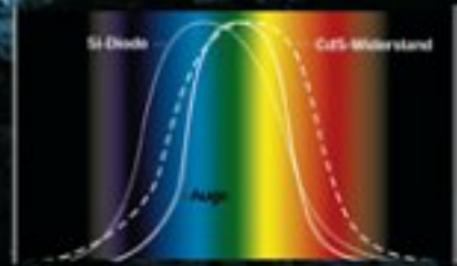


A photograph of a stone archway looking out onto a landscape with trees and a path.

Adrian Bircher

BELICHTUNGSMESSUNG



korrekt messen
richtig belichten

VERLAG PHOTOGRAPHIE

Adrian Bircher

BELICHTUNGSMESSUNG

Korrekt
messen
richtig
belichten

VERLAG
PHOTOGRAPHIE

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	5	Verwirrende Übersicht: die Skalen	31
Ein wenig Wortklauberei	6	Das grosse Quiz: ASA, DIN oder ISO?	31
		Einfach nur Zahlen:	
		die Übertragungs-Skala	32
		Die Untrennbarer: Blende und Zeit	32
Licht und Film	9	Praktisch vergessen aber dennoch praktisch: der Lichtwert	32
Was passiert, wenn man einen Film belichtet ?	9	Darf's ein Zehntel mehr sein?	34
Mit Silberhalogeniden auf Photonenfang	9		
Bilder, die aus Keimen wachsen	10		
Warum korrekt belichten?	11		
3 x Schwarzweiss = Farbe	12	Die Objektmessung	35
Wie Farbe entsteht	13	Die Integralmessung	36
Grün von Schwarz bis Weiss	14	Treffer garantiert: die Belichtungsserie	38
Wo bleibt der Belichtungsspielraum?	16		
Schwarzschildeffekt: Wenns dem Film zu dunkel wird	17	Die Detailmessung	39
Die Graumacher vom Dienst	18	Zweipunktmessung: die Methode der Profis	39
Weisser Hase, schwarzer Pudel	19	Die Ersatzmessung: kleiner Karton mit grosser Wirkung	41
Normgerecht: mausgrauer Durchschnitt	20	Stellvertreter gesucht	43
Der Belichtungsmesser	21	Bringt die Sache auf den Punkt: die Spotmessung	44
Vom Katzenauge zur Silizium — Diode	21	Die Lichtmessung	46
Licht erzeugt Strom	22	Weiss bleibt Weiss	47
Ein Widerstand mit Folgen	23		
Zwei typische Unarten	24		
Schnell wie der Blitz: die Silizium — Diode	25	Die TTL-Messung	49
Analog oder Digital?	25	Varianten der TTL-Messung	49
Die Klassiker mit dem Zeiger	25	Die Integralmessung	49
Bei Null ist alles richtig	26	Die mittenbetonte Messung	50
Tendenz: sichtbar	27	Die Mehrfeldmessung	52
Die modernen Digitalen	27	Die Spotmessung	54
Jeder besitzt einen Belichtungsmesser!	29	Filmreflexionsmessung	55
Von der Kreuzkupplung zum Multiautomat	29	Wann welche Messart wählen ?	56

Die Sache mit dem Kontrast	58	Spezielle Situationen	83
Die Schwärzungskurve	58	High-Key	83
Eine Kurve, die Fotografen ins Schleudern bringt	60	Low-Key	83
Die berühmte Grenze: 1:32	61	Gegenlicht	84
		Mischlicht	84
		Reproduktionen	85
Belichtungsspielraum und Kontrast	61	Motive, die man nicht messen kann	85
1. Der Motivkontrast entspricht dem Bereich der richtigen Belichtung	61	Nachtaufnahmen	86
2. Der Motivkontrast ist grosser als der Bereich der richtigen Belichtung	62	Feuerwerk, Gewitterblitz	86
3. Der Motivkontrast ist kleiner als der Bereich der richtigen Belichtung	64	Selbstleuchtende Objekte	87
Der Gamma-Wert	65	Anhang	
Kontrastbeurteilung in der Praxis	66	Schwarzschild — Faktoren, SW — Filme	88
Kontrastbestimmung bei TTL-Messung	67	Schwarzschild — Faktoren, Diafilme	88
Kontrast über den Daumen gepeilt	68	Schwarzschild — Faktoren, Farbnegativfilme	89
		Umrechnungstabelle, Verlängerungs faktoren in Blendenstufen	89
		Umrechnungstabelle, Blitzleitzahlen bei verschiedenen Filmempfindlichkeiten	89
Das Zonensystem	70	Belichtungsmesser, technische Daten	90
Die Theorie in kürze	71	Lieferanten — Verzeichnis	94
Farbe und Filter	73	Stichwortverzeichnis	95
Messtechnik kontra Physiologie	73		
Die psychologische Helligkeit der Farbe	75		
SW — Bilder: Farbumsetzung nach Wunsch	76		
Farbfilter: wie belichten?	76		
Keine Probleme dank TTL-Messung?	77		
Noch ein Spezialfall: der Polarisationsfilter	79		
Belichtungszeit verlängern oder die Blende öffnen?	79		
Die Blitzlichtmessung	80		
Einer für alles	80		
Im Kampf gegen Schatten: der Aufhellblitz	82		

Einleitung

Ein Buch über Belichtungsmessung? Und das im Zeitalter der High — Tech — Kameras mit automatischen Belichtungsprogrammen für jede mögliche und unmögliche Situation? Eine berechtigte Frage. Wer mit seiner Kleinbildkamera nichts anderes als fotografische Erinnerungen einfangen möchte, braucht dieses Buch tatsächlich nicht zu lesen. Er kann sich darauf verlassen, dass die Automatik in den meisten Fällen durchaus korrekt belichtete Bilder liefert. Die wenigen paar Prozent Auschluss-Prints, die im Papierkorb landen, kann man leicht verschmerzen angesichts der bunten Bilderflut, die Jahr für Jahr die Alben füllt. Doch wer höhere Ansprüche stellt und seine Aufnahmen nicht nur nach den Kriterien "scharf" und "richtig belichtet" beurteilt, wird sehr bald auf eine merkwürdige Tatsache stossen: Von all den guten Bildern, die man auf einem ganzen 36er-Film findet, wären häufig ausgerechnet die zwei, drei die wirklichen High-Lights gewesen, die leider aus unerklärlichen Gründen mehr oder weniger falsch belichtet sind. Der Grund dafür hängt in den allermeisten Fällen mit einer speziellen Beleuchtungs-Situation oder einem übermäßigen Motivkontrast zusammen.

Je eigenwilliger, ungewohnter oder dramatischer das Licht, um so eher entsteht eine Aufnahme, die sich vom Durchschnitt abhebt. Doch je extremer die Licht — Situation, um so grosser auch die Probleme bei der Ermittlung der richtigen Belichtung. Eine Belichtungsautomatik, so raffiniert und ausgeklügelt sie auch arbeitet, benötigt für jeden Anwendungsfall bestimmte Vorgaben, an denen sich die Elektronik orientieren kann. Entspricht ein Motiv nicht in wesentlichen Teilen dem Denkm-

dell des Kamerakonstrukteurs, sind Fehlbelichtungen nicht ausgeschlossen.

So gesehen relativieren sich auch die von den Herstellern immer wieder gern genannten Trefferquoten von über 95 Prozent. Solange Sie so fotografieren, wie die Techniker das von Ihnen erwarten, trifft diese Aussage zwar durchaus zu. Was aber, falls sie beschlossen haben, sich ausgerechnet auf die restlichen fünf Prozent der Motive zu konzentrieren? Selbst einfache Handbelichtungsmesser, die es bereits für zweistelli-

Abb. 1: Richtig belichten bedeutet wesentlich mehr, als einfach Blende und Verschlusszeit rein technisch auf die Motivhelligkeit abzustimmen. Diese beiden Aufnahmen unterscheiden sich einzig durch die Belichtung, und dennoch handelt es sich um zwei verschiedene Bilder, welche die momentane Stimmung sehr unterschiedlich interpretieren. Jede Belichtungsautomatik hätte ohne bewussten Eingriff des Fotografen nur eine Variante geliefert.



Abb. 2: Wo derart komplizierte und extreme Lichtverhältnisse vorliegen, ist in Bezug auf die Belichtungsermittlung Handarbeit angesagt. Dabei sollte man vom fertigen Bild eine möglichst exakte Vorstellung haben,

ge Beträge zu kaufen gibt, ermöglichen die Beherrschung von heiklen Lichtsituationen, in denen eine Belichtungsautomatik nur mit viel Glück ein optimales Resultat zu liefern vermag. Aber auch wer sein Budget und seine Ausrüstung nicht miteinemzu-



um zu entscheiden, wo eine gute Durchzeichnung wichtig ist und wo sie gegebenenfalls vernachlässigt werden darf. Neben dem geometrischen Bildaufbau entscheidet vor allem die optimale Belichtung über das Gelingen solcher Bilder.

sätzlichen Gerät belasten möchte, braucht auf eine gezielte und kreative Belichtungsmessung nicht zu verzichten. Im Kapitel *Die TTL-Messung* erfahren Sie, wie die heute allgegenwärtige Innenmessung im manuellen Betrieb viele Aufgaben eines separaten Handbelichtungsmessers übernehmen kann. Dieses Buch setzt voraus, dass Sie mit den Funktionen Ihrer Kamera vertraut sind. Ferner sollten Sie über grundsätzliche Kenntnisse der Fotografie verfügen. Dazu gehört etwa das Wissen über die Funktion und den Zusammenhang von Verschluss und Blende oder die generellen Eigenschaften von Schwarzweiss-, Farbnegativ- und Diafilmen. Eingehendere Kenntnisse, die für das Verständnis bestimmter Techniken der Belichtungsmessung erforderlich sind, werden in den entsprechenden Kapiteln vermittelt.

Ein wenig Wortklauberei

Bevor man sich in die Praxis der Belichtungsmessung stürzt, ist es empfehlenswert, sich mit ein paar Fachbegriffen vertraut zu machen. Einige der folgenden Definitionen mögen vielleicht den Eindruck von Wortklauberei erwecken; sie sind jedoch notwendig, weil die Umgangssprache einerseits mehrere Begriffe für ein und denselben Sachverhalt kennt, andererseits aber bestimmte Bezeichnungen für mehrere, unterschiedliche Dinge verwendet werden.

Belichtungsmessung

Die Belichtungsmessung liefert ein Mass für die an der Empfängerfläche des Belichtungsmessers auftretende Helligkeit. Daraus lassen sich die für eine korrekte Filmbelichtung notwendigen Blendenwerte und Verschlusszeiten bestimmen. Genaugenommen liefert der Belichtungsmesser aber nur eine Belichtungsempfehlung. Es gibt verschiedene Gründe, eine von dieser Empfehlung abweichende Belichtung zu wählen.

Belichtungsbestimmung

In der Praxis wird die tatsächliche Belichtung anhand der Angaben des Belichtungsmessers sowie weiterer - zum Teil subjektiver - Faktoren bestimmt. Solche Faktoren sind beispielsweise eine vom Mittelgrau abweichende Objekthelligkeit, ein zu hoher Motivkontrast oder gestalterische Absichten.

Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke ist ein Mass für die Helligkeit der für eine Aufnahme maßgebenden Beleuchtung, gemessen direkt beim Objekt. In der Optik wird diese Groesse auch als *Lichtstärke* bezeichnet, was man nicht mit der *Anfangsöffnung* von Objektiven, für die umgangssprach-

lich ebenfalls der Begriff "Lichtstärke" verwendet wird, verwechseln sollte.

Beleuchtungskontrast

Der Beleuchtungskontrast ist die maximale Differenz der Beleuchtungsstärke, gemessen an verschiedenen Seiten des Objektes.

Objekt

Als Objekt bezeichnet man im streng geometrischen Sinne den eigentlichen Aufnahmegergenstand. Erst durch seine physikalischen Eigenschaften (Lichtreflexion!) wird das Objekt zum fotografischen Motiv. Ein Objekt als solches kann man streng genommen gar nicht fotografieren. Für die Belichtungsmessung ist der Begriff dennoch von Bedeutung.

Objekthelligkeit

Die Objekthelligkeit ist die Fähigkeit eines Objektes, Licht zu reflektieren (Reflexionsvermögen). Ein helles Objekt reflektiert viel, ein dunkles Objekt reflektiert wenig Licht. Dabei handelt es sich um eine abstrakte, physikalische Eigenschaft, die auch dann vorhanden ist, wenn das Objekt im Dunkeln steht.

Objektkontrast

Der Objektkontrast ist die Helligkeitsdifferenz zwischen der Stelle mit dem grössten und der Stelle mit dem kleinsten Reflexionsvermögen eines Objektes. Der Objektkontrast ist rein materialbedingt und - wie auch die Objekthelligkeit - von der Beleuchtung unabhängig. Diese Definition weicht bewusst von der DIN — Norm 19040 ab, die den Objektkontrast (oder Objektumfang) unserem Motivkontrast (siehe unten) gleichsetzt. Leider ist bei konsequenter Anwendung der genormten Begriffe die physikalisch wichtige Unterscheidung zwischen Objekt und Motiv sprachlich nicht logisch und zweifelsfrei darstellbar.

Motiv

Ein Objekt, das auf Grund der Beleuchtung sichtbar wird, nennt man ein Motiv. Was wir dabei tatsächlich wahrnehmen und auf dem Film festhalten können, ist das vom Objekt reflektierte Licht.

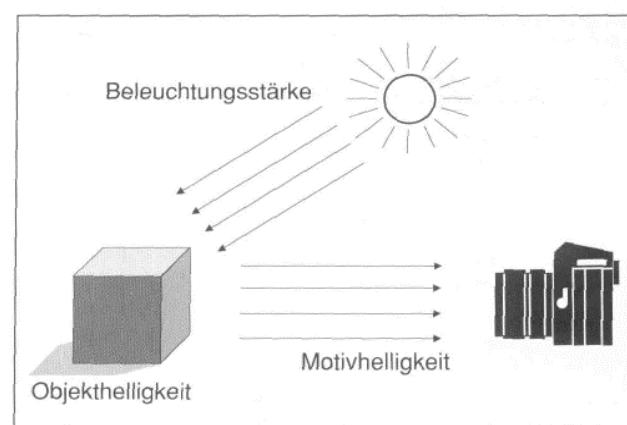
Motivhelligkeit

Die Motivhelligkeit ist ein Mass für das vom Objekt in Richtung Kamera reflektierte Licht. Die Motivhelligkeit hängt einerseits von der Beleuchtungsstärke, andererseits von der Objekthelligkeit ab.

Motivkontrast

Der Motivkontrast ist die Differenz zwischen der hellsten und der dunkelsten Stelle eines Motivs. Der Motivkontrast hängt einerseits vom Beleuchtungskontrast, andererseits vom Objektkontrast ab.

Abb. 3: Diese Skizze veranschaulicht den Zusammenhang der drei wichtigen Grossen Beleuchtungsstärke, Objekthelligkeit und Motivhelligkeit. Was wir als Motiv sehen, ist das vom Objekt (entsprechend der Objekthelligkeit) reflektierte Licht der Beleuchtung.



Belichtung

Als Belichtung wird die Summe des während einer bestimmten Zeit durch das Objektiv auf den Film einfallenden Lichtes bezeichnet. Mit anderen Worten: die Belichtung entspricht dem Produkt von Lichtstärke und Verschlusszeit. Die Belichtung stellt genaugenommen einen Durchschnittswert dar, denn in der Praxis sind die auf verschiedene Filmstellen einwirkenden Lichtstärken ent-

Abb. 4: Wo höchste Abbildungsqualität gefordert ist, spielt die Belichtungsmessung eine ganz besondere Rolle. Neben der allgemeinen Bildhelligkeit beeinflusst die Belichtung auch die Schärfe und die Körnigkeit (im Zusammenhang mit der Entwicklung) sowie die Farbwiedergabe und den Kontrast. Das heißt: Neben den rein gestalterischen Aspekten werden bei mangelhafter Belichtung auch alle technischen Eigenschaften einer Aufnahme beeinträchtigt.

sprechend dem Motivkontrast sehr unterschiedlich.

Belichtungsumfang

Der Belichtungsumfang ist die Differenz zwischen der grössten und kleinsten Belichtung innerhalb eines Bildes. In der Praxis entspricht der Belichtungsumfang dem Motivkontrast minus die Verminderung des Kontrastes durch Streulicht im Objektiv und im Kameragehäuse.

Schwärzung

Die Schwärzung ist das auf einem Schwarzweiss-Film durch die Belichtung und Entwicklung hervorgerufene Resultat. Bei Farffilmen spricht man anstelle von Schwärzung allgemein von optischer Dich-te(D).

Schwärzungsumfang

Der Schwärzungsumfang, auch Dichteumfang genannt, entspricht der Differenz zwischen der grössten und kleinsten Schwärzung (Dichte).

Reflexion

Als Reflexion bezeichnet man das Zurückwerfen von Licht durch einen beliebigen Körper. Im allgemeinen absorbiert eine Oberfläche einen Teil des einfallenden Lichtes; der nicht absorbierte Anteil wird als Reflexion

sichtbar. Das Verhältnis von absorbiertem zu reflektiertem Licht ist das Reflexionsvermögen eines Körpers. Ein vollkommen schwarzer Körper reflektiert 0% des Lichtes, während eine ideale weisse Oberfläche ein Reflexionsvermögen von 100% aufweist. In der Praxis liegen die Werte etwa zwischen 2% und 90%. Farblose (graue) Gegenstände haben für alle Wellenlängen des Farbspektrums das gleiche Reflexionsvermögen. Solche Objekte erscheinen immer in dem Farnton der herrschenden Beleuchtung. Nur wenn diese der Sensibilisierung (Farbempfindlichkeit) des verwendeten Filmmaterials entspricht, sind in der Farbfotografie wirkliche neutralgraue Töne zu erwarten. Erscheint ein Körper farbig, so kommt dies dadurch zustande, dass bestimmte Wellenlängen des Lichtes stärker absorbiert werden als andere. Ein Objekt, welches Blau, Gelb und Grün absorbiert, erkennen wir als rot, da nur dieses Licht von der Oberfläche reflektiert wird.

Remission

Die Remission entspricht weitgehend der Reflexion. Der Begriff wird jedoch einschränkend für eine rein diffuse Reflexion verwendet. Diffus bedeutet, dass das Licht gleichmäßig in alle Richtungen abgestrahlt wird. Die Helligkeit einer diffus strahlenden Oberfläche ist daher weitgehend unabhängig vom Betrachtungswinkel (nicht aber vom Beleuchtungswinkel da die Motivhelligkeit bei kleinem Beleuchtungswinkel ebenfalls kleiner wird). Diese Definitionen wurden - soweit möglich und sinnvoll - an die DIN — Norm 19040 (Begriffe der Photogra-phie) angelehnt. Ihre möglichst konsequente Anwendung in diesem Buch soll helfen, Missverständnisse zu vermeiden, auch wenn dadurch die Vielfalt des sprachlichen Ausdruckes hie und da etwas leidet.



Licht und Film

Was passiert, wenn man einen Film belichtet?

Um den Sinn einer möglichst exakten Ermittlung der Belichtung zu verstehen und die verschiedenen Methoden der hiefür notwendigen Messungen wirklich nutzbringend anwenden zu können, ist es unumgänglich, sich mit ein paar grundlegenden Vorgängen innerhalb der belichtungsaktiven Filmschicht zu befassen. Was hier auf den ersten Blick nach reiner Theorie aussieht, hat in der Praxis weitreichendere Konsequenzen, als sich derjenige träumen lässt, der stets nur der Belichtungsaufnahme seiner Kamera vertraut. Immerhin ist die Filmemulsion der Ort, an dem das eigentliche fotografische Bild entsteht. Fehler, die durch eine nicht auf die Eigenschaften der verwendeten Emulsion abgestimmte Belichtung verursacht werden, lassen sich im Nachhinein nur schwer korrigieren. Als Resultat ist im günstigsten Fall eine Verminderung der Bildqualität in Kauf zu nehmen. Hat sich der Fotograf (oder die Automatik) hingegen schwer vertan, ist Ausschuss die Regel.

Die lichtempfindliche Schicht, die sogenannte Emulsion eines modernen Filmes, stellt eine chemisch sehr komplizierte Angelegenheit dar. Viele Substanzen dienen jedoch nicht direkt der Bildentstehung. Es handelt sich um Zusätze, welche zum Beispiel für die Sensibilisierung (Farbempfindlichkeit) wichtig sind, die die Langzeitstabilität der Emulsion erhöhen, Streulicht unterdrücken und gewisse Effekte bei der Entwicklung steuern. Beim Farbfilm kommen noch verschiedene Filterschichten und Farbkuppler dazu.

Doch trotz des enormen Fortschrittes im Bereich der Filmchemie erfolgt die eigentliche Bildentstehung immer noch nach dem gleichen Prinzip wie vor hundert Jahren. Die folgende Darstellung der Vorgänge in der Emulsion beschränkt sich auf jene Elemente, die für das Verständnis der Bildentstehung im Rahmen dieses Buches notwendig sind.

Mit Silberhalogeniden auf Photonenfang

Als lichtempfindliche Substanz werden heute in der gesamten Fotografie nach wie vor die altbekannten Silberhalogenide verwendet. Dabei handelt es sich um Verbindungen von Silber mit den sogenannten Halogen-Elementen Chlor, Brom oder Jod. In der Praxis benutzt man die Silberhalogenide in kristalliner Form. Ein einzelner Silberhalogenid-Kristall, auch Filmkorn genannt, besteht aus einer Vielzahl positiv geladener Silber-Ionen (Ag^+) und ebenso vielen negativ geladenen Halogen-Ionen (Cl^- , Br^- oder J^-). Je nach Korngröße (abhängig von der Filmempfindlichkeit) enthält ein einziger Silberhalogenid-Kristall rund 10^8 bis 10^{10} Ionen und ist dabei nur etwa einen halben bis 3 Tausendstel-Millimeter gross! Zur geometrischen Fixierung werden die Kristalle mit Gelatine vermischt und in einer ca. 7 bis 15 Tausendstel-Millimeter dicken Schicht auf den Filmträger aufgegossen. Besonders wichtig ist die Fähigkeit von Gelatine, grosse Mengen Wasser aufzunehmen zu können. Dies ermöglicht bei der Filmentwicklung, die wässrigen Entwickler- und Fixier-Chemikalien an die in die Gelatine eingebetteten Silberhalogenid-Kristalle zu bringen. Die folgenden Betrachtungen beziehen sich auf Schwarzweiss-Filma-

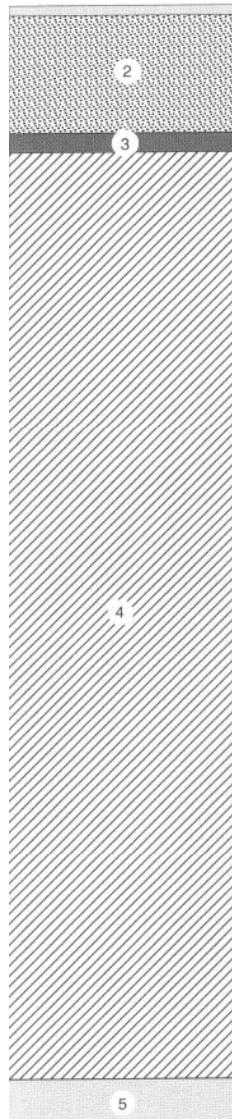


Abb. 5: Querschnitt (schematisch) durch einen SW-Film. 1: Gelatine-schutzschicht, 2: Emulsionsschicht, 3: Lichthof-schutzschicht, 4: Schichtträger, 5: Gelatinerückschicht (in der Regel nur bei Roll- und Planfilmen vorhanden).

terial, sie sind jedoch auch für das Verständnis der Farbfilme massgebend. Die Vorgänge bei der Belichtung und Erstentwicklung von Farbmateriel unterscheiden sich prinzipiell nicht von den entsprechenden Vorgängen bei SW — Filmen. Die Farben entstehen erst im späteren Verlauf der Verarbeitung, wobei sich Farbnegativ- und Diafilme im Prinzip nur durch die Entwicklungsmethode unterscheiden.

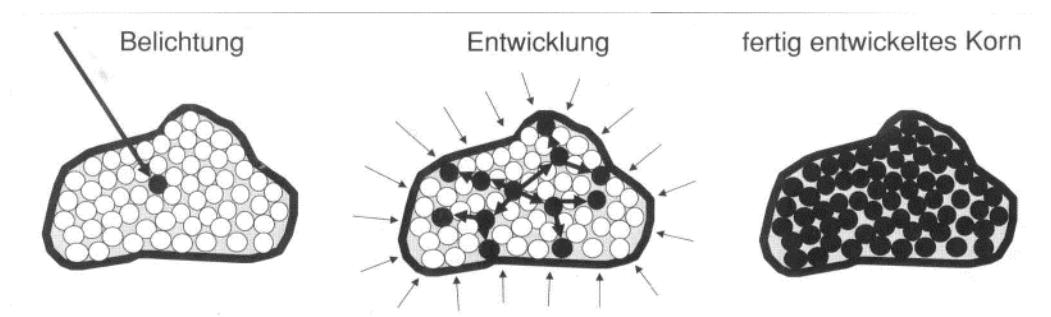
Bilder, die aus Keimen wachsen

Durch die Belichtung findet im Silberhalogenid-Kristall eine Ladungsverschiebung statt. Das heißt, mindestens ein negativ geladenes Halogen-Ion gibt ein Elektron ab, das von einem positiv geladenen Silber-Ion eingefangen wird. So entsteht aus einer Silberhalogenid-Verbindung metallisches Silber, das später als sogenannte Schwärzung sichtbar wird. Durch eine ausreichend lange Belichtung gelingt es, sämtliche Silber-Ionen eines Filmkornes zu metallischem Silber zu reduzieren. Dadurch würde das negative Silberbild ohne Entwicklung auf dem Film sichtbar und könnte nach dem Fixieren wie gewohnt vergrößert werden. Die hierfür notwendige Belichtungszeit liegt allerdings im Bereich von Stunden, so dass diese Methode der Bilderzeugung allenfalls experimentellen Charakter hat. Zum Glück genügt es in der Praxis, wenn die Belichtung reicht, um eini-

ge wenige Silber-Atome entstehen zu lassen. (Zur Erinnerung: Ein Filmkorn enthält etwa 10^8 bis 10^{10} Silber-Ionen!) Solche zu Silber reduzierten Stellen innerhalb des Filmkernes nennt man Entwicklungskeime. Die Gesamtheit aller Entwicklungskeime eines Negatives bilden zusammen das latente Bild. Dieses latente Bild stellt gewissermaßen ein unsichtbares, atomares Muster der noch unentwickelten Aufnahme dar. Die durch die Belichtung entstandenen Entwicklungskeime sind, wie schon ihr Name andeutet, von grosser Wichtigkeit für die Vorgänge bei der Filmentwicklung. Sie bilden die Angriffsstellen für die Entwicklersubstanzen, die eine eigentliche Kettenreaktion auslösen. Ausgehend von den Keimen wird durch den Entwickler innerhalb von Minuten das gesamte Silberhalogenid-Korn zu metallischem Silber reduziert. Körner ohne Entwicklungskeim brauchen hierzu ein Mehrfaches an Zeit. Wird die Entwicklung rechtzeitig abgebrochen, sind sämtliche belichteten Filmkörner in Silber umgewandelt, während die unbelichteten unverändert bleiben. Auf diese Weise entsteht durch die Entwicklung des Filmes eine millionenfache Verstärkung des latenten Bildes. Das anschliessende Fixierbad wandelt die nicht entwickelten Silberhalogenide in wasserlösliche Komplexe um, welche ihrerseits durch die Schlusswässerung aus der Emulsion entfernt werden. Nach dem

Abb. 6: Vereinfachte Darstellung der Vorgänge innerhalb eines Filmkornes beim Belichten und Entwickeln.

Bei der Belichtung werden zunächst nur vereinzelte Silberhalogenid Ionen in Silberatome umgewandelt (Entwicklungskeim). Durch den Einfluss des Entwicklers werden, ausgehend vom Entwicklungskeim, in einer Art Kettenreaktion nach und nach alle Silber— Ionen in metallisches Silber umgewandelt. Das ausentwickelte Korn besteht aus praktisch reinem Silber und ist undurchsichtig schwarz.



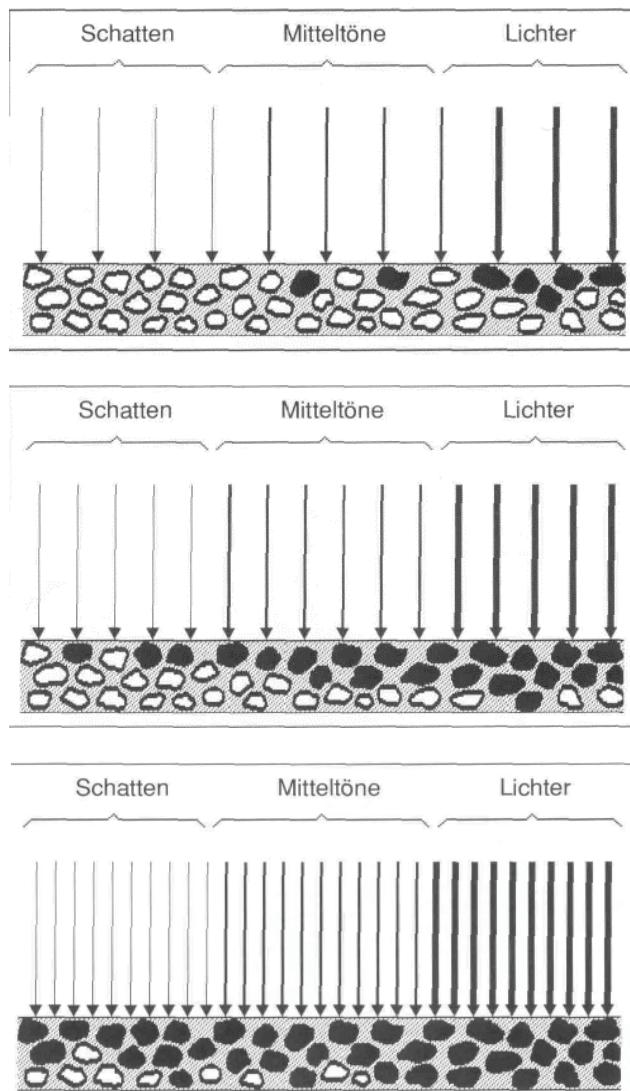
Org

Trocknen ist der nun fertig entwickelte Film zur Weiterverarbeitung bereit.

Warum korrekt belichten?

In der SW-Fotografie ist ein optimal belichtetes und korrekt entwickeltes Negativ unabdingbare Voraussetzung für eine technisch befriedigende Vergrößerung. Ein ideales Negativ verfügt über gut abgestufte Grauwerte in den Mitteltönen sowie über genügend Zeichnung in den Lichtern und in den Schattenpartien. Im SW-Negativ kommen unterschiedliche Grauwerte durch mehr oder weniger starke Überlagerung metallischen Silbers zustande. In der Emulsion muss daher stets eine bestimmte Mindestanzahl Körner übereinander liegen. Fällt nun (in den Schatten des Motivs) sehr wenig Licht auf den Film, werden nur gerade die obersten Körner belichtet, so dass das Negativ an diesen Stellen fast transparent bleibt. Bei hellen Stellen (in den Lichtern des Motivs) dringt das Licht tiefer in die Schicht ein und erzeugt wesentlich mehr Entwicklungskeime. Das Negativ erscheint hier nach der Entwicklung bedeutend dunkler. Wird ein Negativ unterbelichtet, fällt generell zu wenig Licht auf die Emulsion. In den Schatten bleibt die Lichtmenge unter der Schwelle, die zur Bildung von Entwicklungskeimen notwendig ist; das heißt an diesen Stellen kann überhaupt kein Silber entstehen. Das Negativ bleibt, abgesehen vom materialabhängigen Grundscherier, teilweise völlig transparent. Da ohne Silber auch keine Zeichnung möglich ist, erscheinen diese Partien später in der Vergrößerung als völlig strukturierte, schwarze Flächen. Man spricht in solchen Fällen von "zugelaufenen" Schatten.

Bei Überbelichtung kehren sich die Verhältnisse um: In den hellen Bildstellen gelangt zuviel Licht, das die



ganze Schicht durchdringt und so partiell sämtliche vorhandenen Körner belichtet, auf den Film. Diese Teile des Negativs erscheinen nach der Entwicklung gleichmäßig schwarz. Eine Differenzierung ist nicht möglich, da ja alle verfügbaren Silberhalogenid-Körner zu metallischem Silber reduziert wurden. Das Ergebnis beim Vergrößern sind weiße Stellen ohne Zeichnung, die man als "ausgefressene" Lichter bezeichnet.

Abb. 7: Bei Unterbelichtung (oben) wird in den Schatten zu wenig metallisches Silber gebildet. Diese Stellen weisen keine Zeichnung auf. Nur bei korrekter Belichtung (Mitte) ist eine durchgehende Zeichnung von den Schatten bis in die Lichter möglich. Bei Überbelichtung (unten) werden in den Lichtern alle Körner geschwärzt. Auch diese Stellen enthalten keine Zeichnung mehr.

Die Kunst des korrekten Belichtens besteht nun darin, dass an den hellen Stellen des Bildes gerade noch nicht alle und an den dunklen Stellen eben genug Silberhalogenid-Kristalle belichtet werden, um noch genügend Tonwertabstufungen wieder-

kann damit nur die allgemeine Helligkeit angepasst werden; zu dichte oder zu dünne Negativ-Partien bleiben problematisch. Reste von Zeichnung lassen sich zwar durch geschicktes, partielles Nachbelichten oder Abwettern noch hervorzaubern,

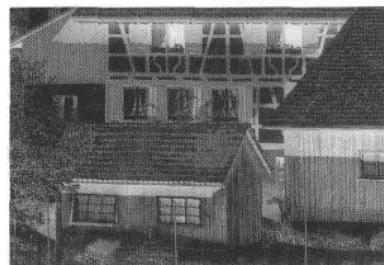
Abb. 8: Bei einem unterbelichteten Negativ (links) bleiben die Schatten völlig transparent. Das Positiv (rechts) kann durch keinen Trick mehr gerettet werden. Die Schatten laufen zu; das heißt, sie erscheinen im fertigen Bild als gleichmässiges, tiefes Schwarz.



Abb. 9: So sieht ein richtig belichtetes Negativ aus. Die Durchzeichnung erstreckt sich gleichmäßig von den Schatten bis in die Lichter. Nur von solchen Negativen sind befriedigende Vergrösserungen möglich.



Abb. 10: Überbelichtete Negative zeichnen sich durch übermäßig dicke Licher aus, die kaum noch Zeichnung zeigen. Strukturlose weiße Flächen im Positiv sind die Folge. Allenfalls können Labortricks (Nachbelichten) eine gewisse Besserung bringen. Kontrast und Zeichnung in den Lichten bleiben aber auf alle Fälle spürbar beeinträchtigt.



geben zu können. Nur so ist es möglich, optimal kopierfähige Negative mit guter Durchzeichnung von den Schatten bis zu den Lichtern zu erhalten. Je mehr sich der Kontrastumfang des Motives der begrenzten Kontrastwiedergabe des Filmes nähert, um so wichtiger und heikler gestaltet sich die Ermittlung der exakten Belichtung.

Die Arbeit mit Negativ-Filmen bietet zwar gewisse Korrektur-Möglichkeiten durch Ausgleich der mittleren Dichte beim Positiv-Prozess. Doch

aber Verluste in Form mangelnder Brillanz sind dabei kaum zu vermeiden. Details in den Lichtern oder Schatten hingegen, die durch Fehlbelichtung schon im Negativ nicht enthalten sind, bleiben für immer verloren.

3 x Schwarzweiss = Farbe

Hat man die Vorgänge in der Emulsion eines SW-Filmes in ihren Grundzügen begriffen, so bereitet

auch das Verständnis der Arbeitsweise von Farbmaterien keine grösseren Probleme. Farbfilme bestehen nämlich in ihrem Aufbau aus nichts anderem als drei aufeinander geschichteten SW-Filmen. Etwas genauer gesagt: Auf einem gemeinsamen Träger befinden sich drei übereinander gegossene SW-Emulsionen. Für die Wiedergabe der Farbe sind zwei grundlegende Dinge massgebend.

1: Dank Filterschichten und spezieller Sensibilisierung ist jede der drei Emulsions-Schichten nur für eine von drei Grundfarben empfindlich. Blaues Licht belichtet nur die oberste, grünes nur die mittlere und rotes nur die unterste Schicht. 2: In jede Schicht werden Farbkuppler eingelagert. Dies sind farblose chemische Stoffe, aus denen später bei der sogenannten Farbentwicklung sichtbarer Farbstoff entsteht. In der blauempfindlichen Schicht bildet sich Gelb, in der grünempfindlichen Schicht Magenta (Violett) und in der rotempfindlichen Schicht schliess-lich Cyan (Blaugrün). So entstehen beim Farbnegativfilm die bekannten "verkehrten" Farben, die erst nach dem Kopieren auf Farbpapier wieder in ihren ursprünglichen Werten erscheinen. Beim Diafilm erfolgt die Umkehrung durch die sogenannte Umkehrentwicklung bereits während der Verarbeitung, so dass direkt ein farbrichtiges Durchsichtsbild resultiert. Bei der Belichtung reagiert jede der drei Schichten auf die zugehörige Farbe, wie wir dies von einem SW-Film gewohnt sind. Alles, was weiter oben in Bezug auf Unter- oder Überbelichtung gesagt wurde, gilt ohne Einschränkung auch für Farbfilme. Doch leider gesellt sich bei Farbmaterien noch ein weiteres Problem hinzu: Bei Fehlbelichtung geht nicht nur Zeichnung in den Lichtern oder Schatten verloren, zusätzlich werden auch noch die Farben verändert.

Warum das so ist und wie dieser Vorgang abläuft, sei im folgenden am Beispiel eines Farbumkehrfilms des Typs Ektachrome demonstriert. Trotz der im Vergleich zum Farbnegativfilm etwas komplizierteren Vorgänge bei der Entwicklung ist der Effekt beim Umkehrfilm leichter einzu-sehen, da hier das Ergebnis in positiver Form vorliegt und direkt beurteilt werden kann.

Wie Farbe entsteht

Farbpositivfilme (Diafilme) sind im Prinzip gleich aufgebaut wie Farbnegativfilme. Abgesehen von ein paar systemspezifischen Abweichungen liegt der einzige wesentliche Unterschied in zwei zusätzlichen Arbeitsgängen bei der Verarbeitung. Abbildung 12 zeigt in schematischer Darstellung die drei für die Grundfarben Blau, Grün und Rot sensibilisierten Emulsionsschichten eines Farbdiafilmes. Um das Beispiel übersichtlich zu halten, beschränken wir uns auf die Einwirkung einer einzigen Farbe und nehmen an, auf den Film werde ein monochromes, grünes Motiv beleuchtet.

Betrachten wir zuerst den Fall einer optimalen Belichtung, wie er in der mittleren Spalte von Abbildung 12 dargestellt ist. Um eine Farbe möglichst rein und gesättigt abzubilden, muss die Belichtung so erfolgen, dass in der betreffenden Schicht gerade alle Silberhalogenid-Kristalle belichtet werden. Warum das so ist, machen die folgenden Ausführungen deutlich. Für unser Beispiel nehmen wir an, dass unter dem Einfluss von grünem Licht in der mittleren, grünempfindlichen Schicht alle Silberhalogenid-Kristalle belichtet werden.

Durch die Erstentwicklung, die einer normalen SW-Entwicklung entspricht, entsteht aus diesen Kristallen metallisches Silber; das heisst, es liegt nun ein sichtbares, aber negatives Silberbild vor.

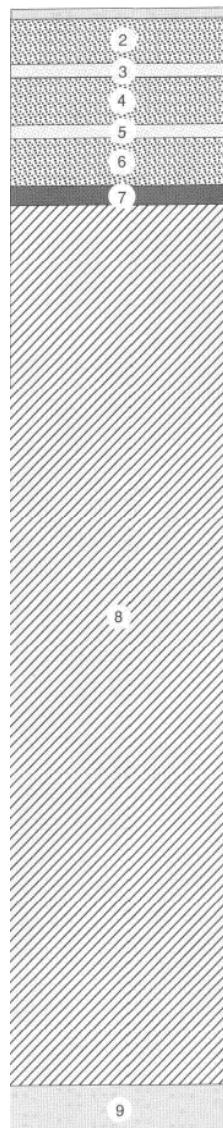


Abb. 11: Schematischer Aufbau eines Farbfilmes (Querschnitt). 1: Schutzschicht, 2: blauempfindliche Emulsionsschicht, 3: Gelbfilterschicht, 4: grünempfindliche Emulsionsschicht, 5: Rottiefpassfilter, 6: rotempfindliche Emulsionsschicht, 7: Lichtabschirmung, 8: Trägermaterial, 9: Gelatine-Rückschicht.

Als zweiter Arbeitsgang erfolgt die Zwischenbelichtung, für die ursprünglich eine starke weisse Lichtquelle verwendet wurde. Bei den heute gebräuchlichen Farbumkehrprozessen ersetzt ein chemisches Umkehrbad die Zwischenbelichtung. Der Effekt ist in beiden Fällen der gleiche: Die bis anhin unbelich-teten Silberhalogenid — Kristalle werden ebenfalls belichtet. Das sind in unserem Beispiel nur noch diejenigen in der blau- und in der rotempfindlichen Schicht, da die grünempfindliche Schicht keine unentwickelten Kristalle mehr enthält. Nach diesen beiden ersten Schritten entspricht die weitere Verarbeitung des Farbpositivfilmes derjenigen eines Farbnegativfilmes. Es folgt als nächstes die eigentliche Farbentwicklung. Die bei der Zwischenbelichtung (beziehungsweise durch das Umkehrbad) aktivierten Silberhalogenid — Kristalle werden zu metallischem Silber reduziert. Gleichzeitig bilden bestimmte Substanzen des Farbentwicklers zusammen mit den in den Filmschichten eingelagerten Farbkupplern sichtbare Farbstoffe. Diese Farbstoffe können aber nur gleichzeitig mit der Entwicklung von Silberhalogenid — Kristallen entstehen. Das heisst, die Farbe bildet sich dank der Umkehrentwicklung an jenen Stellen, die ursprünglich *nicht* belichtet wurden. Dank diesem Trick entsteht direkt ein positives Bild. Dia-positive verdanken wir demnach streng genommen nicht einem speziellen Filmmaterial, sondern der Umkehrentwicklung. Wie auch beim Farbnegativfilm entsteht in der blauempfindlichen Schicht Gelb, in der grünempfindlichen Schicht Magenta (Violett), und in der rotempfindlichen Schicht Cy-an (Blaugrün). Zusätzlich zu den Farbstoffen ist auch noch das vollständig reduzierte Silber aller drei Schichten vorhanden, so dass der Film in diesem Stadium völlig un-

durchsichtig erscheint. Das nun folgende Bleich- und Fixierbad wandelt dieses metallische Silber in wasserlösliches Silbersalz um, das in der Schlusswässerung vollständig aus der Emulsion entfernt wird. Zurück bleiben die wasserunlöslichen Farbstoffe. In unserem Falle handelt es sich um Gelb und Cyan, die sich in der blau- und in der rotempfindlichen Schicht gebildet haben. Hält man das nun fertig verarbeitete Dia gegen das Licht, entsteht durch sub-traktive Farbmischung wieder unser ursprüngliches Grün. Da wir ange nommen haben, dass bei der Aufnahme alle Silberhalogenid — Kristalle der grünempfindlichen Schicht belichtet wurden, erscheint das Grün in seiner maximalen Sättigung.

Grün von Schwarz bis Weiss

Bis jetzt haben wir vorausgesetzt, dass der Farbdiafilm korrekt belichtet wurde. Was aber geschieht mit unserem Grün bei Unter- oder Überbelichtung? Die Verhältnisse bei Unterbelichtung sind in der linken Spalte von Abbildung 12 dargestellt. Da die Belichtung mit grünem Licht zu knapp ausgefallen ist, verbleiben in der grünempfindlichen Schicht unbelichtete Silberhalogenid — Kristalle. Während der Zwischenbelichtung werden diese Kristalle aktiviert, wodurch bei der anschließenden Farbentwicklung an eben diesen Stellen zusätzliche Farbe entsteht. Da es sich um die grünempfindliche Schicht handelt, bildet sich Magen-ta-Farbstoff. Die Konsequenz: Nach der Verarbeitung finden wir im Dia neben Gelb und Cyan, die zusammen Grün ergeben, auch noch eine mehr oder weniger ausgeprägte Magenta — Komponente. Ein Abstecher in die Farbenlehre zeigt, dass die Kombination aller drei subtraktiven Grundfarben (Gelb, Magenta und Cyan) Schwarz, beziehungsweise Grau ergibt. Im fertigen Dia ist also neben

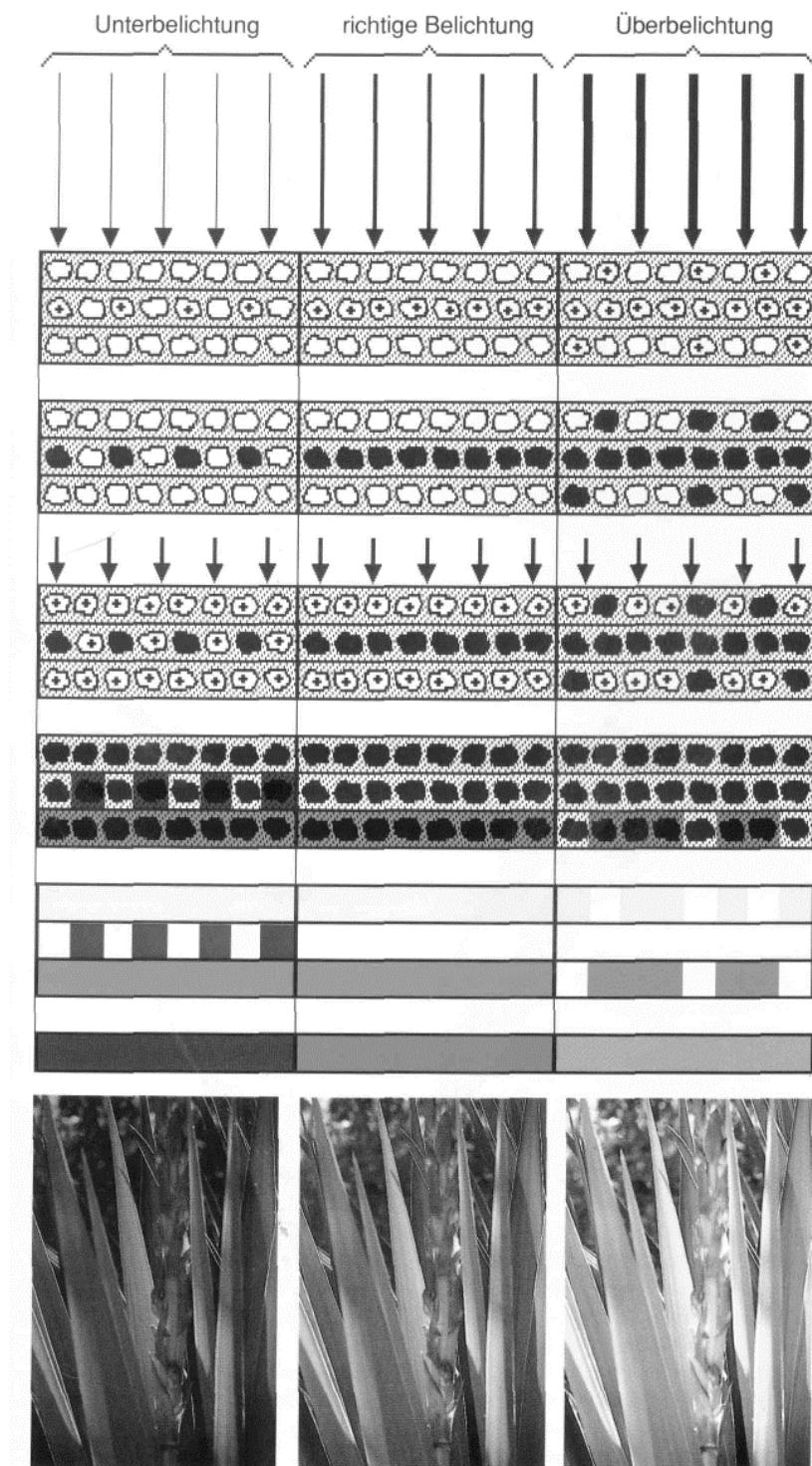


Abb. 12: Schematische Darstellung der Vorgänge in einem Diafilm bei Unter-, richtiger und Überbelichtung. Ange- nommen ist eine Belich- tung mit grünem Licht.

Belichtung

blauempfindl. Schicht

grünempfindl. Schicht

rotempfindliche Schicht

Erstentwicklung: Die be- lichteten Silberhalogenid — Körner werden zu metallischem Silber

Zwischenbelichtung: Die verbleibenden und noch unbelichteten Silberhalo- genid-Körner werden ebenfalls belichtet.

Farbentwicklung: Die bei der Zwischenbelichtung aktivierten Körner werden entwickelt. Gleichzeitig entsteht Farbstoff, der sich anlagert.

Bleichen und Fixieren: Alles metallische Silber wird restlos aus der Schicht entfernt. Zurück bleibt nur noch der Farbstoff.

Resultat der drei überein- anderliegenden Farb- schichten.

Realbeispiel eines unter-, richtig und überbelichteten Dias. Man beachte die Verschwärzung des Grüns bei Unterbelichtung beziehungsweise die Ver- weisschaltung bei Überbelichtung. Dabei beträgt die Abweichung von der richtigen Belichtung nur ± 1 Lichtwert.

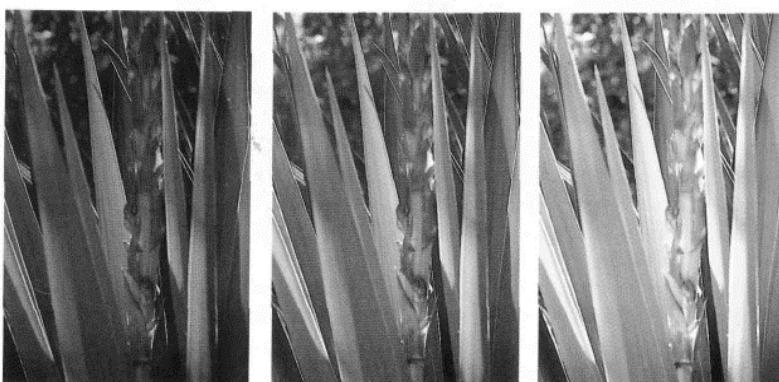
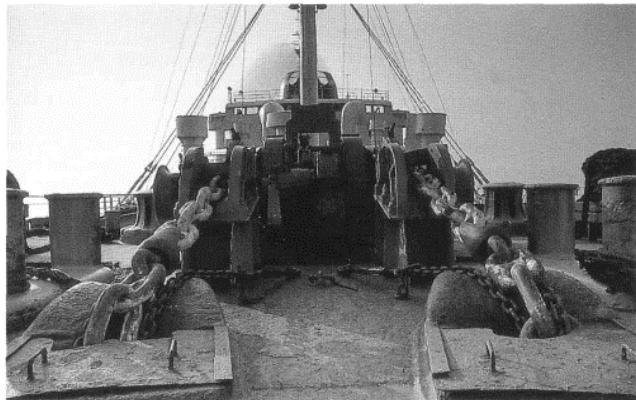


Abb. 13: Der von den Herstellern so viel gepriesene Belichtungsspielraum bezieht sich auf Motive mit sogenannt normalem Kontrastumfang. Leider entspricht die Realität häufig nicht dieser Ideal-Vorstellung, so dass der Belichtungsspielraum recht schnell auf Null



zusammenschrumpft.
Wenn sich der Kontrast, wie in diesem Beispiel, an der Grenze des Reproduzierbaren bewegt, ist der exakten Belichtungsbestimmung auf alle Fälle besondere Beachtung zu schenken.

der Farbe Grün auch noch Grau vorhanden. Die Große dieses Grauanteils hängt vom Ausmass der Unterbelichtung ab. Wird die Magenta — Komponente im Extremfall praktisch gleich gross wie die anderen Farbanteile, erscheint das Diapositiv in undurchdringbarem Schwarz. Bei

weniger gravierender Unterbelichtung wird das Grün lediglich verschwärzt; die Farbe verliert an Leuchtkraft und erscheint schmutzig ..

Bei Überbelichtung macht sich ein anderer Effekt störend bemerkbar: das Problem der Nebendichten. Die Theorie besagt, dass bei einem Farbfilm jede der drei Schichten nur gerade für eine der drei Grundfarben Blau, Grün und Rot sensibilisiert sein soll. In der Praxis gelingt es aber trotz aller Fortschritte in der Filmchemie nur teilweise, diese Forderung zu erfüllen. Tatsächlich vermag jede Farbe auch noch eine Anzahl Silberhalogenid-Kristalle in den anderen beiden Schichten als der ihr zugeordneten zu belichten. Die dadurch entstehenden unerwünschten Farbanteile nennt man Nebendichten. Normalerweise ist dieser Fehler so gering, dass er kaum störend in Erscheinung tritt.

Anders hingegen bei Überbelichtung. Die rechte Spalte von Abbildung 12 illustriert diesen Fall: Fällt

die Belichtung mit grünem Licht stärker aus als, zur Aktivierung aller Silberhalogenid-Kristalle in der grünempfindlichen Schicht nötig wäre, werden die Nebendichten stärker. Der Grund: Das überschüssige grüne Licht belichtet nun immer mehr auch Kristalle in den blau- und rotempfindlichen Schichten. Bei der Erstentwicklung entsteht aus diesen Kristallen metallisches Silber. Für die Zwischenbelichtung stehen demnach weniger unbelichtete Kristalle zur Verfügung. Das heisst aber auch, dass bei der anschliessenden Farbentwicklung weniger Gelb- und Cyan — Farbstoff entstehen kann. Da die entwickelten Schichten eines Dias bei der Betrachtung wie Farbfilter wirken, bedeutet weniger Farbstoff, dass mehr weisse Lichtanteile das Dia durchdringen können. Unser ursprünglich reines Grün wird also mit Weiss gemischt. Es verliert an Intensität und erscheint blass; ein Effekt, den man auch als Verweisslichung bezeichnet.

Wo bleibt der Belichtungsspielraum?

Die obigen Ausführungen haben entscheidende Konsequenzen für die Praxis der Farbfotografie. Sie besagen nichts anderes, als dass eine reine Farbe nur bei völlig exakter Belichtung korrekt wiedergegeben werden kann. Theoretisch erfolgt bereits bei geringer Unterbelichtung eine Verschwärzung respektive Verweisslichung der Farbe. Mit anderen Worten: Der Belichtungsspielraum ist gleich Null! Zum Glück zeigt sich der Farbfilm in der Praxis etwas toleranter als die Theorie dies vermuten liesse. Bei modernen Diafilmen kann noch bei einer Fehlbelichtung von bis zu ± 1 Blendestufe mit annehmbaren Farben gerechnet werden, während Farbnegativfilme sogar Abweichungen bis zu ± 2 Stufen zu schlucken vermögen.

Unangenehme Überraschungen sind vor allem bei Farbnegativfilmen zu erwarten. Wegen der flachen Gradation dieser Materialien erscheinen selbst grob fehlbelichtete Negative oft noch kopierbar. Das Resultat sind Bilder mit schmutzigen oder blassen Farben; und dies obwohl der Laie die Belichtung aufgrund der noch befriedigenden Zeichnung als in der Toleranz liegend beurteilt. Paradoxe Weise bieten die härteren und daher schneller auf Fehlbelichtungen reagierenden Diafilme weniger Ärger in Bezug auf die Farbwiedergabe. Die Erklärung ist einfach: Dias sind in der Regel ein Endprodukt, dessen Dichte sich durch keinen weiteren Arbeitsgang mehr ausgleichen lässt. Fehlbelichtete Dias werden daher vor allem wegen zu grosser oder zu knapper Dichte ausgeschieden - und dies bereits bei relativ kleinen Abweichungen, die noch keine dramatischen Farbfehler zur Folge hätten.

Fazit: Mehr noch als in der SW-Fotografie ist beim Farbfilm der Ermittlung der Belichtung die notwendige Aufmerksamkeit zu schenken. Im Gegensatz zu Schwarzweiss geht bei Fehlbelichtung nicht *nur* Zeichnung verloren, sondern es werden auch die Farben beeinträchtigt. Dazu kommt, dass rettende Manipulationen beim Vergrößern wegen der diffizilen Kontrolle der Farbfilterung wesentlich schwieriger durchzuführen sind, als dies beim SW-Positivprozess der Fall ist. Beim Dia, das für anspruchsvolle Aufgaben vor allem im professionellen Bereich bevorzugt wird, sind Rettungsversuche ohnehin nur im erfahrenen Fachlabor erfolgversprechend. Doch wie auch immer: Das Über — den — Daumen — Peilen der Belichtung lohnt sich nicht, denn auch das auf raffinierteste Art und Weise korrigierte Bild erreicht nie die Qualität eines optimal belichteten.

Schwarzschildeffekt: Wenn's dem Film zu dunkel wird

Unter ganz bestimmten Umständen kann es geschehen, dass ein entwickelter Film trotz sorgfältiger Belichtungsmessung alle Anzeichen einer typischen Unterbelichtung zeigt. Das liegt daran, dass das Reziprozitätsgesetz für die Belichtung nur innerhalb gewisser Grenzen gilt. Das Reziprozitätsgesetz besagt, dass es unerheblich ist, ob eine Belichtung durch eine hohe Beleuchtungsstärke (in der Filmbene) und eine kurze Belichtungszeit oder durch eine geringe Beleuchtungsstärke bei langer Belichtungszeit zustande kommt. Mathematischer ausgedrückt: Solange das Produkt aus Beleuchtungsstärke und Belichtungs-

zeit konstant bleibt, ist stets die gleiche Schwärzung des Filmes zu erwarten.
In der Praxis bestätigt sich dieses Gesetz leider nur innerhalb bestimmter Grenzen. Werden wegen abnehmender Beleuchtungsstärke Belichtungszeiten von über 1 Sekunde fällig, ist für eine korrekte Be-

Abb. 14: Bei Nachtaufnahmen ist generell mit dem Auftreten des Schwarzschildeffektes zu rechnen. Auch hochempfindliche Filme sind davor nicht gefeit. Die notwendige Belichtungszeit kann dadurch unter Umständen bis zum Zehnfachen der gemessenen Zeit anwachsen!



zeit konstant bleibt, ist stets die gleiche Schwärzung des Filmes zu erwarten.

In der Praxis bestätigt sich dieses Gesetz leider nur innerhalb bestimmter Grenzen. Werden wegen abnehmender Beleuchtungsstärke Belichtungszeiten von über 1 Sekunde fällig, ist für eine korrekte Be-

lichtung eine längere als die mit dem Belichtungsmesser ermittelte Zeit erforderlich. Entdeckt hat diesen Langzeitfehler ein österreichischer Astronom namens Schwarzschild, daher auch die Bezeichnung **Schwarzschildfeffekt**. Der durch den Langzeitfehler bedingte Verlängerungsfaktor ist nicht konstant, sondern wird mit zunehmender Belichtungszeit immer grosser und lässt bei ungünstigen Verhältnissen die ursprüngliche Belichtung auf das Zehnfache ansteigen. Die Angabe des Verlängerungsfaktors erfolgt daher in Tabellen- oder Kurvenform. Da sich die einzelnen Filmmarken und -typen unterschiedlich verhalten, ist für jeden Film eine eigene Tabelle notwendig. Tabellen für die gebräuchlichsten Filme finden Sie im Anhang dieses Buches. Bei Farbfilmern kommt noch eine weitere Schwierigkeit hinzu: Da die drei Schichten eines Farbfilmes bei Langzeitbelichtung unterschiedlich reagieren, sind Farbverschiebungen zu erwarten. Tabellen mit Verlängerungsfaktoren für Farbfilme werden daher mit Angaben für die geeignete Gegenfilterung ergänzt. Da die Filterung von der Filmsorte und der Belichtungszeit abhängt, müsste man für Langzeitaufnahmen ein ganzes Korrekturfilterset bereithalten. In der praktischen Available-Light-Fotografie wird man aber meist auf das Filtern verzichten und einen eventuellen Farbstich akzeptieren; zumal dieser nicht selten eine ganz spezielle Stimmung in die Aufnahme bringt, was die Wirkung eher noch steigert. Neben einer schwachen Beleuchtungsstärke kann auch eine extrem kurze Belichtungszeit für einen Reziprozitätsfehler verantwortlich sein. Dieser sogenannte Kurzzeitfehler tritt allerdings nur bei Zeiten unter 1/1000 Sekunde auf und spielt daher im normalen Rahmen der Fotografie eine weniger grosse Rolle als der

Langzeitfehler. Einzig bei elektronisch geregelten Blitzgeräten (Computer-Blitz oder TTL-Steuerung), die im Nahbereich extrem kurze Leuchzeiten erreichen, ist Vorsicht geboten. Reziprozitätsfehler sind darauf zurückzuführen, dass sich bei sehr geringer Beleuchtungsstärke oder zu kurzer Belichtungszeit weniger entwicklungsfähige Silberkeime bilden können und kleinere Subkerne wieder zerfallen.

Die Graumacher vom Dienst

Wie wir im vorangehenden Abschnitt gesehen haben, benötigt unser Aufnahmematerial eine genau dosierte Menge Licht, um ein Motiv mit all seinen Tonwerten abbilden zu können. Für die Erfüllung dieser Bedingung braucht es zweierlei: Erstens ein Instrument, um das Vorhände Licht zu messen, und zweitens eine Vorrichtung, um die ermittelte Lichtmenge entsprechend den Anforderungen des verwendeten Filmes zu steuern. Für die Messung ist der Belichtungsmesser verantwortlich, während die Steuerung der Belichtung von der Blende und vom Verschluss der Kamera übernommen wird. Die lichtempfindliche Schicht eines Filmes arbeitet integrierend, das heißt, alle Lichteindrücke, die während einer bestimmten Zeit die Emulsion erreichen, werden aufaddiert. Die Schwärzung der Schicht hängt also sowohl von der Beleuchtungsstärke in der Filmbene als auch von deren Einwirkungsdauer ab. Man definiert die Belichtung daher als Produkt von Beleuchtungsstärke und Einwirkungsdauer. Die Maßeinheit der Belichtung ist die Luxsekunde (lx·s).

Einen anderen Massstab für die Belichtung kennt man unter der Bezeichnung Lichtwert (LW oder englisch EV für Exposure Value). Der Nullpunkt der Lichtwertskala (LW 0)

entspricht dem Belichtungswert von Blende 1 bei 1 Sekunde Belichtungszeit oder einer beliebigen anderen Paarung, die zur gleichen Belichtung führt. Jede Erhöhung des Lichtwertes um 1 entspricht einer Halbierung, jede Verminderung um 1 einer Verdoppelung der Belichtung. In diesem Zusammenhang ist die Tatsache wichtig, dass innerhalb bestimmter Grenzen eine kleine Blendenöffnung bei langer Belichtungszeit das gleiche Ergebnis liefert wie eine grosse Blendenöffnung bei kurzer Belichtungszeit. Um eine bestimmte Belichtung zu erreichen, stehen also eine ganze Reihe Blenden-Zeit-Paarungen zur Verfügung. Welche davon man auswählt, hängt mit gestalterischen sowie physikalischen Gesichtspunkten zusammen und hat mit der eigentlichen Belichtungsmessung nur indirekt zu tun. Vor jeder Aufnahme steht die Messung des Aufnahmelichtes, auch wenn die meisten Menschen, die heute zu ihrem Vergnügen fotografieren, diesen Vorgang kaum mehr zur Kenntnis nehmen. Ebenso selbstverständlich wie die automatische Belichtung erscheint die Tatsache, dass normalerweise alle Filme in jeder Kamera korrekt belichtete Bilder ergeben. Dasselbe erwartet man auch bei der manuellen Messung mit einem beliebigen Handbelichtungsmesser. Dass dies möglich ist, verdanken wir einer weltweiten Normierung, nach der einerseits die Eichung aller Belichtungsmesser erfolgt, die andererseits aber auch als Grundlage für die Bestimmung der Empfindlichkeit des Filmmaterials dient. Das Problem bei der Festlegung dieser Norm lässt sich mit der einfachen Frage umschreiben: Welche Lichtmenge soll welche Schwärzung der Filmschicht zur Folge haben? Was auf den ersten Blick so simpel tönt, mündet in ein Dilemma und bereitet auch heute noch manchem Fotografen Kopfzerbrechen.

Weisser Hase, schwarzer Pudel

Nehmen wir einmal an, Sie entdecken bei gleichbleibend schönem Sonnenschein zwei völlig verschiedene Motive, von denen Sie je eine Aufnahme herstellen möchten: einen weissen Hasen in einem

Abb. 15: Beispiel zweier Objekte, deren durchschnittliche Remission nicht dem Bezugswert von 18% entspricht. Das obere Motiv reflektiert überdurchschnittlich viel, das untere entsprechend wenig Licht. Beide würden bei normaler Ob-



Schneefeld und einen schwarzen Pudel auf einem Kohlenhaufen. Richten Sie nun einen Belichtungsmesser abwechselnd auf das eine und auf das andere Motiv, so können Sie unschwer erkennen, dass vom Hasen im Schneefeld sehr viel mehr Licht in Richtung Kamera gelangt als vom Pudel auf dem Kohlenhaufen. Das verursacht zunächst noch keine Schwierigkeiten, denn der weiße Hase soll ja auf dem fertigen Bild heller erscheinen als der schwarze Pu-

jktemmung in mittlerem Grau erscheinen. Nur wer solche Situationen erkennt und korrigierend eingreift (oder die Lich-
messung wählt), wird optimale Resultate erhalten.

del. Aber nun kommt das Problem: Der Belichtungsmesser weiss nicht, welches der Pudel und welches der Hase ist!

Etwas technischer ausgedrückt: Unterschiedlich helle Objekte reflektieren bei gleicher Beleuchtung unterschiedlich viel Licht. Der Belich-

tungswert ihrer Remission als Bezugsgröße ungeeignet. Die allgemeingültige Norm für die Eichung von Belichtungsmessern bezieht sich daher auf die mittlere Helligkeit eines durchschnittlichen Aufnahmeobjektes. Diese Objekthelligkeit entspricht einer Remission von etwa 18%; das heisst, 18% des auftreffenden Lichtes gelangen wieder in die Umgebung zurück, die restlichen 82% werden absorbiert. Zum Vergleich: Mattschwarzes Papier hat eine Remission von 2%, hellweisses eine solche von 90%. Die Eichung aller Belichtungsmesser auf ein Mittelgrau von 18% Remission sorgt dafür, dass bei der durch den Filmhersteller empfohlenen Entwicklung eine mittlere Schwärzung der Filmschicht entsteht. Damit ist sichergestellt, dass eine einfache Objektmessung in der Mehrzahl aller Fälle zu korrekten Ergebnissen führt.

Da alle Belichtungsmesser auf das genormte Mittelgrau geeicht sind und folglich von jedem Objekt angenommen wird, dass es diesem Wert entspricht, führt jedes angemessene Objekt, ungeachtet seiner tatsächlichen Helligkeit, zu einer mittleren Schwärzung des Filmes. Im Klartext: Der oben erwähnte weisse Hase im Schneefeld würde in genau den gleichen Grautönen abgebildet wie der schwarze Pudel auf dem Kohlenhaufen.

Wo also die mittlere Helligkeit eines Motives vom Durchschnitt abweicht, sind die Ergebnisse der üblichen Objektmessung mit Vorsicht zu messen. Da liefert auch der teuerste Belichtungsmesser und die ausgeklügelteste Belichtungsautomatik ungenaue Resultate, sofern nicht der Fotograf mit seinem Wissen und seiner Erfahrung eingreift und die Belichtung entsprechend korrigiert. Wie man solche und andere Belichtungsprobleme löst, ist Gegenstand der nachfolgenden Kapitel.



tungsmesser ist aber nicht in der La-

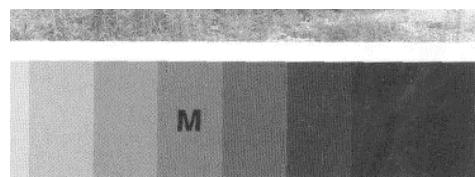


Abb. 16: Ein typisches Durchschnitts-Motiv, das alle Grauwerte zwischen Schwarz und Weiss in flächenmäßig ausgewogener Verteilung enthält. Die mittlere Helligkeit entspricht der bezeichneten Graustufe (M) des unter dem Bild dargestellten Graukells. Dieser Grauton hat eine Remission von ca. 18%.

ge, festzustellen, ob eine bestimmte Motivhelligkeit durch ein helles Objekt bei kleiner Beleuchtungsstärke oder aber durch ein dunkles Objekt bei grosser Beleuchtungsstärke verursacht wird. Das bedeutet, dass man mit dem Resultat einer Belichtungsmessung nichts anfangen kann, solange man die Helligkeit des gemessenen Objektes nicht kennt. Um brauchbare Daten zu erhalten, ist es daher notwendig, dass man die Messung auf ein definiertes Objekt mit bekannter Remission bezieht. Als Remission bezeichnet man die diffuse Reflexion von Licht.

Normgerecht: mausgrauer Durchschnitt

So helle oder dunkle Objekte wie im obigen Beispiel sind natürlich wenig praxisgerecht und wegen der Ex-

Der Belichtungsmesser

Vom Katzenauge zur Silizium — Diode

Als etwa in der Mitte des 19. Jahrhunderts die Fotografie erfunden wurde, dürfte sich noch kaum jemand Gedanken zum Thema Überbelichtung gemacht haben. Das grösste Belichtungs-Problem der Pioniere von damals bestand darin, überhaupt genug Licht auf die Platte zu bekommen. Zu einer Zeit, als die Belichtungszeit noch in Minuten oder gar Stunden gemessen wurde, spielten ein paar Sekunden mehr oder weniger keine Rolle. Das Ermitteln der erforderlichen Belichtung war denn auch weitgehend eine Sache der Erfahrung und des Gefühls. Die Methoden der Berufsleute wirken aus heutiger Sicht manchmal fast röhrend: So etwa die Empfehlung aus einem alten Lehrbuch, sich im Fotoatelier eine Katze zu halten, um aus der Grosse ihrer Pupillen auf

diesen Tabellen fand man für typische, häufig vorkommende Wetter und Lichtsituationen Empfehlungen für Belichtungszeit und Blende. Diese Angaben stützten sich auf jahrelange Erfahrungen und führten, zumindest solange vorwiegend in Schwarzweiss fotografiert wurde, durchaus zu guten Resultaten. In vereinfachter Form haben diese Belichtungstabellen bis vor kurzem auf dem Beipackzettel praktisch aller Aufnahmematerialien überlebt. In Notfällen, zum Beispiel wenn wegen mangelnder Batterieleistung der Belichtungsmesser ausfällt, sind diese Tabellen eine grosse Hilfe. Dass heute häufig auf dieses Detail verzichtet wird, lässt sich allenfalls damit entschuldigen, dass mit den meisten modernen Kamerassen bei Batterieausfall ohnehin nicht mehr viel anzufangen ist.

Mit zunehmender Empfindlichkeit der Emulsionen und wachsenden

Gegenstand	Januar und Dezember											
	Februar,	März,	April u.	Mai	und	Juni	und	August	September	Oktober,	November,	
Offene Seestücke und Wolken	1/80	1/80	1/100	1/120	1/150							
Offene Landschaften ohne dunklen Vordergrund, Strandszenen mit Felsen, Schneebilder	1/80	1/40	1/60	1/70	1/100							
Landschaften mit Vordergrund, Figurenstudien im Freien, helle Gebäude und Straßen	1/12	1/15	1/30	1/40	1/70							
Landschaften in Nebel oder mit sehr dunklem Vordergrund, gut beleuchtete Straßenszenen	1/8	1/12	1/20	1/30	1/40	1/40						
Gebäude und Bäume	1/4	1/5	1/8	1/15	1/20	1/20						
Porträts und Gruppen im Freien	1 1/2	1	2/3	1/3	1/6							
Porträts und Reproduktionen in hellen Räumen und unter Bäumen	6	5	3	2	1							

Die Belichtungszeiten sind für hochempfindliche Platten (Empfindlichkeit = 16° Scheiner = 26 bis 29° Warnerke = 516 Watkins = 146 Wyne) bemessen; bei hochempfindlichen (17° Scheiner = 27 bis 30° Warnerke) kann um $\frac{1}{4}$ der angegebenen Zeit kürzer belichtet werden, bei weniger empfindlichen (15° Scheiner = 25° Warnerke) muß um $\frac{1}{4}$ länger belichtet werden. Farbenempfindliche Platten sind günstigerweise als „hochempfindlich“ zu betrachten. Bei Autochromaufnahmen ist soviel Minuten zu belichten, wie hier Sekunden angegeben sind.

Abb. 17: Eine Belichtungstabelle aus dem Jahre 1920. Lange boten solche Tabellen die einzigen Anhaltspunkte für die Belichtung. Die ersten fotoelektrischen Belichtungsmesser, kamen erst in den dreissiger Jahren auf den Markt.

die erforderliche Belichtungszeit zu schliessen!

Für die wenigen interessierten Laien, die damals fast ausschliesslich im Freien fotografierten, standen schon recht früh Belichtungstabellen zur Verfügung, welche für Anfänger den einzigen einigermassen zuverlässigen Anhaltspunkt darstellten. In

Ansprüchen an die Abbildungsqualität wurde das Abschätzen der Belichtung immer heikler. Vor allem für die ersten Amateure waren Fehlbelichtungen ein echtes Schreckgespenst, denn Ausschuss war schmerzlich zu einer Zeit, als die lichtempfindlichen Platten noch selber beschichtet oder für teures Geld

beim nächsten Lichtbild — Künstler gekauft werden mussten. Schon früh suchte man deshalb nach Methoden, um die Helligkeit des Aufnahmemotives zu messen. Zuerst versuchte man sein Glück mit chemischen Belichtungsmessern.

Abb. 18: Ein chemischer Belichtungsmesser aus der Zeit der Jahrhundertwende. Die Genauigkeit dieser Geräte war noch recht bescheiden, so dass noch viele Jahre die weitverbreiteten Belichtungstabellen die zuverlässigeren Helfer waren. Aufnahme: Urs Tillmanns



Abb. 19: Der Ombrux (oberes Bild) kam 1933 auf den Markt und war der erste fotoelektrische Belichtungsmesser von Gossen. Ein weiterer Klassiker mit Selen-Element war der Sixtomat, der in den fünfziger Jahren produziert wurde (unteres Bild). Charakteristisch ist die Wabenlinse, hinter der sich das grossflächige Messelement befindet.

Dies waren kleine, runde Geräte mit einer Öffnung, in die mit einer chemischen Substanz getränktes Papierstreifen oder -Scheiben eingelegt wurden, die sich unter dem Einfluss von Licht verfärbten. Aus der Zeit, die dieser Vorgang beanspruchte, leitete man mittels einer Tabelle die notwendige Belichtung ab. Später fanden die optischen Belichtungsmesser eine grosse Verbreitung. Dabei nutzte man den Effekt aus, dass das menschliche Auge eine bestimmte Minimalhelligkeit benötigt, um Details unterscheiden zu können. Eine gewisse Adoptionszeit vorausgesetzt, ist dieser Wert bei allen Menschen in etwa gleich. Optische Belichtungsmesser enthielten einen transparenten, ringförmigen Graukeil, durch den man das Motiv anvisieren konnte. Dieser Graukeil wurde so lange gedreht, bis die Details in den Schattenpartien eben noch erkennbar waren. Die gesuchte Belichtungszeit fand man dann auf einer mit dem Graukeil verbundenen Zeitskala. Das Problem bei dieser Art der Belichtungsmessung lag vor allem bei der Trägheit des Auges. Bei grosser Allgemeinhelligkeit dauerte es natürlich eine Weile, bis sich das Auge an die dunklen Skalen

im Gerät adaptiert hatte. Entsprechend gross fiel denn auch die Streuung bei mehrmaliger Messung aus.

Licht erzeugt Strom

Den Durchbruch in der Belichtungsmessung brachten erst die elektrischen Geräte, die in den 30er Jahren auf dem Markt erschienen. Die ersten Belichtungsmesser dieser Art verwendeten als Lichtempfänger relativ grossflächige Selen — Elemente. Dies sind Halbleiter — Bauteile, die bei Lichteinfall einen elektrischen Strom abgeben, ähnlich den heute in der Solar — Technik benützten Silizium — Elementen. Den durch das Licht erzeugten Strom benutzte man direkt, um ein empfindliches Messwerk anzutreiben. Durch einen Nachführzei-



ger, drehbare Skalen oder durch einfaches Übertragen eines Zahlenwertes konnte der Ausschlag der Messwerk-Nadel in Zeit-Blenden-Kombinationen umgesetzt werden. Die für damalige Verhältnisse erstaunlich präzisen Geräte hatten aber auch Nachteile: Geringe An-

fangsempfindlichkeit, Trägheit und nachlassende Allgemeinempfindlichkeit bei zunehmender Alterung des Selen — Elementes waren die grössten Probleme. Dazu gesellte sich eine gewisse mechanische Anfälligkeit, denn der von den Selen — Elementen erzeugte Strom war so gering, dass nur die empfindlichsten Drehspul-Instrumente zur Anzeige in Frage kamen. Als weiterer Nachteil ist die mangelhafte und ungenaue Abgrenzung des Messwinkels zu erwähnen. Die grosse Fläche der Selen-Elemente konnte mit den für diese Geräte charakteristischen Wabenlinsen nur unvollkommen an praxisgerechte Messwinkel angepasst werden.

Selen — Elemente werden heute nur noch vereinzelt in sehr einfachen Belichtungsmessern verwendet. Häufiger anzutreffen sind sie noch in reinen Lux-Metern, da für die Lux-Messung (Messung der Beleuchtungsstärke) definitionsgemäß eine grosse, ebene Messfläche benötigt wird.

Ein Widerstand mit Folgen

Einen nächsten Meilenstein setzte die Erfindung des Foto-Widerstandes. Im Gegensatz zu den Selen — Elementen erzeugen Foto-Widerstände keinen Strom sondern ändern ihren elektrischen Widerstand in Abhängigkeit des auffallenden Lichtes. Der für die Messung notwendige Strom stammt von einer kleinen Batterie. Der Foto-Widerstand ist in dieser Generation von Geräten nur das steuernde Element, welches je nach Lichteinfall einen mehr oder weniger grossen Strom fliessen lässt. Dabei gilt folgende Relation: Je mehr Licht, desto kleiner der Widerstand und folglich um-so grosser der Strom. Da die Energie von einer Batterie bezogen wird, kann die elektrische Messanordnung mit bedeutend höheren Stromstärken arbeiten, als

dies bei den Selen-Zellen der Fall war. Das bedeutet, dass mechanisch weniger empfindliche Messwerke zur Anzeige genügen, was der Robustheit der Geräte zugute kommt. Damit ist der Belichtungsmesser zwar batterieabhängig geworden, doch dafür hat man sich eine ganze Reihe handfester Vorteile eingehandelt. Da die eigentliche Empfängerfläche eines Foto-Widerstandes nur wenige Quadratmillimeter misst, wurde es möglich, den

Abb. 20: Ein bekannter, heute noch produzierter Vertreter der CdS-Belichtungsmesser. Der kleine CdS-Fotowiderstand ermöglichte erstmals die Konstruktion besonders empfindlicher und dennoch ziemlich robuster Geräte. Der Lunasix 3 gehört zu den empfindlichsten Belichtungsmessern, obwohl er keine verstärkende Elektronik besitzt.



Messwinkel mit optischen Hilfsmitteln wie Linsen und Blenden exakt einzugrenzen und den Erfordernissen der Praxis anzupassen. Erstmals konnten auch Geräte konstruiert werden, deren Messwinkel sich durch Vorsätze von normal etwa 30° auf 15° oder gar $7,5^\circ$ reduzieren lässt. Sogar spezielle Spotmeter mit einem Messwinkel von nur gerade einem Grad rückten in den Bereich des Möglichen.

Der Foto — Widerstand brachte auch eine beachtliche Erhöhung der Messempfindlichkeit. Damit konnte sich der Belichtungsmesser Arbeitsbereiche erschliessen, die ihm bis anhin wegen der knappen Helligkeitsverhältnisse verwehrt blieben:

Belichtungsbestimmung beim Positiv-Prozess im Labor, Selektivmessung auf der Mattscheibe der Fachkamera oder die Messung direkt am Mikroskop bei Mikroaufnahmen sind Beispiele für die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten moderner Belichtungsmesser.

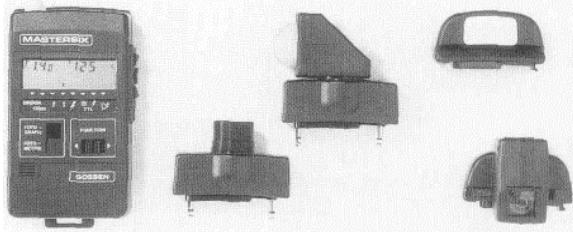


Abb. 21: Reichhaltiges Zubehör ermöglicht die Anpassung moderner Belichtungsmesser an die unterschiedlichsten Gegebenheiten. So können Spitzengeräte ausser für die Objekt- und Lichtmessung auch für Blitz-, Spot-, Makro-, Mikroskop- oder Labormessungen verwendet werden.

Die winzigen Foto — Widerstände waren aber auch die Voraussetzung, um den ganzen Belichtungsmesser so weit zu verkleinern, dass man ihn in das Gehäuse einer Kleinbildkamera einbauen konnte. Damit begann das Zeitalter der Messung durch das Objektiv, heute auf Neu — Deutsch meist TTL-Messung genannt (TTL = Abkürzung für englisch: Through The Lens). Diese Art der Messung hat sich bei Spiegelreflexkameras generell durchgesetzt. Da bei der TTL-Messung nur der Teil des Lichtes erfasst wird, der auch wirklich die Filmebene erreicht, braucht sich der Kleinbild — Fotograf in der Regel nicht mehr um Verlängerrungs- oder Filterfaktoren zu kümmern; eine spürbare Vereinfachung, die vor allem in der Amateur-Fotografie entscheidend zur Popularisierung des Mediums beigetragen hat.

Zwei typische Unarten

Bei den anfänglich in der Fotografie verwendeten Foto — Widerständen handelte es sich praktisch ausschliesslich um Cadmium-Sulfid-Widerstände, kurz CdS-Widerstände genannt. Dieser Typ war lange Zeit weit verbreitet. Doch trotz seiner unbestreitbaren Vorteile musste man in

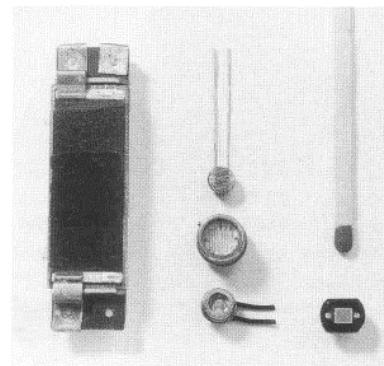
der Praxis auf zwei physikalisch bedingte Unarten Rücksicht nehmen: CdS-Widerstände arbeiten relativ träge; das heisst, schnellen Lichtwechseln vermögen sie nur unvollkommen zu folgen. Schwenkt man einen CdS-Belichtungsmesser mit engem Messwinkel zu schnell über eine helle Motivstelle, kann es geschehen, dass die Anzeige kaum reagiert und den tatsächlichen Kontrastumfang nicht erkennen lässt. Wegen seiner Trägheit kommt der CdS-Widerstand auch zur Messung von Blitzlicht nicht in Frage. Noch unangenehmer ist der Gedächtnis-Effekt. Aufgrund dieser Erscheinung dauert es nach sehr starken oder sehr schwachen Lichteindrücken eine Weile, bis eine korrekte Messung am anderen Ende der Skala möglich ist. Es scheint, als ob der Foto — Widerstand über eine Art Gedächtnis für Lichteindrücke verfügt, das zuerst überwunden werden muss. Misst man zum Beispiel durch das Fenster eines Raumes zuerst das helle Außenlicht und gleich anschliessend das unter Umständen sehr knappe Licht innerhalb des Raumes, so kann man beobachten, wie die Messnadel richtiggehend auf den definitiven Wert "kriecht". Im umgekehrten Fall, wenn man seinen CdS-Belichtungsmesser aus der dunklen Foto — Tasche nimmt, hilft es, wenn man die Messzelle "aktiviert", indem man das Gerät ganz kurz gegen eine helle Lichtquelle und erst dann auf das eigentliche Motiv richtet.

Doch ungeachtet dieser typischen Unarten, handelte es sich bei guten CdS-Belichtungsmessern um sehr genaue, universelle und recht robuste Geräte, mit deren Hilfe ganze Fotografen-Generationen ihre Filme belichteten. Auch heute noch verwenden einige Hersteller CdS-Zellen in bestimmten Modellen. Dabei handelt es sich zwar durchwegs um ältere oder einfachere Typen, doch

die Nachfrage beweist, dass der eine oder andere "Klassiker" unter den Belichtungsmessern noch keineswegs zum alten Eisen gehört.

Schnell wie der Blitz: die Silizium — Diode

Die Gegenwart gehört allerdings den Silizium — Dioden. Dies sind Halbleiter-Bauteile, die, ähnlich den Foto-Widerständen, bei Lichteinfall ihren Widerstand ändern und so den Stromfluss steuern. Silizium — Dioden reagieren sehr schnell und kennen



keinen Gedächtnis — Effekt. Die schnellen Silizium — Zellen haben zusammen mit der allgemeinen Miniaturisierung der Elektronik einen wahren Entwicklungsschub ausgelöst. Sie kommen überall dort zum Einsatz, wo schnelles Reaktionsvermögen unabdingbare Voraussetzung ist: in vollautomatischen Kameras, welche die Belichtung noch während des Verschlussablaufes korrigieren, bei der TTL — Blitzautomatik, in Computer-Blitzgeräten und in Hand-Belichtungsmessern, die auch den kürzesten Blitz erfassen. Die anfänglich störend hohe Blauempfindlichkeit der Silizium — Dioden konnte inzwischen weitgehend korrigiert werden, so dass in der Regel auch bei Farbdominannten keine Überraschungen mehr zu befürchten sind. Der Vollständigkeit halber sei noch die Gallium-Arsenid-Foto-

diode oder kurz: Ga-Diode erwähnt. Dieser Typ zeichnet sich außer durch eine kurze Ansprechzeit auch noch durch eine günstige Spektral-empfindlichkeit aus, kommt in der Foto — Technik jedoch nur selten zur Anwendung.

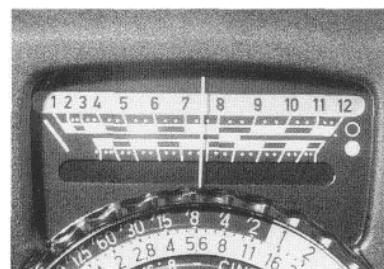
Analog oder Digital?

Die Belichtungsmesser, die heute auf dem Markt angeboten werden, lassen sich auf Grund ihrer unterschiedlichen Anzeigen in zwei Gruppen aufteilen: in Geräte mit analoger und solche mit digitaler Anzeige.

Die Klassiker mit dem Zeiger

Belichtungsmesser mit analoger Anzeige verfügen alle über ein mechanisches Zeiger — Messwerk, das nichts anderes als ein empfindliches Milliamperemeter — Meter ist. Bei den meisten Zeiger — Geräten entspricht der Zeigerausschlag zwar der gemessenen Helligkeit; der angezeigte Wert kann jedoch nicht direkt auf die Kamera übertragen werden, da für jede Messung eine ganze Reihe gültiger Blenden — Zeit — Kombinationen in Fra-

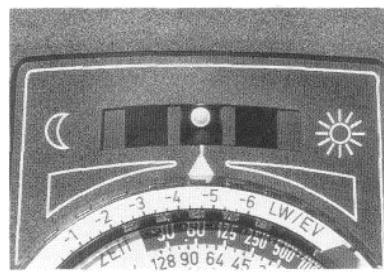
Abb. 22: Verschiedene Messzellen, wie sie im Laufe der Entwicklung eingesetzt wurden: Selen — Element (links), diverse Bauformen von CdS-Widerständen (Mitte) und eine moderne Silizium — Diode (rechts).



ge kommen und außerdem auch noch die Filmempfindlichkeit zu berücksichtigen ist. Um all diesen Möglichkeiten Rechnung zu tragen, bedient man sich mehrerer kreisförmiger und gegenüberliegender verdrehbarer Skalen. Zuerst wird auf einer DIN/ASA — Skala (ISO findet man immer noch selten!) die Filmempfindlichkeit eingestellt.

Abb. 23: Eine konventionelle Zeigerskala. Die Zahlen auf der Skala sind keine Einstellwerte für die Belichtung, sondern dienen lediglich der Übertragung auf eine mechanische Rechenscheibe, auf der dann die passenden Zeit-Blenden-Paare abgelesen werden. Für die Ermittlung des Kontrastes hingegen kann man die Skalenwerte direkt verwenden. Vorteil des Zeigers: Tendenzen werden schnell erkannt, und ein erster Überblick über den Kontrast ist ohne Rechnen möglich.

die Lage der mittleren Zone V kann damit ohne grosse Rechenkünste festgelegt werden. Eng mit dem Nullabgleich verwandt ist die sogenannte Lichtwaage. Diese arbeitet anstelle eines Zeiger-Messwerkes mit drei Leuchtdioden. Leuchtet die linke Diode, so muss man die Skalen-Scheibe nach rechts drehen, leuchtet die rechte, ist nach links zu drehen. Die korrekte



Einstellung wird durch die mittlere Leuchtdiode angezeigt, was der Null-Stellung eines Zeigerinstrumentes entspricht. Damit ist zwar ein schneller Abgleich möglich; hingegen können Kontraste nicht so leicht ermittelt werden, da bei Abweichungen vom Mittelwert nur eine Diode aufleuchtet, ohne die Grosse der Differenz sichtbar zu machen.

Tendenz: sichtbar

Der Vorteil der Analog-Anzeige liegt darin, dass der Anwender den Zeigerausschlag direkt interpretieren kann. Ohne Ablesen und ohne Rechnen wird beim Anvisieren einzelner Motivteile sofort sichtbar, wo hellere oder dunklere Stellen besondere Vorsicht erfordern. Mit etwas Erfahrung können rein visuell aus dem Winkel zwischen dem grösstem und dem kleinsten Zeigerausschlag sogar Rückschlüsse auf die absolute Grosse des Motivkontrastes gezogen werden. Bei einfachen Digital-Anzeigen hingegen kommt man nicht um etwas Kopfrechnen herum. Die Ablesegenauigkeit der Analog-Anzeigen ist für die allermeisten An-

wendungen absolut genügend und liegt etwa bei 1/4 Blende. Wer auch noch Differenzen von 1/10 Blendenwert erkennen möchte, kommt nicht um ein digital anzeigendes Gerät herum.

Auch manche Sonderfunktionen, wie etwa die visuelle Darstellung des Kontrastumfangs oder das Zählen der Anzahl der Auslösungen beim kumulativen Blitzen, lassen sich mit Zeigerinstrumenten nicht realisieren. Hier beginnt die Domäne der digitalen Belichtungsmesser, deren Entwicklung den einfachen Handbelichtungsmesser in ein richtiges High Tech Messzentrum im Taschenformat verwandelt hat.

Die modernen Digitalen

Bei digitalen Belichtungsmessern sucht man vergebens nach dem Messwerkzeiger und den bekannten, runden Belichtungs-Skalen. Dafür dominieren ein grossflächiges LCD-Anzeigefeld und eine ganze Reihe elektrischer Tasten das Design der Geräte. Digitale Belich-

Abb. 26: Die Lichtwaage ist eng mit der Nullpunktsskala verwandt und funktioniert auch ähnlich. Vorteil: Vollelektronische Messung ohne mechanisch empfindliches Messwerk. Nachteil: Die drei Leuchtdioden erlauben nur den Abgleich nach dem Muster "nicht gut - gut - nicht gut". Tendenzen lassen sich kaum erkennen und Kontrastmessungen sind mit Rechenarbeit verbunden.



Abb. 27: Am meisten Informationen liefern die digitalen Belichtungsmesser. Einige Geräte können nicht nur messen, sondern auch rechnen. Die Mittelwertbildung aus mehreren Messwerten, Kontrastberechnungen oder das Zählen und Addieren von Blitzen werden von der Elektronik übernom-

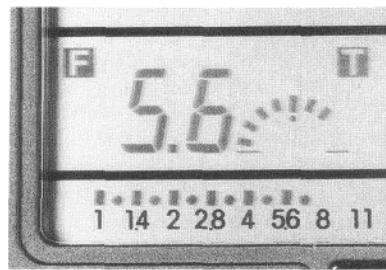
tungsmesser arbeiten rein elektronisch. Der durch die Silizium-Messzelle fliessende schwache Messstrom wird elektrisch verstärkt und

das Resultat anschliessend von einer aufwendigen Elektronik mannigfaltig ausgewertet. Die Eingabe aller für die Messung notwendigen Daten - wie etwa der Filmempfindlichkeit - erfolgt mittels Tasten oder Schalter. Alle wichtigen Werte werden beim Abschalten des Gerätes in der Regel elektronisch gespeichert und stehen beim nächsten Einschalten wieder zur Verfügung. Die digitalen Messgeräte bieten eine ganze Reihe von Sonderfunktionen, mit denen praktisch alle messtechnischen Probleme der Fotografie gelöst werden können. Eine summarische Aufzählung soll die von Gerät zu Gerät leicht variierenden Möglichkeiten illustrieren:

- Objekt- und Lichtmessung
- wahlweises Anzeigen von Blende oder Belichtungszeit bei entsprechender Zeit- oder Blendenvorwahl
- Umschaltung auf Anzeige in Lichtwerten
- Messung von Blitz- und Dauerlicht (sowie die Kombination von beidem)
- kumulierende Messung beim Mehrfachblitzen
- Speichern mehrerer Messwerte
- Messung und Darstellung von Kontrastverhältnissen
- Umschaltung von Mittelwert-Belichtung auf Betonung der Lichter oder Schatten
- automatische Berücksichtigung von Verlängerungs- oder Filterfaktoren
- Messen von Beleuchtungsstärken und Filterdichten
- Messen der Farbtemperatur und Bestimmung von Konversionsfiltern
- als vorläufigen Höhepunkt der Entwicklung: die drahtlose Übertragung der Messwerte vom Belichtungsmesser zur Kamera! (Minolta Flashmeter IV mit den Kameras Minolta 7000 und 9000)

Abb. 28: Auf einer Digitalskala sind Tendenzen oder plötzliche, kleine Änderungen des Messwertes nur schwer zu erkennen. Um diesen Nachteil wettzumachen, werden alphanumerische Anzeigen durch digitalisierte Analogskalen ergänzt. Bei dieser Anzeige erfolgt die Angabe der Blende zusätzlich durch einen Balken auf einer horizontalen Skala. Bruchteile von ganzen Blendenstufen werden auf einer weiteren quasi-analogen Skala in der Art eines kleinen Zeigers angegeben.

Die Kenntnis der Grundlagen und die Beherrschung der prinzipiellen Messmethoden, wie sie in diesem Buch beschrieben werden, bieten das nötige Rüstzeug um die vielfältigen Möglichkeiten eines digitalen Belichtungsmessers überhaupt auszunutzen zu können. Als grundsätzlicher Nachteil der Digital-Anzeigen muss erwähnt werden, dass bei Änderungen des Messwertes Tendenzen nicht auf den ersten Blick erkennbar sind. Das heisst, beim Anmessen mehrerer Details ist man gezwungen, jeden Messwert abzulesen, um durch Vergleich mit dem vorangehenden festzustellen, ob der Wert nun zu- oder abgenommen hat. Diesen Makel haben auch die Hersteller erkannt und ihre neuesten Geräte teilweise mit zusätzlichen, quasi-analogen Skalen ausgerüstet.

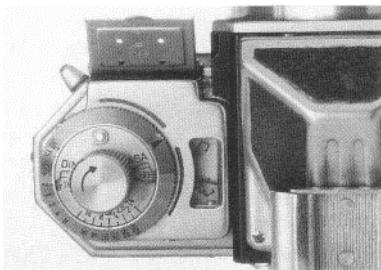


Darunter versteht man Skalen, bei denen durch Aneinanderreihen oder sequentielles Umschalten von kleinen Anzeige-Elementen der Eindruck einer analogen Skala entsteht. Dank diesem Trick gelang es, die Vorteile der Analog-Skala mit denjenigen der Digital-Anzeige zu vereinen.

Im übrigen erlauben LCD-Displays, im Gegensatz zu einem Zeigerinstrument, eine fast beliebige Gestaltung der Anzeigen, so dass auch mehrere Messwerte und Einstelldaten gleichzeitig dargestellt werden können. Grenzen setzen nur die Forderung nach Übersichtlichkeit und der zur Verfügung stehende Platz.

Jeder besitzt einen Belichtungsmesser!

Wer sich nicht unbedingt einen Handbelichtungsmesser anschaffen möchte, erinnert sich vielleicht daran, dass er ja eigentlich bereits ein kompliziertes und präzises Messge-



rät besitzt, nämlich den in seiner Kamera eingebauten Belichtungsmesser. Allerdings sind die TTL-Belichtungsmesser moderner und vollautomatischer Kameras kaum mehr dafür konzipiert, um mit ihrer Hilfe aktiv die Belichtung zu bestimmen. Die Anzeigen der Kamera geben im Normalfall denn auch nicht Aufschluss über die gemessene Motivhelligkeit, sondern informieren lediglich darüber, wie die Kamera-Automatic nun zu belichten gedenkt. Zwar verfügen die meisten Kameras über Beeinflussungs-Möglichkeiten, doch um diese sinnvoll zu nutzen, wären oft mehr Informationen notwendig, als sie ein durchschnittliches Kamera-Display zu bieten vermag.

Immerhin: Schaltet man seine Kamera auf manuellen Betrieb, so erlaubt jeder TTL-Belichtungsmesser eine individuelle Belichtungssteuerung. Leider ist die Handhabung aber oft etwas umständlich, da viele Kamera-Anzeigen auf Abweichungen der Belichtung vom Sollwert lediglich mit einem blinkenden "+" oder "-" reagieren. Wie gross die Abweichung wirklich ist, erfährt man nur indirekt durch Ablesen der eingestellten Werte, erneutes Abgleichen,

nochmaliges Ablesen und Ausrechnen der Differenz. Allerdings existieren auch Kameras, die Abweichungen bis zu drei Blendenstufen zahlenmäßig direkt anzeigen. Diesbezüglich am praktischsten waren die älteren Kameras, bei denen ein mechanischer Zeiger im Sucher über die Belichtung informierte. Anhand des Zeigerausschlages erhielt man recht schnell ein Bild von den Helligkeits- und Kontrastverhältnissen. Andererseits bieten moderne High-Tech-Kameras gerade in Bezug auf die Belichtungsmessung ein Reihe von Raffinessen, die nicht zu verachten sind und die den Verzicht auf den guten alten Zeiger versüßen. Was man über die TTL-Messung und deren Handhabung im einzelnen wissen sollte, steht im Kapitel *Die TTL-Messung*.

Von der Kreuzkupplung zum Multiautomat

Wie bei den Handgeräten widerspiegelt auch die Entwicklung der TTL-Belichtungsmesser den Fortschritt auf dem Gebiet der Elektronik. Die ersten in Kameras eingebauten Belichtungsmesser waren noch nicht in der Lage, das Licht durch das Objektiv zu messen. Die anfänglich ver-

Abb. 29: Ein Selen-Belichtungsmesser, eingebaut in eine Spiegelreflex-Kamera. Die Messung erfolgte noch nicht durch das Objektiv, und eine automatische Übertragung der Einstellwerte gab es auch noch nicht. Es handelte sich eher um einen in die Kamera integrierten Handbelichtungsmesser.

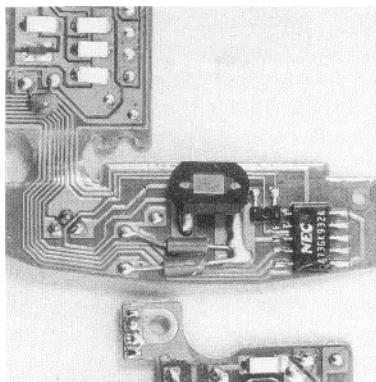


Abb. 30: Moderne Kameras stecken voller Elektronik. Die eigentliche Messzelle ist im Gewirr der Leiterbahnen kaum mehr auszumachen. Allerdings dient nur der kleinste Teil der Elektronik der Belichtungsmessung. Der grosse Rest ist für die verschiedenen Automatikprogramme sowie für die Steuerung von Verschluss, Blende, Filmtransport, Blitzleistung usw. zuständig.

wendeten Selen-Elemente konnten wegen ihrer Grossen nicht im Sucherprisma untergebracht werden, so dass man sich diese Geräte eher als

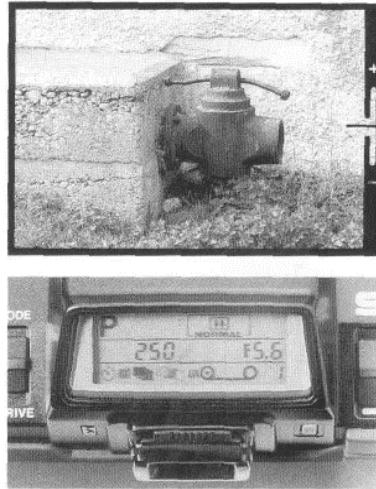
in das Kameragehäuse integrierte Handbelichtungsmesser vorstellen muss. Erst die Erfindung der wesentlich kleineren CdS-Fotowiderstände, die später durch die schnelleren Silizium-Dioden ersetzt wurden, ebnete den Weg für den Durchbruch der TTL-Messung.

Gleichzeitig mit der Integration des Belichtungsmessers in die Kamera erfolgte ein weiterer Entwicklungsschritt: Die gekoppelte Nachführ-

messung oder gar *kreuzgekoppelte Nachführmessung*. Vor der Messung war es vorderhand noch nötig, das Objektiv auf den eingestellten Wert abzublenden (Arbeitsblendenmessung), da der damals weit verbreitete Objektivanschluss mit Schraubgewinde die Übertragung des Blendenwertes vom Objektiv auf das Gehäuse erschwerte. Dank der Verbreitung der Bajonett-Anschlüsse konnte auch dieses Problem gelöst werden, wodurch sich die Offenblendenmessung sehr schnell zum allgemeinen Standard entwickelte. Die Erfindung der Innenmessung und die fortschreitende Miniaturisierung der Elektronik sorgten für weitere Entwicklungsschübe: Zeit-, Blenden- und Mehrfachautomatik folgten in kurzen Zeitabständen und legten den Grundstein zur Entwicklung der modernen High-Tech-Kameras, in denen die Elektronik die Steuerung praktisch aller Vorgänge übernommen hat.

Auch die in den Kameras verwendeten Anzeigen passten sich dem Trend an: In einer ersten Phase wurde der Zeiger abgelöst durch Leuchtdioden. Zunächst konnten damit nur quasi-analoge Anzeigen in Form von wandernden Leuchtpunkten realisiert werden. Anschliessend folgten die ersten alphanumerischen LED-Displays. Wegen des grossen Stromkonsums war dieser Art der Anzeige allerdings kein grosser Erfolg beschieden. Den Durchbruch für die alphanumerische Anzeige schafften erst die batterieschonenden Flüssig-Kristalle. Dank der LCD-Technik können heute ausser der Belichtungszeit und der Blende noch eine ganze Reihe weiterer Daten angezeigt werden. Das Kameradisplay hat sich zu einem eigentlichen Kommunikations-Fenster entwickelt, das früher über die ganze Kamera verteilte Skalen und Anzeigen an zentraler Stelle vereint.

Abb. 31: Auch bei der TTL-Messung hat sich die Form der Anzeige gewandelt. Früher musste man sich mit einem einfachen Zeiger im Sucher begnügen. Heute liefern grossflächige LCD-Displays jede Menge Informationen.



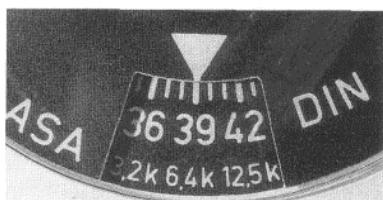
messung wurde erfunden. Mussten früher die ermittelten Belichtungsdaten von Hand auf die Kamera übertragen werden, so konnten nun dank der Nachführmessung beide Aufgaben, das Messen und das Einstellen, in einem Arbeitsgang erledigt werden. Ähnlich wie bei den entsprechenden Handbelichtungsmessern muss man dazu entweder einen Nachführzeiger mit dem Zeiger des Messgerätes in Deckung bringen oder den Messzeiger in die Skalenmitte bewegen (sogenannte Licht-waage). Das Nachführen erfolgt mit den Einstellelementen für die Blende und die Verschlusszeit, die zu diesem Zweck mit dem Belichtungsmesser mechanisch gekoppelt sind. Dies ist auch der Grund für die Bezeichnung *gekoppelte Nachführ-*

Verwirrende Übersicht: die Skalen

Blickt der Neuling zum ersten Mal auf die Skalen oder die Digital-Anzeige eines modernen Belichtungsmessers, fragt er sich sicher zu Recht, ob das alles nicht eher Verwirrung denn Klarheit schafft. Doch hat man sich erst einmal mit der Funktion der einzelnen Skalen und Anzeigen befasst, erkennt man schnell, dass selten alle Skalen gleichzeitig benötigt werden. Konzentriert man sich auf das, was man zum Lösen einer bestimmten Aufgabe wirklich braucht, ist die Sache nur noch halb so schlimm.

Das grosse Quiz: ASA, DIN oder ISO?

Die erste Skala, mit der Sie Bekanntheit machen, ist jene, auf der Sie die Filmempfindlichkeit einstellen sollen. Und gleich lernen Sie auch das hebre Grundprinzip internationaler Kooperation kennen: Alles ist genormt, aber nichts passt! Genormt ist zum Beispiel die Angabe der Filmempfindlichkeit in ISO. Aber eine ISO-Skala suchen Sie in aller Regel vergebens. Der Grund ist einleuchtend: Die ISO-Skala entstand durch einfaches "Zusammen-



kleben" der DIN- und ASA-Skala, wobei der DIN-Zahl zur Unterscheidung noch ein neckisches "" angefügt wurde. Anstelle von "100 ASA" oder "21 DIN" schreibt man heute korrekterweise "ISO 100/21 °". In der Praxis findet diese komplizierte An-

gabe aber auf keiner Anzeige so richtig Platz; vor allem nicht bei hochempfindlichem Film, wenn etwa der Wert "ISO 12500/42°" unterzubringen ist (z.B. beim Kodak Tmax p3200; 2 Blenden gestossen). Die mit zunehmender Filmempfindlichkeit schnell ins Unhandliche anwachsende ISO-Bezeichnung kolliert hier offensichtlich mit dem Trend, immer mehr Informationen auf relativ kleinflächigen Displays anzuzeigen.

Bei Belichtungsmessern mit Zeigermesswerk und mechanischen Einstellscheiben sind stets beide Empfindlichkeits-Skalen anzutreffen. Sie können also zwischen DIN und ASA wählen. Die digital anzeigenden Geräte hingegen akzeptieren meistens nur die ASA-Werte. Den Vogel abge-



Abb. 32: Auch wenn ISO steht: Bei den meisten Digital-Geräten werden nur ASA-Werte akzeptiert.

schlossen haben jene japanischen Hersteller, deren Geräte laut LCD-Display zwar ISO versprechen, dann aber doch nur ASA-Werte anzeigen. Doch egal ob ISO, ASA oder DIN: ohne geeignete Einstellung der Filmempfindlichkeit ist auch keine korrekte Belichtung zu erwarten. Dabei muss die gewählte Empfindlichkeit durchaus nicht immer mit dem auf der Filmschachtel aufgedruckten Wert übereinstimmen. Eine mögliche Ursache für eine abweichende Einstellung ist die Absicht, den Film später forciert zu entwickeln, ihn also, wie man sagt, zu stossen. Auch Feinkornentwickler, welche die Filmempfindlichkeit nicht voll ausnutzen, können Grund für eine persönliche Eichung sein.

Abb. 33: Der Platz für die Filmempfindlichkeit wird langsam knapp. Nicht überall vermochten die Hersteller von Belichtungsmessern mit der rasanten Entwicklung der Film-Chemie Schritt zu halten. Fünfstellige ASA-Werte finden noch nicht auf jeder Skala Platz.

Einfach nur Zahlen: die Übertragungs-Skala

Bei einfachen Zeigergeräten ist die nächste Skala, mit der Sie zu tun haben, die Übertragungs-Skala. Diese Skala finden Sie in zweifacher Ausführung: einmal unter dem Zeiger und ein zweites Mal auf der Scheibe mit den Belichtungs-Skalen. Die



Abb. 34: Verwirrende Übersicht: Die Skalen-Scheibe eines Belichtungsmessers mit Zeigermesswerk. Konzentriert man sich zunächst auf die Skalen, die man normalerweise wirklich braucht, ist die Sache nur noch halb so schlimm.

Zahlen auf der Übertragungs-Skala bedeuten keine physikalische Größe, sondern dienen in erster Linie dazu, die Scheibe mit den Belichtungs-Skalen in die richtige Position zu drehen. Die Intervalle zwischen diesen Zahlen sind klugerweise so gewählt, dass sie exakt einer Belichtungsstufe entsprechen. Dank dieser Massnahme kann man die Übertragungs-Skala auch für Kontrastmessungen verwenden: jeder Skalenwert mehr bedeutet die doppelte, jeder Skalenwert weniger die halbe Lichtmenge. Geräte mit Nachführzeiger, Nullpunkt-Abgleich oder Digital-Anzeige benötigen keine Übertragungs-Skala; für die Kontrastmessung sind daher andere Skalen zu verwenden.

Die Untrennbarer: Blende und Zeit

Die Bedeutung der Blenden- und der Zeitskala sowie deren Zusammenhang wird hier als bekannt vorausgesetzt. Wer sich diesbezüglich unsicher fühlt, dem sei empfohlen, sich an eines der zahlreichen Fotolehrbücher zu halten, die sich mit den Grundlagen der Kameratechnik befassen. Bei diesen beiden Skalen zeigt sich ein weiterer Unterschied zwischen der mechanischen Anzeige und dem LCD-Display: Auf den Belichtungs-Skalen der Zeigergeräte sind alle Blenden-Zeit-Paare auf einen Blick zu erkennen. Auf Grund physikalischer Nebenbedingungen (Verwackelungsgefahr, allgemeine Bildschärfe) und gestalterischer Absichten (Bewegungseffekte, Schärfentiefe) fällt es leicht, eine geeignete Kombination zu finden. Digital-Anzeigen hingegen präsentieren dem Benutzer nur gerade eine einzige Möglichkeit. Nach Eingabe der gewünschten Blende oder Belichtungszeit wird die dazu passende Zeit oder Blende angezeigt. Erweist sich dieser Wert im konkreten Fall als nicht praxisgerecht, muss man entweder kopfrechnen oder die Vorgabe so lange ändern, bis man eine sinnvolle Paarung erhält.

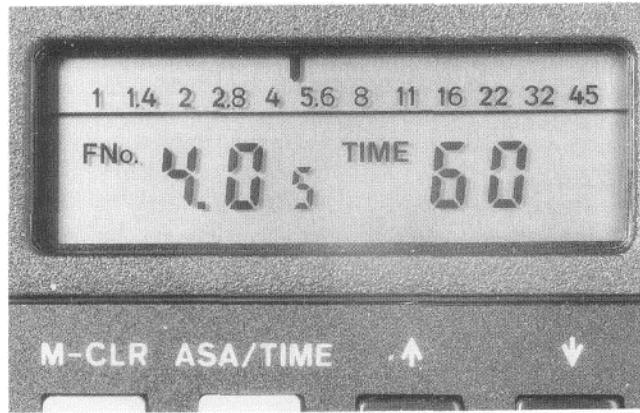
Praktisch vergessen aber dennoch praktisch: der Lichtwert

Wer sich bis jetzt auf die Innenmessung seiner Kamera verlassen hat, wird auf dem Handbelichtungsmesser noch eine weitere, bis anhin vielleicht noch unbekannte Skala entdecken, die entweder mit LW oder EV bezeichnet ist. LW bedeutet *Lichtwert*, EV steht für englisch *Exposure Value*.

Die Lichtwertskala wurde erfunden, um den Umgang mit Zeit und Blende zu vereinfachen. Die Angabe "Blende 11 bei 1/125 Sekunde" mag

im Einzelfall zwar korrekt sein, sie ist aber nicht die einzige richtige. Blende 5,6 bei 1/500 Sekunde oder Blende 22 bei 1/30 Sekunde führen belichtungstechnisch zum selben Ergebnis wie auch noch ein halbes Dutzend weiterer Kombinationen. Ganz unterschiedliche Zeit-Blenden-Paare können also die gleiche Belichtung bedeuten; ein Tatsache, welche die Kommunikation nicht gerade vereinfacht. Noch ein Beispiel: Auf Ihrem Belichtungsmesser lesen Sie Blende 22 bei 1/15 Sekunde ab. An Ihrer Kamera ist jedoch Blende 2,8 und 1/500 Sekunde eingestellt. Können Sie auf Anhieb sagen, ob Sie so korrekt belichten oder die Einstellung ändern müssen? Diese Probleme wollte man Mitte der fünfziger Jahre mit der Einführung des Lichtwertes elegant aus der Welt schaffen. Dazu wurde eine Skala erfunden, welche die Kombination von Zeit und Blende in einer einzigen Zahl vereint, die konstant bleibt, solange sich an den Lichtverhältnissen nichts ändert. Der Nullpunkt der Lichtwertskala entspricht Blende 1 bei 1 Sekunde. Verdoppelt man die Zeit oder vergrößert man den Blendenwert um eine Stufe, nimmt der Lichtwert um eine Einheit ab. Im umgekehrten Fall wird der Lichtwert um eine Einheit vergrößert. Verdoppelt man hingegen die Zeit bei gleichzeitiger Verringerung des Blendenwertes um eine Stufe (oder umgekehrt), bleibt der Lichtwert konstant. Der Lichtwert macht aber erst so richtig Sinn, wenn die entsprechende Skala auch an der Kamera oder am Objektiv zu finden ist. Und genau hier liegt der Pferdefuss. Nach ein paar zaghaften Versuchen wurde die Übung nämlich wieder abgeblasen. Einzig die Zeiss-Objektive mit Zentralverschluss für die Hasselblad sind heute noch mit einer Lichtwert-Skala ausgerüstet. Bei diesen Objektiven sorgt eine (ausschaltbare) mechanische Kupplung zwischen

dem Blenden- und dem Zeiteinstellring dafür, dass bei Änderung des einen Wertes der andere derart nachgeführt wird, dass sich wieder die gleiche Belichtung ergibt. Zur Einstellung der Belichtung werden die beiden Ringe entsprechend der Lichtwertskala gegeneinander verdreht. Nach Einrasten der Kupplung



kann man die Blenden-Zeit-Paarung beliebig wechseln, ohne sich weiter um die korrekte Belichtung kümmern zu müssen.

Behindernd bei der Einführung des Lichtwertes wirkte die Tatsache, dass bei Spiegelreflexkameras mit ihren Wechselobjektiven die mechanische Kupplung von Zeit und Blende grosse Probleme bot. Heute, im Zeitalter der Elektronik, ist die Lichtwerteinstellung nur noch eine Frage des Marketings. Was allerdings deren Chancen kaum vergrößert, denn diesbezügliche Wünsche dürften bei den Marktstrategen ziemlich weit hinten rangieren. Bei den Belichtungsmessern hingegen hat die Lichtwert-Skala überlebt und ist dort auch durchaus nützlich. Man kann sie zum Beispiel zur Ermittlung des Beleuchtungs- oder Motivkontrastes benutzen, da hier keine absoluten, sondern nur relative Messwerte notwendig sind. Dabei profitiert man vom linearen Aufbau dieser Skala, die mathematisch bedeutend einfacher ist als die logarithmische Skala der Blenden-

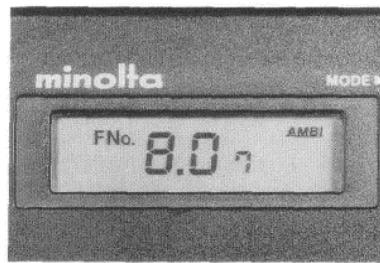
Abb. 35: Bei Digitalanzeigern sind nicht immer alle Skalen gleichzeitig sichtbar (z.B. entweder Zeit und Blende oder Lichtwerte). Dies vereinfacht zwar das Ablesen; dafür hat man, im Gegensatz zu Zeigergeräten, nicht alle Zeit-Blenden-Paare gleichzeitig im Blick.

eher zu handhaben ist als die nicht-linearen Blenden- und Zeitskalen. Gehalten hat sich der Lichtwert auch im Sprachgebrauch. Vor allem wo es um Änderungen einer vorgegebenen Belichtung geht, gibt man das Mass der Korrektur bevorzugt in Lichtwerten an. Die ebenfalls vielbe-nützten Blendenstufen gehen mir persönlich nur schwer über die Zunge. Schliesslich kann man ja eine Blendenstufe reichlichere Belichtung ebensogut durch Verdoppelung der Zeit erreichen. Da ist der neutrale Lichtwert doch bedeutend logischer. Daneben haben sich auch die Begriffe *Belichtungsstufe* oder *Belichtungsintervall* eingebürgert, die zwar dasselbe meinen, aber etwas schwerfälliger wirken. Üblich ist der Lichtwert auch bei der Angabe des Messumfangs von Belichtungsmessern. Dabei muss man berücksichtigen, dass der Lichtwert nur dann einer bestimmten absoluten "Helligkeit" entspricht, wenn die Filmempfindlichkeit bekannt ist. In der Regel beziehen sich Lichtwertangaben daher auf ISO 100/21 °. Die übrigen Skalen, die zum Beispiel der automatischen Berücksichtigung von Filterfaktoren, der Kontrastmessung oder der Blendenermittlung bei Filmaufnahmen dienen, variieren von Gerät zu Gerät. Sofern diese Skalen für spezielle Belange der Fotografie von Bedeutung sind, wird in den entsprechenden Kapiteln darauf eingegangen.

Darf's ein Zehntel mehr sein?

Ein Wort noch zur Genauigkeit der Digital-Geräte: In Bezug auf die eigentliche Messung besteht kein wesentlicher Unterschied zu analog anzeigenenden Messgeräten der Spitzenklasse. Hingegen sind die digitalen Belichtungsmesser bei der Genauigkeit der Anzeige eindeutig überlegen. Die Belichtungszeiten werden zwar vernünftigerweise nur

in ganzen Stufen angegeben; dafür erfolgt die Anzeige der Blende meist in Zehntelstufen, wobei die Zehntelwerte als kleine, tiefgestellte Zahlen neben dem ganzen Blendenwert erscheinen. Die Angabe f/8? darf jedoch nicht als f/8,7 gelesen werden, denn die Sieben entspricht sieben Zehnteln des Intervalles bis zum nächsten, ganzen Blendenwert, in diesem Fall f/11. Die Anzeige f/8? bedeutet demnach Blende 8 plus 7/10 Blendenstufen. In dezimaler



Schreibweise würde dies etwa f 10,2 entsprechen. Da aber in der Fotografie das Hantieren mit halben, drittel, oder viertel Blendenstufen üblich ist, hat sich die Angabe von Bruchteilen des Blendenintervalles auch bei den Belichtungsmessern durchgesetzt. Natürlich lassen sich derart exakte Werte in der Regel nicht auf das Objektiv übertragen, da die entsprechende Skala meistens nur halbstufige Rastungen aufweist. Auf- und Abrundungen sind also unmöglich, was die grosse Genauigkeit der Anzeige wieder etwas relativiert. Sinnvoll sind die Zehntelwerte bei kritischen Beleuchtungsaufgaben, etwa bei Reproduktionen, da sie einen Abgleich der einzelnen Lichtquellen ermöglichen, der höchsten, professionellen Ansprüchen genügt. Für die normale Aufnahmepraxis halte man sich vor Augen, dass bei einer Belichtungsreihe auf Dia-Film ein minimales Intervall von einer drittel Blendenstufe nötig ist, um visuell überhaupt einen Unterschied zu erkennen.

Abb. 36: Die kleinen Zahlen neben den Blendenwerten bedeuten Zehntel-Blendenstufen und sind nicht mit Dezimalbrüchen zu verwechseln. Die Anzeige 8,0? meint Blende 8 plus 7/10 Blendenstufen, was in rein dezimaler Schreibweise etwa Blende 10,2 entsprechen würde.

Die Objektmessung

Die Objektmessung ist die Messung jenes Lichtanteils, der vom Aufnahme-Objekt in Richtung Kamera reflektiert wird (Motivhelligkeit). Es handelt sich also um genau das Licht, welches, vom Motiv ausgehend, auch durch das Objektiv auf den Film gelangt. Bei der Objektmessung richtet man den Belichtungsmesser vom Standort der Kamera aus so auf das Motiv, dass die Messzelle nur das vom Objekt reflektierte Licht erfasst. Da für die Messung der Kamerastandort nicht verlassen werden muss und der Beleuchtungsmesser das gleiche "sieht" wie der Fotograf und die Kamera, ist die Objektmessung die bekannteste und am häufigsten praktizierte Art der Messung. Auch die in allen Spiegelreflexkameras anzutreffende TTL-Messung ist konstruktionsbedingt auf die Objektmessung spezialisiert. Alle grundsätzlichen Ausführungen zur Objektmessung gelten daher ebenso für die heute allgemein übliche Innenmessung. Wichtig für die Praxis der Objektmessung ist die Tatsache, dass das Resultat dieser Messung von zwei

unterschiedlichen Faktoren abhängt: zum einen von der *Beleuchtungsstärke* und zum anderen von der *Objekthelligkeit*. Zur Erinnerung: Unter Beleuchtungsstärke versteht man die Stärke jenes Lichtes, das zur Beleuchtung eines Aufnahmefeldes dient. Bei Aussenaufnahmen dürfte dies in der Regel das Sonnenlicht sein. Mit Objekthelligkeit bezeichnet man das Reflexionsvermögen eines bestimmten Körpers oder, etwas ungenauer ausgedrückt, die "Helligkeit" der Oberfläche (ohne Berücksichtigung der Beleuchtungsstärke!). Aus dem Zusammenwirken von Beleuchtungsstärke und Objekthelligkeit ergibt sich die sogenannte *Motivhelligkeit*. Anstelle von Objektmessung von "Motivmessung" zu sprechen wäre demnach eigentlich korrekter; der erste Begriff hat sich aber eingebürgert und ist auch in der DIN-Norm 19040 festgelegt. Aus den obigen Ausführungen ergibt sich, dass ein helles Objekt bei geringerer Beleuchtungsstärke durchaus zur *gleichen* Motivhelligkeit führen kann wie ein dunkles Objekt bei

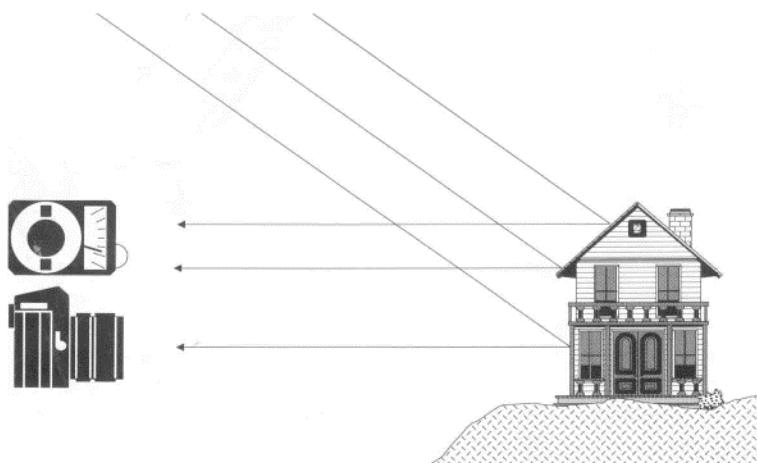


Abb. 37: Bei der Objektmessung wird das vom Objekt reflektierte Licht gemessen. Wichtig ist die Tatsache, dass das Reflexionsvermögen des Objektes, also die Objekthelligkeit, die Messung beeinflusst. Ungleich helle Objekte führen daher trotz identischer Beleuchtungsstärke zu unterschiedlichen Messresultaten.

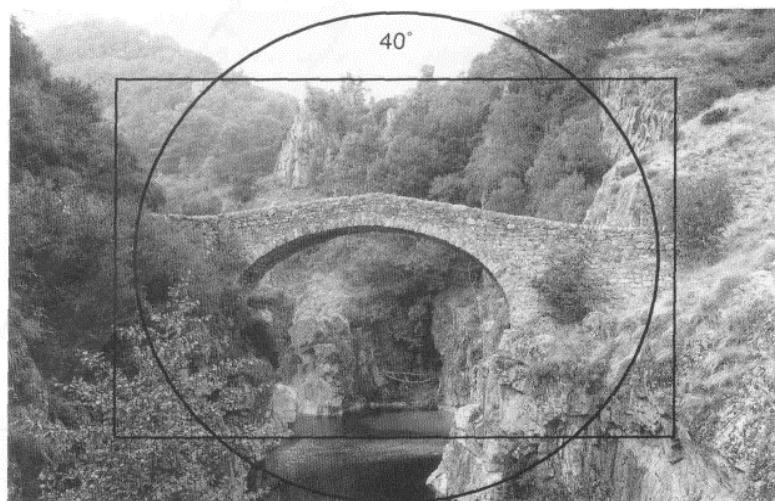
grosser Beleuchtungsstärke. Bei einer Objektmessung wird man daher in beiden Fällen das gleiche Resultat erhalten, was logischerweise auch die gleiche Schwärzung des Filmes zur Folge hat. Aber auch im umgekehrten Fall, wenn bei gleich hellen Objekten eine variierende Beleuchtungsstärke zu unterschiedlicher Motivhelligkeit führt, ist eine identische Schwärzung zu erwarten. Das liegt daran, dass sich die Eichung eines Belichtungsmessers auf einen mittleren Grauwert von 18% Reflexion bezieht und daher das Resultat jeder Objektmessung unabhängig von der Beleuchtungsstärke stets eine durchschnittliche Schwärzung der Schicht bewirkt. Dieses Ausgleichen der mittleren Motivhelligkeit bei unterschiedlicher Beleuchtung oder verschieden hellen Objekten ist in der Regel nicht

chen oder spezielle Stimmungen wiedergegeben werden sollen, sind die Resultate der Objektmessung mit Vorsicht zu genießen. Man vergleiche hiezu auch den Abschnitt *Weisser Hase, schwarzer Pudel* im Kapitel *Licht und Film*. Die in solchen Problemfällen notwendigen Belichtungskorrekturen kann man entweder nach Gefühl (bei genügender Erfahrung) oder aber mittels entsprechender Messtechnik vornehmen. Die Stichworte hiezu lauten: Detailmessung, Ersatzmessung oder Lichtmessung.

Die Integralmessung

Die einfachste Form der Objektmessung ist die Integralmessung, /Integrale/ deshalb, weil die Messung das gesamte Bildfeld umfasst, wobei jedes Motivdetail entsprechend seiner Groesse und Helligkeit zum Resultat

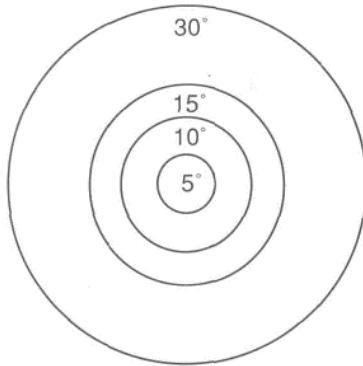
Abb. 38: Mit einem Messwinkel um 40° (schwarzer Kreis) erfassen Handbelichtungsmesser gerade etwa den den horizontalen Bildwinkel eines Normalobjektives (schwarzes Rechteck). Diese integrale Objektmessung liefert nur dann korrekte Ergebnisse, wenn sich, wie bei diesem Beispiel, innerhalb des Messbereiches lichtmäßig nichts Aussergewöhnliches befindet.



nur erwünscht, sondern notwendig, damit der Film unabhängig von den Beleuchtungs- und Motiv-Verhältnissen stets die richtige Menge Licht erhält, um gut durchzeichnete Negative oder Dias zu liefern. Wenn aber grössere Teile des Motives wesentlich vom mittleren Grauwert abweichen

beträgt. Aus dieser Definition ergibt sich die Forderung, dass das Messfeld möglichst genau mit dem zu fotografierenden Motivausschnitt übereinstimmen muss. Ganz exakt kann diese Bedingung nur mit einer integral arbeitenden TTL-Messung erfüllt werden, da hier der Bildaus-

schnitt zwangsläufig mit der gemessenen Fläche identisch ist. Bei Handbelichtungsmessern hat man das Problem dadurch gelöst, dass man den Messwinkel durch optische Massnahmen auf etwa 30° bis 40° begrenzt. Dies entspricht ungefähr dem horizontalen Bildwinkel ei-

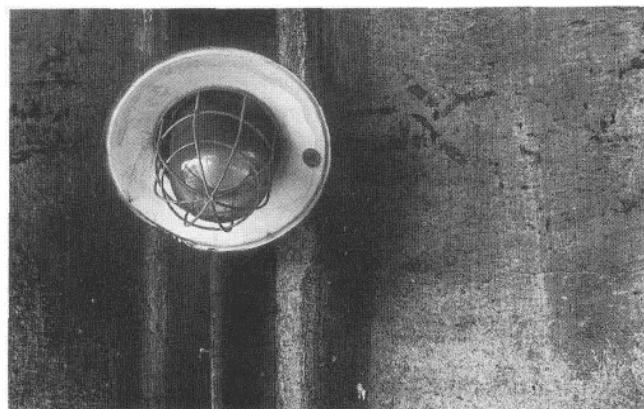


nes Normalobjektives. Nicht übereinstimmende Mess- und Bildwinkel führen leicht zu verfälschten Resultaten. Bei zu grossem Messwinkel können etwa helle Lichtquellen knapp ausserhalb des Bildes grosse Fehler verursachen, während bei zu kleinem Winkel die Messung nicht unbedingt dem für das ganze Bildfeld gültigen Mittelwert entspricht. Zur Messung muss man den Belichtungsmesser möglichst parallel zur optischen Achse der Kamera halten, da zu grosse Abweichungen von der Aufnahmerichtung ebenfalls Ungenauigkeiten verursachen können. Bei Aufnahmen mit Teleobjektiven ist der normale Messwinkel von Handbelichtungsmessern natürlich zu gross. Daher bieten die Hersteller Vorsätze an, mit denen der Messwinkel auf 15°, 10° oder gar 5° verkleinert werden kann. Bei solch engen Messwinkeln wird das genaue Ausrichten des Belichtungsmessers zum Problem. Deshalb sind diese Vorsätze mit einem kleinen Durchsichtssucher ausgerüstet, der das Anvisieren des Motives erleichtert.

Da die Integralmessung alle Motivteile gleich gewichtet, ist ein korrektes Ergebnis nur zu erwarten, wenn die durchschnittliche Objekthelligkeit dem genormten Grauwert von 18% entspricht. Viele Motive erfüllen diese Voraussetzung; oder sie kommen ihr wenigstens so nahe, dass die Integralmessung meistens zu einer brauchbaren Belichtung führt. Weicht die Objekthelligkeit hingegen wesentlich vom Eichwert ab, versagt die integrale Messmethode und liefert im Extremfall derart falsche Werte, dass das Resultat als Ausschuss gewertet werden muss. Als Beispiele für solche Problem-Motive müssen wir noch einmal unseren bereits weiter vorne strapazierten weissen Hasen und den schwarzen Pudel bemühen. Diesmal setzen wir den Hasen auf den Kohlenhaufen und den Pudel in den Schnee. Dies ergibt zwei Motive, die Grautöne von Weiss bis Schwarz enthalten; allerdings in einer Verteilung, die nun gar nicht mehr einem durchschnittlichen Grau entspricht.

Abb. 39: Selektiver und damit auch genauer wird die Objektmessung mit Vorsätzen zur Verengung des Messwinkels, die je nach Hersteller den Winkel auf 15°, 10°, 7,5° oder gar 5° verringern. Die Abbildung zeigt diese Verkleinerung im Vergleich mit dem 30°-Messwinkel

Abb. 40: Beispiel eines Objektes, dessen durchschnittliche Helligkeit weit unter dem Mittelgrau mit 18% Remission liegt. In solchen Fällen ist auf eine Detail-, Ersatz- oder Lichtmessung auszuweichen.



Den Fall des weissen Hasens wird der Belichtungsmesser wegen des dominierenden Kohlenhaufens als sehr dunkles Motiv erkennen und mit der Empfehlung für eine entsprechend reichliche Belichtung reagieren. Das Endergebnis wäre ein grauer Kohlenhaufen mit einem deutlich

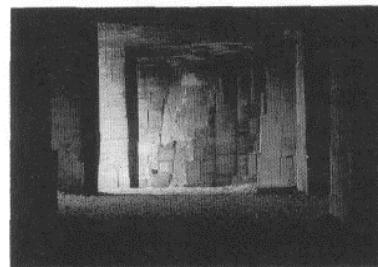
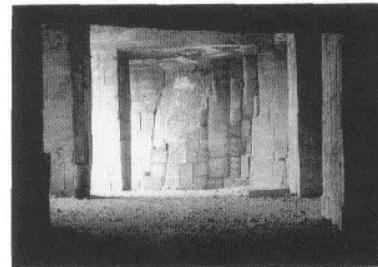
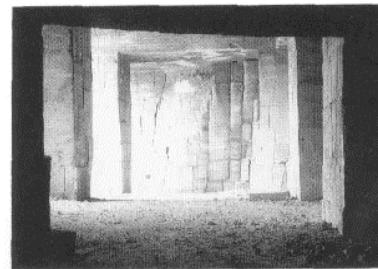
überbelichteten Hasen. Genau das Gegenteil geschieht beim schwarzen Pudel im Schnee. Folgt man der Angabe des Belichtungsmessers, erhält man grauen Schnee und einen Pudel, der nur noch als Silhouette zu erkennen ist. Falls man sich aus irgendwelchen Gründen allein auf die Integralmessung abstützen muss (weil z.B. keine Detailmessung möglich ist oder die Zeit dazu nicht reicht), bleibt nichts anderes übrig, als die Belichtung rein nach Gefühl und Erfahrung zu korrigieren. Dabei gilt: bei überwiegend hellen Motiven reichlicher, bei überwiegend dunklen Motiven knapper belichten. Allgemeingültige Regeln für das Mass der Korrektur können nicht gegeben werden, da die Abweichung sowohl vom Kontrast als auch von der mengenmässigen Verteilung der hellen und dunklen Motivteile abhängt.

Abb. 41: Wenn es eilt oder man sich unsicher fühlt, gelangt man mit einer kleinen Belichtungsreihe am sichersten zum Ziel. Eine einfache Objektmessung dient in diesem Falle als Anhaltspunkt. Die drei Bildbeispiele wurden mit einem Belichtungsintervall von einer Blendenstufe aufgenommen.

Treffer garantiert: die Belichtungsreihe

Ist man unsicher, führt eine kleine Belichtungsreihe sicher zum Erfolg. Dabei übernimmt man die Angabe des Belichtungsmessers für die erste Belichtung. Anschliessend werden zwei weitere Belichtungen mit einer Abweichung vom Messwert um ± 1 Lichtwert vorgenommen. In ganz kritischen Situationen kann man die Serie auch auf fünf oder mehr Aufnahmen ausdehnen und/oder das Intervall auf einen halben Lichtwert verkleinern. Falls man genau weiß, dass eine Korrektur generell entweder in Richtung heller oder dunkler zu erfolgen hat, wäre es natürlich sinnlos, sowohl hellere als auch dunklere Varianten (bezogen auf den Messwert) zu belichten. In einem solchen Fall genügt es, wenn die Serie nur Aufnahmen mit reichlicher oder knapperer Belichtung umfasst. Man soll sich nicht scheuen, diese Methode der "Belichtungsfindung"

einzusetzen. Auch gestandene Profis kommen ohne sie nicht aus; manchmal aus reiner Unsicherheit, häufiger aber aus dem Wissen heraus, dass bei extremen Verhältnissen die technisch beste Belichtung nicht unbedingt das stimmungsmässig stärkste Bild ergibt. Das Wichtigste und vielleicht auch das Schwierigste, nicht nur bei der Objektmessung, sondern ganz allgemein beim Thema Belichtungsmessung, besteht darin, die Grenze der jeweiligen Messmethode zu erkennen. Jede Messung führt nur dann zum Erfolg, wenn man sicher ist, die für eine bestimmte Situation optimale Messart gewählt zu haben. Ein kritischer Blick kann vor allem bei Kameras mit automatischer Belichtungssteuerung nichts schaden,



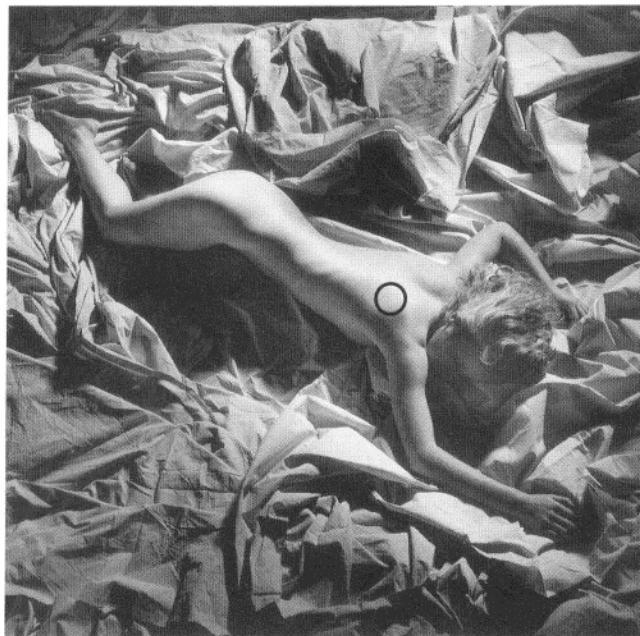
da die Messung hier gewissermaßen so nebenbei abläuft und wegen der normalerweise recht hohen Trefferquote kaum mehr beachtet wird. Doch verlässt man den Bereich der berechenbaren Durchschnittsmotive, vermittelt die raffinierte Elektronik mit ihren umfangreichen Automatikprogrammen eine trügerische Sicherheit. Messtechnisch mögen die Resultate zwar durchaus gerecht fertigt sein, gestalterisch können sie aber um ganze Lichtwerte daneben liegen, weil die Automatik ja nicht wissen konnte, dass Ihnen der schwarze Pudel wichtiger war als der weisse Schnee.

Die Detailmessung

Wenn eine Integralmessung wegen unausgewogener Helligkeitsverteilung im Motiv keine brauchbaren Werte mehr verspricht, ist die Detailmessung der häufigste Retter in der Not. Bei der Detailmessung wird nicht mehr das ganze Motiv berücksichtigt, sondern nur noch ein kleiner, für das Bild besonders wichtiger Teil. Am einfachsten führt man eine Detailmessung durch, indem man sich mit dem Belichtungsmesser dem Motiv so weit nähert, bis der Messwinkel nur noch den ausgewählten Bereich erfasst. Das funktioniert natürlich auch mit einem TTL-Belichtungsmesser, der eine besonders gute Kontrolle über den angemessenen Bildausschnitt ermöglicht. Die Detailmessung ist also nichts anderes als eine Objektmessung aus der Nähe und wird daher gelegentlich auch als Nahmessung bezeichnet. Aber auch wenn eine Annäherung an das Motiv nicht möglich oder nicht ratsam ist, muss man auf eine Detailmessung nicht verzichten. Beim Handbelichtungsmesser bieten sich in solchen Fällen die bereits erwähnten Vorsätze zur Verringerung des Messwinkels an, wäh-

rend bei der TTL-Messung ein Objektiv mit längerer Brennweite denselben Zweck erfüllt. Zum Erfolg führt die Detailmessung aber nur, wenn das ausgesuchte Detail in seiner Helligkeit einem mittleren Grau entspricht. Bei extremen Kontrastverhältnissen fällt es nicht

Abb. 42: Eine Detailmessung hat stets auf bildwichtige Teile zu erfolgen. Klar, dass dies bei Aktaufnahmen die Haut des Modells ist. In diesem Fall erfolgte die Messung auf den dem Licht zugewandten Teil des Körpers. Ganz generell



immer leicht, mit Sicherheit ein mittleres Grau zu erkennen. Eine Fehleinschätzung in der Größenordnung eines Lichtwertes ist schnell passiert. Noch schlimmer: Manche Motive, wie etwa unser weisser Hase auf dem Kohlenhaufen, enthalten überhaupt kein mittleres Grau, so dass eine Detailmessung zunächst sinnlos erscheint. Doch bevor wir resignieren, ziehen wir zwei weitere Pfeile aus dem Köcher: die Zweipunktmessung und die Ersatzmessung.

Zweipunktmessung: die Methode der Profis

Die Zweipunktmessung erfordert etwas mehr Aufwand als die bisher erwähnten Messarten, dafür lässt sie

empfiehlt es sich, bei Aufnahmen mit Personen die Belichtung auf die Hautoberfläche abzustimmen, wozu eine Detailmessung am geeignetesten ist.

sich praktisch immer anwenden und liefert sehr exakte Resultate. Zuerst muss man sich entscheiden, welches die hellste und welches die dunkelste Stelle des Motives ist, die im Bild noch Zeichnung aufweisen soll. Dabei wird allerdings vorausgesetzt, dass die Helligkeitsdifferenz zwischen den beiden ausgewählten Motivstellen den Kontrastumfang des Filmes nicht überschreitet. Man beachte in diesem Zusammenhang auch das Kapitel *Die Sache mit dem Kontrast*.

Um die Belichtung zu bestimmen, ermittelt man für jede dieser zwei Bildpartien durch Detailmessungen die Belichtungsdaten. Wie Sie nach der Lektüre des Kapitels *Die Graumacher vom Dienst* wissen, kann keines dieser Ergebnisse richtig sein.

In der Praxis geht man so vor, dass man für beide Extreme die Blendenwerte bestimmt, wobei man sich natürlich stets auf die gleiche Belichtungszeit beziehen muss. Für die Aufnahme wählt man dann diejenige Blende, die genau in der Mitte liegt. Dabei muss man allerdings die Differenz in Belichtungsstufen umrechnen und entweder den kleineren Blendenwert um die Hälfte dieser Differenz erhöhen oder den größeren Wert um gleich viele Stufen verkleinern.

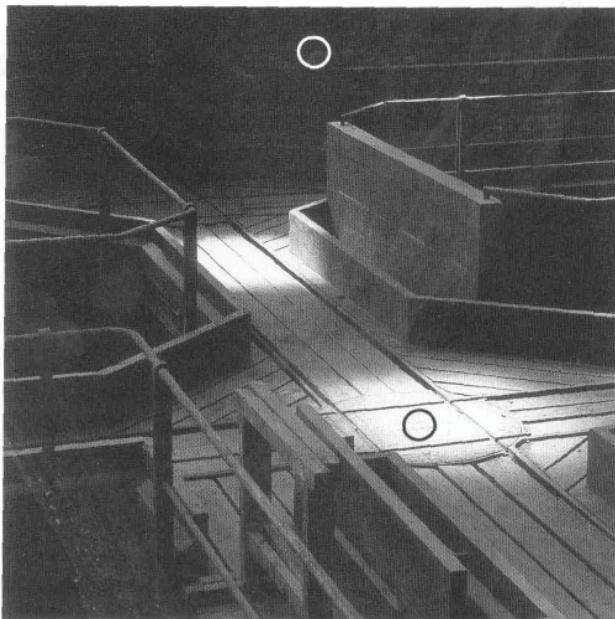
Bildet man einfach das arithmetische Mittel aus den Blendenzahlen, so erhält man einen falschen Wert. Beispiel: Aus Blende 2 und 8 ergäbe sich der Wert 5. Der korrekte Mittelwert lautet aber Blende 4. Das liegt daran, dass die Blenden Skala nicht linear, sondern logarithmisch aufgebaut ist.

Die mathematisch korrekte Formel für die Mittelwertbildung aus den beiden Blendenwerten k_1 und k_2 sieht so aus:

$$k_{\text{mittel}} = 2^{\frac{\lg k_1 + \lg k_2}{2 \lg 2}}$$

Ohne Taschenrechner ist diese Formel nicht zu schaffen, so dass in der Praxis das Abzählen der Belichtungsstufen die schnellere und einfachere Methode bleibt. Noch bequemer rechnet es sich mit den Lichtwerten, die auf jedem besseren Handbelichtungsmesser zu finden sind. Wegen der linearen Einteilung der Lichtwertskala liefert hier die einfache arithmetische Mittelwertbildung korrekte Resultate. Zuerst ermittelt man die Lichtwerte für die hellste und dunkelste Stelle. Dann wird die Lichtwert-Skala so eingestellt, dass der Anzeige-Index dem berechneten Mittelwert gegenübersteht. Nun hat man auf der Zeit-Blenden-Skala alle Paarungen im Blick, die für eine korrekte Belichtung in Frage kommen.

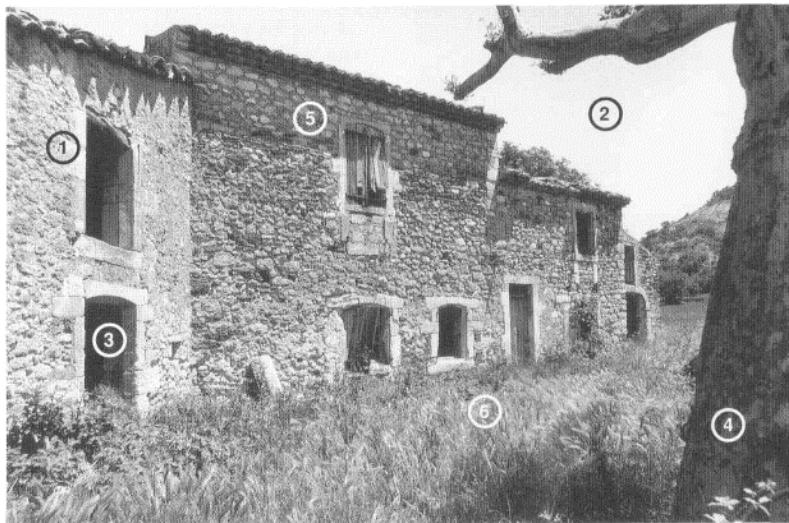
Abb. 43: Um bei der Zweipunktmessung eine ausgewogene Belichtung zu erhalten, wählt man je einen Punkt in den Lichtern und in den Schatten. Belichtet wird auf den Mittelwert. Gleichzeitig liefert die Zweipunktmessung auch eine quantitative Aussage über den Motivkontrast.



Die Belichtung auf die dunkelste Stelle ergäbe ein überbelichtetes, jene auf die hellste Stelle ein unterbelichtetes Bild. Berechnet man jedoch aus den Daten der Zweipunktmessung den Durchschnittswert, liegt man genau richtig.

Leider funktioniert diese Methode nur bei Belichtungsmessern mit mechanischen Skalen. Digitale Geräte erlauben in der Regel keine manuelle Eingabe des Lichtwertes. Eine Ausnahme bilden moderne Spitzengeräte, welche die Mittelwertbildung gleich automatisch ausführen und

partie jeweils zwei verschiedene Detailmessungen vornimmt, um dann den Mittelwert aus diesen vier Messwerten zu bestimmen. Häufiger wird die Mehrpunktmessung aber benutzt, um die Unsicherheit bei der Detailmessung auf ein mittleres Grau zu verkleinern. Än-



dern Anwender somit alle Rechenarbeit abnehmen. Bereits gibt es auch Spiegelreflexkameras, die in Verbindung mit der Spotmessung Mittelwerte automatisch berechnen können.

Die Zweipunktmessung hat noch einen zusätzlichen Vorteil: Sie liefert uns Angaben über den Motivkontrast; eine Grosse, die vor allem in der professionellen Fotografie eine wichtige Rolle spielt. Aber auch der Amateur, der optimale Ergebnisse wünscht, kommt nicht darum herum, sich mit dieser Materie zu befassen. Was man dazu wissen sollte, steht im Kapitel *Die Sache mit dem Kontrast*. Um die Messgenauigkeit zu steigern, kann man die Zweipunktmessung zur sogenannten Mehrpunktmessung erweitern. Eine solche liegt vor, wenn man beispielsweise in der hellsten und in der dunkelsten Motiv-

stelle nur eines Details misst man deren drei oder vier, von denen man schätzt, dass sie einem mittleren Grauton entsprechen. Belichtet man anschliessend mit dem Durchschnittswert, kann man ziemlich sicher sein, die ideale Belichtung getroffen zu haben.

Die Ersatzmessung: kleiner Karton mit grosser Wirkung

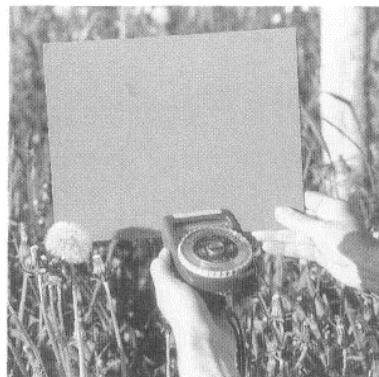
Will man alle Unsicherheiten bei der Suche nach dem mittleren Grau zum vornherein vermeiden, ist die Ersatzmessung das Mittel der Wahl. Unter Ersatzmessung versteht man die Detailmessung eines Objektes, dessen Grauwert bekannt ist, das aber selbst nicht zum Motiv gehört. Das mit Abstand bekannteste Ersatzobjekt ist die Kodak-Graukarte. Dabei handelt es sich um eine Kartonkarte in der Grosse von 20x25cm, deren neutralgraue Seite genau

Abb. 44: Mit zunehmender Zahl der Messpunkte erhöht sich die Mess-Sicherheit. Möchte man das Resultat nicht in Richtung heller oder dunkler beeinflussen, muss man für jede gewählte Graustufe dieselbe Anzahl Punkte messen; also zum Beispiel zwei Punkte in den Lichten (1,2) und zwei Punkte in den Schatten (3,4). Will man ein Mittelgrau in die Messung einbeziehen, müssen dort ebenfalls zwei Punkte gemessen werden (5,6).

Abb. 45: Handhabung der Kodak-Neutralgrau-karte. Bei der Ersatzmessung mittels Graukarte muss darauf geachtet werden, dass man keinen Schatten auf die Karte wirft, der die Messung beeinflussen könnte.

Abb. 46: In der professionellen Fotografie wird die Graukarte häufig verwendet. Sie garantiert auf einfache Art und Weise eine tonwertrichtige Belichtung. Aber auch für den Amateur ist dieses Hilfsmittel nützlich.

18% des auffallenden Lichtes reflektiert (bei einer Toleranz von nur + 1%). Die andere Seite ist weiss und hat ein Reflexionsvermögen von 90%. Für die Messung verwendet man im allgemeinen die graue Seite. Ist das Licht so schwach, dass der Belichtungsmesser keine Reaktion



mehr zeigt, kommt die weisse Seite zum Zuge. In diesem Fall muss allerdings entweder die gemessene Zeit mit 5 multipliziert oder die Blende um $2^{1/2}$ Stufen geöffnet werden. Die Handhabung der Graukarte ist

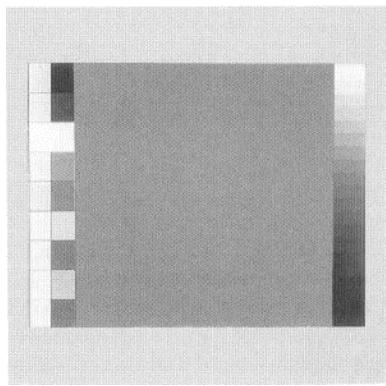


einfach: Die Karte wird unmittelbar vor das Motiv gehalten und der Belichtungsmesser aus etwa 15-20 cm Distanz so darauf gerichtet, dass er keinen Schatten auf die zu messende Fläche wirft. Bei dreidimensionalen Motiven richtet man die Graukar-

te so aus, dass sie senkrecht zur Winkelhalbierenden zwischen Hauptlichtquelle (im Freien ist das natürlich die Sonne) und der Kamera-Achse steht. Herrscht diffuses Licht, kann man die Karte direkt gegen die Kamera halten, da ja keine bestimmte Einfallssrichtung des Lichtes auszumachen ist. Eine Ausnahme bilden vorwiegend plane Vorlagen, wie sie zum Beispiel bei Reproduktionen üblich sind. Hier muss die Graukarte immer parallel zur Ebene der Vorlage gehalten werden, da die Helligkeit bei flachen Vorlagen vom Beleuchtungswinkel beeinflusst wird. Wichtig ist, dass die Messung bei gleicher Beleuchtungsstärke vorgenommen wird, wie sie auch beim Motiv auftritt. Das heißt aber nicht unbedingt, dass man die Graukarte direkt vor das Motiv halten muss. Ist ein Motiv unzugänglich oder schlicht zu weit entfernt, kann man eine Ersatzmessung auch am Standort der Kamera durchführen, immer vorausgesetzt, dass dort vergleichbare Lichtverhältnisse anzutreffen sind. Bei Aufnahmen im Freien ist diese Bedingung fast immer erfüllt, so dass man sich ein Hin- und Herrennen ersparen kann. Die Ersatzmessung mit der Kodak-Graukarte funktioniert auch bei der TTL-Belichtungsmessung. Man muss nur darauf achten, dass die Karte das ganze Sucherfeld ausfüllt, was leichter fällt, wenn man für die Messung vorübergehend ein Teleskopobjektiv benutzt.

Die Graukarte wird auf der ganzen Welt in jedem Fotoatelier verwendet. Aber auch der Amateur, der sich ernsthaft mit der Belichtungsmessung auseinandersetzt, sollte nicht auf dieses praktische Hilfsmittel verzichten. Unter der Bestellnummer 152 7795 liefert Kodak zwei Stück "Gray Cards" zusammen mit einer (englischen) Gebrauchsanweisung. Die eine Karte reserviert man mit Vorteil für den stationären Ge-

brauch. Die andere schneidet man am besten in zwei Hälften und steckt das eine Stück gleich in die Fototasche. Unterwegs ist eine halbe Graukarte immer noch besser als eine ganze, die aber wegen ihrer Grosse zu Hause liegt. Bei der Herstellung von Farbvergrösserungen kann man die Graukarte auch zur Bestimmung der Filterwerte benützen. Wenn Sie vor jeder Aufnahmeserie ein Bild mit der Graukarte belichten, haben Sie später im Labor einen genauen Anhaltspunkt für die Farbbebalance. Die anhand der Graukarte ermittelte Filte-



rung gilt dann für alle nachfolgenden Aufnahmen, vorausgesetzt sie befinden sich auf demselben Film und die Lichtverhältnisse waren konstant. Wer auf Nummer Sicher gehen will, schreibt in eine Ecke der Graukarte noch seinen Namen und schützt sich so vor Verwechslungen und Filmverlust.

Stellvertreter gesucht

Was tun, wenn eine ungewöhnliche Helligkeitsverteilung im Motiv zwar nach einer Ersatzmessung verlangt, aber keine Kodak-Graukarte greifbar ist? In solchen Fällen ist es praktisch, wenn man ein paar häufig vorkommende Dinge kennt, die ein konstantes Reflexionsvermögen von etwa 18% aufweisen und somit stellvertretend für eine Neutral-

Graukarte zur Ersatzmessung herhalten können. Bei Aussenaufnahmen sind asphaltierte Strassen (sofern nicht zu neu) ein typisches Beispiel für ein geeignetes Ersatz-Motiv. Ebenfalls brauchbare Werte liefert ein klarer, blauer Himmel, den man in Gegenrichtung zur Sonne anvisiert. Aber auch Dinge, deren Reflexionsvermögen nicht den genormten 18 Prozent entspricht, lassen sich für die Ersatzmessung verwenden, sofern die Abweichung bekannt ist und über einen längeren Zeitraum konstant bleibt. Grünes Gras oder Rasen reflektiert nur ungefähr halb so viel Licht. Die Belichtung hat in diesem Fall um eine Stufe knapper auszufallen, als der Belichtungsmesser anzeigt. Ein weiteres Beispiel, das immer wieder zitiert wird, ist Zeitungspapier. Eine normal bedruckte Zeitung soll ziemlich genau einem mittleren Grau entsprechen. Das mag zu Zeiten des Bleisatzes ein guter Rat gewesen sein, heute ist aber Vorsicht am Platz. Die Zeitung, die der Verfasser abonniert hat, liegt um eine ganze Belichtungsstufe über der Helligkeit einer Graukarte. Wer sein persönliches Leib- und Magenblatt zur Belichtungsmessung missbrauchen will, tut daher gut daran, vorher einen kritischen Blick auf die Couleur seiner Zeitung zu werfen. Ein weiteres Ersatz-Objekt, das wirklich jederzeit zur Verfügung steht, sind die eigenen Hände. Natürlich wäre es ein Zufall, wenn Ihre Handflächen genau 18% des Lichtes reflektieren würden. Aber stellen Sie bei Gelegenheit doch einmal fest, um wieviel heller, verglichen mit einer Graukarte, die Innenflächen Ihrer Hände sind. Die Hände des Autors (frisch gewaschen) zum Beispiel ergeben eine Belichtungsangabe, die für ein korrektes Resultat genau um eine Stufe zu erhöhen ist. Und dieser Wert hat sich seit Jahren nicht verändert! Wenn Sie also in Zukunft

Abb. 47: Klebt man auf die Graukarte noch je einen Grau- und Farbkeil (Kodak Cat. No. 152 7654) und fotografiert das Ganze bei gleichbleibenden Bedingungen auf das erste Bild eines jeden Filmes, so hat man eine präzise Referenz, die bei der Entwicklung und beim Vergrössern eine grosse Hilfe ist.

jemandem begegnen, der beschwörend die Hand vor seine Kamera hält, dann handelt es sich nicht etwa um einen kultischen Brauch, sondern einfach um einen Fotografen, der die Kodak-Graukarte vergessen hat.

Bringt die Sache auf den Punkt: die Spotmessung

Bei weit entfernten Motiven kann es vorkommen, dass eine Detail- oder Zweipunktmessung - selbst mit einem den Messwinkel verringernden Vorsatzgerät - nicht mit der nötigen Sicherheit durchzuführen ist und auch die Ersatzmessung am Kamerastandort keinen Erfolg verspricht. Diese letzte Lücke bei der Objektummessung schliesst die sogenannte Spotmessung.

Dazu benötigt man in der Regel einen speziellen Belichtungsmesser, der eigens für diesen Zweck konstru-

eine sehr kleinflächige Messzelle mit einer hochwertigen Optik. Von grosser Wichtigkeit bei der Spotmessung ist das genaue Ausrichten des Gerätes. Da bei dem kleinen Messwinkel ein Anpeilen des gewünschten Details von Hand kaum Erfolg verspricht, verfügen alle Spotbelichtungsmesser über einen Sucher, in dem das Messfeld durch einen kleinen Kreis gekennzeichnet ist. Dank

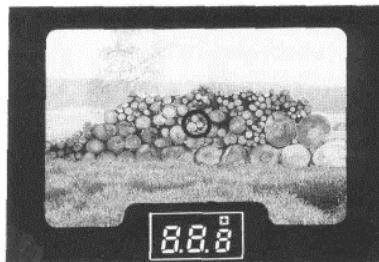
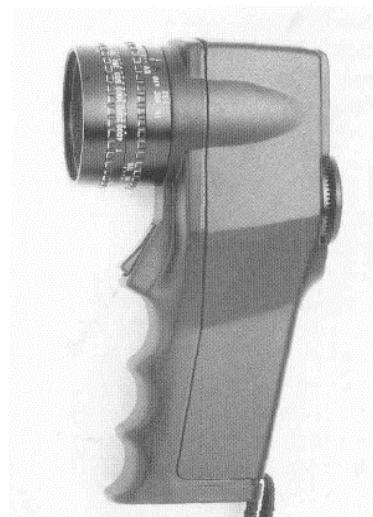


Abb. 48: Ein kleiner Kreis oder ein Rechteck im Sucher eines Spotmeters kennzeichnet das Messfeld, das in der Regel einen Messwinkel von nur gerade 1° umfasst. Der Messwert kann direkt im oder neben dem Sucherbild abgelesen werden.

Abb. 49: Spotmeter sind spezialisierte Belichtungsmesser, die sich allein schon durch Ihre Bauweise von gewöhnlichen Geräten unterscheiden. Typisches Merkmal sind das Objektiv und das Okular, welche ein genaues Anvisieren des gewünschten Motivdetails ermöglichen.



iert wurde und der auf Grund seiner ganz spezifischen Bauweise nur diese eine Messart beherrscht. Solche Spotbelichtungsmesser zeichnen sich durch einen äusserst kleinen Messwinkel aus, der in der Regel nur 1° beträgt. Um derart kleine Winkel zu ermöglichen, kombiniert man

einem halbdurchlässigen Spiegel erfolgen das Anvisieren und die Messung durch dasselbe Objektiv, was eine hohe Genauigkeit garantiert. Der Aufwand für die hochwertige Optik und den präzisen Sucher erklärt auch die Tatsache, dass Spotbelichtungsmesser nicht gerade zum billigsten Zubehör zu zählen sind. Dazu kommt noch, dass ein Spotmeter wegen seiner Spezialisierung nur als Ergänzung zu einem gewöhnlichen Belichtungsmesser sinnvoll ist. Es erstaunt daher nicht, dass diese Geräte vorwiegend von Berufsfotografen verwendet werden. Inzwischen ist die Spotmessung immer mehr auch als Variante der Innenmessung bei hochwertigen Spiegelreflexkameras anzutreffen, wodurch diese Messart auch für den Amateur in Reichweite rückt. Die Vorteile liegen auf der Hand: Die Integration der Spotmessung in ein Kameragehäuse verursacht nur einen Bruchteil der Kosten eines üblichen Spotmeters. Außerdem braucht man seine Ausrüstung nicht mit einem zusätzlichen Gerät zu beladen und geniesst erst noch alle

bekannten Vorzüge der TTL-Messung.

Die Praxis der Spotmessung entspricht weitgehend der oben beschriebenen Detail- und Zweipunkt-messung. Allerdings mit dem entscheidenden Unterschied, dass Messungen über grössere Distanzen möglich sind oder wesentlich kleinere Details angemessen werden können. Auf eine einzige Spotmessung sollte man sich im allgemeinen aber nicht verlassen. Das kleinste, vom mittleren Grau abweichende Detail, der geringste Reflex oder die entfernteste Lichtquelle, die zufälligerweise in den kleinen Messkreis geraten, können zu Abweichungen führen, wie sie die einfachste und oberflächlichste Integralemessung nicht verursachen könnte. Die Zwei- oder gar die Mehrpunkt-messung ist daher die Regel, da so Differenzen ausgeglichen werden.

Damit sind wir bei der Problematik der Spotmessung: Sie ist die Methode, welche mehr und präzisere Informationen liefert als jede andere. Sie verlangt aber auch fundiertes theoretisches Wissen und eine Menge praktischer Erfahrung. Der Körner

vermag mittels Spotmessung auch die vertracktesten Belichtungssituatien zu meistern, während ein unvorsichtiger Neuling damit sogar harmlose Motive verderben kann. Ein Tip, nicht nur für Anfänger: Markante Unterschiede zwischen der Spotmessung und den Ergebnissen einer normalen Objekt- oder Lichtmessung sollten sich stets aus den speziellen Eigenarten des Motives erklären lassen. Bleiben die Differenzen ein Rätsel, ist Vorsicht geboten. Man sollte in einem solchen Fall die Spotmessung mit neu festgelegten Messpunkten wiederholen. Bleibt die Unsicherheit bestehen, kann nur noch die berühmte Belichtungsreihe helfen. Unerklärliche Differenzen sind meistens auf einen zu grossen Kontrastumfang, kombiniert mit einer betont unausgewogenen Verteilung von Lichtern und Schatten, zurückzuführen, wodurch eine physikalisch richtige Belichtung unmöglich wird. Die beste Belichtung ist in solchen Fällen diejenige, welche neben den bildwichtigen Teilen vor allem die Stimmung optimal wiedergibt; ein Element, das sich allerdings nicht messen, sondern nur schätzen lässt.

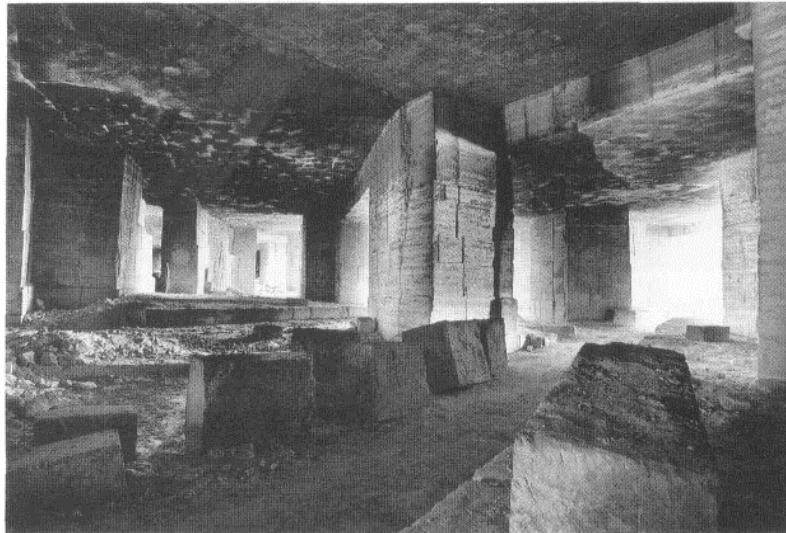


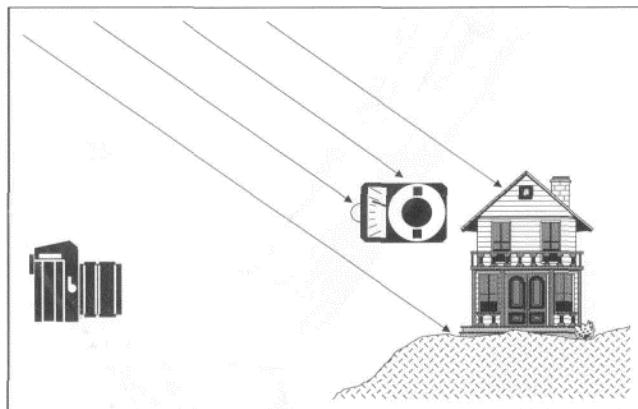
Abb. 50: Die vielen einzelnen Flächen und die enormen Helligkeitsdifferenzen in diesem Motiv verlangen nach einer differenzierten Messung, am besten in Form einer Mehrpunkt-messung. Hat man in solchen Situationen einen Spotmeter zur Hand, kann man sich ein längeres Umherwandern mit dem Belichtungsmesser ersparen.

Die Lichtmessung

Abb. 51: Bei der Lichtmessung wird das auf das Objekt fallende Licht, die sogenannte Beleuchtungsstärke, gemessen. Das Resultat ist daher unabhängig von der Objekthelligkeit. Das hat zur Folge, dass auch vom Mittelgrau abweichende Objekte tonwertrichtig abgebildet werden.

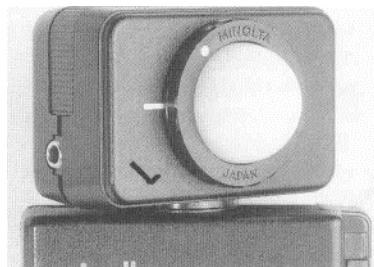
Wie wir im vorangehenden Kapitel gesehen haben, vermag die Objektmessung bei richtiger Anwendung sehr genaue Resultate zu erbringen. Mit Hilfe der verfeinerten Methoden der Detail-, Ersatz- oder Spotmessung bekommt man selbst komplizierte Situationen in den Griff. Darin liegt der grosse Vorteil der verschiedenen Messarten der Objektmessung. Dem stehen leider auch Nachteile gegenüber: Oft sind mehrere Messungen erforderlich, die Suche nach einem mittleren Grauton oder einem geeigneten Ersatz-Objekt kann Schwierigkeiten bereiten, und wenn es darum geht, Mittelwerte zu bestimmen, drängt sich auch noch Zahlen-Akrobatik auf. Kurz, die Objektmessung ist unter Umständen eine aufwendige und zeitraubende Angelegenheit.

hältnisse zu verschaffen, greift jeder Profi zuerst zur Lichtmessung und nicht selten bleibt es bei dieser einen Messung. Dass die Lichtmessung in Amateur-Kreisen kaum Verbreitung gefunden hat, liegt einfach daran, dass sie ohne Handbelichtungsmesser nicht durchzuführen ist. Im Gegensatz zur Objektmessung wird bei der Lichtmessung nicht das vom Motiv in Richtung Kamera reflektierte Licht, sondern das von der Beleuchtung auf das Objekt fallende Licht gemessen. Mit anderen Worten: Die Lichtmessung liefert ein Mass für die "Helligkeit" der Beleuchtung; es wird also die sogenannte *Beleuchtungsstärke* ermittelt. Dabei spielt es keine Rolle, ob das Licht von der Sonne oder von einer oder mehreren Kunstlichtquellen stammt. Auch die Art der Beleuchtung (hartes, gerichtetes oder diffuses Licht) ist unerheblich. Wichtig ist einzig und allein, wie viel Licht gesamthaft das Aufnahmefeld erreicht. Daraus folgt, dass der Belichtungsmesser bei der Lichtmessung in der Lage sein muss, Licht aus allen Richtungen zu bewerten. In der Praxis beschränkt man sich allerdings auf den Halbraum vor dem Objekt, da Licht von hinten in der Regel nichts zur Objektbeleuchtung beiträgt und im übrigen auch kaum zu messen wäre. Um diese Bedingung zu erfüllen, muss man eine spezielle, opake Kalotte in Form einer kleinen Halbkugel vor die Messzelle bringen. Dies geschieht entweder durch Verschieben oder Drehen eines fest mit dem Belichtungsmesser verbundenen Zubehörs oder durch Ansetzen einer separaten Kalotte (sofern man diese nicht verloren oder vergessen hat!). Dieser Vorsatz erweitert den Messwinkel auf einen räumlichen Winkel



Da stellt sich die Frage, ob nicht eine einfachere Methode schneller zum Ziel führen könnte. Die Methode, die diesen Wunsch erfüllt, ist die Lichtmessung. Es handelt sich dabei um die im professionellen Bereich am häufigsten praktizierte Art der Belichtungsmessung. Um sich einen ersten Überblick über die Lichtver-

von 180°. Die Opazität dieser Messkalotte ist so festgelegt, dass nur 18% des auftreffenden Lichtes die Messzelle erreicht. Damit wird berücksichtigt, dass ein beliebiges Motiv nur einen kleinen Teil des Lichtes - im Durchschnitt etwa 18% - in Richtung Kamera reflektiert. Die Eichung eines Belichtungsmessers bei Lichtmessung bezieht sich demnach, wie schon bei der Objektmessung, auf den genormten, mittleren Grauwert. Das bedeutet, dass dieses Grau



mittelt wird, das Motiv hingegen gänzlich unberücksichtigt bleibt, ist leicht einzusehen, dass die Objekthelligkeit keinen Einfluss auf die Messung hat. Egal, ob es sich um einen sehr hellen oder einen sehr dunklen Gegenstand handelt: Das Messresultat bleibt davon unberührt. Objekte, deren durchschnittliche Helligkeit über oder unter dem mittleren Grauwert liegt, bewirken daher eine stärkere beziehungsweise schwächere Schwärzung der lichtempfindlichen Schicht. In der Praxis bedeutet dies, dass Objekte mit über- oder unterdurchschnittlicher Helligkeit dank der Lichtmessung mit korrekten Tonwerten abgebildet werden. Wie wir bereits im Kapitel *Licht und Film* gelernt haben, führen solche Motive bei der Objektmessung zu unter- oder überbelichteten Bildern. Mit der Lichtmessung können diese

Abb. 52: Für die Lichtmessung muss mit einer opaken Kugelkalotte der Messwinkel auf 180° erweitert werden. Die Messung erfolgt in der Regel unmittelbar vor dem Motiv in Richtung Kamera.



auch im Falle einer Lichtmessung zu einer mittleren Schwärzung des Filmes führt.

Weiss bleibt weiss

Die Lichtmessung hat entscheidende Konsequenzen: Da bei der Messung nur die Beleuchtungsstärke er-

Pannen auf einfache Weise vermeiden werden.

Doch auch die Lichtmessung hat ihre Grenzen. Wie jede Messung führt sie nur dann zu richtig belichteten Bildern, solange der zulässige Kontrastbereich des Filmes nicht überschritten wird. Ist der Motivkontrast zu gross, muss man auf optimale

Abb. 53: Bei diesem Beispiel wäre eine integrale Objektmessung wegen des recht dunklen Hintergrundes und der überdurchschnittlich hellen Leinwände problematisch gewesen. Der Einfachheit halber entschied sich der Fotograf für eine Lichtmessung direkt vor dem Kamin. Zur Sicherheit wurden noch zwei weitere Negative mit einer Abweichung von 1 Blende vom gemessenen Wert belichtet.

Durchzeichnung in den Schatten oder in den Lichtern verzichten und die Belichtung gegebenenfalls entsprechend anpassen. Auch wenn man in der Schwarzweiss-Fotografie sehr kontrastarme (oder rein monochrome) Motive aus Gründen der Schärfe und der besseren Durchzeichnung nicht tonwertrichtig abbilden möchte, muss man das Ergebnis einer Lichtmessung korrigieren. Mehr zu diesen Themen finden Sie in den Kapiteln *Die Sache mit dem Kontrast* sowie *Farbe und Filter*. Ist man bei sehr komplexen Licht- und Kontrastverhältnissen unsicher, ob nun die Licht- oder die Objektmessung das bessere Ergebnis liefert, so fährt man oft am besten, wenn man der Belichtung den Mittelwert aus beiden Messarten zugrunde legt.

Für die Durchführung einer Lichtmessung stellt man sich unmittelbar vor das Motiv und richtet den Belichtungsmesser mit vorgeschobenener Messkalotte gegen die Kamera. Bei dreidimensionalen Motiven soll die Messrichtung den Winkel zwischen Kamera und Hauptlichtquelle in etwa

halbieren. Bei planen Vorlagen (Repros) oder bei diffusem Licht hält man den Belichtungsmesser direkt in die Richtung der Kamera. Vielleicht erinnern Sie sich: Die gleichen Ratschläge haben Sie schon unter dem Stichwort *Die Ersatzmessung* für die Handhabung der Ko-dak-Graukarte gelesen. Dies ist kein Zufall. Die Lichtmessung entspricht im Prinzip genau der Ersatzmessung mit der Graukarte; allerdings mit dem Unterschied, dass die Lichtmessung einfacher durchzuführen ist und man keine Graukarte bei sich haben muss. Es kann nichts schaden, bei Gelegenheit eine Vergleichsmessung zu riskieren. Wenn Sie alles richtig machen, müssen beide Resultate identisch sein. Noch ein Tip: Bei Aufnahmen im Freien muss man für die Messung nicht unbedingt zum möglicherweise weit entfernten Motiv marschieren. Wie auch die Ersatzmessung, kann die Lichtmessung am Standort der Kamera vorgenommen werden; vorausgesetzt, es sind dort die gleichen Lichtverhältnisse wie beim Motiv anzutreffen.



Abb. 54: Solche Situationen mit einer klar überdurchschnittlichen Objekthelligkeit sind ein typischer Fall für die Lichtmessung. Da am Kamera-standort die gleichen Lichtverhältnisse wie beim Motiv vorlagen (was bei Landschaftsaufnahmen häufig der Fall ist), konnte die Messung problemlos neben der Kamera durchgeführt werden.

Die TTL-Messung

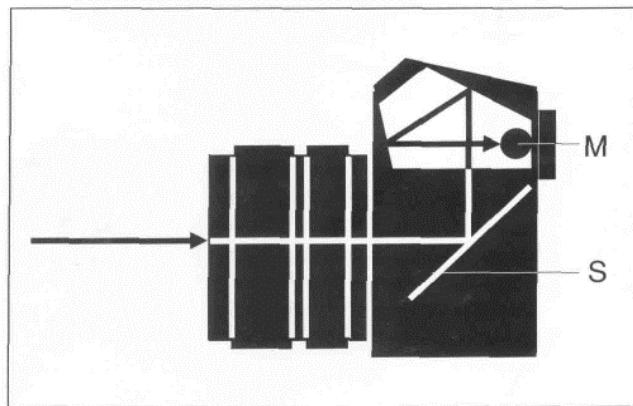
Um schwierige Lichtsituationen in den Griff zu bekommen oder die Belichtung in kreativer Absicht zu "manipulieren", benötigt man nicht unbedingt einen zusätzlichen Handbelichtungsmesser. Man braucht sich nur daran zu erinnern, dass die meisten in die Kamera integrierten Belichtungsmesser nicht nur zur Steuerung der Belichtungsautomatik zu gebrauchen sind. Ausser Spezialkameras sowie einigen wenigen älteren Mittelformat-Modellen verfügen heute alle Spiegelreflexkameras über einen sogenannten TTL-Belichtungsmesser, welcher die Belichtung durch das Objektiv ermittelt. Dieser Belichtungsmesser erlaubt die Durchführung praktisch aller Messungen, die im Kapitel *Die Objektmessung* beschrieben wurden. Einzig jene wenigen Einfachst-Kameras, deren Belichtungsautomatik keine manuelle Einstellung erlaubt, sind hiefür unbrauchbar. Da sich die TTL-Messung in einigen Punkten von der Arbeit mit einem separaten Belichtungsmesser unterscheidet, sind genaue Kenntnisse der Funktionsweise der TTL-Belichtungsmessung erforderlich. Nur wer über das TTL-System seiner Kamera genau Bescheid weiss, kann entscheiden, ob er sich gegebenenfalls noch auf die Automatik verlassen darf oder ob eine manuelle Nachmessung zu empfehlen ist.

Varianten der TTL-Messung

Die TTL-Belichtungsmesser verschiedener Kameramarken und -modelle unterscheiden sich vor allem in der Art und Weise, wie sie einzelne Bildteile bewerten. Ausgehend von der Erkenntnis, dass sich bestimmte Motiv-Konstellationen (zum

Beispiel wichtige Details in der Bildmitte, Himmel in der oberen Hälfte) sehr häufig wiederholen, werden praktisch alle TTL-Belichtungsmesser so konstruiert, dass sie gewisse Bildzonen stärker bewerten als andere. Bei Durchschnitts-Motiven erhöht sich dank dieser Massnahme die Belichtungssicherheit. Da die einzelnen Hersteller zum Teil recht unterschiedliche Lösungen bevor-

Abb. 55: Bei der TTL-Messung (Messung durch das Objektiv) wird nur jener Lichtanteil gemessen, der auch wirklich auf den Film gelangt. Bei einem Objektivwechsel oder bei Verwendung von Filtern passt sich die Messung daher automatisch den aktuellen Verhältnissen an. Im einfachsten Fall der mittenzentrierten Messung



zugen, kann es durchaus geschehen, dass zwei Kameras ein und dasselbe Motiv verschieden belichten. Je mehr sich die Lichtverhältnisse vom Durchschnitt entfernen, um so eher sind Differenzen zu erwarten.

werden meist zwei Messzellen verwendet, die sich links und rechts vom Okular befinden. S= Spiegel; M= Messzelle.

Die Integralmessung

Die älteste Form der TTL-Messung ist die Integralmessung, bei der sich die Messempfindlichkeit gleichmäßig über das ganze Bildfeld erstreckt. Diese Messart entspricht der normalen Objektmessung mittels Handbelichtungsmesser und weist dieselben Vor- und Nachteile auf, die bereits im Kapitel *Die Objektmessung* besprochen wurden. Vor allem der vermeintliche Vorteil, dass der Messwinkel bei der TTL-Integral-

messung exakt mit dem Bildfeld korrespondiert und damit stets ein durchschnittliches Resultat garantiert, gerät in der Praxis leicht zum Bumerang. Sobald wegen abnormer Helligkeitsverteilung der Mittelwert des Motivs nicht mehr dem Eichwert von 18% entspricht, ist die Messung in Frage gestellt.

Bereits kleinflächige Details, die eine extreme Leuchtdichte aufweisen,

ten; hingegen sind recht häufig kleine Korrekturen notwendig, um wirklich die geeignete Belichtung zu erhalten.

In der Praxis achtet man vor allem auf Lichtquellen und helle Reflexe. Möchte man solche Elemente in das Bild miteinbeziehen, ist es am sichersten, diese für die Messung ausserhalb des Bildes zu plazieren und die Belichtungswerte mittels Spei-

Abb. 56: Sobald die Lichtverhältnisse vom Üblichen abweichen, wird die Integralmessung unzuverlässig. Interessante Stimmungen, zumal wenn es sich um Gegenlicht handelt, sind ohne Korrektur nicht in den Griff zu kriegen. Vor allem direktes Sonnenlicht, auch wenn die Sonne nur knapp am Rand erscheint, verursacht leicht unterbelichtete Bilder.



können unangenehme Auswirkungen haben. Ein bekanntes Beispiel sind helle Lichtquellen am Bildrand, die von ungeübten Fotografen gerne übersehen werden und in der Folge regelmässig zu unterbelichteten Bildern führen. Ähnliches gilt für Landschaftsaufnahmen, bei denen der häufig überdurchschnittlich helle Himmel schon bei geringem Flächenanteil die Messung zu beeinträchtigen vermag. Diese Nachteile haben dazu geführt, dass die integrale TTL-Messung heute praktisch verschwunden ist. Wer noch über eine entsprechende ältere Kamera verfügt, hat sicher die Erfahrung gemacht, dass die Integralmessung trotzdem durchaus brauchbare Resultate liefert. Völlig daneben liegen wird man damit sel-

chertaste (sofern vorhanden) festzuhalten oder alle Einstellungen manuell vorzunehmen. Für die Aufnahme wird dann wieder der ursprüngliche Bildausschnitt eingestellt. Probleme bieten auch Motive vor einem sehr hellen oder dunklen Hintergrund. In solchen Fällen ist entweder eine Detail- oder eine Ersatzmessung zu empfehlen.

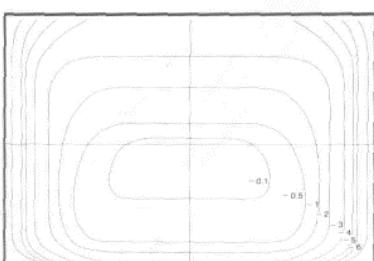
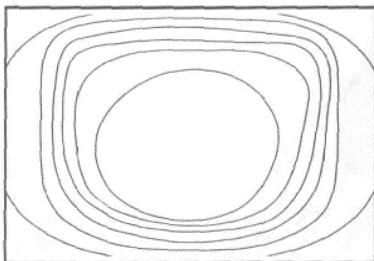
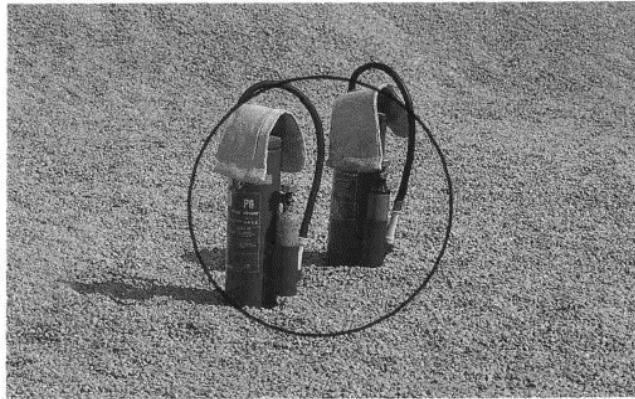
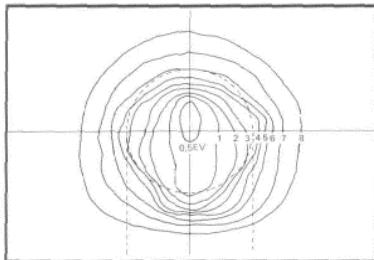
Die mittenbetonte Messung

Um die Belichtungssicherheit zu erhöhen, kamen die Kamerakonstrukteure auf die Idee, das Bildfeld in wichtige und weniger wichtige Zonen zu unterteilen. Da die meisten Leute das eigentliche Motiv - oder zumindest wesentliche Teile davon - gewohnheitsmässig in der Bildmitte plazieren, lag der Gedanke nahe, die

Belichtungsmessung vorwiegend auf die Mittelzone abzustützen. Die Randzonen werden zwar ebenfalls mitgemessen, vermögen das Resultat aber nur wenig zu beeinflussen. Diese Messart erhielt die Bezeichnung mittenbetonte Messung und ist heute in fast allen Spiegelreflexkameras anzutreffen. Dank der stärkeren Bewertung der Bildmitte ergibt sich in der Mehrzahl

als bei der Integralmessung. Dennoch verspricht die mittenbetonte Messung in der allgemeinen Fotografie eine recht hohe Trefferquote und hat sich vor allem bei der automatischen Belichtungssteuerung gut bewährt. Verwendet man diese Art der Messung im manuellen Betrieb, muss man sich mit einem Problem befassen, das seine Ursache in der unter-

Abb. 57: Da bei der mittenbetonten Messung die mittlere Bildzone stärker gewichtet wird als der Rand, steigen die Chancen, dass die wichtigsten Motivteile, die sich in der Regel in der Bildmitte befinden, korrekt belichtet werden.



der Fälle eine präzisere Belichtung als bei der Integralmessung. In Ausnahmefällen - wenn sich extrem helle oder dunkle Objekte ausgerechnet im Bildzentrum befinden - versagt aber auch die mittenbetonte Messung. Gerade wegen der Bedeutung des Mittelfeldes fallen dann die Abweichungen sogar grosser aus

schiedlichen Auslegung des Begriffes "mittenbetont" hat. Konzentrieren sich bei einer bestimmten Kamera ganze 80% der Messempfindlichkeit auf einen Kreis von nur 12mm Durchmesser, so kann anderswo ebensogut eine wesentlich flachere Verteilung im Verhältnis 60% : 40% (Mitte : Rand) anzutreffen sein. Eine Norm existiert nicht, und jeder Hersteller ist überzeugt, die idealste Anordnung des Messbereiches gefunden zu haben.

Das führt dazu, dass der Anwender nie so genau weiss, welche Bildteile wie bewertet werden. Selbst wenn in der Gebrauchsanweisung einer Kamera ausnahmsweise ein Diagramm mit der Empfindlichkeitsverteilung zu finden ist, nützt das in der Praxis wenig, denn die Grenze zwischen der Mittelzone und der weniger empfindlichen Randzone ist fliessend und im Sucher nicht erkennbar.

Abb. 58: (links) Die Problematik der Innenmessung liegt bei der von Kamera zu Kamera variierenden Verteilung der Messempfindlichkeit. Die drei Beispiele zeigen, wie unterschiedlich die Bereiche grösster Empfindlichkeit angeordnet sein können. Die Folge davon ist, dass verschiedene Kameras im Extremfall Resultate liefern, die um ganze Blendenstufen differieren.

Dieses Problem verschärft sich noch bei jenen Kameras, deren Zone grösster Empfindlichkeit nicht konzentrisch um den Bildmittelpunkt, sondern etwas unterhalb davon angeordnet ist. Diese Massnahme haben einige Konstrukteure im Hinblick auf die statistisch überwiegenden Landschaftsaufnahmen getroffen. Durch die asymmetrische Bewertung der Helligkeitsverteilung wollte man erreichen, dass der oftmals übermäßig helle Himmel nicht zu einer Unterbelichtung des Vordergrundes führt.

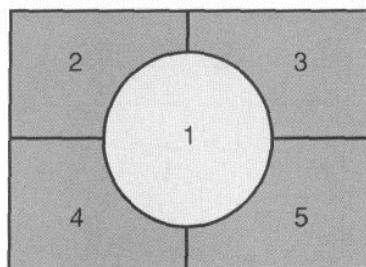
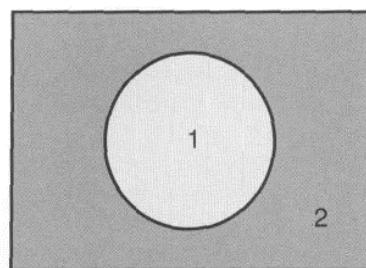
Doch damit nicht genug: Die empfindlichste Messzone muss nicht unbedingt rund sein, sondern kann auch eine ovale oder elliptische Form aufweisen, deren Grosse ausserdem noch durch die Brennweite des verwendeten Objektives beeinflusst wird.

All diese Eigenschaften mögen dem ungeübten Fotografen bei Durchschnitts-Aufnahmen Vorteile bieten. Demjenigen, der in kniffligen Situationen gezielt messen möchte, stehen sie leider nur im Wege. Das merkt man spätestens dann, wenn man sich überlegt, wie eine Innenmessung mit asymmetrischer Empfindlichkeitsverteilung bei Hochformat-Aufnahmen reagiert. Bis jetzt ist nur gerade die Mehrfeldmessung der Nikon F4 in der Lage, dieses Problem durch automatisches Umschalten der Empfindlichkeit der einzelnen Messfelder zu lösen. Um alle Unsicherheiten zu umgehen, gilt daher der gleiche Rat wie im Falle der gewöhnlichen Integralmessung: Alle kritischen Elemente aus dem Sucherbereich verbannen; Speichertaste benutzen oder die Belichtung von Hand einstellen; ursprünglichen Bildausschnitt wieder erstellen und auslösen. Herrschen beim Kamerastandort die gleichen Lichtverhältnisse wie beim Motiv, kann auch eine Ersatzmessung zum Ziel führen. Man beachte hiezu die

entsprechenden Abschnitte im Kapitel *Die Objektmessung*.

Die Mehrfeldmessung

Die bisher besprochenen Methoden der TTL-Messung liefern ohne Beeinflussung durch den Fotografen nur dann befriedigende Ergebnisse, wenn die mittlere Objekthelligkeit nicht zu stark vom genormten Durchschnittswert (18% Remission) abweicht und der Kontrast das zulässige Mass nicht überschreitet. Keine Belichtung, die nur auf einer einzigen Messung beruht, ist in der Lage, diese Grenzen zu überschreiten. Bereits eine Zweipunktmessung an zwei günstig gewählten Stellen ver-

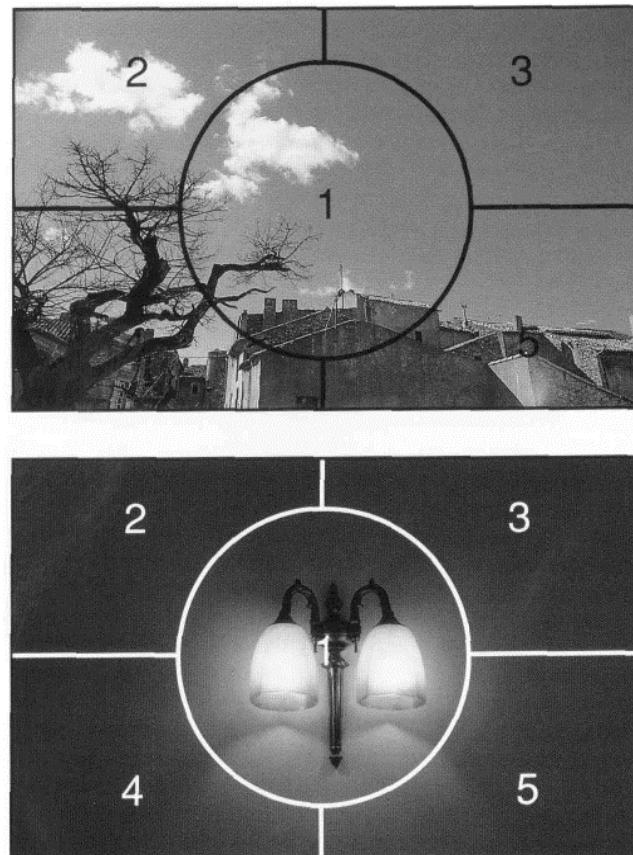


mag die Belichtungssicherheit deutlich zu steigern. Noch mehr Informationen liefert die Mehrpunktmeßung, bei der eine ganze Reihe interessanter Details der Reihe nach gemessen werden. Hätte man mehrere Belichtungsmesser (und genügend Hände!) zur Verfügung, könnte man alle Messungen auch in einem Arbeitsgang erledigen. Genau diesen Weg beschreitet die Mehrfeldmessung, die gelegentlich

Abb. 59: Die zur Zeit raffinierteste TTL-Messmethode ist die Mehrfeldoder Matrixmessung. Im einfachsten Fall werden nur zwei Zonen, nämlich ein zentrales Mittelfeld (1) und die Randzone (2) getrennt bewertet (obere Darstellung). Inzwischen gibt es aber auch Kameras mit 5 Messfeldern, was eine wesentlich differenziertere Auswertung erlaubt (untere Darstellung).

auch als Matrixmessung bezeichnet wird. Bei der Mehrfeldmessung ist das gesamte Sucherbild in mehrere Sektoren unterteilt, deren Helligkeit völlig unabhängig voneinander ermittelt wird. Die rechnerische Auswertung dieser Messwerte ermöglicht nicht nur eine simple Mittelwertbildung, sondern liefert auch Aussagen über die flächenmässige Verteilung heller und dunkler Zonen. Mit gewissen Einschränkungen kann im selben Arbeitsgang sogar der Motivkontrast ermittelt werden. Die Leistungsfähigkeit der Mehrfeldmessung hängt von der Anzahl und Form der Sektoren ab. Im einfachsten Fall sind es nur zwei: ein rundes Mittelfeld, umgeben von der Randzone. Mehr Genauigkeit und raffiniertere Möglichkeiten verspricht die Aufteilung in fünf Messfelder; etwa nach dem Muster: Mitte, oben-links, oben-rechts, unten-links und unten-rechts. Unterschiede bestehen auch bei der Auswertung der Mehrfeldmessung. Anfänglich musste man sich darauf beschränken, die einzelnen Sektoren entsprechend der Helligkeitsverteilung eines *Phantom-Motives* zu bewerten. Dieses Phantom-Motiv wurde mittels Computer durch Auswertung von Tausenden von Amateur-Motiven berechnet. Es leuchtet ein, dass das damit erreichte Resultat allzu individuellen Bildideen nicht gerecht werden konnte. Erst der Einsatz leistungsfähiger Kleinst-Computer erlaubte es, die Möglichkeiten der Mehrfeldmessung voll auszunützen und die Belichtung erstaunlich differenziert zu steuern. Die zur Zeit am weitesten entwickelte Mehrfeldmessung unterzieht das Motiv einer eigentlichen Bildanalyse, wobei folgende Elemente ausgewertet werden: allgemeine Helligkeit, Kontrastumfang sowie die Lage überdurchschnittlich heller oder dunkler Bildteile. Anhand dieser Parameter ist die Elektronik in der La-

ge, gewisse typische Motiv-Situations zu erkennen. Landschaften, Gegenlicht-Motive oder Nachtaufnahmen führen bei der Mehrfeldmessung zu charakteristischen Mustern, entsprechend derer der Computer entscheidet, ob das Resultat der Messung gegebenenfalls nach oben



oder unten zu korrigieren ist. Beispiel: Erkennt das Programm eine Dämmerungsaufnahme (knappe Allgemein-Helligkeit, grosser Kontrast) wird automatisch auf die hellen Stellen belichtet. Liegt hingegen eine Gegenlicht-Situation vor (grosser Kontrast, dunkler Mittelteil bei heller Randzone), dann erfolgt die Belichtung auf den dunklen Mittelteil. Diese Massnahmen führen zu einer Belichtungs-Sicherheit.

Abb. 60: Diese zwei Beispiele zeigen, wie die Helligkeitsverteilung über die einzelnen Messfelder, je nach Motiv, sehr unterschiedlich ausfallen kann. Durch Auswertung der Differenzen kann die Matrixmessung in gewissem Umfang den Motivkontrast ermitteln und sogar einzelne typische Motivsituationen erkennen.

matikbetrieb von keiner anderen TTL-Messmethode erreicht wird. Die Mehrfeldmessung reagiert also genau so, wie in vergleichbaren Situationen auch ein erfahrener Fotograf vorgehen würde. Das funktioniert allerdings nur so lange, wie der Kamera-Computer die Situation richtig erkennt. Nun entstehen aber bekanntlich die besten Bilder häufig in überraschenden und seltenen Motiv- und Lichtsituationen. Und genau hier beginnt das Problem: Der Anwender wird lediglich über die durch die Automatik bestimmte Blende und Belichtungszeit informiert. In welche Motiv-Kategorie der Computer die Aufnahme einordnet und wie er die Ergebnisse der Mehrfeldmessung bewertet oder gegebenenfalls korrigiert, bleibt unbekannt. Um sicherzugehen, dass Ihr spezielles Bild nicht eventuell genau zu den paar Ausnahmen zählt, die der Computer nicht bewältigen kann, sind trotz allem noch individuelle Messungen und eigene Überlegungen zu empfehlen. Für die manuelle Belichtungsermittlung ist die Mehrfeldmessung wegen der vielen Variablen und der unterschiedlichen Bewertung der einzelnen Messfelder nicht zu gebrauchen. Kameras mit

Mehrfeldmessung schalten normalerweise automatisch auf mittenbeteilzte Integralmessung um, sobald die manuelle Betriebsart gewählt wird.

Die Spotmessung

Für denjenigen, der auf einen Handbelichtungsmesser verzichten und sich bei der manuellen Belichtungsbestimmung lieber auf die TTL-Messung abstützen möchte, bietet die TTL-Spotmessung das universellste und präziseste Werkzeug. Leider ist eine echte Spotmessung bislang nur bei den Spitzens-Modellen einiger weniger Hersteller anzutreffen. Erfreulicherweise hat die Zahl der Kameras, die eine Spotmessung ermöglichen, in der letzten Zeit aber deutlich zugenommen. Mit der Spotmessung lassen sich Detail-, Mehrpunkt- und Ersatzmes-

Abb. 61: Bei Kameras mit Spotmessung ist das Messfeld durch einen Kreis oder ein Rechteck im Sucher gekennzeichnet. Bei Autofokus-Kameras ist dieses Feld meist identisch mit dem AF-Messfeld.



Abb. 62: Einige Kameras ermöglichen bei Spotmessung eine automatische Mittelwertbildung. Die einzelnen Messpunkte werden der Reihe nach anvisiert und die Werte gespeichert. Wie auch bei der Messung mit einem Handbelichtungsmesser gilt es, die Messpunkte sinnvoll auszuwählen.



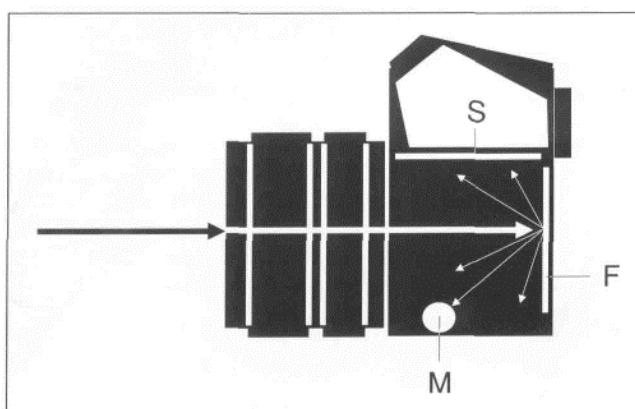
sungen besonders einfach durchführen, da man wegen des kleinen Messwinkels den Aufnahmestandort in der Regel nicht verlassen muss. Ausserdem ist die Spotmessung die einzige TTL-Messart, die eine bequeme und exakte Ermittlung des Motivkontrastes erlaubt. Im Gegensatz zu einem Spotbelichtungsmesser ist der Messwinkel bei der TTL-Spotmessung nicht konstant, sondern hängt von der Brennweite des verwendeten Objektives ab. In der Praxis spielt dies jedoch keine Rolle, da die Messfläche immer in einem konstanten Verhältnis zur gesamten Bildfläche steht. Die Messfläche muss auf der Suchermattscheibe exakt bezeichnet sein, da sonst keine brauchbare Spotmessung möglich ist. Bei Kameras mit auswechselbaren Mattscheiben fehlt die Kennzeichnung bei einigen Varianten. Wenn Sie für spezielle Fälle Sucherscheiben ohne Spot-Markierung benutzen, sollten Sie auf die Spotmessung verzichten. Im Übrigen unterscheidet sich die TTL-Spotmessung nicht von derjenigen mit einem Handbelichtungsmesser. Besonders bequem in der praktischen Anwendung ist die Spotmessung mit jenen Kameras, die bis zu 10 Messwerte speichern können und daraus automatisch den Mittelwert errechnen. Aber Achtung: Die angemessenen Punkte müssen mit Bedacht gewählt werden. Mit steigender Anzahl x-beliebiger Punkte nähert sich das Resultat nämlich immer mehr demjenigen einer reinen Integralmessung! Eine Steigerung der Belichtungssicherheit bedeutet diese Methode nur dann, wenn man zum Beispiel drei Messpunkte ausschliesslich in den Lichtern und drei weitere ausschliesslich in den Schatten bestimmt. Dieses Verfahren entspricht im Prinzip der Zweipunktmessung; allerdings mit dem Unterschied, dass das Risiko einer Panne durch ungünstige Wahl eines

Messpunktes deutlich verringert wird.

Filmreflexionsmessung

Da bei Spiegelreflexkameras der Spiegel im Moment der Belichtung hochklappt und jede normale Messung unterbricht, müssen die Belichtungsdaten kurz vor der Auslösung gespeichert werden. Eine Berücksichtigung von Helligkeitsänderungen während des Verschlussablaufes ist so nicht möglich. Dies wäre aber zumindest in zwei Fällen sinnvoll: Erstens bei Langzeitbelichtungen, während derer aus irgendwelchen Gründen eine unerwartete und bedeutende Änderung der Lichtver-

Abb. 63: Bei der Filmreflexionsmessung erfasst eine im Spiegelkasten untergebrachte Messzelle das von der Filmoberfläche reflektierte Licht. Diese Messart wird vor allem für die automatische Leistungssteuerung beim Blitzen verwendet.
S= Spiegel (hochgeklappt); F= Filmoberfläche; M= Messzelle.



hältnisse denkbar ist; und zweitens bei der TTL-Blitzsteuerung, bei der sowohl die Messung als auch die Regelung der Blitzleistung logischerweise nur während der Belichtung erfolgen kann. Um diesen "blinden Fleck" der TTL-Messung zu beseitigen, wurde die Filmreflexionsmessung eingeführt. Zu diesem Zweck befindet sich im Spiegelkasten eine zusätzliche Messzelle, welche das von der Filmoberfläche reflektierte Licht misst. Diese Methode setzt allerdings voraus, dass die Schichten der verwendeten Filme über sehr ähnliche Reflexionseigenschaften verfügen. Zum Glück wird diese Bedingung

momentan von den meisten Produkten erfüllt.

Zukünftige Entwicklungen könnten jedoch durchaus zu Problemen führen. Man bedenke in diesem Zusammenhang nur, dass eine Oberfläche um so mehr Licht absorbiert, je dunk-

günstigen Situationen kann aber die Zelle wegen Direkt-Reflexionen an der glänzenden Schicht auch durch zuviel Licht getäuscht werden. Die Messung des von der Filmoberfläche reflektierten Lichtes wird heute in allen modernen Kameras mit TTL-Blitzautomatik verwendet. Für die manuelle Messung kommt diese Methode nicht in Frage, da sie - bedingt durch ihr Prinzip - nur während der Belichtung funktioniert.

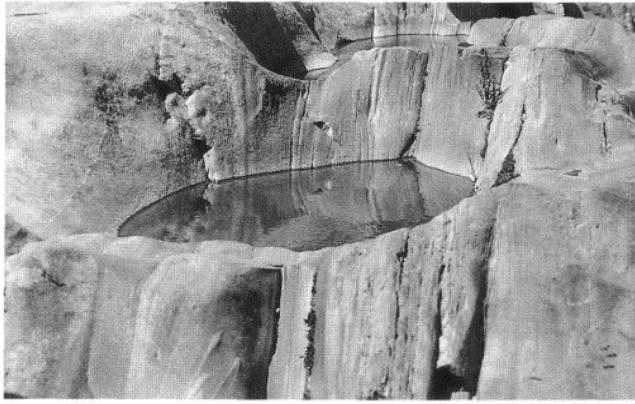


Abb. 64: Die Integralmessung führt nur bei einer einigermaßen ausgewogenen Helligkeitsverteilung zu einer richtigen Belichtung.

ler sie ist. Ein Filmtyp, bei dem dieses Problem schon heute auftritt, ist der Polaroid 35mm Sofortdiafilm. Dieser Film führt mit seiner tiefschwarzen und gleichzeitig hochglänzenden Oberfläche jede TTL-



Abb. 65: Bei schwierigen Motiven und automatischer Belichtung ergeben die mittenbetonte Messung oder noch besser die Matrixmessung die höchste Trefferquote.

Blitzmessung in die Irre. Eine Korrektur via Filmempfindlichkeits-Einstellung ist nicht möglich, da sowohl Über- als auch Unterbelichtung auftreten kann. Im allgemeinen gelangt wegen der schwarzen Oberfläche zu wenig Licht auf die Messzelle. In un-

Wann welche Messart wählen ?

Von allen zur Zeit bekannten TTL-Messarten sind für die manuelle Belichtungsbestimmung nur drei mit Erfolg einsetzbar: die Integralmessung, die mittenbetonte Messung und die Spotmessung. Alle drei haben ihre speziellen Vor- und Nachteile. In der Praxis hängt die Wahl aber nicht nur von der besonderen Eignung für eine bestimmte Aufgabe ab, sondern auch von der Verfügbarkeit der gewünschten Methode. Nur ganz wenige Kameras bieten alle drei Messarten in einem Gehäuse. Häufig wird man daher gezwungen sein, die zweitbeste Messmethode zu wählen, was aber immer noch besser ist, als heikle Lichtsituationen einfach der Automatik zu überlassen.

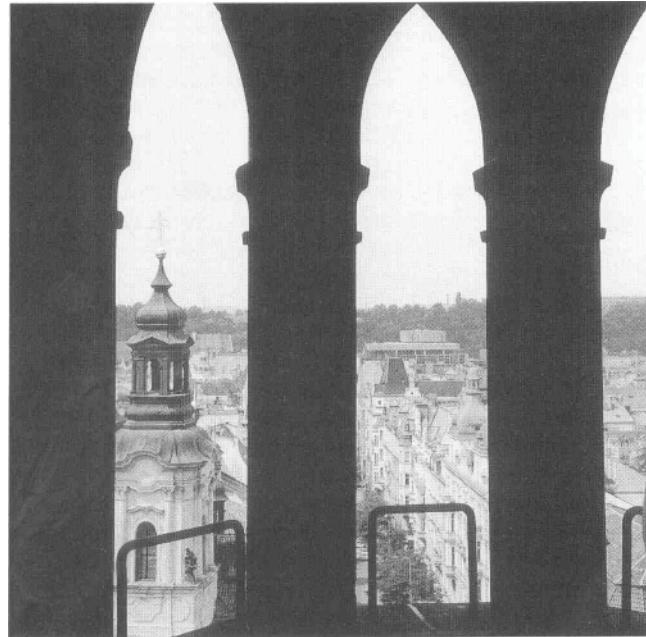
Die reine *Integralmessung* ist heute nur noch selten anzutreffen. Wirklich exakte Resultate liefert sie nur bei problemlosen Motiven, bei denen man ohnehin nicht auf eine manuelle Belichtungsermittlung angewiesen ist. Detail- und Kontrastmessungen sind nur bedingt möglich. Wegen der gleichmässigen Empfindlichkeitsverteilung über das gesamte Bildfeld muss man darauf achten, dass das angemessene Detail wirklich den ganzen Sucher ausfüllt. Am leichtesten gelingt dies noch bei Landschaftsaufnahmen, wenn man einerseits nur den Himmel und

andererseits nur die Landschaft in den Sucher nimmt. Vorsicht ist auch bei kleinen Objekten vor einem überdurchschnittlich hellen oder dunklen Hintergrund geboten. Korrekturen "nach Gefühl" sind hier häufig unmöglich.

Die *mittenbetonte Messung* ist mit Abstand die häufigste Variante der TTL-Messung, die meist auch in der manuellen Betriebsart zur Verfügung steht. Für die individuelle Belichtungsbestimmung stellt die mittenbetonte Messung die universellste Methode dar, die auch ungeübten Anwendern wenig Probleme bereitet. Voraussetzung sind allerdings genaue Kenntnisse der Empfindlichkeitsverteilung über das Bildfeld. Ob das Verhältnis von Bildmitte zur Randzone 80%: 20% oder 60% : 40% beträgt, ist für die Praxis ein bedeutungsvoller Unterschied. Auch die flächenmässige Aufteilung sollte bekannt sein. Am besten ist es, wenn sich die Angaben zur Empfindlichkeitsverteilung auf eine konkrete Markierung auf der Sucherscheibe beziehen. Aussagen wie "Konzentrierung der Messempfindlichkeit auf einen Viertel der Bildfläche" nützen in der Praxis herzlich wenig. Liefert die Gebrauchsanweisung nicht mehr Informationen, sollte man sich nicht scheuen, beim Lieferanten der Kamera präzisere Angaben einzuholen.

Plaziert man abwechslungsweise ausgewählte Bildelemente in der Bildmitte, so sind mit der mittenbetonten Messung in gewissem Umfang Detail- und Kontrastmessungen möglich. Die angemessenen Details sollten allerdings eine bestimmte Grosse nicht unterschreiten, da sonst zu grosse Messfehler auftreten können. In den meisten Fällen ist die mittenbetonte Messung aber das beste Mittel, um die Belichtung schnell und einfach auf bildwichtige Teile abzustimmen.

Mit der *Spotmessung* hat der Praktiker das vielseitigste und exakteste Werkzeug zur Bestimmung der Belichtung zur Hand. Die Spotmessung setzt allerdings viel Erfahrung und genaue Kenntnisse über die Grundlagen der Belichtungsmessung vor-



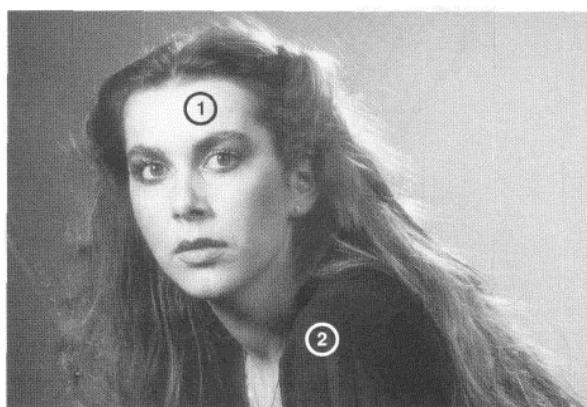
aus. Ist diese Bedingung erfüllt, gibt es praktisch keine Situation, die sich mittels Spotmessung nicht bewältigen liesse. Auf der anderen Seite existiert aber keine Messmethode, die bei unbedachter Anwendung derart falsche Resultate wie die Spotmessung liefern könnte. Aus diesem Grunde arbeiten auch erfahrene Fotografen nur dann mit der Spotmessung, wenn das Motiv und das Licht diese Massnahme auch wirklich erfordern. Falls die Zeit drängt oder eine einfachere Situation vorliegt, ist die mittenbetonte Messung auf alle Fälle vorzuziehen.

Abb. 66: Mit der Spotmessung lassen sich auch extreme Licht- und Kontrastverhältnisse meistern. Wer den gedanklichen, zeitlichen und manuellen Mehraufwand nicht scheut, wird mit der Spot-Mehrpunkt-messung seine Filme am genauesten belichten.

Die Sache mit dem Kontrast

Jede Belichtungsmessung hat streng genommen nur dann einen Sinn, wenn man sich gleichzeitig auch über den Kontrast Gedanken macht. Im Kapitel *Licht und Film* haben wir gesehen, dass jeder Film eine gewisse Mindest-Lichtmenge benötigt, damit bei der Entwicklung überhaupt metallisches Silber entstehen kann. Sind andererseits durch einen starken Lichteinfluss alle Silberhalogenid-Kristalle belichtet, wird eine weitere Steigerung der Helligkeit logischerweise keine zusätzliche Schwärzung mehr bewirken. Daraus folgt, dass ein Film Lichteindrücke nur innerhalb eines begrenzten Intervall es korrekt wiederzugeben vermag. Um ein Motiv mit all seinen Tonwerten abzubilden, muss der gesamte Umfang von der dunkelsten bis zur hellsten Stelle in diesem Bereich untergebracht werden

Abb. 67: Unter Motivkontrast versteht man die Helligkeitsdifferenz zwischen der hellsten und der dunkelsten noch durchzeichneten Motivstelle. Als Messpunkte wären in diesem Beispiel die helle Stirn des Mädchens (1) und eine Stelle im dunklen Kleid (2) zu wählen.



können. Übersteigt der Motivkontrast den zulässigen Belichtungsumfang, so ist streng genommen keine korrekte Belichtung mehr möglich. Bei kleinerem Motivkontrast hingegen, müssen mehrere Belichtungswerte als richtig betrachtet werden. Um diese speziellen, im Foto-Alltag

aber recht häufigen Situationen zu verstehen und entsprechend reagieren zu können, müssen wir uns noch einmal mit etwas Theorie befassen. Als Kontrast werden in der Fotografie ganz allgemein Unterschiede zwischen hell und dunkel bezeichnet. Da sich der Begriff *Kontrast* auf verschiedene Dinge beziehen kann, ist eine sprachliche Eingrenzung unerlässlich.

In diesem Kapitel muss man grundsätzlich zwei Arten von Kontrast unterscheiden: Den Motivkontrast und den Negativkontrast. *Motivkontrast* meint den maximalen Unterschied zwischen hellster und dunkelster Stelle des Motives. Der *Negativkontrast* (oder *Schwärzungsumfang*) ist die durch den Motivkontrast bedingte Schwärzungsdifferenz im fertig entwickelten Negativ. Der ebenfalls verwendete Begriff *Belichtungsumfang* bezeichnet die durch den Motivkontrast bedingte Differenz der größten und kleinsten auf die fotografische Schicht einwirkenden Belichtung.

Die Schwärzungskurve

Den Schlüssel zum Verständnis der meisten Fragen im Zusammenhang mit dem Stichwort *Kontrast* stellt die sogenannte Schwärzungskurve dar. Diese Kurve zeigt uns in übersichtlicher Form, wie ein Film in Abhängigkeit von der auf ihn einwirkenden Belichtung (und der Entwicklung) reagiert. Die Entstehung einer Schwärzungskurve ist etwa vergleichbar mit einer Belichtungsserie, wie sie gelegentlich von jedem Praktiker zum Einkreisen der optimalen Belichtung durchgeführt wird. Dabei sind zwei Punkte entscheidend. Erstens: Die Serie muss den

gesamten Bereich von der völligen Unterbelichtung bis zur totalen Überbelichtung umfassen. Zweitens: Um messtechnisch reproduzierbare Ergebnisse zu gewährleisten, wählt man bewusst ein extrem einfaches Motiv, nämlich eine homogene, graue Fläche. Man könnte also zum Beispiel eine Aufnahmeserie von einer Neutral-Graukarte herstellen, bei der man von Aufnahme zu Auf-

(Transparenz 0,001, entsprechend einer Dichte von 3,0) bis zum hellsten Weiss (Transparenz 1, entsprechend einer Dichte von 0,0). Die Schwärzung (Dichte) einer Filmschicht in Abhängigkeit von der Belichtung wird in Form eines Diagrammes dargestellt, wie es in Abbildung 69 zu sehen ist. Die *horizontale* Achse repräsentiert die Stärke der Belichtung in Luxse-



nahme die Belichtung um ein bestimmtes Intervall erhöht. Dadurch würde man eine ganze Reihe unterschiedlicher Negative erhalten, deren Dichte man einzeln ausmessen und in Form einer Kurve darstellen könnte. Um das ganze Prozedere zu vereinfachen, geht man in der Praxis aber anders vor. Anstelle mehrerer, abgestufter Belichtungen begnügt man sich mit einer einzigen. Dafür ist das Aufnahmefoto in seiner Helligkeit abgestuft, wodurch man alle notwendigen Dichte-Messungen auf einem einzigen Negativ vornehmen kann. Ein solches spezielles Objekt für Messzwecke ist unter der Bezeichnung Stufengraukeil oder allgemein als Graukeil bekannt. Ein Graukeil besteht aus einer Reihe gleichmäßig abgestufter Flächen mit genau definierter Remission (Aufsichtsgraukeil) beziehungsweise Transparenz (Durchsichtsgraukeil). Wegen des grösseren Kontrastumfangs kommt für die Ermittlung einer Schwärzungskurve nur ein Durchsichtsgraukeil in Frage. Die Transparenz (Mass für die Durchsichtigkeit) eines solchen Keiles erstreckt sich vom tiefsten Schwarz

künden. Um die physikalischen Masseneinheiten mit dem physiologischen Helligkeitsempfinden des menschlichen Auges in Einklang zu bringen, wählt man für die Belichtung einen logarithmischen Massstab. Das heisst, jede Zunahme um den Faktor 10 erscheint gleich gross und bewirkt eine Vergrösserung der logarithmischen Belichtung um 1,0. Eine Änderung um eine Belichtungsstufe, die einer Verdoppelung (oder Halbierung) der Belichtung entspricht, schlägt sich auf der logarithmischen Skala mit 0,3 nieder ($\log 2 = 0,3$). Auf der *senkrechten* Achse des Diagrammes wird für jeden Belichtungswert die gemessene Dichte des entwickelten Negatives eingetragen. Die Dichte ist ein Mass für die "Un durchsichtigkeit" eines Materials. Auch die Dichte-Skala ist logarithmisch aufgebaut. Ein völlig transparenter Film hat theoretisch die Dichte 0. Wegen der unvermeidbaren Grunddichte wird dieser Wert allerdings nicht ganz erreicht. Die maximal erreichbare Dichte eines SW-Filmes liegt je nach Film-Typ zwischen 2,0 und 3,0. Daraus ergibt sich ein Negativkontrast von etwa 1:32 bis 1:250.

Abb. 68: Ein Aufsichtsgraukeil (Kodak Cat.Nr. 1527662), wie er in der Fotografie häufig verwendet wird. Ein Durchsichtsgraukeil sieht ähnlich aus. Der deutlich grössere Helligkeitsumfang lässt sich drucktechnisch aber nicht darstellen.

Eine Kurve, die Fotografen ins Schleudern bringt

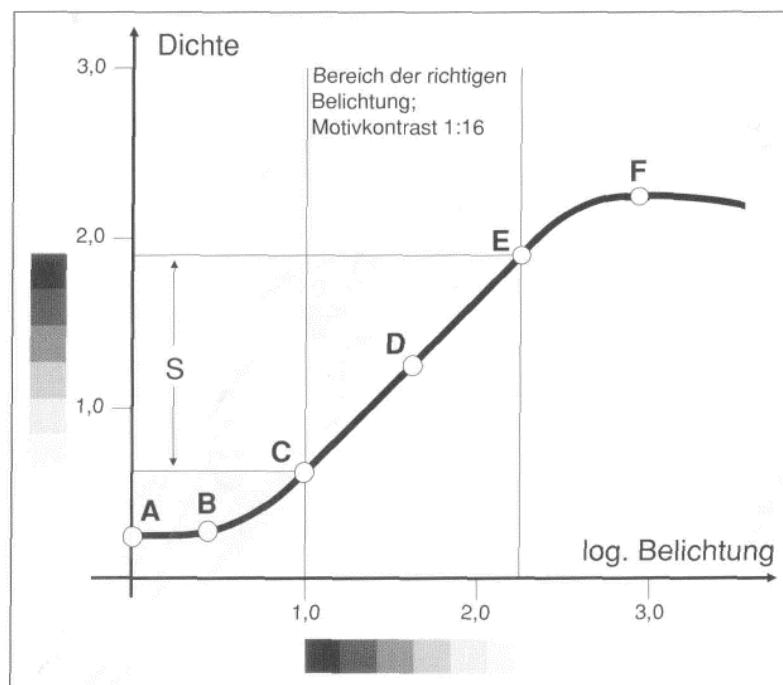
Wenn wir eine typische Schwärzungskurve, wie sie Abbildung 69 zeigt, vom Nullpunkt (A) in Richtung zunehmender Belichtung interpretieren, stellen wir als erstes fest, dass bereits ohne Lichteinfluss eine gewisse Dichte vorhanden ist. Diese minimale Schwärzung heisst *Grunddichte* oder *Schleier*. Sie ist physika-

nennt man *Schwellenwert*, eine Große die auch zur Bestimmung der nominellen Filmempfindlichkeit herangezogen wird. Je weiter links der Punkt B liegt, um so empfindlicher ist der Film.

Bei weiter steigender Belichtung beginnt die Emulsion besser zu reagieren. Sie tut dies aber vorerst noch zögernd und unproportional. Wir befinden uns hier im Bereich der Unter-

Abb. 69: Die Schwärzungskurve veranschaulicht, wie ein Filmmaterial (in Zusammenhang mit der Entwicklung) Lichteindrücke in eine Schwärzung der Schicht umsetzt. Fotografisch nutzbar ist streng genommen nur der gerade Teil der Kurve (C-E = Bereich der richtigen Belichtung).

A = Schleier; B = Schwellenwert; B-C = Durchhang; D = mittlere Belichtung (mittelgrau); E-F = Schulter; S = Schwärzungsumfang.



isch bedingt und lässt sich nicht restlos vermeiden. Hingegen kann eine Überentwicklung den Schleier verstärken, was längere Kopierzeiten und eine verminderte Kontrastwiedergabe zur Folge hat. Wird die Belichtung nun langsam gesteigert, so geschieht vorerst gar nichts, bis wir den Punkt B erreichen. Erst ab diesem Punkt ist die Belichtung stark genug, damit sich in den Silberhalogenid-Körnern erste Entwicklungskeime bilden können. Die Belichtung am Punkt B, welcher genau 0,1 über dem Schleier liegt,

belichtung, in der Fachsprache auch *Durchhang* genannt. Wegen des noch flachen Verlaufes der Kurve können Schattenpartien, die in diesem Abschnitt liegen, nur mit reduziertem Detail-Kontrast wiedergegeben werden.

Mit zunehmender Belichtung vergrößert sich die Steilheit der Kurve kontinuierlich bis zum Punkt C, wo sie in den linearen Teil übergeht. Linear bedeutet, dass eine Erhöhung der Belichtung in konstanten Schritten eine Steigerung der Dichte in ebenfalls konstanten Schritten zur

Folge hat. Von Punkt C bis Punkt E hat die Kurve daher die Form einer Geraden. Dies ist der *Bereich der richtigen Belichtung*. Nur zwischen C und E werden Helligkeits- respektive Belichtungsdifferenzen optimal in Dichtedifferenzen umgesetzt. Nach dem Punkt E beginnt die Schwärzungskurve wieder abzuflachen, und wir gelangen in den Bereich der Überbelichtung. In der Regel wird dieser Kurventeil durch die Lichter einer Aufnahme belegt. Mit noch weiter zunehmender Belichtung verschwindet die Zeichnung immer mehr in der allgemeinen Schwärzung. Das Maximum der Schwärzung wird im Punkt F erreicht. Den Bereich zwischen E und F nennt man *Schulter*. Nach dem Maximum F ist es unter bestimmten Voraussetzungen sogar möglich, dass die Dichte wieder abnimmt, ein Effekt, den man als *Solarisation* bezeichnet, da er früher oft durch die direkte Abbildung der Sonne verursacht wurde. Bei modernen Materialien tritt eine Solarisation nur noch sehr selten auf.

Die berühmte Grenze: 1:32

Anhand der Schwärzungskurve ist leicht einzusehen, dass eine völlig korrekte Wiedergabe von Helligkeitsdifferenzen nur auf dem geraden Kurventeil zwischen Punkt C und E erwartet werden kann. Dieser Bereich entspricht in der Theorie ungefähr einer logarithmischen Belichtungsdifferenz von 1,0 oder einem Kontrast von 1:10; was wiederum eine Differenz von etwas mehr als 3 Lichtwerten ergibt. In der Praxis wird der Kontrast durch Streulicht im Objektiv, in der Kamera und beim Vergrößern etwas verringert, so dass man in der Praxis mit einer maximalen Belichtungsdifferenz von 1,2 rechnen kann (siehe Abb. 69, Belichtungsintervall von 1,0 bis 2,2). Dies entspricht einem Motivkontrast von 1:16 oder einer Heli-

ligkeitsdifferenz von 4 Lichtwerten. Dieser Wert gilt als ideal für all jene Arbeiten, die entweder gedruckt oder in Form einer Papiervergrößerung ihr Publikum erreichen sollen.

Ist man etwas toleranter und akzeptiert Schatten, die etwas in den Durchhang (B-C), und Lichter, die bis in die Schulter (E-F) hinein reichen, dann kann man den maximalen Kontrastumfang mit 1:32 (entsprechend fünf Belichtungsstufen) ansetzen. Für anspruchsvolle Arbeiten gilt dieses Verhältnis als absolut oberste Grenze. Wird sie überschritten, werden die Auswirkungen auch für den Laien sichtbar. Die einzige Ausnahme bildet die Dia-Projektion, die Kontraste bis zu 1:64 (sechs Belichtungsstufen) verkraftet.

Belichtungsspielraum und Kontrast

Wenn der lineare Teil der Schwärzungskurve (C-E) als Bereich der richtigen Belichtung angesehen wird, können wir in Bezug auf den Kontrast drei grundsätzliche Situationen unterscheiden, von denen zwei in der Regel eine Korrektur der vom Belichtungsmesser gelieferten Angaben erfordern.

1. Der Motivkontrast entspricht dem Bereich der richtigen Belichtung

Diese erste Situation stellt den Idealfall dar. Der Motivkontrast beträgt 1:16 und lässt sich daher ohne Verluste innerhalb des Bereichs der richtigen Belichtung unterbringen (Abb. 70). Voraussetzung ist allerdings eine korrekte Belichtung, denn ein Belichtungsspielraum steht nicht zur Verfügung. Jede Abweichung verschiebt entweder die Schatten in den Durchhang oder die Lichter in die Schulter, was in den entsprechenden Partien Unter- beziehungsweise Überbelichtung bedeutet.

Wenn die Filmhersteller dennoch einen mehr oder weniger grossen Belichtungsspielraum versprechen, wird dies durch einen sehr allmählichen Übergang im Bereich des Durchhangs und der Schulter erreicht. Bei Fehlbelichtung bleiben die Aufnahmen zwar in weiten Gren-

nicht mehr im Bereich der richtigen Belichtung unterbringen (Abb. 71). Eine technisch korrekte Belichtung ist in diesem Fall nicht möglich. Würde man zum Beispiel mittels Zweipunktmessung auf einen Mittelwert belichten, wäre sowohl in den Lichten als auch in den Schatten ein Verlust an Zeichnung in Kauf zu nehmen. Diese Art der Belichtung gilt als ungünstig, da gleich beide Enden der Tonwertskala beeinträchtigt werden. In der Regel fährt man besser, wenn man die Belichtung so festlegt, dass entweder die Schatten oder die Lichter noch auf den geraden Teil der Schwärzungskurve zu liegen kommen. Dafür muss man auf Zeichnung am anderen Ende der Skala verzichten. Ob eine korrekte Wieder-

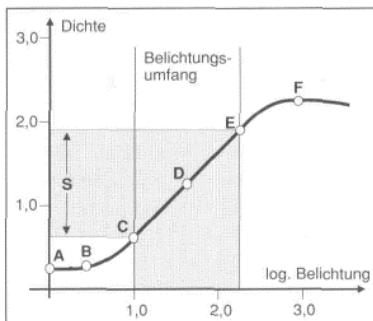
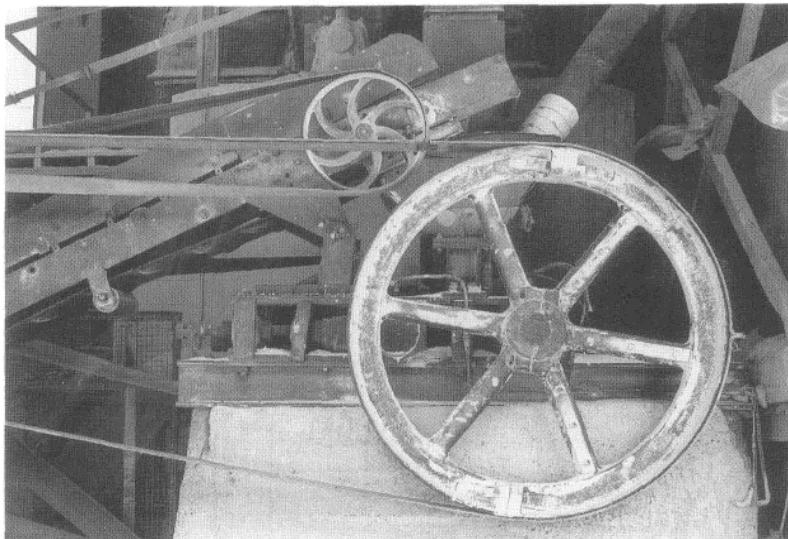


Abb. 70: Der Belichtungsumfang (Motivkontrast) dieses Bildbeispiels betrug gerade etwa 4 Blendenstufen (1:16) und mess sich somit genau im Bereich der richtigen Belichtung unterbringen. Eine exakte Belichtung war notwendig, denn jede Abweichung hätte einen Verlust in den Lichten oder in den Schatten bedeutet.



zen kopierbar, Verluste in den Schatten oder Lichten lassen sich hingegen nicht vermeiden.

2. Der Motivkontrast ist grosser als der Bereich der richtigen Belichtung

Übersteigt der Motivkontrast das Verhältnis von 1:16 wesentlich, lässt sich der gesamte Tonwertumfang

gäbe der Schatten oder der Lichter wichtiger ist, hängt in erster Linie von der Art des Motives und den Wünschen des Fotografen ab. In zweiter Linie sind auch die Eigenschaften des verwendeten Filmmaterials zu beachten.

Bei Negativfilmen bereiten vor allem zu dünne Schattenpartien Sorgen, während in zu dichten Lichten meist

noch ein Rest von Zeichnung zu finden ist. Durch Nachbelichten der Lichter beim Vergrößern kann manches Bild noch gerettet werden. Anders beim Diafilm: Hier sind die Lichter problematisch, die bei Überbelichtung "ausfressen" und sehr unschön wirken. Es wäre jedoch falsch, daraus den Schluss zu ziehen, Diafilme seien ganz allgemein auf die Lichter, Negativfilme hingegen auf die Schatten zu belichteten. Dieser leider oft erteilte Ratschlag gilt wirklich nur, wenn der Kontrast das zulässige Mass überschreitet. Was aber heisst auf die Lichter oder Schatten belichten? Würde man den Belichtungsmesser einfach auf die dunkelste Stelle des Motives richten und das Resultat unbesehen auf die Kamera übertragen, kämen diese Teile in die Mitte des Bereichs der richtigen Belichtung zu liegen. Der untere Teil der Schwärzungskurve bliebe ungenutzt; die Aufnahme wäre, gesamthaft gesehen, deutlich überbelichtet.

Eine korrekte Belichtung auf die Schatten hat so zu erfolgen, dass die dunkelsten Details, die noch deutlich Zeichnung aufweisen sollen, auf den Punkt C der Schwärzungskurve zu liegen kommen. Wegen der Eichung aller Belichtungsmesser auf ein mittleres Grau wird aber jeder Grauton, auf den die Belichtung abgestimmt wird, dem Punkt D zugeordnet, welcher die Strecke C-E halbiert. Da wir wissen, dass das Intervall C-E vier Belichtungsstufen umfasst, brauchen wir die Belichtung nur um zwei Stufen zu vermindern, um von Punkt D zu Punkt C zu gelangen. Im Klartext: Um optimal auf die Schatten zu belichten, misst man die dunkelste Motivstelle, in der man noch Zeichnung haben möchte. Die aus dieser Messung ermittelte Belichtung wird dann um zwei Stufen *verringert*. Falls man anstelle von 1:16 mit einem zulässigen Kontrast von 1:32 rechnet, beträgt die Korrek-

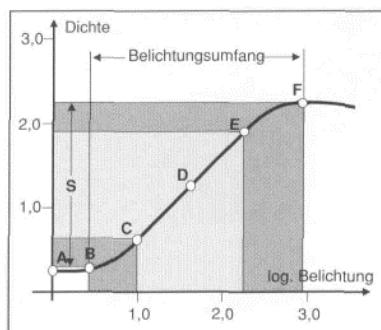


Abb. 71: Bei dieser Aufnahme war der Kontrast fast doppelt so gross wie der Bereich der richtigen Belichtung. Die Schatten und Lichter reichen weit in den Durchhang bzw. bis über die Schulter. Der Schwärzungsumfang (S) ist zwar noch etwas angewachsen; der Kontrast in den Schatten und den Lichtern ist aber stark gestaucht. Das Problem lässt sich nur lösen, indem man sich für eine optimale Durchzeichnung der Schatten oder der Lichter entscheidet. Die beiden Bildbeispiele zeigen zwei entsprechende Varianten, die sich nicht nur in der Belichtung, sondern auch in der Stimmung deutlich unterscheiden.

tur 2,5 Belichtungsstufen. Mit dieser Methode erhält man - unabhängig vom Kontrast - Bilder, deren Schatten und Mitteltöne stets optimal im Bereich der richtigen Belichtung liegen. Die Belichtung auf die Lichter erfolgt analog; mit dem einzigen Unterschied, dass in diesem Fall die

Abb. 72: Ist der Kontrast kleiner als 1:16, kann man den Bereich der Belichtung ein Stück nach links oder rechts verschieben, ohne den geraden Teil der Schwärzungskurve zu verlassen. Das heisst: Bei kontrastarmen Motiven besteht ein echter Belichtungsspielraum, bei dessen Ausnutzung kein Verlust an Zeichnung zu befürchten ist.

Belichtung um 2 beziehungsweise 2,5 Stufen zu erhöhen ist.

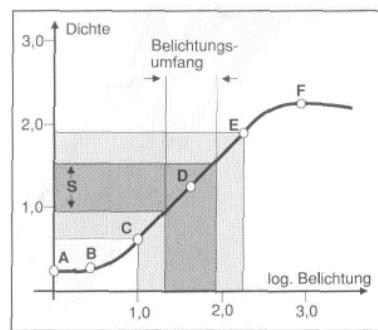
3. Der Motivkontrast ist kleiner als der Bereich der richtigen Belichtung

Diese Situation kommt in der Praxis eher selten vor, obwohl sie aus der Sicht der Belichtungsmessung eigentlich die bequemste wäre. Beträgt der Motivkontrast, wie in Abbildung 72 dargestellt, nur zwei Belich-

tungssstufen (Motivkontrast 1:4), so können wir - bei Messung auf einen Mittelwert - die Belichtung um eine ganze Stufe vergrössern oder verkleinern ohne den Punkt C oder E zu überschreiten.

Dabei ändert sich lediglich die mittlere Dichte der entwickelten Schicht; die Wiedergabe der Helligkeitsunterschiede bleibt davon unberührt. Aus diesem Grund ist dies auch der einzige Fall, in dem man ohne Einschränkung von Belichtungsspielraum sprechen kann. Er beträgt in unserem Beispiel genau ± 1 Belichtungsstufe. Der Anfänger wird diese Tatsache dankbar zur Kenntnis nehmen und die Belichtung wie gewohnt bestimmen. Es ist ja schliesslich beruhigend, zu wissen, dass Messfehler in gewissen Grenzen keinerlei Verlust an Zeichnung nach sich ziehen.

Diese Belichtung "auf Sicherheit" ist allerdings nicht optimal. Der Grund: Der Film erhält mehr Licht, als für die Wiedergabe aller Grauwerte unbedingt notwendig wäre. Nun bedeutet aber jedes Mehr an Licht eine Verringerung der Abbildungsschärfe. Ursache hierfür ist Streulicht innerhalb der Emulsion, wodurch vor allem scharf begrenzte Hell-Dunkel-Übergänge beeinträchtigt werden. Wer auf höchste Bildschärfe Wert legt, sollte daher die Belichtung so knapp wie möglich halten. Das Optimum ist dann erreicht, wenn die Schatten gerade auf den Punkt C der Schwärzungskurve zu liegen kommen. Um dies zu erreichen, muss man die ermittelte Belichtung um die Hälfte der Differenz zwischen Motivkontrast (Belichtungsumfang) und dem Bereich der richtigen Belichtung verringern. In unserem Beispiel bedeutet dies, dass wir die Belichtung gegenüber einem Motiv mit normalem Kontrast um eine ganze Stufe reduzieren können. Ein Belichtungsspielraum nach unten besteht jetzt allerdings nicht mehr. Wir haben ihn gewissermassen zugunsten einer besseren Schärfeleistung verschenkt. Die Tatsache, dass bei kleinem Motivkontrast eine entsprechend knappe Belichtung für die Wiedergabe aller Helligkeitsstufen ausreicht, kann man auch dadurch beschreiben, dass man sagt, der Film habe bei geringem Motivkontrast eine höhere Empfindlichkeit. Physikalisch



tungssstufen (Motivkontrast 1:4), so können wir - bei Messung auf einen Mittelwert - die Belichtung um eine ganze Stufe vergrössern oder verkleinern ohne den Punkt C oder E zu überschreiten.

Dabei ändert sich lediglich die mittlere Dichte der entwickelten Schicht; die Wiedergabe der Helligkeitsunterschiede bleibt davon unberührt. Aus diesem Grund ist dies auch der ein-

gesehen ist das zwar absolut korrekt; man lasse sich aber in der Praxis nicht dazu verleiten, die notwendige Anpassung der Belichtung durch eine Erhöhung der ISO-Einstellung am Belichtungsmesser vorzunehmen! Da auf einem Film in aller Regel Motive mit recht unterschiedlichem Kontrast belichtet werden, ist es vorsichtiger, die Korrektur für jede Aufnahme separat zu bestimmen.

Die obigen Überlegungen gelten primär für SW-Material. Zwar zeichnen auch Farbfilme bei knapper Belichtung schärfer, doch sind hier noch andere Effekte zu berücksichtigen. Beim Farbnegativfilm erhöht sich mit zunehmender Belichtung die Intensität der Farben. Ist höchste Farbsättigung gefordert, sollte dieses Material im Rahmen des Belichtungsspielraumes eher reichlich belichtet werden. Zusätzlich wird bei modernen Farbnegativfilmen durch Überbelichtung auch noch die Körnigkeit reduziert (im Gegensatz zum klassischen SW-Material!). Diese Entwicklung hat sogar dazu geführt, dass die Empfindlichkeit der neusten Farbnegativfilme vom Herstellergeringer angegeben wird, als dies der rein densitometrischen Bestimmung entsprechen würde. Im Klartext: Um die oben genannten Effekte zu erreichen, ist eine gewisse Überbelichtung fest eingeplant. Nochmals anders zeigt sich die Situation beim Diafilm: Da sich die Helligkeit (zumindest bei der Projektion) später nicht mehr ändern lässt, ist bei der Belichtung auch der Aspekt der Stimmung zu berücksichtigen. Besteht auf Grund der Kontrastverhältnisse ein Belichtungsspielraum, kann das gleiche Motiv heller oder dunkler abgebildet werden, ohne dass man von einer "richtigen" oder "falschen" Belichtung sprechen könnte. Im allgemeinen sollte der Eindruck des Bildes möglichst dem subjektiven Helligkeitseindruck der

Wirklichkeit entsprechen. Man wird daher helle Motive reicherlich, dunkle hingegen knapper belichten.

Der Gamma-Wert

Wenn man sich anhand der Schwärzungskurve überlegt, wie jedes Belichtungsintervall ein entsprechendes Schwärzungsumfang auf dem Film bewirkt, ist leicht einzusehen, dass die Steigung der Kurve diese Umsetzung entscheidend beeinflusst. Bei einer steilen Kurve (über 45°) fällt der Schwärzungsumfang

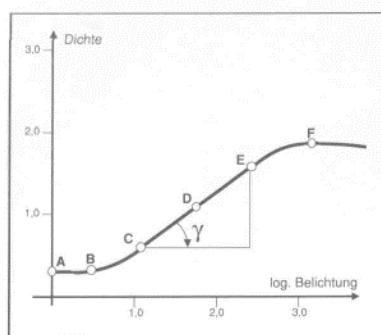
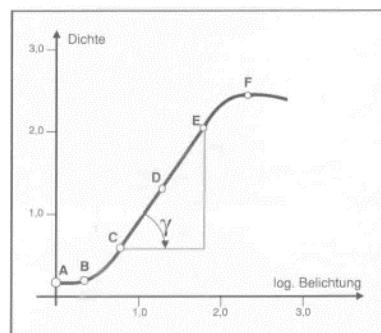


Abb. 73: Filme mit einem grossen Gamma-Wert (oben) dehnen den Negativkontrast, so dass der maximale Schwärzungsumfang bereits von einem kleineren Motivkontrast erreicht wird. Kleine Gamma-Werte (unten) stauchen den Negativkontrast. Der Motivkontrast darf in diesem Fall deutlich höher sein, ohne dass der Bereich der richtigen Belichtung überschritten wird. Die Grosse des Gamma-Wertes ist film-abhängig und kann durch die Wahl der Entwicklungsmethode zusätzlich beeinflusst werden.

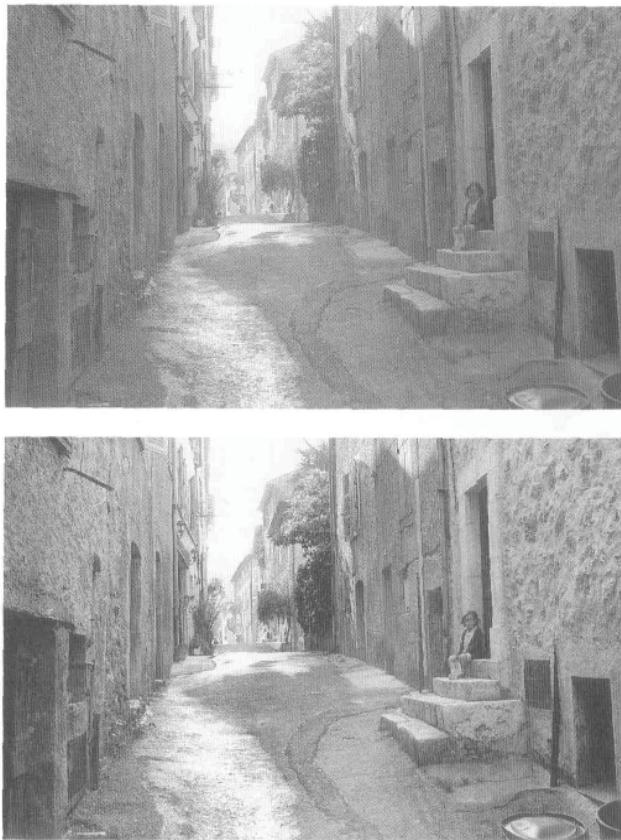
grosser aus als der Belichtungsumfang. Verläuft die Kurve hingegen flach (unter 45°), ist das Gegenteil der Fall.

Mathematisch wird diese Tatsache durch den Winkel zwischen dem geraden Kurventeil und der Horizontalen beschrieben. Dieser Steigungswinkel wird mit dem griechischen Buchstaben γ (=Gamma) bezeichnet. Die absolute Grosse des Win-

Abb. 74: Dass eine Gradationsverflachung nicht immer das richtige Mittel ist, um hohe Kontraste in den Griff zu bekommen, belegen diese beiden Bilder. Die obere Vergrösserung erfolgte auf ein weiches Papier mit

kels, der sogenannte *Gamma-Wert*, wird in der Tangens-Funktion angegeben, wobei Gamma 1,0 einer Steigung von 45° entspricht. Ein Gamma über 1,0 bedeutet eine steilere, ein Gamma kleiner als 1,0 eine flachere Kurve. Bei Negativfilmen wird ein

Standard-Angaben der Film- und Chemikalienhersteller, ist beim SW-Film in der Regel ein Gamma um 0,7 zu erwarten. Durch Ändern von Temperatur, Entwicklungszeit und Konzentration oder durch den Einsatz spezieller Entwickler lässt sich das Resultat von hart bis weich variieren. Da liegt der Gedanke nahe, Kontrastprobleme durch Anpassen des Gamma-Wertes aus der Welt zu schaffen (siehe auch *Das Zonensystem*). Die Idee scheint einleuchtend: Je flacher zum Beispiel die Schwärzungskurve verläuft, desto grosser der Belichtungsumfang, der vom Film aufgenommen werden kann. Das bedeutet aber, dass die einzelnen Graustufen auf dem Negativ näher "zusammenrücken" müssen, wodurch die Wiedergabe feinster Abstufungen beeinträchtigt oder sogar verunmöglicht wird. Solche Aufnahmen erscheinen in den Details oft flau und kraftlos, obwohl sämtliche Töne vom tiefsten Schwarz bis zum hellsten Weiss im Bild vertreten sind. Das maximale Belichtungsintervall durch eine flachere Gradation um mehr als eine Belichtungsstufe vergrössern zu wollen, ist daher in der Praxis nicht zu empfehlen. Dieselben Überlegungen sprechen übrigens auch gegen die oft unnötige Verwendung von Fotopapier der Gradation 0. Meist ist es sinnvoller, den Kontrast durch Nachbelichten oder Abwedeln in den Griff zu bekommen.



Gradation 0. Obwohl der Tonwertumfang die ganze Skala umfasst, macht die Aufnahme einen flauen Eindruck. Die untere Variante wurde auf Gradation 2 (normal) vergrössert. Dank des grösseren Detail-Kontrastes wirkt das Bild nun deutlich brillanter. Damit der helle Bildteil in der Mitte noch Zeichnung erhielt, musste diese Partie allerdings kräftig nachbelichtet werden.

normierter Gamma-Wert von 0,7 angestrebt; bei Umkehrmaterial beträgt der Wert 1,5. Umgangssprachlich spricht man auch von der *Steil-hef*e eines Filmes, wobei ein Gamma über 0,7 als *hart*, ein solches unter 0,7 als *weich* bezeichnet wird. Der Gamma-Wert von Negativmaterial hängt aber nicht nur vom chemischen Aufbau ab, sondern kann durch die Entwicklung in bestimmten Grenzen beeinflusst werden. Hält man sich bei der Verarbeitung an die

Kontrastbeurteilung in der Praxis

Die obigen Betrachtungen zum Thema *Kontrast* zeigen deutlich, dass die Beurteilung des Motivkontrastes bei der Ermittlung der Belichtungsdaten eine wichtige Rolle spielt. Doch wie geht man in der Praxis vor, um eine verwertbare Aussage über den herrschenden Kontrast zu erhalten? Die sicherste und genaueste Me-

thode ist die Messung des Kontrastes mit einem Handbelichtungsmesser. Zur Messung wird die hellste und die dunkelste Stelle des Motives herangezogen, die im fertigen Bild noch deutliche Zeichnung aufweisen sollen.

Bei der Auswahl der anzumessenden Motivpartien muss man jedoch realistisch vorgehen und nur solche Stellen berücksichtigen, in denen man später wirklich noch Details erkennen möchte. Völlig dunkle Schatten und hellste Spitzenlichter ohne jede Zeichnung schaden nichts, solange sie in der Aufnahme nicht dominieren. So wäre es etwa unsinnig, punktförmige Lichtquellen (z.B. Straßenlampen) als Objekte bei der Messung zu berücksichtigen. Ebenso kann man kleine Schlagschatten oder Reflexe übergehen. Streng physikalisch gesehen wären ohne diese Relativierung des Motivkontrastes die wenigsten Motive im Intervall der richtigen Belichtung unterzubringen.

Die Handhabung des Belichtungsmessers bei der Kontrastmessung entspricht dem Vorgehen, wie es im Kapitel *Objektmessung* unter der Überschrift *Die Detailmessung* erläutert wurde. Der zu berücksichtigende Motivkontrast ist gleich der Helligkeitsdifferenz zwischen den beiden ausgewählten Messstellen. Für aufnahmetechnische Belange ist die Angabe in Belichtungsstufen am geeignetsten. Für die Messung kann man daher die Blendenskala, die Lichtwertskala oder sonst eine Skala des Belichtungsmessers, die in Belichtungsstufen unterteilt ist, verwenden.

Kontrastbestimmung bei TTL-Messung

Grundsätzlich sind Kontrastmessungen auch mit einem TTL-Belichtungsmesser möglich. Allerdings besteht dabei die Schwierigkeit, die anzumessenden Zonen mit der nötigen Genauigkeit einzugrenzen. Grund dafür sind die oft nicht genau defi-

Abb. 75: Bei der Kontrastmessung ist es wichtig, die Messpunkte möglichst realistisch zu wählen. In diesem Beispiel würde man mit einer Messung auf die dunkle Tür (1) und einer weiteren auf die hellen Steine (2) richtig liegen. Hingegen hätte es keinen Sinn, auch noch die extrem dunkle Dach-Unter-sicht (3) und den strukturlosen Himmel (4) zu berücksichtigen, da es nichts ausmacht, wenn diese Stellen im fertigen Bild keine Zeichnung mehr aufweisen.

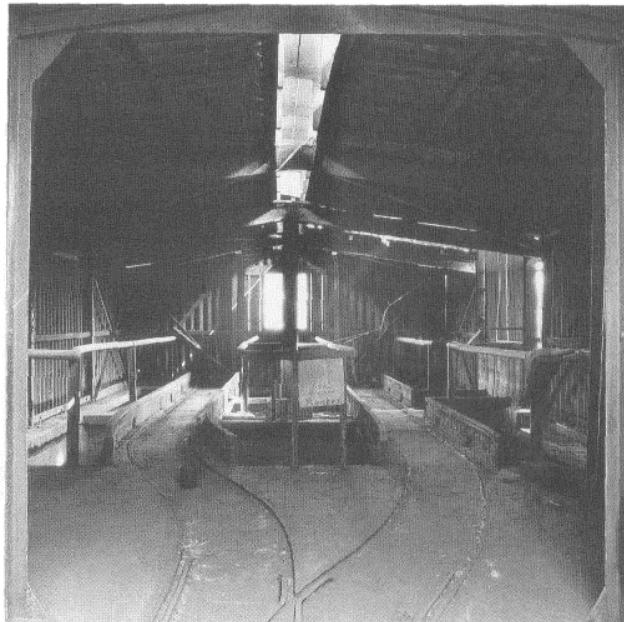


Abb. 76: Derartige Lichtverhältnisse sollten jeden Fotografen automatisch zur Vorsicht mahnen: Solche Motive sind nichts für den schnellen Schuss ohne einen kritischen Blick auf die Belichtungsdaten. Mit etwas Übung gelingt es, solche Situationen richtig einzuschätzen, damit man

nierten Messwinkel der TTL-Messung. Man beachte zu diesem Thema das Kapitel *Die TTL-Messung*. Am besten für Kontrastmessungen geeignet sind Spiegelreflexkameras, die über eine Spotmessung verfügen. Dank des sehr engen Messwinkels erleichtert die Spotmessung das Anvisieren und Eingrenzen der

zählt werden muss, da man die Blendenwerte nicht einfach subtrahieren darf.

Rechnerisch bequemer gestaltet sich die Sache, wenn man die Kamera in der manuellen Betriebsart verwenden kann. Das funktioniert aber nur, wenn die Anzeige auf Abweichungen von der eingestellten Belichtung nicht einfach mit einem "+" oder "-" reagiert. Zum Glück drücken sich heute die meisten anspruchsvolleren Geräte etwas präziser aus und geben das Mass der Abweichung in Belichtungsstufen an. Allerdings sollte die Anzeige zumindest auch halbe Stufen berücksichtigen, da das Ergebnis sonst nicht mit der notwendigen Genauigkeit abgelesen werden kann. Um den Kontrast zu ermitteln, wird zuerst mittels normaler, mittenbetonter Integralmessung die Belichtung auf 0 abgeglichen. Dann richtet man die Kamera - ohne Zeit oder Blende zu verändern - auf die hellste und die dunkelste Motivpartie. Addiert man anschließend die absoluten Werte der Abweichung für beide Positionen, erhält man den Umfang des Kontrastes in Belichtungsstufen. Zeigt die Anzeige beim Anvisieren der hellsten Stelle beispielsweise eine Abweichung von +3 und in den dunkelsten Details eine solche von -2, so ergibt sich ein Motivkontrast von $3 + 2 = 5$ Belichtungsstufen.



nicht erst nach dem Entwickeln der Aufnahmen vom extremen Kontrast überrascht wird.

ausgewählten Messpunkte ganz wesentlich. Steht keine spezielle Spotmessung zur Verfügung, kann man den Messwinkel ersatzweise auch mit einer längeren Brennweite einengen; ein Vorgehen bei dem sich Zoomobjektive als besonders praktisch erweisen. Für die Ermittlung des Kontrastes wählt man die Betriebsart *Blendenautomatik*. Bei vorgegebener Zeit wird so für jeden Messpunkt die passende Blende angezeigt. Die Differenz in Blendenstufen entspricht dann dem gesuchten Motivkontrast. Dieses Vorgehen führt bei allen Spiegelreflexkameras zum Ziel, wobei allerdings die Differenz gewissermassen an den Fingern abge-

Kontrast über den Daumen gepeilt

Es wurde bereits am Anfang dieses Kapitels erwähnt, dass eine Belichtungsbestimmung stets unter Berücksichtigung der Kontrastverhältnisse erfolgen soll. Dennoch wird der erfahrene Praktiker den Motivkontrast nicht bei jeder Aufnahme mess-technisch bestimmen. Mit einiger Übung lassen sich nämlich viele Motive auch rein visuell beurteilen. Dabei ist allerdings mit einiger Sicherheit nur eine Einteilung in zwei Katego-

gorien möglich: in Motive deren Kontrast deutlich unter- oder deutlich über dem durchschnittlichen Umfang von 1:16 (4 Belichtungsstufen) liegt. Wer zum Beispiel eine Nebel-Landschaft fotografieren möchte, kann ziemlich sicher sein, dass der zulässige Kontrastumfang nicht überschritten wird. Andererseits sollte bei Gegenlicht-Situationen automatisch die Warnlampe blinken: Hier ist in der Regel ohne Aufhellung oder Kompromisse bei der Belichtung nichts zu machen. Aber schon eine gewöhnliche Szene nach dem berühmt-berüchtigten Motto "Sonne im Rücken und Blende 16" kann den Film überfordern.

Um sich mit der Problematik des Kontrastes vertraut zu machen, empfiehlt es sich, so häufig wie möglich Kontrastmessungen durchzuführen. Auch wenn Sie ein Motiv gar nicht fotografieren möchten, kann es für eine Kontrast-Übung nützlich sein. Schätzen Sie den Kontrastumfang erst visuell. Richten sie dann anschliessend Ihren Belichtungsmesser oder Ihre Kamera auf die hellste und die dunkelste Stelle. Sicher werden Sie anfänglich über-

rascht sein, wie viele Motive das zulässige Mass überschreiten und wie leicht man sich verschätzt! Die Filmleute kennen einen kleinen Trick, mit dem sich der Kontrast visuell recht gut beurteilen lässt. Sie betrachten die zu filmende Szene durch einen sogenannten *Kontrastfilter*, der in Wirklichkeit nichts anderes als ein starker Grau- oder Dunkelgrünfilter ist. Dieser Filter reduziert die Allgemeinhelligkeit so stark, dass das Auge in dunklen Schattenpartien keine Details mehr zu erkennen vermag. Dadurch entsteht ein Eindruck, der in etwa einem Diapositiv entspricht, dessen Belichtung auf die Lichter abgestimmt wurde. Einen für unsere Zwecke geeigneten Kontrastfilter sucht man sich am einfachsten im eigenen Papierkorb: Ein unbelichtetes, aber entwickeltes Stück Diafilm genügt. In ein gewöhnliches Diarähmchen gefasst, stellt es den billigsten, aber durchaus tauglichen Kontrastfilter dar. Wegen der hohen Dichte ist er allerdings nur für helles Tageslicht geeignet. Außerdem sollte man ihn nur kurz benutzen, da der Effekt wegen der Adaption des Auges nach einiger Zeit verschwindet.



Abb. 77: Keine Angst vor hohen Kontrasten: Obwohl in diesem Bild ausser Schwarz und Weiss kaum noch Zwischenstufen vorkommen, ist eine gelungene Aufnahme entstanden. Der Fotograf hat einfach aus der Not eine Tugend gemacht und sich für eine scherenschmittartige Wiedergabe des interessanten Schattenspiels entschlossen.

Das Zonensystem

Beim Zonensystem handelt es sich um eine spezielle Methode zur Bestimmung der Belichtung, wobei durch eine angepasste Entwicklung der Negativkontrast so gesteuert wird, dass Vergrösserungen - unabhängig vom Motivkontrast-stets auf ein Papier mittlerer Gradation möglich sein sollten.

Um es gleich vornewegzunehmen: Das Zonensystem ist aus heutiger Sicht eine umstrittene Methode. Während die einen Fachleute das Zonensystem in den höchsten Tönen loben, halten es andere schlicht für überflüssig. Dieser alte Streit soll hier weder neu aufgerollt noch endgültig entschieden werden. Zwei Punkte scheinen mir aber unbestritten: Erstens ist die konsequente Anwendung des Zonensystems recht kompliziert und nur in der Schwarzweiss-Fotografie sinnvoll; und zweitens führen in den allermeisten Fällen andere Methoden der Belichtungsbestimmung schneller und einfacher zum Ziel.

Aus diesem Grund wird das Zonensystem im Rahmen dieses Buches nur kurz gestreift. Wer sich ausführlicher über diese Technik informieren möchte, dem sei das im gleichen Verlag erschienene Werk *Das Zonensystem* von Henk Roelfsema empfohlen.

Um den Sinn des Zonensystems zu verstehen, muss man das fotografische Umfeld zu seiner Entstehungszeit betrachten. In den dreissiger Jahren überlegte sich der amerikanische Fotograf Ansel Adams, wie er den von Aufnahme zu Aufnahme variierenden Motivkontrast in den Griff bekommen könnte. Sein Ziel war, in jedem Fall ein ideales Negativ zu erhalten, das sich ohne Probleme auf ein Papier mittlerer Gradation vergrössern liess. Das Ergebnis seiner

jahrelangen Studien und Versuche war schliesslich das Zonensystem, das eine umfassende Kontrolle über den Kontrast von der Aufnahme bis zum fertigen Print gewährleisten soll. Dabei spielten zwei Dinge eine wichtige Rolle: 1. Die damaligen Schwarzweiss-Filme (Farbe konnte man noch kaum!) erreichten noch nicht denselben Kontrastumfang wie heutige Materialien und verfügten nur über einen sehr beschränkten Belichtungsspielraum. 2. Das Zonensystem verlangt eine dem Kontrast angepasste Entwicklung. Die vor dem Zweiten Weltkrieg auch im Amateurbereich übliche Verwendung von Glasplatten kam dieser Forderung entgegen, da jedes Negativ einzeln entwickelt werden konnte. Im Zeitalter des Roll-und Kleinbildfilmes macht die individuelle Behandlung einzelner Aufnahmen bedeutend mehr Probleme. Wer pro Motiv nicht einen ganzen Film opfern möchte, dem bleibt nur noch das in diesem Zusammenhang häufig empfohlene Zerstückeln des Filmes; eine mühsame Prozedur, die nicht jedermanns Geschmack entspricht! Planfilme, die modernen Nachfolger der Glasplatten, bieten dem Amateur allein schon auf Grund der enormen Ausrüstungskosten keine Alternative. Schwierigkeiten entstehen auch bei der für das Zonensystem so wichtigen Anpassung des Gamma-Wertes: Zwar reagieren auch moderne Filme auf eine verlängerte oder verkürzte Entwicklungszeit mit einer Änderung des Kontrastes, doch tun sie dies in wesentlich geringerem Masse als ihre Vorfahren. Schliesslich haben sich die Hersteller alle Mühe gegeben, dass trotz Abweichungen der Zeit oder Temperatur

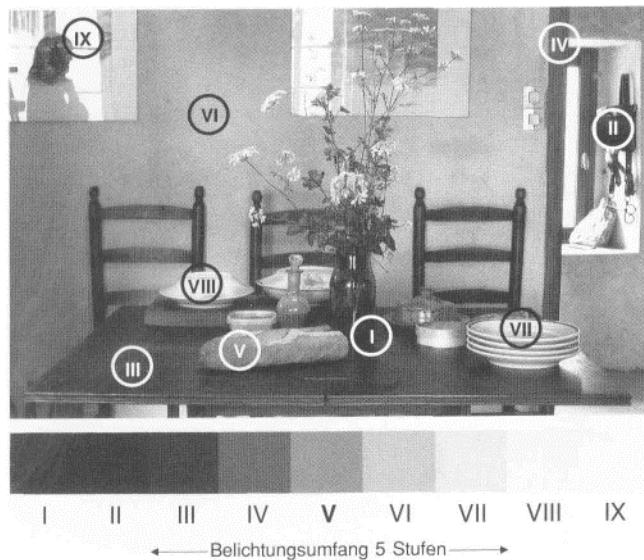
(sprich trotz "Entwicklungsfehlern") möglichst gleichbleibende Resultate entstehen. Ohne individuelle und angepasste Entwicklung bietet das Zonensystem aber überhaupt keinen Nutzen, es sei denn den, dass Sie durch die einzelnen Schritte und Überlegungen zu einer konsequenten und ruhigen Arbeitsweise gezwungen werden.

Die Theorie in kürze

Beim Zonensystem geht jeder Aufnahme eine eingehende messtechnische Beurteilung des Motives vor. Dabei wird die Szene in einzelne Belichtungszonen unterteilt, von denen jede einem ganz bestimmten Wert der Motivhelligkeit entspricht. In der Aufnahme von Abbildung 78 sind all diese Zonen eingezeichnet. Der Graukeil darunter gibt die dazugehörigen Grauwerte wieder. Die Skala erstreckt sich von I bis IX (Ansel Adams verwendete hiefür römische Ziffern). Die Differenz zwischen zwei benachbarten Zonen beträgt genau einen Belichtungswert, woraus folgt, dass die gesamte Zonenskala 9 Blendenstufen umfasst. Die mittlere Zone V entspricht dem uns bereits bekannten mittleren Grau von 18% Remission. Wie wir aus dem vorangehenden Kapitel wissen, vermag unser Film nur maximal 5 Stufen wiederzugeben (Motivkontrast 1:32). Unter der Voraussetzung, dass die Zone V im fertigen Bild als mittleres Grau erscheinen soll, stehen uns daher für eine Aufnahme normalerweise nur Zone III bis VII zur Verfügung. Die Zonen III und VII weisen dabei noch Zeichnung auf, während IV und VIII den tiefsten Schatten beziehungsweise den Spitzlichtern entsprechen. Die Zonen I und IX können nicht gleichzeitig wiedergegeben werden; sie setzen lediglich die Grenzen für die mögliche Verschiebung der Tonwert-Skala fest.

In der Praxis geht man so vor, dass man ein mittleres Grau mit Zone V belegt. Stellt man dann fest, dass die Schatten, die noch Zeichnung aufweisen sollen, in der Zone III und die Lichter in Zone VII liegen, so hat man Glück gehabt und wird bei Belichtung auf Zone V und Standard-Entwicklung ein gut durchzeichnetes Negativ erhalten, das sich auf Papier mittlerer Gradation vergrössern lässt (Abbildung 78).

Was geschieht aber, wenn die Schatten auf Zone II und die Lichter



auf Zone VII zu liegen kommen? In diesem Fall verschiebt man die Zonenskala um einen Wert nach unten, das heißt, man gibt den Schatten wieder die Zone III. Der gesamte Motivumfang von 6 Stufen liegt damit neu zwischen Zone III und VIII (Abb. 79). Die Zone V befindet sich wegen der Verschiebung nun allerdings auf einem um eine Stufe dunkleren Grau. Weil beim Zonensystem immer auf Zone V belichtet wird, resultiert folglich eine Überbelichtung um eine Belichtungsstufe. Da der Kontrast in unserem Beispiel mit 6 Stufen (Zone III bis VIII) zu gross ist, schreibt das Zonensystem

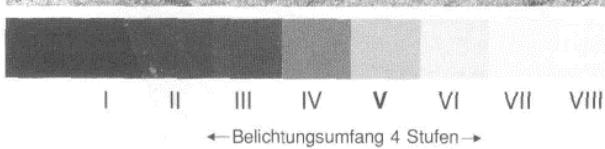
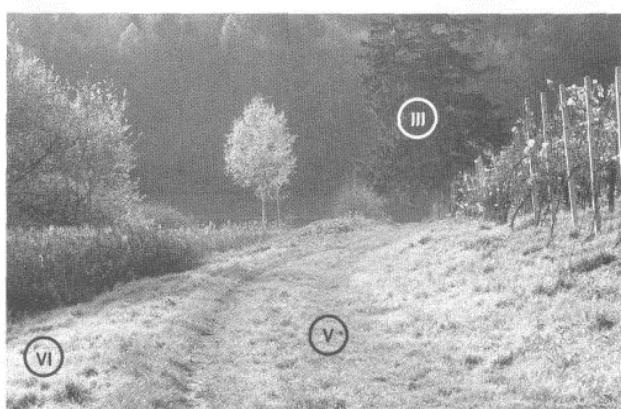
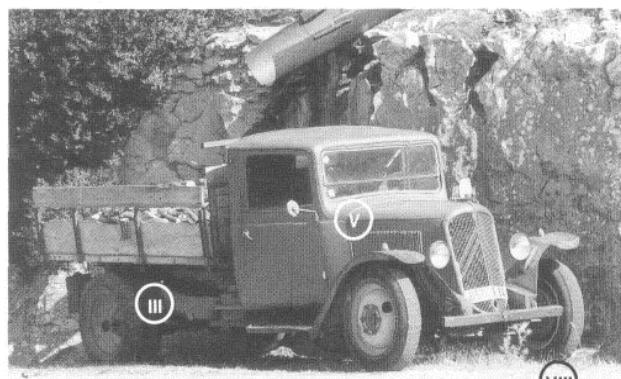
Abb. 78: Beim Zonensystem wird jedem Bildteil (Zone) eine Zahl (I-IX) zugeordnet, die einem bestimmten Grauwert entspricht. Ohne Eingriff können fotografisch 5 Zonen (III-VII) mit Zeichnung wiedergegeben werden. Die Belichtung erfolgt stets auf Zone V.

Abb. 79: Übersteigt der Belichtungsumfang 5 Stufen, wird die Zonenskala so weit nach links verschoben bis die Schatten wieder auf Zone

eine kürzere Entwicklungszeit vor, um so die Steilheit des Filmes zu verringern. Die Vorschriften für die Verkürzung der Zeit sind so abgestimmt, dass zusammen mit der oben er-

Motiv-Beispiel mit einem Kontrast von 6 Stufen auf Papier mittlerer Gradation zu kopieren. Bei unterdurchschnittlichem Kontrast geschieht genau das Gegenteil: Die Zonenskala wird so weit nach oben verschoben, dass die Schatten wieder in die Zone III zu liegen kommen (Abb. 80). Die sich daraus ergebende Unterbelichtung (Belichtung wie immer auf Zone V) erfordert eine Verlängerung der Entwicklungszeit, wodurch gleichzeitig auch das Gamma steiler wird. Der dadurch erhöhte Kontrast sollte wiederum das Vergrößern auf eine mittlere Gradation erlauben.

Analysiert man das Zonensystem, so kann man unschwer erkennen, dass das Vorgehen weitgehend der im Kapitel *Objektmessung* beschriebenen Zweipunktmessung entspricht, kombiniert mit den Überlegungen zum Thema Kontrast, die im vorangehenden Kapitel zu finden sind. Ein optimal belichtetes Negativ vermag (mit kleinen Konzessionen) durchaus eine bis zwei Kontraststufen mehr aufzunehmen, als es dem Umfang eines Fotopapiers mittlerer Gradation entspricht. Mit den bekannten Labor-Tricks wie Nachbelichten oder Abwedeln bringt man in der Regel auch diese zwei Stufen noch auf das Papier. Und dies erst noch ohne den Kontrast in den Details vermindern zu müssen. Moderne Gradationswandel-Papiere, die sogar eine individuelle Kontraststeuerung einzelner Bildteile erlauben, bringen noch einen weiteren Aspekt in die Diskussion. Berücksichtigt man den technischen Fortschritt, sind auch ohne Zonensystem perfekte Schwarzweiss-Bilder möglich. Man vergesse in diesem Zusammenhang nie, dass am Ende nur das Ergebnis zählt. Der Fotograf wird an seinen Bildern gemessen und nicht an der Art und Weise, wie er die Belichtung ermittelt oder seine Filme entwickelt.



III zu liegen kommen.

Abb. 80: Liegt der Kontrast unter 5 Stufen, verschiebt man die Skala nach rechts, damit sich die Schatten wiederum in der Zone III befinden.

wähnten Überbelichtung ein Negativ von durchschnittlicher Dichte, aber geringerer Kontrastwiedergabe, entsteht. Dank diesen Massnahmen sollte es möglich sein, auch unser

Farbe und Filter

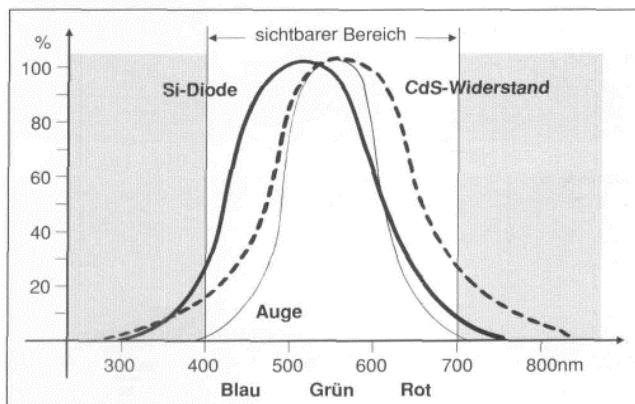
Wenn in diesem Kapitel von Farbe gesprochen wird, so ist damit eine Eigenschaft des Motivs gemeint. Ob eine Aufnahme auf SW- oder Farbfilm erfolgt, spielt in diesem Zusammenhang nur in Ausnahmefällen eine Rolle. Interessant in Bezug auf unser Thema ist hingegen der Einfluss, den die Farbe auf das Ergebnis einer Belichtungsmessung ausüben kann. Die Ursache für so manche vorerst unerklärliche Fehlbelichtung liegt in der Tatsache, dass unser Auge Farbe anders interpretiert als ein Belichtungsmesser. Damit fügt sich ein weiteres Element in die Reihe aller Dinge, die man bei der Ermittlung der Belichtung beachten muss. Gleichzeitig zeigt sich daran aber einmal mehr, dass die Belichtungsmessung ein zu komplexer Vorgang ist, um ihn unbesehen einer Automatik zu überlassen.

Messtechnik kontra Physiologie

Was wir als Licht bezeichnen, ist aus physikalischer Sicht ein winzig kleiner Teil aus dem riesigen Spektrum der elektromagnetischen Wellen mit Wellenlängen zwischen mehreren Kilometern (Radio-Längswellen) und wenigen Milliardstel-Millimetern

(Gamma-Strahlung). Nur gerade was sich im Bereich zwischen 400 und 700nm (nm = Nanometer; 1nm = 1 Millionstel-Millimeter) abspielt, können unsere Augen als Licht er-

Abb. 81: Spektrale Empfindlichkeit für CdS-Fotowiderstände und Silizium-Dioden. Zum Vergleich: die spektrale Empfindlichkeit des



kennen. Diese Spanne entspricht den Farben des Regenbogens beginnend bei Dunkelblau (400nm) und endend bei Dunkelrot (700nm). Aber nicht alle Farben innerhalb des sichtbaren Spektrums werden von uns gleich gut wahrgenommen. Am empfindlichsten ist das menschliche Auge bei grünem Licht (550nm). Von da aus nimmt die Empfindlichkeit sowohl in Richtung kürzerer (Blau) als auch in Richtung längerer Wellenlänge (Rot) kontinuierlich ab. Für

menschlichen Auges. Die Kurven zeigen, dass die Messzellen nicht bei allen Farben genau so wie das Auge reagieren. Die Unterschiede sind allerdings nicht bei allen Zellen gleich gross und variieren deshalb von Hersteller zu Hersteller.

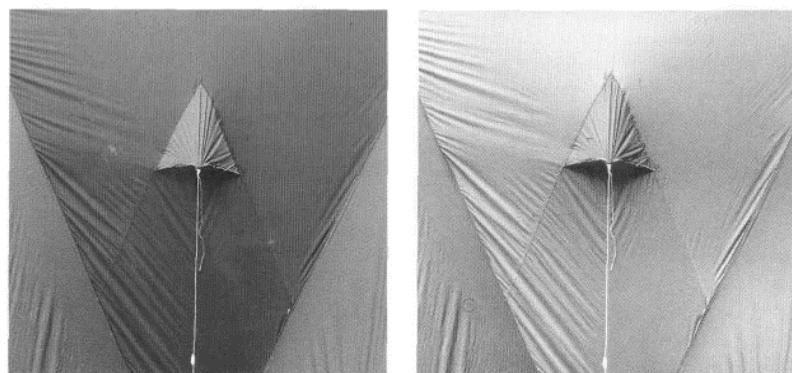


Abb. 82: Die Umsetzung von Farben in reine Helligkeitswerte hat ihre Tücken. Was sich bunt so schön abhebt, kann bei Schwarzweiss in fast einheitlichem Grau versinken. Beim Messen von dominierenden Farben muss man daher wissen, wie der Belichtungsmesser die Farbe sieht.

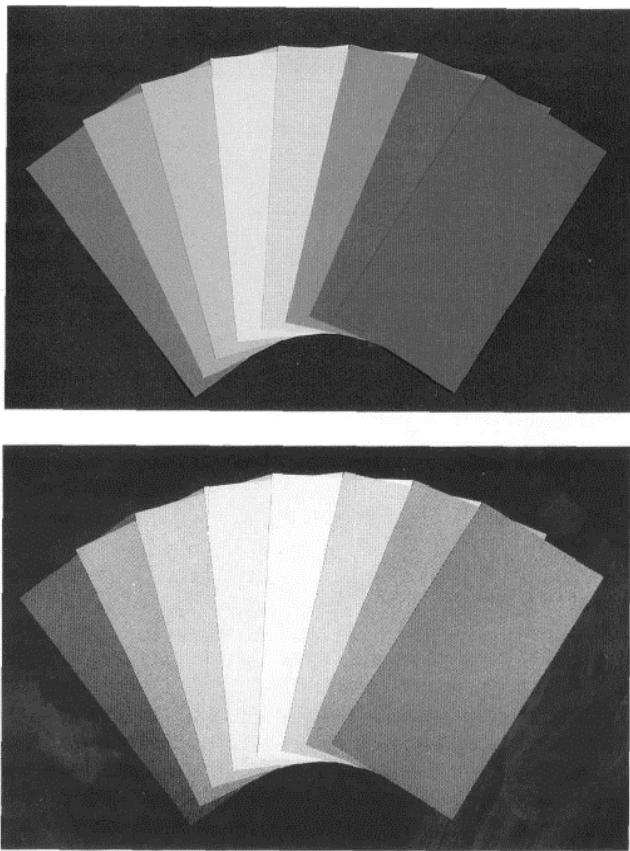


Abb. 83: Der Vergleich zwischen der farbigen und der schwarzweissen Abbildung eines Farbfächers zeigt die unterschiedliche Helligkeit der einzelnen Farben. Blau und Rot werden am dunkelsten, Gelb am hellsten wiedergegeben. Grün und Orange liegen etwa dazwischen.

Wellenlängen unter 400nm (Ultraviolet) sowie über 700nm (Infrarot) sind wir "blind". Diese Gegebenheiten haben Konsequenzen für die Fotografie. Die Tatsache, dass wir Grün als helle, Blau und Rot hingegen als dunkle Farbe empfinden, muss zum Beispiel bei der Umsetzung in ein schwarzweisses Silberbild berücksichtigt werden. Durch eine panchromatische (= für alle Farben gültige) Sensibilisierung sorgen die Filmhersteller dafür, dass alle Grautöne farbwertrichtig, das heisst entsprechend dem Helligkeitseindruck des menschlichen Auges, abgebildet werden. Der Belichtungsmesser - ein technisches Gerät - reagiert leider nicht in jeder Situation wie unser Auge. Die spektrale Empfindlichkeit der ge-

bräuchlichen Messzellen weicht mehr oder weniger deutlich von derjenigen des menschlichen Auges ab. Schlimmer noch: Bestimmte Zellen reagieren auf Licht, das weder der Film noch unser Auge wahrnehmen können. So etwa die ersten Silizium-Dioden, die mit ihrer ausgeprägten Vorliebe für Blau und Ultraviolet die Fotografen das Fürchten lehrten, während CdS-Fotowiderstände früher für eine gewisse Vorliebe für Rottöne bekannt waren. Mit entsprechenden Filtern gelang es inzwischen, die spektrale Empfindlichkeit der Messzellen weitgehend derjenigen des menschlichen Auges anzugleichen. Die Betonung liegt auf "weitgehend". Misst man eine intensiv rot oder blau gefärbte Fläche mit verschiedenen Geräten, so wird man selten identische Werte erhalten. Abweichungen bis zu einer Belichtungsstufe sind durchaus denkbar. Wer auf Nummer Sicher gehen möchte, tut daher gut daran, das Farbverhalten seines Belichtungsmessers mit ein paar Vergleichsmessungen oder Testaufnahmen zu ermitteln. Dieser Hinweis gilt auch für TTL-Belichtungsmesser, die normalerweise mit den gleichen Messzellen ausgerüstet sind. Probleme können auch bei der Filmreflexionsmessung auftreten. Da die Filmschichten je nach Hersteller eine unterschiedliche Färbung aufweisen, wird gefärbtes Licht nicht von jedem Film im gleichen Masse reflektiert. Die Folge ist eine Unsicherheit bei der Messung, die vor allem bei monochromen Motiven in der Größenordnung eines ganzen Lichtwertes liegen kann.

Wichtig ist die spektrale Empfindlichkeit eines Belichtungsmessers bei Objekten mit ausgeprägten Farbdominanten. Dazu zählen nicht nur monochrome Motive, sondern auch bunte, bei denen eine bestimmte Farbe flächenmässig überwiegt. Vorsicht ist vor allem bei Dominan-

ten an den Enden des sichtbaren Spektrums, also bei Rot und bei Blau, geboten. Dabei gilt: Je gesättigter die Farbe, um so grosser die Auswirkung einer ungenügend korrigierten Farbempfindlichkeit. Farbdominannten entstehen aber auch bei an und für sich farblosen Objekten, die mit farbigem Licht beleuchtet werden. Das gleiche gilt für selbstleuchtende Motive wie Lampions oder farbige Kirchenfenster. Um sicherzugehen, dass Farbdominannten die Messung nicht verfälschen, greift man mit Vorteil zur Lichtmessung oder zur Ersatzmessung auf eine Graukarte. Vor allem bei Aufnahmen auf Umkehrmaterial ist dies die einzige Methode, um monochrome Motive oder solche mit Farbdominannten korrekt zu belichten.

Bei farbigem Licht oder selbstleuchtenden Gegenständen versagt leider auch diese Messmethode. Hier bleibt nichts anderes übrig, als die Belichtung auf eine normale Objektmessung abzustützen und gegebenenfalls nach Gefühl und Erfahrung zu korrigieren. Helle Farben (Gelb, Grün) erfordern eine reichlichere, dunkle Farben (Rot, Blau) hingegen eine knappere Belichtung. Das Ausmass der Korrektur hängt neben dem Farbton auch von der Sättigung der Farbe ab. Man beachte zu diesem Thema auch den Abschnitt *Selbstleuchtende Motive* im Kapitel *Spezielle Situationen*.

Die psychologische Helligkeit der Farbe

Das Wissen um die physikalischen Zusammenhänge bei Farbdominannten ist nur die eine Hälfte des Problems; die andere besteht im rechtzeitigen Erkennen dieser Gefahr. Erinnern wir uns: Alle Belichtungsmesser sind auf ein mittleres Grau geeicht. Schon das Auffinden dieses Graus in einer ganzen Palette von Grauwerten zwischen Schwarz und

Weiss bereitet gewisse Schwierigkeiten. Nun sind aber unsere Motive in der Regel farbig. Wie soll man da entscheiden, ob eine Objektmessung ein korrektes Resultat ergibt? Stellen Sie sich eine gelbe, in Richtung Ocker abgetönte Fläche neben einer zweiten in knallig-leuchtendem Rot vor. Welche dieser beiden Farben ist die hellere? Falls Sie sich intuitiv für das Rot entscheiden, werfen Sie einen Blick auf Abbildung 83: So wird das sichtbare Farbspektrum von einem SW-Film in Grautöne um-

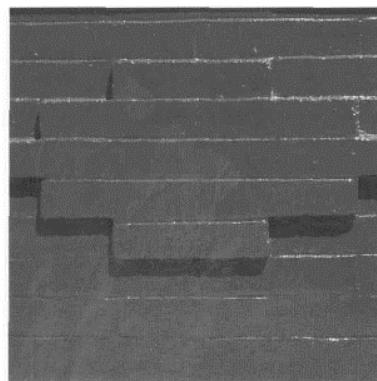
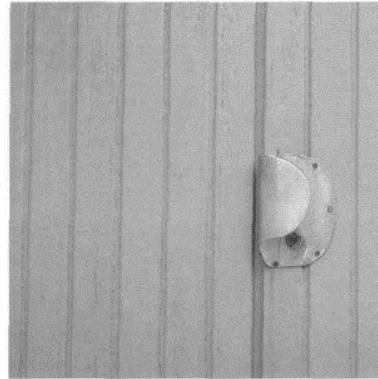


Abb. 84: Bei der Beurteilung der physikalischen Helligkeit von Farben lässt sich der Mensch durch psychologische Effekte täuschen. Knallige Farben brauchen nicht unbedingt heller zu sein als weniger auffällige. Das gelbe Motiv war messtechnisch bedeutend heller als das rote, auch wenn die Farben uns gedruckt nun als etwa gleich hell erscheinen.



gesetzt und so sieht auch ein gut korrigierter Belichtungsmesser die Farben.

Unser von allerlei menschlichen Empfindungen geprägter Eindruck einer Farbe ist leider ein schlechter Indikator für die tatsächliche physikalische Helligkeit. Bei Farbdomi-

Abb. 85: In der SW-Fotografie kann die Farbtrennung mit entsprechenden Farbfiltern stark verbessert werden. Das obere Bild entstand ohne Filter, während das untere mit Hilfe eines Orange-Filters aufgenommen wurde. Neben der allgemeinen Kontraststeigerung ist vor allem die Abdunklung des blauen Himmels augenfällig.

nanten verlasse man sich daher weniger auf sein Gefühl als auf die Grundzüge der Farbenlehre. Für die Praxis genügt es, wenn man weiß, dass Rot und Blau zu den dunklen, Gelb und Grün hingegen zu den hellen Farben zählen.

SW-Bilder: Farbumsetzung nach Wunsch

Bei der Belichtung auf Dia- oder Farbnegativfilm stehen rein technische Gesichtspunkte im Vordergrund. Nur bei einer optimal auf das Material abgestimmten Belichtung ist eine korrekte Wiedergabe der Farbe in Bezug auf Helligkeit und Sättigung zu erwarten. In der Schwarzweiss-Fotografie hingegen ist es nicht immer sinnvoll, die Umsetzung von Farben nach rein physi-

kalischen Gesichtspunkten zu beurteilen.

Normalerweise wird jedem Farbton ein der Farbhelligkeit entsprechender Grauwert zugeordnet. Dieses Grau entspricht aber nicht in jedem Fall dem psychologischen Eindruck, den eine Farbe auf den Betrachter ausübt. Ein aggressives Rot oder ein giftiges Blaugrün verlieren ihre emotionale Wirkung völlig, wenn sie als kraftloses Dunkelgrau erscheinen. Um wenigstens einen Rest des ursprünglichen Eindruckes zu erhalten, kann es daher notwendig sein, die Umsetzung von Farben in Grautöne bewusst zu manipulieren. Zur Beeinflussung der Helligkeit von Farbtönen kommen zwei Methoden in Frage. Enthält ein Motiv mehrere verschiedene Farben, wird man das Ziel am besten durch die Verwendung farbiger Filter, auch Kontrastfilter genannt, erreichen. Bei monochromen Bildern wird die Umsetzung in reine Helligkeitsstufen gewissermassen vorweg genommen. Ein Farbfilter könnte hier allenfalls die Allgemeinhelligkeit vermindern. Monochrome Motive fotografiert man daher ohne Filter. Eine Objektmessung stellt sicher, dass die Belichtung unabhängig von der Farbhelligkeit in die Mitte der Schwärzungskurve zu liegen kommt, was eine optimale Wiedergabe des gesamten Kontrastumfanges ermöglicht. Eine Korrektur in Richtung heller oder dunkler sollte man in solchen Fällen erst beim Vergrößern in Erwägung ziehen, da nur das fertige Positiv eine schlüssige Beurteilung erlaubt.

Farbfilter: wie belichten?

In der Schwarzweiss-Fotografie sind Farbfilter ein probates Mittel zur Steuerung des Kontrastes. Manches Motiv würde ohne den Einsatz eines Gelb-, Rot-, Blau- oder Grün-

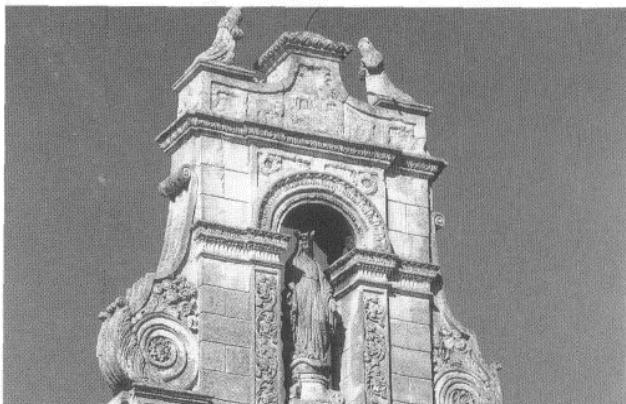
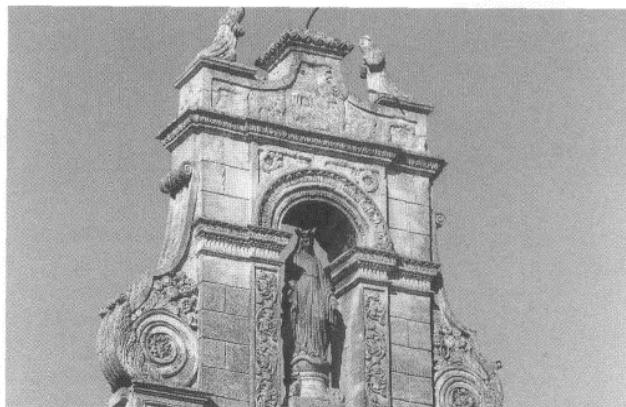




Abb. 86: Farbfilter können die Stimmung bis ins Dramatische steigern. Diese Aufnahme verdankt ihre Wirkung einem Rotfilter, der den Himmel und die grüne Vegetation sehr dunkel erscheinen lässt, während die grauen Steine der Ruine praktisch unbeeinflusst bleiben. Diese Manipulation bewirkt eine enorme Steigerung des Kontrastes und eine völlig veränderte Helligkeitsverteilung; eine Tatsache, die es bei der Belichtung zu berücksichtigen gilt. Das kleine Bild zeigt die gleiche Situation, aber ohne Filter fotografiert.

filters in tristem Grau versinken. Je nach Dichte und Farbe schluckt aber ein solcher Filter einen Teil des Lichtes, das sonst auf den Film gelangen würde. Auf dem Fassungsring aller Filter ist daher ein Verlängerungsfaktor eingraviert, der angibt, um wieviel man die Belichtungszeit gegenüber der ohne Filter ermittelten Zeit verlängern muss. Dieser Faktor gilt aber nur für weisses Licht. Solange die Verteilungstemperatur (Farbtemperatur) des Aufnahmlichtes nicht allzu stark von den genormten 5500K (Tageslicht) abweicht, ist die Handhabung des Verlängerungsfaktors einfach und praxisgerecht. Liegt die Verteilungstemperatur aber wesentlich tiefer, was zum Beispiel bei Haushaltsglühlampen mit etwa 2800K der Fall ist, so darf man sich auf den angegebenen Faktor nicht mehr verlassen.

Gegenüber dem Tageslicht passiert das röthlich gefärbte Kunstlicht einen Rotfilter mit geringeren Verlusten, während ein Blaufilter einen grösseren Anteil absorbiert. Im ersten Fall wäre demnach der Verlängerungsfaktor kleiner, im zweiten Fall höher anzusetzen, als auf dem Filter ange-



geben. Das Mass der Abweichung hängt neben der Verteilungstemperatur vor allem von der Filterfarbe und der Filterdichte ab. Wegen der vielen Variablen sind exakte Angaben nicht möglich, so dass man sich im Einzelfall auf seine Erfahrung verlassen muss. Als Anhaltspunkt können folgende Werte dienen: Bei Kunstlicht reduziert sich der Verlängerungsfaktor eines Orangefilters von 4x auf 2x; bei einem mittleren Blaufilter erhöht sich die Korrektur von 2x auf 3x.

Keine Probleme dank TTL-Messung?

Mit der Erfindung der TTL-Messung schienen auch die Probleme um den Verlängerungsfaktor beseitigt. Da die Innenmessung alle lichtschluk-

kenden Filter berücksichtigt, ist auf den ersten Blick eine stets korrekte Belichtung zu erwarten. Doch leider stimmt dies nicht in allen Fällen. Wirklich problemlos sind nur Konversionsfilter bei Farbaufnahmen und Kontrastfilter geringer Dichte bei Schwarzweiss. Farbfilter mittlerer und hoher Dichte verursachen nicht selten Belichtungsfehler, die auf zwei Gründe zurückzuführen sind. Zum einen spielt die bereits früher erwähnte, mögliche Abweichung der spektralen Empfindlichkeit der Messzelle eine Rolle; zum anderen gerät bei SW-Aufnahmen die beabsichtigte Steigerung des Kontrastes für das Messsystem zum Stolperstein. Nehmen wir einmal an, Sie wollen die Wirkung einer Landschaftsaufnahme durch Verwendung eines Rotfilters dramatisieren. Der blaue Himmel, der in der Helligkeit einem mittleren Grau entspricht, wird durch den Filter fast schwarz wiedergegeben. Die Helligkeit von Wolken, Straßen und Häusern hingegen wird durch den Rotfilter vergleichs-

weise wenig vermindert. Das heisst, aus einem Motiv, dessen einzelne Elemente alle ungefähr eine mittlere Helligkeit aufweisen, entsteht durch die Filterung ein Bild mit extremem Kontrast. Überwiegen die abgedunkelten Flächen wie Himmel und Vegetation flächenmässig, so "sieht" der Belichtungsmesser ein unterdurchschnittlich dunkles Motiv, woraus aus bekannten Gründen eine zu reichliche Belichtung resultiert. Die Erfahrung in der Praxis zeigt, dass die Innenmessung bei Verwendung eines Orange- oder Rotfilters häufig zu überbelichteten Negativen führt. Andere Filterfarben und Motivsituationen können aber auch unterbelichtete Bilder ergeben, so dass beim Einsatz von Farbfiltern generell Vorsicht geboten ist. Korrekturen werden am einfachsten über die +/- Einstellung der Kamera vorgenommen. Wer sich beim Einschätzen solcher Situationen noch unsicher fühlt, sollte die Belichtung manuell ermitteln. Die Messung hat dabei *ohne* Filter zu erfolgen. Anschliessend wird entweder die Be-

Abb. 87: Ein Polarisationsfilter steigert bei bestimmten Bedingungen nicht nur den Kontrast, sondern lässt bei Farbaufnahmen auch die Farben gesättigter erscheinen. Der Unterschied ist bei diesen beiden Vergleichsaufnahmen gut zu erkennen. Die Belichtung wurde bei der am wenigsten wirksamen Stellung des Polfilters ermittelt (kleines Bild).



lichtungszeit oder die Blende nach Massgabe des Filterfaktors korrigiert, wobei die Belichtungsautomatik natürlich auf *manuell* stehen muss. Dann wird der Filter vor das Objektiv gesetzt und die Aufnahme mit den eingestellten Werten belichtet.

Noch ein Spezialfall: der Polarisationsfilter

Polarisationsfilter sind in der Farbphotografie das mit Abstand am häufigsten verwendete Zubehör. Aber auch dieser Filter ist belichtungstechnisch nicht ohne Tücken. Der üblicherweise angegebene Verlängerungsfaktor von 3x stimmt nämlich nur bei unpolarisiertem Licht und wird durch die Grunddichte des Filters verursacht. Bei rein polarisiertem Licht schwankt der Faktor zwischen 3x und unendlich, abhängig vom Winkel zwischen der Polarisationsebene des Filters und der Schwingungsebene des polarisierten Lichtes. Im fotografischen Alltag kommt polarisiertes Licht allerdings nie alleine vor, sondern erreicht höchstens einen Anteil von 40%. Der Verlängerungsfaktor bewegt sich daher in der Praxis zwischen 3x und 4x. Fotografisch ist vor allem der polarisierte Anteil interessant, da wir nur diesen mittels Polfilter beeinflussen können.

In der Regel möchte man mit Hilfe dieser Filter die häufig polarisierten Anteile von Reflexionen unterdrücken; mit dem Resultat, dass die Farben der betroffenen Oberflächen gesättigter erscheinen. Doch je mehr polarisiertes Licht zurückgehalten wird, desto dunkler erscheinen die entsprechenden Motivpartien. Bei der TTL-Messung geschieht daher das gleiche, wie beim Einsatz eines Farbilters: Auf einen vergrößerten Anteil dunkler Bildteile reagiert die Belichtungsautomatik mit einer reichlicheren Belichtung. Eine Belichtungszugabe läuft aber den Bemühungen um intensivere Farben (zumindest bei Diafilm) entgegen. Um den gewünschten Effekt dennoch zu erreichen, hat sich folgendes Vorgehen bewährt: Zuerst dreht man den Polfilter in die Stellung, in der er seine schwächste Wirkung entfaltet. Dann wird die Belichtung

entweder manuell eingestellt oder mit der Speichertaste festgehalten. Anschliessend bringt man den Filter wieder in die gewünschte Position und betätigt den Auslöser. Arbeitet man mit einem Handbelichtungsmesser, so hält man sich einfach an den vom Filterhersteller empfohlenen Verlängerungsfaktor.

Belichtungszeit verlängern oder die Blende öffnen?

Die Methode, die Belichtungszugabe durch einen Multiplikator für die Belichtungszeit anzugeben, stammt noch aus der Zeit, als man für die Exposition den Objektivdeckel entfernte und die Sekunden von Hand abzählte. Hantiert man heute mit dem Verlängerungsfaktor, erhält man häufig Resultate, die zwischen den einstellbaren Zeiten liegen. Schlimmstenfalls muss man eine halbe Stufe nach oben oder unten runden; eine Entscheidung bei der es immerhin um einen ganzen Lichtwert geht! Mit der Blende lässt sich die Belichtung viel subtiler steuern. Dafür müssen die Verlängerungsfaktoren allerdings in Belichtungsstufen umgerechnet werden. Für ganzzahlige Zweier-Potenzen ist dies kein Problem: Aus den Faktoren 2x, 4x oder 8x werden eine, zwei oder drei Blendenstufen. Bei Werten dazwischen gestaltet sich die Sache etwas schwieriger. Die allgemeine Formel für die Umrechnung des Verlängerungsfaktors V_t in eine Belichtungszugabe in Blendenstufen v_B lautet:

$$v_B = \frac{\log V_t}{\log 2}$$

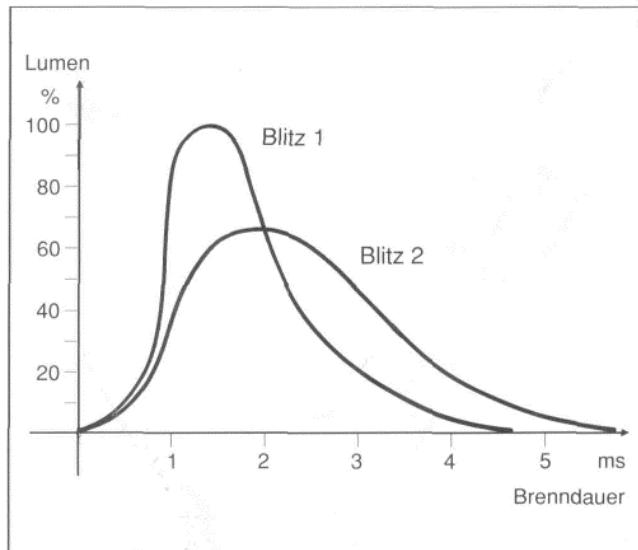
Damit Sie aber nicht jedesmal den Taschenrechner bemühen müssen, finden Sie im Anhang dieses Buches eine Tabelle, die Sie von jeder Rechnerei befreit. Eine Kopie dieser Tabelle in Ihrer Fototasche entlastet Sie auch unterwegs von Zahlen-Akrobatik.

Die Blitzlichtmessung

Abb. 88: Bei der Blitzlichtmessung muss die Brenndauer des Blitzes berücksichtigt werden. Entscheidend ist das Produkt von Brenndauer und momentaner Helligkeit. Dies entspricht der Fläche unter den Abbrechkurven im Diagramm. Obwohl Blitz 1 kürzer leuchtet als Blitz 2, geben beide die gleiche Lichtmenge ab. Eine Messzeit, die für den Blitz 1 gerade ausreicht, würde den Blitz 2 nur teilweise erfassen.

Das Messen von Blitzlicht stellt ganz besondere Anforderungen an einen Belichtungsmesser. Bei einer Leuchtdauer, die je nach Blitzgerät nur gerade 1/50'000 bis 1/125 Sekunde beträgt, sind eine verzögerungsfrei reagierende Messzelle und eine ebenso schnelle Elektronik die wichtigste Voraussetzung. Dabei genügt es nicht, einfach nur die momentane Helligkeit zu ermitteln. Genauso wichtig ist die Berücksichtigung der Leuchtdauer eines Blitzes, da für die Belichtung das Produkt von Lichtstärke und Zeit der Einwirkung auf den Film entscheidend ist. Ein sehr kurzer, heller Blitz ergibt rechnerisch die gleiche Belichtung

schluss die Länge der Belichtungszeit bestimmt. Dies gilt aber nur, solange die Verschlusszeit länger als die Brenndauer des Blitzes ist. Kameras mit Schlitzzverschluss erfüllen diese Forderung automatisch, da hier die kürzeste Synchronisationszeit in der Regel systembedingt 1/125 Sekunde oder mehr beträgt. Anders liegt der Fall bei Zentralverschlüssen, die sich bis zur kürzesten Zeit von 1/500 Sekunde synchronisieren lassen. Solche Verschlüsse sind durchaus in der Lage, einen "langsamem" Studio-Blitz (Leuchtdauer bis 1/125 Sekunde) zeitlich zu beschneiden. Damit dies keine Unterbelichtung verursacht, bieten aufwendigere Blitzbelichtungsmesser die Möglichkeit, die Messzeit in weiten Grenzen der Verschlusszeit der Kamera anzupassen. Diesbezüglich keine Probleme bieten batterie- oder akkugespeiste Blitzgeräte, da deren Blitzdauer bei Volleistung bei etwa 1/1000 Sekunde liegt und damit jede mögliche Synchronisationszeit unterbietet.



wie ein weniger heller Blitz mit entsprechend längerer Brenndauer. Ein Blitzbelichtungsmesser muss daher in der Lage sein, die Helligkeit eines Blitzes über die gesamte Leuchtzeit zu integrieren. Die Anzeige der Belichtung erfolgt in Blendewerten, da die Leuchtdauer des Blitzes und nicht der Kameraver-

Einer für alles

Früher beherrschten Blitzbelichtungsmesser einzig die Lichtmessung. Moderne Geräte hingegen sind wahre Allesköninger. Neben der reinen Blitzmessung erlauben sie in der Regel auch das Messen von Dauerlicht und selbst kombinierte Messungen von Dauer- und Blitzlicht bedeuten kein Problem. Dabei ist es möglich, sowohl die Licht- als auch die Objektmessung mit allen Zubehörteilen für beide Lichtarten einzusetzen. Das heisst, dass alle grundsätzlichen Ausführungen in den Kapiteln *Die Objektmessung* und *Die Lichtmessung* auch für das Arbeiten mit Blitzlicht gelten.



Abb. 89: Beispiel einer Aufnahme mit einem so genannten Wanderblitz. Bei dieser Technik hält der Fotograf das Blitzgerät in der Hand und schreitet damit das Motiv ab. Dabei werden in regelmäßigen Abständen so viele Blitze ausgelöst, bis die Szenerie den Vorstellungen des Fotografen entsprechend ausgeleuchtet ist. Mit einem Blitzbelichtungsmesser lässt sich zwar für eine bestimmte Distanz die ungefähre Blende ermitteln, die Ausleuchtung hingegen ist weitgehend Glücks- und Übungssache, da man den Effekt erst im fertigen Bild überprüfen kann. Für die Aufnahme dieser riesigen Steinbruch Höhle wurden etwa zwei Dutzend Blitze ausgelöst.

Für die Blitzmessung muss der Belichtungsmesser mit dem Blitzgerät synchronisiert werden. Dies ist notwendig, um den Beginn der Messung exakt mit dem Aufleuchten des Blitzes in Übereinstimmung zu bringen. Die Synchronisation kann auf zwei Arten erfolgen: entweder über Kabel oder aber automatisch (ohne Kabel). Im ersten Fall wird der Belichtungsmesser mittels eines Synchronkabels mit dem Blitzgerät verbunden. Ein Druck auf die Messtaste bewirkt dann gleichzeitig das Zünden des Blitzes. Im automatischen Betrieb ist es der Blitz selbst, der über die Messzelle des Belichtungsmessers den Messvorgang aktiviert. Der Probeblitz für die Messung wird in diesem Fall mit der entsprechenden Taste am Blitzgerät ausgelöst. Viele Blitzbelichtungsmesser bieten auch die Möglichkeit, Blitze kumulie-

rend zu messen. Nach dem ersten Blitz bleibt das Gerät gewissermaßen "auf Empfang" und addiert die Lichtleistung von jedem weiteren Blitz zum Resultat der vorangegangenen Messung. Mit dieser Option wird die Technik des Mehrfach-Blitzens erheblich vereinfacht. Diesen Blitz-Trick kann man immer dann anwenden, wenn bei statischen Motiven die Blitzleistung für eine Aufnahme nicht reicht und das vorhandene Licht so schwach ist, dass man den Verschluss ohne Gefahr eine gewisse Zeit offen lassen kann.

Der sogenannte Intermittenz-Effekt bewirkt allerdings, dass so etwa ab 8 Blitzen das Reziprozitätsgesetz nicht mehr gilt. Das bedeutet, dass die doppelte Anzahl Blitze nicht mehr einer Belichtungszunahme von einer Stufe entspricht.

Abb. 90: Beim Aufhellen mit Blitzlicht ist die richtige Dosierung des Blitzes entscheidend. Das grosse Bild zeigt ein Beispiel, bei dem die Aufhellung gut mit der Umgebung harmoniert, ohne die Stimmung zu zerstören. Die Leistung des Blitzlichtes lag eine Stufe unter der Helligkeit des Hintergrundes.

Im Kampf gegen Schatten: der Aufhellblitz

In der professionellen Fotografie wird Blitzlicht oft in Kombination mit Dauerlicht verwendet. Meist dient der Blitz dazu, bei Aussenaufnahmen die Schatten aufzuhellen oder bei diffusem Licht mehr Brillanz und Farbsättigung im Vordergrund zu erreichen (z.B. in der Mode-Fotografie). Ein derart eingesetztes Blitzlicht



Die kleine Vergleichsaufnahme oben wurde mit den gleichen Belichtungsdaten, jedoch ohne Aufhellblitz aufgenommen. Bei dem kleinen Bild rechts war das Blitzlicht gleich hell wie das Licht im Hintergrund. Dadurch wurde die Gegenlichtstimmung richtiggehend "weggeblitzt". Aufnahmen: Urs Tillmanns

nennt man Aumeiiuu.. uicac Technik kann aber auch der Amateur nutzen, um etwa bei Porträts im Gegenlicht bessere Ergebnisse zu erzielen. Das Problem dabei ist die richtige Dosierung der Blitzleistung, damit ein möglichst natürlicher Eindruck entsteht.

Sogenannte "Computer"-Blitzgeräte oder Kameras mit TTL-Blitzsteuerung und dem passenden Systemblitz lösen diese Aufgabe automa-

tisch. Doch leider funktionieren nicht alle Systeme gleich gut, und vor allem ist es schwierig, den durch die Aufhell-Automatik erzielten Effekt vorauszusehen. Als häufigster Fehler sind "überblitzte" Bilder zu bemängeln; das heisst Aufnahmen, bei denen der aufgehelle Vordergrund gleich hell wie der Hintergrund erscheint, wodurch die ursprüngliche Gegenlichtstimmung verloren geht. Bei wichtigen Aufnahmen ist es daher empfehlenswert, die Sache selbst in die Hand zu nehmen. Die Bestimmung der Belichtung erfolgt in zwei Etappen. Zuerst ermittelt man die Werte für den Hintergrund, wobei man beachten muss, dass die Belichtungszeit nicht kürzer als die Blitz-Synchronisationszeit gewählt werden darf. Das so gefundene Zeit-Blenden-Paar überträgt man auf die Kamera. In einem zweiten Schritt erfolgt nun die Bestimmung der Aufhellung. Dazu ist eine Lichtmessung mit Hilfe eines Blitzbelichtungsmessers nötig. Den Belichtungsmesser hält man von der zu bestimmenden Schattenpartie aus



so in Richtung Kamera, dass er nur vom Aufhellblitz und dem Streulicht, nicht aber von der Hauptlichtquelle direkt getroffen wird. Die Blende, die dabei ermittelt wird, sollte 1 bis 2 Stufen unter dem an der Kamera eingestellten Wert liegen. Ist dies nicht der Fall, muss man die Leistung des Blitzes am Gerät entsprechend regeln oder den Abstand des Blitzgerätes so verändern, dass sich der gewünschte Blendenwert ergibt.

Spezielle Situationen

In der Praxis stösst man immer wieder auf Motiv- oder Lichtsituationen, die messtechnische Probleme bieten. Einige dieser Schwierigkeiten wiederholen sich häufig in stets gleicher Form, so dass es möglich ist, in solchen Fällen auf Erfahrungswerte zurückzugreifen. In den folgenden Abschnitten finden sie Erläuterungen zu ein paar besonders typischen Problem-Situationen. Konkrete Belichtungsempfehlungen sind dabei als Richtwerte für eigene Versuche zu verstehen und beziehen sich auf eine Filmempfindlichkeit von ISO 100/21°. Bei Langzeitaufnahmen ist der notwendige Schwarzschild-Faktor gesondert zu berücksichtigen.

High-Key

Bei sogenannten High-Key-Aufnahmen wird ein helles Motiv in einem ebenfalls hellen - mitunter sogar völlig weißen - Umfeld abgebildet. Ei-

Lichtmessung auf jeden Fall vorzuziehen ist. Bei High-Key-Porträts führt auch eine Detailmessung auf das Gesicht zum Erfolg. Wenn Sie High-Key-Motive auf Diafilm fotografieren, können Sie den Effekt durch eine gezielte Überbelichtung um et-

Abb. 91: (Oben) Winterlandschaften sind typische Beispiele für High-Key-Bilder. Das Resultat einer Objektmessung kann nur mit entsprechender Korrektur (Belichtungszugabe) über-



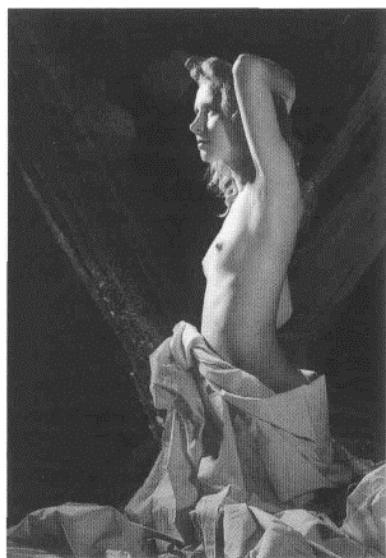
wa einen halben bis einen ganzen Lichtwert verstärken.

nommen werden. Eine Lichtmessung ist daher, wenn immer möglich, vorzuziehen.

Low-Key

Low-Key-Aufnahmen sind das Gegenstück von High-Key-Bildern. Ein (meist) dunkles Objekt erscheint dabei vor einem ebenfalls dunklen oder gar schwarzen Hintergrund. Auch hier führt die Lichtmessung in der Regel am schnellsten zum Ziel. Oft wird aber ein Low-Key-Effekt auch durch ein Streiflicht oder gar ein Gegenlicht als Hauptlichtquelle erreicht. In diesem Fall liefert eine Lichtmessung keine brauchbaren Werte. Man fährt daher besser, wenn man sich auf eine Objektmessung abstützt und die Belichtung um eine bis zwei Stufen vermindert. Die genauesten Resultate liefert eine Zweipunkt-Spotmessung auf einen Punkt im Schatten und auf eine im Licht aufleuchtende Stelle des Motivs.

Abb. 92: (Links) Beispiel einer Low-Key-Aufnahme. Die Belichtung wurde mittels Nahmessung auf die der Kamera zugewandten Seite des Modells abgestimmt.



ne normale integrale oder mittenbetonte Objektmessung ergibt meist ein zu dunkles Resultat, weshalb die

Gegenlicht

Gegenlichtsituationen verlangen meistens Kompromisse. Wenn man die Schatten nicht aufhellen kann oder will, muss man sich entscheiden, ob die dramatische Stimmung oder eine detaillierte Wiedergabe des eigentlichen Motives wichtiger ist. Im ersten Fall hat die Belichtung auf den Hintergrund zu erfolgen. Da-

Wenn Sie aber Ihr Motiv - etwa bei einem Gegenlicht-Porträt - nicht nur als Silhouette sehen möchten, ist eine Detailmessung auf den Vordergrund zu empfehlen. Der dadurch meist völlig überbelichtete Hintergrund ist nicht ohne Reiz und ergibt eine Wirkung, die oft derjenigen einer High-Key-Aufnahme gleicht.



Abb. 93: Bei Gegenlichtsituationen muss man sich in der Regel für Zeichnung in den Schatten oder in den Lichtern entscheiden. In diesem Fall hat sich der Fotograf für die Mauer (Schatten) entschlossen. Dass die Sonne dann nur noch als völlig überbelichteter Stern erscheint, wurde bewusst in Kauf genommen.

bei darf man die Belichtung ruhig eine Belichtungsstufe reichlicher halten als gemessen, da der Hintergrund zwar Zeichnung aufweisen muss, aber gleichzeitig durch eine gewisse Überstrahlung den Eindruck von Helligkeit erwecken soll.

Mischlicht

Eine Mischlichtsituation liegt dann vor, wenn innerhalb eines Motives verschiedene Lichtarten durch ihre speziellen Eigenschaften in Erscheinung treten. Am bekanntesten ist die Kombination von Tages- und Kunstlicht (Glühlampenlicht). Solche Mischlichtbilder gelingen nur in der Dämmerung, da sonst keine annehmbare Balance zwischen Tages- und Kunstlicht zu erwarten ist. Wenn sich die beiden Lichtarten tatsächlich mischen, kann die Belichtungsmessung wie gewohnt erfolgen. Reizvoller ist aber die Situation, wenn zwar beide Lichtarten vorkommen, aber unterschiedliche Motivteile beleuchten. Dies ist etwa bei Dämmerungsaufnahmen von erhöhten Gebäuden der Fall. In der Regel wird die Belichtung auf das Gebäude-In-



Abb. 94: Mischlicht-Aufnahmen können zu sehr reizvollen Resultaten führen. Bei Dämmerungsaufnahmen ist die richtige Balance zwischen Tages- und Kunstlicht entscheidend. Da man weder auf das eine noch auf das andere gross Einfluss nehmen kann, bleibt nichts anderes übrig, als abzuwarten, bis sich mit fortschreitender Dämmerung die beste Mischung von selbst ergibt.

nere, also auf den Kunstlichtteil, abgestimmt. Im Wohnbereich ist bei einer Verschlusszeit von einer Sekunde mit einem Blendenwert um 5,6 zu rechnen.

Um die für solche Aufnahmen typische Abend- oder Nachtstimmung zu erhalten, muss man warten, bis das Tageslicht auf einen Lichtwert abgesunken ist, der zirka eine bis zwei Stufen unter demjenigen des Kunstlichtes liegt. Nach dieser Methode entstand das Beispiel von Abbildung 94.

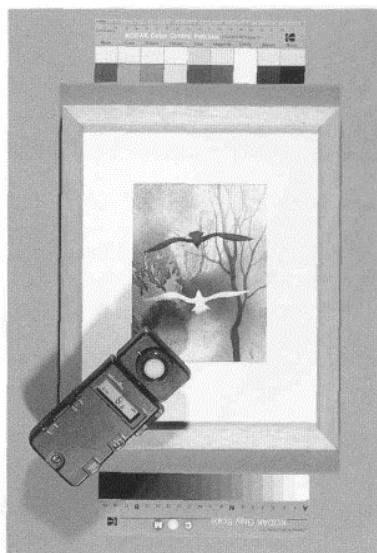
Reproduktionen

Bei Reproduktionen sind zwei Dinge besonders zu beachten: die Gleichmässigkeit der Ausleuchtung und eine eventuelle Abweichung der mittleren Helligkeit der Vorlage vom ge-

ursacht, welche die Messung verfälschen können.

Die exaktesten Resultate liefert die Lichtmessung, wenn man anstelle der Kugelkalotte einen speziell für diesen Zweck vorgesehenen Plan-Diffusor verwendet. Möchte man für die eigentliche Belichtungsmessung

Abb. 95: Bei Nachtaufnahmen bieten die geringe Allgemeinhelligkeit sowie die meist riesigen Kontraste die grössten Probleme. Mit Tabellen und Erfahrungswerten kommt man oft weiter als mit zweifelhaften Messresultaten.



normten Grauwert. Die Ausleuchtung kann nur mit einem Handbelichtungsmesser genügend genau kontrolliert werden. Die Abweichung über das gesamte Bildfeld sollte ein Toleranzfeld von 1/3 Lichtwert nicht überschreiten. Dabei ist die üchtmessung vorzuziehen, da man bei einer Objektmessung aus der Nähe leicht Schatten auf der Vorlage ver-

auf den TTL-Belichtungsmesser zurückgreifen (nützlich bei Repros im Nahbereich oder beim Einsatz von Filtern), so vertauscht man für die Messung die Vorlage mit einer Kodak-Neutralgraukarte.

Motive, die man nicht messen kann

Es gibt eine Reihe von Motiven, bei denen eine Belichtungsmessung (trotz aller Technik!) äußerst schwierig oder sogar unmöglich ist. Dazu gehören zum Beispiel Feuerwerk, Blitze (Gewitter), nächtliche Strassenzenen oder selbstleuchtende Objekte. In solchen Fällen bleibt nichts anderes übrig, als sich auf Schätzungen oder Erfahrungs-

Abb. 96: (Links) Bei Repros kommt es neben der eigentlichen Belichtung vor allem auf eine möglichst gleichmässige Ausleuchtung der Vorlage an.

Abb. 98: Gewitterblitze fotografiert man gleich wie Feuerwerk. Da man nie zum voraus weiß, wie lange man den Verschluss bis zum nächsten Blitz offen halten muss, sind nächtliche Gewitter die beste Vor-

Abb. 97: Das Prinzip für Feuerwerksaufnahmen ist denkbar einfach: Blende auf etwa 5,6 einstellen, Verschluss öffnen, eine Feuerwerks-Phase abwarten und den Verschluss wieder schließen. Die Verwendung eines Statives ist dabei unerlässlich. Aufnahme: Andreas Fahrni aussetzung für eigene Experimente.

werte zu verlassen. Ausgedehnte Belichtungsreihen sind dabei kein Zeichen von Unsicherheit, sondern oft das einzige Mittel, um einmalige Gelegenheiten nicht zu verpassen.

Nachtaufnahmen

Bei Nacht- oder Available-Light-Aufnahmen können sowohl eine zu geringe Allgemeinhelligkeit als auch der meist enorm hohe Motivkontrast das Aus für den Belichtungsmesser bedeuten. Zum Glück weisen viele Available-Light-Motive unabhängig von Zeit und Ort eine ziemlich konstante Helligkeit auf, was das Arbeiten mit Erfahrungswerten stark erleichtert.

Die Belichtungswerte für folgende typische Situationen können als Anhaltspunkte für das Sammeln eigener Erfahrungen dienen (alle Werte auf ISO 100/21° bezogen):

Theater, Fussballstadion (Flutlicht):	1/60s, f/2
Städtische Strassen-szenen, Zirkus:	1/30s, f/2
Gut beleuchtete Ausstellungsräume, Mu-seen:	1/15s, f/2
Innenaufnahmen bei normaler Haushaltbeleuchtung, grosses Lagerfeuer:	1/8s, f/2
Nahaufnahmen bei Kerzenlicht, Weihnachtsbäume in Innenräumen, beleuchtete Bauten und Denkmäler:	1/4s, f/2
Schwach beleuchtete Strassen, weit entfernte, beleuchtete Gebäude:	2s, f/2
Schneelandschaft bei Vollmond:	10s, f/2
Normale Landschaft bei Vollmond:	20s, f/2

Feuerwerk, Gewitterblitz

Feuerwerk kann auf Fotos eindrücklicher erscheinen als in der Wirklichkeit; dies besonders dann, wenn man mittels Langzeitbelichtung die Lichtspuren mehrerer Feuerwerkskörper in einem einzigen Bild fest-



hält. Dazu befestigt man die Kamera auf einem Stativ und stellt den Verschluss auf B. Für die Blende ist ein Wert von 5,6 oder 8 zu empfehlen. Die Belichtungszeit richtet sich nach der Art des Feuerwerkes und beträgt etwa 3 bis 10 Sekunden. Gewitterblitze lassen sich nur nach

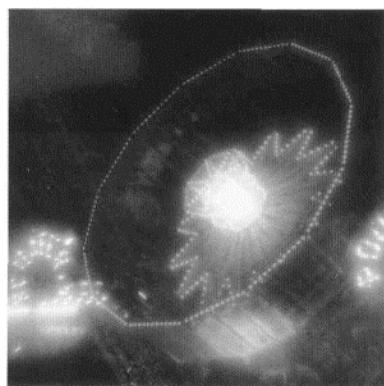


Einbruch der Dunkelheit einigermaßen gezielt fotografieren. Das Vorgehen ist ähnlich wie beim Feuerwerk. Die Kamera, vorzugsweise mit einem Weitwinkel-Objektiv ausgerü-

stet, kommt auf ein stabiles Stativ und wird auf den Teil des Horizontes gerichtet, über dem am meisten Blitze niedergehen. Die Blende stellt man auf 5,6 und den Verschluss auf B. Nach dem Öffnen des Verschlusses wartet man einfach, bis ein oder auch mehrere Blitze innerhalb des Bildfeldes eingeschlagen haben. Wenn keine anderen Lichtquellen (Autoscheinwerfer, Strassenlampen) vorhanden sind, kann man den Verschluss ohne weiteres mehrere Minuten offen halten.

Selbstleuchtende Objekte

Besonders schwierig ist die Belichtungsbestimmung bei selbstleuchtenden Objekten. Dazu gehören etwa Lampions, Beleuchtungskörper (als Motiv) oder Feuer. Auch Glasbilder (Kirchenfenster) gehören in diese Kategorie, obwohl sie genaugenommen nicht selber leuchten. Diese Motive reflektieren nicht einfach



- wie andere Objekte - das auf sie fallende Licht, sondern sie strahlen selber Licht ab, was ihnen eine ganz besondere optische Qualität verleiht. Wichtig ist, dass der Eindruck des Leuchtens in der Aufnahme erhalten bleibt; die Belichtung darf also keinesfalls zu knapp ausfallen. Als einzige Möglichkeit zur Belichtungsmessung bietet sich die Objektmessung an. Damit das meist schwarze Umfeld das Resultat nicht

verfälscht, hat die Messung als Nah- oder Spotmessung zu erfolgen. Um das Leuchten zu betonen, ist eine Belichtungszugabe notwendig. Diese Zugabe richtet sich nach der Farbhelligkeit des Objektes und schwankt zwischen Null bei Dunkel-

Abb. 99: Der Mond als Motiv ist viel heller, als man vermutet. Bei Blende 8 ist eine Belichtungszeit von 1/60 Sekunde angemessen. Kein Wunder; auf dem Mond scheint schliesslich die ganze Nacht die Sonne!



rot und etwa 1,0 bis 1,5 Lichtwerten bei hellen Gelbtönen. Ein Motiv, das aus fotografischer Sicht ebenfalls als selbstleuchtend gilt, ist der Mond. Messtechnisch ist unser Trabant höchstens mit einem Spotbelichtungsmesser zu erfassen. Schätzungen fallen wegen der nächtlichen Dunkelheit in Regel viel zu hoch aus! Wer den Vollmond als Motiv erkoren hat und ihm mit einem Teleobjektiv zu Leibe rückt, sollte es mit Blende 8 bei 1/60 Sekunde versuchen. Übrigens: Verschlusszeiten über 1/15 Sekunde führen zu Unschärfe. Der Mond legt nämlich innerhalb von 2 Minuten eine Distanz zurück, die dem eigenen Durchmesser entspricht.

Abb. 100: Werden Lichtquellen selbst zum Motiv, so gelten besondere Regeln. Reproduzierbare Ergebnisse ergibt nur eine Objektmessung möglichst nahe der Lichtquelle. Damit das Motiv aber auch wirklich zu leuchten scheint, ist eine Belichtungszugabe von einer bis zwei Belichtungsstufen nötig.

Tabellen

SW-Filme; korrigierte Belichtungszeiten bei Langzeitaufnahmen (gerundete Werte in Sekunden)																	
gemessene Belichtungszeit:	1	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30	40	50	60
Afapan 25	2	4	7	10	17	25	35	40	45	55	65	75	95	120	175	225	
Afapan 100, Afapan 400	2	5	9	13	20	30	40	50	60	75	85	95	125	160	225		
Agfaortho 25	2	4	7	9	16	22	30	35	45	50	60	70	90	115	160	220	
Ilford Pan F	1	3	5	7	12	18	25	30	40	45	50	60					
Ilford FP4	2	6	11	17	30	50	65	85	105	130	155	180	250	330			
Ilford HP5	1	3	5	7	12	17	23	30	35	40	45	55	70	90	130	170	212
Ilford XP-1	2	4	6	9	16	23	30	40	45	55	65	75	100				
Kodak T-Max 100	2	4	6	9	15	22	30	35	45	55	60	70	95	120	170	230	290
Kodak T-Max 400	1	3	5	7	10	15	20	25	30	35	40	50	60	75	105	140	170
Kodak Technical Pan	1	2	4	6	9	13	18	22	25	30	35	40	55	70	100	140	
Kodak Plus-X, Tri-X	2	5	9	14	25	35	50	65	80	95	110	130	175	225	335	460	600
Kodak Recording	2	4	8	10	20	30	40	50	60	70	85	95	130				
Dia-Filme; korrigierte Belichtungszeiten bei Langzeitaufnahmen (gerundete Werte in Sekunden)																	
gemessene Belichtungszeit :	1	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30	40	50	60
Afachrome 50 RS	2	5	8	12	20	30	40	50	60	70	80	95	125				
Afachrome 100 RS	2	4	7	10	17	23	30	40	50	60	65	75	100	125			
Afachrome 200 RS	1,5	3	5	8	12	17	20	30	35	40	45	50	65	80	115		
Afachrome 1000 RS	1	3	5	6	10	13	17	20	25	30	35	40	50	60	80	105	
Fujichrome RF 50	1,5	4	6	8	12	17	20	25	30	35	40	50	60	75	105		
Fujichrome RD 100	1	2	3	5	8	10	16	19	22	25	30	30	35	45	60	80	95
Fujichrome 64 T RTP	1	3	5	7	11	15	20	25	30	35	40	45	60	75	105		
Ektachrome 64 EPR	2	5	8	12	19	25	35	40	50	60	70	80	100				
Ektachrome 100 EPN	2	4	7	10	17	23	30	40	45	55	65	75	95	120			
Ektachrome 100 Plus EPP	1,5	4	6	9	16	23	30	40	50	60	70	80	105				
Ektachrome 200 EPD	1,5	3	5	8	12	18	23	30	35	40	45	50					
Ektachrome 400 EL	1,5	4	8	12	21	32	45	55	70	85	100	120					
Ektachrome P800/1600 EE	1,5	4	8	12	21	32	45	55	70	85	100	120					
Ektachrome 50 EPV	1	3	5	7	13	20	27	35	45	55	60	75	100				
Ektachrome 160 EPT	1,5	3	5	8	12	17	23	28	35	40	45	50	65	80			
Kodachrome 25	2	5	9	14	25	35	45	60	75	85	100						
Kodachrome 64	2	4	7	10	17	24	30	40	50	60	70	80	110				
Kodachrome 200	1,5	4	7	10	20	30	40	50	65	80	95	110					

Farbnegativ-Filme; korrigierte Belichtungszeiten bei Langzeitaufnahmen (gerundete Werte in Sekunden)																				
gemessene Belichtungszeit:	1	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	25	30	40	50	60			
Aficolor XRS 100	1	3	5	7	11	16	21	30	35	40	45	50	70	85	120					
Aficolor XRS 200	1	3	5	7	11	16	22	30	35	40	45	50	70	90	120					
Aficolor XRS 400	1	3	5	7	12	16	22	30	35	40	45	55	70	90	130					
Aficolor XRS 1000	2	4	7	10	17	25	30	40	50	55	65	75	100	125						
Fujicolor Super HR 100	1,5	4	6	9	14	20	25	35	40	50	55	65	85	110						
Fujicolor Super HR 400	2	4	7	10	17	25	30	40	45	55	65	75	100							
Fujicolor HR 1600	2	5	8	11	20	25	35	45	55	65	80	90	120							
Kodacolor Gold 100	2	5	8	12	20	30	40	50	60	75	85	100								
Kodacolor Gold 200	1,5	4	7	10	17	25	35	40	50	60	70	80	110							
Kodacolor VR 400	1,5	4	6	9	15	20	25	35	40	50	55	65	85	105						
Kodacolor VR 1000	3	7	13	20	35	50	70	95	115											
Konica SR 100	1,5	3	5	7	12	16	20	25	30	35	40	45	60	75	105					
Konica SR 200	2	5	8	12	20	30	40	50	60	75	85	95	130							
Konica SR 400	1,5	3	5	7	10	14	19	23	25	30	35	40	55	65	90	115				
Scotch Color Print HR 100	1,5	4	6	9	16	25	30	40	50	60	70	80	110							
3M Color Print HR 100	2	5	8	11	20	25	35	45	55	65	80	90	120							
3M Color Print HR 200	1,5	3	5	7	11	15	20	25	30	35	40	45	55	70	100					
3M Color Print HR 400	1,5	4	6	9	13	17	20	25	30	30	35	45	55	80	100					
Umrechnung von Verlängerungsfaktoren in Blendenstufen																				
Verlängerungsfaktor	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,	13,	16,	20,	25,	32,				
Belichtungszugabe in Blendenstufen	0	1/3	2/3	1	1V ₃	1 ² /3	2	2 ¹ /3	2 ² /3	3	3 ¹ /3	5 ² /3	4	4 ¹ /3	4 ² /3	5				
Blitzleitzahlen in Abhängigkeit von der Filmmempfindlichkeit																				
Filmmempfindlichkeit	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50
ISO 25/1 5'	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50
ISO 50/1 8'	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	64	72
ISO 64/1 9'	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	64	72	80
ISO 100/21 '	11	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	64	72	80	90	100
ISO 200/24'	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	64	72	80	90	100	110	125	140
ISO 400/27'	22	25	28	32	36	40	45	50	56	64	72	80	90	100	110	125	140	160	180	200
ISO 800/30'	32	36	40	45	50	56	64	72	80	90	100	110	125	140	160	180	200	225	250	280
ISO 1000/31'	36	40	45	50	56	64	72	80	90	100	110	125	140	160	180	200	225	250	280	320
ISO 1600/33'	45	50	56	64	72	80	90	100	110	125	140	160	180	200	225	250	280	320	320	360
ISO 3200/36'	64	72	80	90	100	110	125	140	160	180	200	225	250	280	320	320	360	400	450	500
ISO 6400/39'	90	100	110	125	140	160	180	200	225	250	280	320	320	360	400	450	500	560	640	720

Belichtungsmesser, technische Daten

Modell	Anzeige; Abgleich	Messarten	Messbereich (bei ISO 100/21') Filmempfindlichkeit	Messwinkel (bei Objektmessung)	Synchronzeiten	Skalen
Gossen Sixon 2	Zeiger; Übertragungsskala	Dauerlicht: Objekt- und Lichtmessung	LW +3 bis +17; ISO 6/9' bis 3200/36'	40'		Verschlusszeit, Blende, DIN und ASA
Gossen Sixtomat 2	Zeiger; Nullpunkt-abgleich	Dauerlicht: Objekt- und Lichtmessung	LW +3 bis +17; ISO 6/9' bis 12'000/42'	30'		Verschlusszeit, Blende, Lichtwert, DIN und ASA
Gossen Lunasix 3	Zeigerinstrument; Übertragungsskala	Dauerlicht: Objekt- und Lichtmessung	LW -4 bis +17 ISO 0,8/0' bis 25'000/45'	ca. 30' (mit Zubehör 15' und 7,5')		Verschlusszeit und Blende, Lichtwert, Kino-Gangzahlen, DIN und ASA
Gossen Lunalite	Leuchtdioden; Lichtwaage	Dauerlicht: Objekt- und Lichtmessung	LW+1 bis +17; ISO 0.8/O' bis 100'000/51'	ca. 30' (mit Zubehör 15' und 7,5')		Verschlusszeit und Blende, Lichtwert, Korrekturfaktoren, Zonenskala, DIN und ASA
Gossen Lunasix F	Zeigerinstrument; Nullpunkt-abgleich	Dauer- und Blitzlicht: Objekt- und Lichtmessung	LW-1 bis +17; ISO 0,8/0' bis 100'000/51°	Dauerlicht: 30'; Blitzlicht: 20'	1/60 Sek	Verschlusszeit und Blende, Lichtwert, Korrekturfaktoren, Zonenskala, DIN und ASA
Gossen Profisix	Zeigerinstrument; Nullpunkt-abgleich	Dauerlicht: Objekt- und Lichtmessung; (mit Zubehör auch Blitzlicht)	LW -4 bis +17; ISO 0.8/0' bis 100'000/51°	30' (mit Zubehör 10', 5' und 1')		Verschlusszeit und Blende, Lichtwert, Korrekturfaktor, Zonenskala, Ci-ne-Skala, DIN und ASA
Gossen Multisix	LCD-Digitalanzeige	Dauer- und Blitzlicht: Objekt-, Licht- und Kontrastmessung	LW -2 bis +18 (Blitzlicht: f/2,8 bis f/45); ISO 1/1 'bis 800'000/60'	Dauerlicht: 30'; Blitzlicht: 20'; (mit Zubehör 15' und 7,5')	1/60 Sek bis 1/250 Sek	Anzeige von Verschlusszeit und Blende, Lichtwert, Korrekturfaktoren, Kontrast, Beleuchtungsstärke, DIN und ASA
Gossen Mastersix	LCD-Digitalanzeige	Dauer- und Blitzlicht: Objekt- und Lichtmessung; Kontrast- Farbtemperatur-, Dichte- und Luxmessung	LW -4 bis +18, Blitzlicht: f/2,8 bis f/256; ISO 1/1 'bis 800'000/60'	Dauerlicht: 30', Blitzlicht: 20'; (mit Zubehör 10', 5' und 1')		Anzeige von Verschlusszeit, Blende, Lichtwert, Korrekturfaktoren, Kontrast, Beleuchtungsstärke, Dichte, Farbtemperatur, DIN und ASA
Gossen Spot-Master	LCD-Anzeige, digital oder analog	Spotmessung von Dauer- und Blitzlicht; Blitz-Additionsmessung	LW +1 bis +22; Blitzlicht: f/2,8 bis f/45; ISO 1/1 'bis 80'000/50'	r (Sucherfeld ca. 15')	1/1 000 Sek bis 1/8 Sek	Alle Skalen direkt im Sucher sichtbar: Verschlusszeit und Blende, Zonenskala, Lichtwert, Korrekturfaktor, ISO
Minolta Auto-Meter IM, Auto-Meter IIIF	LCD-Digital- und Analoganzeige	Auto-Meter III: Dauerlicht: Licht- und Objektmessung, Mittelwertbildung; IIIF: zusätzlich Blitzmessung	Dauerlicht: LW -2,4 bis +22,5; Blitzlicht: f/1,4 bis f/64; ISO 12/1 2' bis 6400/39'	40' (mit Zubehör 10' oder S')	1/60 und 1/250 Sek (nur Auto-Meter IIIF)	Anzeigen für Belichtungszeit, Blende, Lichtwert, ASA; zusätzliche Analoganzeige für Blendenwerte
Minolta Flash-Meter IV	LCD-Digital- und Analoganzeige	Objekt- und Lichtmessung, addierende Blitz-Messung, getrennte Anzeige von Dauer- und Blitzlicht, Mittelwertbildung	Dauerlicht: LW -2 bis +22; Blitzlicht: f/1,0 bis f/90; ISO 8/10' bis 6400/39'	40', (mit Zubehör 10' und 5')	30 min bis 1/000 Sek	Belichtungszeit, Blende, Lichtwert, ASA, Anzahl Blitze, zusätzliche Analogska für Blendenwerte und Kontraststufen

Messzelle	Zubehör	Abmessungen, Gewicht	Diverses	Zirka-Preis DM/sFr	Modell
CdS-Fotowiderstand		ca. 60g		140-153-	Gossen Sixon 2
CdS-Fotowiderstand		ca. 90g		160.-173-	Gossen Sixtomat 2
CdS-Widerstand	Vorsatz für 15' und 7,5', Vorsätze für Beleuchtungs- und Durchlichtmessung, Mikroskopie und Labor, Sonde für Messungen im Nahbereich oder auf der Mattscheibe		Besonders grosser Messbereich, Skala in zwei Empfindlichkeits-Bereiche umschaltbar	320.-428.-	Gossen Lunasix 3
Si-Diode	wie Lunasix 3		Skala zur einfachen Anwendung des Zonenystems; Messwertspeicher	250.-315-	Gossen Lunalite
2 Si-Dioden	wie Lunasix 3		wie Lunalite	420.-549.-	Gossen Lunasix F
Si-Diode	wie Lunasix 3; Zusätzliche Vorsätze für Blitzlicht, Farbtemperatur-, Spot- und Filmebenenmessung (bei Fachkameras)		Durch 10 verschiedene Vorsätze äusserst vielseitig verwendbares Gerät	400.-525-	Gossen Profisix
2 Si-Dioden	wie Lunasix 3		Automatische Mittelwertbildung aus 15 Messwerten, beliebig lange Messwertspeicherung	700-729.-	Gossen Multisix
2 Si-Dioden	wie Lunasix 3, zusätzlich Vorsätze für Farbtemperatur-, Spot- und Filmebenenmessung (bei Fachkameras)		Messwertspeicherung, Mittelwertbildung aus 15 Messungen, Timer für Langzeitaufnahmen	1000-1199-	Gossen Mastersix
Si-Diode		9,0x5,7 x 19,0cm; ca. 400g	Mittelwertbildung aus bis zu 10 Messungen, Berücksichtigung der Filmentwicklung beim Zonenystem, Messwertspeicherung	1000-1178-	Gossen Spot-Master
Si-Diode	Objektmessungsblende, Spotvorsatz für 10' und 5'. Plan-Diffusor, sphärischer ND-Diffusor 4x und 8x, Lochmaske für Labormessungen, Mini-Lichtmessfühler, Booster II für Mattscheiben- Filmebenen- Okular- und Mikroskopmessung.	13,2x6, x3,1cm; 170g	drehbarer Messkopf, speziell für Nahaufnahmen: Mini-Lichtmessfühler mit biegbarem Halteam, Mittelwertbildung aus zwei Messungen	III: 330.-475.- IIIF: 570-795.-	Minolta Auto-Meter III, Auto-Meter IMF
Si-Diode	wie Auto-Meter III/IIIF;	15,3x6, x 2,8cm; 200g	wie Auto-Meter III/IIIF, zusätzlich: drahtlose Übertragung der Einstellwerte auf die Kameras Minolta 9000 und 7000 (Datenempfänger DR-1000 notwendig)	1120-1395.-	Minolta Flash-Meter IV

Modell	Anzeige; Abgleich	Messarten	Messbereich (bei ISO 100/21') Filmempfindlichkeit	Messwinkel (bei Objekt-messung)	Synchron-zeiten	Skalen
Minolta Spotmeter-F	LCD-Digital- und Analog-anzeige,	Spotmessung von Dauer- und Blitzlicht, Kontrastmessung, Mittelwertbildung	Dauerlicht: LW +1 bis +22; Blitz: f/2 b ist/90; ISO 12/1 2' bis 6400/39'	1° (Sucherbild ca 20")	1 bis 1/1000Sek	Verschlusszeit, Blende, Lichtwert, ASA, zusätzliche Analogskala für Blendenwerte
Pentax Digital Spotmeter	LED-Digitalanzeige, Angabe in Lichtwerten	Spotmessung von Dauerlicht	LW +1 bis +20; ISO 6/9' bis 6400/39'	r (Sucherbild 26')		Verschlusszeit, Blende, Lichtwert, ASA
Pentax Spotmeter V	Zeigerinstrument, Angabe in Lichtwerten	Spotmessung für Dauerlicht	LW+1 bis +19; ISO 12/1 2' bis 6400/39'	1' (Sucher ca. 15')		Verschlusszeiten, Blende, Lichtwert, ASA und DIN
Quantum Calcu-Light-X	zweistellige LED-Digitalanzeige, Übertragungs-Skala	Dauerlicht; Objekt- und Lichtmessung	LW -3 bis +21 ; ISO 1/0' bis 800'000/60'	30' (Mit Zubehör: 10')		Verschlusszeit und Blende, Lichtwert, ASA und DIN, Kino-Gangzahlen, Übertragungsskala
Quantum Calcu-Light-XP	LED-Digitalanzeige, Übertragungs-Skala	Dauerlicht: Objekt- und Lichtmessung	LW -7 bis +21 ; ISO 1/0' bis 800'000/60'	30' (mit Zubehör: 10')		Verschlusszeit und Blende, Lichtwert, ASA und DIN, Kino-Gangzahlen, Übertragungsskala
Quantum Calcu-Flash-II	LED-Digitalanzeige; Übertragungs-Skala	Dauer- und Blitzlicht: Objekt- und Lichtmessung, addierende Blitzmessung	Dauerlicht: LW +3 bis +24, Blitzlicht: Blende 1,0 bis 45; ISO 1/0' bis 50'000/48'	30' (mit Zubehör 10')	1/15Sek bis 1/500 Sek	Blendenwerte, ASA und DIN, Übertragungs-Skala
Sekonic Multi-Lumi	Zeigerinstrument; Übertragungs-Skala	Dauerlicht: Objekt- und Lichtmessung	LW +2 bis +18; ISO 6/9' bis 12'000/42'			Verschlusszeit, Blende, Lichtwert, ASA und DIN
Sekonic Studio Deluxe	Zeigerinstrument; Übertragungs-Skala	Dauerlicht: Objekt- und Lichtmessung	LW +4 bis +17; ISO 6/9' bis 12'000/42'	54'		Verschlusszeit, Blende, Kino-Gangzahlen, Lichtwert, ASA und DIN
Sekonic Digi Lite / Digi Lite F	LCD-Digital- und Analog-anzeige	Dauerlicht: Objekt- und Lichtmessung; Digi Lite F: zusätzlich Blitzlichtmessung	Dauerlicht: LW 0 bis +20; (Blitzlicht: Blende 1,4 bis 90); ISO 3/6" bis 8000/40"	54' (mit Zubehör 5')	1 bis 1/500 Sek	Verschlusszeit, Blende, Lichtwert, ASA, zusätzliche Analogskalen für ganze und 1/10 Blendenweite
Sekonic Digipro X-1	LCD-Digital- und Analog-anzeige	Dauer- und Blitzlicht: Objekt- und Lichtmessung, addierende Blitzmessung	Dauerlicht: LW+1 bis +18; Blitzlicht: Blende 1,0 bis 90; ISO 6/9' bis 8000/40'	55' (mit Zubehör 10')	1 bis 1/500 Sek	Verschlusszeit, Blende, Lichtwert, ASA, Anzahl Blitze, zusätzliche Analoganzeigen für ganze und 1/10 Blendenwerte
Sekonic Digi-Spot	LCD-Digital-anzeige	Spotmessung für Dauer- und Blitzlicht	Dauerlicht: LW +1 bis +20; Blitzlicht: Blende 5,6 bis 90; ISO 3/6' bis 8000/40'	1°, umschaltbar auf 20'	1 bis 1/500 Sek	Verschlusszeit, Blende, Lichtwert, ASA, zusätzliche Analogskala für 1/10 Blendenwerte

Messzelle	Zubehör	Abmessungen; Gewicht	Diverses	Zirka-Preis DM/sFr	Modell
Si-Diode		15,0x8, x 4,8cm; 240g	zusätzliche Blenden- oder LW-Anzeige im Sucher, Sucheranzeige beleuchtbar, Betonung der Schatten oder Lichter wählbar	850-895-	Minolta Spotmeter-F
Si-Diode		14,4x8, x 4,4cm; 245g		949.-785.-	Pentax Digital Spotmeter
Si-Diode	450g	16x12,7 x 6,2cm;	Sucherskala beleuchtbar	579-498-	Pentax Spotmeter V
Si-Diode	Spotvorsatz für 10', Glasfaservorsatz für Objektmessung an schwer zugänglichen Stellen und Mattscheibenmessung, Plandiffusor, 2 drehbare Vorsätze für bequemere Lichtmessung, Filtervorsatz mit verschiedenen Farbfiltern für die automatische Berücksichtigung von Filterfaktoren	10 x 7 x 3cm; 112g	fortlaufende Messung bei gedrückter Messstaste; beim Loslassen wird der letzte Messwert gespeichert	—360.-	Quantum Calcu-Light-X
Si-Diode	wie Calcu-Light-X, zusätzlich Vorsatz für Miroskopie	10 x 7 x 3cm; 112g	große Empfindlichkeit, mit Zubehör als Labor-Belichtungsmesser verwendbar	—435.-	Quantum Calcu-Light-XP
Si-Diode	wie Calcu-Light-XP	10 x 7 x 3cm; 130g		425.-565-	Quantum Calcu-Flash-II
CdS-Foto-widerstand				136.-154-	Sekonic Multi-Lumi
Selen-Foto-element		10,7 x 5,9 x 3,0cm; 250g	Messwertspeicherung durch mechanische Zeigerarretierung	229-229-	Sekonic Studio Deluxe
Si-Diode	Spotvorsatz für 5'	12,1 x 6,4 x 2,3cm; 110g		Digi Lite; 346-395.-F: 540-560-	Sekonic Digi Lite / Digi Lite F
Si-Diode	Spotvorsatz für 10'	12,2x6, x 2,7cm; 205g	Akustische Anzeige bei falscher Einstellung, Speicherung aller Einstelldaten auch bei ausgeschaltetem Gerät	799-810.-	Sekonic Digipro X-1
Si-Diode		13,7x6, x 5,1cm; 255g		749-747-	Sekonic Digi-Spot

Lieferanten-Verzeichnis

	Generalvertretung Deutschland:	Generalvertretung Schweiz:
Gossen	Gossen GmbH Postfach 1780 8520 Erlangen Telefon 09131 827-1	Erno Photo AG Niederhasistrasse 12 8157 Dielsdorf Telefon 01 853 21 53
Minolta	Minolta Handels-GmbH Kurt-Fischer-Strasse 50 2070 Ahrensburg Telefon 04102 70-235	Minolta (Schweiz) AG Riedstrasse 6 8953 Dietikon Telefon 01 7405311
Pentax	Pentax Handels-GmbH Postfach 540169 2000 Hamburg 54 Telefon 040 5617-0	Pentax (Schweiz) AG Industriestrasse 2 8305 Dietlikon Telefon 01 8333860
Quantum	Multiblitz Mannesmann GmbH Oberstrasse 89 5000 Köln 90 Telefon 02203 130 11	Ott + Wyss AG Napfweg 3 4800 Zofingen Telefon 062 51 70 71
Sekonic	Sekonic Europa E. E. Electronic Spaldingerstrasse 64 2000 Hamburg 1 Telefon 040 231021	Lübco Company AG/SA 5632 Buttwil Telefon 057 44 38 38

Belichtungsmesser, technische Daten

Die Tabellen auf den vorangehenden Seiten dienen dazu, dem Interessierten einen ersten Überblick über die verschiedenen Marken und Modelle zu verschaffen. Aus Platzgründen konnten allerdings nicht alle Geräte des Marktes vollständig erfasst werden. Verzichtet wurde vor allem auf ein paar Modelle der untersten Preisklasse, die teilweise nicht einmal über die Möglichkeit der Lichtmessung verfügen. Die Übersicht entspricht dem Stand Frühjahr 1989. Noch mehr Einzelheiten als in unserer Tabelle finden Sie in den Detail-Prospekten der einzelnen Firmen. Die angegebenen Preise sind nur als ungefähren Vergleichswert zu betrachten. Den jeweils gülti-

gen Verkaufspreis erfahren Sie bei Ihrem Fachhändler.

Lieferanten-Verzeichnis

Dem Lieferanten-Verzeichnis können Sie die Anschrift der Generalvertretungen in der Bundesrepublik Deutschland und der Schweiz entnehmen. Der Verkauf von Belichtungsmessern an den Endverbraucher erfolgt allerdings ausschliesslich über den Fachhandel. Jedoch kann es bei der Vielfalt des Angebotes durchaus vorkommen, dass dort nicht immer über alle Geräte Prospektmaterial vorrätig ist. In diesem Falle wird Ihnen der betreffende Importeur sicher gerne mit Unterlagen weiterhelfen.