



## KAPITEL 4

# BELICHTUNGSMESSUNG UND BELICHTUNG

---

Analoge Fotografie bedeutet auch, dass die Kamera dem Fotografen nur wenige bis gar keine Entscheidungen abnimmt. Das ist mühsam und befreiend zugleich. Dieses Kapitel erklärt, wie Sie mit analoger Technik zur passenden Belichtung kommen und wie Sie die Herausforderung, den Kontrastumfang Ihres Motivs den Möglichkeiten Ihres Filmmaterials anzupassen, meistern. Dabei werden auch das Zonensystem, der Einsatz eines Handbelichtungsmessers und Alternativen dazu erläutert.

# BELICHTUNGSMESSUNG UND BELICHTUNG

*Wie Sie das Licht richtig auf den Film bannen*

Haben Sie sich schon einmal gefragt, woher Ihre Kamera eigentlich »weiß«, wie hell oder dunkel Ihr Motiv ist, wie sie darauf reagieren soll und warum die Belichtungsautomatiken in einigen bestimmten Situationen versagen? Die folgenden Seiten helfen Ihnen, dieses Mysterium zu verstehen und immer die richtige Entscheidung für die passende Belichtung zu treffen.

## 4.1 Die richtige Belichtung

Die Kameras messen das vom Motiv reflektierte Licht und weisen dem so ermittelten Wert einen bestimmten durchschnittlichen Helligkeitswert zu. Dieser Wert wird als ein mittleres Grau definiert, das 18 % des einfallenden Lichts reflektiert. Alle Belichtungsmesser, ob Handbelichtungsmesser oder in der Kamera eingebaute, sind auf diesen Wert geeicht.

Dies erklärt, warum Ihre hellen Motive oft unterbelichtet sind, und bei Ihren dunklen Motiven die hellen Bildbereiche überbelichtet sind. Ihr Belichtungsmesser kann nicht feststellen, ob Sie im Schnee oder in der Nacht fotografieren, und er kennt Ihre gestalterische Absicht nicht. Er »interpretiert« alle Werte in den mittleren Tonwertbereich hinein, also grau. Überraschenderweise liegt er damit auch fast immer richtig. Aber bei den interessanten Motiven mit einem hohen Kontrastumfang oder

Motiven mit einem großen hellen oder dunklen Bildanteil versagen die Belichtungsautomatiken, und Sie müssen korrigierend eingreifen.

Die Hauptaufgabe einer richtigen Belichtung besteht also zuallererst darin, alle in Ihrem Motiv zur Verfügung stehenden visuellen Informationen auf den Film zu bannen. Wenn Sie unterbelichten, verlieren Sie im Negativfilm, Schwarzweiß wie Farbe, zuerst die Detailzeichnung in den dunklen Schattenbereichen. Überbelichtete Negative können durch längere Belichtungszeiten beim Vergrößern noch genutzt werden, allerdings oft mit einer reduzierten Tonwertwiedergabe in den hellen Partien Ihres Motivs. Die Diapositivfilme vertragen wie die Sensoren der Digitalkameras dagegen keine Überbelichtung. Hier müssen Sie darauf achten, dass Ihre Lichter nicht »ausfressen«. Unter der Lupe oder bei der Projektion sind in den Schatten oft noch kleinste Details zu erkennen. Daraus folgt, dass Sie, je nachdem, mit welchem Film Sie fotografieren – Negativ oder Dia –, Ihre Aufmerksamkeit auf die Schatten beziehungsweise die Lichter Ihres Motivs lenken müssen.

Hilfsmittel zur Beurteilung des gerade fotografierten Bildes, die Sie vielleicht aus der digitalen Fotografie gewohnt sind, gibt es nicht. Auf ein Histogramm oder eine Über- beziehungsweise Unterbelichtungswarnung müssen Sie verzichten. Sie verlassen sich auf Ihre genaue Belichtungsmessung und die hoffentlich exakte Filmpflichtlichkeitsangabe des Filmherstellers.

## 4.2 Kontraste bewältigen

Die Ende des 19. Jahrhunderts begründete Wissenschaft der Sensitometrie untersucht und beschreibt den Zusammenhang zwischen Belichtung und Schwärzung von lichtempfindlichem Material. Das Ziel war das »vollkommene« Negativ, und der Weg dahin wurde in logarithmischen Schwärzungskurven gezeigt, die kaum jemand interpretieren konnte. Ansel Adams und Fred Archer übersetzten diese Logarithmen in Helligkeitszonen in ihren Motiven und konnten so anschaulich den Zusammenhang zwischen Belichtungsmessung, Belichtung, Entwicklung und daraus resultierender Schwärzung des Filmmaterials vermitteln. Mit dem sogenannten *Zonensystem* stellten sie eine der besten Möglichkeiten zur Verfügung, das Hauptproblem der Fotografie zu lösen: die Bewältigung der Motivkontraste.

Der Kopierumfang der damaligen Fotopapiere war nicht variabel, sondern in verschiedenen Gradationsstufen festgelegt. Die verschiedenen Papiergradationen unterscheiden sich durch die Belichtungswerte, die benötigt werden, um auf dem jeweiligen Papier eine geringste und eine maximale Dichte zu erreichen. Bei kontrastreich arbeitenden Papieren (Gradation 4 oder 5) ist die Zeitdifferenz zwischen den Grenzdichtewerten gering, bei kontrastarmen Papieren (Gradation 1 oder 0) dagegen groß. Um brillante Vergrößerungen mit einer vollen Tonwertskala von tiefem Schwarz bis zu hohem Weiß zu erhalten, muss die Gradation des Negativs dem verwendeten Fotopapier angepasst werden. Das Ziel ist, auf einem Papier der Gradation 2 oder 3 vergrößern zu können, da diese Papiere die umfangreichste Tonwertskala zur Verfügung stellen können. Dies gelang und gelingt auch heute noch durch

1. eine gezielte Ermittlung des Motivkontrasts durch mehrere Spotmessungen in den Lichtern, den Schatten und den Zwischentönen
2. die anschließende Übertragung dieser Abstufungen in ein optimales Negativ durch eine exakte Belichtung
3. durch eine dem Motivkontrast angepasste Entwicklungszeit; eine verkürzte Entwicklungszeit verringert die Gradation des Negativs, eine verlängerte erhöht diese

### DIE RICHTIGE BELICHTUNG

Ein Grundsatz aus der Fotografie auf Schwarzweiß-Negativfilm lautet: *Belichten Sie auf die Schatten, und entwickeln Sie auf die Lichter*. Das Belichtungsprinzip kann auf Farbfilme nur teilweise übertragen werden, denn die Entwicklungszeiten sind standardisiert, und von diesen sollte nur zur Korrektur einer Fehlbelichtung abgewichen werden, denn es können doppelte Farbstiche entstehen (Denn die sensitometrischen Dichtekurven der einzelnen Farbschichten im Negativfilm – cyan, magenta und gelb – verlaufen nur bei einer exakt eingehaltenen Entwicklungszeit und -temperatur parallel, siehe Kapitel 5). Für Farbnegative gilt: Belichten Sie auf die Schatten. Und für Diafilme: Belichten Sie auf die Lichter. Dasselbe gilt übrigens in der digitalen Fotografie, die ja auch ein Positiv ohne den Zwischenschritt eines Negativs liefert.

Heute ist es etwas einfacher, da in der Dunkelkammer modernes, kontrastvariables Papier (sogenanntes *Multi-grade-Papier*) zur Verfügung steht. Aber dennoch weist ein auf die Schatten belichtetes und auf die Lichter entwickeltes Negativ die größtmögliche Informationsdichte auf und ist die Voraussetzung für die Schaffung einer sehr guten Vergrößerung im Positivprozess. Frisch gegossenes festgraduiertes Fotopapier ist auf dem Fotomarkt heute noch in den Gradationen Spezial (2) und Normal (3) erhältlich.

Die Helligkeitsunterschiede im Motiv kategorisiert das Zonensystem in elf Zonen: von Schwarz in Zone 0 bis Weiß in Zone X. Die mittlere Zone V entspricht dem mittleren Grau mit 18 % Reflexion, auf das alle Belichtungsmesser geeicht sind. Die Unterschiede zwischen den Zonen entsprechen jeweils einem Blendenwert. Zone IV ist also halb so hell wie Zone V und Zone VI doppelt so hell. Das Zonensystem beschreibt demnach einen Kontrastumfang von elf Blenden.

Ansel Adams ordnete den Motivkontrast in fünf Gruppen ein: sehr gering (drei Blenden und weniger), gering (vier Blenden), normal (fünf Blenden), hoch (sechs Blenden) und sehr hoch (sieben Blenden und mehr).

Zone	Beschreibung der Dichte im Negativ	Wirkung im Positiv
0	Völlige Transparenz des Negativs, ohne Belichtung des Schwellenwerts	Tiefschwarz, maximal mögliche Schwärzung des Fotopapiers
I	Erste nutzbare Schwärzung, mit der die Filmempfindlichkeit bestimmt wird	Fast schwarz, erster wahrnehmbarer Tonwert nach der Maximalschwärzung
II	Erste sichtbare Details in den transparenten Schattenbereichen	Grauschwarz, mit einer Spur von Zeichnung im Schatten und in schwarzen Materialien
III	Dunkelster Ton mit voller Durchzeichnung, Belichtungszone für durchzeichnete Schatten	Dunkelstes Grau, gut erkennbare Details und Strukturen in dunklen Materialien, im Schatten, in schwarzem Haar
IV	Empfohlene Schattenzone bei Porträts in diffusem Licht	Dunkles Grau, Schatten in Landschaften, dunkles Laubwerk, tiefblauer Himmel mit Rotfilter
V	Mittlere Schwärzung des Filmmaterials, Standardgraukarte	Neutralgrau mit 18 % Lichtreflexion, dunkle Haut, verwittertes Holz, nasser Straßenbelag
VI	Deutlich wahrnehmbare Schwärzung zum mittleren Grau	Hellgrau, helle Haut bei diffusem Licht, heller Stein, Schatten im Schnee, klarer Himmel
VII	Noch differenzierbare Zeichnung im Negativ, bildwichtige Lichter	Hellstes Grau mit voller Durchzeichnung, blondes Haar, weiße und helle Materialien, Schnee bei Sonnenschein
VIII	Grenze der Differenzierbarkeit der Lichter	Fast weiß, nur noch angedeutete Zeichnung, weiße und helle Materialien im Sonnenlicht
IX	Äquivalent zu Zone I, Spitzlichter ohne Zeichnung	Weiß, ohne jede Zeichnung, aber noch mit etwas Deckung, Spitzlichter, direkte Lichtquelle, Lichtreflexe
X	Maximale Schwärzung	Papierweiß

⚡ **Tabelle 4.1**

Die Definition der einzelnen Zonen des Zonensystems. Die Darstellung der Grauwerte der Zonen entspricht dem Eindruck auf dem Fotopapier. Beim Negativ ist der Verlauf der Helligkeitsabstufungen umgekehrt. Nur die Dichte der Zone V ist bei beiden (Fotopapier und Negativ) gleich.

Durch eine auf den Motivkontrast angepasste Verkürzung beziehungsweise Verlängerung der Entwicklungszeit konnte er den Filmkontrast der Gradation des Vergrößerungspapiers angleichen. Bei einem geringen Motivkontrast wird die Entwicklungszeit verlängert, um die Schwärzung der Lichter im Negativ zu verstärken und auszudifferenzieren. Verkürzt wird die Entwicklungszeit bei hohem Kontrast. Dadurch wird die Schwärzung der Lichterpartien im Negativ reduziert. Der Belichtungsumfang eines Schwarzweiß-Negativfilms beträgt je nach Art des Films acht bis zwölf Blenden und kann durch exakte Belichtung und Negativentwicklung auf das gewünschte Vergrößerungspapier eingestellt werden. Ein praktisches Beispiel mit den Auswirkungen der unterschiedlichen Belichtungs- und Entwicklungszeiten finden Sie in Kapitel 5 ab Seite 166.

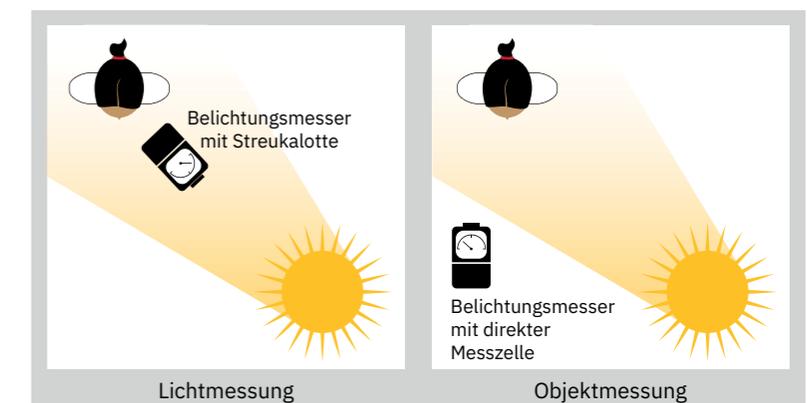
Auf der Basis des Zonensystems können Sie alle bildwichtigen Details Ihres Motivs einzeln anmessen und bewerten. Das ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg vom Motiv zum gelungenen Negativ (ich werde das gleich im Detail erklären). Vergessen Sie dabei aber nicht, dass Sie fotografieren und keine Wissenschaft betreiben: Bei der Belichtung und Entwicklung geht es nicht um die feste Umsetzung von ermittelten Laborwerten, sondern um die kreative Interpretation Ihrer ermittelten Messwerte, damit aus Ihrem visualisierten Bild später in der Dunkelkammer eine reale Komposition von aufeinander abgestimmten Grauwerten entsteht. Dabei hilft es, Ihr Auge zu trainieren, um die elf Zonen in Ihrem Motiv erkennen zu lernen und die mögliche schwarzweiße Umsetzung zu visualisieren. Die Trainingsmethode ist ganz einfach und überall möglich: Sie schauen sich ein Motiv oder auch nur eine zufällig gefundene Szene genau an (Sie müssen sie ja nicht fotografieren) und analysieren die Lichtverhältnisse. Welche Kontraste sehen Sie, wie groß ist die Blendendifferenz zwischen Lichtern und Schatten, und wie würden Sie belichten? Und dann messen Sie nach. Sie werden erstaunt sein, wie schnell Sie Tonwerte erkennen können.

### 4.3 Die Belichtung messen

Fast alle Kameras besitzen integrierte Belichtungsmesser, die Belichtungsmessung erfolgt über einen Fotowiderstand (siehe Abschnitt 2.4 ab Seite 35).

Die meisten professionellen Fotografen benutzen externe Belichtungsmesser. In einem Fotostudio kann ein Lichtaufbau mit Studioblitzen ohne Handbelichtungsmesser gar nicht eingeleuchtet werden. Diese Geräte bieten mit der Lichtmessung und der Objektmessung zwei verschiedene Messmethoden, und sie können – mit wenigen Ausnahmen – die Lichtleistung von Blitzgeräten erfassen. Die Lichtempfindlichkeit des jeweiligen Geräts müssen Sie selbstverständlich dem ISO-Wert Ihres Filmmaterials anpassen.

Bei der *Lichtmessung* wird das einfallende Licht durch eine diffuse weiße Messkalotte direkt gemessen. Das Reflexionsvermögen des Objekts und der Kontrastumfang des Motivs werden nicht berücksichtigt und beeinflussen die Messung nicht. Es wird nur die Beleuchtungsstärke festgestellt und diesem Lichtwert eine Zeit-Blenden-Kombination zugeordnet. Der Belichtungsmesser wird möglichst nahe am Objekt in Richtung Kamera gehalten. Der gemessene Wert entspricht einem mittleren Grau der Zone V, da die diffuse Messkalotte genau 18 % des auftreffenden Lichts passieren lässt, das von Silizium-Fotodioden gemessen wird. Eine Lichtmessung ergibt denselben Wert wie eine Objektmessung auf eine Graukarte.



⚡ **Abbildung 4.1**

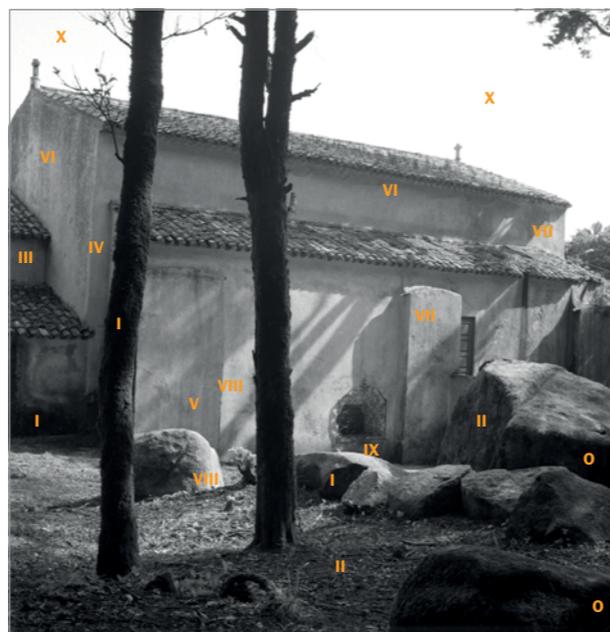
Licht- und Objektmessung



⤴ **Abbildung 4.2**

Beim Sekonic L-608 kann der Messwinkel der Spotmessung zwischen 1° und 4° variiert werden. Wie für jeden umfassend ausgestatteten Handbelichtungsmesser gibt es selbstverständlich auch die Option der Lichtmessung mit versenkbarer Kalotte für die Ausleuchtung von Reproduktionen und für die Blitzbelichtungsmessung. Das Gerät kam 2001 auf den Markt und ist auch heute noch vollkommen ausreichend.

Bei der *Objektmessung* wird das reflektierte Licht des Motivs gemessen, und so messen auch die in den meisten Kameras eingebauten Belichtungsmesser. Der Messwert wird dabei durch das unterschiedliche Reflexionsverhalten der angemessenen Objekte im Motiv beeinflusst. Auch hier gilt, dass der Belichtungsmesser das reflektierte Licht als mittleres Grau interpretiert. Daher wird er, wenn zwei unterschiedlich helle Objekte im Bild sind, beim Anmessen des hellen Objekts einen größeren Blendenwert anzeigen als beim dunkleren. Damit können Sie den Kontrast, also die durch Reflexion und Absorption des auftreffenden Lichts entstehende Helligkeitsverteilung, im Motiv analysieren, und Sie haben es dann selbst in der Hand, zu entscheiden, welcher Wert für Ihre Bildaussage der richtige ist.



⤴ **Abbildung 4.3**

Hier sehen Sie die Kapelle Santa Eufémia bei Sintra, 2018, mit den eingezeichneten Helligkeitszonen nach dem Zonensystem. In Abbildung 4.5 wird das Bild noch einmal größer gezeigt.

Für eine präzise Messung nach dem Zonensystem sollte der Handbelichtungsmesser in der Lage sein, eine Spotmessung mit einem sehr kleinen Messwinkel durchzuführen. Neben der obligatorischen Lichtmessung bieten aktuell der Gossen Starlite 2, der Sekonic L-858 und der Kenko KFM-2200 die Spotmessung mit einem Messwinkel von 1° an und sind damit sehr gut für eine Kontrastmessung nach dem Zonensystem geeignet. Wenn Sie auf eine Lichtmessung verzichten können oder wollen, sind auch die auf dem Gebrauchtmärkte gehandelten Minolta Spotmeter M beziehungsweise F mit einem Messwinkel von 1° empfehlenswert. Bei einigen einfacheren Belichtungsmessern, wie dem Kenko KFM-1100 und dem Sekonic L-478, kann der Messwinkel mit einem Vorsatz auf auch noch ausreichende 5° reduziert werden.

Die Integralmessung der analogen Kameras misst ebenfalls das reflektierte Licht Ihres Motivs, allerdings mit einem wesentlich größeren Messwinkel, der dazu noch abhängig vom Bildwinkel Ihres genutzten Objektivs ist. Bei einigen der ab Anfang der 1990er Jahre gebauten höherwertigen analogen Kameramodellen steht Ihnen auch eine Spotmessung zur Verfügung, die abhängig vom Kameramodell ca. 1 % des Bildfelds in der Mitte des Suchers nutzt. Auch hier ist der reale Messwinkel allerdings abhängig vom Bildwinkel des benutzten Objektivs. Der große Nachteil dieser Art der Belichtungsmessung ist, dass Sie Ihre Kamera zum Ausmessen des Motivkontrasts bewegen müssen. Denn der Spotmesspunkt befindet sich in der Mitte des Sucherfelds. Dadurch beginnen Sie nach der Messung erneut mit Ihrem Bildaufbau im Sucher. Mit einem Handbelichtungsmesser teilen Sie die fotografischen Aufgaben Bildaufbau und Lichtmessung auf zwei voneinander unabhängige Geräte auf.

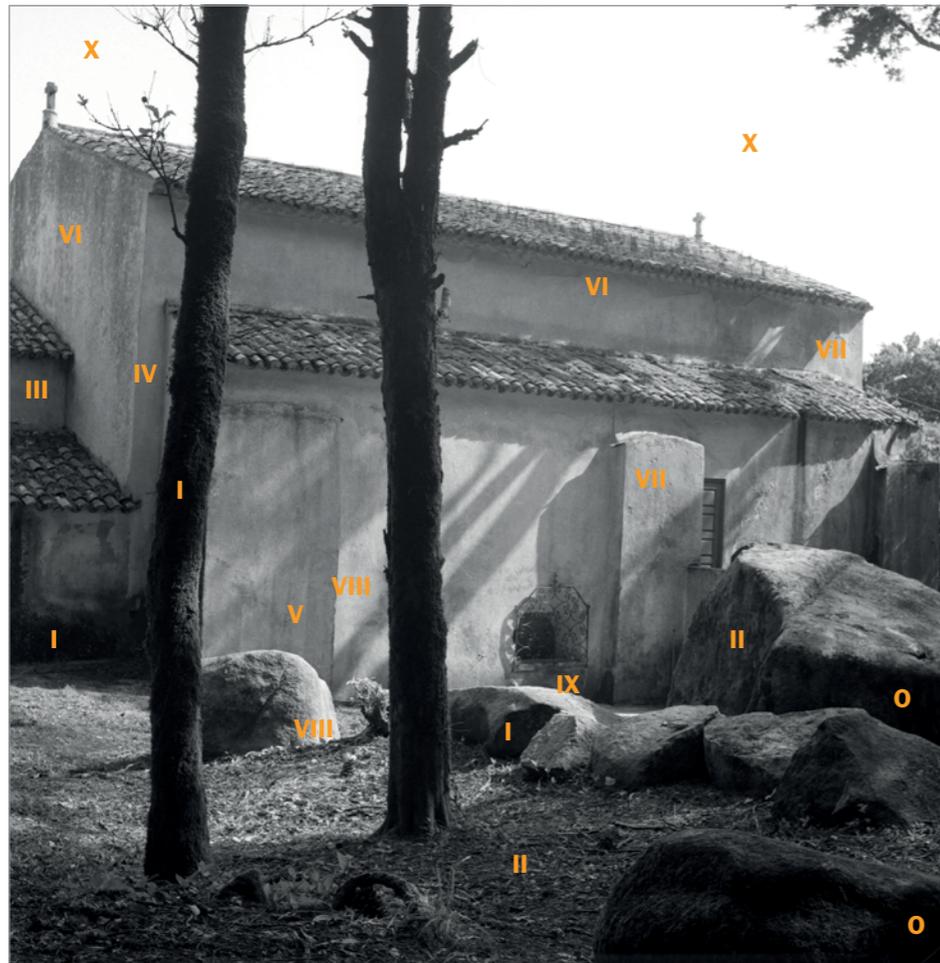
Meine Vorgehensweise bei der Belichtungsmessung erläutere ich anhand des Fotos der Kapelle Santa Eufémia bei Sintra in Portugal (siehe Abbildung 4.3 und 4.5). Die Szenerie habe ich an einem späten Nachmittag im Hochsommer entdeckt, daher das intensive Lichtspiel



auf der Nordseite des Gebäudes. Die Kontraste im Motiv waren sehr hoch: vom dunstigen, sehr hellen südlichen Himmel bis hin zu den tiefen Schatten unterhalb der Steine. Meine Rolleicord war mit einem Ilford FP4 geladen, der eine Empfindlichkeit von ISO 125 hat. Daher hatte ich meinen Belichtungsmesser auf ISO 100 eingestellt, denn nach meiner Erfahrung verträgt es dieser Film in der Kombination mit dieser Kamera gut, ca. 1/3 Blende mehr belichtet zu werden. Und ich hatte bei der Wanderung kein Stativ dabei, deshalb die Wahl der Belichtungszeit von 1/60 Sekunde. Ein erstes Ausmessen des Motivs mit meinem Spotbelichtungsmesser ergab einen Kontrastumfang von über zehn Blenden, also weit mehr, als das Filmmaterial wiedergeben kann (ca. sieben bis acht Blenden). Das Anmessen der dunklen Flächen der Bäume ergab eine Blende  $f2,8$ , der Boden und die linke Seite des großen Steins am rechten Bildrand ergaben eine Blende  $f4$ , die von der Sonne beschienenen Teile der Fassade zeigten eine Blende  $f32$  und die Spitzlichter auf den Steinen bereits eine Blende  $f45$ . Der Himmel war mit einer Blende zwischen  $f64$  und  $f90$  sehr hell. Da ich auf jeden Fall Zeichnung auf dem schattigen Waldboden haben wollte, bestimmte ich den dort gemessenen Wert (Blende  $f4$ ) als Zone II. Rechnerisch ergibt sich aus dieser Entscheidung für die Belichtung (Zone V) eine Zeit-Blenden-Kombination von 1/60 Sekunde und eine Blende  $f11$ . Dadurch rutschten die sonnigen Bereiche der Fassade in Zone VII und VIII. Die Spitzlichter auf den Steinen liegen in Zone IX, und der Himmel wird weiß (Zone X). Die tiefen Schatten unterhalb der Steine und die dem Betrachter zugewandte Seite der Bäume weisen keine Detailzeichnungen mehr auf (Zone I und weniger). Eine Blende  $f11$  und damit die Zone V zeigte der Belichtungsmesser an einer schattigen Stelle der Fassade.

⤵ **Abbildung 4.4**

Zum Vergleich das Negativ. Sie sehen die transparenten Stellen an den Bäumen und unterhalb der Steine. In diesen Schattenbereichen ist keine Zeichnung zu erkennen. Im überbelichteten Himmel ebenfalls nicht. Er ist komplett schwarz.



« **Abbildung 4.5**  
Die Kapelle Santa Eufemia bei Sintra, 2018. Eingezeichnet sind die Helligkeitszonen nach dem Zonensystem von Ansel Adams.

Rolleicord | 75 mm | Ilford FP4

≈ **Abbildung 4.6**  
Zur Verdeutlichung die gemessenen Blendenwerte mit den zugeordneten Zonen

0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2	2,8	4	5,6	8	11	16	22	32	45	64

Die Zuordnung der gemessenen Blendenwerte ist nicht fix, sondern erfolgte durch meine Festlegung der Zone II nach dem eingangs in diesem Kapitel genannten Grundsatz »Auf die Schatten belichten« (siehe Kasten auf Seite 125).

Sie sehen: Mithilfe einer genauen Belichtungsmessung und einer daraus folgenden exakten Belichtung mit einer Belichtungszeit von 1/60 Sekunde und Blende  $f11$  konnte ich trotz des hohen Kontrasts alle bildwichtigen visuellen Informationen festhalten. Interessant ist die Helligkeitsverteilung auf dem Stein in der Bildmitte. Neun Zonen Kontrast, vom tiefen Schatten ohne jede Bildinformation bis hin zum ausbrechenden Spitzlicht an der oberen Seite.

So viel zum Vorgehen mit einer Spotmessung. Mit einer reinen Lichtmessung Richtung Kamera habe ich mich mit der Entscheidung schwergetan, wo ich mich genau hinstellen sollte. Im Streiflicht zwischen den beiden Bäumen habe ich  $f16$  bei 1/60s gemessen. Mit dieser um einen Blendenwert verringerten Belichtung hätte ich die Differenzierung auf dem Boden verloren. Eine Lichtmessung im Schatten, dort wo die Kamera stand, hätte eine

Kombination  $f5,6$  bei 1/60 Sekunde ergeben und damit eine Überbelichtung um zwei Blendenstufen. Die sonnigen Bereiche an der Fassade wären in Zone X gerutscht. Eine genaue Kante zwischen dem Himmel und dem Dach hätte es wahrscheinlich nicht mehr gegeben.

Angenommen, ich hätte die Aufnahme vom gleichen Kamerastandpunkt mit einer analogen Kleinbildkamera gemacht und mich auf eine Belichtungsautomatik verlassen, hätte die mittenbetonte Integralmessung des Geräts die hellsten Teile der Fassade in der Bildmitte (Zone VII und VIII nach der Interpretation der Spotmessung) als Zone V (mittleres Grau) interpretiert und mit der Kombination  $f22$  bei 1/60 Sekunde belichtet. Das Negativ wäre mit dieser Belichtung um zwei Blendenstufen unterbelichtet gewesen. So wäre sogar die Fassade des Anbaus auf der linken Seite (Zone III nach der Interpretation der Spotmessung) ohne Details der Putzstruktur geblieben. Selbstverständlich hätte ich näher herangehen und die Helligkeitswerte der einzelnen Motivbereiche mit der Kamera ausmessen können. Der große Messwinkel der Integralmessung behindert jedoch leider ein genaues Arbeiten. Der Spotbelichtungsmesser gibt mir verlässlichere Werte für die Berechnung der genauen Zeit-Blenden-Kombination.

Bei einem Schwarzweiß-Negativ können Sie von einem zu bewältigen Kontrastumfang von acht Blendenstufen

(von Zone II bis Zone IX) ausgehen; Farbnegativmaterial bewältigt sieben Blendenstufen und Farbdiamaterial nur sechs (von Zone III bis Zone VIII). Das Prinzip »Auf die Schatten belichten« können Sie auch bei Farbnegativen anwenden. Eine leichte Belichtungskorrektur ist wie im Schwarzweiß-Prozess noch bei der Vergrößerung oder bei einer späteren digitalen Bearbeitung möglich. Beim Diapositiv gibt es diese Korrekturmöglichkeit nur eingeschränkt. Hier müssen Sie exakt belichten und, wie in der digitalen Fotografie, besonders auf die Lichter achten. Zu dunkle Dias können nach einer Digitalisierung noch aufgehellt werden, überbelichtete hingegen nicht, denn wo keine Information auf dem Film ist, wie zum Beispiel in zu hellen Lichtern, kann auch keine verstärkt werden. Wenn Sie sich nicht sicher sind, hilft bei schwierigen Lichtsituationen eine Belichtungsreihe.

Angenommen, Sie haben sich nach Ausmessen des Objektkontrasts Ihres Motivs für eine Zeit-Blenden-Kombination für Ihre Belichtung entschieden. Selbstverständlich haben Sie bei der Blendenwahl die von Ihnen gewünschte Schärfentiefe berücksichtigt und die Belichtungszeit entsprechend angepasst. Denken Sie an eine mögliche Verwacklungsgefahr, und nutzen Sie daher ein Stativ (siehe das »Plädoyer für die Verwendung eines Kamerastativs« ab Seite 46). Die Lichtempfindlichkeit des eingelegten Films ist fix.



⚡ **Abbildung 4.7**  
Ein Blick vom Scharfenstein im Harz über die Ruine des ehemaligen Viehhofs auf die Eckertalsperre. Sie sehen eine Belichtungsreihe mit jeweils einer halben Blendenstufe Unterschied, da der Kontrast zwischen dem Himmel und dem dunklen Grün des Waldes sehr hoch war und ich mich bei den Belichtungswerten nicht festlegen wollte.

Mamiya RB 67 | 65 mm | Fujichrome Provia 100F Professional (RDP III)

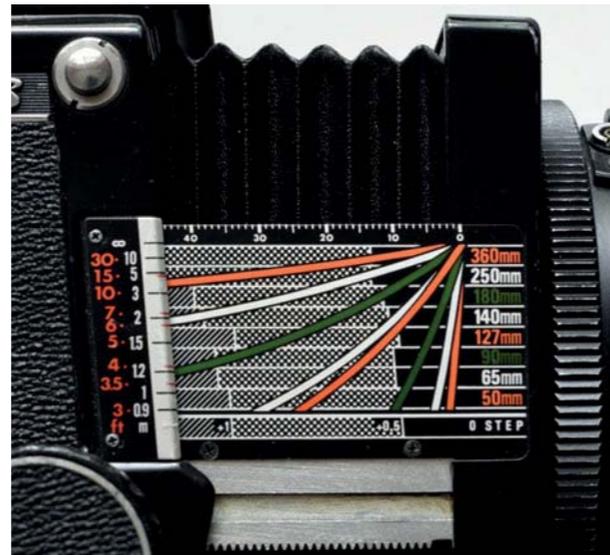
## Verlängerungsfaktor aufgrund des Fokuswegs

Leider gibt es jetzt noch drei weitere ausschlaggebende Faktoren, die Sie bei der Ermittlung der Belichtungszeit berücksichtigen müssen: Der erste ist der Verlängerungsfaktor aufgrund der Fokussierung. Wenn Sie mit einem Kameramodell arbeiten, das die Motivhelligkeit durch das Objektiv misst, brauchen Sie sich keine Sorgen zu machen, der Belichtungsmesser der Kamera berücksichtigt diesen Faktor automatisch. Bei allen anderen Kameras macht es einen Unterschied, ob Sie auf Unendlich fokussiert haben oder beispielsweise im Nahbereich fotografieren. Beim Scharfstellen wird der Abstand zwischen der Filmebene und dem Objektiv verlängert. Bei den meisten Objektiven verlängert sich der Objektivtubus. Bei den Großformatkameras und bei einigen Mittelformatkameras verlängert sich der Kamerabalgen. In diesem zusätzlich entstehenden Raum zwischen Objektiv und Film geht Licht verloren.

Nach dem Newton'schen Gravitationsgesetz nimmt die Intensität des Lichts im Quadrat zur Entfernung ab. Die dazugehörige Formel lautet:  $(\text{Brennweite}/\text{Bildweite})^2$ . Die Bildweite ist der Abstand zwischen der Filmebene, die oft durch ein Symbol (durchgestrichener Kreis) angegeben wird, und dem Objektivmittelpunkt, was bei den symmetrischen Objektivkonstruktionen die Lage der Blende ist. Wenn ich zum Beispiel ein Kopfporträt mit der Rolleicord fotografieren würde, was durch die von der Kamera vorgegebene Naheinstellgrenze gerade so funktioniert, denn die maximale Bildweite ist 85 mm (der Fokusweg beträgt nur 10 mm), ergibt sich folgende Rechnung:  $(85\text{ mm}/75\text{ mm})^2 = \text{ca. } 1,5$ . Mit diesem Faktor verlängere ich die Belichtungszeit oder öffne die Blende um eine halbe Stufe.

Vereinfacht gesagt: Bei allen Motiven von unendlich bis ganzer Person brauchen Sie nicht daran zu denken. Für ein Kopfporträt merken Sie sich  $+1/2$  Blende. Bei allen weiteren Motiven, bei denen Sie sich in die Nahdistanz begeben, benutzen Sie die oben genannte Formel.

Ein weiteres prägnantes Beispiel: Sie wollen ein Objekt in Originalgröße auf den Film abbilden, also im Abbildungsmaßstab 1:1. Dann entspricht, das ist ganz einfach zu merken, der Abstand vom Mittelpunkt des



⤴ **Abbildung 4.8**

Die Modelle RB 67 und RZ 67 von Mamiya nutzen den Kamerabalgen zum Fokussieren. Bei diesen Studiokameras gibt es ein grafisches Hilfsmittel am Balgen, um den Fotografen an die Belichtungskorrektur zu erinnern, und ein Zentimetermaß, an dem die Länge des Auszugs des Kamerabalgens abgelesen werden kann.

Objektivs zum Gegenstand der doppelten Brennweite des Objektivs. Mit dem 140-mm-Makroobjektiv für die Mamiya RB 67 beträgt der Fokusweg somit 280 mm. Das ergibt folgende Rechnung:  $(280\text{ mm}/140\text{ mm})^2 = 4$ . Somit verlängern Sie Ihre gemessene Belichtungszeit um den Faktor 4. Sie könnten auch die Blende um zwei Stufen öffnen, aber damit würde sich die im Makrobereich ohnehin schon geringe Schärfentiefe weiter reduzieren.

## Verlängerungsfaktor aufgrund eines Aufnahmefilters

Der zweite mögliche Faktor ergibt sich aus der Verwendung von Filtern (mehr dazu in Abschnitt 4.4 ab der nächsten Seite). Sollten Sie mit Filtern arbeiten, müssen Sie die auf der Filterfassung angegebenen Verlängerungsfaktoren berücksichtigen.

Film	Ab 1 s	Ab 10 s	Ab 30 s	Ab 60 s	Ab 120 s
Adox CHS II	1,5 ×	2,5 ×	4 ×	6,5 ×	k. A.
Fomapan 100	2 ×	8 ×	k. A.	k. A.	16 ×
Fujifilm Neopan 100 Acros	–	–	–	–	1,5 ×
Ilford-Filme	2 ×	2,5 ×	5 ×	k. A.	k. A.
Kodak T-MAX 100	1,3 ×	1,5 ×	k. A.	3 ×	k. A.
Kodak Tri-X	2 ×	5 ×	7 ×	9 ×	11 ×

⤴ **Tabelle 4.2**

In dieser Tabelle ist für einige beispielhafte Filme der benötigte Verlängerungsfaktor für die Belichtungszeit bei einer Langzeitbelichtung aufgeführt.

## Schwarzschildeffekt

Der dritte Faktor ist der sogenannte *Schwarzschildeffekt*. Eigentlich sollte man davon ausgehen können, dass die Schwärzung eines Films durch Licht unabhängig von der Belichtungszeit ist. Dem ist leider nicht so. Karl Schwarzschild, ein deutscher Astronom und Physiker, musste sich für sein Fachgebiet mit geringen Beleuchtungsstärken auseinandersetzen und beschrieb das nach ihm benannte Phänomen im Jahr 1899. Bei einer langen Belichtungszeit (bei den meisten Filmen ab einer Sekunde) nimmt die reale Filmempfindlichkeit ab, und es muss ein Korrekturfaktor berücksichtigt werden. Dieser ist in den Datenblättern zum jeweiligen Film zu finden. In der Tabelle 4.2 (oben) ist eine kleine Auswahl zu den Verlängerungsfaktoren bei Langzeitbelichtungen aufgelistet. Auffällig ist der Fujifilm Neopan 100 Acros mit einem sehr guten Langzeitbelichtungsverhalten.

Bei den Farbfilmen empfiehlt Fujifilm für die Velvia-Filme für Belichtungszeiten ab zwei Minuten eine Korrektur von  $\times 1,3$  (oder  $+1/3$  Blende), ab vier Minuten  $\times 1,5$  (oder  $+1/2$  Blende) und ab acht Minuten  $\times 1,6$  (oder  $+2/3$  Blenden). Für die Provia-Filme und die Farbnegativfilme ab vier Minuten  $\times 1,3$  (oder  $+1/3$  Blende). Kodak gibt keine Angaben für seine Farbnegativfilme. Bei allen Farbfilmen kommt es bei Langzeitbelichtungen zu einer Verschiebung der Farbbalance, denn die einzelnen Farbschichten im Farbfilm – Cyan, Magenta und Gelb – reagieren bei einer langen Belichtungszeit nicht gleich. Die sensitometrischen Dichtekurven verlaufen nicht mehr parallel und kreuzen sich. Es entsteht ein Farbstich.

Alle Angaben gelten für die Farbzusammensetzung von mittäglichem Tageslicht (5 500 Kelvin). Bei einer anderen spektralen Zusammensetzung müssen die Belichtungszeiten ebenfalls angepasst werden. Da es keine Empfehlungen für jede Eventualität gibt, sind eigene Belichtungstests unbedingt empfehlenswert.

Der Schwarzschildeffekt ist übrigens der einzige Verlängerungsfaktor bei der Belichtungszeit, der den Eigenschaften von Filmmaterial geschuldet ist. Die beiden erstgenannten Faktoren sind auch bei der digitalen Fotografie zu berücksichtigen.

Der Schwarzschildeffekt kann Ihnen auch zu besonderen Bildern verhelfen. Wie, lesen Sie in der Inspiration »Der lange Blick« ab Seite 142.

## 4.4 Aufnahmefilter

Fotofilter verändern das ins Objektiv einfallende Licht und passen damit die Wirkung der Lichtstrahlen auf das benutzte Filmmaterial Ihren Vorstellungen an. Ein Filter darf die Leistungsfähigkeit Ihres Objektivs nicht einschränken, daher sollte dieser aus hochwertigem optischem Glas hergestellt sein. Eine leistungsfähige Entspiegelung, auch *Vergütung* genannt, sollte selbstverständlich sein, denn immerhin sind bei der Benutzung von Glasfiltern zwei reflektierende Glasflächen, die Vorder- und die Rückseite des Filters, zusätzlich im Strah-

lengang. Ansonsten riskieren Sie allgemeine Unschärfen durch Streulicht und Geisterbilder.

## Schwarzweiß

Für die analoge Schwarzweiß-Fotografie gibt es Farbfilter. Diese korrigierenden Lichtfilter werden benötigt, um Farben auf panchromatischem Schwarzweiß-Film in gewohnte Helligkeits- beziehungsweise Grauwertkontraste umzusetzen. Sie verändern die Kontrastverhältnisse zwischen den verschiedenfarbigen Teilen Ihres Motivs und verbessern damit die Differenzierung der Tonwerte.

Farben, die sich für unsere Augen und die digitalen Sensoren deutlich voneinander abheben, beispielsweise Rot und Grün, werden von normalen Schwarzweiß-Filmen nahezu identisch als Grauwert abgebildet. Beispielsweise ergeben rote Blüten vor grüner Blattkulisse ohne Filterung ein flaes Schwarzweiß-Bild ohne erkennbare Trennung von Blüten und Hintergrund.

Die farbigen Aufnahmefilter für die analoge Schwarzweiß-Fotografie sperren die Lichtanteile ihrer Komplementärfarbe, also der Farbe, die der Farbe des Aufnahmefilters im Farbkreis gegenüberliegt. Dadurch dringt dieser Farbanteil des Lichts nicht bis zum Film vor und kann ihn nicht schwärzen. Das Negativ bleibt an dieser Stelle unterbelichtet, und nach dem Vergrößern erscheint dieser Bereich im Positiv dunkler. Im Gegenzug wird die Eigenfarbe des Filters im Motiv heller wiedergegeben.

Ein roter Filter wird also rote Blüten aufhellen und das Blattgrün gleichzeitig abdunkeln, ein grüner Filter wirkt genau umgekehrt. In beiden Fällen jedoch liefert die erfolgte Differenzierung der Grauwerte ein brillanteres Foto, das eher den »farbigen« Sehgewohnheiten entspricht.

Schwarzweiß-Filter versprechen den besten Erfolg, wenn die Farb Tendenzen des Lichts mit dem Grad der Filterung berücksichtigt werden: Für das gleiche Motiv, bei dem morgens ein hellgelber Filter angemessen wäre, wird in den Mittagsstunden ein dunkelgelber Filter benötigt, um den größeren Blauanteil des Lichts auszugleichen. Manche Filterfarben gibt es in unterschiedlichen Dichten mit den Bezeichnungen *Hell*, *Mittel* oder *Dunkel*. *Hell* erzeugt den geringsten Effekt, *Dunkel* den stärksten.



⤴ **Abbildung 4.9**

Meine Standardfilterkollektion für meine Mamiya RB 67. Bei den großen Durchmessern ist es von Vorteil, wenn die Filtergewinde der Objektivs den gleichen Durchmesser haben, hier 77 mm.



⤴ **Abbildung 4.10**

Jedes Farbenpaar, das sich im Farbkreis genau gegenüberliegt, ist komplementär. Die eine Farbe ist das Negativ der jeweils anderen.

Die Wirkung der farbigen Aufnahmefilter verdeutlichen die folgenden Varianten einer Food-Aufnahme (siehe Abbildung 4.11 und Abbildung 4.12).

In der ersten ungefilterten Schwarzweiß-Aufnahme des Stilllebens sind die kräftigen Farbunterschiede kaum zu erkennen. Besonders das Rot der Flaschentomaten



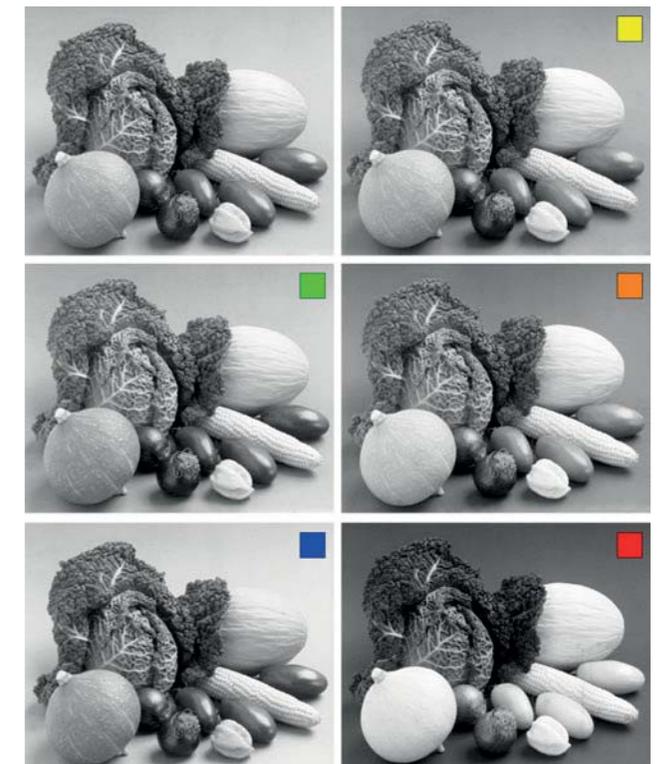
⤴ **Abbildung 4.11**

Das farbige Ausgangsmotiv für die schwarzweiße Food-Aufnahme

Mamiya RB 67 | 140 mm | Kodak Ektar 100 | f22 | 1 Sekunde

und das Grün des Wirsingkohls sowie die violetten Zwiebeln erzeugen auf dem Schwarzweiß-Bild fast den gleichen Grauton. Der Grauton des Kürbis und der Melone unterscheidet sich auch nur in Nuancen.

Durch die farbigen Aufnahmefilter lassen sich die Tonwerte besser differenzieren. Allerdings mit unterschiedlichen Effekten. Der Grünfilter hellt den Kohl etwas auf und dunkelt Orange und Rot ab. Da zudem Gelb im Farbkreis neben Grün zu finden ist, hebt sich die Helligkeit der Melone besser vom Kürbis ab. Der Blaufilter hellt zusätzlich den cyanfarbenen Hintergrund auf und lässt die gelbe Peperoni dunkler erscheinen. Wenn Sie jetzt das Bild unmittelbar daneben betrachten, sehen



» **Abbildung 4.12**

Bei diesem Motiv sind die Wirkungen der Schwarzweiß-Filter gut zu erkennen. Die größte Differenz zwischen den Tonwerten zeigen der Blau- und der Rotfilter.

Mamiya RB 67 | 140 mm | Kodak T-MAX 100 | f22 | differierende Belichtungszeiten wegen der unterschiedlichen Verlängerungsfaktoren der Aufnahmefilter

Sie, dass sich durch den Rotfilter die Tonwerte nahezu bei jedem Gemüse ins Gegenteil verkehren. Der Kürbis, die Melone und auch die Tomaten werden hell (diese sehen fast wie Kartoffeln aus), die Kohlblätter und der blaugrüne Hintergrund werden dunkler. Der orange und der gelbe Filter tendieren in die gleiche Richtung.

Die natürlichste Umsetzung der Helligkeitsstufen schafft für meinen Eindruck der Orangefilter, da er auch eine Tonwertdifferenzierung zwischen den violetten Zwiebeln und den Tomaten bewirkt, diese dabei aber nicht zu hell werden.

Schwarzweiß-Filme reagieren unterschiedlich intensiv auf die farbigen Aufnahmefilter, abhängig von der Farbsensibilisierung der Emulsion und dem Aufnahmezeitpunkt. In diesem Fall habe ich bei Tageslicht fotografiert, farbig auf

Kodak Ektar 100 und schwarzweiß auf Kodak T-MAX 100. Die Verwendung anderer Filmmarken hätte zu anderen Ergebnissen geführt.

Da alle Farbfilter Teile des sichtbaren Lichts sperren, kommt weniger Licht auf dem Film an. Für eine korrekte Belichtung müssen Sie also die Belichtungszeit verlängern. Der entsprechende Verlängerungsfaktor ist auf den einzelnen Filtern vermerkt.

Ein praktischer Tipp: Da die spektrale Empfindlichkeit aller fotografischen Emulsionen in den ultravioletten Bereich hineinreicht, das menschliche Auge diesen Bereich aber gar nicht wahrnehmen kann, wirken besonders bei strahlendem Sonnenschein fotografierte Schwarzweiß-Bilder trotz ihrer akzentuierten Schatten in ihrer Tonwertwiedergabe eher flau. Den Grund dafür liefert der blaue Himmel. Dieser reflektiert mit seinem hohen UV- und Blauanteil in die Schattenbereiche und hellt diese auf. Ein leichter Gelbfilter, den ich stets auf das Objektiv schraube, wenn ich einen Schwarzweiß-Film einlege, sperrt dieses Lichtspektrum und passt das belichtete Bild der individuell im Motiv wahrgenommenen Helligkeitsverteilung an.

#### ☞ Tabelle 4.3

Die erhältlichen Filterfarben sind Gelb, Orange, Rot, Grün und Blau. Eigene und verwandte Farben werden aufgehellt, Komplementärfarben und deren verwandte Farben werden abgedunkelt.

Filterfarbe	Wirkung	Effekt
	Unterdrückt Blau, schwächt Cyan und Magenta, hellt Gelb, Orange, Rot und Grün auf.	Erhöht den Kontrast zwischen blauem Himmel, Wolken und Landschaft. Differenziert die Tonwertwiedergabe im Schatten und bei Pflanzengrün. Bei Porträts ergibt sich eine Abschwächung von Sommersprossen und Hautunreinheiten. Hält den Teint leicht auf.
	Unterdrückt Eisblau, schwächt Grün, steigert den Kontrast zwischen Rot und Gelb.	Stärkerer Effekt als beim Gelbfilter. Der Wolkenhimmel wirkt dramatischer, gute Fernwiedergabe auch bei Dunst. Das Pflanzengrün wird abgedunkelt. Die Hauttöne werden aufgehellt.
	Steigerung des Orangefilters, unterdrückt Cyan.	Stärkerer Effekt als beim Orangefilter. Der Himmel wird abgedunkelt. Starke Kontraststeigerung und Verfremdung.
	Unterdrückt Magenta, schwächt Blau und Rot, hellt Gelb, Grün und Cyan auf.	Verbessert Grünwiedergabe. Dunkelt Teint leicht ab, Porträts werden markanter, verstärkt Hautunreinheiten.
	Unterdrückt Gelb, schwächt Orange, Rot und Grün, hellt Blau auf.	Verstärkung des Dunsts bei Landschaftsaufnahmen, hellt Himmel auf. Mindert Kontrast.

## EXKURS

# DIE FARBE DES LICHTS

In fotografischen Aufnahmen erscheinen Farben stärker durch die jeweilige Lichtsituation verändert, als es der subjektiven Wahrnehmung entspricht. Im Schatten bekommen Farben einen Blaustich, im Abendlicht einen Rotstich und unter einem belaubten Baum einen Grünstich. Warum fällt dies in der Regel nicht auf? Zum einen nimmt das menschliche Auge meist nur das wahr, was es schon kennt (Farbkonstanz) – wodurch Dinge übersehen werden können –, und zum anderen gewöhnt sich das menschliche Auge eher an wechselnde Lichtverhältnisse (Helligkeitsadaptation) als der Fotoapparat.

Doch wie verhält es sich mit den Farben des Lichts? Die elektromagnetischen Wellen des Lichts können, wenn sie durch ein Prisma strahlen, »geordnet« in einer Reihenfolge dargestellt und damit sichtbar gemacht werden. Das gleiche Prinzip zeigt sich bei einem Regenbogen.

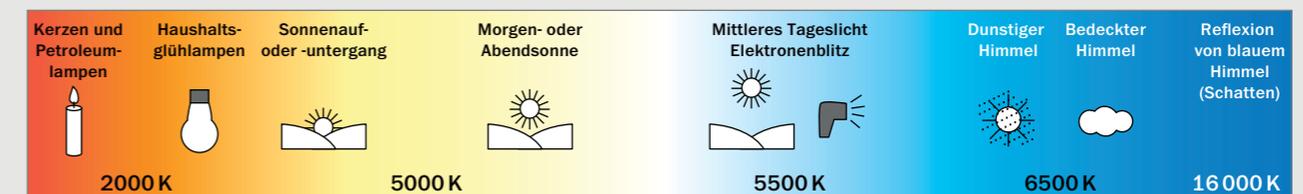
Dauerlichtquellen, wie beispielsweise die Sonne, zeigen ein kontinuierliches Farbspektrum. Das mittägliche Sonnenlicht enthält ein kontinuierliches, vollständiges Farbspektrum. Es ist neutrales Licht mit einer Farbtemperatur von 5 500 Kelvin. (Farbtemperatur wird in Kelvin gemessen, siehe dazu auch Abbildung 4.13, und ist nicht zu verwechseln mit der populären Definition, wonach Farbeigenschaften als »warm« oder »kalt« beschrieben

werden) Am Morgen und am Abend wird das Licht wärmer, die kurzwelligen blauen Anteile gehen durch den längeren Weg der Lichtstrahlen durch die Atmosphäre verloren. Die Farbtemperatur variiert zudem je nach Aufnahmeort. Je höher Sie hinaufsteigen, desto größer wird der blaue Anteil des Lichts. Die Troposphäre, die unterste Schicht der Erdatmosphäre, ist zwischen 8 und 18 km dick und beinhaltet 90 % der Luft und nahezu den gesamten Wasserdampf. Das Sonnenlicht, das beispielsweise auf den Mount Everest fällt, muss nur die Hälfte des Wegs durch diese dichte Schicht aus Molekülen, Tropfen und Partikeln zurücklegen und wird dadurch weniger stark gestreut.

Der blaue Anteil des natürlichen Lichts erhöht sich auch, wenn Sie im Schatten fotografieren. Wenn die Sonne scheint, entstehen Schatten, die durch den blauen Himmel, also mit »blauem Licht«, aufgehellt werden. Die Schatten verblauen.

#### ☞ Abbildung 4.13

Je niedriger die Kelvinzahl, desto röter (»wärmer«) erscheint das Licht; je höher die Zahl, desto blauer (»kälter«) wirkt es.





#### « Abbildung 4.14

*In dieser während der Blauen Stunde gemachten Aufnahme erkennen Sie das gelbe Licht einer Natriumdampf Lampe und das grüne Licht einer Halogen-Metall dampflampe vor dem restlichen leichten Magentaschimmer der untergegangenen Sonne. Der von mir verwendete Film hat die Farben so festgehalten. Wie ich die Farben wahrnahm, weiß ich nicht mehr, die Erinnerung daran ist von dem Dia überlagert worden.*

**Plaubel 69W proshift |  
47 mm | Fujichrome Provia  
100F Professional (RDP III)**

Feuer, Kerzen und Glühlampen, den weiteren bekannten Dauerlichtquellen, fehlen die kurzwelligen Anteile. Durch die Verschiebung in den orangeroten Bereich wirken sie warmtoniger. Die Farbtemperatur liegt hier zwischen 1 800 und 2 800 Kelvin.

Gasentladungslampen, wie beispielsweise Leuchtstoffröhren und Energiesparlampen, weisen ein diskontinuierliches, also lückenhaftes Farbspektrum auf. Durch die fehlenden Spektralanteile nimmt ihr Licht einen mehr oder minder starken Farbton an, der eine schlechtere Farbwiedergabe bewirkt. Wenn wir uns in einem Raum oder an einem Ort befinden, der nur mit Lichtquellen gleicher Färbung ausgeleuchtet ist, erkennen wir keinen Unterschied im Vergleich zu neutralem Sonnenlicht. Unser Gehirn filtert den Farbstich einfach heraus. Aber der Film in Ihrer Kamera zeigt den Farbstich! Und wenn Sie von außen in den beleuchteten Raum hineinschauen, erkennen Sie den Farbstich auch, denn dann ist Ihre Wahrnehmung auf eine andere Lichtfarbe eingestellt.

In der digitalen Fotografie können Sie die allgemeine Farbigeit Ihres Bildes durch den Weißabgleich korrigie-

ren beziehungsweise nach Wunsch anpassen. Für die analoge Farbfotografie auf Diapositivfilm oder Farbnegativfilm können Sie bei der Aufnahme Farbkorrekturfilter benutzen. Der Farbstich kann jedoch auch nachträglich beim Scannen oder Vergrößern der Filme auf Fotopapier neutralisiert werden.

Die menschliche Farbwahrnehmung variiert mit der Farbe des Lichts. Wenn in der Beleuchtung bestimmte Farbspektrumanteile fehlen, können diese nicht reflektiert werden. Die Körperfarben erscheinen dann verändert, feine Nuancen erscheinen einander angeglichen. Auch Tageslichtlampen sind nicht zuverlässig, weil die Leuchtstoffröhren Licht nur in einem lückenhaften Farbspektrum ausstrahlen.

Der Effekt, wenn Farbenmutungen unter der einen Lichtfarbe unterschieden werden können und unter einer anderen den gleichen Farbreiz ausstrahlen, wird *Metamerie* genannt. Gegenstände können ihre Eigenfarbe auch ganz verlieren, wenn sie mit einem monochromatischen Licht angestrahlt werden. Ein blauer Körper beispielsweise erscheint unter gelbem Licht schwarz.

#### Farbkorrekturfilter

Um eine Verblauung der Schattenbereiche zu verhindern, werden für Farbaufnahmen anstatt des Gelbfilters zwei andere Filter benutzt. Wie der Name bereits vermuten lässt, absorbiert ein UV-Sperrfilter den kurzwelligen Anteil des Lichts und verbessert die Farb- und Schärfewiedergabe an der See und im Hochgebirge sowie bei dunstigem Himmel.

Ein Skylightfilter, der im Gegensatz zum farblosen UV-Sperrfilter eine leicht rötliche Färbung aufweist, korrigiert die Farbwiedergabe bei Aufnahmesituationen, die einen großen blauen Lichtanteil haben, wie beispielsweise bei einem hohen Sonnenstand in der Mittagszeit. Die Farbwiedergabe wird leicht in eine warme Tonalität verschoben. Dieser Filter ist besonders für Farbdiafilme geeignet, denn die leichte Farbverschiebung wird bei der Ausbelichtung von Farbnegativfilmen oft neutralisiert.

Konversionsfilter passen die vorhandene Farbtemperatur des Lichts der Farbsensibilisierung des Films an. Sie machen also manuell das, was bei digitalen Kameras der Weißabgleich bewirkt. Bis auf eine Ausnahme, den CineStill 800T, sind alle aktuell angebotenen Filme auf Tageslicht abgestimmt. Um auf diesen bei Kunstlicht eine neutrale Farbwiedergabe zu gewährleisten, sind bläuliche Konversionsfilter nötig. Die warmweiße Farbcharakteristik einer Halogenleuchte (3 200 Kelvin) wird von einem Filter KB 15 (KB = Konversion Blau) beziehungsweise 80A (Kodak Filter No.) auf 5 500 Kelvin verschoben. Und ein KR 15 (KR = Konversion Rot) beziehungsweise 85B (Kodak Filter No.) reduziert Tageslicht auf 3 200 Kelvin. Adox stellt einen Gelatinefilter dieser Art für den CineStill 800T her. Bei allen anderen Herstellern sind diese Filter aus dem Programm genommen. Selbstverständlich kann man mit diesen Konversionsfiltern auch kreativ umgehen. Ein bekanntes Beispiel ist die einfach nachzumachende Einstellung »Day for Night« aus dem Kinofilmbereich: Sie fotografieren auf Tageslichtfilm durch einen blauen Konversionsfilter, zum Beispiel den erwähnten KB 15. Durch eine zusätzliche Unterbelichtung von zwei Blendenstufen tauchen Sie die Szenerie in eine blaue Abendstimmung. Ihr Modell beleuchten Sie

mit einer Halogenleuchte, mit einer Überbelichtung von zwei Blendenstufen, damit es korrekt belichtet wird. Durch den blauen Konversionsfilter wird das gelbrötliche Licht neutral auf dem Tageslichtfilm festgehalten. Als Ergebnis steht Ihr Modell neutral ausgeleuchtet in einer blauen Stunde.

#### Polarisationsfilter

Ein Polarisationsfilter, kurz: Polfilter, unterscheidet sich von einem Farbfilter dadurch, dass er statt Lichtwellenlängen, also Farben, Lichtschwingungsrichtungen absorbiert. Bei schrägem Lichteinfall ermöglicht er die Schwächung von Reflexen bei allen elektrisch nicht leitenden Oberflächen, wie zum Beispiel auf Lackflächen, in Schaufensterscheiben oder auf Wasseroberflächen. Lineare Polfilter beeinflussen die Belichtungsmesssysteme und die Autofokus-Scharfstellung. Zirkulare Polfilter streuen die Lichtschwingungsrichtung nach der Polarisation wieder, für die Kamera wirkt das Licht wie polarisiert. Um Ihre Kamera nicht zu verwirren, zumindest wenn Sie ein analoges Modell mit Autofokus und Belichtungsmessung haben, sollten Sie einen zirkularen Polfilter verwenden.



#### ⤴ Abbildung 4.15

*Zwei Polarisationsfilter unterschiedlicher Hersteller, Hama und Hoya. Fällt Ihnen der leichte Unterschied im Farbton der Polarisationsfolie auf?*

## Graufilter

Graufilter, auch als *ND-Filter* (ND = Neutral Density) bezeichnet, reduzieren farbneutral den Lichteinfall in das Objektiv. Diese Filter gibt es in verschiedenen aufeinander abgestimmten Dichtestufen mit Belichtungszeitverlängerungsfaktoren von 2× (= eine Blende) bis 1000× (= zehn Blenden). Diese Filter können oder sollten Sie nutzen, wenn Sie trotz höchsten Sonnenstands mit offener Blende fotografieren wollen, um eine geringe Schärfentiefe zu erhalten. Oder auch wenn Sie die Belichtungszeit verlängern wollen, um Bewegungsunschärfe zu erhalten. Dasselbe gilt für extreme Langzeitbelichtungen (siehe die Inspiration »Der lange Blick« ab Seite 142).



⤴ **Abbildung 4.16**

Ein Graufilter ND 3.0 (1000×) (links) und ein Infrarotfilter (rechts), der alle Lichtwellen unter 720 nm sperrt. Beide Filter wirken fast schwarz.

## Infrarotfilter

Infrarotfilter schließlich sperren das sichtbare Licht und lassen nur die infraroten Lichtanteile passieren. Und weil dies in der Schwarzweiß-Fotografie einen ganz besonderen Reiz entfaltet, widmet sich der nächste Abschnitt ausführlich der Infrarotfotografie.

## 4.5 Infrarotfotografie

Sie haben sicher schon einmal diese fast surreal anmutenden Landschaftsaufnahmen mit dunklem, fast schwarzem Himmel und sehr hellem Laub und silberfarbenen Gräsern gesehen. Bei Aufnahmen wie in Abbildung 4.17 wurde nicht das für uns sichtbare Licht auf den Film belichtet, sondern die Reflexionen infraroten Lichts. Infrarot ist eine langwellige elektromagnetische Strahlung, die unterhalb des Rots liegt, das das menschliche Auge noch wahrnehmen kann. Im Infrarotbereich bilden die Farben eine andere Tonwertskala ab, als es der menschlichen Wahrnehmung vertraut ist: Der Himmel wird schwarz, weil die Atmosphäre kein langwelliges Licht zurückwirft. Die Blätter werden hell, weil das Blattgrün den Infrarotanteil des Sonnenlichts stark reflektiert. Besonders in der Wachstumsphase im Frühjahr wird alles, was Chlorophyll enthält, fast weiß wiedergegeben. Motive mit viel Sonnenlicht haben den höchsten Infrarotanteil, Pflanzen im Schatten werden dunkel dargestellt. Für die Infrarotfotografie gilt, dass Sie ausnahmsweise mittags bei direktem Sonnenlicht die besten Aufnahmen machen können.

Die panchromatische Sensibilisierung hört bei vielen Schwarzweiß-Filmen zwischen 650 und 680 nm auf, die in Tabelle 3.1 ab Seite 80 vorgestellten Verkehrsüberwachungsfilme sind dagegen mit einer Sensibilisierung bis in den nahen Infrarotbereich von 720 bis 750 nm ausgestattet. Damit sind sie geeignet, die Lücke der nicht mehr produzierten Original-Infrarotfilme, die bis in Spektralbereiche von 920 nm vorgedrungen sind (wie der Kodak HIE), zu verkleinern. Mit Infrarotfiltern, die den Spektralbereich des sichtbaren Lichts, also unter 695 nm, bei der Belichtung ausschließen, sind mit diesen Filmen Aufnahmen mit unterschiedlich ausgeprägtem Infraroteffekt möglich.

Die Infrarotfilter sind tiefrot, fast schwarz, sodass Sie durch den Sucher Ihrer Kamera nicht mehr sonderlich viel sehen können. Also ist es sinnvoll, erst Ihr Motiv zu komponieren, zu fokussieren, die Belichtung zu messen, dabei selbstredend den Verlängerungsfaktor des Infrarotfilters berücksichtigend, und dann erst den Filter auf



⤴ **Abbildung 4.17**

Blätter und Gras werden in der Wachstumsphase sehr hell dargestellt. Der blaue Himmel wirkt nahezu schwarz.

Sinar F2 | 210 mm | Rollei Infrared | durch Infrarotfilter Hoya R72 mit ISO 25 (statt ISO 400) belichtet

das Objektiv zu schrauben. Sinnvollerweise verwenden Sie auch ein Stativ.

Wie Sie sicher schon vermutet haben, muss der Belichtungswert bei der Verwendung eines Infrarotfilters korrigiert werden. Ich belichte beispielsweise den Ilford

Hersteller und Bezeichnung	Sperret das Licht unter
Adox SnapOn IR	600 nm
B+W 092	650 nm
Hoya R72	720 nm
Heliopan RG 645	645 nm
Heliopan RG 665	665 nm
Heliopan RG 695	695 nm
Heliopan RG 715	715 nm

⤴ **Tabelle 4.4**

Geeignete Infrarotfilter für die lieferbaren Verkehrsüberwachungsfilme

SXF, der eine Lichtempfindlichkeit von ISO 200 hat, durch einen Hoya Infrarotfilter R72 mit ISO 25, also drei Blenden mehr. Der Korrekturwert hängt vom benutzten Film, vom Filter und von der Entwicklung ab. Beim ersten Infrarotfilm empfiehlt sich eine kleine Belichtungsreihe, um das Material näher kennenzulernen.

Bei früheren klassischen Infrarotaufnahmen musste immer die Scharfstellung korrigiert werden, da die langwelligeren Lichtstrahlen bei normaler Fokussierung ihren Fokus erst hinter der Filmebene hatten. Wenn Sie sich alte manuelle Objektive anschauen, werden Sie einen kleinen roten Punkt neben der Markierung für die Scharfstellung entdecken (siehe Abbildung 2.43 auf Seite 52). Dieser war genau dafür gedacht. Mit den aktuellen Filmen und Objektiven ist das nicht mehr nötig, da der erweiterte Rotbereich noch nahe genug am für alle Farben optimal gerechneten Schärfepunkt liegt. Wenn Sie etwas abblenden, wirkt die dann vergrößerte Schärfentiefe auf der Filmebene korrigierend.

Nach diesem Kapitel sollten die Belichtungsmessung und die Benutzung von Aufnahmefiltern kein Buch mit sieben Siegeln mehr für Sie sein. Aber berücksichtigen Sie dennoch folgenden Tipp: Nur Übung bringt Sie voran. Fotografieren Sie!

## DER LANGE BLICK

*Kann Fotografie etwas zeigen, was wir nicht wahrnehmen?*

Die Darstellung von Zeit in einem Bild ist ein Widerspruch. Wir sind es gewohnt, Fotografie als das Medium zu betrachten, das den Moment einfriert. Eine Fotografie bewahrt etwas, was gleich wieder vorbei ist. Oder nach Henri Cartier-Bresson: Eine Fotografie hält „den entscheidenden Augenblick“ fest. Die Fotografie kann aber mehr, sie kann über lange Zeiträume statische und sich verändernde Situationen gleichzeitig in einem Bild festhalten. Und für uns nicht Sichtbares sichtbar machen, zum Beispiel die Entstehung der Bauwerke am Potsdamer Platz über 26 Monate in *einem* Bild von Michael Wesely. Oder den unterschiedlich steilen Verlauf der solarisierten Sonne an verschiedenen Breitengraden in der Bildserie »1h« von Hans-Christian Schink. Hiroshi Sugimoto belichtete in seiner Filmtheaterserie jeweils eine Spielfilmlänge lang! Und Alexey Titarenko beschreibt die Stadt: Die Masse Mensch bewegt sich, die Umgebung bleibt.

Diese Fotografen beschäftigen sich mit der Darstellung vom Verlauf der Zeit im ruhenden Bild und damit oft mit extremen Langzeitbelichtungen. Alle eint, dass sie auf Film belichten. Warum?

### DER LANGE BLICK

- Michael Wesely: <https://wesely.org>
- Hans-Christian Schink: [www.hc-schink.de/1h.html](http://www.hc-schink.de/1h.html)
- Hiroshi Sugimoto: [www.sugimotohiroshi.com](http://www.sugimotohiroshi.com)
- Alexey Titarenko: [www.alexeytitarenko.com](http://www.alexeytitarenko.com)

Der Belichtungsschritt zwischen 1/250 und 1/125 Sekunde oder von einer Sekunde zu zwei Sekunden oder von drei Monaten zu sechs Monaten hat den gleichen Effekt: Jedes Mal trifft die doppelte Menge Licht auf den Film. Allerdings reagiert dabei die fotografische Emulsion nicht gleich, sondern bei den langen Belichtungen sehr viel unempfindlicher. Film ist ein Aufnahmemedium, dessen lichtempfindliche Elemente, die Silberhalogenide, die Eigenschaft haben, bei extrem langen Belichtungen Photonen nicht so effektiv zu sammeln und zu halten wie bei kurzen Belichtungen. Dieses Phänomen wird *Schwarzschildeffekt* genannt (siehe Seite 133).

Wie erreichen wir Belichtungszeiten, bei denen der Schwarzschildeffekt auf unsere gewünschten Motive effektive Auswirkungen hat, wir also mit wirklich langen Belichtungen gestalterisch experimentieren können? Lange Belichtungszeiten ergeben sich durch die Kombination aus gering lichtempfindlichem Aufnahmematerial, einer extrem kleinen Blende (eventuell einer Lochblende) und durch die Verwendung eines Graufilters. Selbstverständlich auch durch eine geringe Beleuchtungsstärke bei der Ausleuchtung des Motivs, aber lassen Sie uns hier von einer Außenaufnahme ausgehen, bei der die Sonne scheint.

Lassen Sie uns die Frage an einem Beispiel betrachten. Für Ihre Aufnahme haben Sie wegen seines ungünstigen (aber jetzt sehr vorteilhaften) Schwarzschildeffekts den Fomapan 100 gewählt. Die Blende Ihrer Kamera haben Sie auf  $f22$  geschlossen (wegen der Beugungsunschärfe haben Sie nicht bis  $f64$  geschlossen, Sie streben schon die bestmögliche Auflösung an). Nach dem



⤴ **Abbildung 4.18**

Bei Langzeitbelichtungen bleibt eine helle Bewegung vor einem dunklen Hintergrund immer sichtbar. Potsdamer Platz, 2016 (Bild: Daniel Schwarzer)

Sinar F2 | 72 mm | Adox CHS II



#### 📌 **Abbildung 4.19**

Bei Langzeitbelichtungen wird eine dunklere Bewegung vor einem helleren Hintergrund eliminiert. Die dunklen Rotorblätter, die eigentlich als Kreisfläche sichtbar sein müssten, sind verschwunden. Thurland, 2017 (Bild: Silas Bahr)

**Sinar F2 | 90 mm | Kodak Portra 400**

Ausmessen des Motivkontrasts kommen Sie auf eine Belichtungszeit von 1/8 Sekunde. Der von Ihnen benutzte Graufilter ND 3.0 verlängert die Belichtungszeit um den Faktor 1000:  $1000 \times 1/8$  Sekunde sind 125 Sekunden. Das Datenblatt für den Fomapan 100 empfiehlt bei einer Belichtungszeit ab 120 Sekunde einen Verlängerungsfaktor von 16. Das ergibt 2000 Sekunden oder, anders ausgedrückt, 33 Minuten und 33 Sekunden.

Da sind Sie noch nicht ganz bei den Belichtungszeiten der hier genannten Fotografen, aber Sie könnten zwei

Graufilter miteinander kombinieren. Aus zwei ND 3.0 wird so ein ND 6.0, der Verlängerungsfaktor berechnet sich aus  $1000 \times 1000$  und ergibt eine Million. Aus 1/8 Sekunde werden 125 000 Sekunden, also ca. 35 Stunden oder etwa 1,5 Tage – und das ohne Berücksichtigung des Schwarzschildeffekts. Beim Faktor 16, der im Datenblatt für zwei Minuten Belichtungszeit genannt wird, wären wir bei 24 Tagen. Da die Dauer der Belichtungszeit aber nicht linear, sondern exponentiell ansteigt, werden wir jetzt schon einige Monate belichten müssen. Genau

berechnen lässt sich das leider nicht, da muss man schon Erfahrungen sammeln. Und jetzt bedenken Sie bitte noch die bisher nicht berücksichtigte Tatsache, dass es nicht die ganze Zeit hell ist, sondern die Sonne nur durchschnittlich die Hälfte des Tages scheint. Und dass die fotografischen Emulsionen bei unterbrochenen Belichtungen auch wieder langsamer reagieren, als sich dies bei den Belichtungsteststreifen in der Dunkelkammer beobachten ließ (siehe den Kasten »Intermittenzeffekt« auf Seite 224).

Also ließe sich mit der Kombination von zwei Graufiltern ND 3.0 bei Verwendung des Fomapan 100 relativ einfach die ermittelte Belichtungszeit von 1/8 Sekunde auf ein Jahr verlängern. Theoretisch, denn praktisch wird es über einen Jahresverlauf viele zufällige Einflüsse auf die Motivhelligkeit geben. Es sind natürlich auch alle anderen Graufilterkombinationen möglich. Es müssen ja nicht die beiden extremsten sein.

Und Ihnen ist sicher aufgefallen, dass ich bei den Zeitangaben von sehr genauen Zehntel Sekunden auf großzügig errechnete Monate und Jahre gewechselt bin. Bei einer Langzeitbelichtung ergibt die Verdoppelung der Belichtungszeit von einem auf zwei Jahre eine geringere Zunahme der Schwärzung im Film als der Schritt von 1/125 auf 1/60 Sekunde. Ob Sie bei einer Belichtungszeit von einem Jahr den Kameraverschluss eine Woche kürzer oder länger offen lassen, wird sich auf das Negativ kaum auswirken.

Von Vorteil ist dabei, dass der Film ein passives Aufnahmemedium ist. Die Silberhalogenide müssen nicht aktiviert, also unter Spannung gesetzt werden wie ein digitaler Sensor. In der digitalen Fotografie führt das dazu, dass die digitalen Nikon- und Leica-Kameras im Bulb-Modus den Verschluss nach 30 Minuten schließen. Fujifilm schließt nach 60 Minuten. Die Canon EOS 7D Mark II bietet einen Langzeitbelichtungstimer an, mit dem bis zu 100 Stunden (ca. vier Tage) belichtet werden kann. Und wenn dann noch die Rauschreduzierung für Langzeitbelichtungen eingeschaltet ist, mit der bei geschlossenem Verschluss das Grundrauschen für die Belichtungszeit aufgenommen wird, um es aus der Datei

herauszurechnen, sind wir bei acht Tagen. Da frage ich mich, ob das der Akku aushält, denn der muss während dieser Zeit ununterbrochen die Stromspannung halten. Oder Sie müssen sich um einen Stromanschluss vor Ort kümmern. Und wer lässt seine teure DSLR schon tagelang irgendwo im Freien stehen?

Aber auch für analoge Langzeitbelichtungen müssen die Kameras stabil und wetterbeständig aufgebaut werden. Deshalb baut Michael Wesely seine großformatigen Kameragehäuse selbst. Für jedes Motiv eines. Denn nur dann können sie monatelang unverrückbar an einem Standpunkt verharren, das Objektiv und den Film vor dem wechselnden Klima geschützt, um die langsame oder schnelle Änderung im Motiv in einem eigenständigen Bild festzuhalten. Auf seiner Internetpräsenz können Sie die stabile Bauweise seiner Kameras sehen.

Die schwarze Sonne, ein Solarisationseffekt, mit dem auch Minor White und Ansel Adams gearbeitet haben, zeigt sich nur auf stark silberhaltigem Filmmaterial, das es aktuell nicht gibt. Das durch die Belichtung in der Emulsion entstehende latente Bild wird an Stellen sehr starker Überbelichtung – im Beispiel der Sonne – wieder abgebaut. So weit, bis das Negativ an dieser Stelle wieder transparent wird, anstatt schwarz zu werden. Bei den heutigen Dünnschichtfilmen tritt dieser Effekt allerdings nicht auf. Es waren viele Materialexperimente nötig, bis Hans-Christian Schink das Filmmaterial gefunden hatte, das seinen Ansprüchen und seinem Ziel genügt: eine schwarze Sonnenlinie mit einer weißen Korona zu zeigen.

Erste Experimente mit Langzeitbelichtungen können Sie mit einfach gebauten Lochkameras (siehe die Inspiration »Lochkamera« ab Seite 60) oder alten Kameras ohne viel Aufwand selbst durchführen. Spielen Sie einfach mit Ihren Film- oder Fotopapiermaterialresten.

Eine weitere Möglichkeit, mit der Wirkung von Zeit und Licht in der Fotografie umzugehen, zeigt Stephen John Mooney in der Inspiration »Coins in the Devil's Purse« ab Seite 289.



⤴ **Abbildung 4.20**

Eine helle Bewegung bleibt vor einem dunklen Hintergrund sichtbar.  
»Traffic«, aus der Serie »Stress«, 2016 (Bild: Daniel Schwarzer)

Hasselblad 500 C/M | 80 mm | Kodak Tri-X 400 TX



⤴ **Abbildung 4.21**

Für erste Experimente mit langen Belichtungszeiten eignen sich Lochkameras besonders gut. Die kleine Lochblende sorgt zusammen mit dem Schwarzschildeffekt auf einfachem Weg für lange Belichtungszeiten. Cornwall, Porthcurno, 2017 (Bild: Lena Laine)

Lochkamera | Fujifilm Neopan Acros 100