diagramm dargestellt werden. Dazu wird erneut das Dialogfeld

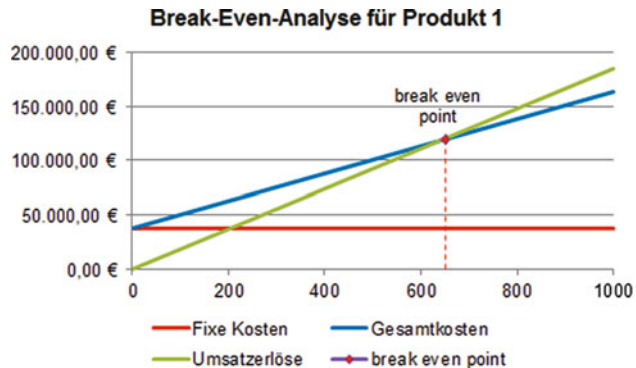
**Abb. 5.67** Der Break-Even-Point im Diagramm



**Abb. 5.68** Markierungsoptionen festlegen



**Abb. 5.69** Break-Even-Analyse für Produkt 1



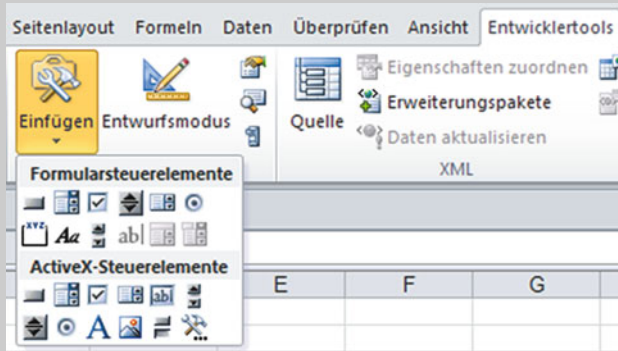
für *Daten auswählen* im Kontextmenü gewählt. Unter *Hinzufügen* wird als Reihename break even point eingegeben. Als x-Wert wird die Zelle C20 und als y-Wert die Zelle C21 eingesetzt. Nun besitzt das Diagramm auch einen Punkt, der erst durch Anklicken sichtbar wird (Abb. 5.67).

Über das Kontextmenü des Diagramms wird die Methode *Datenreihen formatieren* und darin die Markierungsoptionen für Typ, Größe und Farbe gewählt (Abb. 5.68).

Über das Menü *Layout* in den Diagrammtools und der Gruppe *Analyse* wird jetzt unter *Fehlerindikatoren* die Möglichkeit *weitere Indikatoren* gewählt. Dort wiederum unter *Vertikale Fehlerindikatoren* die Anzeige *Minus* und *ohne Abschluss*. Die Beschriftung des Punktes enthält den Reihennamen. Als Linie wird eine rot gestrichelte Linie ausgewählt. Zum Abschluss bekommt das Diagramm noch einen Titel und die Legende wird unter das Diagramm gesetzt (Abb. 5.69).

### Lektion 5.6 Steuerelemente verwenden

Besondere Objekte auf Tabellenblättern sind die Steuerelemente. Davon gibt es eine große Anzahl. Unter dem Menü *Entwicklertools* in der Gruppe *Steuerelemente* sind die wichtigsten aufgeführt. Die ActiveX-Steuerelemente erlauben eine Interaktion mit den Tabellenzellen. Sie werden durch Anklicken ausgewählt und dann mit einem Fadenkreuz auf dem Tabellenblatt entsprechend ihrer gewollten Größe aufgezogen (Abb. 5.70).

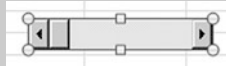


**Abb. 5.70** Steuerelemente-Auswahl

Durch diesen Zeichenvorgang wird das Steuerelement in den Entwurfsmodus versetzt. Das ist an der Schaltfläche *Entwurfsmodus* in der Gruppe *Steuerelemente* zu sehen. Das Kontextmenü eines Steuerelementes erlaubt die Einstellung der Attribute und die Nutzung der Methoden des Steuerelementes. Mit dem Ausschalten des Entwurfsmodus (Klick auf die Schaltfläche) werden die Einstellungen des Steuerelementes aktiv.

### Lektion 5.7 Steuerelement Bildlaufleiste

Das Steuerelement Bildlaufleiste erlaubt die analoge Einstellung eines Wertes zwischen einem Minimal- und einem Maximalwert. Ist die Bildlaufleiste erst einmal aufgezogen, kann sie mit der Maus noch angepasst werden. Das Kontextmenü des Steuerelementes besitzt die Methode *Eigenschaften*, unter der viele Attribute einstellbar sind (Abb. 5.71).



**Abb. 5.71** Steuerelement Bildlaufleiste

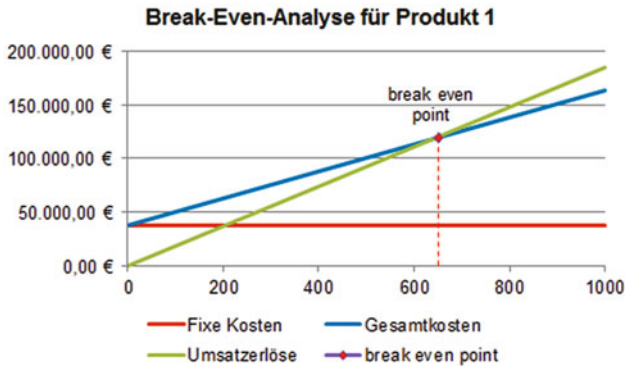
So lassen sich dort der minimalste und der maximalste Wert unter *Min* und *Max* einstellen. Ebenso die kleinste Schrittweite unter *SmallChange*. Mit welcher Zelle der Steuerelemente-Wert korrespondiert, wird unter *LinkedCell* angegeben. Dort können auch Namen eingetragen werden.

**Abb. 5.72** Verwendung der Bildlaufleiste

Monatsdaten		Produkt 1	
Fertigungsmaterial		45,00 €	
Fertigungslöhne		24,00 €	
Variable Gemeinkosten		56,00 €	
Variable Stückkosten		125,00 €	
Fixe Kosten		38.456,00 €	
Verkaufspreis		184,00 €	
Deckungsbeitrag (stückbezogen)		59,00 €	

Menge	0	1000
Umsatzerlöse	0,00 €	184.000,00 €
Variable Kosten	0,00 €	125.000,00 €
Deckungsbeitrag	0,00 €	59.000,00 €
Fixe Kosten	38.456,00 €	38.456,00 €
Gesamtkosten	38.456,00 €	163.456,00 €

Gewinnschwellenmenge	652
Umsatzerlöse	119.968,00 €



Ein solches Steuerelement *Bildlaufleiste* wird neben die Zelle *Verkaufspreis* platziert. Unter *LinkedCell* wird der Namen *Verkaufspreis* eingetragen, ebenso wird bei *Min* 100 und bei *Max* 500 eingetragen und der Wert *SmallChange* auf 10 gesetzt. Zum Schluss wird der Entwurfsmodus ausgeschaltet. Nun lässt sich mithilfe der Bildlaufleiste im zulässigen Bereich der Verkaufspreis einstellen und gleichzeitig die Position des *break even points* im Diagramm betrachten (Abb. 5.72).

**Soll-Ist-Vergleich und Wasserfalldiagramm**

Soll-Ist-Vergleiche können die unterschiedlichsten Darstellungsformen besitzen und dabei komplexe Berechnungen ausführen.

- X\_05-09\_Soll-Ist-Vergleich.xlsx

Zur Betrachtung wird ein monatlicher Soll-Ist-Vergleich für den Zeitraum eines Jahres gewählt (Abb. 5.73).

**Abb. 5.73** Soll-Ist-Daten

Monat	Soll	Ist
Jan	120	88
Feb	103	92
Mrz	112	107
Apr	109	99
Mai	112	117
Jun	106	122
Jul	132	112

Aug	141	125
Sep	123	98
Okt	111	103
Nov	109	97
Dez	115	105
Summe	1393	1265

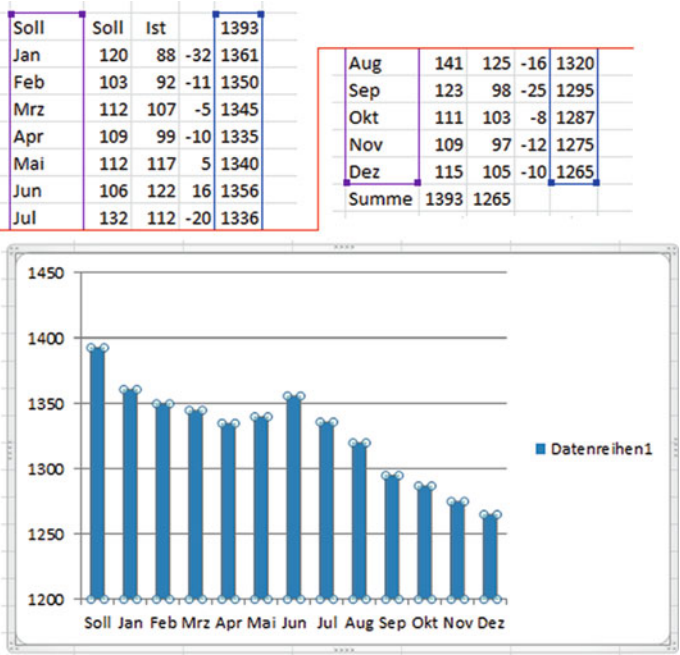
Folgende Bereichsnamen werden vergeben:

Soll =           \$C\$3:\$C\$14

Ist =            \$D\$3:\$D\$14

SummeSoll = \$C\$15

In der Spalte E wird die Differenz Ist–Soll bestimmt. In der Spalte F wird ausgehend von der SummeSoll der Anteil der Monatsdifferenzen unter Beachtung des Vorzeichens addiert. Damit lässt sich die Veränderung zwischen Soll und Ist bereits in einem Diagramm zeigen. Die Bereiche B2:B14 und F2:F14 werden zusammen markiert und im Menü *Einfügen* unter der Gruppe *Diagramme* die Form *Gestapelte Säulen* gewählt (Abb. 5.74).



**Abb. 5.74** Erste Datenreihe

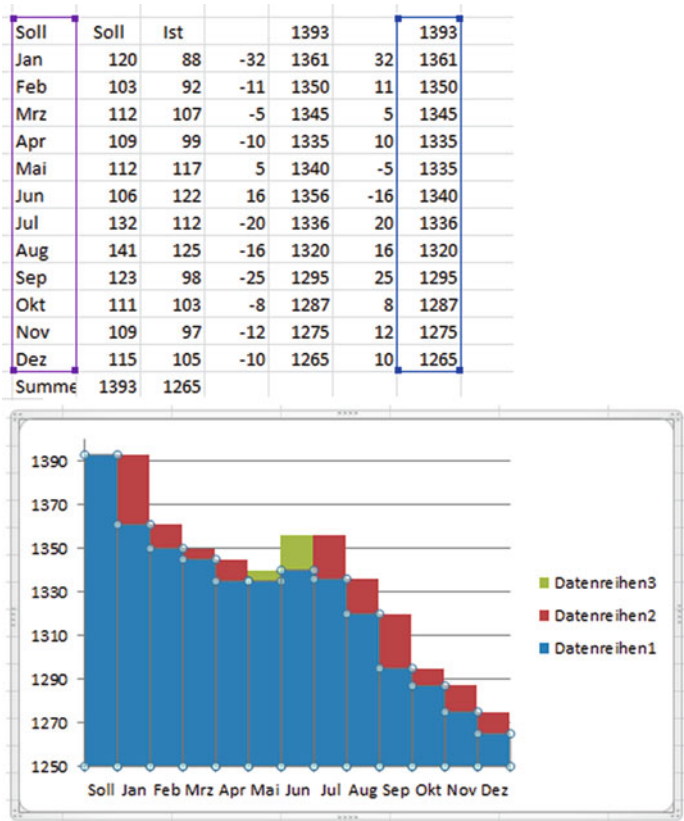


Abb. 5.75 Zweite Datenreihe

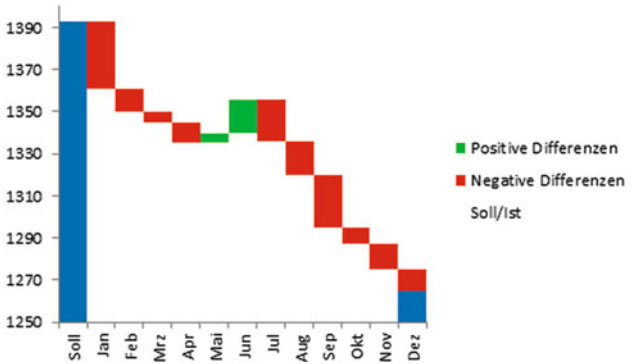
Der Text Monat in Zelle B2 wird durch Soll ersetzt. Doch die Differenzen sollen noch etwas deutlicher hervorgehoben werden. Dazu wird in Spalte G noch die Differenz Soll–Ist berechnet. Die Spalte H bestimmt sich aus der Formel = WENN(G2>=0;F2;F2+G2).

Über das Kontextmenü des Diagramms und der Methode *Daten auswählen* wird über *Datenreihe bearbeiten* der Bereich der Reihenwerte von F2:F14 in H2:H14 umgewandelt. Dann wird eine weitere Datenreihe hinzugefügt mit den Reihenwerten aus dem Bereich G2:G14. Und ebenso eine weitere Datenreihe mit Reihenwerten aus dem Bereich E2:E14. Die Werte der y-Achse werden auf den Bereich von 1250 bis 1400 eingeschränkt. Über das Kontextmenü der Datenreihe wird die Abstandsweite auf null gesetzt (Abb. 5.75).

Die Füllung der Datenreihe 1 wird über das Kontextmenü auf die Farbe Weiß gesetzt, und damit nicht mehr sichtbar. Die Datenreihe 2 bekommt ein kräftiges Rot und die Datenreihe 3 ein kräftiges Grün. Mit einem zweimaligen Klicken auf den linken Balken der Datenreihe 1 (kein Doppelklick) wird dieser Balken einzeln markiert und bekommt als Füllung ein kräftiges Blau. Die gleiche Darstellung bekommt auch der rechte Balken. Nun erkennt man sehr anschaulich die Differenzanteile der Monate, die zwischen Soll und Ist liegen. Zum Abschluss bekommen die Datenreihen noch aussagekräftige Namen (Abb. 5.76).

**Abb. 5.76** Differenzbildung

Soll	Soll	Ist		1393		1393
Jan	120	88	-32	1361	32	1361
Feb	103	92	-11	1350	11	1350
Mrz	112	107	-5	1345	5	1345
Apr	109	99	-10	1335	10	1335
Mai	112	117	5	1340	-5	1335
Jun	106	122	16	1356	-16	1340
Jul	132	112	-20	1336	20	1336
Aug	141	125	-16	1320	16	1320
Sep	123	98	-25	1295	25	1295
Okt	111	103	-8	1287	8	1287
Nov	109	97	-12	1275	12	1275
Dez	115	105	-10	1265	10	1265
Summe	1393	1265				



Diese Art der Darstellung wird als Wasserfalldiagramm bezeichnet, da die Werte stufenförmig meistens von einer höheren zu einer niedrigeren Position führen oder umgekehrt.

Ein weiteres Beispiel zeigt, wie sich die Differenz zwischen Plan und Ist beim Umsatz auf die einzelnen Produkte verteilt. In der Spalte D werden die Differenzen zwischen Plan und Ist der einzelnen Produkte A bis F aufgeführt (Abb. 5.77).

Mitunter möchte man noch eine weitere Veränderliche als Linie im gleichen Diagramm darstellen. Zum Beispiel in diesem Diagramm die schon vorhandenen Differenzen. Aber als Linie mit einer weiteren, der sogenannten Sekundärskala.

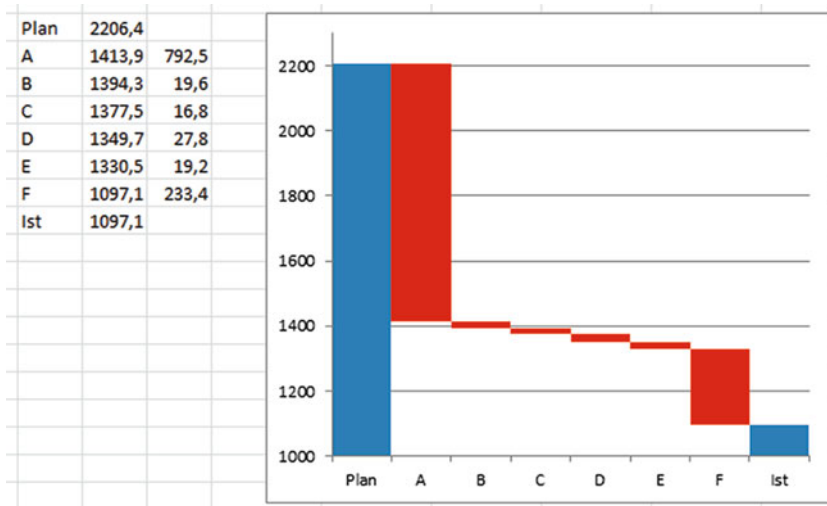


Abb. 5.77 Wasserfalldiagramm

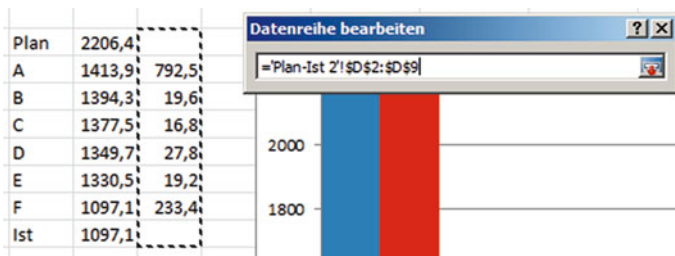
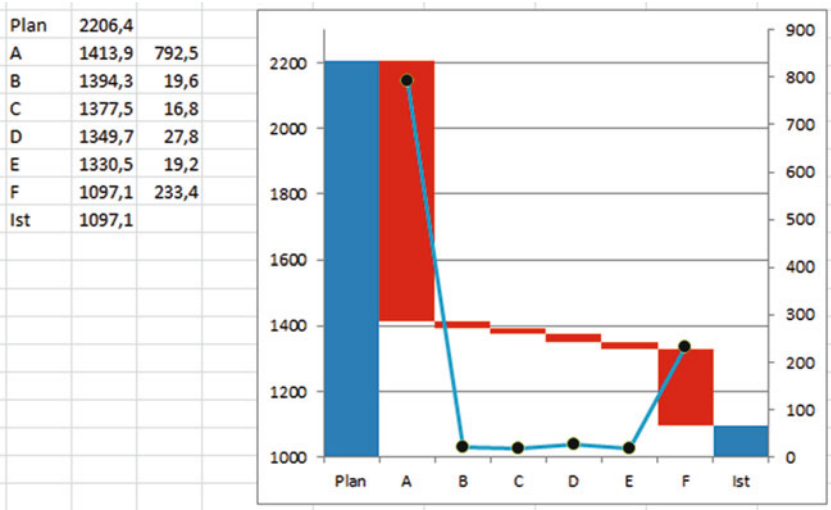


Abb. 5.78 Neue Datenreihe wählen

### Lektion 5.8 Datenlinie und Balkendiagramm kombinieren

Auf einem vorhanden Balkendiagramm (Abb. 5.77) im Kontextmenü die Methode *Daten auswählen* anwählen. Im Dialogfeld *Datenquelle auswählen* unter Legenden-einträge *Hinzufügen* wählen und dann als Reihenwerte die darzustellenden Daten auswählen (Abb. 5.78). Danach sind die Daten ebenfalls als Balken sichtbar. Diese Datenreihe anklicken und im Kontextmenü *Datenreihe formatieren* wählen. Im Dialogfenster *Sekundärachse wählen* wählen und schließen. Nun gibt es rechts im Diagramm eine zweite Achse zu den Werten. Im Kontextmenü der Datenreihe die Methode *Datenreihen-Diagrammtyp ändern* wählen. Im Auswahlfenster z. B. Linie mit Datenpunkten wählen. Danach hat das Diagramm die gewünschte Form (Abb. 5.79). Linie und Markierungspunkte können angepasst werden.





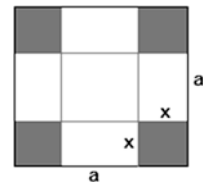
**Abb. 5.79** Datenlinie und Datenbalken in einem Diagramm kombiniert

Während die Naturwissenschaft Erkenntnisse über Naturprinzipien sammelt, kommt dem Ingenieurbereich deren Realisierbarkeit zu. Viele Aufgaben in der Technik führen zu Gleichungen mit einer oder mehreren Unbekannten oder gar ganzen Gleichungssystemen. Entscheidend ist aber immer, den richtigen Lösungsalgorithmus zu finden. Mitunter müssen dabei Prozesse aus der Natur kopiert werden.

## 6.1 Minimum und Maximum finden

Ein Transportbehälter soll aus einem quadratischen Blech mit einer Kantenlänge  $x$  so geformt werden, dass sein Volumen ein Maximum ergibt (Abb. 6.1).

**Abb. 6.1** Blechzuschnitt für einen Transportbehälter



Das Volumen des Behälters bestimmt sich aus der Gleichung

$$V = x(a - 2x)^2. \quad (6.1)$$

Die Ableitung dieser Gleichung liefert

$$V' = 12x^2 - 8ax + a^2. \quad (6.2)$$

► X\_06-01\_Maximales Volumen.xlsx

**Abb. 6.2** Volumenfunktion

	A	B	C	D	E
1					
2		Kantenlänge	x	V	V'
3		50	1	2304	2112
4			2	4232	1748
5			3	5808	1408
6			4	7056	1092
7			5	8000	800
8			6	8664	532
9			7	9072	288
10			8	9248	68
11			9	9216	-128
12			10	9000	-300
13			11	8624	-448
14			12	8112	-572
15			13	7488	-672
16			14	6776	-748
17			15	6000	-800
18			16	5184	-828
19			17	4352	-832
20			18	3528	-812
21			19	2736	-768
22			20	2000	-700
23			21	1344	-608
24			22	792	-492
25			23	368	-352
26			24	96	-188
27			25	0	0

Mit den Namen

Kantenlänge = \$B\$3

x =                \$C\$3:\$C\$26

berechnen sich die Spalten D und E

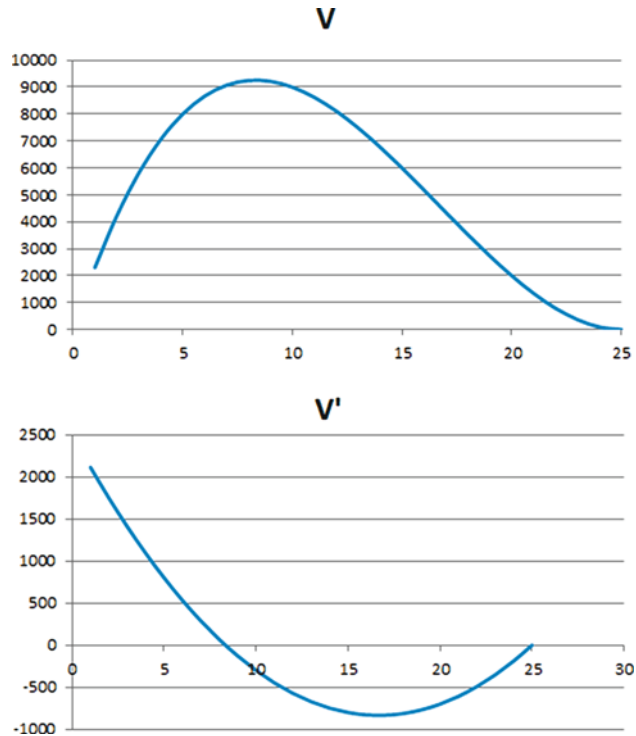
$$V = x \cdot (\text{Kantenlänge} - 2x)^2 \quad (6.3)$$

$$V' = 12x^2 - 8x \cdot \text{Kantenlänge} + \text{Kantenlänge}^2. \quad (6.4)$$

Zunächst wird der Bereich C2:D27 markiert und unter *Einfügen* in der Gruppe *Diagramme* das Diagramm *Punkte mit interpolierenden Punkten* aufgerufen. Die Lage des Volumenmaximums ist deutlich zu sehen und die Positionierung des Mauszeigers darauf liefert den Wert 8 mit 9248 als Maximalwert.

Das Gleiche wird mit den Bereichen C2:C27 und E3:E27 durchgeführt. Die erste Ableitung der Funktion hat bei ungefähr 8 ihren Nullpunkt. Allerdings liefert 8 den Wert 8,68.

**Abb. 6.3** Volumenfunktion  
und ihre Ableitung



Eine Möglichkeit den exakten Wert für den Nullpunkt zu bestimmen, liefert die Bisektionsmethode. Ausgangspunkt ist dabei die Überlegung, dass der Nullpunkt im Intervall von  $[7,9]$  liegt. Wichtig ist dabei noch, dass eine Intervallgrenze einen negativen Funktionswert der Ableitung besitzt und die andere Intervallgrenze einen positiven Wert. Aus den Intervallgrenzen wird der Mittelwert gebildet und dessen Funktionswert der Ableitung bestimmt. Danach wird die Intervallgrenze durch den Mittelwert ersetzt, deren Funktionswert gleiche Vorzeichen wie der des Mittelwertes besitzt (Abb. 6.2 und 6.3).

Die Bisektionsmethode wird auf einem gesonderten Tabellenblatt durchgeführt. In D2 und E2 werden die Intervallgrenzen geschrieben und in F2 und G2 der Funktionswerte der Ableitung. Sie zeigen unterschiedliche Vorzeichen. In B3 wird nun der Mittelwert der Intervallgrenzen gebildet  $= (D2+E2) / 2$ . In C3 wird ebenfalls der Funktionswert des Mittelwertes der Ableitung gebildet. Unter den Grenzwerten werden folgende Bedingungen eingetragen:

$$D3 = \text{WENN}(F2 \cdot C3 > 0; B3; D2)$$

$$E3 = \text{WENN}(C3 \cdot G2 > 0; B3; E2)$$

Die Formeln im Bereich F2:G2 werden durch Ziehen auf den Bereich F3:G3 übertragen. Anschließend wird der Bereich B3:G3 markiert und deren Formeln so lange durch Ziehen

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2				7	9	288	-128
3		8	68	8	9	68	-128
4		8,5	-33	8	8,5	68	-33
5		8,25	16,75	8,25	8,5	16,75	-33
6		8,375	-8,3125	8,25	8,375	16,75	-8,3125
7		8,3125	4,171875	8,3125	8,375	4,171875	-8,3125
8		8,34375	-2,08203125	8,3125	8,34375	4,171875	-2,08203125
9		8,328125	1,04199219	8,328125	8,34375	1,04199219	-2,08203125
10		8,3359375	-0,52075195	8,328125	8,3359375	1,04199219	-0,52075195
11		8,33203125	0,26043701	8,33203125	8,3359375	0,26043701	-0,52075195
12		8,33398438	-0,13020325	8,33203125	8,33398438	0,26043701	-0,13020325
13		8,33300781	0,06510544	8,33300781	8,33398438	0,06510544	-0,13020325
14		8,33349609	-0,03255177	8,33300781	8,33349609	0,06510544	-0,03255177
15		8,33325195	0,01627612	8,33325195	8,33349609	0,01627612	-0,03255177
16		8,33337402	-0,008138	8,33325195	8,33337402	0,01627612	-0,008138
17		8,33331299	0,00406902	8,33331299	8,33337402	0,00406902	-0,008138
18		8,33334351	-0,0020345	8,33331299	8,33334351	0,00406902	-0,0020345
19		8,33332825	0,00101725	8,33332825	8,33334351	0,00101725	-0,0020345
20		8,33333588	-0,00050863	8,33332825	8,33333588	0,00101725	-0,00050863
21		8,33333206	0,00025431	8,33333206	8,33333588	0,00025431	-0,00050863
22		8,33333397	-0,00012716	8,33333206	8,33333397	0,00025431	-0,00012716

Abb. 6.4 Iterationswerte nach der Bisektionsmethode

Abb. 6.5 Einstellung der Zielwertsuche

B3

$$=12*B2^2-8*Kantenlänge*B2+Kantenlänge^2$$

B	C	D	E	F	G
	7	288			
	9	-128			

Zielwertsuche

Zielzelle:

\$C\$3

Zielwert:

0

Veränderbare Zelle:

\$B\$3

OK

Abbrechen

nach unten übertragen, bis in der Spalte B der Mittelwert die gewünschte Genauigkeit aufweist, bzw. bis die Funktionswerte der Intervallgrenzen hinreichend klein sind. Auch die Nachprüfung liefert als Ergebnis die Kantenlänge  $x = 8,333$  (Abb. 6.4).

Einfacher geht es mit einer Methode, die sich im Menü *Daten* unter der Gruppe *Datentools* als Methode *Zielwertsuche* unter den *Was-wäre-wenn-Analysen* befindet. In den Zellen B2:B3 werden die Grenzwerte eingetragen und in den Zellen C2:C3 deren Funktionswerte aus der Ableitung nach bekannter Formel. Sie können auch mittels Copy & Paste aus dem vorherigen Blatt übertragen werden. Danach wird die Zielwertsuche aufgerufen und, wie in Abb. 6.5 dargestellt, die entsprechenden Werte in das Dialogfenster eingetragen.

Die Bestätigung der Einträge mit OK liefert ebenfalls das Ergebnis. Natürlich hätte auch der andere Grenzwert zum Ergebnis geführt (Abb. 6.6).

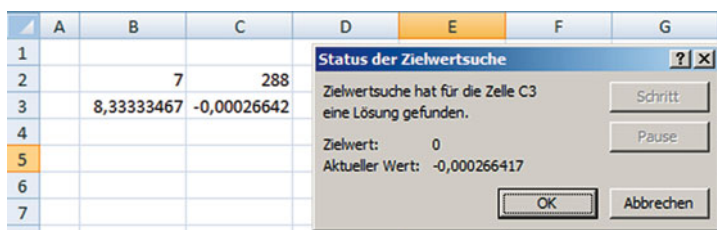


Abb. 6.6 Ergebnis der Zielwertsuche

Abb. 6.7 Zylinderform

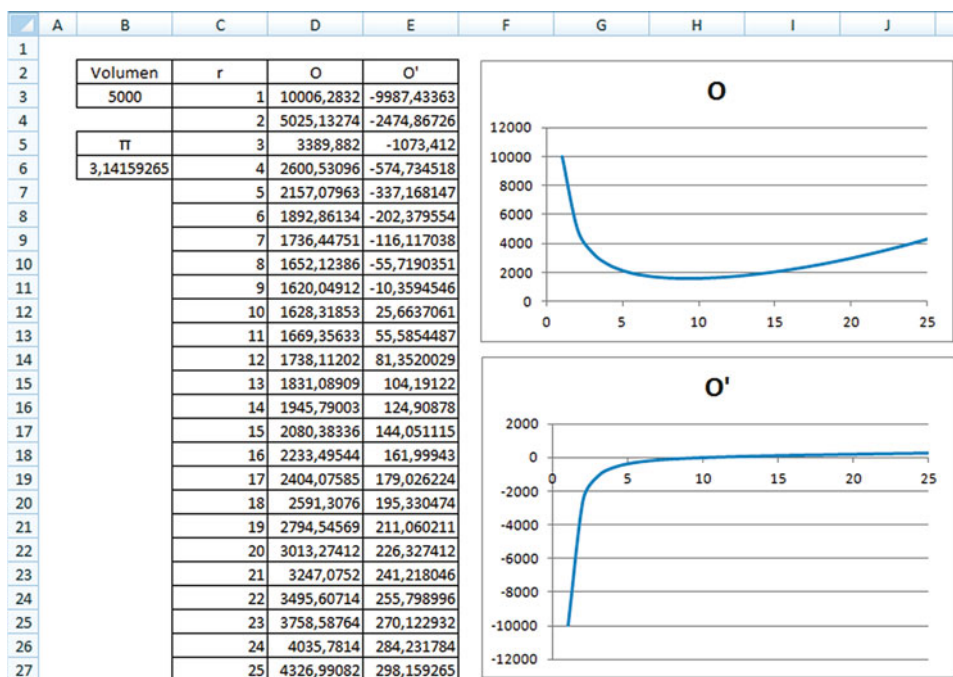
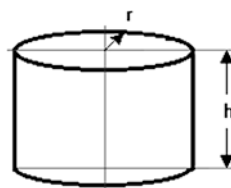
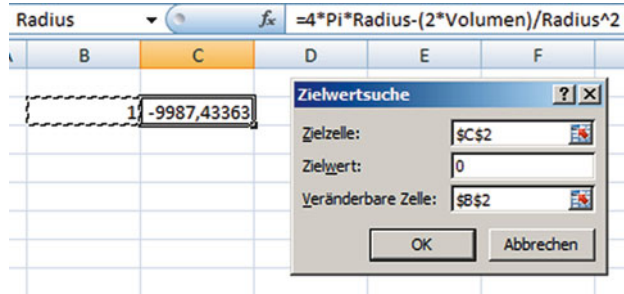


Abb. 6.8 Oberflächenfunktion und Ableitung

**Abb. 6.9** Einstellung der Zielwertsuche



► X\_06-02\_Minimale Oberfläche.xlsx

Für das nachfolgende Beispiel ist ein Minimum gesucht. Ein zylindrischer Behälter mit vorgegebenem Volumen soll die möglichst geringste Oberfläche benötigen (Abb. 6.7).

Das Volumen bestimmt sich aus der Formel

$$V = \pi r^2 h \quad (6.5)$$

und die Oberfläche mit Umstellung der Volumenformel

$$O = 2\pi r^2 + \frac{2V}{r}. \quad (6.6)$$

Die Ableitung der Oberflächenformel lautet

$$O' = 4\pi r - \frac{2V}{r^2}. \quad (6.7)$$

Die Zelle B3 (Abb. 6.8) bekommt den Namen *Volumen*. Die Zelle B6 bekommt die Funktion  $B6 = PI()$  zugewiesen und den Namen *Pi*. Die Werte in Spalte C haben den Namen *r\_*. Damit berechnen sich die Funktionswerte in den Spalten D und E mit

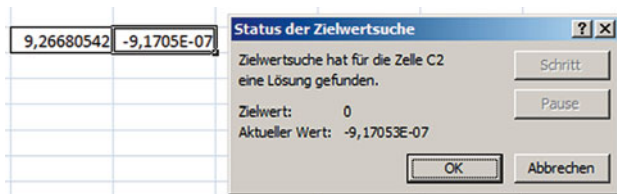
$$D3 = 2 \cdot \text{Pi} \cdot r_ ^2 + (2 \cdot \text{Volumen}) / r_$$

$$E3 = 4 \cdot \text{Pi} \cdot r_ - (2 \cdot \text{Volumen}) / r_ ^2$$

Auch hier wird wieder das Diagramm *Punkte mit interpolierenden Linien* gewählt. Die Diagramme zeigen als Lösungswert einen Wert nahe bei Neun. Das exakte Ergebnis liefert wieder die Zielwertsuche (Abb. 6.9). Die Zelle B2 bekommt den Namen *Radius* und die Zelle C2 die Formel

$$C2 = 4 \cdot \text{Pi} \cdot \text{Radius} - (2 \cdot \text{Volumen}) / \text{Radius}^2.$$

Die Zielwertsuche liefert als Ergebnis 9,2668 (Abb. 6.10).

**Abb. 6.10** Ergebnis der Zielwertsuche

## 6.2 Lineare Gleichungssysteme

Lineare Gleichungssysteme bestehen aus mehreren Gleichungen mit mehreren Unbekannten in der allgemeinen Form

$$\begin{aligned}
 a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &= c_1 \\
 a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &= c_2 \\
 &\vdots \\
 a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &= c_m.
 \end{aligned} \tag{6.8}$$

Die reellen Zahlen  $a_{ik}$  ( $i = 1, \dots, m$ ;  $k = 1, \dots, n$ ) sind die Koeffizienten des Systems. Die reellen Zahlen  $c_i$  werden als Absolutglieder bezeichnet. Das Gleichungssystem heißt homogen, wenn die Absolutglieder verschwinden. Lineare Gleichungssysteme lassen sich auf elegante Weise durch Matrizenrechnung lösen.

► X\_06-03\_Matrizenoperationen.xlsx

### Lektion 6.1 Vektoren und Matrizen

Die Arbeitsblätter einer Excelmappe haben als Grundstruktur bereits eine Matrizeinteilung. So ist lediglich die Einteilung eines Bereichs als Vektor (einzeilig) oder Matrix (mehrzeilig) erforderlich. Bei dieser Einteilung lassen sich sehr gut Namen verwenden (Abb. 6.11).

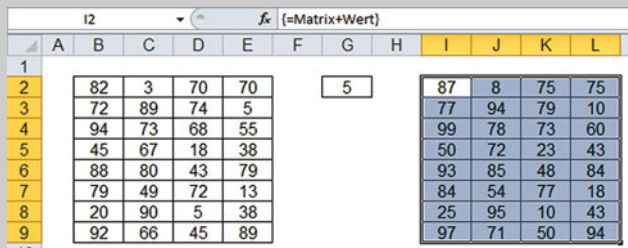
Matrix				
A	B	C	D	E
1				
2	82	14	3	85
3	78	7	35	96
4	38	64	44	90
5	44	66	31	55
6	38	84	11	79
7	14	80	5	35
8	27	67	50	78
9	4	79	82	93
10				

**Abb. 6.11** Bereichsnamen für Vektoren und Matrizen



**Zu einer Matrix einen Wert addieren**

Die Ausgangsmatrix im Bereich B2:E9 bekommt den Namen Matrix. Das Feld G2 den Namen Wert. Wir markieren den Bereich I2:L9 und geben in der Bearbeitungsleiste die Formel =Matrix+Wert ein. Anschließend bestätigen wir die Eingabe mit STRG+UMSCH+ENTER. Also nicht mit ENTER wie bisher, sondern durch gleichzeitiges Drücken der Tasten STRG+UMSCH+ENTER (Abb. 6.12).

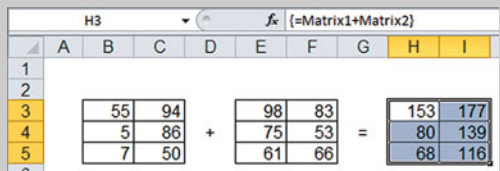


**Abb. 6.12** Einen Wert zu einer Matrix addieren

Entsprechend lässt sich ein Wert, in der Physik auch als Skalar bezeichnet, subtrahieren.

**Matrizenaddition**

Zwei Matrizen  $\text{Matrix1} = \$B\$3:\$C\$5$  und  $\text{Matrix2} = \$E\$3:\$F\$5$  werden über die Matrixformel `{=Matrix1+Matrix2}` in den Bereich H3:I5 elementweise addiert (Abb. 6.13).



**Abb. 6.13** Zwei Matrizen addieren

**Skalare Multiplikation**

Bei einer skalaren Multiplikation wird eine Matrix  $\text{Matrix3} = \$B\$2:\$C\$4$  mit einem Skalar  $= \$E\$3$  dadurch multipliziert, dass jedes Element der Matrix mit dem Skalar multipliziert wird (Abb. 6.14).

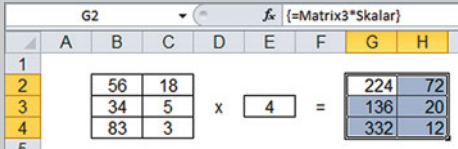


Abb. 6.14 Skalare Matrizen-Multiplikation

Entsprechend lassen sich die Elemente einer Matrix auch durch einen Skalar dividieren.

Matrizen Multiplikation

Zwei Matrizen können multipliziert werden, wenn die Spaltenanzahl der linken Matrix mit der Zeilenanzahl der rechten Matrix übereinstimmt. Ein Element der Ergebnismatrix ist die Summe der Multiplikationen jedes Spaltenelements der linken Matrix mit den Zeilenelementen der rechten Matrix, hier  $\text{Matrix4} = \$B\$2:\$C\$4$  und  $\text{Matrix5} = \$E\$2:\$G\$3$ . Verwendet wird dazu die Funktion `MMULT` und nicht das `*` Zeichen (Abb. 6.15).

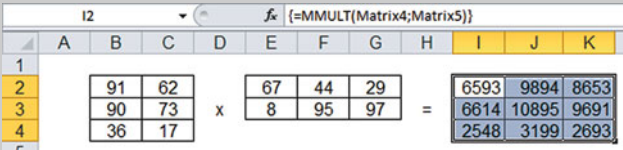


Abb. 6.15 Matrizen-Multiplikation

Zellenweise Multiplikation

Wird statt der Funktion `MMULT` das `*` Zeichen zur Multiplikation verwendet, dann werden nur die gleichen Elemente in den Matrizen multipliziert. Alle anderen entfallen, hier  $\text{Matrix6} = \$B\$2:\$C\$4$  und  $\text{Matrix7} = \$E\$2:\$G\$3$  (Abb. 6.16).

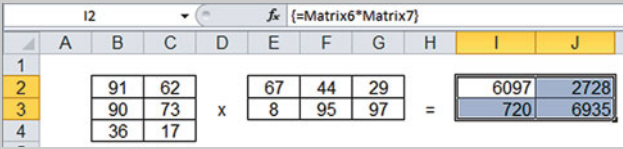


Abb. 6.16 Zellenweise Multiplikation

Entsprechend erfolgt auch eine Division.

Determinante einer Matrix

In der linearen Algebra ist die Determinante ein spezieller Funktionswert auf quadratischen Matrizen. Dazu wird in Excel die Funktion `MDET` verwendet (Abb. 6.17).

F3		fx		=MDET(Matrix8)			
	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		17	73	37			
3		42	65	40		-57393	
4		89	21	62			

Abb. 6.17 Bestimmung der Determinanten

Transponierte einer Matrix

Mit der Funktion MTRANS kann die Transponierte einer Matrix bestimmt werden. Wichtig ist, dass die Formel als Matrixformel, also mit STRG+UMSCH+ENTER abgeschlossen wird (Abb. 6.18).

F2		fx		{=MTRANS(Matrix9)}					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		28	35	88		28	65	34	61
3		65	91	96		35	91	96	21
4		34	96	20		88	96	20	40
5		61	21	40					

Abb. 6.18 Transponierte einer Matrix

Inverse einer Matrix

Mit der Funktion MINV wird die zu einer Matrix gehörende inverse Matrix bestimmt. Auch diese Funktion muss als Matrixformel mit STRG+UMSCH+ENTER abgeschlossen werden (Abb. 6.19).

Matrix11					fx	{=MINV(Matrix10)}			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2		68	71	47		1.35	-0.6	-0.7	
3		95	70	34		-3.3	1.65	1.69	
4		42	73	60		3.13	-1.6	-1.6	

Abb. 6.19 Inverse einer Matrix

Inverse Matrizen werden ebenso wie Determinanten zur Lösung linearer Gleichungssysteme benutzt. Das Produkt einer Matrix mit seiner Inversen ist die Einheitsmatrix, eine quadratische Matrix in der die Elemente auf der Hauptdiagonalen gleich 1 und alle anderen Elemente gleich 0 sind (Abb. 6.20).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2		68	71	47		1.35	-0.6	-0.7		1	0	0
3		95	70	34		-3.3	1.65	1.69		0	1	0
4		42	73	60		3.13	-1.6	-1.6		0	0	1

**Abb. 6.20** Produkt einer Matrix mit ihrer Inversen

**Beispiel Temperaturverteilung in einem Kanal** Eine quadratische Matrix wird als *regulär* bezeichnet, wenn die Determinante der Matrix ungleich Null ist. Die Matrix  $A$  heißt *singulär*, wenn gilt  $\det(A) = 0$ . Die Lösung  $x$  eines linearen Gleichungssystems

$$Ax = b \quad (6.9)$$

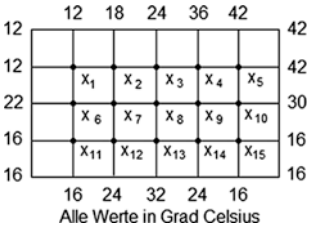
kann bei regulären Matrizen durch

$$x = A^{-1}b \quad (6.10)$$

angegeben werden. Als Beispiel wird die Temperaturverteilung in einem Kanal betrachtet. Sie stammt aus meinem Buch *Algorithmen für Ingenieure*. An einer Rohrwand werden unterschiedliche Temperaturen gemessen. Es sollen die Temperaturen an den Gitternetzpunkten bestimmt werden (Abb. 6.21).

$$\begin{aligned}
 x_1 : 4x_1 - x_2 - x_6 &= 24 \\
 x_2 : -x_1 + 4x_2 - x_3 - x_7 &= 18 \\
 x_3 : -x_2 + 4x_3 - x_4 - x_8 &= 24 \\
 x_4 : -x_3 + 4x_4 - x_5 - x_9 &= 36 \\
 x_5 : -x_4 + 4x_5 - x_{10} &= 84 \\
 x_6 : -x_1 + 4x_6 - x_7 - x_{11} &= 22 \\
 x_7 : -x_2 - x_6 + 4x_7 - x_8 - x_{12} &= 0 \\
 x_8 : -x_3 - x_7 + 4x_8 - x_9 - x_{13} &= 0 \\
 x_9 : -x_4 - x_8 + 4x_9 - x_{10} - x_{14} &= 0 \\
 x_{10} : -x_5 - x_9 + 4x_{10} - x_{15} &= 30 \\
 x_{11} : -x_6 + 4x_{11} - x_{12} &= 34 \\
 x_{12} : -x_7 - x_{11} + 4x_{12} - x_{13} &= 24 \\
 x_{13} : -x_8 - x_{12} + 4x_{13} - x_{14} &= 32 \\
 x_{14} : -x_9 - x_{13} + 4x_{14} - x_{15} &= 24 \\
 x_{15} : -x_{10} - x_{14} + 4x_{15} &= 32
 \end{aligned} \quad (6.11)$$

**Abb. 6.21** Gitternetz der Temperaturpunkte



► X\_06-04\_Temperaturverteilung.xlsx

Die Koeffizienten und der Lösungsvektor werden in ein Tabellenblatt übertragen. Die Bestimmung der Determinanten zeigt einen Wert ungleich Null. Anschließend bekommen folgende Bereiche Namen:

Werte = \$B\$3:\$P\$17

Lösungen = \$Q\$3:\$Q\$17

Für den markierten Bereich S3:S17 wird die Formel

{= MMULT(MINV(Werte);Lösungen)}

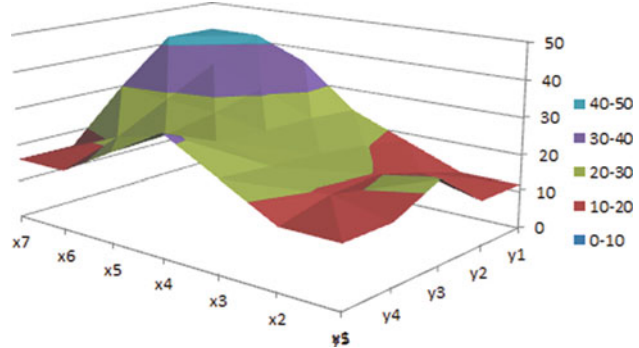
in die Funktionszeile als Matrixformel (STRG+UMSCH+ENTER) eingetragen (Abb. 6.22).

Mit einer einfachen Matrix als Temperaturfeld und dem Einfügen der Daten als Diagrammtyp 3D-Feld kann die Temperaturverteilung auch optisch dargestellt werden. Richtig gedreht wird das Temperaturfeld anschaulich wiedergegeben (Abb. 6.23).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1																			
2																			
3		4	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24		16,0313341
4		-1	4	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	18		20,3130166
5		0	-1	4	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	24		25,1700181
6		0	0	-1	4	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	36		31,1461428
7		0	0	0	-1	4	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	84		35,9601126
8		-1	0	0	0	0	4	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0	22		19,8123199
9		0	-1	0	0	0	-1	4	-1	0	0	0	-1	0	0	0	0		22,050714
10		0	0	-1	0	0	0	-1	4	-1	0	0	0	-1	0	0	0		25,2209131
11		0	0	0	-1	0	0	0	-1	4	-1	0	0	0	-1	0	0		27,4544407
12		0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	4	0	0	0	0	-1	30		28,6943075
13		0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	4	-1	0	0	0	34		19,1672316
14		0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	4	-1	0	0	24		22,8566063
15		0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	4	-1	0	32		26,2084797
16		0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	4	-1	24		24,7563993
17		0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	4	32		21,3626767

**Abb. 6.22** Ergebnis der Temperaturverteilung

**Abb. 6.23** Gitternetz der Temperaturverteilung



**Beispiel Produktionsoptimierung** Bei vielen wirtschaftlichen Problemen gilt es für eine Ziel- oder Kostenfunktion einen Extremwert zu finden. Aus Gleichungen (die aus Ungleichungen überführt werden) gegebener Nebenbedingungen wird ein Gleichungssystem aufgestellt. Zur Lösung gibt es verschiedene Verfahren.

Eine Firma verfügt über vier Maschinen vom Typ M1 und drei Maschinen vom Typ M2. Der wöchentliche Produktionsplan steht in Tab. 6.1.

Unter der Annahme, dass die Produktion auch verkauft wird, ist der maximale Gewinn gesucht.

$$3A + 5B \rightarrow \text{Maximum}$$

(6.12)

Zu berücksichtigen sind folgende Nebenbedingungen:

$$\begin{aligned} 6A + 4B &\leq 160 \\ 2A + 4B &\leq 120 \\ A, B &\geq 0. \end{aligned}$$

(6.13)

Die Überführung der Ungleichungen in ein Gleichungssystem und die Lösung als Matrizenformel liefert ein Maximum mit  $3 \times 10 + 5 \times 25 = 155$  Euro (Abb. 6.24).

**Beispielberechnung eines elektrischen Netzwerks** Das dargestellte Netzwerk besitzt drei Knotenpunkte (a, b, c) und drei Ströme ( $I_1, I_2, I_3$ ) mit je einem ohmschen Widerstand ( $R_1, R_2, R_3$ ).  $I_a$  und  $I_b$  sind zufließende Ströme,  $I_c$  ist abfließend (Abb. 6.25).

Gesucht sind die Teilströme ( $I_1, I_2, I_3$ ) und der abfließende Strom  $I_c$ . Gegeben sind  $R_1 = 1 \, \Omega, R_2 = 5 \, \Omega, R_3 = 3 \, \Omega, I_a = 1 \, \text{A}, I_b = 2 \, \text{A}$ .

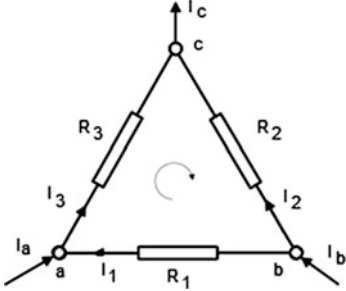
**Tab. 6.1** Produktionsplan

Produkt	M1	M2	Gewinn
A	6	2	3 Euro
B	4	4	5 Euro
	160 h/Woche	120 h/Woche	

**Abb. 6.24** Lösung der Aufgabe

fx {=MMULT(MINV(D2:E3);F2:F3)}				
	D	E	F	G
	6	4	160	10
	2	4	120	25

**Abb. 6.25** Elektrisches Netzwerk



Nach dem ersten Kirchhoffschen Gesetz ist die Summe der zu- und abfließenden Ströme gleich Null.

$$\begin{aligned} I_a + I_1 - I_3 &= 0 \\ I_b - I_1 - I_2 &= 0 \\ -I_c + I_2 + I_3 &= 0 \end{aligned} \tag{6.14}$$

Nach dem zweiten Kirchhoffschen Gesetz ist die Summe der Spannungen in jeder Masche gleich Null.

$$R_1 I_1 - R_2 I_2 + R_3 I_3 = 0 \tag{6.15}$$

Daraus ergibt sich durch Umstellung folgendes Gleichungssystem

$$\begin{aligned} I_1 - I_3 &= -1A \\ -I_1 - I_2 &= -2A \\ I_1 - 5I_2 + 3I_3 &= 0. \end{aligned} \tag{6.16}$$

Das Ergebnis ist wieder durch eine Matrixmultiplikation erhältlich (Abb. 6.26). Die Gegenprobe (Abb. 6.27).

**Abb. 6.26** Lösung des Gleichungssystems

fx {=MMULT(MINV(B2:D4);E2:E4)}						
B	C	D	E	F	G	
1	0	-1	-1		0,77777778	
-1	-1	0	-2		1,22222222	
1	-5	3	0		1,77777778	

fx {=MMULT(B2:D4;G2:G4)}								
B	C	D	E	F	G	H	I	
1	0	-1	-1		0,77777778		-1	
-1	-1	0	-2		1,22222222		-2	
1	-5	3	0		1,77777778		-8,88178E-16	

Abb. 6.27 Gegenprobe zur Lösung

6.3 Simulationen

Simulationen haben die Aufgabe, reale Vorgänge nachzubilden, ohne dass dabei ein großer Aufwand erforderlich ist. Es genügt die Vorlage eines Algorithmus, um im Rechner ein abstrahiertes, meist mathematisches Modell zu nutzen. Wie gut ein Modell die Realität nachbildet, hängt davon ab, wie viele Parameter den Prozess beeinflussen und ob sie im Modell in realer Weise berücksichtigt werden.

6.3.1 Deterministische Simulationen

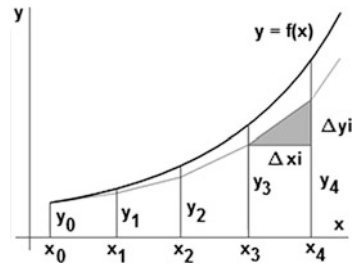
Grundlage einer deterministischen Simulation sind oft Differentialgleichungen. Dabei wird der Differentialquotient durch einen Differenzenquotienten ersetzt. Folglich wird der Fehler mit steigendem Differenzenwert größer und addiert sich mit fortschreitender Simulation (Abb. 6.28).

**Beispiel Mechanische Schwingung** Als Anwendungsbeispiel betrachten wir eine mechanische Schwingung, bei der eine Masse periodisch um eine Mittellage schwingt. Bei der Bewegung findet ein ständiger Energieaustausch zwischen potentieller und kinetischer Energie statt. Die bei der Bewegung umgesetzte Wärmeenergie soll unberücksichtigt bleiben (Abb. 6.29).

Zum Zeitpunkt t wirkt an der Masse die Federkraft

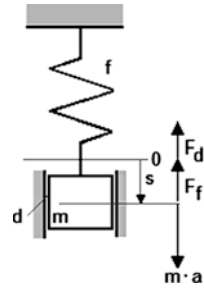
$$F_f = f \cdot s. \tag{6.17}$$

Abb. 6.28 Differenzen-Methode





**Abb. 6.29** Schema einer mechanischen Schwingung



Die Dämpfungskraft ergibt sich unter Einführung der Dämpfungskonstanten  $d$

$$F_d = 2md\dot{s}. \quad (6.18)$$

Aus der Energiebilanz nach dem d'Alembertschen Prinzip folgt

$$m\ddot{s} = -fs - 2md\dot{s}. \quad (6.19)$$

Umgestellt nach dem Differentialquotienten folgt

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{f}{m}s - 2dv. \quad (6.20)$$

Nach dem Euler Cauchy-Verfahren ersetzt man den Differentialquotienten durch einen Differenzenquotienten

$$\frac{dv}{dt} \approx \frac{\Delta v}{\Delta t}. \quad (6.21)$$

Damit gilt für hinreichend kleines  $\Delta t$

$$\Delta v = -\left(\frac{f}{m}s + 2dv\right)\Delta t. \quad (6.22)$$

► X\_06-05\_Deterministische Simulation.xlsx

Unter Vorgabe der Parameter lässt sich der Schwingvorgang hinreichend berechnen und mit einem Diagramm *Punkte mit interpolierenden Linien* visualisieren (Abb. 6.30).

Die Vergabe von Namen erfolgt durch Markierung des Bereichs B3:D8 über *Auswahl erstellen*. Die Spalte G enthält die Zeiten von 0 bis 10 Sekunden mit der entsprechenden Schrittweite. H3 enthält die Auslenkung, I3 die Anfangsgeschwindigkeit und J3 die berechnete Geschwindigkeitsänderung nach der vorherigen Formel. In der nächsten Zeile wird die Geschwindigkeitsänderung und die Auslenkung berechnet. Danach können die Formeln bis zum Ende übertragen werden (Abb. 6.31).

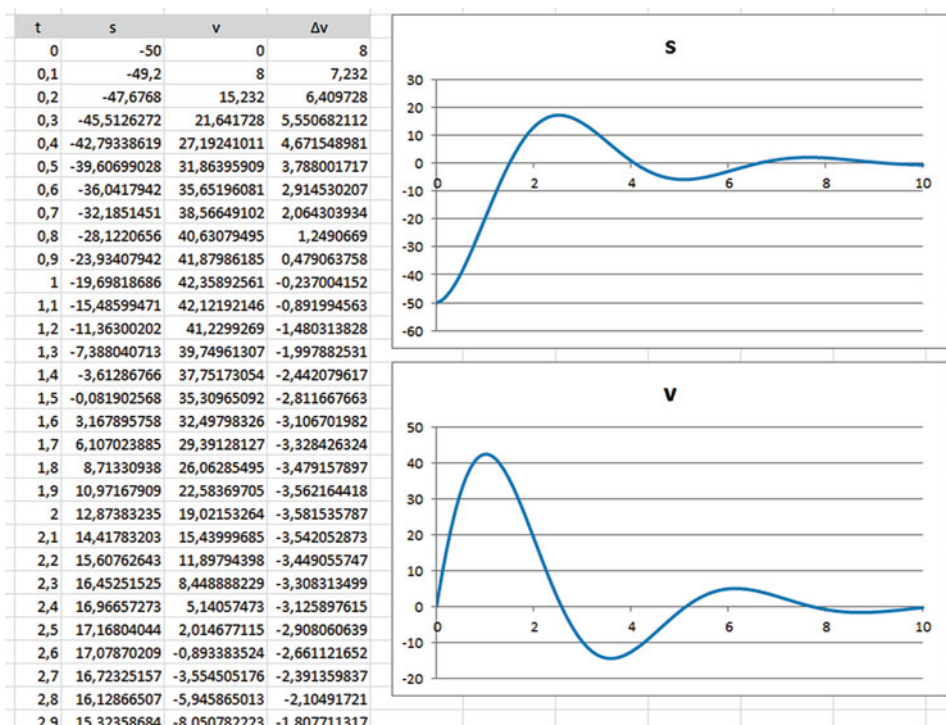
Je kleiner die Schrittweite ist, umso genauer stimmt die Simulation mit dem realen Prozess überein. Ebenso, wenn alle Einflussparameter und ihre realen funktionalen Einflüsse berücksichtigt werden.

**Abb. 6.30** Simulationsparameter

	A	B	C	D	E
1					
2		Symbol	Parameter	Werte	Einheit
3		m	Masse	50	kg
4		f	Federkonstante	80	kg/s <sup>2</sup>
5		d	Dämpfungskonstante	0,4	1/s
6		s0	Auslenkung	-50	mm
7		v0	Anfangsgeschwindigkeit	0	mm/s
8		$\Delta t$	Schrittweite	0,1	s

### 6.3.2 Probabilistische Simulationen

Grundlage einer probabilistischen Simulation sind Wahrscheinlichkeitsgesetze. Im Zentrum steht die Nutzung eines Zufallszahlengenerators. Klassische Zufallszahlengeneratoren sind der Wurf einer Münze, eines Würfels, das Drehen einer Lostrommel, der Lauf einer Roulettekugel, um nur einige zu nennen. Das Ergebnis scheint dann zufällig und Begriffe wie Glück oder Pech sind vage Beschreibungen. Mit der Einführung des Begriffs Wahrscheinlichkeit lassen sich auch zu solchen Prozessen Aussagen treffen.

**Abb. 6.31** Simulation der Schwingung

So sollte das Ereignis eines Zufallsgenerators nicht vorhersagbar sein. Oder wenigstens sollte der Algorithmus zur Erzeugung von Zufallsereignissen so komplex sein, dass ein Ereignis nicht vorher bestimmbar ist. Ebenso sollte die Menge bekannt sein, innerhalb der die Zufallsereignisse auftreten. Die wichtigste Eigenschaft aber ist, dass eine Gleichverteilung auf dieser Menge gegeben ist, wenn nur hinreichend viele Ereignisse stattfinden. Diese, auch als Gesetz der großen Zahl, bekannte Eigenschaft erlaubt die Simulation von Zufallsprozessen und Aussagen über Verteilungen. Mit dem Aufkommen der Computer wurden auch Zufallszahlengeneratoren erdacht. Komplexe Funktionen oder Hardwaremodule erzeugen meist Zahlen in einem vorgegebenen Intervall. Zur Unterscheidung der erzeugten gegenüber echten Zufallszahlen spricht man auch gerne von Pseudozufallszahlen.

### Lektion 6.2 Pseudozufallszahlen

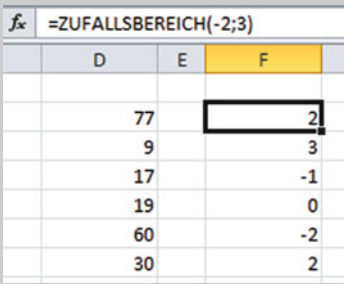
Die Funktion ZUFALLSZAHN() erzeugt gleichmäßig verteilte reelle Zahlen im halboffenen Intervall  $[0, 1]$  (Abb. 6.32).

$f_x$	=ZUFALLSZAHN()
	D
	0,92343104
	0,13268078
	0,77555377
	0,28119817
	0,13462904
	0,24674088

**Abb. 6.32** Erzeugung von Pseudozufallszahlen

Die Zufallszahl-Funktion besitzt keine Parameter. Mit jeder Neuberechnung werden immer neue Zufallszahlen erzeugt, für die gilt  $0 \leq x < 1$ . Dies können wir leicht feststellen, indem wir in eine leere Zelle die Formel =1 schreiben. Soll die stetige Neurechnung unterbleiben, muss die Eingabe der Formel =ZUFALLSZAHN() mit der Taste F9 beendet werden.

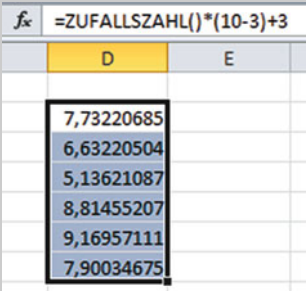
Sollen Pseudozufallszahlen in einem anderen Bereich erzeugt werden, so kann diese Einstellung mit der Funktion =ZUFALLSBEREICH(Min;Max) erfolgen. In der Spalte D werden Pseudozufallszahlen im Intervall  $[1, 100]$  erzeugt. In der Spalte F im Intervall  $[-2, 3]$  (Abb. 6.33).



	D	E	F
	77		2
	9		3
	17		-1
	19		0
	60		-2
	30		2

**Abb. 6.33** Anwendung der Funktion ZUFALLSBEREICH

Pseudozufallszahlen in einem beliebigen Intervall [a, b] mit der unteren Grenze a und der oberen Grenze b können mit der Formel  $=\text{ZUFALLSZAHL()} \cdot (b-a) + a$  erzeugt werden. Im Beispiel von Abb. 6.34 ist a = 3 und b = 10.



	D	E
	7,73220685	
	6,63220504	
	5,13621087	
	8,81455207	
	9,16957111	
	7,90034675	

**Abb. 6.34** Zufallszahlen im Beispielbereich

**Beispiel Simulation einer Fußgängerampel** Auf einer stark befahrenen Straße wird eine Fußgängerampel installiert. Zwei Parameter sind einzustellen, die Dauer der Grünphase und die Zeit, nach der die Ampel erneut aktiviert werden kann. Eine Gelbphase bleibt unberücksichtigt. Eine Verkehrszählung ergab, dass im Schnitt 42 Fahrzeuge pro Minute die Stelle passieren. Ein Stau soll möglichst vermieden werden.

► X\_06-06\_Probabilistische Simulation.xlsx

Die Tabelle für die Ausgangsparameter wird wie dargestellt im Bereich B2:D5 erstellt (Abb. 6.35). Für den Bereich B3:C5 werden Namen *aus Auswahl* erstellt. Nun beginnt der Aufbau der Simulationstabelle. Zuerst erhalten folgende Spalten einen Namen durch manuellen Eintrag:

	A	B	C	D	E
1					
2		Parameter	Werte	Einheit	
3		Wahrscheinlichkeit	0,7	Fahrzeuge/Sekunde	
4		Zeit für Grünphase	30	Sekunden	
5		Aktivierungspause	300	Sekunden	
6					
7		Anzahl	733806	Fahrzeuge	
8		Warteschlange	30	Fahrzeuge	
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					

**Formel von einer Zelle bis ans Spaltenende übertragen:**

1. Platziere Cursor auf F1
2. Shift+Ende
3. Pfeil nach unten
4. F2
5. Ctrl+Enter
6. Pfeil nach oben löst Markierung

F	G	H	I	J
Zeit	w	Fahrzeug	Ampel	Warten
0	0,147061404	1	1	1
1	0,920551211	0	1	1
2	0,828112588	0	1	1
3	0,378604908	1	1	2
4	0,155624656	1	1	3
5	0,795989283	0	1	3
6	0,982595699	0	1	3
7	0,207705921	1	1	4
8	0,45316538	1	1	5
9	0,003754663	1	1	6
10	0,518020576	1	1	7
11	0,424601192	1	1	8
12	0,062519527	1	1	9
13	0,341366563	1	1	10
14	0,684895738	1	1	11
15	0,99624152	0	1	11
16	0,560227812	1	1	12

**Abb. 6.35** Simulationsdaten einer Ampel

F = Zeit

H = Fahrzeug

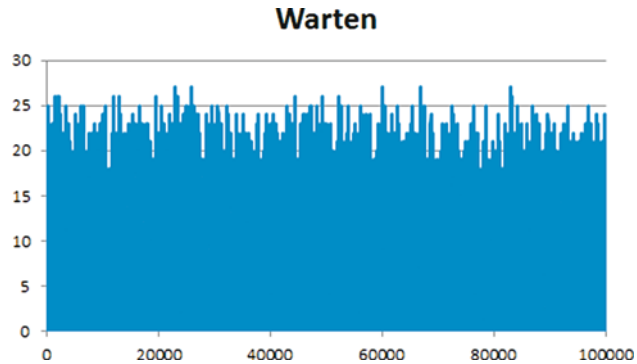
I = Ampel

J = Warten

Dann werden folgende Formeln eingegeben:

F3 = ZEILE()-3

**Abb. 6.36** Grafische Darstellung der Wartezeiten



Alle folgenden Formeln werden nach abgebildeter Vorschrift bis ans Spaltenende übertragen. Mit der Taste F9 kann durch Aktualisierung ihre Wirksamkeit überprüft werden.

G3 = ZUFALLSZAHL()

H3 = WENN(Zufall <=Wahrscheinlichkeit;1;0)

I3 = WENN(REST(Zeit;Aktivierungspause) <=Zeit\_für\_Grünphase;1;0)

J3 = Fahrzeug (nur in dieser Zelle)

J4 = WENN(Ampel=1;J3+Fahrzeug;WENN(UND(Fahrzeug=0;J3>0);J3-1;J3))

Letztlich erhalten noch folgende Zellen Analyseformeln:

C7 = SUMME(Fahrzeug)

C8 = MAX(Warten)

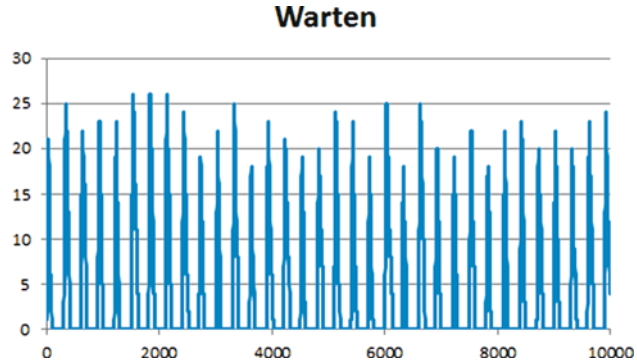
Das dargestellte Beispiel weist in der Liste (Abb. 6.35) an einigen Stellen maximal dreißig Fahrzeuge in der Schlange auf. Die Schlangen lösen sich aber auch wieder auf, so dass nicht mit einem Verkehrschaos gerechnet werden muss. Die Visualisierung der Spalten *Zeit* und *Warten* mithilfe eines Diagramms vom Typ *Punkte mit geraden Linie* zeigt, dass in der Regel weniger als 25 Fahrzeuge warten (Abb. 6.36).

Allerdings verhindert die Strichstärke der Kurven, dass die Zeiträume ohne Fahrzeugschlange nicht zu sehen sind. Mit einem kleineren Zeitraum, Abb. 6.37 zeigt die ersten 10.000 Sekunden, wird dies deutlich.

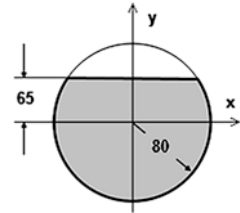
Hier ist gut erkennbar, wie sich die Warteschlangen schnell wieder auflösen.

Simulationen mit Wahrscheinlichkeiten lassen sich in der Technik in vielen Bereichen einsetzen. So können Verkehrskreuzungen, Flughafenbetriebe, Produktionsauslastungen, Instandhaltungen, Transporte und vieles mehr simuliert werden. Werden Pseudozufallszahlen statt in einer Gleichverteilung in einer Normalverteilung erzeugt, dann lassen sich auch Qualitätsprozesse simulieren.

**Abb. 6.37** Betrachtung eines Teilbereichs



**Abb. 6.38** Blechteil



**Beispiel Monte-Carlo-Simulation** Die Pseudozufallszahlen und ihre Gleichverteilung lassen sich auch zur Berechnung unbekannter Flächen nutzen. So soll der Flächeninhalt des dargestellten Stanzblechs mithilfe der Monte-Carlo-Methode bestimmt werden (Abb. 6.38).

Der Vorgang ist relativ einfach. Es werden auf der gesamten Kreisfläche Zufallspunkte erzeugt. Sie werden unterschieden nach denen, die im Stanzteil liegen und nach denen, die außerhalb liegen. Mit der Annahme einer Gleichverteilung der Punkte auf dem Kreis, sollte das Verhältnis

$$\frac{n_T}{n_G} = \frac{A_S}{A_K} \quad (6.23)$$

gegeben sein. Darin sind

$n_T$  = Anzahl der Treffer,  
 $n_G$  = Gesamte Anzahl Punkte,  
 $A_S$  = Fläche des Stanzteils,  
 $A_K$  = Kreisfläche.

Umgestellt ergibt sich dann

$$A_S = \frac{n_S}{n_G} A_K. \quad (6.24)$$

Jeder Zufallspunkt ergibt sich aus einer Zufallsabszisse und einer Zufallsordinate im Intervall  $[-80, 80]$ . Und nur wenn die Ordinate  $> 65$  ist, liegt der Punkt außerhalb. Es muss also lediglich die Ordinate erzeugt werden.

Abb. 6.39 Eingabeparameter

	A	B	C	D
1				
2		Parameter	Werte	Einheit
3		Radius	80 mm	
4		Abschnitt	65 mm	
5				

Abb. 6.40 Simulationsdaten

fx =WENN(y<=Abschnitt;1;0)		
E	F	G
	y	Treffer
	-43	1
	-48	1
	-23	1
	4	1
	57	1
	=2	1

► X\_06-07\_Monte-Carlo-Methode.xlsx

Zunächst wird eine Tabelle für die Ausgangsparameter und Namen über die Auswahl von B3:C4 erstellt (Abb. 6.39).

Die Simulationstabelle (Abb. 6.40) enthält nur zwei Spalten mit den Namen:

F = y

G = Treffer

Die Zellen erhalten die Formeln:

F3 = ZUFALLSBEREICH(-Radius;Radius)

G3 = WENN(y<=Abschnitt;1;0)

Diese werden bis zum Spaltenende wie gehabt übertragen und mit F9 aktualisiert. Nun wird noch die Auswertung ergänzt (Abb. 6.41).

Der Bereich B6:C8 erhält wieder Namen aus Auswahl und folgende Formeln werden zum Schluss noch eingetragen:

Abb. 6.41 Simulationsergebnis

	A	B	C	D
1				
2		Parameter	Werte	Einheit
3		Radius	80 mm	
4		Abschnitt	65 mm	
5				
6		Kreisfläche	20106,19	mm^2
7		Gesamtzahl	1048574	
8		Trefferzahl	951123	
9		Stanzfläche	18237,59	mm^2



$C6 = \text{Radius} \cdot \text{Radius} \cdot \text{PI}()$   
 $C7 = \text{ANZAHL}(y)$   
 $C8 = \text{SUMME}(\text{Treffer})$   
 $C9 = \text{Trefferzahl} / \text{Gesamtzahl} \cdot \text{Kreisfläche}$

## 6.4 Differentialgleichungen

Unter einer Differentialgleichung (kurz DGL) versteht man eine Gleichung, in der eine gesuchte Funktion mit einer oder mehreren Variablen und auch deren Ableitungen vorkommen. Ein Beispiel wurde bereits in der Simulation verwendet. Für eine Schwingung wird der Weg  $s$ , dessen Ableitung nach der Zeit

$$v = \dot{s} = \frac{ds}{dt} \quad (6.25)$$

als Geschwindigkeit und auch die zweite Ableitung nach der Zeit als Beschleunigung verwendet.

$$a = \ddot{s} = \frac{dv}{dt} \quad (6.26)$$

Viele Naturgesetze können mittels Differentialgleichungen formuliert werden.

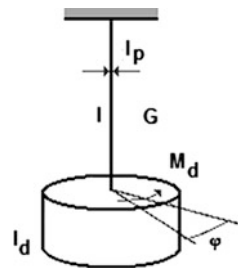
### 6.4.1 Gewöhnliche Differentialgleichungen

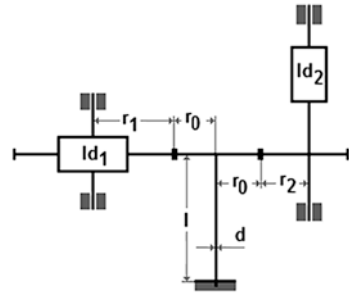
Beinhaltet eine gesuchte Funktion lediglich eine Variable, so spricht man von einer gewöhnlichen Differentialgleichung. Betrachtet wird dazu ein Torsionspendel (Abb. 6.42).

Bei einer Auslenkung um den Winkel  $\phi$  erfährt das Pendel das rückstellende Moment

$$M_t = \frac{G \cdot I_p}{l} \phi. \quad (6.27)$$

**Abb. 6.42** Schema eines Torsionspendels



**Abb. 6.43** Getriebeschema

Darin ist  $G$  der Gleitmodul des Fadens und  $I_p$  sein polares Flächenträgheitsmoment. Daraus folgt als Bewegungsgleichung für freie Drehschwingungen die Differentialgleichung

$$I_d \cdot \ddot{\varphi} = -\frac{G \cdot I_p}{l} \varphi. \quad (6.28)$$

Umgestellt

$$\ddot{\varphi} = -\frac{G \cdot I_p}{l \cdot I_d} \varphi \quad (6.29)$$

und mittels Differentialquotienten

$$\ddot{\varphi} = \frac{d\omega}{dt} \quad (6.30)$$

folgt

$$d\omega = -\frac{G \cdot I_p}{l \cdot I_d} \varphi \cdot dt. \quad (6.31)$$

Angenähert durch den Differenzenquotienten

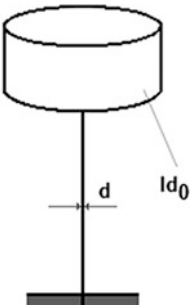
$$\Delta\omega = -\frac{G \cdot I_p}{l \cdot I_d} \varphi \cdot \Delta t. \quad (6.32)$$

**Beispiel Drehschwingungen** Als Anwendungsbeispiel wird das Schwingungsverhalten eines Getriebes in der dargestellten Form von Abb. 6.43 betrachtet.

Das Schwingungssystem hat folgende Daten:

$$\begin{aligned} r_1 &= 2r_0; & r_2 &= r_1 \\ I_{d1} &= 6 \text{ kgm}; & I_{d2} &= 3 \text{ kgm} \\ d &= 0,04 \text{ m}; & l &= 0,6 \text{ m} \\ G &= 80.000.000.000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \\ I_p &= 20.000 \text{ m}^4. \end{aligned}$$

**Abb. 6.44** Schema des Schwingungssystems



Zur Betrachtung werden die Massen der Drehwellen auf ein Ersatzsystem reduziert (Abb. 6.44).

Es folgt

$$Id_{10} = Id_1 \left( \frac{r_0}{r_1} \right)^2 = \frac{1}{4} Id_1$$

und

$$Id_{20} = Id_2 \left( \frac{r_0}{r_2} \right)^2 = Id_2.$$

So dass gilt

$$Id_0 = Id_{10} + Id_{20} = 4,5 \text{ kgm}.$$

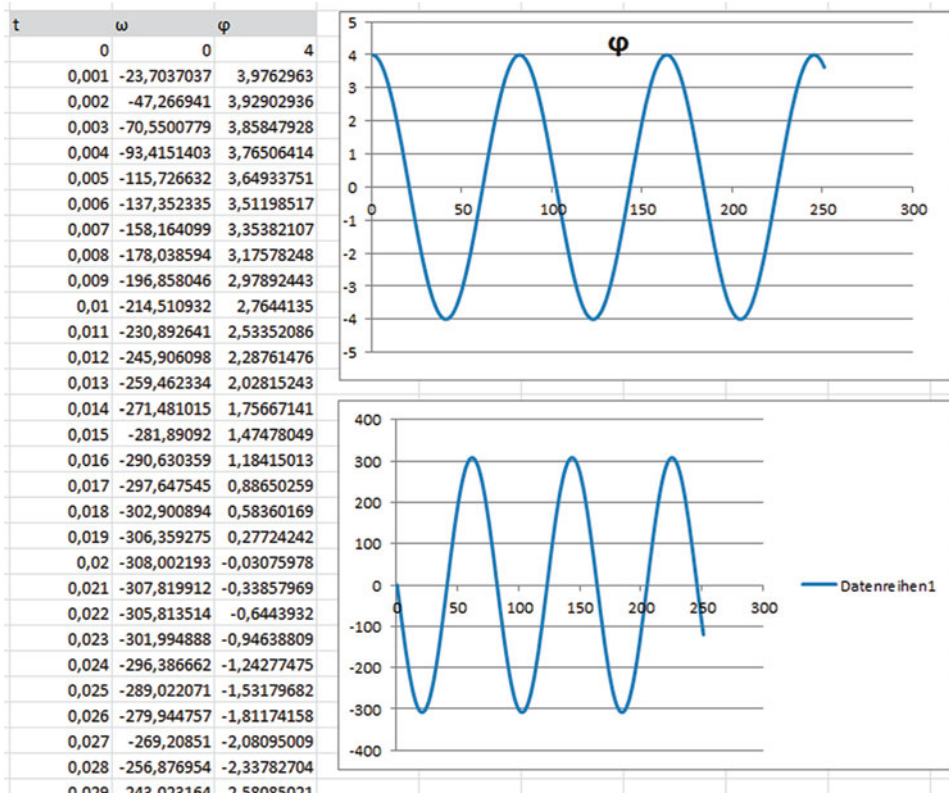
► X\_06-08\_Gewöhnliche DGL.xlsx

Dermaßen mit Formeln und Daten ausgerüstet, kann nun das Schwingungsverhalten untersucht werden. Zunächst wird wieder eine Tabelle der Ausgangsparameter erstellt (Abb. 6.45).

Für den Bereich C3:D8 werden wieder Namen nach Auswahl erstellt. Die Auswertungstabelle hat dann folgende Formeln

**Abb. 6.45** Eingabeparameter

	A	B	C	D	E
1					
2		Symbol	Parameter	Wert	Einheit
3		G	Schubmodul	8E+10	N/m^2
4		Ip	Flächenträgheitsmoment	0,0000002	m^4
5		l	Stablänge	0,6	m^4
6		Id	Torsionsmoment	4,5	kgm
7		φ	Auslenkung	4	Grad
8		Δt	Zeitintervall	0,001	s

**Abb. 6.46** Schwingungsverhalten

$$G3 = 0$$

$$G4 = G3 + \text{Zeitintervall}$$

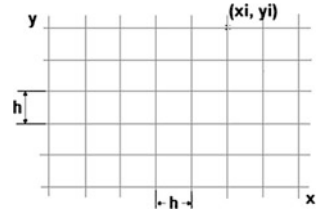
$$H3 = 0$$

$$H4 = H3 + (-\text{Schubmodul} \cdot \text{Flächenträgheitsmoment} / \text{Stablänge} / \text{Massenträgheitsmoment} \cdot I3 \cdot \text{Zeitintervall})$$

$$I4 = \text{Auslenkung}$$

$$I5 = I3 + H4 \cdot \text{Zeitintervall}$$

Zur Auswertung genügen lediglich ca. 245 Werte, um die in Abb. 6.46 dargestellten Diagramme zu erhalten.

**Abb. 6.47** Bestimmungsgitter

## 6.4.2 Partielle Differentialgleichungen

Partielle Differentialgleichungen haben eine gesuchte Funktion mit mehreren Variablen.

$$y = y(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (6.33)$$

Und in der Gleichung treten partielle Ableitungen der Form

$$\frac{\partial y}{\partial x_i}, \frac{\partial^2 y}{\partial x_i \partial x_j}, \text{ usw.} \quad (6.34)$$

auf. Um deren Lösung numerisch zu bestimmen, überzieht man die x, y-Ebene mit einem zweidimensionalen Gitter der Maschenweite h (Abb. 6.47).

Die Gitterpunkte bestimmen sich durch

$$x_i = x_0 + i \cdot h \quad (6.35)$$

und

$$y_j = y_0 + j \cdot h. \quad (6.36)$$

Nachfolgend soll folgende Abkürzung

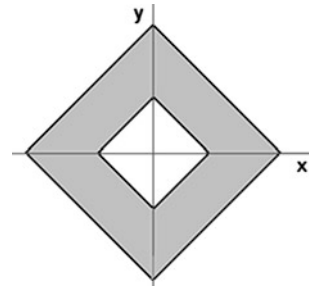
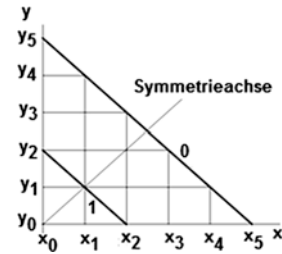
$$u_{i,j} = u(x_i, y_j) \quad (6.37)$$

verwendet werden. Ähnlich wie zuvor werden auch hier partielle Ableitungen erster und höherer Ordnung durch Differenzenquotienten approximiert (diskretisiert). So ergibt sich

$$\frac{\partial u}{\partial x}(x_i, y_j) = \frac{u_{i+1,j} - u_{i-1,j}}{2h} + O(h^2) \quad (6.38)$$

und

$$\frac{\partial u}{\partial y}(x_i, y_j) = \frac{u_{i,j+1} - u_{i,j-1}}{2h} + O(h^2). \quad (6.39)$$

**Abb. 6.48** Membranform**Abb. 6.49** Bestimmungsgitter der Membran

Ein häufig auftretender Differentialoperator ist der Laplace-Operator  $\Delta$

$$\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \quad (6.40)$$

mit der Differenzenapproximation

$$\Delta u(x_i, y_i) \approx \frac{u_{i+1,j} - 2u_{i,j} + u_{i-1,j}}{h^2} + \frac{u_{i,j+1} - 2u_{i,j} + u_{i,j-1}}{h^2}. \quad (6.41)$$

**Beispiel Eingespannte Membran** Die dargestellte elastische Membrane ist an den Rändern fest eingespannt. Sie erfüllt die Differentialgleichung nach Laplace (Abb. 6.48).

Dabei ist  $u$  die Höhe der Membrane über der  $(x, y)$ -Ebene. Die Randwerte seien  $u = 0$  für den äußeren und  $u = 1$  für den inneren Rand. Aus der Symmetrieeigenschaft des Laplace-Operators genügt die Betrachtung eines Viertelstücks (Abb. 6.49).

**Abb. 6.50** Startwerte der Iteration

B	C	D	E	F
		+1		
u4,0	u3,0	u3,1	u2,1	u2,2
0	0	0	0	0
0,06666667	0,26666667	0,13333333	0,53333333	0,13333333

Die Herleitung der 10 Iterationsgleichungen können Sie aus meinem Buch Algorithmen entnehmen.

$$u_{4,0}^{(n+1)} = \frac{1}{15} \left( 2u_{3,1}^{(n)} + 1 \right)$$
$$u_{3,0}^{(n+1)} = 4u_{4,0}^{(n)}$$
$$u_{3,1}^{(n+1)} = \frac{1}{15} \left( u_{2,2}^{(n)} + 4u_{2,2}^{(n)} + 1 \right)$$
$$u_{2,1}^{(n+1)} = 4u_{3,1}^{(n+1)} - u_{3,0}^{(n)}$$
$$u_{2,2}^{(n+1)} = \frac{1}{4} \left( u_{2,1}^{(n+1)} + u_{2,1}^{(n)} \right)$$
$$u_{2,2}^{(n+2)} = \frac{1}{15} \left( 4u_{2,1}^{(n+1)} + u_{3,1}^{(n+1)} + 2 \right)$$
$$u_{2,1}^{(n+2)} = 4u_{2,2}^{(n+1)} - u_{2,1}^{(n+1)}$$
$$u_{3,1}^{(n+2)} = \frac{1}{14} \left( 4u_{2,1}^{(n+1)} + u_{4,0}^{(n+1)} + 1 \right)$$
$$u_{3,0}^{(n+2)} = 4u_{3,1}^{(n+2)} - u_{2,1}^{(n+1)}$$
$$u_{4,0}^{(n+2)} = \frac{1}{4} u_{3,0}^{(n+1)}$$

(6.42)

Der Aufbau der Iterationstabelle beginnt wie folgt. Die Startwerte für alle Unbekannten (B4:F4) ist Null (Abb. 6.50).

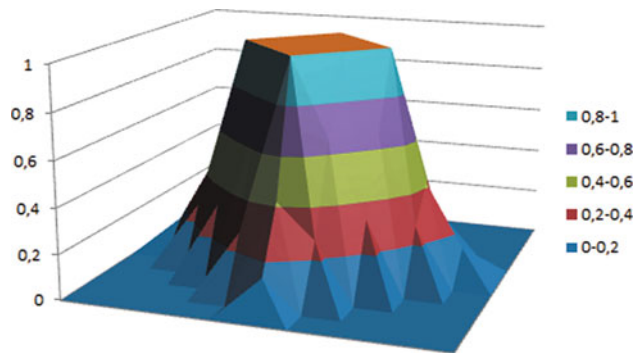
► X\_06-09\_Partielle DGL.xlsx

B5 = (2\*C4+1)/15  
C5 = 4\*B5  
D5 = (F4+4\*C4+2)/15  
E5 = 4\*D5-C4  
F5 = (E5+E4)/4

**Abb. 6.51** Iterationsfolge

G	H	I	J	K
		+2		
u2,2	u2,1	u3,1	u3,0	u4,0
0,28444444	0	0,22857143	0,38095238	0,06666667

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0,1429	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0,27	0,4207	0,27	0	0	0	0
0	0	0	0,3297	0,6593	1	0,6593	0,3297	0	0	0
0	0	0,27	0,6593	1	1	1	0,6593	0,27	0	0
0	0,1429	0,4207	1	1	1	1	1	0,4207	0,1429	0
0	0	0,27	0,6593	1	1	1	0,6593	0,27	0	0
0	0	0	0,3297	0,6593	1	0,6593	0,3297	0	0	0
0	0	0	0	0,27	0,4207	0,27	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0,1429	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Abb. 6.52** Iterationsergebnis**Abb. 6.53** Membran unter Belastung

Für den zweiten Teil der Iterationsschritte (Abb. 6.51) folgt:

$$G5 = (4 \cdot E5 + D5 + 2) / 15$$

$$H5 = 4 \cdot F5 - E5$$

$$I5 = (4 \cdot E5 + B5 + 1) / 14$$

$$J5 = 4 \cdot I5 - E5$$

$$K5 = C5 / 4$$

Jedes Übertragen der Formeln in die nächste Zeile ist dann ein weiterer Iterationsschritt. Nach 30 Schritten ändern sich die Werte nicht mehr und sie können als Ergebnisse zu den bekannten Werten der Membran eingetragen werden (Abb. 6.52).

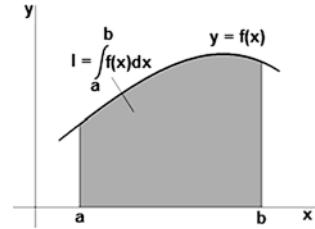
Die Visualisierung der Daten als 3D-Oberflächendiagramm ist in Abb. 6.53 zu sehen.

## 6.5 Numerische Integration

Die geometrische Deutung eines bestimmten Integrals ist die Fläche die zwischen  $x = a$  und  $x = b$  und von der Funktion  $y = f(x)$  und der  $x$ -Achse eingeschlossen wird (Abb. 6.54).



**Abb. 6.54** Geometrische  
Deutung einer Integration



In vielen Fällen ist zwar die Funktion  $y = f(x)$  bekannt, aber es gibt keinen analytischen Ansatz zur Integration. Hier bedient man sich der Trapezregel oder der Regel nach Simpson. Bei der Trapezregel wird das Intervall  $(a, b)$  in  $n$  gleich große Abschnitte unterteilt und die Kurvenstücke werden durch Gerade ersetzt (Abb. 6.55).

Ist  $h$  die Breite eines Trapezes und  $n$  die Anzahl der Intervalle so gilt

$$\begin{aligned} I &\approx \frac{h}{2} (y_0 + y_1) + \frac{h}{2} (y_1 + y_2) + \dots + \frac{h}{2} (y_{n-1} + y_n) \\ &\approx \frac{h}{2} [f(x_0) + 2f(x_1) + 2f(x_2) + \dots + 2f(x_{n-1}) + f(x_n)] \end{aligned} \quad (6.43)$$

mit

$$h = \frac{b - a}{n}. \quad (6.44)$$

Die Trapezregel liefert umso genauere Werte, je kleiner  $h$  ist bzw. je mehr Intervalle  $n$  gesetzt werden. Die praktische Grenze liegt in den Rundungsfehlern der Berechnung. Bei der Methode nach Simpson werden die Geraden durch Kurvenstücke über mehrere Intervalle ersetzt. Hier erwartet man in der Regel auch eine höhere Genauigkeit.

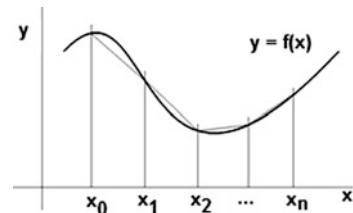
**Beispiel: Träger gleicher Zugfestigkeit** Gesucht ist das Profil eines Stabes, der nach Abbildung einer Zugkraft unterliegt, die in jedem Querschnitt konstant sein soll (Abb. 6.56).

An einer beliebigen Stelle  $x$  mit dem Querschnitt  $A$  ergibt sich die Zugspannung

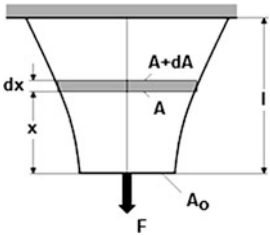
$$\sigma_x = \frac{F_x}{A_x}. \quad (6.45)$$

Darin ist  $F_x$  die Kraft an der Stelle  $x$ , die sich zusammensetzt aus der äußeren Kraft  $F$  und dem Gewicht der Masse unterhalb von  $x$ . An der Stelle  $x + dx$  mit dem Querschnitt

**Abb. 6.55** Kurvenstücke



**Abb. 6.56** Trägerform mit gleichmäßiger Spannungsverteilung



A + dA ergibt sich die Zugspannung

$$\sigma_{x+dx} = \frac{F_x + \rho \cdot A \cdot dx \cdot g}{A + dA} \tag{6.46}$$

Darin ist  $\rho$  die Materialdichte und  $g$  die Erdbeschleunigung. Da die Spannung über die ganze Trägerlänge  $l$  konstant sein soll, folgt aus der Gleichsetzung

$$\frac{dA}{A} = \frac{\rho \cdot g}{\sigma} dx \tag{6.47}$$

Das Integral liefert

$$\int \frac{dA}{A} = \ln(A) \tag{6.48}$$

so dass sich ein logarithmischer Verlauf ergibt. Dieses Integral soll auf numerischem Wege gelöst werden. Die einfachste Form bietet die Rechteckregel.

► X\_06-10\_Konstante Zugspannung.xlsx

Die Tabelle der Ausgangsparameter bekommt wieder Namen für den Bereich C3:D7 nach Auswahl (Abb. 6.57).

Die Iterationstabelle (Abb. 6.58) hat die Formeln:

G3 = 0

H3 = Grundfläche

G4 = G3+Länge/Anzahl

H4 = H3+(Dichte\*9,81/Zugspannung\*H3\*Länge/Anzahl)

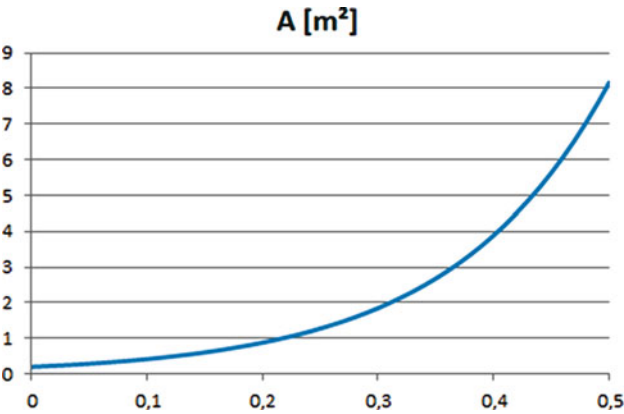
**Abb. 6.57** Ausgangsparameter

	A	B	C	D	E
1					
2		Symbol	Parameter	Wert	Einheit
3		Ao	Grundfläche	0,2	m²
4		l	Länge	0,5	m
5		p	Dichte	0,00785	kg/m³
6		σ	Zugspannung	0,01	N/m²
7		n	Anzahl	50	

**Abb. 6.58** Ergebnis der Integration

G	H
x [m]	A [m²]
0	0,2
0,01	0,2154017
0,02	0,2319895
0,03	0,2498546
0,04	0,2690956
0,05	0,2898182
0,06	0,3121367
0,07	0,3361738

Die Formeln werden so lange übertragen, bis  $x = 0,5$  ist. Das Diagramm mit interpolierten Linien visualisiert den Sachverhalt (Abb. 6.59).



**Abb. 6.59** Querschnittsverlauf

Ein solcher Verlauf ist auch in der Natur zu finden. Baumstämme haben beim Übergang zu den Wurzeln einen ähnlichen Verlauf.

## 6.6 Lösungsalgorithmen

Aus der Unmenge an Lösungsalgorithmen sollen zwei Beispiele stellvertretend betrachtet werden.

### 6.6.1 Die Greedy-Methode

Die Greedy-Methode (engl.: greedy = gierig, geizig) beruht auf einer einfachen Entwurfstechnik. Außerdem kann sie auf eine Vielzahl von Problemen angewandt werden. Fast alle diese Probleme erfordern die Bestimmung einer Teilmenge, die bestimmten Bedingungen genügt. Diese Teilmengen nennt man dann eine mögliche Lösung. Ziel ist es dann eine

Abb. 6.60 Ausgangsdaten

	A	B	C	D	E
1					
2					
3		Nr	Wert	Zeit	Zeitraum
4		1	73	12	30
5		2	61	10	40
6		3	55	8	50
7		4	12	11	30
8		5	48	14	35
9		6	33	10	45

Teillösung zu finden, die eine gegebene Zielfunktion maximiert oder minimiert. Dies ist dann eine optimale Lösung. Gewöhnlich gibt es klare Anweisungen zur Bestimmung einer Lösung, aber nicht notwendiger weise einer optimalen Lösung.

**Beispiel Optimale Auftragsfolge** Gegeben ist eine Menge von Aufträgen. Alle Aufträge werden nur auf einer Maschine gefertigt und belegen diese Maschine für eine bestimmte Zeit. Eine Lösung dieses Problems ist eine Teilmenge der Aufträge, die alle bis zum Ende erledigt werden können. Folglich ist eine Lösung mit maximalem Wert eine optimale Lösung.

Zur Greedy-Methode gilt es nun, ein Optimierungsmaß für die Zusammenstellung der Gewinne zu finden. Ausgehend von einem beliebigen Auftrag, werden immer nur die Gewinne hinzuaddiert, die den größtmöglichen Gewinn versprechen und dabei den Endtermin einhalten. Aus den so gewonnenen möglichen Lösungen wird die beste ausgewählt. Sie ist allerdings kein Garant für die optimale Lösung. Es gibt auch möglicherweise mehrere optimale Lösungen.

► X\_06-11\_Greedy Methode.xlsx

Betrachtet wird dies an den konkreten Zahlen eines Beispiels in der Tabelle (Abb. 6.60). Neben dem Auftragswert und der belegten Zeit für die Maschinen ist außerdem die Zeit angegeben, die bis zur Erledigung des Auftrags verbleibt. Zur Vereinfachung werden die Zeiten in Stunden betrachtet. Ausgehend von allen Aufträgen werden die dazu passenden Folgeaufträge gesucht, nach der zuvor erläuterten Greedy-Strategie.

Der Bereich B4:E9 bekommt den Namen Matrix. Danach wird die Kopfzeile der Tabelle auf ein neues Tabellenblatt kopiert und um zwei Spalten ergänzt. Die Zelle F4 bekommt den Wert Null (Abb. 6.61).

Abb. 6.61 Auswertungsspalten

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3		Nr	Wert	Zeit	Zeitraum	Σ Zeit	Σ Wert
4						0	
5		5	48	14	35	14	48

**Abb. 6.62** Ergebnis aus der Methode

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3		Nr	Wert	Zeit	Zeitraum	Σ Zeit	Σ Wert
4						0	
5		5	48	14	35	14	48
6		1	73	12	30	26	73
7		2	61	10	40	36	61
8		3	55	8	50	44	55
9		4	12	11	30	55	0
10		6	33	10	45	65	0
11							
12							237

In der Spalte B wird nacheinander die gewählte Reihenfolge der Aufträge eingetragen. Die anderen Spalten erhalten dann folgende Formeln:

C5 = SVERWEIS(B5;Matrix;2)

D5 = SVERWEIS(B5;Matrix;3)

E5 = SVERWEIS(B5;Matrix;4)

F5 = F4+D5

G5 = WENN(F5 <=E5;C5;0)

Diese Formeln werden in die nächsten fünf Spalten übertragen. Abschließend erhält

G12 = SUMME(G5:G10)

die zulässigen Auftragswerte. Durch Variation der Auftragsreihenfolge findet sich anschließend eine optimale Lösung (Abb. 6.62).

Ob es wirklich eine optimale oder sogar die einzige optimale Lösung ist, kann nur beantwortet werden, wenn alle möglichen Reihenfolgen durchgerechnet wurden.

**Permutationen** Mit 6 Ziffern lassen sich sechs-Fakultät, als Formel  $6! = 720$  Variationen erzeugen. Diese werden in einem Worksheet mit folgenden Formeln erzeugt.

► X\_06-12\_Permutationen.xlsx

In A1= 123456 steht die Ausgangsfolge.

A2 = LINKS(INDIREKT(SZ"&C2;0);LÄNGE(A\$1)-B2-1)&

RECHTS(INDIREKT(SZ"&C2;0);B2)&

LINKS(RECHTS(INDIREKT(SZ"&C2;0);B2+1);1)

B2 {= 9-VERGLEICH(0;REST(ZEILE()-1;FAKULTÄT(9-SPALTE(\$A:\$H)))-1)}  
(Achtung Matrixformel!)

C2 = -FAKULTÄT(B2)+ZEILE()

**Abb. 6.63** Erzeugung der Permutationen

	A	B	C
1	123456		
2	123465	1	1
3	123564	2	1
4	123546	1	3
5	123645	2	3
6	123654	1	5
7	124563	3	1
8	124536	1	7
9	124635	2	7
10	124653	1	9
11	124356	2	9
12	124365	1	11
13	125634	3	7
14	125643	1	13
15	125346	2	13

Die Formeln in A2:C2 werden bis zur 720-ten Zeile übertragen. Darüber hinaus gibt es eine Fehlermeldung (Abb. 6.63).

Danach stehen in der Spalte A alle Variationen der Ziffern. Mit der zuvor benutzten Matrix kann nun die Auswertung erfolgen.

I1 = WERT(TEIL(A1;1;1))  
 J1 = SVERWEIS(I1;Matrix;3;0)  
 K1 = SVERWEIS(I1;Matrix;2;0)  
 L1 = WERT(TEIL(A1;2;1))  
 M1 = SVERWEIS(L1;Matrix;3;0)  
 N1 = SVERWEIS(L1;Matrix;2;0)  
 O1 = SVERWEIS(L1;Matrix;4;0)  
 P1 = WENN(J1+M1<O1;J1+M1;J1)  
 Q1 = WENN(J1+M1<O1;K1+N1;K1)  
 R1 = WERT(TEIL(A1;3;1))  
 S1 = SVERWEIS(R1;Matrix;3;0)  
 T1 = SVERWEIS(R1;Matrix;2;0)  
 U1 = SVERWEIS(R1;Matrix;4;0)  
 V1 = WENN(P1+S1<U1;P1+S1;P1)  
 W1 = WENN(P1+S1<U1;Q1+T1;Q1)  
 X1 = WERT(TEIL(A1;4;1))  
 Y1 = SVERWEIS(X1;Matrix;3;0)  
 Z1 = SVERWEIS(X1;Matrix;2;0)  
 AA1 = SVERWEIS(X1;Matrix;4;0)  
 AB1 = WENN(V1+Y1<AA1;V1+Y1;V1)  
 AC1 = WENN(V1+Y1<AA1;W1+Z1;W1)  
 AD1 = WERT(TEIL(A1;5;1))  
 AE1 = SVERWEIS(AD1;Matrix;3;0)

**Abb. 6.64** Bedingte Formatierung



78	150432	1	77						1	12	73	5	14	48	35	26	121	2	10	61	40
79	152346	3	73						1	12	73	5	14	48	35	26	121	2	10	61	40
80	152364	1	79						1	12	73	5	14	48	35	26	121	2	10	61	40
81	152463	2	79						1	12	73	5	14	48	35	26	121	2	10	61	40
82	152436	1	81						1	12	73	5	14	48	35	26	121	2	10	61	40
83	152634	2	81						1	12	73	5	14	48	35	26	121	2	10	61	40
84	152643	1	83						1	12	73	5	14	48	35	26	121	2	10	61	40
85	153462	3	79						1	12	73	5	14	48	35	26	121	3	8	55	50
86	153426	1	85						1	12	73	5	14	48	35	26	121	3	8	55	50
87	153624	2	85						1	12	73	5	14	48	35	26	121	3	8	55	50
88	153642	1	87						1	12	73	5	14	48	35	26	121	3	8	55	50
89	153246	2	87						1	12	73	5	14	48	35	26	121	3	8	55	50
90	153264	1	89						1	12	73	5	14	48	35	26	121	3	8	55	50
91	154623	3	85						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
92	154632	1	91						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
93	154236	2	91						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
94	154263	1	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
95	154263	2	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
96	154263	3	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
97	154263	4	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
98	154263	5	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
99	154263	6	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
100	154263	7	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
101	154263	8	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
102	154263	9	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
103	154263	10	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
104	154263	11	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
105	154263	12	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
106	154263	13	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
107	154263	14	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
108	154263	15	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
109	154263	16	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
110	154263	17	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
111	154263	18	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
112	154263	19	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
113	154263	20	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
114	154263	21	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
115	154263	22	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
116	154263	23	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
117	154263	24	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
118	154263	25	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
119	154263	26	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
120	154263	27	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
121	154263	28	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
122	154263	29	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
123	154263	30	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
124	154263	31	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
125	154263	32	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
126	154263	33	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
127	154263	34	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
128	154263	35	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
129	154263	36	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
130	154263	37	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
131	154263	38	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
132	154263	39	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
133	154263	40	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
134	154263	41	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
135	154263	42	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
136	154263	43	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
137	154263	44	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
138	154263	45	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
139	154263	46	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
140	154263	47	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
141	154263	48	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
142	154263	49	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
143	154263	50	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
144	154263	51	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
145	154263	52	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
146	154263	53	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
147	154263	54	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
148	154263	55	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
149	154263	56	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
150	154263	57	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
151	154263	58	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
152	154263	59	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
153	154263	60	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
154	154263	61	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
155	154263	62	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
156	154263	63	93						1	12	73	5	14	48	35	26	121	4	11	12	30
157	154263	64	93						1	12	73	5	14	48	35						

```

AF1 = SVERWEIS(AD1;Matrix;2;0)
AG1 = SVERWEIS(AD1;Matrix;4;0)
AH1 = WENN(AB1+AE1<AG1;AB1+AE1;AB1)
AI1 = WENN(AB1+AE1<AG1;AC1+AF1;AC1)
AJ1 = WERT(Teil(A1;6;1))
AK1 = SVERWEIS(AJ1;Matrix;3;0)
AL1 = SVERWEIS(AJ1;Matrix;2;0)
AM1 = SVERWEIS(AJ1;Matrix;4;0)
AN1 = WENN(AH1+AK1<AM1;AH1+AK1;AH1)
AO1 = WENN(AH1+AK1<AM1;AI1+AL1;AI1)

```

Alle Formeln im Bereich I1:AO1 werden bis zur 720-ten Zeile gezogen. Die Spalte AO, in der jetzt alle Ergebnisse stehen, bekommt noch eine bedingte Formatierung (Abb. 6.64).

Es zeigt sich, dass es mehrere, genau 16 optimale Lösungen mit dem Wert 237 gibt (Abb. 6.65).

## 6.6.2 Ameisen-Algorithmus

Dieser Algorithmus wurde in der Tat den Ameisen abgeschaut. Es war der italienische Wissenschaftler Marco Dorigo, der 1991 erstmals diesen Algorithmus einsetzte. Wie er funktioniert, ist ausführlich in meinem Buch *Algorithmen* beschrieben.

Der Ameisen-Algorithmus kann auf viele Optimierungsprobleme übertragen werden. Etwa bei der Abstimmung von Produktionsabläufen in Fertigungsstraßen, bei der Produktion von Artikeln unter Beachtung der Rohstoffe, bei der Bewegung von Robotern, und vieles mehr.

► X\_06-13\_Ameisen-Algorithmus.xlsx

**Beispiel Maschinenbelegung** In einem Produktionsbetrieb werden fünf Produkte auf drei Maschinen in gleicher Reihenfolge produziert. Die Belegung der Maschinen ( $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ) in Stunden je Produkt sind  $P_1(5, 3, 8)$ ,  $P_2(5, 3, 4)$ ,  $P_3(12, 4, 2)$ ,  $P_4(4, 2, 7)$  und  $P_5(8, 2, 9)$ . Diese Daten werden wieder als Matrix auf einem separaten Worksheet verwendet (Abb. 6.66).

**Abb. 6.66** Produktionsplan

	A	B	C	D
1	P	M1	M2	M3
2	1	5	3	8
3	2	5	3	4
4	3	12	4	2
5	4	4	2	7
6	5	8	2	9

Die Zahlen in Spalte A sind als Text eingegeben, so dass es später bei einem Zugriff durch SVERWEIS keine Probleme gibt. Abb. 6.67 zeigt eine Reihenfolge als Beispiel.



Abb. 6.67 Beispielreihenfolge

25341	Belegung			
	M1	M2	M3	
2		5	3	4
5		8	2	9
3		12	4	2
4		4	2	7
1		5	3	8

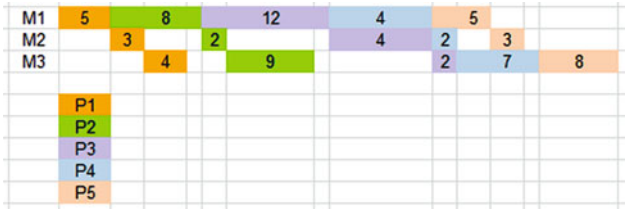
Mit der Reihenfolge 2-5-3-4-1 kann nur dann ein weiteres Produkt die Maschine belegen, wenn das vorherige Produkt auf der Maschine fertiggestellt ist. Abb. 6.68 zeigt die Tabellenform.

Abb. 6.68 Reihenfolge

Auswertung	1	2	3	4	5
M1	0+5=5	5+8=13	13+12=25	25+4=29	29+5=34
M2	5+3=8	13+2=15	25+4=29	29+2=31	34+3=37
M3	8+4=12	15+9=24	29+2=31	31+7=38	38+8=46

Als Grafik wird der Sachverhalt in Abb. 6.69 dargestellt.

Abb. 6.69 Belegungsplan



Und nun zu den Pseudoameisen. Eine Pseudoameisengruppe wählt zufallsbedingt eine Folge. Das Ergebnis dieser Wahl wird vermerkt. Andere Gruppen wählen ebenfalls Folgen mit anderen Ergebnissen. Die Folgen, die die kürzesten Werte haben, bekommen einen Eintrag in die Pheromon-Matrix. Die Reihenfolge mit dem höchsten Pheromon-Anteil ist die gesuchte Lösung.

Für jeden Lauf sollen 50 Pseudoameisen eine Gruppe bilden. Die Anzahl der Ameisen je Gruppe könnte auch noch eine Gewichtung bringen, wird aber zur Übersichtlichkeit weggelassen. Der zufallsbedingte Weg einer Gruppe bestimmt sich wie folgt (Abb. 6.70):

Abb. 6.70 Ergebnisse

Lfd.Nr.	1	2	3	4	5				
1	12345	4 4	1235	4 5	123	1 1	23	2 3	2
2	12345	4 4	1235	4 5	123	2 2	13	2 3	1
3	12345	3 3	1245	4 5	124	3 4	12	1 1	2
4	12345	4 4	1235	3 3	125	3 5	12	2 2	1
5	12345	3 3	1245	3 4	125	2 2	15	1 1	5
6	12345	1 1	2345	4 5	234	1 2	34	2 4	3
7	12345	4 4	1235	3 3	125	2 2	15	1 1	5

B4 = 12345 wird bis B53 übertragen  
C4 = ZUFALLSBEREICH(1;5)  
D4 = TEIL(B4;C4;1)

E4 = ERSETZEN(B4;C4;1;"")  
 F4 = ZUFALLSBEREICH(1;4)  
 G4 = TEIL(E4;F4;1)  
 H4 = ERSETZEN(E4;F4;1;"")  
 I4 = ZUFALLSBEREICH(1;3)  
 J4 = TEIL(H4;I4;1)  
 K4 = ERSETZEN(H4;I4;1;"")  
 L4 = ZUFALLSBEREICH(1;2)  
 M4 = TEIL(K4;L4;1)  
 N4 = ERSETZEN(K4;L4;1;"")

Die Formeln im Bereich C4:N4 werden ebenfalls bis zur 53-ten Zeile übertragen. Die Auswertung der so gewonnenen Reihenfolgen, es können auch gleiche entstehen, werden wie in Abb. 6.71 dargestellt ausgewertet.

**Abb. 6.71** Gefundene Lösungen

	M1					M2					M3				
45132	4	12	17	29	34	6	14	20	33	37	8	16	23	37	40
45231	4	6	9	13	16	6	8	12	17	20	8	10	15	21	24
35412	12	14	16	19	22	16	18	20	23	26	20	22	24	27	30
43521	4	8	10	13	16	6	12	14	17	20	8	16	18	21	24
34215	12	14	17	20	22	16	18	21	24	26	20	22	25	28	30
15243	5	7	10	12	16	8	10	13	15	20	11	13	16	18	24
43215	4	8	11	14	16	6	12	15	18	20	8	16	19	22	24

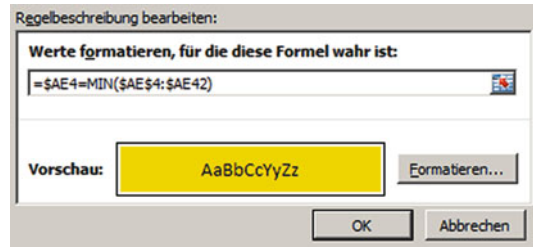
P4 = D4&G4&J4&M4&N4  
 Q4 = SVERWEIS(D4;Matrix;2;0)  
 R4 = Q4+SVERWEIS(G4;Matrix;2;0)  
 S4 = R4+SVERWEIS(J4;Matrix;2;0)  
 T4 = S4+SVERWEIS(M4;Matrix;2;0)  
 U4 = T4+SVERWEIS(N4;Matrix;2;0)  
 V4 = Q4+SVERWEIS(D4;Matrix;3;0)  
 W4 = MAX(V4;R4)+SVERWEIS(G4;Matrix;3;0)  
 X4 = MAX(W4;S4)+SVERWEIS(J4;Matrix;3;0)  
 Y4 = MAX(X4;T4)+SVERWEIS(M4;Matrix;3;0)  
 Z4 = MAX(Y4;U4)+SVERWEIS(N4;Matrix;3;0)  
 AA4 = V4+SVERWEIS(D4;Matrix;3;0)  
 AB4 = MAX(AA4;W4)+SVERWEIS(G4;Matrix;3;0)  
 AC4 = MAX(AB4;X4)+SVERWEIS(J4;Matrix;3;0)  
 AD4 = MAX(AC4;Y4)+SVERWEIS(M4;Matrix;3;0)  
 AE = MAX(AD4;Z4)+SVERWEIS(N4;Matrix;3;0)

Die Formeln im Bereich P4:AE4 werden ebenfalls bis zur 53-ten Zeile übertragen. Folgende Namen sind erforderlich:

Wertung = \$P\$4:\$AE\$53

Ergebnis = \$AE\$4:\$AE\$53

**Abb. 6.72** Bedingte Formatierung



Außerdem erhält der Bereich Wertung die in Abb. 6.72 dargestellte bedingte Formatierung.

So werden die minimalsten Werte auch optisch gekennzeichnet.

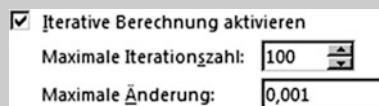
### Lektion 6.3 Zirkelbezüge

Ein Zirkelbezug ist eine Formel, in der die eigene Zelladresse verwendet wird, als Beispiel

$$A1 = A1+1$$

Hier bezieht sich das Ergebnis wieder auf das Ergebnis und so fort. Excel unterbricht diese Auswertung und zeigt eine Zirkelbezugswarnung. Die Formel muss dann abgeändert werden.

Manchmal ist es aber sinnvoll, eine Formel mit Zirkelbezug zu verwenden. Dann kann unter Menü *Datei* in der Auswahl *Optionen* in der Gruppe *Formeln* unter *Berechnungsoptionen* die Bedingung für die Verwendung eines Zirkelbezugs eingestellt werden (Abb. 6.73).



**Abb. 6.73** Zirkelbezug zulassen

Mit jedem Tippen auf die Taste F9 werden die Zufallszahlen im Beispiel neu ausgewertet und so wieder ein neuer Lauf unserer 50 Pseudoameisen-Gruppen angestoßen, mit wieder neuen Ergebnissen.

Es fehlt jetzt nur noch die Konstruktion der Pheromon-Matrix. Diese wird auf einem separaten Worksheet angelegt. Entsprechend der Konstruktion im vorherigen Beispiel werden alle möglichen Permutationen erzeugt (Abb. 6.74).

Abb. 6.74 Permutationen

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	12345								0	0	0
2	12354	1	1						0	65	2139
3	12453	2	1						0	66	2205
4	12435	1	3						0	59	1760
5	12534	2	3						0	56	1590
6	12543	1	5						1	70	2475
7	13452	3	1						1	61	1888
8	13425	1	7						0	70	2470
9	13524	2	7						1	59	1767
10	13542	1	9						0	78	3078
11	13245	2	9						1	58	1708
12	13254	1	11						1	58	1708

Damit nur die optimalen Ergebnisse berücksichtigt werden (Abb. 6.75), sind folgende Formeln erforderlich:

I1 = WENN(WENN(ISTFEHLER(SVERWEIS(\$A1;Wertung;16;0));"";  
SVERWEIS(\$A1;Wertung;16;0))=MIN(Ergebnis;1;0)  
J1 = J1+I1

Abb. 6.75 Ergebnis

I	J
0	0
0	65
0	66
0	59
0	56
1	70
1	61
0	70
1	59
0	78
1	58
1	58

Zu beachten ist, dass die Formel in J1 einen Zirkelbezug darstellt. Damit es hier nicht zu einer Fehlermeldung kommt, muss unter Menü *Datei* und dort unter *Optionen* in der Gruppe *Formeln* die Option *Iterative Berechnung aktivieren* gewählt werden. Die maximale Iterationszahl wird auf 1 gesetzt (Abb. 6.76).

Abb. 6.76 Optionen

☒ Iterative Berechnung aktivieren

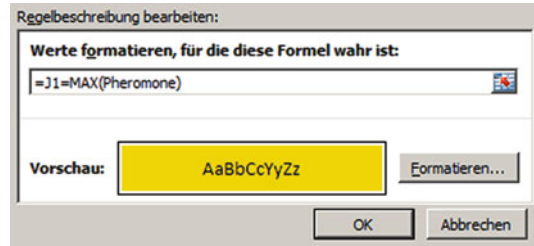
Maximale Iterationszahl:

Maximale Änderung:

Der Maximalwert in der Pheromon-Matrix kann ebenfalls optisch durch eine bedingte Formatierung markiert werden (Abb. 6.77).

Mit jedem Druck auf die Taste F9 werden die optimalen Ergebnisse nun in diese Pheromon-Matrix eingetragen. Dabei erhöht sich der Wert um 1 und es müssen entsprechend

**Abb. 6.77** Bedingte Formatierung



**Abb. 6.78** Ergebnis

I	J	K
0	0	0
0	65	2139
0	66	2205
0	59	1760
0	56	1590
1	70	2475
1	61	1888
0	70	2470
1	59	1767
0	78	3078
1	58	1708
4	20	1700

viele Läufe durchgeführt werden. Man kann auch eine Gewichtung einführen um die Abstände deutlicher darzustellen. So führt die Formel

$$K1 = K1 + I1 * J1$$

schnell zu größeren Werten (Abb. 6.78).

Es müssen auch nicht alle Permutationen benutzt werden, denn mit einer steigenden Anzahl von Ziffern wird die Anzahl der Permutationen

$$6! = 720$$

$$7! = 5040$$

$$8! = 40.320$$

$$9! = 362.880$$

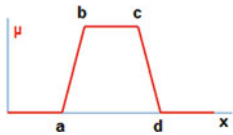
$$10! = 3.628.800$$

schnell sehr groß. Dieses Beispiel zeigt aber auch, dass die Teilmengen gut ausgewählt sein müssen, denn im Beispiel gibt es Teilmengen von Permutationen ohne einen Pheromon-Wert.

## 6.7 Fuzzy-Logik

Der Einstieg in die Fuzzy-Logik und damit in die Welt der unscharfen Mengen wird in meinem Buch *Algorithmen* ausführlich erklärt. Daher soll direkt ein Beispiel folgen.

Abb. 6.79 Fuzzy-Parameter



**Beispiel: Fuzzy-Regelung eines Industrieofens** Gesucht ist das Regelfeld für die Brennkammer eines Industrieofens. Zu regeln sind die Temperatur im Brennraum und der Druck, mit dem das Brenngas zugeleitet wird. Die notwendigen Daten ergeben sich aus den nachfolgenden Bildern.

Der erste Schritt ist die Fuzzifizierung der vorhandenen Parameter. Darunter versteht man eine Abbildung der allgemeinen Form in Abb. 6.79.

$$\mu(x; a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & x \geq d \end{cases} \quad (6.49)$$

Da ist zunächst der Temperaturbereich von 600 bis 1000 Grad Celsius, in dem die Regelung erfolgen soll. Ebenso soll der Druck der Brennkammer im Bereich von 28 bis 32 bar liegen. Das Stellglied der Regelung ist ein Ventil, das von Zu bis Auf in ¼ Öffnungsintervallen gestellt werden kann.

► X\_06-14\_Fuzzy Logic.xlsx

Die entsprechenden Fuzzy-Sets zeigen die nachfolgenden Abb. 6.80, 6.81 und 6.82. Nach der Fuzzifizierung erfolgt im zweiten Schritt die Implikation (Abb. 6.83), das Aufstellen des Regelwerks (Inferenzmatrix) in der Form

WENN Temperatur = x UND Druck=y DANN Ventil=z.

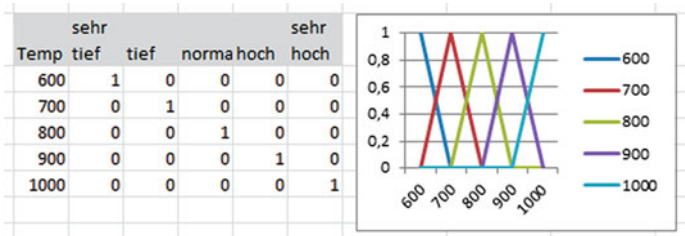


Abb. 6.80 Temperatur-Set

Abb. 6.81 Druck-Set

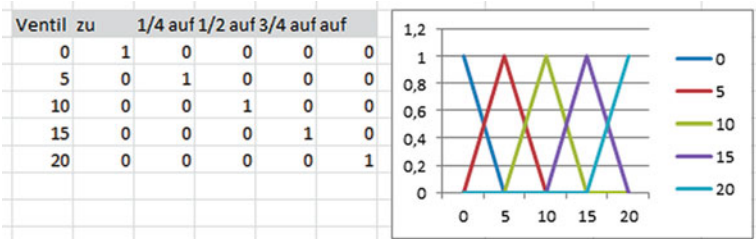
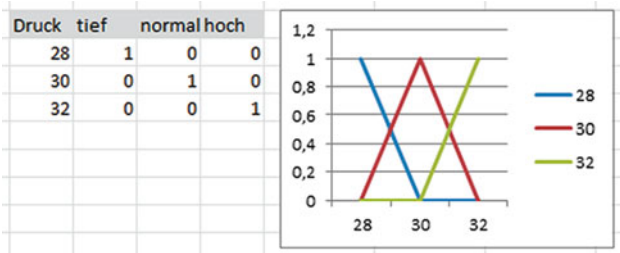


Abb. 6.82 Ventil-Set

Abb. 6.83 Regelwerk

		TEMPERATUR				
		sehr tief	tief	normal	hoch	sehr hoch
DRUCK	tief	auf	auf	3/4	1/2	1/4
	normal	auf	3/4	1/2	1/2	zu
	hoch	3/4	1/2	1/4	zu	zu

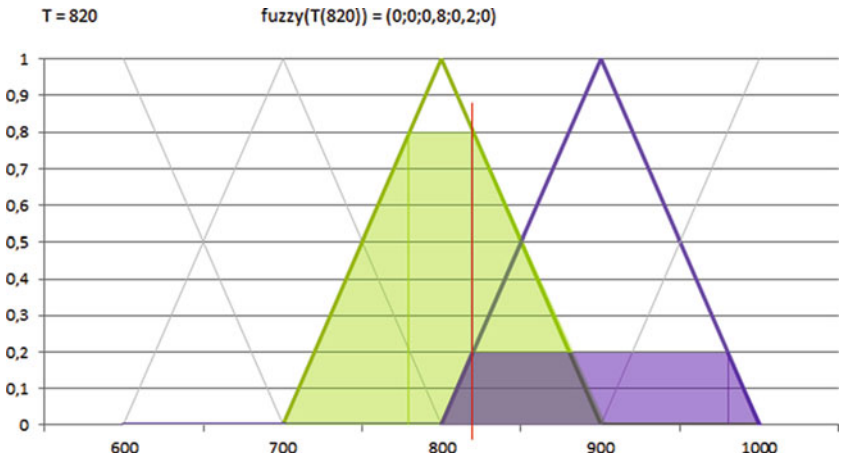


Abb. 6.84 Fuzzymenge Temperatur

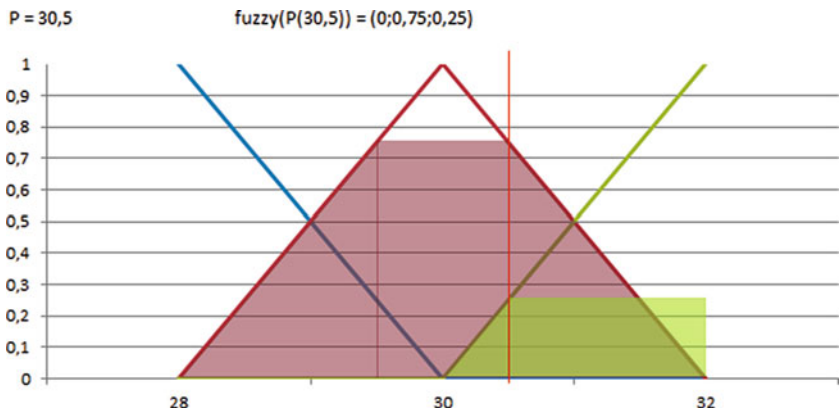


Abb. 6.85 Fuzzymenge Druck

Abb. 6.86 Inferenzanteile

		TEMPERATUR				
		sehr tief	tief	normal	hoch	sehr hoch
DRUCK	tief	auf	auf	3/4	1/2	1/4
	normal	auf	3/4	1/2	1/2	zu
	hoch	3/4	1/2	1/4	zu	zu

Abb. 6.87 Inferenzwerte

		TEMPERATUR				
		sehr tief	tief	normal	hoch	sehr hoch
DRUCK	tief	1	1	0,75	0,5	0,25
	normal	1	0,75	0,5	0,5	0
	hoch	0,75	0,5	0,25	0	0

Die Anwendung von Sets und Regelwerk wird noch konkreter am Beispiel des Tupels (Temperatur = 820 Grad Celsius, Druck 30,5 bar) betrachtet (Abb. 6.84).

Der Temperaturwert von 820 Grad Celsius ist zu einem Anteil von 0,8 normal und zu einem Anteil von 0,2 hoch (Abb. 6.85).

Der Druck von 30,5 bar ist zu einem Anteil von 0,75 normal und zu einem Anteil von 0,25 hoch.

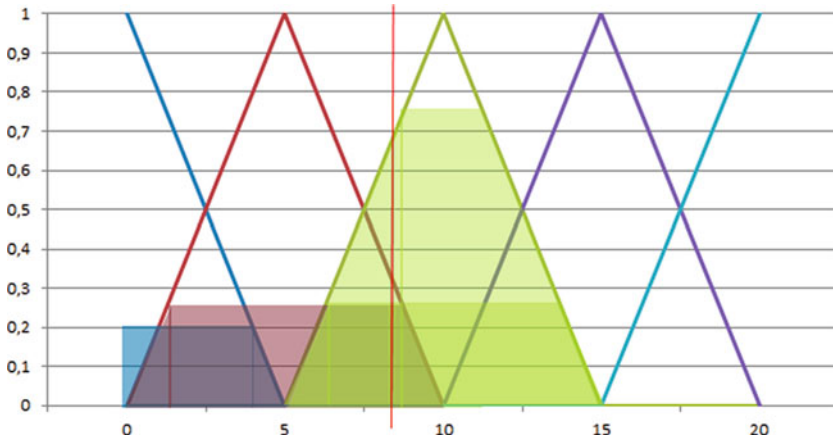
Der zweite Schritt ist die Inferenz, in der aus den Regeln und ihren Werten wieder ein exakter Wert für die Ventilstellung entsteht. Aus einer Vielzahl von Methoden ist die MIN-MAX-Methode wohl die am häufigsten angewendete (Abb. 6.86). In Werten zeigt Abb. 6.87.

Die Regeln für das Beispiel T = 820 und P = 30,5:

WENN T=n UND P=n DANN ½	H1=MIN(0,8;0,75)=0,75
WENN T=n UND P=h DANN ¼	H2=MIN(0,8;0,25)=0,25
WENN T=h UND P=n DANN ½	H3=MIN(0,2;0,75)=0,2
WENN T=h UND P=h DANN zu	H4=MIN(0,2;0,25)=0,2



Dabei werden aus den Fuzzy-Sets zunächst die minimalsten Werte gewählt. Die werden dann auf das Ventil-Set entsprechend dem Regelwerk angewendet (Abb. 6.88).



**Abb. 6.88** Regelgröße

Für jeden Fall gibt es eine gekappte Fläche mit dem Inhalt  $A$  und dem Schwerpunktabstand  $y$ . Aus Vereinfachungsgründen werden für die einseitigen Trapezflächen auch die Schwerpunkte in der Mitte angenommen.

Der dritte Schritt ist die Defuzzifizierung.

Der resultierende Schwerpunkts-Abstand aus der Formel

$$y_{\text{res}} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (6.50)$$

ist der gesuchte Steuerungswert für das Ventil.

Der erste Schritt mit Excel ist das Aufstellen einer Matrix zur Bestimmung der Parameteranteile (Abb. 6.89).

**Abb. 6.89** Parameteranteile

	0	0	0,8	0,2	0
0	0	0	0	0	0
0,75	0	0	7,5	2	0
0,25	0	0	1,25	0,5	0

$\Sigma YH = 11,3$

B3 und B4 sind die Eingabefelder für die jeweiligen Parameter. Sie bekommen die Namen

B3 = Tmp

B4 = Dru

**Abb. 6.90** Matrix zur Schwerpunktbestimmung der MAX-Anteile

		0	0	0,8	0,2	0	
0	0	0	0	0	0	0	
0,75	0	0	0,75	0,2	0	0	
0,25	0	0	0,25	0,2	0	0	$\Sigma H = 1,4$

**Abb. 6.91** Matrix zur Schwerpunktbestimmung der MIN-Anteile

		0	0	0,8	0,2	0	
0	0	0	0	0	0	0	
0,75	0	0	0,75	0,2	0	0	
0,25	0	0	0,25	0,2	0	0	$\Sigma H = 1,4$
							$V = 8,04$

Die Anteile an den Temperatursets bestimmen sich aus

$$\begin{aligned}
 D4 &= \text{WENN}(\text{Tmp} > 700; 0; 1 - \text{ABS}(\text{Tmp} - 600)/100) \\
 E4 &= \text{WENN}(\text{Tmp} < 600; 0; \text{WENN}(\text{Tmp} > 800; 0; 1 - \text{ABS}(\text{Tmp} - 700)/100)) \\
 F4 &= \text{WENN}(\text{Tmp} < 700; 0; \text{WENN}(\text{Tmp} > 900; 0; 1 - \text{ABS}(\text{Tmp} - 800)/100)) \\
 G4 &= \text{WENN}(\text{Tmp} < 800; 0; \text{WENN}(\text{Tmp} > 1000; 0; 1 - \text{ABS}(\text{Tmp} - 900)/100)) \\
 H4 &= \text{WENN}(\text{Tmp} < 900; 0; 1 - \text{ABS}(\text{Tmp} - 1000)/100)
 \end{aligned}$$

Die Anteile an den Drucksets bestimmen sich aus

$$\begin{aligned}
 C5 &= \text{WENN}(\text{Dru} > 30; 0; 1 - \text{ABS}(\text{Dru} - 28)/2) \\
 C6 &= \text{WENN}(\text{Dru} < 28; 0; \text{WENN}(\text{Dru} > 32; 0; 1 - \text{ABS}(\text{Dru} - 30)/2)) \\
 C7 &= \text{WENN}(\text{Dru} < 30; 0; 1 - \text{ABS}(\text{Dru} - 32)/2)
 \end{aligned}$$

Für die Matrix D5:H7 werden statt der Anteilswerte (zu – auf) bereits die Schwerpunkts-Abstände der Ventilsets eingetragen.

Nun erfolgt die Bestimmung der Schwerpunkt-Flächen-Summen. Für die Flächen genügen lediglich die Höhenanteile der Abschnitte. Dazu wird von der vorhandenen Matrix eine Kopie erstellt (Abb. 6.90).

Die Matrix D12:H14 erhält nun folgende Gleichungen.

$$\begin{aligned}
 D12 &= \text{WENN}(\text{UND}(\text{D11} > 0; \text{C12} > 0); \text{MIN}(\text{D11}; \text{C12}) * \text{D5}; 0) \\
 D13 &= \text{WENN}(\text{UND}(\text{D11} > 0; \text{C13} > 0); \text{MIN}(\text{D11}; \text{C13}) * \text{D6}; 0)
 \end{aligned}$$

usw.

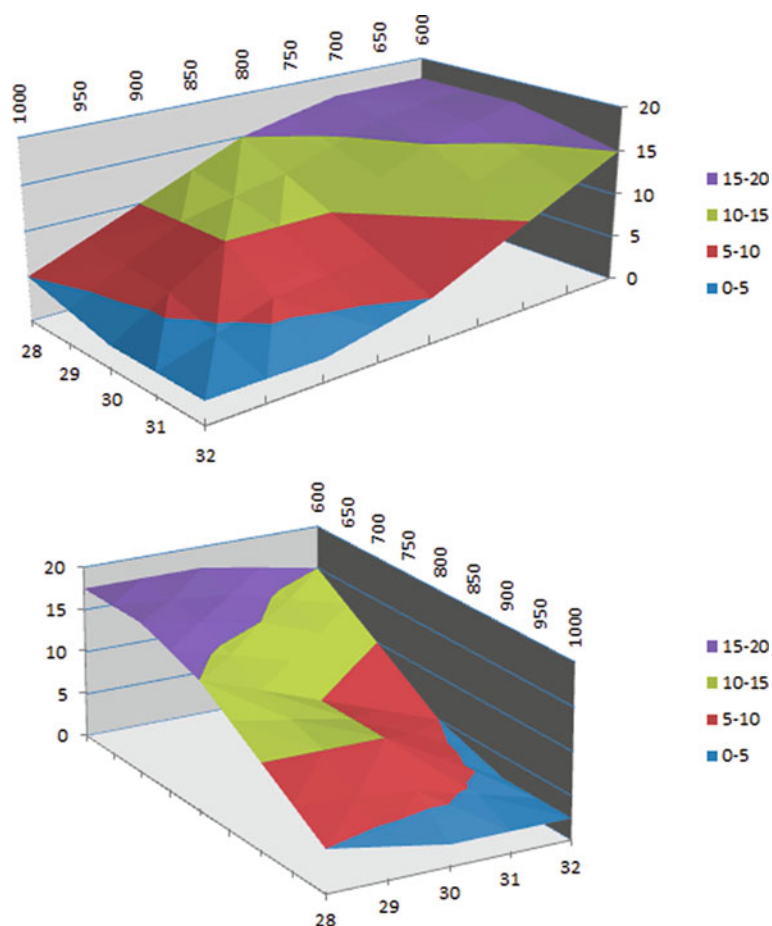
Außerdem wird die Summe in der Matrix gebildet.

$$K13 = \text{SUMME}(\text{D11:H13})$$

Und noch einmal wird die Matrix kopiert. Darin werden die MIN-Werte angegeben, damit anschließend ebenfalls die Summe gebildet werden kann (Abb. 6.91).

**Abb. 6.92** Gitterwerte

	28	29	30	31	32
600	17,5	17,5	17,5	16,3	15
650	17,5	16,9	16,3	14,4	12,5
700	17,5	16,3	15	12,5	10
750	16,3	14,4	12,5	10	7,5
800	15	12,5	10	7,5	5
850	12,5	11,3	10	6,88	3,75
900	10	10	10	6,25	2,5
950	7,5	6,88	6,25	4,38	2,5
1000	5	3,75	2,5	2,5	2,5

**Abb. 6.93** Regelfeld aus zwei Ansichten

Damit ist der ermittelte Steuerwert für das Ventil

$$K_{21} = K_{13}/K_{19}$$

Für einige Gitterpunkte werden die Steuerwerte bestimmt und in eine Matrix eingetragen (Abb. 6.92).

Diese Daten werden markiert und unter *Einfügen/Diagramme* eine 3D-Oberfläche aufgerufen (Abb. 6.93).

Entwicklung und Innovation stellen ständig neue Herausforderungen an das Ingenieurwesen. Es ist aufgefordert, immer wieder neue technische Lösungen zu finden. Dabei hängt der Erfolg nicht nur von der technischen Machbarkeit und einem ausreichenden Marktpotential ab, sondern auch von politischer und gesellschaftlicher Akzeptanz. Excel kann dabei zur Übersichtlichkeit und Ordnung von Datenmengen beitragen.

## 7.1 Der Morphologische Kasten

Der morphologische Kasten wurde von Fritz Zwicky entwickelt und wird daher auch als Zwicky-Box bezeichnet. Der Begriff *Morphe* steht für Form und Gestalt und dient in dieser Kreativitätstechnik dazu, Ideen und Vorschläge als Matrix darzustellen. Ein Problem, eine Aufgabe oder eine Aktion kann in der Regel in mehrere Parameter unterteilt werden. Diese besitzen hinsichtlich der Lösung verschiedene Ausprägungen.

- X\_07-01\_Entscheidungen.xlsx

In einem weiteren Schritt werden dann für alle Parameter die besten Ausprägungen ausgewählt, wobei die einzelnen Ausprägungen zueinander passen müssen. Werden mehrere Ausprägungen ausgewählt, können Kombinationen erstellt werden (Abb. 7.1).

**Abb. 7.1** Schema des Morphologischen Kastens

	Ausprägung 1	Ausprägung 2	Ausprägung 3	Ausprägung 4
Parameter 1	Lösung 1.1	Lösung 1.2	Lösung 1.3	Lösung 1.4
Parameter 2	Lösung 2.1	Lösung 2.2	Lösung 2.3	Lösung 2.4
Parameter 3	Lösung 3.1	Lösung 3.2	Lösung 3.3	Lösung 3.4
Parameter 4	Lösung 4.1	Lösung 4.2	Lösung 4.3	Lösung 4.4
Parameter 5	Lösung 5.1	Lösung 5.2	Lösung 5.3	Lösung 5.4
Parameter 6	Lösung 6.1	Lösung 6.2	Lösung 6.3	Lösung 6.4

In der Darstellung gibt es eine gelbe und eine grüne Version. Das Element Lösung 4.2 (zweifarbige) nutzen beide Versionen. Das Arbeiten mit dem morphologischen Kasten geschieht meist in folgenden Schritten:

- Bestimmung der Parameter, für die eine Lösung gesucht wird
- Eintrag der Parameter in den morphologischen Kasten
- Diskussion im Team, welche Ausprägung die einzelnen Parameter annehmen können
- Verbindung der Ausprägung, die eine sinnvolle Kombination ergeben
- Auswahl der Kombination, die vorrangig bearbeitet werden soll

**Beispiel Stuhlmodell** Ein neues Stuhlmodell soll entworfen werden. Dazu wird ein morphologischer Kasten aufgestellt. Im Team werden dann die Möglichkeiten diskutiert (Abb. 7.2).

PARAMETER	AUSPRÄGUNGEN					
Material	Holz	Kunststoff	Aluminium	Glas	Stoff	
Dekor/Farbe	Kiefer	Buche	Farbe	Farblos	Muster	
Anzahl Beine	0	1	2	3	4	mehr als 4
Höhe in cm		0	45	50	60	80 verstellbar
Sitzform	quadratisch	rechteckig	oval	rund		
Kanten	eckig	gerundet	verstärkt			
Auflage	Geflecht	Polster	Schaumstoff	Kissen	ohne	

**Abb. 7.2** Morphologischer Kasten Stuhlmodell

Man einigt sich auf ein Modell aus gemustertem Stoff ohne Füße, das von der Decke hängt. Über eine Vorrichtung soll die Höhe einstellbar sein. Die runde Sitzfläche ist verstärkt, damit das Hinsetzen einfacher geht. Ein zusätzliches Kissen soll den Komfort erhöhen.

Natürlich ließen sich noch weitere Parameter finden und ebenso weitere Ausprägungen, doch der Sinn einer morphologischen Box ist damit klar. Er besteht aus der übersichtlichen Aufführung aller Ausprägungen und deren freie Kombinationen.

## 7.2 Gewichtete Entscheidungsmatrix

Oft liefern die Kreativitätstechniken nicht nur eine brauchbare Lösung. Liegen mehrere Alternativen vor, dann ist eine der möglichen Hilfen eine gewichtete Entscheidungsmatrix.

- X\_07-02\_Gewichtete Matrix.xlsx

Die Abb. 7.3 zeigt eine Vergleichsstruktur für drei Alternativen. Es können aber mit Copy und Paste weitere Alternativen angefügt werden. Lediglich die verwendeten Bereichsnamen müssen angepasst werden. Mehr dazu bei den Formeln.

	A	B	C	D	E	F
1				Entscheidungs-Alternativen		
2				Alternative 1		
3				(Beschreibung)		
4				Rang	3	Rang
5	Entscheidungskriterien			Grad	46,6%	Grad
6	Kriterium 1		100	4	Erfüllung 1.1	8
7	Kriterium 2		50	0	Erfüllung 1.2	9
8	Kriterium 3		35	2	Erfüllung 1.3	5
9	Kriterium 4		20	9	Erfüllung 1.4	7
10	Kriterium 5		55	8	Erfüllung 1.5	5

G	H	I
Alternative 2		Alternative 3
(Beschreibung)		(Beschreibung)
1	Rang	2
78,6%	Grad	53,2%
Erfüllung 2.1	5	Erfüllung 3.1
Erfüllung 2.2	3	Erfüllung 3.2
Erfüllung 2.3	8	Erfüllung 3.3
Erfüllung 2.4	2	Erfüllung 3.4
Erfüllung 2.5	5	Erfüllung 3.5

Abb. 7.3 Gewichtete Entscheidungsmatrix

**Kriterien** Alle Entscheidungskriterien werden untereinander (ohne Leerzeilen) aufgelistet. Meistens sind es Stichworte, die die Kriterien beschreiben. Aber es können auch Fragen, Situationen oder anderes sein. Sind alle Kriterien aufgelistet, dann geht es an die Beurteilung der Wichtigkeit der Kriterien untereinander. Diese Beurteilung ist von großem Einfluss auf das Ergebnis und sollte von einer kompetenten Person durchgeführt werden.

**Gewichtung** Oft werden die Kriterien mit einer Punktzahl von 0 bis x belegt. Ist x gleich 6, dann liegt ein Benotungssystem vor. Ist x gleich 100, dann können die Werte als Prozentangaben aufgefasst werden. Einfacher ist es aber, wenn man keine Obergrenze vorsieht. Man gibt dann einem unbedeutenden Kriterium eine niedrige oder einem besonders wichtigen Kriterium die höchste Punktzahl. Alle anderen werden dann in Relation zu diesen Werten vergeben. So lässt sich relativ schnell die Gewichtung erstellen und weitere hinzukommende Kriterien lassen sich problemlos integrieren. Da auch in diesem Fall mit Bereichsnamen gearbeitet werden soll, muss zunächst eine dynamische Bereichsbelegung eingeführt werden.

**Lektion 7.1 Die Funktion BEREICH.VERSCHIEBEN**

Die Syntax lautet:

BEREICH.VERSCHIEBEN (Bezug; Zeilen; Spalten; [Höhe]; [Breite])

Es liegt bereits eine Anwendung für diese Funktion vor (Abb. 7.4).

4	Gewichtung	
5	Entscheidungskriterien	340
6	Kriterium 1	100
7	Kriterium 2	50
8	Kriterium 3	35
9	Kriterium 4	20
10	Kriterium 5	55
11	Kriterium 6	80

**Abb. 7.4** Anwendung der Funktion BEREICH.VERSCHIEBEN

Ab der Zeile 6 sollen in den Spalten B und C beliebig viele Kriterien und ihre Gewichtung eingetragen werden. Die vorhandenen Gewichtungen sollen den Namen Gewichtung erhalten. Im Namensmanager wird als neuer Name Gewichtung eingetragen und unter *Bezieht sich auf* wird

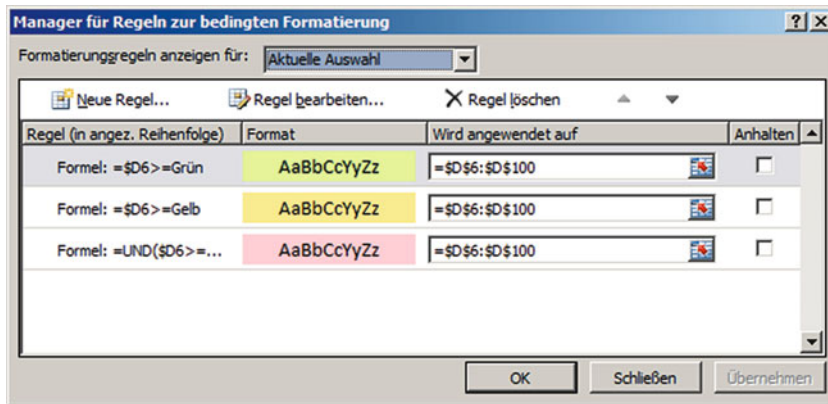
= BEREICH.VERSCHIEBEN(Min\_C;0;0;ANZAHL2(Max\_C);1)

eingetragen. Der Bereichsname bezieht sich damit auf das Worksheet Matrix und auf den Bereich, der unter dem Bereichsnamen Min\_C definiert ist. Min\_C und Max\_C müssen also vorher im Namenmanager eingegeben werden.

Min\_C = Matrix!\$C\$6  
Max\_C = Matrix!\$C\$6:\$C\$100

Der Bezug für die Funktion BEREICH.VERSCHIEBEN ist damit die Zelle \$C\$6, dazu keine weiteren Zeilen und Spalten. Die Höhe des Bereichs (Anzahl Zeilen) bestimmt sich mit der Funktion ANZAHL2 über den Bereich MAX\_C. Damit sind die Kriterien von Zeile 6 bis maximal in Zeile 100 eintragbar. Aber der Wert kann im Namensmanager jederzeit geändert werden. Der letzte Wert, die Breite steht hier mit 1, also nur auf diese Spalte C anwendbar. Die Funktion ANZAHL2 ermittelt, wie viele Zellen im Bereich Max\_C nicht leer sind, so dass mit jedem neuen Kriterieneintrag auch der Bereich der Gewichtung wächst.





**Abb. 7.5** Bedingte Formatierung

In der Zelle C5 lässt sich die Summe aller Gewichtungsfaktoren aus einer einfachen Formel bestimmen.

$C5 = \text{SUMME}(\text{Gewichtung})$

Diese Zelle erhält den Namen Gewicht.

**Alternativen** Jede Alternative erhält einen Namen für den Eintrag Alternative x. Darunter kann eine kurze Beschreibung eingetragen werden. Zu jedem Kriterium wird bezüglich der Alternative ein Erfüllungsgrad angegeben. Hier soll die Angabe einer Ziffer reichen und daher ist die Datenüberprüfung auf eine ganze Zahl von 0 bis 9 eingestellt. Sinngemäß stehen die Ziffern damit für die Bereiche

0 = 0 %–10 %

1 = 11 %–20 %

...

9 = 91 %–100 %

Dahinter ist Platz für eine kurze Beschreibung des Erfüllungsgrades vorgesehen.

Mit den Namen

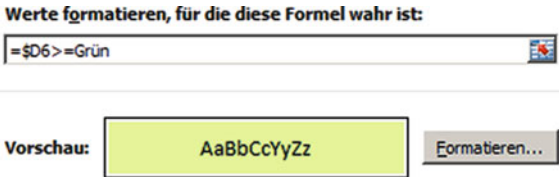
$\text{Min\_D} = \text{Matrix!}\$D\$6$

$\text{Max\_D} = \text{Matrix!}\$D\$6:\$D\$100$

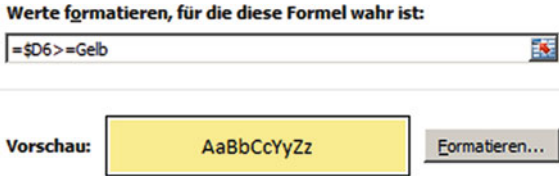
bekommt die Spalte für den Erfüllungsgrad den Bereichsnamen

$\text{Grad\_1} = \text{BEREICH.VERSCHIEBEN}(\text{Min\_D};0;0;\text{ANZAHL2}(\text{Max\_D});1)$

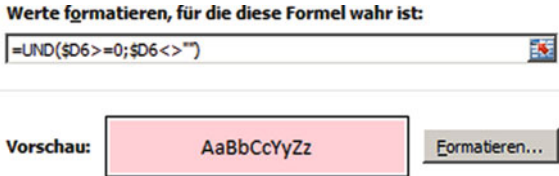
**Abb. 7.6** Formatierung bei hohem Erfüllungsgrad



**Abb. 7.7** Formatierung bei mittlerem Erfüllungsgrad



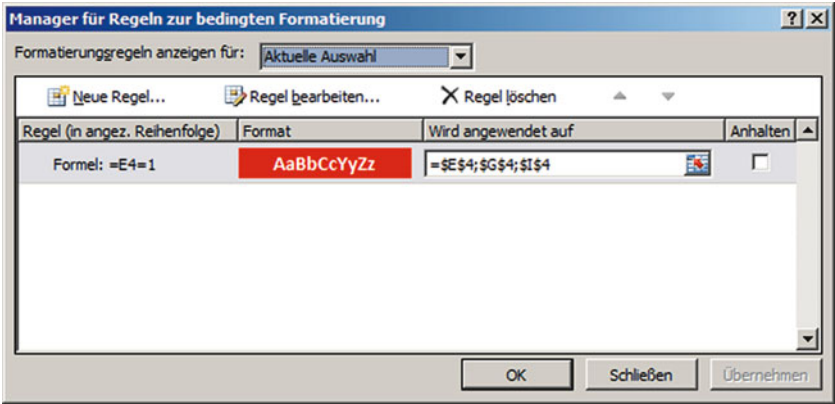
**Abb. 7.8** Formatierung bei niedrigem Erfüllungsgrad



Der Gesamterfüllungsgrad für die Alternative 1 berechnet sich nach der Formel

$$E5 = \text{SUMMENPRODUKT}(\text{Gewichtung}; \text{Grad}_1) / \text{Gewicht} / 9$$

Genauso werden die Namen und Formeln für die anderen Alternativen vergeben. Anhand der Gesamterfüllungsgrade lässt sich noch der Rang jeder Alternative bestimmen. Die Formel lautet

$$E4 = \text{RANG}(E5; \text{Ergebnisse})$$


**Abb. 7.9** Rang-Formatierung

**Abb. 7.10** Rang-Formatierung

Werte formatieren, für die diese Formel wahr ist:

Vorschau:

AaBbCcYyZz

Formatieren...

Dabei muss zuvor der Bereichsname

Ergebnisse = Matrix!\$E\$5;Matrix!\$G\$5;Matrix!\$I\$5

erstellt werden.

Natürlich soll eine bedingte Formatierung die Lesbarkeit der Matrix erhöhen. Der Erfüllungsgrad wird durch Ampelfarben gekennzeichnet. Die entsprechenden Schwellwerte werden im Namensmanager festgelegt.

Gelb = 4

Grün = 7

	A	B	C	D	E
1				Entscheidungs-Alternative	
2				Alternative 1	
3				(Beschreibung)	
4			Gewichtung	Rang	3
5	Entscheidungskriterien		260	Grad	46,6%
6	Kriterium 1		100	4	Erfüllung 1.1
7	Kriterium 2		50	0	Erfüllung 1.2
8	Kriterium 3		35	2	Erfüllung 1.3
9	Kriterium 4		20	9	Erfüllung 1.4
10	Kriterium 5		55	8	Erfüllung 1.5

	F	G	H	I
	Alternative 2		Alternative 3	
	(Beschreibung)		(Beschreibung)	
	Rang	1	Rang	2
	Grad	78,6%	Grad	53,2%
	8	Erfüllung 2.1	5	Erfüllung 3.1
	9	Erfüllung 2.2	3	Erfüllung 3.2
	5	Erfüllung 2.3	8	Erfüllung 3.3
	7	Erfüllung 2.4	2	Erfüllung 3.4
	5	Erfüllung 2.5	5	Erfüllung 3.5

**Abb. 7.11** Entscheidungsmatrix

Erstellung eines Stahlgerüsts			
Schweißversion			
Aufbau des Gerüsts durch Profile			
Gewichtung		Rang	1
Entscheidungskriterien	235	Grad	83,0%
Fertigungszeit	50	8	es werden rohe Bleche verwendet
Belastbarkeit	45	9	durch Rippen gute Versteifung
Wiederverwendbarkeit	25	2	muss abgebrannt werden
Aufwand für Anstrich	20	9	glatte Flächen gut zu behandeln
Transport	55	8	einfach durch Profile
Materialaufwand Gewicht	40	7	durch Ausbrennen kann Material gespart werden

Schraubversion			
Nietversion			
Aufbau mit Blechen und Schrauben		Aufbau mit Blechen und Nieten	
Rang	2	Rang	3
Grad	57,7%	Grad	50,1%
4	es müssen Löcher gebohrt werden	3	es müssen saubere Löcher gebohrt werden
9	durch Wahl der Schrauben hohe Belastbarkeit	6	hohe Scherfestigk. schlecht bei Biegung & Torsion
8	Verbindungen können gelöst werden	1	Nieten müssen zerstört werden
5	Gewinde müssen abgedeckt werden	7	ebene Flächen
5	Mehraufwand durch Bohren	5	Mehraufwand durch Bohren
1	zusätzliches Schraubengewicht	5	geringeres Mehrgewicht durch Nieten

Abb. 7.12 Entscheidungsmatrix Stahlgerüst

Auch hier wird der Bereich bis zur Zeile 100 festgelegt mit den Regeln in fallender Priorität (Abb. 7.5, 7.6, 7.7, 7.8).

Ebenso erhalten die Zellen mit der RANG-Funktion E4, G4 und I4 noch die folgende bedingte Formatierung (Abb. 7.9 und 7.10).

Damit hat die Matrix dann die dargestellte Form (Abb. 7.11).

**Beispiel Stahlgerüst** Abbildung 7.12 zeigt als weiteres Beispiel ein Stahlgerüst.

### 7.3 Bewertung von Lösungen mit dem Entscheidungsbaum

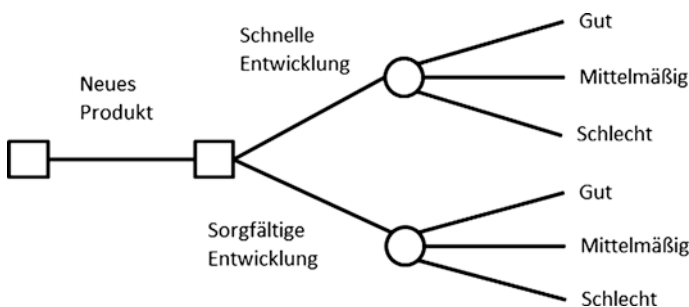
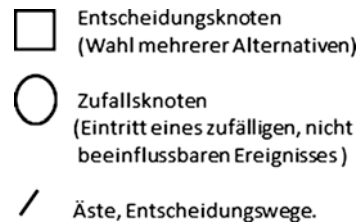
Geht die Entscheidungsfindung in der gewichteten Matrix noch durch Angaben von Erfüllungsgraden, so müssen doch auch in vielen Fällen die Kosten mit berücksichtigt werden. Auch dazu gibt es unterschiedliche Methoden. Eine Methode ist der Entscheidungsbaum. Hier werden für verschiedene Lösungsansätze die Kosten, die Realisierungszeit und die Erlöse geschätzt. Voraussetzung dafür ist, dass diese Parameter sich einschätzen lassen.

► X\_07-03\_Entscheidungsbaum.xlsx

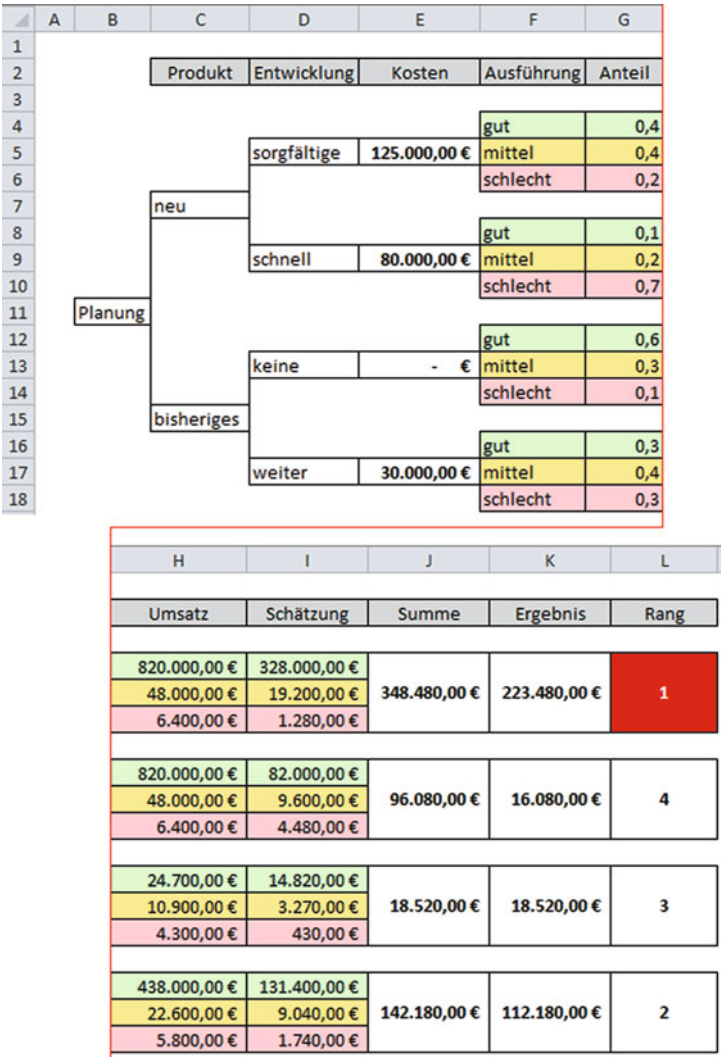
Der Entscheidungsbaum ist eine grafische Methode und kommt mit wenigen Elementen aus (Abb. 7.13).

Nachfolgend dazu ein Anwendungsbeispiel. Ein neues Produkt kann schnell oder sorgfältig entwickelt werden, je nach der Marktsituation. Doch für einen der Schritte muss man

**Abb. 7.13** Symbole des Entscheidungsbaums



**Abb. 7.14** Beispiel eines Entscheidungsbaums



**Abb. 7.15** Entscheidungsbaum auf einem Arbeitsblatt

sich entscheiden. Der Anteil der schlechten, mittelmäßigen und guten Produkte stellt sich bei beiden Entwicklungen ein, nur eben mit unterschiedlichen Anteilen (Abb. 7.14).

Diese Struktur lässt sich auch auf Zellen abbilden und kann für das Anwendungsbeispiel *Neues oder bisheriges Produkt* die Form in Abb. 7.15 haben.

Zunächst werden alle möglichen Verzweigungen des Entscheidungsbaumes aufgeführt. Danach werden die Pfade quantifiziert. Durch Einfügen von Spalten ist dies leicht durchführbar. Jeder Entwicklungsschritt verursacht Kosten, die zu jedem Schritt berechnet oder geschätzt werden. Die Anteile der guten, mittelmäßigen und schlechten Ausführungen

lassen sich durch Betriebsmessungen oder ebenfalls als Schätzwerte bestimmen. Ebenso verhält es sich mit den Umsatzzahlen. Mittelmäßige Produkte können nur als zweite Wahl oder über hohe Rabatte abgesetzt werden. Schlechte Produkte lassen sich nur mit geringen Kosten umsetzen. So ergeben sich die Umsätze für jeden Entwicklungspfad. Unter Summe, Ergebnis und Rang, werden die Zellen jeweils zu einer verbunden. Das ist wichtig für die Bereichsnamen und Formeln, da beim Rechnen mit einem solchen Bereich immer die Zelladresse im Bereich oben-links als Referenzadresse dient.

Das Betriebsergebnis ist dann die Differenz zwischen Umsatz und Kosten. Mit dem Bereichsnamen

Ergebnisse = Tabelle1!\$K\$4;Tabelle1!\$K\$8;Tabelle1!\$K\$12;Tabelle1!\$K\$16

bestimmt sich der jeweilige Rang des Entwicklungsschrittes aus

L4 = RANG(K4;Ergebnisse)

L8 = RANG(K8;Ergebnisse)

L12 = RANG(K12;Ergebnisse)

L16 = RANG(K16;Ergebnisse)

Auch hier lässt sich Rang 1 durch bedingte Formatierung besonders kennzeichnen.

---

## 7.4 Nutzwertanalyse

Die *Nutzwertanalyse* wurde in den USA unter dem Begriff *utility analysis* entwickelt und wird seit etwa 1970 auch in Deutschland eingesetzt. Sie priorisiert verschiedene Lösungen. Dies geschieht durch deren Gewichtung im Hinblick zur Erreichung eines oder mehrerer Ziele. Die Basis bildet die gewichtete Matrix, die unter Abschn. 7.2 behandelt wurde.

Zunächst gilt es festzustellen, welche Kriterien für eine Projektentscheidung wichtig und maßgeblich sein sollen. In den meisten Fällen können schon im ersten Schritt *KO-Kriterien* formuliert werden, die zwingend erfüllt werden müssen. Lösungen, die diese Bedingung nicht erfüllen, scheiden sofort aus. Diese *Muss-Kriterien* können durch *Soll-Kriterien* ergänzt werden, deren Erfüllung erwünscht, aber nicht notwendig ist.

In einem zweiten Schritt müssen nun die einzelnen Soll-Ziele in eine Ordnung gebracht werden. Möglich ist eine Systematisierung in Form von Oberzielen und dazugehörigen Unterzielen. Diese Struktur wurde im vorliegenden Fall nicht berücksichtigt. Gewichtungsfaktoren und Bewertungen wurden aus der gewichteten Matrix übernommen. Eine zusätzliche Zeile KO sorgt mit einem x für das Markieren von KO-Kriterien. Die beliebige Reihenfolge sorgt für problemlose Ergänzungen (Abb. 7.16).

► X\_07-04\_Nutzwertanalyse.xlsx

	A	B	C	D	E	F
1					Projektname	
2					Alternative 1	
3					Nicht OK	
4				Gewichtung	Rang	1
5		KO	Entscheidungskriterien	335	Grad	49,3%
6			Geringe Größe	50	8	400
7	x		Geringer Energieverbrauch		N	
8			Lange Lebensdauer	25	2	50
9			Einfache Bedienung	20	6	120
10			Einfache Installation	55	8	440
11			Gute Wartbarkeit	40	7	280
12	x		Niedrige Materialkosten		J	
13			Hohe Festigkeit	65	3	195
14			Kurze Entwicklungszeit	55	6	330
15	x		Ausbaufähig		J	
16			Modular aufgebaut	25	6	150

G	H	I	J
Alternative 2		Alternative 3	
OK		OK	
Rang	3	Rang	2
Grad	35,7%	Grad	42,1%
4	200	8	400
J		J	
8	200	9	225
5	100	7	140
5	275	2	110
1	40	5	200
J		J	
4	260	3	195
5	275	4	220
J		J	
6	150	3	75

Abb. 7.16 Nutzwertanalyse

Für KO-Kriterien ist eine Gewichtung nicht erforderlich. Ihr Erfüllungsgrad wird mit *J* für ja oder *N* für nein gekennzeichnet. Entsprechend sind einige Änderungen bei den Bereichsnamen und Formeln erforderlich.

Die Summe der Gewichtungen bestimmt sich jetzt aus

D5 = SUMMEWENN(D\_MAX;"<>"")

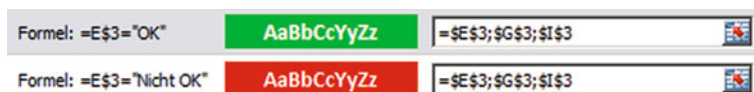
Die Datenüberprüfung wird jetzt benutzerdefiniert durchgeführt.

E6:E100 = ODER(ISTZAHL(\$E6);\$E6="J";\$E6="N")

G6:G100 = ODER(ISTZAHL(\$G6);\$G6="J";\$G6="N")

I6:I100 = ODER(ISTZAHL(\$I6);\$I6="J";\$I6="N")



**Abb. 7.17** Bedingte Formatierung

Die Bewertung der einzelnen Kriterien erfolgt nach der Formel

$F6 = \text{WENN}(\text{ISTZAHL}(D\_MAX); D\_MAX * E\_MAX; "")$

$H6 = \text{WENN}(\text{ISTZAHL}(D\_MAX); D\_MAX * G\_MAX; "")$

$J6 = \text{WENN}(\text{ISTZAHL}(D\_MAX); D\_MAX * I\_MAX; "")$

Der Erfüllungsgrad bestimmt sich jeweils aus den Matrix-Formeln

$F5 \{ = \text{SUMME}(\text{WENN}(\text{ISTZAHL}(\text{Gewichtung}); \text{Gewichtung} * \text{Grad}_1; 0)) / \text{Gewicht} / 9 \}$

$H5 \{ = \text{SUMME}(\text{WENN}(\text{ISTZAHL}(\text{Gewichtung}); \text{Gewichtung} * \text{Grad}_2; 0)) / \text{Gewicht} / 9 \}$

$J5 \{ = \text{SUMME}(\text{WENN}(\text{ISTZAHL}(\text{Gewichtung}); \text{Gewichtung} * \text{Grad}_3; 0)) / \text{Gewicht} / 9 \}$

Die Kennung der Alternativen, ob OK oder Nicht OK erfolgt mit den Formeln

$E3 = \text{WENN}(\text{ZÄHLENWENN}(E\_MAX; "N") > 0; "Nicht OK"; "OK")$

$G3 = \text{WENN}(\text{ZÄHLENWENN}(G\_MAX; "N") > 0; "Nicht OK"; "OK")$

$I3 = \text{WENN}(\text{ZÄHLENWENN}(I\_MAX; "N") > 0; "Nicht OK"; "OK")$

Diese Kennungen erhalten ebenfalls eine bedingte Formatierung (Abb. 7.17).

## 7.5 Mehrfachoperationen

Eine zum Beispiel mit dem Entscheidungsbaum getroffene Entscheidung sollte bezüglich der Kosten näher untersucht werden. Insbesondere, welche Verkaufspreise und Umsätze auf dem Markt erzielt werden können. Neben den bereits besprochenen Methoden wird nachfolgend in der Menügruppe *Datentools*, unter *Was-wäre-wenn-Analyse* die Methode *Datentabelle* betrachtet.

### 7.5.1 Mehrfachoperationen mit einer Variablen

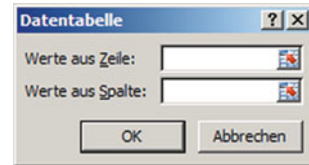
Die Wirkung dieser Methode erklärt sich am einfachsten durch ein Anwendungsbeispiel.

- X\_07-05\_Mehrfachoperationen mit einer Variablen.xlsx

**Abb. 7.18** Mehrfachoperationen mit einer Variablen

	A	B	C	D	E
1					
2					
3		Stückkosten	95,00 €		
4		Investition	125.000,00 €		
5		Verkaufspreis	649,00 €	699,00 €	729,00 €
6		Stück			
7			-125.000 €	-125.000 €	-125.000 €
8	100		-69.600 €	-64.600 €	-61.600 €
9	200		-14.200 €	-4.200 €	1.800 €
10	500		152.000 €	177.000 €	192.000 €
11	1000		429.000 €	479.000 €	509.000 €
12	1500		706.000 €	781.000 €	826.000 €

**Abb. 7.19** Eingabefenster



Ein ausgewähltes Produkt wird mit Stückkosten von 95 € hergestellt. Investiert werden für das Projekt 125.000 €. Es stehen drei Verkaufspreise zur Auswahl. (Abb. 7.18).

Die dargestellte Tabelle erhält die Bereichsnamen:

C3 = Stückkosten

C4 = Investition

C5:E5 = Verkaufspreise

Als Formeln werden benötigt

$C7:E7 = \$B\$7 * (\text{Verkaufspreis} - \text{Stückkosten}) - \text{Investition}$

Die Zelle B7 dient lediglich als Platzhalter für alle Berechnungszellen. Im Bereich B8:B12 (kann auch größer sein) werden untereinander die angedachten Stückzahlen eingetragen. Danach wird der Bereich B7:E12 markiert. Dann wird unter *Was-wäre-wenn-Analyse* die Methode *Datentabelle* aufgerufen. Im Dialogfenster wird unter *Werte aus Spalte*: die Adresse B7 eingetragen. Die Zelle *Werte aus Zeile*: bleibt leer (Abb. 7.19).

Mit *OK* werden die Ergebnisse automatisch in den Bereich eingetragen. Die Zellen enthalten die Formel

$\{= \text{MEHRFACHOPERATION}(\text{B7})\}$

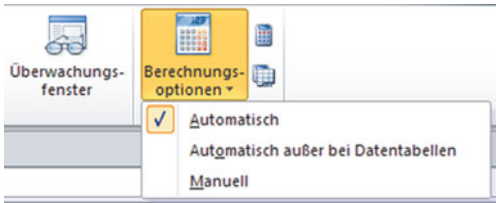
Die Werte erhalten zur besseren Abgrenzung das benutzerdefinierte Format

[Blau]###0 €;[Rot]-###0 €

**Abb. 7.20** Mehrfachoperationen mit zwei Variablen

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3		Stückkosten	95,00 €			
4		Investition	125.000,00 €			
5						
6		Stückzahl	Verkaufspreis			
7			649,00 €	699,00 €	729,00 €	759,00 €
8		100	-69.600 €	-64.600 €	-61.600 €	-58.600 €
9		200	-14.200 €	-4.200 €	1.800 €	7.800 €
10		500	152.000 €	177.000 €	192.000 €	207.000 €
11		1000	429.000 €	479.000 €	509.000 €	539.000 €
12		1500	706.000 €	781.000 €	826.000 €	871.000 €

**Abb. 7.21** Aufruf der Berechnungsoptionen



7.5.2
Mehrfachoperationen mit zwei Variablen

Es ist nicht erforderlich, für jede Spalte eine eigene Formel zu erstellen.

► X\_07-06\_Mehrfachoperationen mit zwei Variablen.xlsx

Es lassen sich die Stückzahl und der Verkaufspreis in einer Formel (mit zwei Variablen) zusammenfassen (Abb. 7.20).

$$B7 = B5 * (C5 - \text{Stückkosten}) - \text{Investition}$$

Darin sind B5 und C5 lediglich Platzhalter. Der Aufruf der Datentabelle wird mit folgenden Eingaben beantwortet:

Werte aus Zeile: C5

Werte aus Spalte: B5

Da der Wert in Zelle B7 bedeutungslos ist, kann er mit dem benutzerdefinierten Format ;; (zweimal Semikolon) ausgeblendet werden.

Bei großen Datentabellen kann die automatische Berechnung hinderlich sein. Dazu kann unter *Optionen* in der Gruppe *Formeln* die Option *Automatisch außer bei Datentabellen* ausgewählt werden. Auch im Menüband unter *Formeln* in der Gruppe *Berechnung* gibt es diese Auswahlmöglichkeit (Abb. 7.21).

Manuell kann die Berechnung mit der Taste F9 ausgerufen werden.

### 7.5.3 Mehrfachoperationen mit mehr als zwei Variablen

Obwohl Datentabellen für maximal zwei Variable ausgelegt sind, können durch einen Trick auch mehr verwendet werden. Eine Formel benutzt über die Zelladresse deren Inhalt. Einige Funktionen akzeptieren als Parameter auch Text. In einem Text kann auch mehr als ein Wert stehen, vorausgesetzt, sie sind durch ein Trennzeichen geteilt. Dies kann ein Semikolon sein oder auch ein Schrägstrich. Von besonderem Charme ist die Nutzung des LineFeeds (ALT+ENTER).

#### Lektion 7.2 Die Funktionen ZEICHEN und CODE


Die Funktion

ZEICHEN(Codezahl)

steht für das der Codezahl entsprechende Zeichen. Damit lassen sich für die Zahlen von 0 bis 255 die dem Zeichensatz entsprechenden Zeichen darstellen. Darin sind auch Steuerzeichen wie Carriage Return (13) und Linefeed (10) eingeschlossen. Wird einer Zelle die Formel

= "TEST"&ZEICHEN(10)&"VERSUCH"

zugewiesen, dann sieht ihr Inhalt wie in Abb. 7.22 aus.



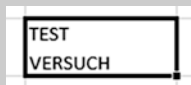
fx = "TEST"&ZEICHEN(10)&"VERSUCH"			
	D	E	
	TESTVERSUCH		

**Abb. 7.22** Darstellung

Erst mit der Einstellung über das Kontextmenü der Zelle mit *Zellen formatieren* und der Option *Zeilenumbruch* im Register *Ausrichtung* (Abb. 7.23) wird die Wirkung von LineFeed sichtbar (Abb. 7.24).



**Abb. 7.23** Zeilenumbruch einschalten



**Abb. 7.24** Mehrzeiliger Text in einer Zelle

Die Funktion

`CODE(Text)`

liefert die Codezahl des ersten Zeichens im Text. Die ausgegebene Codezahl entspricht dem verwendeten Zeichensatz. So liefert

`= CODE("Anfang")`

den Code = 65 für das Zeichen A.

#### ► X\_07-07\_Mehrfachoperationen mit drei Variablen.xlsx

Die Investition aus dem zuvor betrachteten Beispiel soll über eine gewisse Zeit durch Beträge zurückfließen (Abb. 7.25).

Das Besondere an der Darstellung ist, dass die Zelle C3 zwei Werte enthält, nämlich

'-125.000 €

5000 €.

**Abb. 7.25** Betrachtung

	A	B	C
1			
2			
3		Investition	-125.000 €
4		Rückflüsse	5.000 €
		Laufzeit	12 Jahre

Die Werte werden als Text, gekennzeichnet durch ein Hochkomma zum Beginn, eingegeben. Getrennt werden die Werte durch ein LineFeed, das sich über die Tasten ALT+ENTER erzeugen lässt. In einer Liste mit Jahren lassen sich dann bezogen auf die beiden Zellen C3 und C4 die Rückflüsse bestimmen.

$C8 = \text{LINKS}(C3;-1+\text{FINDEN}(\text{ZEICHEN}(10);C3))*1$

$C9 = \text{WENN}(\$B9<=\$C\$4;\text{TEIL}(\$C\$3;\text{FINDEN}(\text{ZEICHEN}(10);\$C\$3)+1;99)*1;0)$

Die Formel in C9 wird bis auf C28 (für 20 Jahre) übertragen.

### Lektion 7.3 Funktionen zu einer Investition

#### Die Funktion

$\text{IKV}(\text{Werte};[\text{Schätzwert}])$

bestimmt den internen Zinsfuß einer Investition (ohne Finanzierungskosten und Reinvestitionsgewinne). Der interne Zinsfuß ist der Zinssatz, der für eine Investition erreicht wird, die aus Auszahlungen (negative Werte) und Einzahlungen (positive Werte) besteht, die in regelmäßigen Abständen erfolgen. Diese Zahlungen müssen nicht gleich groß sein. Der Zinsfluss muss jedoch in regelmäßigen Intervallen, monatlich oder jährlich, auftreten.

Der Schätzwert ist optional. Wird er angegeben, dann sollte er dem angenommenen Ergebnis nahe kommen.

Liefert IKV die Fehlermeldung #ZAHL!, dann sollte die Berechnung mit einem anderen Schätzwert wiederholt werden.

#### Die Funktion

$\text{NBW}(\text{Zins};\text{Wert1};\text{Wert2};\dots)$

liefert den Nettobarwert (Kapitalwert) einer Investition auf der Basis eines Abzinsungsfaktors für eine Reihe periodischer Zahlungen. Die Werte entsprechen den Auszahlungen und den Einzahlungen in gleichbleibenden Abständen und sind jeweils am Ende einer Periode vorzunehmen.

NBW bestimmt nach der Reihenfolge der Werte Wert1;Wert2;... die Reihenfolge der Zahlungen. Wichtig ist es daher, die richtige Reihenfolge einzuhalten.

**Abb. 7.26** Anwendung der Funktion IKV

	Jahr	Rückfluss	IKV
7			
8	0	-125.000 €	-9,8%
9	1	5.000 €	
10	2	5.000 €	
11	3	5.000 €	
12	4	5.000 €	
13	5	5.000 €	
14	6	5.000 €	

**Abb. 7.27** Eingabewerte

Die Funktion IKV mit

$D8 = \text{IKV}(C8:C28)$

liefert den internen Zinsfuß der Investition zum Beispiel (Abb. 7.26).

In einer Datentabelle sollen nun zu den Variablen Investition, Rückfluss und Laufzeit der interne Zinsfuß und der Nettobarwert bestimmt werden. Die Investitionen und Rückflüsse im Bereich F9:G20 stellen die Werte dar, die untersucht werden sollen. Sie werden nach dem gleichen Prinzip in einer Zelle zusammengefasst.

$H9 = \text{TEXT}(F9; \text{"\#.##0 €"}) \& \text{ZEICHEN}(10) \& \text{TEXT}(G9; \text{"\#.##0 €"})$

Die Formel wird nach H10:H20 übertragen. Die Laufzeiten werden von I8:S8 aufgeführt. Das Ergebnis, das die Datentabelle ausgeben soll, wird in H8 bestimmt. In diesem Beispiel eine Konstruktion aus zwei Ergebnissen.

$H8 = \text{TEXT}(\text{IKV}(C8:C20); \text{"0,0 \%"}) \& \text{ZEICHEN}(10) \& \text{TEXT}(\text{NBW}(6\%; C8:C20); \text{"\#.##0 €"})$

Markiert wird der Bereich von H8:S20. Mit dem Aufruf der Datentabelle und den Eingaben nach Abb. 7.27 ergibt sich das nachfolgende Ergebnis (Abb. 7.28). Dieses Beispiel liefert mit drei Variablen gleich zwei Ergebnisse, die dazu aus der Formelkonstruktion heraus formatiert werden.

		-9.8 %					
Inv	Rück	-78.378 €	10	11	12	13	14
		-125.000 €	-7.4 %	-5.4 %	-3.8 %	-3.8 %	-3.8 %
-125.000 €	8.000 €	8.000 €	-62.377 €	-58.401 €	-54.650 €	-54.650 €	-54.650 €
		-125.000 €	-3.9 %	-2.1 %	-0.6 %	-0.6 %	-0.6 %
-125.000 €	10.000 €	10.000 €	-48.490 €	-43.520 €	-38.832 €	-38.832 €	-38.832 €
		-125.000 €	-0.7 %	0.9 %	2.2 %	2.2 %	2.2 %
-125.000 €	12.000 €	12.000 €	-34.603 €	-28.639 €	-23.013 €	-23.013 €	-23.013 €
		-120.000 €	-6.8 %	-4.8 %	-3.3 %	-3.3 %	-3.3 %
-120.000 €	8.000 €	8.000 €	-57.660 €	-53.684 €	-49.933 €	-49.933 €	-49.933 €
		-120.000 €	-3.2 %	-1.4 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
-120.000 €	10.000 €	10.000 €	-43.773 €	-38.803 €	-34.115 €	-34.115 €	-34.115 €
		-120.000 €	0.0 %	1.6 %	2.9 %	2.9 %	2.9 %
-120.000 €	12.000 €	12.000 €	-29.886 €	-23.922 €	-18.296 €	-18.296 €	-18.296 €
		-115.000 €	-6.1 %	-4.2 %	-2.7 %	-2.7 %	-2.7 %
-115.000 €	8.000 €	8.000 €	-52.943 €	-48.967 €	-45.216 €	-45.216 €	-45.216 €
		-115.000 €	-2.5 %	-0.7 %	0.7 %	0.7 %	0.7 %
-115.000 €	10.000 €	10.000 €	-39.056 €	-34.086 €	-29.398 €	-29.398 €	-29.398 €
		-115.000 €	0.8 %	2.4 %	3.6 %	3.6 %	3.6 %
-115.000 €	12.000 €	12.000 €	-25.169 €	-19.205 €	-13.579 €	-13.579 €	-13.579 €
		-110.000 €	-5.4 %	-3.5 %	-2.0 %	-2.0 %	-2.0 %
-110.000 €	8.000 €	8.000 €	-48.226 €	-44.250 €	-40.499 €	-40.499 €	-40.499 €
		-110.000 €	-1.7 %	0.0 %	1.4 %	1.4 %	1.4 %
-110.000 €	10.000 €	10.000 €	-34.339 €	-29.369 €	-24.681 €	-24.681 €	-24.681 €
		-110.000 €	1.6 %	3.2 %	4.4 %	4.4 %	4.4 %
-110.000 €	12.000 €	12.000 €	-20.452 €	-14.488 €	-8.862 €	-8.862 €	-8.862 €

LAUFZEIT						
15	16	17	18	19	20	
-3,8 %	-3,8 %	-3,8 %	-3,8 %	-3,8 %	-3,8 %	
-54.650 €	-54.650 €	-54.650 €	-54.650 €	-54.650 €	-54.650 €	
-0,6 %	-0,6 %	-0,6 %	-0,6 %	-0,6 %	-0,6 %	
-38.832 €	-38.832 €	-38.832 €	-38.832 €	-38.832 €	-38.832 €	
2,2 %	2,2 %	2,2 %	2,2 %	2,2 %	2,2 %	
-23.013 €	-23.013 €	-23.013 €	-23.013 €	-23.013 €	-23.013 €	
-3,3 %	-3,3 %	-3,3 %	-3,3 %	-3,3 %	-3,3 %	
-49.933 €	-49.933 €	-49.933 €	-49.933 €	-49.933 €	-49.933 €	
0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	
-34.115 €	-34.115 €	-34.115 €	-34.115 €	-34.115 €	-34.115 €	
2,9 %	2,9 %	2,9 %	2,9 %	2,9 %	2,9 %	
-18.296 €	-18.296 €	-18.296 €	-18.296 €	-18.296 €	-18.296 €	
-2,7 %	-2,7 %	-2,7 %	-2,7 %	-2,7 %	-2,7 %	
-45.216 €	-45.216 €	-45.216 €	-45.216 €	-45.216 €	-45.216 €	
0,7 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %	0,7 %	
-29.398 €	-29.398 €	-29.398 €	-29.398 €	-29.398 €	-29.398 €	
3,6 %	3,6 %	3,6 %	3,6 %	3,6 %	3,6 %	
-13.579 €	-13.579 €	-13.579 €	-13.579 €	-13.579 €	-13.579 €	
-2,0 %	-2,0 %	-2,0 %	-2,0 %	-2,0 %	-2,0 %	
-40.499 €	-40.499 €	-40.499 €	-40.499 €	-40.499 €	-40.499 €	
1,4 %	1,4 %	1,4 %	1,4 %	1,4 %	1,4 %	
-24.681 €	-24.681 €	-24.681 €	-24.681 €	-24.681 €	-24.681 €	
4,4 %	4,4 %	4,4 %	4,4 %	4,4 %	4,4 %	
-8.862 €	-8.862 €	-8.862 €	-8.862 €	-8.862 €	-8.862 €	

Abb. 7.28 Ergebnistabelle



## 7.6 Szenarien

Gibt es noch mehr Variable in einer Betrachtung und sind ihre Einflüsse auf das Ergebnis vielfältig, dann empfiehlt sich die Nutzung von Szenarien. Die Idee der Szenarien besteht darin, die Auswirkungen von Parametern in Formeln zu betrachten, wenn diese andere als geplante Veränderungen annehmen. In einem zuvor behandelten Kapitel Trendberechnung wurden Vergangenheitswerte fortgeschrieben, um so Aussagen über Zukunftswerte zu erhalten. Bei diesen, meist linearen Fortschreibungen besteht jedoch das Problem, dass die verschiedensten Entwicklungen zentraler Parameter wenig Beachtung finden.

In diesen Fällen sind Szenarien sehr hilfreich. Mit ihnen lassen sich die Auswirkungen auf das gesamte System besser studieren. Sie beantworten Fragen wie, was wäre wenn die Preise am Markt sich nicht durchsetzen oder der Marktanteil anders ausfällt als prognostiziert.

### Lektion 7.4 Szenarien

#### Die Idee

Szenarien erlauben es, den Einfluss einer oder mehrerer Parameter auf das Ergebnis zu studieren. Natürlich können in einem Formelwerk auch die veränderten Werte eingesetzt werden, doch dann fehlt der direkte Vergleich. Außerdem lassen sich Szenarien mit dem Szenario-Manager bequem verwalten und präsentieren.

#### Erstellen

Auch bei einem Szenario ist die Verwendung von Bereichsnamen besonders hilfreich. Die in Abschn. 7.3 gewonnene Lösung (Abb. 7.29) soll mit verschiedenen Umsatzprognosen dargestellt werden. Dazu wird der *Szenario-Manager* im Register *Daten* in der Gruppe *Datentools* unter *Was-wäre-wenn-Analyse* aufgerufen. Dieser zeigt zunächst noch keinen Eintrag. Mit *Hinzufügen* kann ein Szenario erfasst werden (Abb. 7.30).

Umsatz	348.480,00 €
Kosten	125.000,00 €
Ergebnis	=Umsatz-Kosten

**Abb. 7.29** Eingabewerte

	A	B	C	D	E
1					
2					
3		Umsatz	348.480,00 €		
4		Kosten	125.000,00 €		
5		Ergebnis	223.480,00 €		
6					

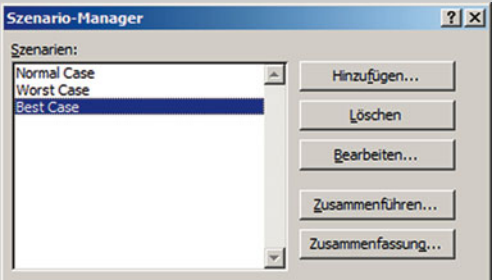
**Szenario hinzufügen**

Szenario name:

Veränderbare Zellen:

**Abb. 7.30** Auswertung

Neben dem vorhandenen Szenario Normal Case werden die Szenarien Worst Case und Best Case hinzugefügt (Abb. 7.31), bei denen jeweils Angaben zum Umsatz gemacht werden.



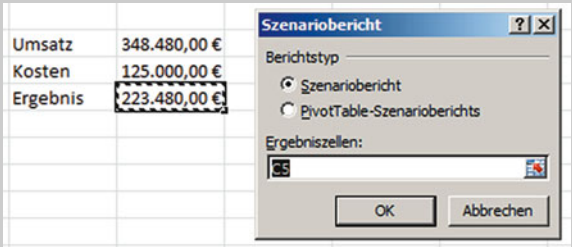
**Abb. 7.31** Szenarien erstellen

**Zusammenführung**

Mit der Schaltfläche *Zusammenführen* können die vorhandenen Szenarien mit weiteren Szenarien aus anderen Tabellenblättern zusammengeführt werden.

**Bericht**

Mit der Schaltfläche *Zusammenfassung* wird nach dem Typ des Berichts gefragt und die Ergebniszelle(n) genannt (Abb. 7.32).



**Abb. 7.32** Szenario Bericht erstellen

Mit der Bestätigung wird der Bericht auf einem eigenen Arbeitsblatt erstellt als Szenariobericht (Abb. 7.33) oder auch als PivotTable (Abb. 7.34).

1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							

Szenariobericht

Aktuelle Werte: Normal Case Worst Case Best Case

Veränderbare Zellen:

Umsatz 348.480,00 € 348.480,00 € 318.000,00 € 425.000,00 €

Ergebniszellen:

\$C\$5 223.480,00 € 223.480,00 € 193.000,00 € 300.000,00 €

Hinweis: Die Aktuelle Wertespalte repräsentiert die Werte der veränderbaren Zellen zum Zeitpunkt, als der Szenariobericht erstellt wurde. Veränderbare Zellen für Szenarien sind in grau hervorgehoben.

Abb. 7.33 Szenariobericht

1	Umsatz von	(Alle)
2		
3	Zeilenbeschriftungen	Umsätze
4	Best Case	300000
5	Normal Case	223480
6	Worst Case	193000
7		

PivotTable-Feldliste

Wählen Sie die Felder aus, die Sie dem Bericht hinzufügen möchten:

☒ Erg. \$C\$5

☒ Umsatz

☒ Umsatz von

Abb. 7.34 Szenariobericht als PivotTable

► X\_07-08\_Szenarien.xlsx

In einem alten Kalkulationsbeispiel sind die angegebenen Einzelkosten nicht so stabil wie angenommen. In den Szenarien Worst Case und Best Case sollen Veränderungen durchgespielt werden (Abb. 7.35).

Unter Was-wäre-wenn-Analyse Was-wäre-wenn-Analyse ist der Szenarien-Manager aufrufbar. Mit seiner Hilfe werden Szenarien neu erstellt und bearbeitet. Mit Hinzufügen wird ein Szenario-Name angefordert und welche Zellen verändert werden sollen (Abb. 7.36).

Zu jedem Szenario müssen dann die veränderten Werte angegeben werden (Abb. 7.37).

Es ergibt sich eine Sammlung von Szenarien, die dem entsprechenden Worksheet zugeordnet sind. Auf anderen Sheets lassen sich wiederum anderen Szenarien definieren (Abb. 7.38).

	A	B	C	D
1		Einzelkosten	%-Anteil	
2	Entwicklung	12.400,00 €	20,9%	
3	Material	10.200,00 €	17,2%	
4	Fertigung	11.500,00 €	19,4%	
5	Verwaltung	5.400,00 €	9,1%	
6	Marketing	9.400,00 €	15,9%	
7	Vertrieb	10.400,00 €	17,5%	
8				
9	Gesamtkosten	59.300,00 €		
10				
11				
12	Stückzahl	100		
13	Herstellpreis	593,00 €		
14	Gewinn	177,90 €	30%	
15	Nettopreis	770,90 €		
16	MWSteuern	146,47 €		
17	Verkaufspreis	917,37 €		

E	F	G	H
Worst Case 1	Worst Case 2	Best Case 1	Best Case 2
12.400,00 €	10.100,00 €	6.000,00 €	4.800,00 €
10.200,00 €	8.300,00 €	5.000,00 €	4.000,00 €
11.500,00 €	9.300,00 €	5.540,00 €	4.500,00 €
5.400,00 €	4.400,00 €	2.600,00 €	2.100,00 €
9.400,00 €	7.600,00 €	4.500,00 €	3.600,00 €
10.400,00 €	8.400,00 €	5.000,00 €	4.100,00 €

Abb. 7.35 Kalkulation

Abb. 7.36 Szenarien bearbeiten

B	C	D	E	F	G
Einzelkosten	%-Anteil		Worst Case 1	Szenarien bearbeiten	
12.400,00 €	20,9%		12.400,00 €	Szenario: <input type="text" value="Worst Case 1"/>	
10.200,00 €	17,2%		10.200,00 €	Veränderbare Zellen:	
11.500,00 €	19,4%		11.500,00 €	B2:B7	
5.400,00 €	9,1%		5.400,00 €	Halten Sie Strg gedrückt, um	
9.400,00 €	15,9%		9.400,00 €	Kommentar:	
10.400,00 €	17,5%		10.400,00 €		

Abb. 7.37 Szenariowerte

E	Szenariowerte
Worst Case 1	Setzen Sie Werte für jede veränderbare Zelle ein.
12.400,00 €	1: \$B\$2 <input type="text" value="12400"/>
10.200,00 €	2: \$B\$3 <input type="text" value="10200"/>
11.500,00 €	3: \$B\$4 <input type="text" value="11500"/>
5.400,00 €	4: \$B\$5 <input type="text" value="5400"/>
9.400,00 €	5: \$B\$6 <input type="text" value="9400"/>
10.400,00 €	
	OK Abbrechen

Abb. 7.38 Szenarien

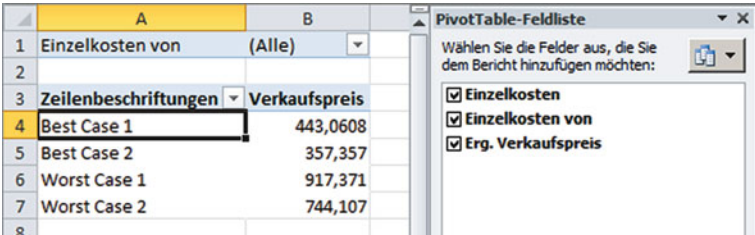
# Szenarien

		1					
		2					
1	2		A	B	C	D	E
		1					
		2					
		3					
		4					
		5					
		6					
		7					
		8					
		9					
		10					
		11					
		12					
		13					
		14					

Szenariobericht			
		Aktuelle Werte:	Worst Case 1
Veränderbare Zellen:			
	Entwicklung	4.800,00 €	12.400,00 €
	Material	4.000,00 €	10.200,00 €
	Fertigung	4.500,00 €	11.500,00 €
	Verwaltung	2.100,00 €	5.400,00 €
	Marketing	3.600,00 €	9.400,00 €
	Vertrieb	4.100,00 €	10.400,00 €
Ergebniszellen:			
	Verkaufspreis	357,36 €	917,37 €


Abb. 7.39 Szenariobericht



	A	B
1	Einzelkosten von	(Alle)
2		
3	Zeilenbeschriftungen	Verkaufspreis
4	Best Case 1	443,0608
5	Best Case 2	357,357
6	Worst Case 1	917,371
7	Worst Case 2	744,107

**PivotTable-Feldliste**

Wählen Sie die Felder aus, die Sie dem Bericht hinzufügen möchten:

- ☒ Einzelkosten
- ☒ Einzelkosten von
- ☒ Erg. Verkaufspreis

Abb. 7.40 Szenariobericht als PivotTable

**Abb. 7.41** Veränderliche Werte im Kalkulationsschema

	A	B	C
1		Einzelkosten	%-Anteil
2	Entwicklung	7.800,00 €	20,1%
3	Material	6.400,00 €	16,5%
4	Fertigung	7.200,00 €	18,5%
5	Verwaltung	3.400,00 €	8,7%
6	Marketing	5.900,00 €	15,2%
7	Vertrieb	8.200,00 €	21,1%
8			
9	Gesamtkosten	38.900,00 €	
10			
11			
12	Stückzahl	100	
13	Herstellpreis	389,00 €	
14	Gewinn	77,80 €	20%
15	Nettopreis	466,80 €	
16	MWSteuer	88,69 €	
17	Verkaufspreis	555,49 €	

Mit Zusammenfassung werden alle Szenarien in einem gesonderten Sheet ausgewertet (Abb. 7.39).

Dieser Szenariobericht kann auch wieder im Pivot-Format ausgegeben werden (Abb. 7.40).

Änderungen in einem Szenario werden nicht automatisch in den Bericht übernommen. Erst mit der Erstellung eines neuen Berichts sind auch die neuen Werte vorhanden.

In dem bereits verwendeten Kalkulationsbeispiel interessiert die Veränderung des Verkaufspreises, wenn Stückzahlen und Gewinnanteile variieren (Abb. 7.41). Vereinfacht werden die Material-, Fertigungs- und Vertriebskosten linear abhängig von der Stückzahl bestimmt (Kosten / Stück\*Stückzahl).

Die beiden Zellen werden markiert und dann der Szenario-Manager aufgerufen. Mit Variationen von Stückzahl und Gewinnanteil ergibt sich ein anschaulicher Bericht (Abb. 7.42).

	1				
	2				.
1	2	A	B	C	D
	1				
	2				
	3				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				

Szenariobericht		Aktuelle Werte:
Veränderbare Zellen:		
Stückzahl		100
GewinnProzent		20%
Ergebniszellen:		
Verkaufspreis		555,49 €

Hinweis: Die Aktuelle Wertespalte repräsentiert die Werte der veränderbaren Zellen zum Zeitpunkt, als der Szenariobericht erstellt wurde. Veränderbare Zellen sind in grau hervorgehoben.

	E	F	G	H			
	K1	K2	K3				
	10000	20000	50000				
	20%	25%	30%				
	313,75 €	325,55 €	337,78 €				

tiert die Werte der veränderbaren Zellen zum Zeitpunkt, als der Szenariobericht erstellt wurde. Veränderbare Zellen sind in grau hervorgehoben.

Abb. 7.42 Szenariobericht zur Kalkulation mit unterschiedlichen Stückzahlen

Nicht immer ist der Ersteller eines Berechnungsformulars auch der Nutzer. Und nicht immer ist dieser Nutzer in Excel geübt. Doch es gibt einige Methoden und Attribute in Excel, um solche Berechnungsformulare narrensicher zu machen. Aber es gibt doch Einiges mehr zu beachten. So ist die Aufteilung des Formulars so zu gestalten, dass sie auch druckgerecht ist.

---

## 8.1 Ein druckgerechtes Formular

Ein aktuelles Arbeitsblatt kann in seiner Darstellung über das Menüregister *Ansicht* in der Gruppe *Arbeitsmappenansicht* zwischen *Normal* und *Seitenlayout* wechseln. Im *Seitenlayout* wird das Arbeitsblatt in Druckbereiche unterteilt. Aber auch beim Wiederumschalten auf *Normal* werden die Druckbereiche durch gestrichelte Linien dargestellt (Abb. 8.1).

Im *Seitenlayout* werden außerdem die Kopf- und Fußzeilen angezeigt. Durch Anklicken wird eine solche Zeile in drei Bereiche unterteilt. Für jeden Bereich kann eine eigene Formatierung angewendet werden. Es gibt auch vorgefertigte Elemente, wie Datum, Uhrzeit und Seitenzahl, die über das Register Kopf- und Fußzeilentools eingefügt werden können (Abb. 8.2 und 8.3).

Für den Aufbau des Berechnungsformulars ist die Normaldarstellung besser geeignet. Zunächst einmal werden die Gitternetzlinien ausgeblendet (Register *Ansicht/Anzeigen*). Die Zellen für die Eingaben erhalten einen Rahmen. Unter den Eingaben werden die Ergebnisse aufgeführt, die sich aus den vorgegebenen Formeln bestimmen.



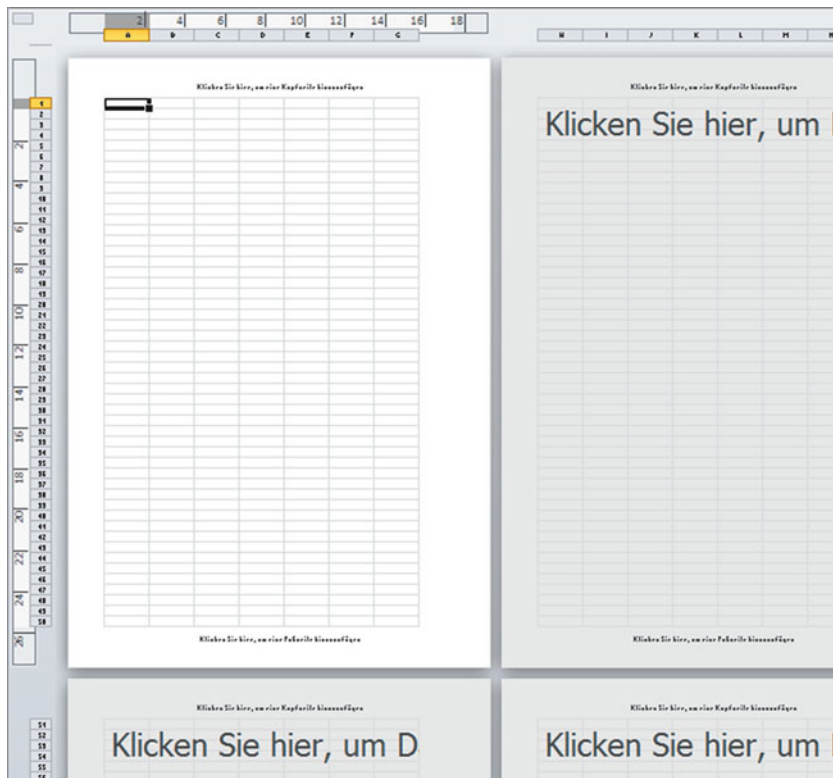


Abb. 8.1 Formularansicht

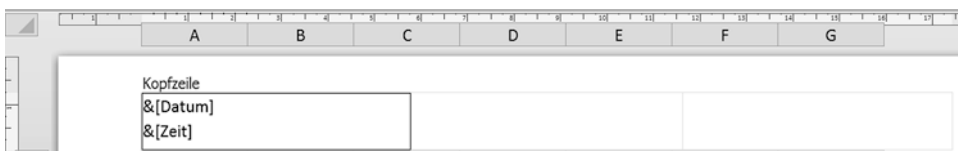


Abb. 8.2 Blattkopf links

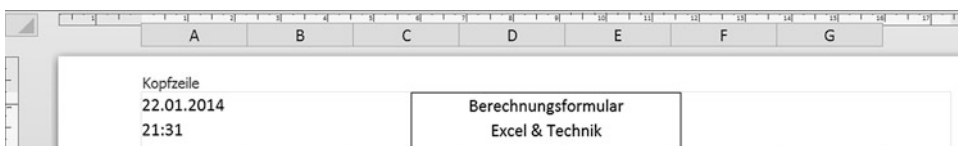


Abb. 8.3 Blattkopf Mitte

## 8.2 Berechnungsformular für eine Pressverbindung

Es soll ein Formular zur Bestimmung des optimalen Fugendurchmessers  $d_f$  einer Pressverbindung bestimmt werden. Neben den Maßen sind auch die zulässigen Festigkeiten der Bauteile gegeben (Abb. 8.4).

Aus den Durchmesserangaben bestimmen sich die Quotienten

$$q = \frac{d_i}{d_a} \quad (8.1)$$

$$q_a = \frac{d_f}{d_a} \quad (8.2)$$

$$q_i = \frac{d_i}{d_f} \quad (8.3)$$

Nach der Gestaltänderungs-Hypothese ist die Vergleichsspannung am offenen dickwandigen Hohlzylinder für das Außenteil

$$\sigma_{v,a} = p \sqrt{3 + \frac{q_a^4}{1 - q_a^2}} \quad (8.4)$$

und für das Innenteil

$$\sigma_{v,i} = \frac{2p}{1 - q_i^2} \quad (8.5)$$

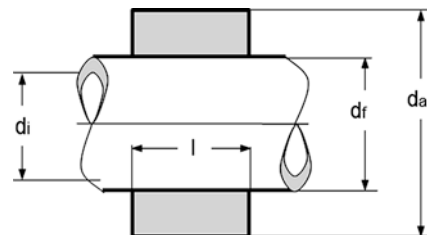
Bei einer Vollwelle mit  $q_i = 0$  folgt

$$\sigma_{v,i,0} = p \quad (8.6)$$

Diese den Belastungsfall charakterisierende Vergleichsspannung darf eine durch Sicherheitsbeiwerte behaftete Spannungsgrenze nicht überschreiten. Diese Grenze wird mit  $\sigma_{zul}$  bezeichnet und als gegeben vorausgesetzt. Da in der Regel auch unterschiedliche Materialien gefügt werden, ergibt sich ein Quotient

$$c = \frac{\sigma_{zul,i}}{\sigma_{zul,a}} \quad (8.7)$$

**Abb. 8.4** Schema einer Pressverbindung



	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4		Maße						
5		di		100 mm				
6		da		200 mm				
7		l		250 mm				
8		Zulässige Festigkeiten						
9		σ zul,i		480 N/mm <sup>2</sup>				
10		σ zul,a		630 N/mm <sup>2</sup>				
11		Haftbeiwert v		0,3				
12								
13		Auswertung						
14		c		0,76				
15		q		0,5				

Abb. 8.5 Formularentwurf

Die in den Gleichungen enthaltene Fugenpressung  $p$  darf diese zulässigen Grenzwerte gerade erreichen. Daraus resultiert durch Einsetzen der zulässigen Spannungswerte in die Gleichungen eine relative Fugenpressung für das Außenteil von

$$\frac{p}{\sigma_{zul,a}} = \frac{1 - q_a^2}{\sqrt{3 + q_y^2}} \quad (8.8)$$

und für das Innenteil

$$\frac{p}{\sigma_{zul,i}} = \frac{1}{2} (1 - q_i^2) c \quad (8.9)$$

bzw.

$$\frac{p}{\sigma_{zul,a}} = c. \quad (8.10)$$

Im ersten Schritt erhält das Arbeitsblatt seine Eingabefelder mit Beschriftung (Abb. 8.5). Eine Skizze ist oft von Vorteil. Manchmal genügt auch erklärender Text.

► X\_08-01\_Formular Pressverband.xlsx bis X\_08-08\_Formular Pressverband.xlsx

Das Formular bekommt folgende Bereichsnamen:

D4 = D\_i, D5 = D\_a, D6 = Lng, D9 = Zul\_i, D10 = Zul\_a, D11 = Haft

Die Hilfsgrößen berechnen sich aus

D14 = Zul\_i/Zul\_a

D15 = D\_i/D\_a

**Abb. 8.6** Ergebnisse

I	J	K	L
q0	q1	q2	f
0	1	0,5	0,42857143
0,5	1	0,75	0,02859917
0,75	1	0,875	-0,13279554
0,75	0,875	0,8125	-0,05334313
0,75	0,8125	0,78125	-0,01273886
0,75	0,78125	0,765625	0,0078287
0,765625	0,78125	0,7734375	-0,00247908
0,765625	0,7734375	0,76953125	0,00266865
0,76953125	0,7734375	0,77148438	9,3266E-05
0,77148438	0,7734375	0,77246094	-0,00119328
0,77148438	0,77246094	0,77197266	-0,0005501
0,77148438	0,77197266	0,77172852	-0,00022844
0,77148438	0,77172852	0,77160645	-6,7594E-05
0,77148438	0,77160645	0,77154541	1,2835E-05
0,77154541	0,77160645	0,77157593	-2,738E-05
0,77154541	0,77157593	0,77156067	-7,2728E-06
0,77154541	0,77156067	0,77155304	2,7809E-06

Die Bestimmung des optimalen Fugendurchmessers erfolgt durch Iterationsschritte, die auf einem separaten Blatt durchgeführt werden.

$$I2 = D_i/D_a$$

$$J2 = 1$$

$$K2 = (I2 + J2)/2$$

$$L2 = (1 - K2 * K2) / \text{WURZEL}(3 + K2^4) - \$D\$14/2 * (1 - (\$D\$15/K2)^2)$$

Ist der Wert in L2 kleiner Null, dann ist  $J2 = K2$ , sonst  $I2 = K2$ . Umgesetzt durch

$$I3 = \text{WENN}(L2 \geq 0; K2; I2)$$

$$J3 = \text{WENN}(L2 < 0; K2; J2)$$

Solange der Wert in L2 nicht hinreichend klein ist, ab 3. wiederholen. Umgesetzt durch Übertragung der Formeln, bis in Spalte L ein sehr kleiner Wert steht, z. B.  $10^{-6}$  (Abb. 8.6).

Die Spalte K erhält den Namen *Mittelwert*. Die Anzahl der Werte in Spalte K bestimmt sich mit der Funktion *Anzahl2*. Der optimale Fugendurchmesser wird damit

$$D16 = D_a * \text{INDEX}(\text{Mittelwert}; \text{ANZAHL2}(\text{Mittelwert}))$$

Gewählt wird dann ein gerundeter Wert in D18 und die Zelle erhält den Namen *D\_f*. Damit bestimmen sich die weiteren Auswertungen mit

$$D19 = D_f/D_a \text{ erhält den Namen } q_a.$$

$$D20 = (1 - q_a^2) / \text{WURZEL}(3 + q_a^4) * \text{Zul}_a \text{ erhält den Namen } p_0.$$

$$D21 = D_f * \text{PI}() * \text{Lng} * p_0 * \text{Haft} / 1000$$

$$D22 = D_f^2 * \text{PI}() / 2 * \text{Lng} * p_0 * \text{Haft} / 1000000$$

Formblatt und Nebenrechnung zeigt Abb. 8.7.

	A	B	C	D	E
1					
2					
3		<b>Maße</b>			
4		di	<input type="text" value="100"/>	mm	
5		da	<input type="text" value="200"/>	mm	
6		l	<input type="text" value="250"/>	mm	
7					
8		<b>Zulässige Festigkeiten</b>			
9		$\sigma_{zul,i}$	<input type="text" value="480"/>	N/mm <sup>2</sup>	
10		$\sigma_{zul,a}$	<input type="text" value="630"/>	N/mm <sup>2</sup>	
11		Haftbeiwert v	<input type="text" value="0,3"/>		
12					
13		<b>Auswertung</b>			
14		c	<input type="text" value="0,76"/>		
15		q	<input type="text" value="0,5"/>		
16		df	<input type="text" value="154,31"/>	mm	
17					
18		gewählt df	<input type="text" value="150"/>	mm	
19		qa	<input type="text" value="0,75"/>		
20		p0	<input type="text" value="151,35"/>	N/mm <sup>2</sup>	
21		Fa	<input type="text" value="5.349,18"/>	kN	
22		Md	<input type="text" value="401,19"/>	kNm	
23					

	F	G	H	I	J	K	L
				q0	q1	q2	f
				0,5	1	0,75	0,02859917
				0,75	1	0,875	-0,13279554
				0,75	0,875	0,8125	-0,05334313
				0,75	0,8125	0,78125	-0,01273886
				0,75	0,78125	0,765625	0,0078287
				0,765625	0,78125	0,7734375	-0,00247908
				0,765625	0,7734375	0,76953125	0,00266865
				0,76953125	0,7734375	0,77148438	9,3266E-05
				0,77148438	0,7734375	0,77246094	-0,00119328
				0,77148438	0,77246094	0,77197266	-0,0005501
				0,77148438	0,77197266	0,77172852	-0,00022844
				0,77148438	0,77172852	0,77160645	-6,7594E-05
				0,77148438	0,77160645	0,77154541	1,2835E-05
				0,77154541	0,77160645	0,77157593	-2,738E-05
		opt. Fugendurchmesser		0,77154541	0,77157593	0,77156067	-7,2728E-06
				0,77154541	0,77156067	0,77155304	2,7809E-06
		Fugendurchmesser		0,77155304	0,77156067	0,77155685	-2,246E-06
		vorh. Fugenpressung					
		übertragbare Axialkraft					
		übertragbares Drehmoment					

**Abb. 8.7** Formular mit Nebenrechnung

## 8.3 Berechnungsabläufe automatisieren

Einen Schönheitsfehler hat diese Version. Die Iteration muss manuell durchgeführt werden. Doch Excel verfügt über eine Methode, Vorgänge aufzeichnen zu können und sie dann immer wieder auszuführen.

### Lektion 8.1 Der Makro Recorder

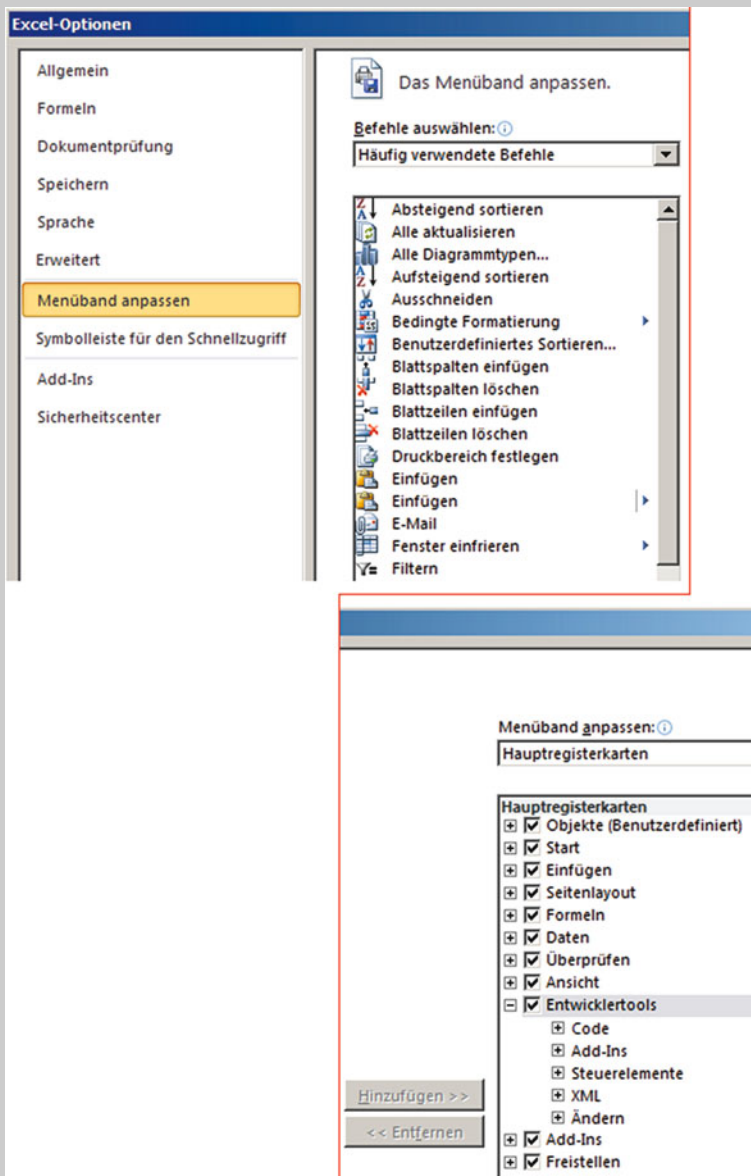
Der Makro-Recorder ist eine Methode, Aktionen bei der Durchführung aufzuzeichnen, um sie dann erneut abrufen zu können.

#### Aufzeichnen Methode 1

Unter dem Registerblatt *Ansicht* gibt es die Gruppe *Makros* und darunter die Methode *Makros aufzeichnen*. Aber Achtung, mit dem Einschalten der Aufzeichnung werden *alle Aktionen* aufgezeichnet, und damit auch fehlerhafte. Notfalls muss die Aufzeichnung beendet und neu gestartet werden.

#### Aufzeichnen Methode 2

Für diese Methode wird die Registerkarte *Entwicklertools* benötigt, die notfalls erst eingeschaltet werden muss. Sie befindet sich unter *Excel-Optionen* in der Methode *Menüband anpassen* (Abb. 8.8).

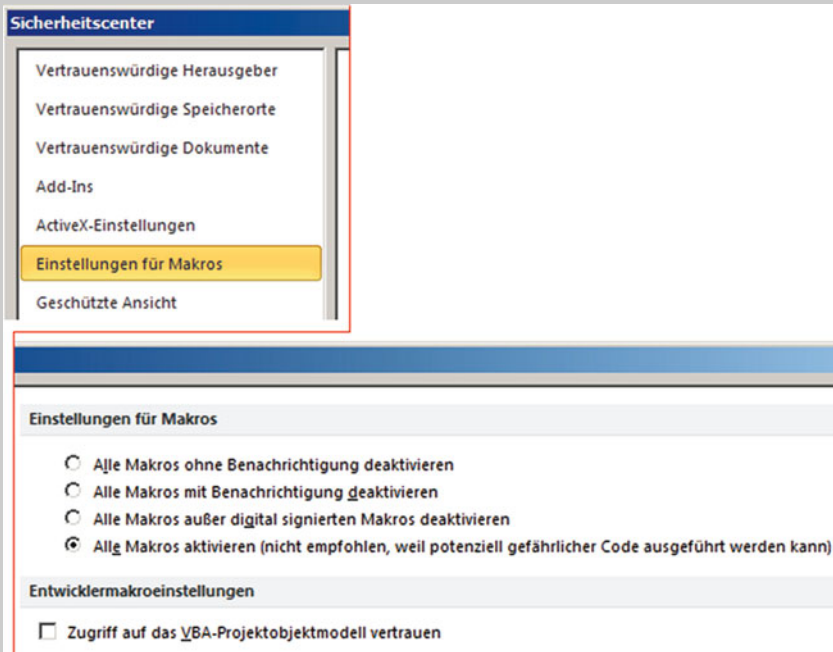


**Abb. 8.8** Menüband anpassen

Auf der Registerkarte *Entwicklertools* befindet sich die Gruppe *Code*. Dahinter verbirgt sich eine objektorientierte Software Entwicklungsumgebung mit der Programmiersprache *Visual Basic for Application*, kurz *VBA*, die aber nicht Gegenstand

dieses Buches ist. Dieses Buch beschreibt nur den Einsatz von Makros und Funktionen.

Um eigene Makros problemlos nutzen zu können, sollte die Makrosicherheit auf *alle Makros aktivieren* gestellt werden (Abb. 8.9). Fremde Makros sind mit Vorsicht zu behandeln, da Makros leicht Viren enthalten können.



**Abb. 8.9** Einstellungen für Makros

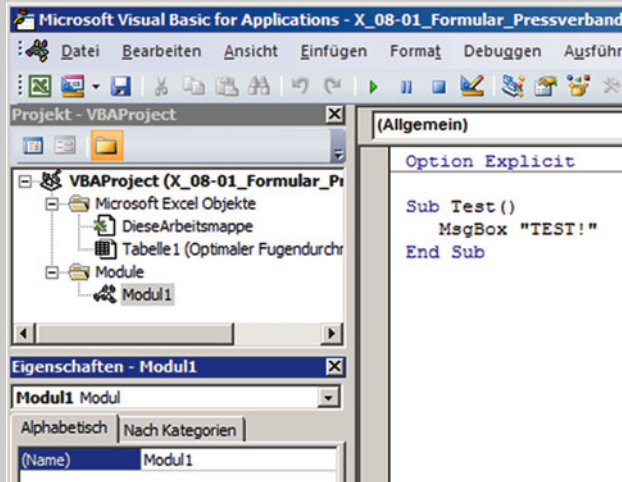
In der Gruppe *Code* gibt es ebenfalls mit *Makro aufzeichnen* die Möglichkeit, ein Makro zu starten und natürlich hier auch zu beenden.

#### Aufrufen und Bearbeiten

Die Methode *Makros* in der Gruppe *Code* öffnet ein Dialogfenster, in dem die vorhandenen Makros zu sehen sind. Hier können sie wieder gelöscht, aber auch aufgerufen werden. Das gleiche Dialogfenster öffnet sich mit den Tasten **ALT+F8**.

Mit *Bearbeiten* wird die Entwicklungsumgebung aufgerufen und im Projekt-Explorer findet sich unter *Module* das *Modul1*. Im zugehörigen Codefenster des Moduls befindet sich der Programmcode (Abb. 8.10).





**Abb. 8.10** VBA-Entwicklungsumgebung

Das *Modul1* kann im Eigenschaftsfenster (über *Ansicht* aufrufbar) auch umbenannt werden, z. B. in *MeineMakros* (ohne Leer- und Sonderzeichen, außer *\_*).

Für das Berechnungsbeispiel sind folgende Schritte erforderlich:

Makro einschalten

Die Spalten I:L markieren und auf die ENTF-Taste drücken. Damit werden eventuell vorhandene Daten gelöscht. Nun beginnt der eigentliche Prozess.

$$I1 = q0$$

$$J1 = q1$$

$$K1 = q2$$

$$L1 = f$$

$$I2 = D_i/D_a$$

$$J2 = 1$$

$$K2 = (I2 + J2) / 2$$

$$L2 = (1 - K2 * K2) / \text{WURZEL}(3 + K2^4) - \$D\$14 / 2 * (1 - (\$D\$15 / K2)^2)$$

$$I3 = \text{WENN}(L2 \geq 0; K2; I2)$$

$$J3 = \text{WENN}(L2 < 0; K2; J2)$$

Formeln aus K2:L2 nach K3:L3 ziehen.

Formeln aus I3:L3 nach unten ziehen bis in der Spalte L ein sehr geringer Wert steht, z. B.  $10^{-6}$ .

Makro ausschalten

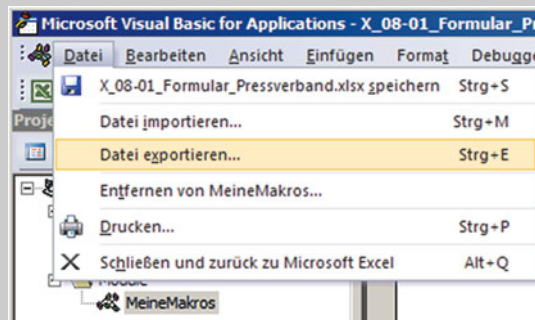
Nach dem Ende der Aufzeichnung können die Spalten I:L auch gelöscht werden. Denn die Iteration ist nun jederzeit als Makro aufrufbar. Mit dem Löschen der Spalten geht der berechnete Fugendurchmesser verloren. Die Berechnung mit dem gewählten Fugendurchmesser bleibt aber erhalten.

Mit den Tasten **ALT+F11** kann die Entwicklungsumgebung ebenfalls aufgerufen werden. Der Name *Modul1* wird im Eigenschaftsfenster in *MeineMakros* geändert. Im Codefenster wird durch Doppelklick der Name des Makros *Makro1* in *Iteration* geändert. Das Entwicklungsfenster kann wieder geschlossen werden.

Mit den Tasten **ALT+F8** wird das Makrofenster aufgerufen. Durch Markieren des Makronamens *Iteration* in der Liste und mit dem Button *Ausführen* wird das Makro gestartet.

### Lektion 8.2 Makros exportieren und importieren

Module, in denen sich Makros befinden, können als eigenständige Datei exportiert werden. In der Entwicklungsumgebung (**ALT+F11**) gibt es im Register *Datei* die Methode *Datei exportieren*. Wird das zu exportierende Modul angeklickt und diese Methode aufgerufen, kann das Modul über die Auswahl des Ordners in einem Dialogfeld gespeichert werden. Makros werden mit der Endung *.BAS* gespeichert (Abb. 8.11).

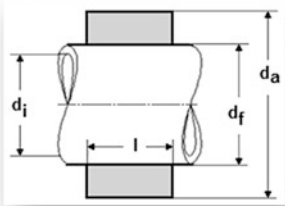


**Abb. 8.11** Modul exportieren

Im gleichen Register *Datei* befindet sich auch die Methode *Datei importieren*. So kann ein gespeichertes Modul auch in andere Workbooks gelangen und dort aufgerufen werden.

Makros lassen sich auch durch Befehlsschaltflächen aufrufen. Im Register *Entwicklungstools* in der Gruppe *Steuerelemente* kann unter *Einfügen* eine Befehlsschaltfläche (ActiveX-Steuerelement) in das Formular eingefügt werden. Unter dem Kontextmenü sind auch die Eigenschaften der Schaltfläche aufrufbar. Darin erhält das Attribut *Caption* den Text

	B	C	D	E	F	G	H
1							
2							
3	<b>Maße</b>						
4		$d_i$	90 mm				
5		$d_a$	200 mm				
6		$l$	250 mm				
7							
8	<b>Zulässige Festigkeiten</b>						
9		$\sigma_{zul,i}$	480 N/mm <sup>2</sup>				
10		$\sigma_{zul,a}$	630 N/mm <sup>2</sup>				
11	<b>Haftbeiwert <math>v</math></b>		0,3				
12							
13	<b>Auswertung</b>						
14		$c$	0,76				
15		$q$	0,45				
16		$d_f$	149,43 mm				
17							
18		gewählt $d_f$	150 mm				
19		$q_a$	0,75				
20		$p_0$	151,35 N/mm <sup>2</sup>				
21		$F_a$	5.349,18 kN				
22		$M_d$	401,19 kNm				

Iteration	

Abb. 8.12 Formular erweitert

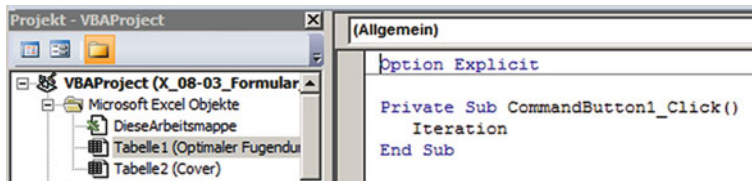


Abb. 8.13 Button Event Prozedur

*Iteration*, der auf der Schaltfläche erscheint. Danach kann das Eigenschaftsfenster wieder geschlossen werden (Abb. 8.12).

Mit einem Doppelklick auf die Schaltfläche öffnet sich das Codefenster des Formulars und enthält bereits einen Prozedurrumpf. Zwischen den Sub- und End Sub-Anweisungen wird der Makronamen *Iteration* eingetragen (Abb. 8.13). Nun kann die Entwicklungsumgebung wieder geschlossen und der Entwurfsmodus ausgeschaltet werden. Ein Klick auf die Schaltfläche startet das Makro.

## 8.4 Eigene Funktionen nutzen

So anschaulich der Iterationsvorgang auch sein mag, wirklich erforderlich ist er nicht. Nur das Ergebnis, der optimale Fugendurchmesser ist wichtig. Neben den Makros in VBA mit ihrer Struktur

**Sub** Makroname

(hier stehen Anweisungen)

**End Sub**

gibt es noch einen weiteren Prozedurtyp, nämlich die Funktion. Sie hat die Struktur

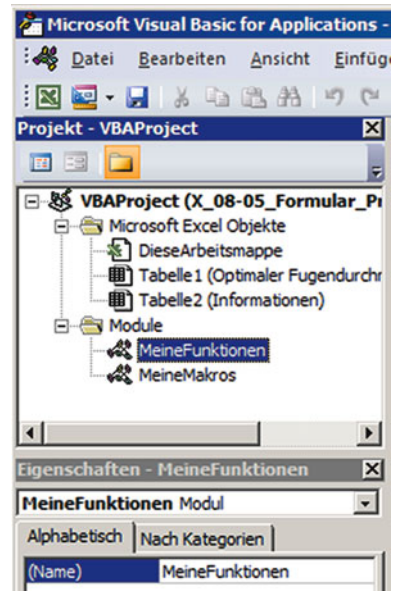
**Function** Funktionsname (Parameter as Type) as Type

(hier stehen Anweisungen)

**End Sub**

Nach einer Iteration ergibt die Multiplikation des Außendurchmessers mit einem Faktor den gesuchten Fugendurchmesser. Die Berechnung dieses Faktors in einer Funktion kann wie folgt geschehen. Dazu wird mit *ALT+F11* wieder die Entwicklungsumgebung geöffnet. Im Register *Einfügen* wird ein neues Modul gewählt. Im Eigenschaftsfenster bekommt dieses Modul den Namen *MeineFunktionen* (Abb. 8.14).

**Abb. 8.14** Der Projekt-Explorer



## Option Explicit

```

Function Faktor(c As Double, q As Double) As Double
    Dim q0 As Double
    Dim q1 As Double
    Dim q2 As Double
    Dim f As Double

    q0 = q
    q1 = 1
    Do
        q2 = (q0 + q1) / 2
        f = (1 - q2 ^ 2) / Sqr(3 + q2 ^ 4) - c / 2 * (1 - (q / q2) ^ 2)
        If f < 0 Then
            q1 = q2
        Else
            q0 = q2
        End If
    Loop While Abs(f) > 0.000001
    Faktor = q2
End Function

```

**Abb. 8.15** Die Funktion Faktor

Im dazugehörigen Codefenster wird der Code für die Funktion nach Abb. 8.15 geschrieben. Dabei ist auf richtige Schreibweise und Abstände zu achten.

Die Funktion beginnt mit dem Systemnamen *Function*. Dahinter steht ein frei wählbarer Name ohne Leer- und Sonderzeichen, außer dem *\_* Strich. Hinter dem Funktionsnamen, hier *Faktor*, stehen in Klammern die Parameter, die zur Rechnung benötigt werden und beim Aufruf der Funktion genannt werden. Beide Parameter *c* und *q* sind vom Datentyp *double*, also reelle Zahlen mit Vor- und Nachkommastellen. Die Funktion selbst liefert auch einen Wert und ist ebenfalls vom Datentyp *double*.

Dann werden mit der Anweisung *Dim* einige Hilfsgrößen definiert, alle ebenfalls vom Datentyp *double*. Die Berechnung startet damit, dass *q0* und *q1* Startwerte zugewiesen bekommen. Die Anweisungen in der *Do-Loop-Schleife* werden so lange wiederholt, bis der Funktionswert *f* kleiner als 0,000001 ist. Hier finden sich die Formeln der Iteration wieder. *Sqr* ist die Wurzelfunktion in VBA. Zum Abschluss erhält die Funktion den Rückgabewert.

Eingesetzt wird diese Funktion in

D16 = D\_a\*Faktor(D14;D15)

Eigene Funktionen werden genau wie Standardfunktionen aufgerufen und ihre Parameter, falls vorhanden, werden auch hier durch das Semikolon getrennt.

Excel Workbooks mit Makros und/oder Funktionen müssen als \*.xlsm Datei gespeichert werden. In einer \*.xlsx Datei würden sie verloren gehen. Module mit Funktionen lassen sich ebenfalls exportieren und importieren. In einem Modul können auch mehrere Makros und Funktionen untereinander stehen. Ebenso kann ein Projekt auch mehrere Module enthalten.

## 8.5 Formblattdesign

Der Hintergrund eines Formulars bekommt eine Farbe, so dass die Eingabefelder deutlicher sichtbar sind. Im Seitenlayout hat nun das Formular die in Abb. 8.16 dargestellte Form.

09.02.2014  
10:34
Berechnungsformular  
Pressverbindung
Seite 1

**Maße**

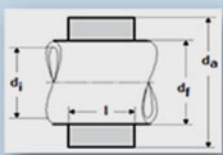
$d_i$	90 mm
$d_a$	200 mm
$l$	250 mm

**Zulässige Festigkeiten**

$\sigma_{zul,i}$	480 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{zul,a}$	630 N/mm <sup>2</sup>
Haftbeiwert $\nu$	0,5

**Auswertung**

$c$	0,76
$q$	0,45
$d_f$	149,43 mm
gewählt $d_f$	150 mm
$q_a$	0,75
$p_0$	151,35 N/mm <sup>2</sup>
$F_a$	5.349,18 kN
$M_d$	401,19 kNm



[Informationen](#)

opt. Fugendurchmesser

Fugendurchmesser

vorh. Fugenpressung

Übertragbare Axialkraft

Übertragbares Drehmoment

Vieweg Springer-Verlag
Exel Technik
Harald Nahrstedt

**Abb. 8.16** Das endgültige Formular

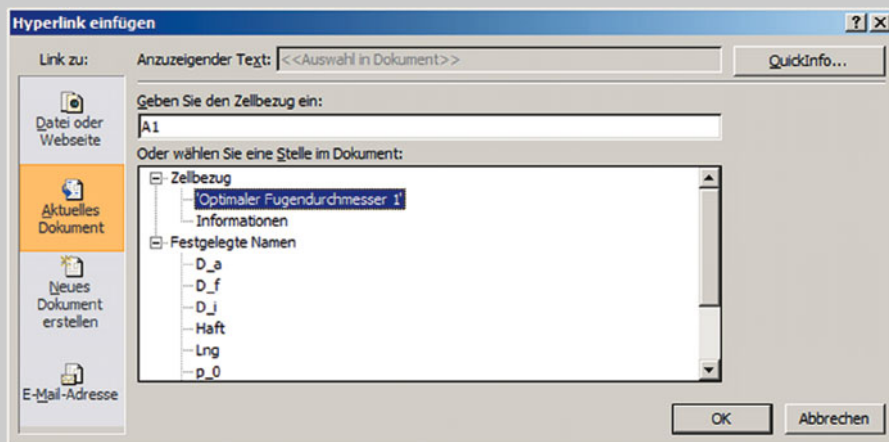
## 8.6 Mit Verweisen arbeiten

Mitunter sind die Informationstexte so umfangreich, dass sie nicht mehr auf das Formular passen.

### Lektion 8.3 Hyperlinks

Bei Hyperlinks handelt es sich um Verweise auf Elemente innerhalb eines Dokuments oder auf andere Dokumente. Der Hyperlink kann Bestandteil eines Textes oder Bildes sein. In Excel ist es auch ein Attribut der Zelle (Abb. 8.17). Das Kontextmenü einer Zelle weist dann auch das Attribut Hyperlink aus. Im sich öffnenden Dialogfenster können Hyperlinks zu folgenden Zwecken verwaltet werden:

- Hyperlink zu einer neuen Datei
- Hyperlink zu einer vorhandenen Datei oder Website
- Hyperlink zu einer bestimmten Stelle in einer Arbeitsmappe
- Hyperlink zu einer E-Mail-Adresse



**Abb. 8.17** Hyperlink einfügen

Ein vorhandener Hyperlink kann über das Kontextmenü einer Zelle auch wieder entfernt werden (Abb. 8.18).

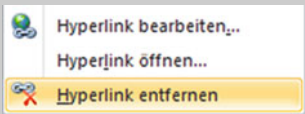


Abb. 8.18 Kontextmenü zu einem Hyperlink

Als Ergänzung zum Berechnungsformular wird ein weiteres Arbeitsblatt mit dem Namen *Informationen* erstellt. Es dient als Sammlung wichtiger Hinweistexte. Im Formular erhält eine Zelle einen Hyperlink zu den Informationen (Abb. 8.19).

Abb. 8.19 Hyperlink-Informationen im Formular

**Maße**

$d_i$	90	mm
$d_a$	200	mm
$l$	250	mm

**Zulässige Festigkeiten**

$\sigma_{zul,i}$	480	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{zul,a}$	630	N/mm <sup>2</sup>
Haftbeiwert $\nu$	0,3	

**Auswertung**

[Informationen](#)

Ein Klick auf den Hyperlink *Informationen* öffnet das Informationsblatt (Abb. 8.20).

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

A	B	C	D	E	F	G	H
<b>Pressverbindungen</b>							
				Die Verbindung wird durch elastische Verformungen von Welle und Nabe erzeugt. Dieses Formblatt bestimmt den optimalen Fugendurchmesser im Sinne gleichmäßiger Beanspruchung.  Auslegung siehe DIN 7190 Festigkeitsnachweis siehe DIN 743			
Eine Pressverbindung muss so ausgelegt sein, dass							
1. Eine Mindestflächenpressung vorhanden ist, die das größte auftretende Drehmomente und Kräfte übertragen kann.							
2. Die größtzulässige Flächenpressung nicht überschritten wird, damit die Bauteile nicht überansprucht werden.							
<a href="#">zurück</a>							

Abb. 8.20 Hilfstext zum Formular



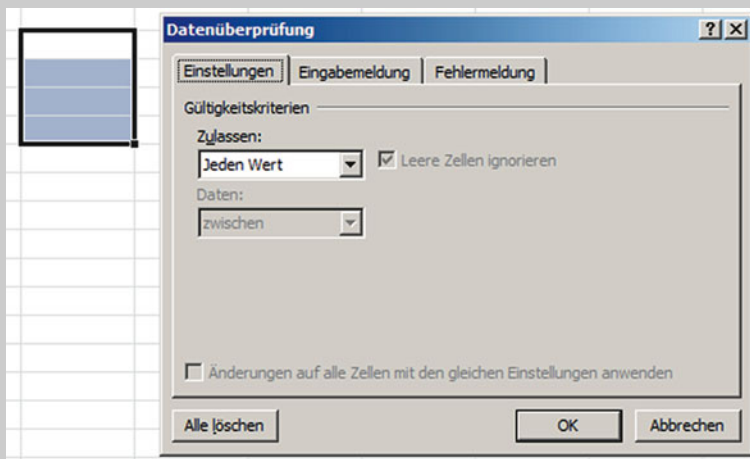
Das Informationsblatt erhält ebenfalls einen Hyperlink, der wieder zum Berechnungsformular zurückführt. Natürlich können die Register der Arbeitsblätter ebenfalls angeklickt werden. Wer dies nicht möchte, kann unter *Excel-Optionen* in der Gruppe *Erweitert* unter *Optionen für dieses Arbeitsblatt* die Option *Blattregisterkarten anzeigen* abwählen. Dann geht ein Aufruf nur noch über die Hyperlinks.

## 8.7 Eingaben beschränken und prüfen

In einem Formular ist es immer wichtig, die Eingaben auf sinnvolle Werte zu beschränken. Excel verfügt dazu über die Methode *Gültigkeitsprüfung*.

### Lektion 8.4 Datenprüfung

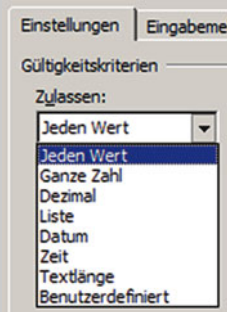
Für markierte Zellen oder Zellbereiche lassen sich Überprüfungsmethoden definieren. Im Register *Daten* in der Gruppe *Datentools* gibt es die Methode *Datenprüfung*. Der Aufruf zeigt ein Dialogfeld (Abb. 8.21).



**Abb. 8.21** Dialogfenster zur Datenüberprüfung

### Einstellungen

Drei Register erlauben Einstellungen zur Prüfung. Das Register *Einstellungen* befasst sich mit dem Datentyp und dem Wertebereich (Abb. 8.22).



**Abb. 8.22** Zulässigen Datentyp für die Eingabe wählen

Standardmäßig ist jeder Wert eingestellt. Die Beschränkung auf ganze Zahlen erlaubt zusätzlich eine Eingrenzung mit Grenzwertangaben. Dezimalzahlen werden ähnlich gehandhabt. Ebenso Datums- und Zeitangaben, die noch auf ein richtiges Format geprüft werden (Abb. 8.23).



**Abb. 8.23** Gültigkeitsbereich für ganze Zahl wählen

Die Beschränkung auf *Liste* zeigt ein Textfeld *Quelle*, in dem die zulässigen Werte definiert sind. Dies kann durch Angabe der Werte selbst, getrennt durch das Zeichen Semikolon erfolgen. Auch Bereichsnamen können bei der Gültigkeitsprüfung verwendet werden (Abb. 8.24).

**Abb. 8.24** Liste mit Werten für Vorgaben

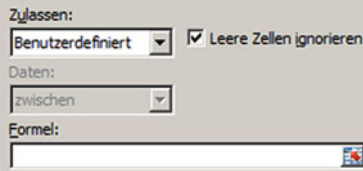
Oder aber durch eine Zelle oder einen Zellbereich, der mit dem Bereichswähler ausgewählt werden kann. In diesem Bereich stehen dann die zulässigen Werte (Abb. 8.25).

**Abb. 8.25** Liste mit Vorgaben aus einem Bereich vorgeben

Texte können auf ihre Länge überprüft werden und haben darin verschiedene Möglichkeiten durch Angaben von Länge und Grenzen (Abb. 8.26).

**Abb. 8.26** Textvorgaben

Letztlich kann die Gültigkeit durch Angabe einer Formel geprüft werden (Abb. 8.27).



Zulassen:  
Benutzerdefiniert ☒ Leere Zellen ignorieren

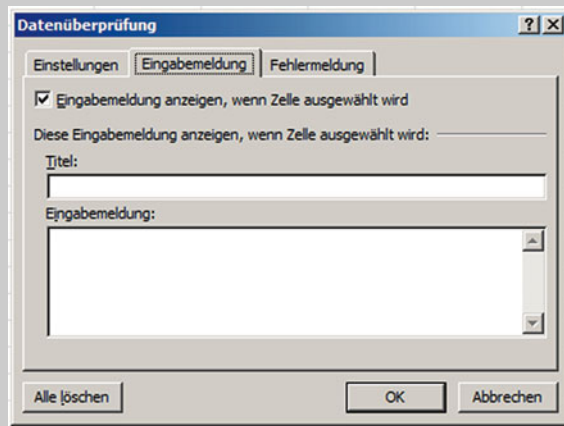
Daten:  
zwischen

Formel:

**Abb. 8.27** Benutzerdefinierte Vorgaben

### Eingabemeldung

Im Register Eingabemeldung kann ein Hinweistext eingestellt werden, der immer dann erscheint, wenn der Bereich aktiviert wird (Abb. 8.28).



Datenüberprüfung

Einstellungen Eingabemeldung Fehlermeldung

☒ Eingabemeldung anzeigen, wenn Zelle ausgewählt wird

Diese Eingabemeldung anzeigen, wenn Zelle ausgewählt wird:

Titel:

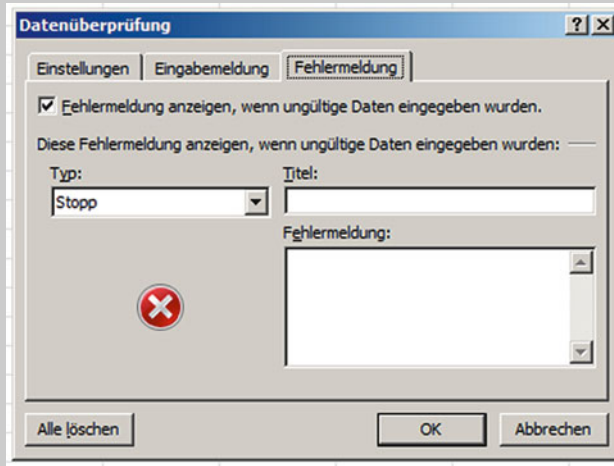
Eingabemeldung:

Alle löschen OK Abbrechen

**Abb. 8.28** Eingabemeldung

### Fehlermeldung

Im Register Fehlermeldung kann ebenfalls ein Hinweistext eingestellt werden, der immer dann erscheint wenn eine fehlerhafte Eingabe getätigt wurde (Abb. 8.29).



**Abb. 8.29** Fehlermeldung

Der Typangabe kommt dabei eine besondere Bedeutung zu (Abb. 8.30).



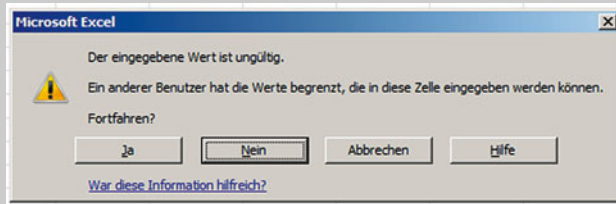
**Abb. 8.30** Fehlertyp Stopp

Der Typ *Stopp* lässt nur Eingaben zu, die den Gültigkeitsforderungen entsprechen. Anders ist dies beim Typ *Warnung* (Abb. 8.31).



**Abb. 8.31** Fehlertyp Warnung

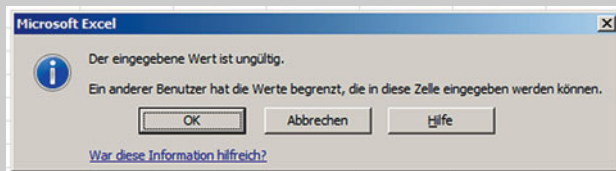
Es wird ebenfalls ein Hinweis auf fehlerhafte Eingabe eingeblendet, aber es besteht die Möglichkeit, über die Schaltfläche *Ja* den Eingabewert zu akzeptieren (Abb. 8.32)

**Abb. 8.32** Fehlerhinweis

Ähnlich verhält es sich beim Typ *Informationen* (Abb. 8.33). Der Warnhinweis ist in diesem Fall eher ein Informationshinweis.

**Abb. 8.33** Fehlertyp Information

Auch hier erfolgt ein Fehlerhinweis. Doch mit der Bestätigung *OK* wird auch hier die Eingabe akzeptiert (Abb. 8.34).

**Abb. 8.34** Informationsmeldung

Für das Berechnungsformular soll der Innendurchmesser auf den Bereich zwischen 0 und 500 mm beschränkt werden. Das Hinweisfenster kann mit der gedrückten linken Maustaste auf einen sinnvollen Platz verschoben werden (Abb. 8.35).

Der Außendurchmesser ist durch den Innendurchmesser beschränkt (Abb. 8.36).

**Abb. 8.35** Eingabehinweis zum Formular

Eingabehinweis:  
Der Innendurchmesser ist auf den Wertebereich 0 bis 500 beschränkt.

di	90	mm
da	200	mm
l	250	mm

**Abb. 8.36** Durchmesserbegrenzung

Zulassen:  
Dezimal ☐ ☒ Leere Zellen ignorieren

Daten:  
zwischen ☐

Minimum:  
=D\_i

Maximum:  
1000

## 8.8 Formulare schützen

Um zu verhindern, dass außer den Eingabewerten noch andere Einträge im Formular verändert werden, kann das Formular einen Blattschutz erhalten.

### Lektion 8.5 Arbeitsblätter mit Ausnahmen schützen

#### Ausnahmebereiche

Bevor ein Arbeitsblatt einen Änderungsschutz erhält, müssen die Ausnahmen zu diesem Schutz definiert werden. Diese Zellen werden zuerst markiert. Im Register *Überprüfen* in der Gruppe *Änderungen* wird *Benutzer dürfen Bereiche bearbeiten* aufgerufen (Abb. 8.37).

**Benutzerberechtigungen zum Bearbeiten von Bereichen** [?] [X]

Bereiche, für die ein Kennwort die Sperre aufhebt:

Titel	Bezieht sich auf Zellen

Buttons: Neu..., Ändern..., Löschen

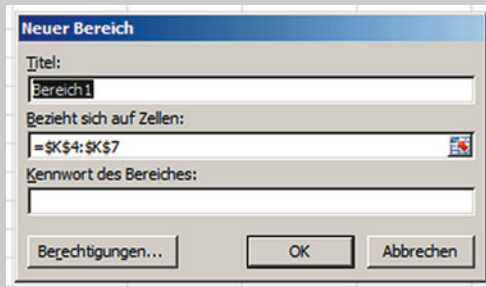
Benutzer festlegen, die den Bereich ohne Kennwort bearbeiten dürfen:  
Berechtigungen...

☐ Benutzerberechtigungsinformation in neue Arbeitsmappe einfügen

Buttons: Blattschutz..., OK, Abbrechen, Übernehmen

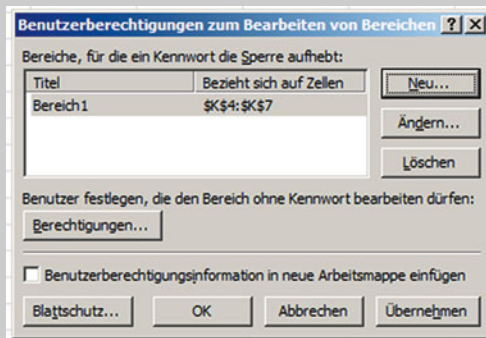
**Abb. 8.37** Benutzerberechtigungen

Das Dialogfeld zur Verwaltung dieser Bereiche ist am Anfang leer. Erst mit dem Vorgang *Neu* wird ein weiteres Dialogfenster eingeblendet, das die bereits markierten Zellen enthält (Abb. 8.38).



**Abb. 8.38** Definierter Bereich ohne Passwortschutz

Wird in diesem Dialog ein Passwort angegeben, dann sind die Eingaben passwortgeschützt und können nur durch dessen Nennung eingegeben werden. Wird dieses Dialogfeld geschlossen, dann finden sich die Daten in der Verwaltungsliste wieder (Abb. 8.39).



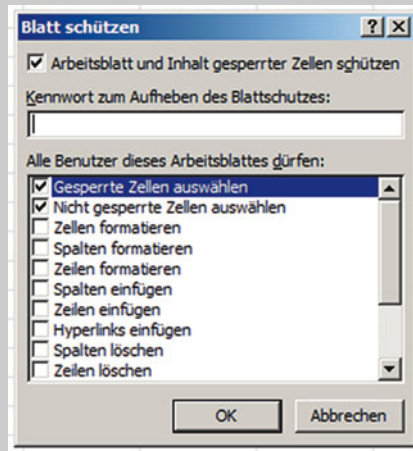
**Abb. 8.39** Berechtigungs-Verwaltung

Hier können alle Bereiche bearbeitet und auch wieder gelöscht werden.

### Blattschutz

Im nächsten Schritt wird im Register *Überprüfen* in der Gruppe *Änderungen* die Methode *Blatt schützen* aufgerufen. Die üblichen Optionen sind bereits eingestellt und es muss lediglich ein Passwort eingegeben werden (Abb. 8.40).





**Abb. 8.40** Passwort vergeben

Das Passwort muss noch einmal bestätigt werden (Abb. 8.41).

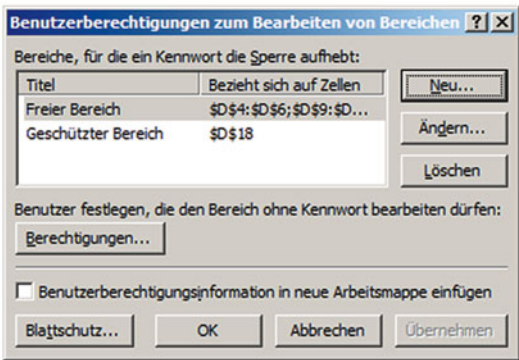


**Abb. 8.41** Passwortbestätigung

An gleicher Stelle im Register kann der Blattschutz auch wieder aufgehoben werden.

Für das Berechnungsformular werden zuerst die Bereiche D4:D6 und D9:D11 gleichzeitig markiert. Der Aufruf *Benutzer dürfen Bereiche bearbeiten* zeigt dann unter *Neu* diese Bereiche und sie erhalten den Namen *Freier Bereich*. Ein Passwort wird nicht vergeben. Anders im nächsten Fall. Die Zelle D18 wird markiert und ebenfalls unter *Neu* aufgerufen. Sie erhält den Namen *Geschützter Bereich* und das Passwort *Eingabe*. Einen gewählten Fugendurchmesser dürfen damit nur passwortautorisierte Personen durchführen (Abb. 8.42).

**Abb. 8.42** Zulässige Eingabebereiche für das Formular



Nach diesen Eingaben erhält das Formular einen Blattschutz mit dem Passwort *Blattschutz*. Eigene Passwörter werden natürlich nur den zulässigen Personenkreis bekannt gegeben.

## 8.9 Auswahlvorgaben nutzen

Weitere Hilfen für die Eingaben in einem Formblatt beziehen sich oft auf Listen. So wie in diesem Beispiel die zulässigen Festigkeiten materialabhängig sind. Ein neues Arbeitsblatt Festigkeiten kann Vorgaben enthalten (Abb. 8.43).

Der Bereich B3:C6 erhält den Namen *Festigkeiten*.

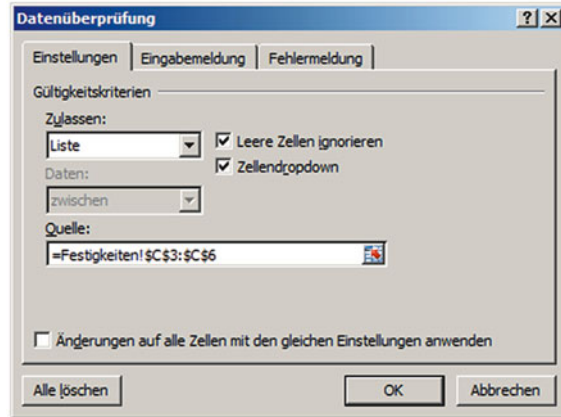
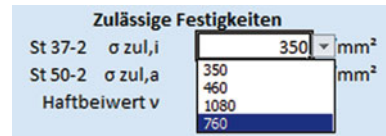
### 8.9.1 Gültigkeitslisten

Für die Festigkeitsangaben wird unter *Datenprüfung* der Typ *Liste* mit der Quellangabe der Festigkeiten eingetragen (Abb. 8.44).

Mit Aktivierung der Eingabezelle werden die Listenwerte vorgegeben. Die Fehlermeldung ist dabei vom Typ *Information*. So können auch andere Werte eingegeben werden (Abb. 8.45).

**Abb. 8.43** Auswahlliste

	A	B	C
1			
2		Material	Festigkeit in N/mm <sup>2</sup>
3		St 37-2	350
4		St 50-2	460
5		42CrMo4	1080
6		16MnCr5	760

**Abb. 8.44** Gültigkeitsliste**Abb. 8.45** Auswahlliste im Formular

## 8.9.2 Steuerelement Listenfeld

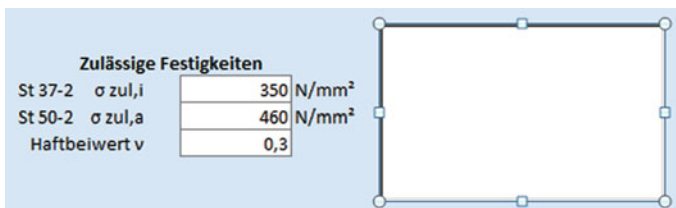
Hier ist eine Umgestaltung nötig, damit das Steuerelement einen Bereich bekommt. Unter dem Register *Entwicklertools* in der Gruppe *Steuerelemente* wird unter *Einfügen* das *Listenfeld* (ActiveX-Steuerelement) aufgerufen. Es wird als Feld neben die Festigkeitseingaben aufgezogen (Abb. 8.46).

Die Zellen A14 und A15 sollen die Materialbezeichnung anzeigen und erhalten die Namen

A14 = Mat\_i

A15 = Mat\_a

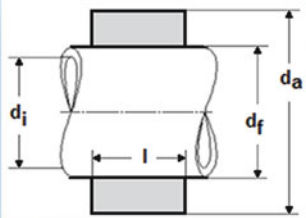
Im Kontextmenü des Listenfeldes sind die Eigenschaften anwählbar. Dort müssen folgende Einträge vorgenommen werden.

**Abb. 8.46** Auswahlliste im Formular

**Abb. 8.47** Auswahllisten im Formular

Zulässige Festigkeiten		Innenteil	Außenteil
16MnCr5	$\sigma_{zul,i}$	St 37-2	St 37-2
St 50-2	$\sigma_{zul,a}$	St 50-2	St 50-2
		42CrMo4	42CrMo4
	Haftbeiwert $v$	16MnCr5	16MnCr5

LinkedCell: Mat\_i  
 ListFillRange: Festigkeiten  
 ColumnCount: 1  
 ColumnHeads: False  
 ColumnWidths: 55 Pt

Maße		Informationen	
$d_i$	90 mm		
$d_a$	200 mm		
$l$	250 mm		
Zulässige Festigkeiten		Innenteil	Außenteil
St 37-2	$\sigma_{zul,i}$	St 37-2	37-2
St 50-2	$\sigma_{zul,a}$	St 50-2	50-2
		42CrMo4	CrMo4
	Haftbeiwert $v$	16MnCr5	MnCr5
Auswertung			
$c$	0,76		
$q$	0,45		
$d_f$	149,48 mm	opt. Fugendurchmesser	
gewählt $d_f$	150 mm	Fugendurchmesser	
$q_a$	0,75		
$p_0$	110,51 N/mm <sup>2</sup>	vorh. Fugenpressung	
$F_a$	3.905,75 kN	übertragbare Axialkraft	
$M_d$	292,93 kNm	übertragbares Drehmoment	

**Abb. 8.48** Das fertige Formular

Damit wird ersichtlich, dass ein solches Listenfeld im einfachsten Fall nur für eine Zelle als Eingabewert dienen kann. Es werden aber zwei Listenfelder benötigt, so dass im zweiten dann der Eintrag

LinkedCell: Mat\_a

steht. Zur Bestimmung von Zul\_i und Zul\_a sind noch folgende Formeln erforderlich.

D14 = SVERWEIS(Mat\_i;Festigkeiten;2;FALSCH)

D15 = SVERWEIS(Mat\_a;Festigkeiten;2;FALSCH)

Ein Vorteil dieser Version ist, dass Materialbezeichnung und Festigkeitswert in der Liste eingetragen sein müssen, damit sie im Formular verwendet werden können (Abb. 8.47).

Damit sind die wichtigsten Einstellungen zu einem Formblatt beschrieben und das Formblatt erhält seine endgültige Form (Abb. 8.48).

---

## 8.10 Berechnungen mit der Kamerafunktion unterstützen

Berechnungen mit vielen Formeln können schnell sehr unübersichtlich werden, wenn dazu noch Bereiche im Formblatt nicht mehr sichtbar sind. Hier hilft die Kamerafunktion, die allerdings erst freigeschaltet werden muss. Dazu eignet sich hervorragend die Schnellschaltleiste. Über das Kontextmenü der Schnellschaltleiste wird die Methode *Menüband anpassen* gewählt. Im Dialogfeld werden alle Befehle ausgewählt und die Kamera dann übertragen (Abb. 8.49).

Danach befindet sich das Kamerasymbol in der Schnellschaltleiste (Abb. 8.50).

Als Anwendungsbeispiel wird noch einmal die einfache Preiskalkulation gewählt, und zwar die, bei der die Bereichsnamen verwendet wurden. Diesmal jedoch mit einer etwas anderen Einteilung. Die Kostenbestimmung befindet sich auf dem Arbeitsblatt *Kostenstellen* (Abb. 8.51).

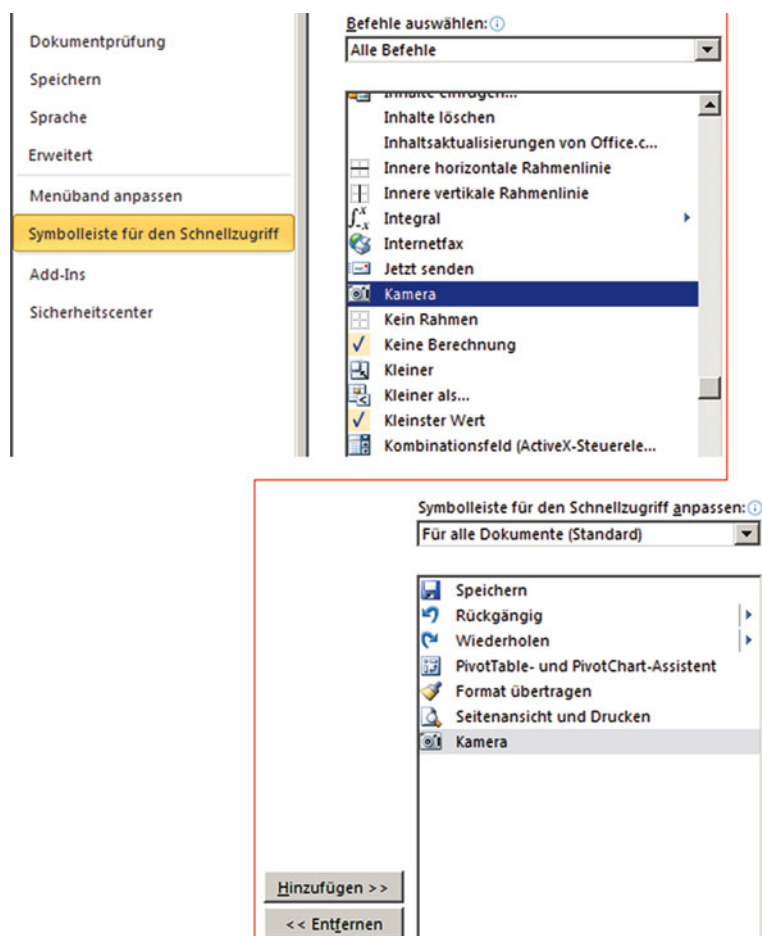
Und die Bestimmung des Verkaufspreises befindet sich auf dem Arbeitsblatt *Verkauf* (Abb. 8.52).

Bei den Einzelkosten gibt es noch eine Besonderheit. Die Fertigungskosten sind abhängig von der verwendeten Stückzahl mit der Formel:

B4 = 72\*Stückzahl.

Nun möchte man die Kostenanteile im Auge behalten, während mit der Stückzahl und dem Gewinnanteil experimentiert wird. Der Bereich der Einzelkosten wird markiert und danach die Kamera gewählt (Abb. 8.53).

Danach wird der markierte Bereich gekennzeichnet und der Cursor hat die Form eines Fadenkreuzes. Damit wird auf das Arbeitsblatt Verkauf gewechselt und mit dem

**Abb. 8.49** Kamerafunktion zur Schnellschaltleiste übertragen**Abb. 8.50** Schnellschaltleiste**Abb. 8.51** Kostenanteile

	B4		f <sub>x</sub>	=72*Stückzahl
	A	B	C	D
1		Einzelkosten	%-Anteil	
2	Entwicklung	7.800,00 €	20,1%	
3	Material	6.400,00 €	16,5%	
4	Fertigung	7.200,00 €	18,5%	
5	Verwaltung	3.400,00 €	8,7%	
6	Marketing	5.900,00 €	15,2%	
7	Vertrieb	8.200,00 €	21,1%	
8				
9	Gesamtkosten	38.900,00 €		

**Abb. 8.52** Bestimmung des Verkaufspreises

Verkau...		fx =Nettopreis+MWSteuer		
	A	B	C	D
1	Stückzahl	100		
2	Herstellpreis	389,00 €		
3	Gewinn	116,70 €	30%	
4	Nettopreis	505,70 €		
5	MWSteuer	96,08 €		
6	Verkaufspreis	601,78 €		

**Abb. 8.53** Kamerafunktion gestartet

A1		fx		
	A	B	C	
1		Einzelkosten	%-Anteil	
2	Entwicklung	7.800,00 €	20,1%	
3	Material	6.400,00 €	16,5%	
4	Fertigung	7.200,00 €	18,5%	
5	Verwaltung	3.400,00 €	8,7%	
6	Marketing	5.900,00 €	15,2%	
7	Vertrieb	8.200,00 €	21,1%	
8				
9	Gesamtkosten	38.900,00 €		

Fadenkreuz an die Stelle geklickt, an der man den markierten Ausschnitt sehen möchte (Abb. 8.54).

Nun erscheint der markierte Ausschnitt aus dem Arbeitsblatt Kostenstellen im Arbeitsblatt Verkauf als Grafik, die nachträglich verschoben und gezogen werden kann. Dieser Ausschnitt ist auch immer noch mit der Quelle verbunden. Ein Doppelklick auf die Grafik führt zurück zu den Quelldaten. Aber es gibt noch etwas viel Wichtigeres, denn durch

Grafik 1		fx =Kostenstellen!\$A\$1:\$C\$9				
	A	B	C	D	E	F
1	Stückzahl	100				
2	Herstellpreis	389,00 €				
3	Gewinn	116,70 €	30%			
4	Nettopreis	505,70 €				
5	MWSteuer	96,08 €				
6	Verkaufspreis	601,78 €				
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						

**Abb. 8.54** Kameraausschnitt als Grafik im Arbeitsblatt

	A	B	C	D	E	F
1	Stückzahl	150				
2	Herstellpreis	283,33 €				
3	Gewinn	85,00 €	30%			
4	Nettopreis	368,33 €				
5	MWSteuer	69,98 €				
6	Verkaufspreis	438,32 €				
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

	Einzelkosten	%-Anteil
Entwicklung	7.800,00 €	18,4%
Material	6.400,00 €	15,1%
Fertigung	10.800,00 €	25,4%
Verwaltung	3.400,00 €	8,0%
Marketing	5.900,00 €	13,9%
Vertrieb	8.200,00 €	19,3%
Gesamtkosten	42.500,00 €	

**Abb. 8.55** Der Kameraausschnitt zeigt die Kostenänderung

die zuvor beschriebene Formel wird eine Stückzahländerung auch die Fertigungskosten ändern. Abb. 8.55 zeigt den Sachverhalt.

Eine Kopie dieser Grafik auf einem weiteren Arbeitsblatt zeigt die gleiche Funktionalität. Die Nützlichkeit dieser Funktion zeigt sich erst in den verschiedenen Anwendungen.



Fast jeder arbeitet heute im Team und seine Daten befinden sich meist auf einem Server im Netzwerk. Damit es bei der gemeinsamen Nutzung einer Arbeitsmappe nicht zu Problemen kommt, stellt Excel Methoden bereit. Ein Dokument-Eigner kann seine Arbeitsmappe freigeben und die Änderungen auf ihr verwalten. Dabei auftretende Konflikte sind so ebenfalls einfacher lösbar. Nach der Durchführung aller Änderungen kann die Freigabe auch wieder aufgehoben werden.

---

## 9.1 Arbeiten auf Arbeitsmappen im Team

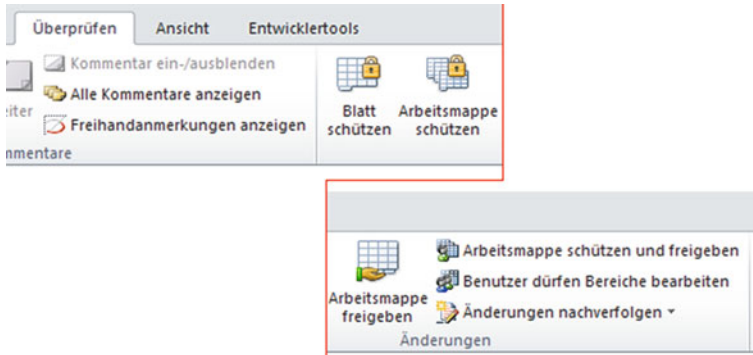
Damit mit einer Arbeitsmappe mehrere Personen gleichzeitig arbeiten können, muss diese auf einem Server abgelegt sein. Der für das Dokument Verantwortliche, der Dokumenteigner, muss dazu das Dokument freigeben und einstellen.

### 9.1.1 Eine Arbeitsmappe freigeben

In einer freigegebenen Arbeitsmappe sind nicht mehr alle Funktionen verfügbar, so dass vor der Freigabe die Arbeitsmappe bereits fertiggestellt sein sollte. Ebenso sind vorhandene Hyperlinks zu überprüfen, denn die Arbeitsmappe soll ja in einem Ordner auf dem Server abgelegt werden.

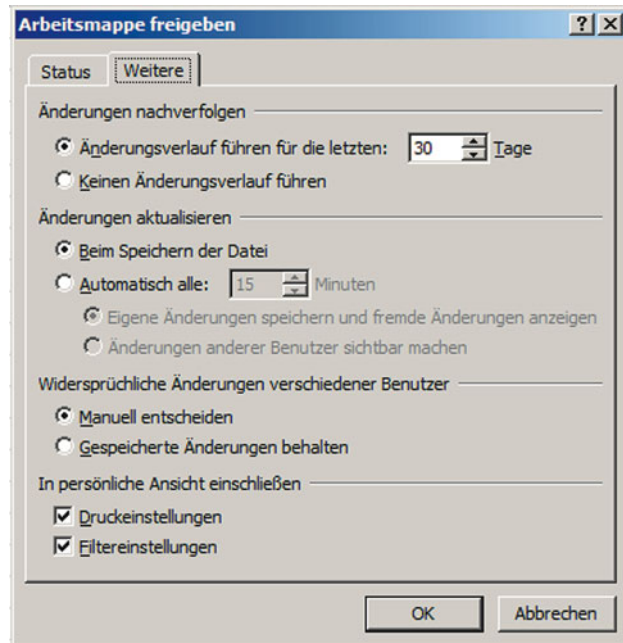
Die Freigabe befindet sich im Register *Überprüfen* in der Gruppe *Änderungen* und heißt dort *Arbeitsmappe freigeben* (Abb. 9.1).

Es öffnet sich das Dialogfeld *Arbeitsmappe freigeben*. Unter dem Register *Status* ist die Option *Bearbeitung von mehreren Benutzern zur selben Zeit zulassen* auszuwählen. Damit ist auch das Zusammenführen mehrerer Arbeitsmappen möglich. Unter dem Register *Weitere* sind ebenso die Optionen auszuwählen, die ein Verfolgen und Aktualisieren von



**Abb. 9.1** Menügruppe Änderungen

**Abb. 9.2** Arbeitsmappe freigeben



Änderungen zulassen (Abb. 9.2). Nun kann die Arbeitsmappe auf dem Zielsystem gespeichert werden.

## 9.1.2 Mit einer freigegebenen Arbeitsmappe arbeiten

Eine freigegebene Arbeitsmappe kann wie jede andere geöffnet und bearbeitet werden. Bevor eine Änderung durchgeführt wird, sollte in den Optionen der Mappe einer Persona-

**Abb. 9.3** Arbeitsmappe personalisieren

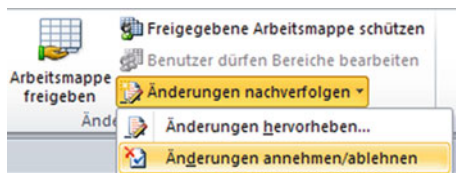
Microsoft Office-Kopie personalisieren

Benutzername: HN

**Abb. 9.4** Beispiel Kalkulation

	A	B	C	D
1		Einzelkosten	%-Anteil	
2	Entwicklung	7.800,00 €	20,1%	
3	Material	6.400,00 €	16,5%	
4	Fertigung	7.200,00 €	18,6%	
5	Verwaltung	3.600,00 €	8,8%	
6	Marketing	5.700,00 €	14,7%	
7	Vertrieb	8.200,00 €	21,2%	

HN, 23.01.2014, 06:07:  
Zelle B5 wurde von '3.400,00 €' zu '3.600,00 €' geändert.

**Abb. 9.5** Änderungen nachverfolgen

lisierung vorgenommen werden. In den Optionen unter dem Register *Datei* befindet sich in der Gruppe *Allgemein* die Möglichkeit, die Arbeitsmappe zu personalisieren. Hier sollte ein Benutzername angegeben sein, oder wenigstens ein eigenes Namenskürzel (Abb. 9.3).

► X\_09-01\_Teamarbeit.xlsx

1		Einzelkosten	%-Anteil			
2	Entwicklung	7.800,00 €	20,2%			
3	Material	6.400,00 €	16,5%			
4	Fertigung	7.200,00 €	18,6%			
5	Verwaltung	3.400,00 €	8,8%			
6	Marketing	5.700,00 €	14,7%			
7	Vertrieb	8.200,00 €	21,2%			
8						
9	Gesamt	38.700,00 €				

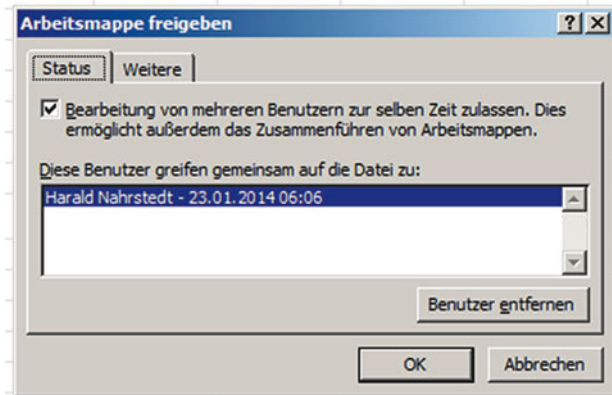
**Änderungen annehmen oder ablehnen**

Wählen Sie einen Wert für Zelle B5:

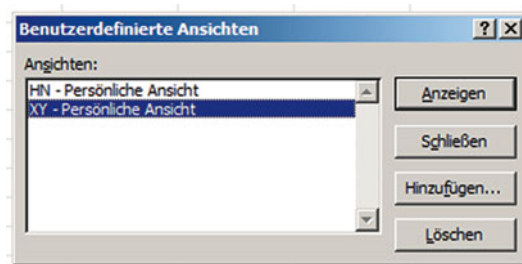
- 3.400,00 € (Ursprünglicher Wert)
- 3.600,00 € (HN 23.01.2014 06:13)
- 3.400,00 € (HN 23.01.2014 06:13)

**Abb. 9.6** Änderungen bearbeiten

**Abb. 9.7** Arbeitsmappe freigeben



**Abb. 9.8** Benutzerdefinierte Ansichten



Der Dokumenteigner kann im Register *Änderungen* mit der Methode *Änderungen* alle durchgeführten Änderungen sichtbar machen. In Abb. 9.4 hat XY den Wert von 3600 auf 3400 geändert.

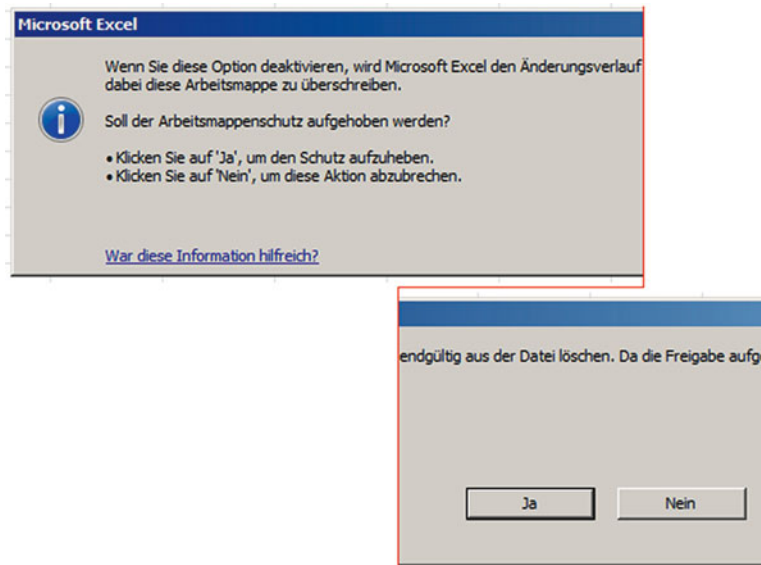
In der gleichen Befehlsgruppe kann unter *Änderungen* annehmen/ablehnen auf die Änderung reagiert werden (Abb. 9.5).

Ein entsprechendes Dialogfeld hilft bei der Entscheidung (Abb. 9.6).

Bei Bedarf kann die freigegebene Arbeitsmappe für einen bestimmten Benutzer aufgehoben werden. Dadurch gehen alle von diesem Benutzer durchgeführten Änderungen verloren. Unter *Arbeitsgruppe freigeben* im Register *Status* sind alle Benutzer aufgelistet. Mit der Wahl des Benutzers und der Methode *Benutzer entfernen* wird der Benutzer zwar von der freigegebenen Mappe getrennt, er kann aber weiterhin in der Mappe Änderungen durchführen (Abb. 9.7).

Zusätzlich müssen unter dem Register *Ansicht* in der Gruppe *Arbeitsmappenansichten* durch die Anweisung *Benutzerdefinierte Ansichten* die persönlichen Ansichten des Benutzers gelöscht werden (Abb. 9.8).

Die Zelle eines Worksheets kann nur eine Änderung speichern. Wenn ein zweiter Benutzer den Inhalt der gleichen Zelle ändern will, wird ein Dialogfeld mit dem Hinweis Konflikte lösen angezeigt. Hier können die Methoden *Nur meine verwenden* oder *Andere verwenden* gewählt werden.



**Abb. 9.9** Änderungsverlauf

Sind alle Arbeiten und Änderungen durchgeführt worden, kann die Freigabe der Arbeitsmappe aufgehoben werden. Dabei gehen sämtliche nicht gespeicherten Änderungen verloren. Ebenso der Änderungsverlauf. Es sollte daher entweder eine Kopie der Arbeitsmappe angelegt oder ein Arbeitsblatt Änderungsverlauf erstellt und gedruckt werden (Abb. 9.9).

Zum Aufheben der Freigabe muss im Statusfeld von *Arbeitsmappe freigeben* nur eine Person, nämlich der Dokumenteigner aufgeführt sein. Notfalls müssen andere Benutzer vorher entfernt werden. Durch Deaktivieren der Option *Bearbeiten von mehreren Benutzern zur selben Zeit zulassen* wird diese aufgehoben. Damit können auch verschiedene Arbeitsmappen zusammengeführt werden.

---

## 9.2 Kommentare nutzen

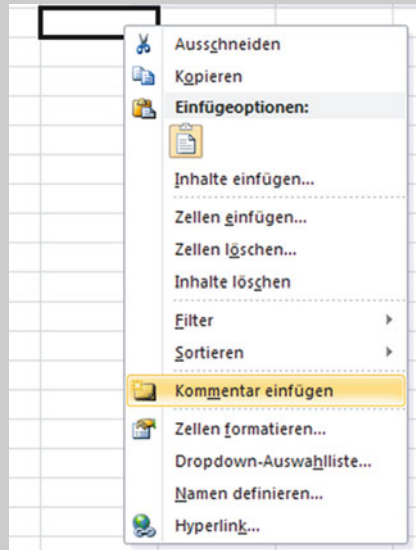
Jede Zelle eines Arbeitsblattes besitzt das Attribut Kommentar. In Kommentaren sollten jedoch keine Romane stehen. Präzise Angaben zur Handhabung sind erwünscht.

- X\_09-02\_Kommentare.xlsx

## Lektion 9.1 Zellkommentare

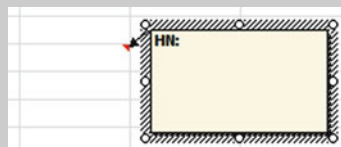
### Einfügen

Jede Zelle eines Arbeitsblattes verfügt über das Attribut Kommentar. Dabei handelt es sich um ein Textfeld, das zusätzlich zur Zelle eingeblendet werden kann. Es hat einen Bezug zur Zelle durch ein rotes Indikatordreieck und eine Bezugslinie mit Pfeil. Kommentare sind nützlich, um komplexe Formeln zu kommentieren oder um Hinweise für andere Benutzern zu geben (Abb. 9.10).



**Abb. 9.10** Kommentar einfügen

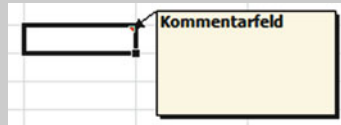
Die Anweisung *Kommentar einfügen* im Kontextmenü der Zelle erzeugt neben der Zelle ein Kommentar-Textfeld. Das Textfeld enthält den Benutzernamen und kann mit eigenem Text gefüllt oder überschrieben werden (Abb. 9.11).



**Abb. 9.11** Kommentarraahmen

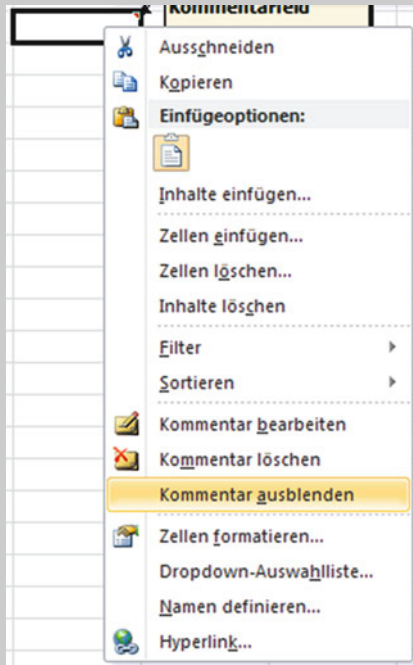
### Anzeigen

Nach Eingabe eines Kommentars ist dieser nicht sichtbar. Lediglich das Indikator-dreieck erinnert an seine Existenz. Befindet sich der Mauszeiger auf der Zelle, wird der Kommentar angezeigt (Abb. 9.12).



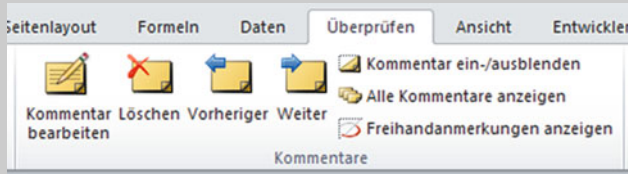
**Abb. 9.12** Kommentarfeld

Existiert ein Kommentar, kann über das Kontextmenü sein Verhalten geändert werden (Abb. 9.13).



**Abb. 9.13** Kommentarsteuerung im Kontextmenü

Sein Text kann geändert, permanent angezeigt und auch wieder gelöscht werden. Unter dem Register *Überprüfen* gibt es in der Gruppe *Kommentare* noch die Möglichkeit, mit den Methoden *Vorherige* und *Weiter* nacheinander alle Kommentare aufzurufen (Abb. 9.14).



**Abb. 9.14** Kommentarsteuerung im Menüband

### Format

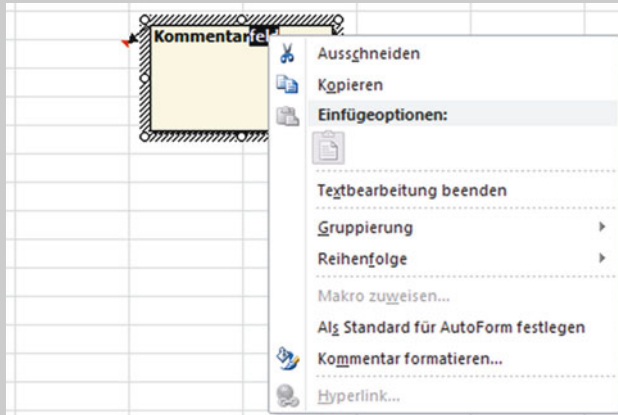
Ein markierter Kommentar verfügt über einen Rahmen und Ziehpunkte (Abb. 9.15).



**Abb. 9.15** Kommentarrahmen mit Ziehpunkten



Durch Anfassen und Halten des Rahmens mit der linken Maustaste kann die Position des Kommentars verändert werden. Durch Anfassen und Ziehen der Ziehpunkte kann die Größe des Kommentar-Textfeldes verändert werden. Markierter Text im Kommentar-Textfeld kann über die Methode *Kommentar formatieren* im Kontextmenü in seiner Darstellung geändert werden (Abb. 9.16).

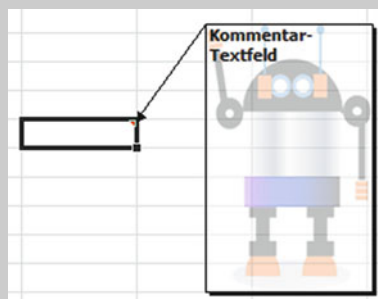


**Abb. 9.16** Kommentar bearbeiten

Werden verschiedene Arbeitsmappen zusammen geführt, wie z. B. vorher aus einer Freigabe, dann werden auch die Kommentare zusammen geführt, soweit sie eine Zelle betreffen.

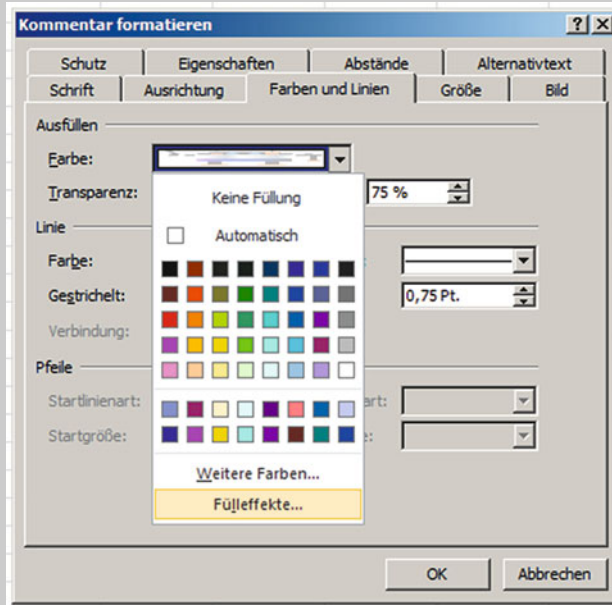
### Hintergrund

In Kommentar-Textfelder lassen sich auch Bilder einlesen (Abb. 9.17).



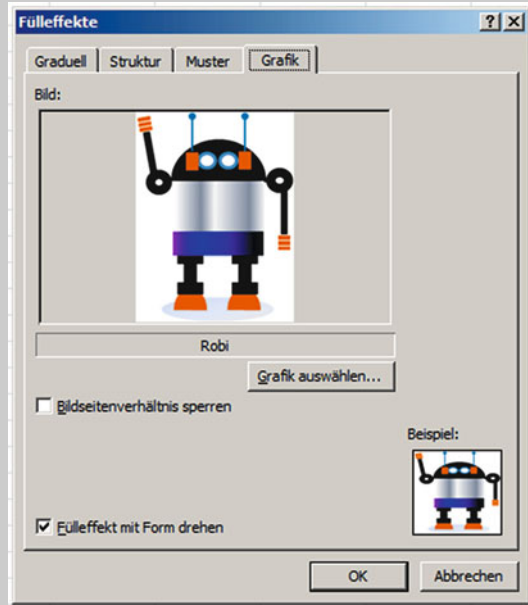
**Abb. 9.17** Hintergrundbild im Kommentarfeld

Unter *Kommentar formatieren* im Kontextmenü gibt es das Register *Farben und Linien*. Unter *Ausfüllen von Farbe* gibt es ein Dialogfenster mit der Methode *Fülleffekte* (Abb. 9.18).



**Abb. 9.18** Kommentarfeld formatieren

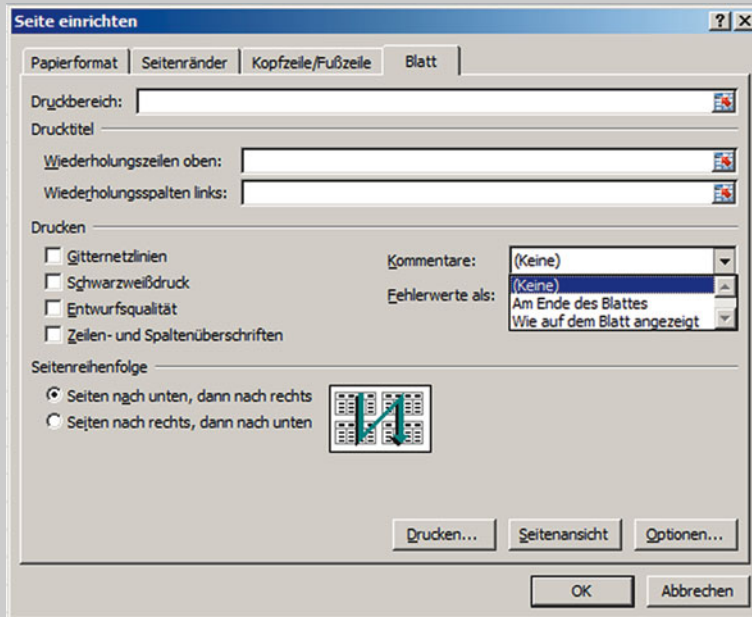
Das Dialogfenster *Fülleffekte* besitzt ein Register *Grafik*, in dem eine Grafik oder ein Bild ausgewählt werden kann. Um den Kommentartext noch lesen zu können ist es sinnvoll, das Hintergrundbild transparent einzustellen (Abb. 9.19).



**Abb. 9.19** Fülleffekte

## Drucken

Kommentare können mit ausgedruckt werden. Unter dem Register *Seitenlayout* in der Gruppe *Seite einrichten* auf den Pfeil in der rechten unteren Ecke klicken. Dadurch öffnet sich das Dialogfenster *Seite einrichten*. Unter dem Register *Blatt* gibt es im Feld *Kommentare* drei Möglichkeiten zur Auswahl (Abb. 9.20).



**Abb. 9.20** Seite einrichten

**Beispiel Angebotsvergleich** Mehrere Angebote von Lieferanten sind zu prüfen. Gesucht ist das günstigste Angebot. Aber auch andere Faktoren sollen erwähnt werden. So werden die Rechnungen in einer Tabelle und eine Benotung mit Kommentaren durchgeführt (Abb. 9.21).

► X\_09-03\_Angebotsvergleich.xlsx

Für die Namensvergabe wird der Bereich B4 : E9 markiert und dann die Bereichsnamen aus Auswahl erstellt.

Dann folgen die Formeln

Rabatt = EKP\*Rabatt\_Prozent

Skonto = (EKP-Rabatt)\*Skonto\_Prozent

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3							
4							
5	EKP	123.450,00 €	126.300,00 €	124.700,00 €			
6	Rabatt_Prozent	9,50%	12,30%	11,80%			
7	Rabatt	11.727,75 €	15.534,90 €	14.714,60 €			
8	Skonto_Prozent	2%	3%	2%			
9	Skonto	2.234,45 €	3.322,95 €	2.199,71 €			
10	Gesamt	109.487,81 €	107.442,15 €	107.785,69 €			
11	Rang	3	1	2			
12							
13							
14							
15							
16							
17							

Benotung  
1 (sehr gut) bis 6 (sehr schlecht)

wirtschaftliche Situation: 1  
Kompetenz: 3  
Qualitätstreue: 3  
Liefertreue: 2  
Service: 2

wirtschaftliche Situation: 2  
Kompetenz: 1  
Qualitätstreue: 2  
Liefertreue: 1  
Service: 2

wirtschaftliche Situation: 2  
Kompetenz: 2  
Qualitätstreue: 1  
Liefertreue: 1  
Service: 4

**Abb. 9.21** Beispiel Angebotsvergleich**Abb. 9.22** Bedingte Formatierung

Formel: =C10=1	AaBbCcYyZz	= \$C\$10:\$E\$10
----------------	------------	-------------------

Gesamt = EKP\*(1-Rabatt\_Prozent)-Skonto

C10 = RANG(C9;Gesamt;1)

D10 = RANG(D9;Gesamt;1)

E10 = RANG(E9;Gesamt;1)

und schließlich die bedingte Formatierung nach Abb. 9.22.

## 9.3 Datenschnitte in Pivot-Tabellen

Werden Pivot-Tabellen genutzt, dann bedeutet dies auch eine Nutzung der Filter in der Tabelle. Doch es ist nicht immer einfach, den aktuellen Filterstatus zu erkennen. Besonders, wenn man im Team arbeitet und jeder eine schnelle Anwendung seiner Filtereinstellungen benötigt. Seit der Version 2010 gibt es die Möglichkeit, zum Filtern der Daten Datenschnitte zu verwenden.

- X\_09-04\_Datenschnitte.xlsx

Lektion 9.2 Datenschnitte

Die Methode der Datenschnitte wird durch Schaltflächen realisiert, die eine schnellere Filterung der ausgewählten Daten erlauben. Um diese Methode anwenden zu können, muss eine Pivot-Tabelle vorliegen (Abb. 9.23).

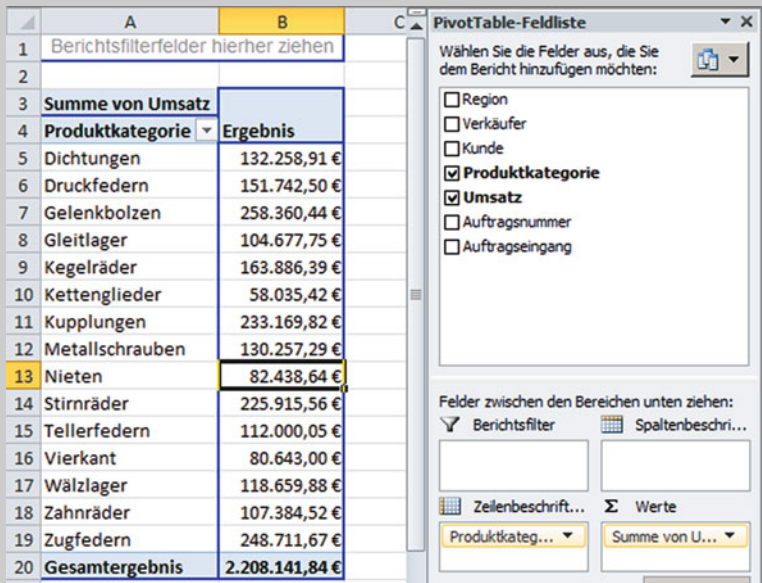


Abb. 9.23 Pivot-Tabelle Produktumsätze

Im nächsten Schritt wird eine beliebige Zelle in der Tabelle angeklickt. Dann wird unter den *PivotTable-Tools* das Register *Optionen* und in der Gruppe *Sortieren und Filtern* die Methode *Datenschnitt einfügen* ausgewählt (Abb. 9.24).

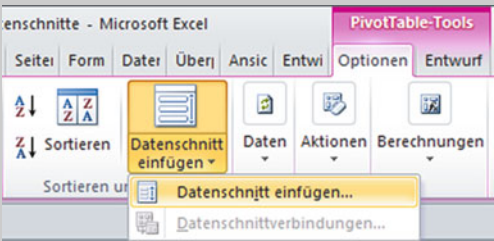


Abb. 9.24 Datenschnitt wählen

Mit dem Aufruf wird ein weiteres Dialogfenster sichtbar, das sämtliche Feld-elemente enthält, die einzeln oder gemeinsam für einen Datenschnitt ausgewählt werden können (Abb. 9.25).



**Abb. 9.25**    Auswahl Datenschnitte

Mit OK werden die angewählten Datenschnitte eingestellt. Sie bestehen aus einem Rahmen mit so vielen Schaltflächen, wie es Elemente im entsprechenden Filter des Feldelements gibt (Abb. 9.26). Sie lassen sich an geeignete Stelle auf dem Arbeitsblatt verschieben.

Summe von Umsatz		Verkäufer	Produktkategorie
Produktkategorie	Ergebnis		
Dichtungen	132.258,91 €	Altmann	Dichtungen
Druckfedern	151.742,50 €	Amtmann	Druckfedern
Gelenkbolzen	258.360,44 €	Bauer	Gelenkbolzen
Gleitlager	104.677,75 €	Becker	Gleitlager
Kegelräder	163.886,39 €	Brenner	Kegelräder
Kettenglieder	58.035,42 €	Filzer	Kettenglieder
Kupplungen	233.169,82 €	Gärtner	Kupplungen
Metallschrauben	130.257,29 €	Hauer	Metallschrauben
Nieten	82.438,64 €		
Stirnräder	225.915,56 €		
Tellerfedern	112.000,05 €		
Vierkant	80.643,00 €		
Wälzlager	118.659,88 €		
Zahnräder	107.384,52 €		
Zugfedern	248.711,67 €		
Gesamtergebnis	2.208.141,84 €		

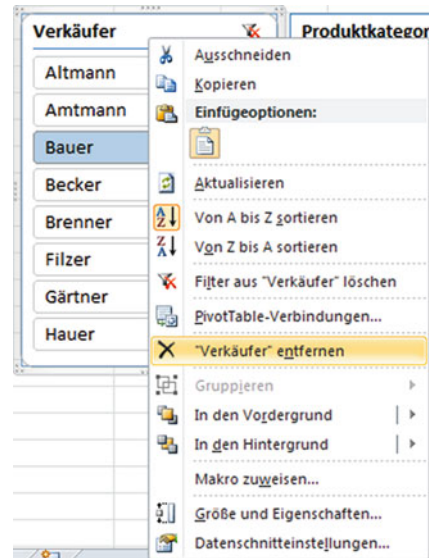
**Abb. 9.26**    Datenschnitte Verkäufer und Produktkategorie

Mit der üblichen Nutzung von Schaltflächen, einfache oder mehrfache Gruppierung, lassen sich so sehr schnell Ergebnisse finden (Abb. 9.27).

Summe von Umsatz		Verkäufer	Produktkategorie
Produktkategorie	Ergebnis		
Dichtungen	66.411,31 €	Altmann	Dichtungen
Gelenkbolzen	28.927,40 €	Amtmann	Gelenkbolzen
Gleitlager	11.379,44 €	Bauer	Gleitlager
Stirnräder	2.412,10 €	Becker	Stirnräder
Zugfedern	37.885,02 €	Brenner	Zugfedern
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>147.015,27 €</b>	Filzer	Druckfedern

**Abb. 9.27** Filterergebnisse per Datenschnitt

**Abb. 9.28** Das Kontextmenü eines Datenschnitts



Auch Datenschnitte verfügen über eine eigene Registerkarte zur Einstellung aller Parameter. Ebenso ein Kontextmenü (Abb. 9.28), über das Parameter eingestellt und verschiedene Methoden genutzt werden können, zum Beispiel auch den Datenschnitt *entfernen*.

## 9.4 Angeordnete Arbeitsbereiche speichern

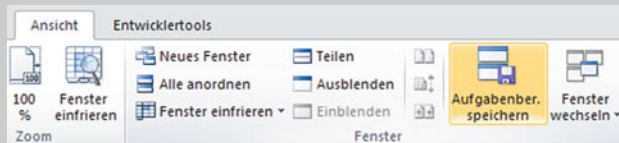
Nicht selten werden verschiedene Arbeitsmappen gleichzeitig von Teammitgliedern genutzt, wobei jedes Mitglied einen anderen Aufgabenbereich hat. Die Anordnung von Arbeitsmappen in einer Anwendung geht nach dem Schließen verloren und muss beim Neustart wieder erneut vorgenommen werden. Die Methode Arbeitsbereich schließen ist hier eine große Hilfe.



### Lektion 9.3 Arbeitsbereiche speichern

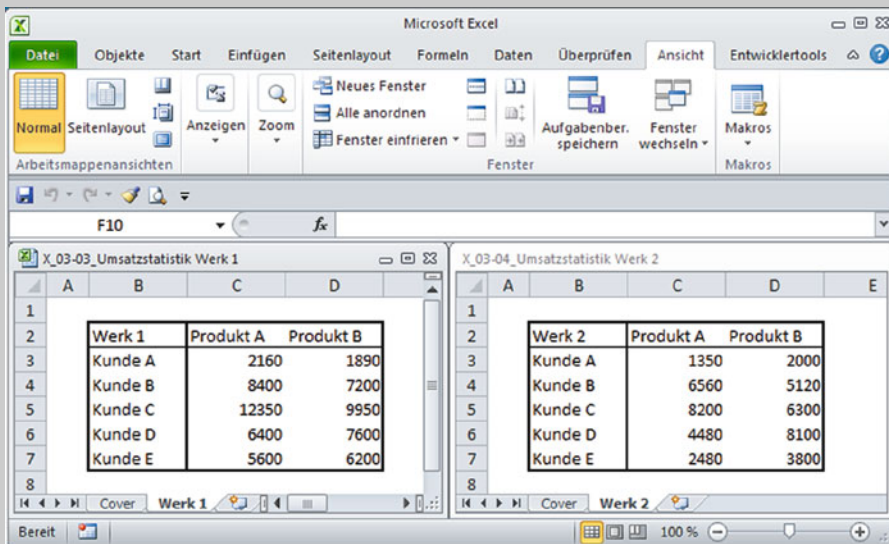
Die Anordnung von einer oder mehrerer Arbeitsmappen in einer Excel-Anwendung lässt sich in einer Datei festhalten und durch ihren Aufruf wieder neu anlegen. Dazu sind folgende Schritte erforderlich.

Im Register Ansicht in der Gruppe Fenster gibt es die Methode Arbeitsbereich speichern (Abb. 9.29).



**Abb. 9.29** Aufruf Arbeitsbereich speichern

Mit dem Aufruf öffnet sich das Dialogfenster Arbeitsbereich speichern (Abb. 9.30). Darin ist der Dateiname standardmäßig mit *resume* als Dateityp Arbeitsbereiche (.xlw) vorgegeben. Doch im Team ist es eher sinnvoll, den Namen des Benutzers oder der Benutzergruppe zu nennen, gefolgt von der Tätigkeit, für die dieses Arrangement der Arbeitsmappen vorgesehen ist, z.B. *Controlling\_Arbeitsanalyse*.



**Abb. 9.30** Anordnung von zwei Arbeitsmappen in einer Anwendung

Mit dem Aufruf der Datei stellt sich die Arbeitsmappen-Konstellation erneut ein.

**Achtung!** Es darf keine weitere Arbeitsmappe geöffnet sein.

### XLStart

Sie kann sogar bereits beim Start aufgerufen werden, wenn sie im Verzeichnis *XLSTART* abgelegt wird. Der genaue Pfad der jeweiligen Anwendung lässt sich über die *Hilfe* und der Suche nach *Verwendung von Startordnern in Excel* unter *Optionen* erfahren.

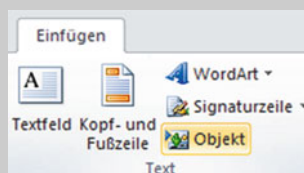
Als Anwendungsbeispiel werden die Arbeitsmappen der Umsatzstatistiken X\_03-03 und X\_04-04 in eine Arbeitsmappe geladen und über das Register *Ansicht* in der Gruppe *Fenster* mit der Methode *Alle anordnen* vertikal angeordnet (Abb. 9.30). Danach wird dieser Arbeitsbereich entsprechend der vorherigen Beschreibung als Arbeitsbereich gespeichert. Nach dem Schließen der Anwendung stellt ein Doppelklick auf diese Datei den Arbeitsbereich wieder her.

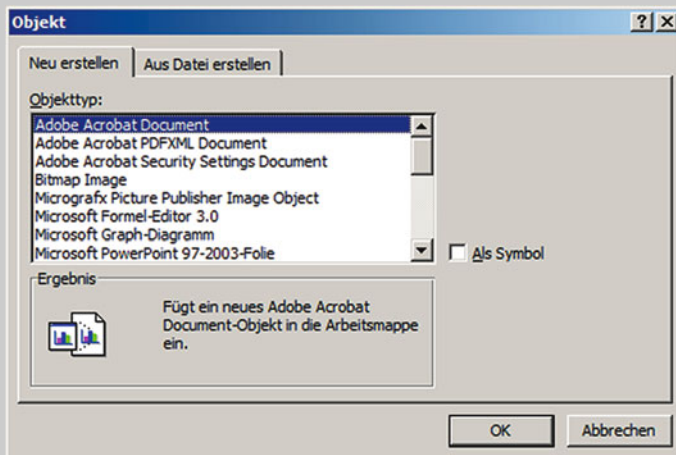
## 9.5 Objekte einfügen

Die anfallenden Dokumente eines Teamprojekts bestehen nicht nur aus Arbeitsblättern und Arbeitsmappen. Oft sind auch andere Dokumenttypen wie Textdateien (zuvor beschrieben), Word-Dokumente, Adobe Acrobat Dokumente, Bitmaps, PowerPoint Folien, OpenDocument Texte, und viele andere mehr zu verwalten. In Abschn. 8.3 wurde bereits gezeigt, wie Verweise zu anderen Dokumenten aus einem Arbeitsblatt heraus, erstellt werden. Hier wird nun gezeigt, dass unterschiedliche Objekte in ein Arbeitsblatt eingebettet werden können. Der Unterschied ist in erster Linie der Ort, an dem die Daten sich befinden und wie sie aktualisiert werden. Die Einbindung als Objekt wird auch als OLE-Verknüpfung bezeichnet. OLE steht für *Object Linking and Embedding*.

### Lektion 9.4 Objekte in ein Arbeitsblatt einbetten

Zur Erstellung einer OLE-Verknüpfung befindet sich im Register *Einfügen* in der Gruppe *Text* die Methode *Object* (Abb. 9.31). Mit der Auswahl öffnet sich das Dialogfenster *Objekt* (Abb. 9.32), in dem der Objekttyp ausgewählt werden kann. Mit der Auswahl *Als Symbol* wird das eingebettete Objekt auf dem Arbeitsblatt als Symbol dargestellt. Über das Register *Aus Datei erstellen* können Dateien angewählt werden.



**Abb. 9.31** Anwahl der Methode Objekte einbetten**Abb. 9.32** Eingebetteten Objektyp auswählen

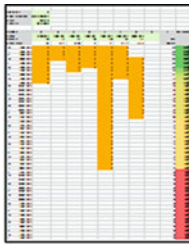
### 9.5.1 Excel-Arbeitsmappen als Objekte einbetten

Excel-Arbeitsmappen können im Dialogfenster Objekt (Abb. 9.32) unter dem Register *Aus Datei erstellen* direkt ausgewählt werden. So lassen sich auf einem Arbeitsblatt Übersichten erstellen, wie sie Abb. 9.33 zeigt.

- X\_09-05\_OLE Mappen.xlsx

Ein Doppelklick auf die jeweilige Darstellung der Mappe öffnet diese sofort zur Bearbeitung auch in dem dargestellten Arbeitsblatt (Abb. 9.34).

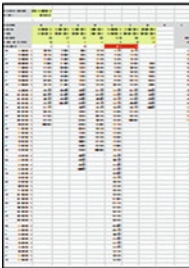
Durch Ausblenden der *Gitternetzlinien*, der *Überschriften* und der *Lineale* im Kapitel *Ansicht* in der Gruppe *Anzeigen*, bekommt die Darstellung ein ansprechendes Äußeres. In dieser Art lassen sich viele Mappen-Sammlungen darstellen. Zum Beispiel auch Berechnungen von Maschinenelementen.



### Kapazitätsplanung

[X\\_05-03\\_Kapazitätsplanung.xlsx](#)

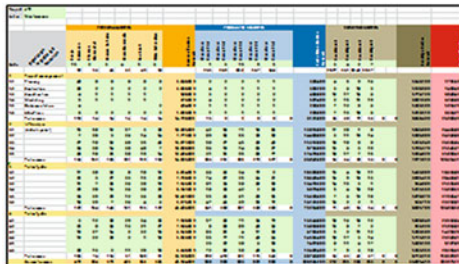
Das Tool verwaltet bis zu 8 Aufgaben und bestimmt die Auslastung in Std. und %.



### Terminplanung

[X\\_05-04\\_Terminplanung.xlsx](#)

Das Tool bestimmt für bis zu 8 Aufgaben, ob die vorgegebenen Termine eingehalten werden, bei Vorgabe der Bearbeitungsintensität.



### Kostenplanung

[X\\_05-05\\_Kostenplanung.xlsx](#)

Das Tool zeigt übersichtlich die Kosten, die an Personal, Produktion und in sonstigen Bereichen anfallen.

**Abb. 9.33** Planungsmappen in der Übersicht

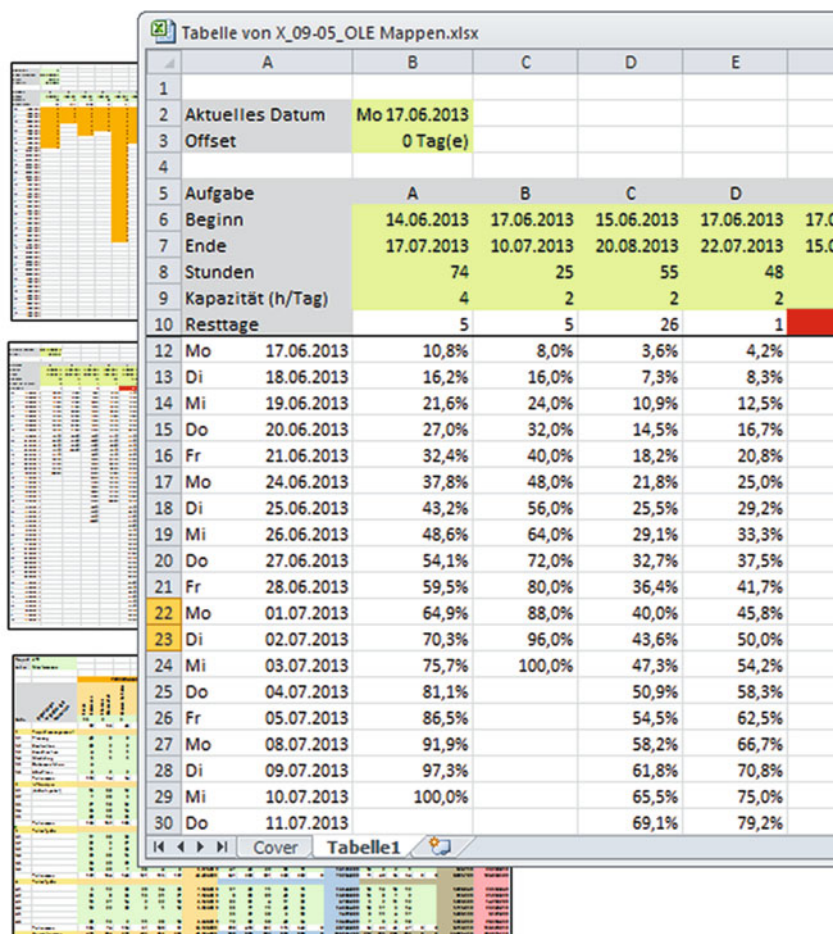
## 9.5.2 Adobe Acrobat Dokumente einbetten

Adobe Acrobat Dokumente, geläufig als PDF-Dateien bezeichnet, lassen sich durch die Auswahl im Dialogfenster Objekt (Abb. 9.32) aus der Liste auswählen. Abbildung 9.35 zeigt auch dazu ein einfaches Beispiel.

- [X\\_09-06\\_OLE Dokumente.xlsx](#)

In der Abb. 9.36 werden PDF-Dateien noch einmal als Symbol dargestellt. Ihre Funktionalität ist die gleiche. Ein Doppelklick öffnet auch dieses Dokument.

Ähnlich lässt sich auch mit anderen Objekten verfahren. So lässt sich zum Beispiel eine Snapshot-Datei, zusammen mit erklärendem Text, sehr gut für eine Bedienungsanleitung nutzen.



	A	B	C	D	E
1					
2	Aktuelles Datum	Mo 17.06.2013			
3	Offset	0 Tag(e)			
4					
5	Aufgabe	A	B	C	D
6	Beginn	14.06.2013	17.06.2013	15.06.2013	17.06.2013
7	Ende	17.07.2013	10.07.2013	20.08.2013	22.07.2013
8	Stunden	74	25	55	48
9	Kapazität (h/Tag)	4	2	2	2
10	Resttage	5	5	26	1
12	Mo	17.06.2013	10,8%	8,0%	3,6%
13	Di	18.06.2013	16,2%	16,0%	7,3%
14	Mi	19.06.2013	21,6%	24,0%	10,9%
15	Do	20.06.2013	27,0%	32,0%	14,5%
16	Fr	21.06.2013	32,4%	40,0%	18,2%
17	Mo	24.06.2013	37,8%	48,0%	21,8%
18	Di	25.06.2013	43,2%	56,0%	25,5%
19	Mi	26.06.2013	48,6%	64,0%	29,1%
20	Do	27.06.2013	54,1%	72,0%	32,7%
21	Fr	28.06.2013	59,5%	80,0%	36,4%
22	Mo	01.07.2013	64,9%	88,0%	40,0%
23	Di	02.07.2013	70,3%	96,0%	43,6%
24	Mi	03.07.2013	75,7%	100,0%	47,3%
25	Do	04.07.2013	81,1%		50,9%
26	Fr	05.07.2013	86,5%		54,5%
27	Mo	08.07.2013	91,9%		58,2%
28	Di	09.07.2013	97,3%		61,8%
29	Mi	10.07.2013	100,0%		65,5%
30	Do	11.07.2013			69,1%

**Abb. 9.34** Öffnen einer Arbeitsmappe durch Doppelklick auf die Darstellung

### 9.5.3 Microsoft Formel Editor 3.0

Dieser Formeleditor dient zur Darstellung von komplexen Formeln, die dann in dem Arbeitsblatt eingebettet werden.

#### ► X\_09-07\_Formel Editor.xlsx

Mit dem Aufruf ändert sich die Darstellung des Arbeitsblatts in der Menüleiste und es sind nur noch Register für den Editor sichtbar. Außerdem wird ein Rahmen für die Formel eingeblendet, zusammen mit einem Fenster aller Formelelemente (Abb. 9.37).



**Kapitel 1**  
**Aufgaben und Ergebnisse dokumentieren**  
Im Gegensatz zur Wissenschaft hat das Ingenieurwesen eine andere Zielrichtung für seine Tätigkeiten.

- 1.1 Aufgaben in der Technik
- 1.2 Klassen und Objekte
- 1.3 Excel starten
- 1.4 Excel beenden
- 1.5 Dokumentvorlagen
- 1.6 Objekte in der Anwendung
- 1.7 Objekte in der Arbeitsmappe

**Kapitel 2**  
**Kostenbewusst arbeiten**  
Techniker und Ingenieure haben täglich eine Vielzahl von Daten zu sammeln und zwar so, dass daraus schnell Informationen gewonnen werden können.

- 2.1 Preis-Kalkulation
- 2.2 Maschinenstunden-Kalkulation
- 2.3 Kostenanteile

**Abb. 9.35** PDF-Dateien als OLE Objekte im Arbeitsblatt

In den Formelrahmen kann über die Tastatur zusammen mit Anklicken von Elementen im Editor die gewünschte Formel zusammengestellt werden (Abb. 9.38).

Abschließend soll noch erwähnt werden, dass es in Excel im Register Einfügen in der Gruppe Symbole ebenfalls einen Formeleditor gibt. Allerdings ist er in der Anwendung etwas umständlich zu handhaben. An gleicher Stelle können auch Sonderzeichen erstellt werden.

**9.5.4 Bitmap-Image-Objekt einbetten**

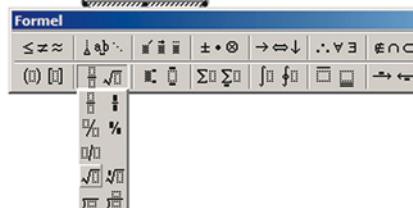
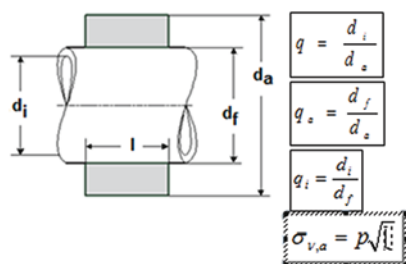
Ein Bitmap-Image-Objekt wird beim Aufruf über die Anwendung Paint eingebettet. Daher öffnet sich auch zunächst diese Anwendung (Abb. 9.39). Darin kann eine neue Zeichnung erstellt oder eine vorhandene über die Zwischenablage geladen werden.



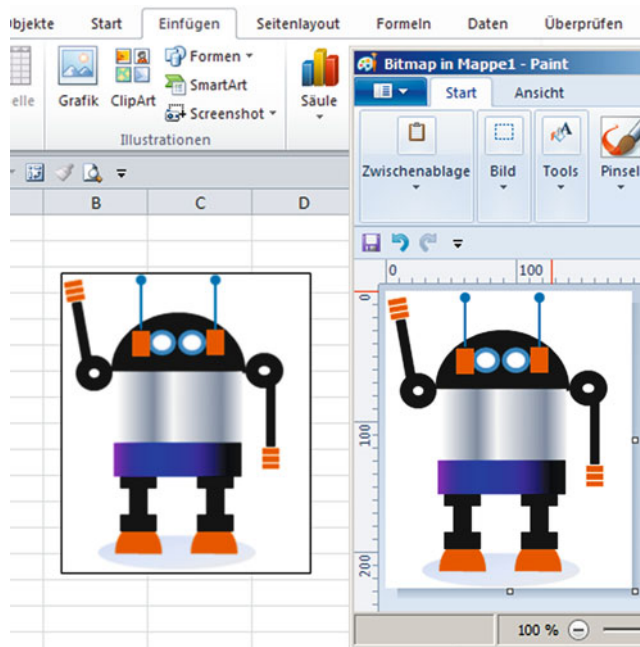


**Abb. 9.38** Formel mit dem Editor erstellen

Formeln zur Bestimmung eines optimalen Fugendurchmessers



**Abb. 9.39** Eingebettetes Bitmap-Image-Objekt





---

# Literatur

- [1] Bamberg, Baur: Statistik. Oldenbourg Verlag, (2007)
- [2] Bamberg, Bauer, Krapp: Statistik-Arbeitsbuch. Oldenbourg Verlag, (2007)
- [3] Gross/Hauger, Technische Mechanik, Springer Verlag, 2006-2008
- [4] Haase, Garbe: Elektrotechnik. Springer Verlag, (1998)
- [5] Hausmann: Industrielles Management. Oldenbourg Verlag, (2006)
- [6] Heimann, Gerth, Popp: Mechatronik. Hanser Verlag, (2007)
- [7] Hering, Martin, Stohrer: Physik für Ingenieure. VDI Verlag, (2007)
- [8] Hesse: Angewandte Wahrscheinlichkeitstheorie. Vieweg+Teubner Verlag, (2003)
- [9] Hinzen, Maschinenelemente, Oldenbourg Verlag, 2 Bde, 2001, 2007
- [10] Jehle: Produktionswirtschaft. Verlag Recht und Technik, (1999)
- [11] Johnson: Statistics. VCH Verlag, (1996)
- [12] Kahlert: Simulation technischer Systeme. Vieweg+Teubner Verlag, (2004)
- [13] Kämper: Grundkurs Programmieren mit Visual Basic. Vieweg+Teubner Verlag, (2006)
- [14] Körn, Weber: Das Excel-VBA Codebook. Addison-Wesley Verlag, (2002)
- [15] Nahrstedt, Excel: VBA für Maschinenbauer. Springer Vieweg Verlag, (2011)
- [16] Nahrstedt: Algorithmen für Ingenieure. Springer Vieweg Verlag, (2012)
- [17] Niemann/Neumann, Maschinenelemente, Springer Verlag, 3 Bde, 2005, 1989, 1986
- [18] Oertel, Prandtl: Führer durch die Strömungslehre. Springer Vieweg Verlag, (2012)
- [19] Richard, Sander: Technische Mechanik. Statik. Springer Vieweg Verlag, (2013)
- [20] Roloff, Matek: Maschinenelemente. Springer Vieweg Verlag, (2013)

---

# Index Technik

## A

ABC-Analyse, [244](#)  
Abläufe organisieren, [219](#)  
Algorithmen, [296](#)  
Ameisen-Algorithmus, [301](#)  
Angebotsvergleich, [388](#)  
Approximation, [206](#)  
Auftragsabwicklung, [226](#)  
Auftragsplanung, [221](#)  
Ausschuss, [199](#)

## B

Berechnungen, [343](#)  
Berechnungsformular, [343](#)  
Blechteilfläche, [284](#)  
Break-Even-Analyse, [248](#)  
Break-Even-Point, [252](#)

## C

Controlling, [238](#)  
CPM-Netzplan, [219](#)

## D

Deckungsbeitragsrechnung, [95](#), [248](#)  
Deterministische Simulation, [277](#)  
Differentialgleichung, [277](#), [286](#), [287](#), [291](#)  
Dividierte Differenzen, [205](#)  
Drehschwingungen, [287](#)

## E

Einstufige DBR, [95](#), [96](#), [98](#), [104](#), [114](#)  
Elektrisches Netzwerk berechnen, [275](#)  
Entscheidungen, [315](#)  
Entscheidungsbaum, [323](#)  
Entscheidungsmatrix, [316](#)  
Erfolgsrechnung, [95](#)

## F

Formblattdesign, [357](#)  
Fußgängerampel, [281](#)  
Fuzzy-Logik, [306](#)  
Fuzzy-Sets, [307](#)

## G

Gant-Diagramm, [225](#)  
Getriebschwingung, [286](#)  
Gewichtete Entscheidungsmatrix, [316](#)  
Gewichtung, [317](#)  
Gewöhnliche DGL, [288](#)  
Greedy-Methode, [296](#)

## H

Häufigkeit, [190](#)  
Histogramm, [192](#)

## I

Industrieofen, [307](#)  
Integration, [293](#)  
Interpolation, [203](#)  
Investition, [332](#)

## K

Kapazitätsplanung, [231](#)  
Kennlinie für Messwerte, [206](#)  
Klassenbildung, [191](#)  
Konstante Zugfestigkeit, [294](#)  
Korrelation, [198](#)  
Kostenplan, [235](#)

## L

Lineare Gleichungssysteme, [269](#)  
Lösungsalgorithmen, [296](#)

## M

Maschinenbelegung, [301](#)

Maschinenkosten, 173  
Maschinenstunden-Kalkulation, 56  
Matrizenoperationen, 269  
Maximales Volumen, 263  
Maximum finden, 263  
Mechanische Schwingung, 277  
Mehrdimensionale DBR, 98  
Mehrstufige DBR, 96  
Membran eingespannt, 291  
Messwerte handhaben, 190  
Minimale Oberfläche, 268  
Minimum finden, 263  
Monte-Carlo-Simulation, 284  
Morphologischer Kasten, 315  
MPM-Netzplan, 225

## N

Netzplan, 219  
Numerische Integration, 293  
Nutzungsdauer, 196  
Nutzwertanalyse, 325

## O

Optimale Auftragsfolge, 297  
Optimale Lösungen, 263

## P

Partielle Differentialgleichung, 290  
Permutationen, 298  
Personalkosten, 173  
PERT-Netzplan, 225  
Preiskalkulation, 29  
Pressverbindung, 345  
Probabilistische Simulation, 279  
Produktion, 173  
Produktionsmengen, 93  
Produktionsoptimierung, 275  
Projektstunden, 216

## R

Regelfeld, 312

Regression, 198  
Ressourcenplanung, 229  
Rückwärtsrechnung, Auftragsplanung, 146

## S

Schwingung Getriebe, 286  
Seilverlauf, 204  
Simulation, 277  
Simulation einer Fußgängerampel, 281  
Soll-Ist-Vergleich, 257  
Stahlgerüst, 323  
Stahlseilverlauf, 204  
Stückliste, 144

## T

Teamarbeit, 377  
Temperaturverteilung Kanal, 273  
Terminplan, 233  
Torsionspendel, 286  
Träger gleicher Zugfestigkeit, 294  
Trendberechnung, 239

## U

Umsatzstatistik, 29, 87

## V

Vektoren und Matrizen, 269  
Verkaufsliste, 104  
Verteilungsparameter, 193  
Vorwärtsrechnung, Auftragsplanung, 132, 222

## W

Wasserfalldiagramm, 257

## X

XML, 114

## Z

Zustellgeschwindigkeit, 199

---

# Index Excel

2D-Balkendiagramm, [69](#)

2D-Kreis, [71](#)

3D-Balkendiagramm, [69](#)

3D-Kreis, [71](#)

## A

Absoluter Zellbezug, [40](#)

Add-In des Solvers, [208](#)

Adobe Acrobat Dokument einbetten, [396](#)

Aktuelle Uhrzeit, [11](#)

Aktuelles Datum, [11](#)

Analyse-Funktionen, [200](#)

Anwendung, [4](#)

Arbeitsbereiche speichern, [392](#)

Arbeitsblatt, [4](#)

Arbeitsblatt anwählen, [131](#)

Arbeitsblatt teilen, [130](#)

Arbeitsblatt und Register, [25](#)

Arbeitsmappe, [4](#)

Arbeitsmappe freigeben, [377](#)

Ausnahmebereiche Formularschutz, [366](#)

Autokorrektur, [34](#)

Autosumme, [38](#)

Autovorgabe, [33](#)

## B

Balkendiagramm, [69](#)

Bearbeitungsleiste, [23](#)

Bedingte benutzerdefinierte Formate, [103](#)

Benutzerdefinierte Ansichten, [138](#)

Benutzerdefinierte Listen, [34](#)

Benutzerdefinierte Zellformate, [59](#)

Bereichsnamen manuell erstellen, [51](#)

Bereichswähler, [33](#)

Bitmap Image Objekt einbetten, [398](#)

Blattschutz, [366](#)

## D

Daten konsolidieren, [89](#)

Datenbalken, [79](#)

Datenbank mit MS Query, [171](#)

Datenbankfunktionen, [149](#)

Datenlinie im Balkendiagramm, [261](#)

Datenprüfung, [360](#)

Datenschnitte in Pivot-Tabellen, [389](#)

Datentabelle, [324](#)

Datumsfilter, [137](#)

Datumsformate, [101](#)

Determinante einer Matrix, [271](#)

Dezimalzahlen ausrichten, [100](#)

Dokumentvorlagen, [11](#)

## E

Eigene Funktionen, [355](#)

Eingaben beschränken, [360](#)

Erste Spalte fixieren, [132](#)

Erweiterter Filter, [141](#)

Excel beenden, [9](#)

Excel starten, [2](#)

Excel-AddIn XMLTools, [117](#)

Exportieren, Textdatei, [114](#)

## F

Farbskalen, [81](#)

Feldelemente, [156](#)

Fenster einfrieren, [132](#)

Fenster fixieren, [132](#)

Filtern, [134](#)

Fixieren Zellbereiche, [132](#)

Formate übertragen, [40](#)

Formatübertragungssymbol, [42](#)

Formatvorlagen, [103](#)

Formel, [37](#)

Formeln übertragen, 40  
Formelüberwachung, 48  
Formel-Editor, 397  
Formen, 220  
Formular, 343  
Formular schützen, 366  
Funktion ARBEITSTAG, 230  
Funktion BEREICH.VERSCHIEBEN, 318  
Funktion CODE, 330  
Funktion DBANZAHL, 149  
Funktion DBPRODUKT, 150  
Funktion DBSUMME, 150  
Funktion HÄUFIGKEIT, 194  
Funktion IKV, 333  
Funktion KGRÖSSTE, 64  
Funktion KKLINSTE, 64  
Funktion MITTELWERT, 64  
Funktion NBW, 332  
Funktion NETTOARBEITSTAGE, 231  
Funktion ODER, 64  
Funktion RGP, 241  
Funktion RKP, 242  
Funktion Standardabweichung, 194  
Funktion SUMME, 38  
Funktion SUMMENPRODUKT, 146  
Funktion SUMMEWENN, 145  
Funktion SUMMEWENNS, 145  
Funktion SVERWEIS, 167  
Funktion TEILERGEBNIS, 140  
Funktion TREND, 241  
Funktion UND, 64  
Funktion Varianz, 194  
Funktion VARIATION, 242  
Funktion WENN, 57  
Funktion WOCHENTAG, 229  
Funktion ZÄHLENWENN, 145  
Funktion ZÄHLENWENNS, 145  
Funktion ZEICHEN, 330  
Funktionen, eigene, 355  
Funktionen, geschachtelt, 64

## G

Genaue Zahlen berechnen, 101  
Große Listen, 129  
Große Zellbereiche markieren, 133  
Grundeinstellungen, 8  
Grundeinstellungen Arbeitsblatt, 25  
Gültigkeitsprüfungen, 60

## H

Hervorheben von Zellen, 75  
Hyperlinks, 358

## I

Import ausgesuchter XML-Daten, 124  
Importieren aus Textdatei, 104  
Inverse einer Matrix, 272

## K

Kamerafunktion, 372  
Klassen, 1  
Kommentare nutzen, 381  
Konsolidieren von Daten, 89  
Kontextmenü, 5  
Kopfzeile Arbeitsblatt, 25

## M

Makro Recorder, 349  
Makros exportieren und importieren, 353  
Matrizenaddition, 270  
Matrizenmultiplikation, 270  
Mehrfachoperationen, 324  
Menüband, 14  
Menüband anpassen, 16  
MS Query, 171

## N

Namen aus Auswahl erstellen, 46  
Namen für Zellbereiche, 44  
Namen Regeln, 44  
Namen verwalten, 45  
Namenfeld, 23, 44  
Namensmanager, 45  
Navigieren mit Bereichsnamen, 133  
Navigieren mit Tasten, 132

## O

Oberste Zeile fixieren, 132  
Objekt, 1  
Objekte einfügen, 394  
Objekte in der Anwendung, 14  
Objekte in der Arbeitsmappe, 23  
Objekte markieren, 26  
Operanden, 37

## P

Pivot, Datenschnitte, 389  
PivotTable, 152  
PivotTable-Assistent, 169

Pivot-Schema, 154  
Platzhalter für Texte, 100  
Platzhalter für Zahlen, 99  
Positionen konsolidieren, 89  
Pseudozufallszahlen, 280

## Q

Query-Assistent, 175

## R

Relativer Zellbezug, 40  
Rollbalken der Arbeitsblätter, 26  
Rubriken konsolidieren, 91

## S

Schaltfläche, 3  
Skalare Multiplikation, 270  
Solver, 208  
Spalten, 26  
Sparkline, 73  
Speicherstruktur, 9  
Statuszeile, 22  
Steuerelement Bildlaufleiste, 256  
Steuerelement Listefeld, 370  
Steuerelemente verwenden, 255  
Summen-Standardfunktionen, 144  
Symbolleiste für den Schnellzugriff, 20  
Symbolsätze, 82  
Szenarien, 335  
Szenario-Bericht, 340

## T

Tabellen, MS Query, 185  
Teilergebnisse, 142  
Textdatei exportieren, 114  
Textdatei importieren, 104  
Textdatei verlinken, 111  
Textfilter, 137  
Textkonvertierungs-Assistent, 110

Transponierte einer Matrix, 272  
Trendlinie, 207  
Turbo Scrollen, 130

## V

Verbindungen, MS Query, 185  
Vergleichsoperatoren, 57  
Verlinkung Textdatei, 111  
Verteilungsfunktionen, 196  
Verweise, 358

## W

Was-wäre-wenn-Analyse, 324  
Wertfeldeinstellungen, 158  
Wohlgeordnete Tabellen, 136

## X

XMLTools, Add-In, 117  
XML-Dateien, 114  
XML-Datendatei importieren, 124  
XML-Datendatei öffnen, 123  
XML-Schema exportieren, 121  
XML-Tabelle exportieren, 121

## Z

Zahlen vervollständigen, 54  
Zahlenfilter, 137  
Zeilen, 26  
Zeilen und Spalten gruppieren, 236  
Zeitformate, 102  
Zellbereiche, 30  
Zellbereiche fixieren, 132  
Zelldesign, 98  
Zellen, 29  
Zellformate, 31  
Zellinhalte übertragen, 33  
Zellverbund, 32  
Ziehpunkt, 40  
Zirkelbezüge, 304

