








Leseprobe

Ob Sie die Belichtungszeit, die Blende oder den Fokus einstellen, immer nehmen Sie damit Einfluss auf die Schärfe. Christian Westphalen zeigt Ihnen, wie Sie die Technik dafür in den Griff bekommen! Zusätzlich finden Sie das vollständige Inhalts- und Stichwortverzeichnis aus dem Buch.

-  **Kapitel 3: »Schärfe«**
-  **Inhaltsverzeichnis**
-  **Index**
-  **Der Autor**
-  **Leseprobe weiterempfehlen**

Christian Westphalen

Die große Fotoschule

712 Seiten, gebunden, in Farbe, 2. Auflage 2013
39,90 Euro, ISBN 978-3-8362-2384-3

 www.rheinwerk-verlag.de/3367

Kapitel 3

Schärfe

Ein großer Teil der technischen Aspekte der Fotografie hat mit dem Erzielen der richtigen Schärfe zu tun. Ob Sie die Belichtungszeit, die Blende oder den Fokus einstellen, immer nehmen Sie damit Einfluss auf die Schärfe. Selbst die Veränderung des ISO-Werts bleibt nicht ohne Folgen.

3.1 Auflösung

Der Begriff *Auflösung* beschreibt die Fähigkeit, sehr kleine Strukturen wiedergeben zu können. In der Digitalfotografie hängt die mögliche Auflösung von vielen Einflussfaktoren ab. Die Eigenschaften des Objektivs und des Sensors sind von zentraler Wichtigkeit, aber die eingestellte Blende oder die Eigenbewegung der Kamera beeinflussen ebenfalls das Auflösungsvermögen.

◀◀ **Abbildung 3.1**

Bei 1/8000 s steht jeder einzelne Wassertropfen dieser gewaltigen Welle in der Luft, ein scharfes Objektiv bei f8 trug zur Bildwirkung bei.
200 mm | f8 | 1/8000 s | ISO 500

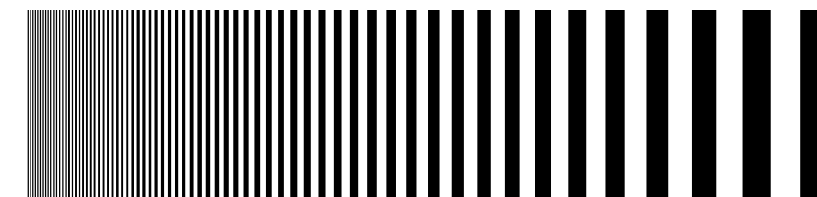
3.1.1 Nyquist-Grenze

Das Auflösungsvermögen wird gerne mit einem Muster gemessen, das aus benachbarten schwarzen und weißen Linien mit sich verringernden Abständen besteht. Es gibt eine theoretische Grenze, über die eine Digitalkamera nicht hinauskommt: Für die Abbildung eines Linienpaares braucht man zwei Pixelreihen: eine für die weiße Linie, eine für die schwarze. Diese Grenze nennt sich *Nyquist-Grenze* oder Nyquist-Frequenz und wird in lp/mm (Linienpaaren pro Millimeter, siehe auch Kapitel 2, »Objektive«) ausgedrückt.

Ein Beispiel: Eine Canon EOS 70D hat eine Pixelauflösung von 5 472 × 3 648 Pixel (20 MP) bei einer Sensorgröße von 22,5 × 15 mm, das ergibt eine Auflösung von 243,2 Pixeln pro Millimeter. Die Nyquist-Grenze der EOS 70D liegt folglich bei 121,6 lp/mm. Wenn Sie mit einer älteren EOS 5D

▼ **Abbildung 3.2**

Ein Testmuster von schwarzweißen Linienpaaren mit unterschiedlicher Linien Dicke. In einem Foto wird der Kontrast nach links hin abnehmen, weil Kamera und Objektiv an die Grenzbereiche ihrer Leistung kommen.



fotografieren, verwenden Sie eine Auflösung von $4\,368 \times 2\,912$ Pixeln (12 MP) bei 36×24 mm, das ergibt 121,3 Pixel/mm und eine Nyquist-Frequenz von 60,6 lp/mm. Das bedeutet, dass ein Objektiv an einer EOS 70D eine doppelt so hohe Auflösung erreichen muss wie an einer EOS 5D, um den Sensor voll auszunutzen.

3.1.2 Kontrast

An der Nyquist-Grenze wird keine Kamera mit einem noch so guten Objektiv ein schwarzweißes Linienpaar auch wirklich schwarzweiß abbilden können. Vielmehr wird der erreichbare Maximalkontrast mit steigender Auflösung immer weiter abnehmen, so dass sich eher ein Kontrast zwischen Dunkelgrau und Hellgrau ergeben wird.

Um die Leistung eines Objektivs sinnvoll zu beschreiben, reicht also der Auflösungs Wert nicht aus, es ist auch wichtig, wie hoch der Kontrast bei welcher Auflösung ist. Diese Werte sind davon abhängig, wie weit man sich von der Sensormitte entfernt. Der Grund dafür ist, dass es für ein Objektiv

einfacher ist, einen Punkt in der Sensormitte scharf abzubilden als einen am Rand. Das hat mit dem Sensor selbst nichts zu tun, sondern nur mit dem Abstand des Punktes von der optischen Achse des Objektivs. Als Resultat erhält man eine Kurve, die

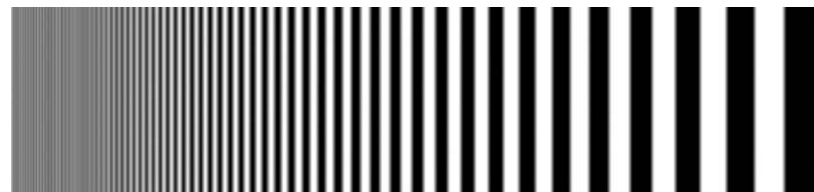
sogenannte *Modulations-Transfer-Funktion*, kurz MTF-Kurve (siehe auch Seite 125). Hier ist zum Verständnis nur wichtig, dass Schärfe durch das Zusammenspiel von Auflösungsvermögen und Kontrast definiert wird. Und dass Sie für die optimale Schärfe in der Bildmitte und am Bildrand unterschiedlich stark abblenden müssen.

3.1.3 Grenzauflösung des Auges

Wenn man von Schärfe spricht, stellt sich schnell die Frage, wo die Grenze zwischen scharf und unscharf liegt. Die Leistungsdaten einer modernen Spiegelreflexkamera als Maßstab zu nehmen und pixelgenaue Schärfe zu fordern, würde einen schnell in den fotografischen Wahnsinn treiben. Die Ergebnisse wären auch eher akademischer Natur, denn Ihre Fotos werden ja für Menschen gemacht und nicht für technische Geräte. In der Fachliteratur findet man Werte für das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges, die um

▼ Abbildung 3.3

Im Foto bleiben in den fein aufgelösten Bereichen nur Graustufen übrig, weil die leichte Unschärfe dem Kontrast schadet.



1 mm bei einer Entfernung von 3 Metern liegen. Sie können selbst ausprobieren, bis wohin Sie im Siemensstern von Seite 177 bei 3 Metern Entfernung die Linien noch unterscheiden können. Dann treten Sie heran und messen die Linienbreite an der entsprechenden Stelle. Wir gehen für die weitere Berechnung von 1 mm aus und kommen bei einer Bildentfernung von 3 Metern auch auf eine Bilddiagonale von 3 Metern, da die Betrachtungsentfernung und die Bilddiagonale für den optimalen Eindruck gleich sein sollten. Wir kommen so auf eine Bilddiagonale von 3000 Pixeln und auf eine zu erreichende Gesamtauflösung von etwas über 4 Megapixeln. Diesen Wert sollten Sie im Hinterkopf behalten, wenn Sie wirklich perfekte Schärfe für Großvergrößerungen benötigen. In der Praxis rechnet man meist mit 1500 Pixeln in der Diagonale. Welchen Zerstreuungskreisdurchmesser man als zulässig definiert und wo die Grenze zwischen scharf und unscharf verläuft, hängt auch von der gewünschten Abbildungsgröße ab und von der Annahme, über welches Auflösungsvermögen das Auge verfügt. Ein 13×18 -cm-Abzug wird mit 1500 Pixeln Auflösung in der Diagonale perfekt scharf wirken, in der Praxis ärgern sich viele Fotografen aber über viel geringere Unschärfen. Bei einer Nikon D800 hätte ein Zerstreuungskreis von $1/1\,500$ der Bilddiagonale bereits einen Durchmesser von fast 6 Pixeln. Trotzdem wird das Bild auf einer Buchseite bei normalem Betrachtungsabstand noch scharf wirken. Für einen Galerie-Print im Großformat sollten Sie allerdings lieber mit 3000 Pixeln rechnen.

3.2 Schärfentiefe und Blende

Wenn Sie mit einer Kompaktkamera fotografieren, scheint sich die Schärfe meistens von vorn bis hinten durch den gesamten Bildraum zu erstrecken. Sobald Sie aber eine Kamera mit einem größeren Sensor in die Hand nehmen, merken Sie, dass sich die Schärfe immer nur in einem bestimmten Bereich befindet und es, je nach Fokussierung, davor und dahinter wieder unscharf wird. Dieser Bereich heißt *Schärfentiefe*.

Genauer ausgedrückt, ist die Schärfentiefe der Bereich der Objektentfernung, der auf der Sensorseite innerhalb des zulässigen Zerstreuungskreisdurchmessers abgebildet wird, so dass die Abbildung noch scharf erscheint.

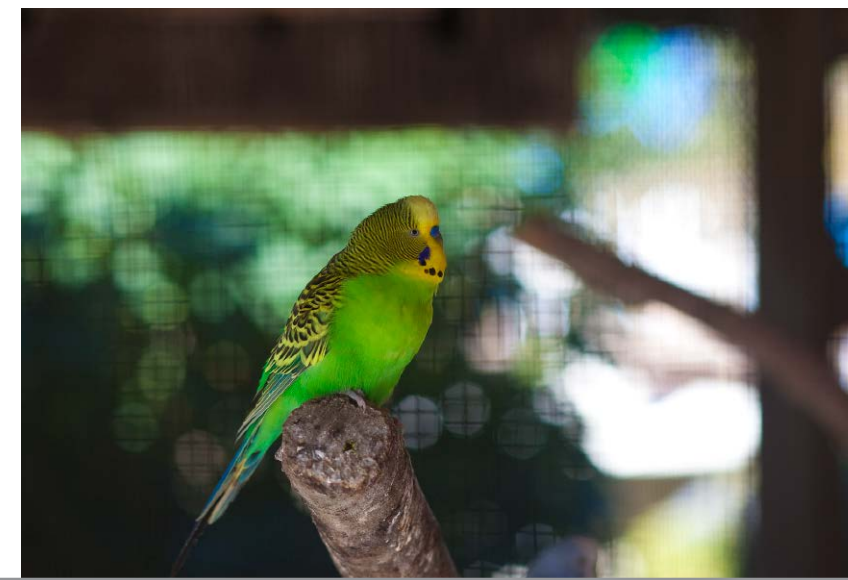
Zerstreuungskreis

In der Praxis wird ein Lichtpunkt nie absolut punktförmig abgebildet, sondern immer als ein Zerstreuungskreis. Die Zerstreuung ergibt sich durch Objektiv- oder Beugungsunschärfe, durch die Fokussierung auf einen anderen Entfernungsbereich oder durch den AA-Filter.

▼ Abbildung 3.4

Hier wurde durch einen engen Maschendrahtzaun fotografiert, das Motiv ist davon wegen der offenen Blende nicht beeinträchtigt, der Zaun zeigt sich aber in den unscharfen Lichtpunkten des Hintergrunds.

100 mm | $f3,5$ | $1/500$ s | ISO 400



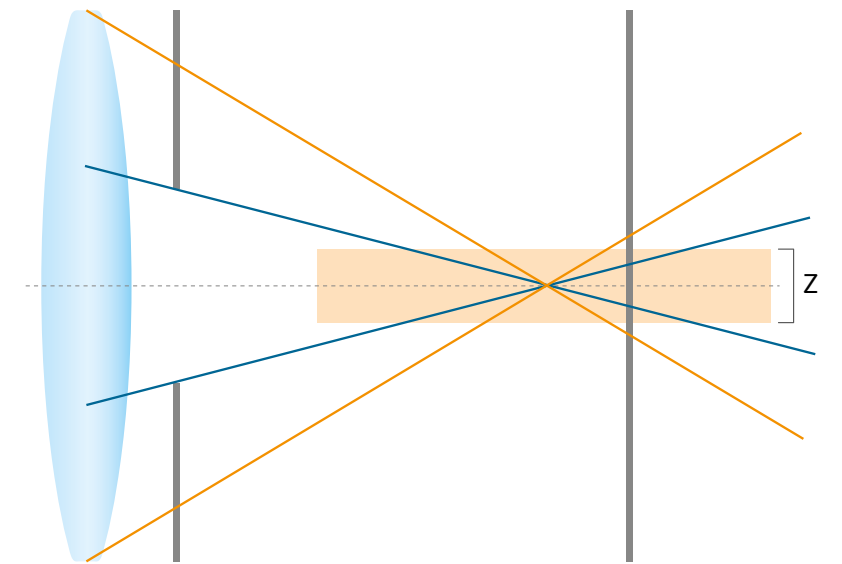


Dieser Bereich wird größer, je weiter Sie das Objektiv abblenden. Dazu schauen wir uns die Bildseite zwischen Blende und Sensor an (Abbildung 3.6). Beim roten Strahlenbündel wurde mit Offenblende fotografiert, das Motiv liegt weiter im Fernbereich als das Objektiv scharfgestellt ist, und so trifft sich das Strahlenbündel vor der Sensorebene. Auf der Sensorebene ist das Strahlenbündel bereits größer als der zulässige Zerstreuungskreis, also erscheint dieser Punkt des Motivs unscharf. Anders beim blauen Strahlenbündel: Obwohl der Fokus gleich bleibt, trifft das Strahlenbündel den Sensor, während es noch kleiner als der zulässige Zerstreuungskreis ist. Der Punkt erscheint also scharf. Der einzige Unterschied ist, dass hier abgeblendet wurde, der Strahlenkegel ist so insgesamt schmäler und bleibt über einen größeren Bereich innerhalb des Zerstreuungskreisdurchmessers. Auf der Motivseite entspricht dies einem deutlich größeren Entfernungsbereich, innerhalb dessen alles als scharf wahrgenommen wird. Die Schärfentiefe steigt also mit dem Abblenden an.

Aus der Grenzauflösung des Auges (siehe Seite 180) folgt, dass ein Punkt, der einen Durchmesser von $1/1500$ der Sensordiagonale hat, auf dem gedruckten Bild noch als scharf wahrgenommen wird. Mit dieser Voraussetzung vergleichen wir die Schärfentiefe einer Vollformatkamera mit der einer APS-C-Kamera, die einen 1,6-mal kleineren Sensor hat. Für die Vollformatkamera ergibt sich ein zulässiger Zerstreuungskreisdurchmesser von 0,028 mm, bei APS-C sind es 0,0018 mm. Als Objektiv wählen wir für die Vollformatkamera ein 50 mm/f1,4 und für die APS-C-Kamera das Objektiv, was diesem in Blende und Bildwinkel möglichst gut entspricht: 30 mm/f1,4.

Wenn Sie sich die Tabelle 3.1 auf der folgenden Seite anschauen, sehen Sie, dass man bei einer APS-C-Kamera knapp zwei Blenden weiter aufblenden muss, um eine ebenso geringe Schärfentiefe wie bei einer Vollformatkamera zu erzielen. Oder andersherum ausgedrückt: Die Trennung des Motivs vom Hintergrund durch eine geringe Schärfentiefe gelingt umso besser, je größer das Sensorformat ist.

◀ **Abbildung 3.5**
Die weit geöffnete Blende betont den Eindruck des schwachen Lichts in der Dämmerung. Der geringe Schärfebereich bildet einen reizvollen Kontrast mit den weich verlaufenden Farben des Hintergrunds.
50 mm | f1,4 | 1/320 s | ISO 500



▲ **Abbildung 3.6**
Beim Abblenden (blau) bleiben die Lichtstrahlen über einen weiteren Bereich innerhalb der Schärfegrenze beziehungsweise innerhalb des zulässigen Zerstreuungskreisdurchmessers (Z) als bei Offenblende (rot). Überschreitet die Abbildung eines Punktes auf dem Sensor einen bestimmten Durchmesser, so erscheint die Abbildung unscharf. In diesem Beispiel ist die Abbildung bei Offenblende auf der Sensorebene leicht unscharf, abgeblendet aber scharf genug.

Blende	Schärfentiefe bei einem Vollformatsensor (42 mm Sensordiagonale)		Schärfentiefe bei einem APS-C-Sensor (27 mm Sensordiagonale)	
	Bereich	Ausdehnung	Bereich	Ausdehnung
f1,4	1,95 m – 2,07 m	12 cm	1,90 m – 2,12 m	22 cm
f2	1,93 m – 2,10 m	17 cm	1,85 m – 2,17 m	32 cm
f2,8	1,89 m – 2,14 m	24 cm	1,80 m – 2,25 m	45 cm
f4	1,85 m – 2,20 m	35 cm	1,73 m – 2,37 m	64 cm
f5,6	1,79 m – 2,29 m	50 cm	1,64 m – 2,57 m	93 cm
f8	1,71 m – 2,44 m	73 cm	1,52 m – 2,92 m	1,4 m
f11	1,62 m – 2,65 m	1,03 m	1,40 m – 3,53 m	2,13 m
f16	1,49 m – 3,10 m	1,61 m	1,23 m – 5,41 m	4,18 m
f22	1,36 m – 3,89 m	2,53 m	1,07 m – 15,02 m	13,95 m

▲ **Tabelle 3.1**

Um eine ähnliche Schärfentiefe zu erreichen, müssen Sie bei einer APS-C-Kamera viel weiter aufblenden, z. B. von f5,6 auf f2,8. Links zu den verwendeten Formeln und einem Online-Schärfentieferechner finden Sie unter <http://links.westbild.de>.

▼ **Abbildung 3.7**

Bei dieser Aufnahme beträgt die Schärfentiefe nur gut drei Millimeter. 35 mm | f1,4 | 1/1000 s | ISO 100 | APS-C | Entfernung 30 cm

Die Brennweite hat übrigens weniger Einfluss auf die Schärfentiefe, als gemeinhin angenommen wird. Wenn Sie ein Motiv in 3 m Entfernung einmal mit einem Weitwinkel- und einmal mit einem Teleobjektiv aufnehmen, dann erhalten Sie mit dem Weitwinkelobjektiv zwar eine viel größere Schärfen-



tiefe. Wenn Sie aber mit dem Weitwinkelobjektiv so nah an das Motiv herangehen, dass es genauso groß abgebildet wird wie auf der Teleaufnahme, dann werden Sie feststellen, dass sich beide Bilder in der Schärfentiefe kaum unterscheiden. Die Schärfentiefe ist also abhängig vom Abbildungsmaßstab. Kürzere Brennweiten bilden meist kleiner ab, deswegen wird die Schärfentiefe auch größer. Sobald Sie den Unterschied in der Abbildungsgröße durch eine andere Aufnahmeposition ausgleichen, ist auch der Schärfentiefenvorteil dahin.

3.2.1 Hyperfokale Entfernung

Wenn Sie eine möglichst große Schärfentiefe bis in den Unendlich-Bereich erzielen möchten (zum Beispiel in der Landschaftsfotografie), sollten Sie nach hinten keinen Schärfbereich verschwenden, sondern so fokussieren, dass »Unendlich« gerade noch in der Schärfentiefe liegt. So erhalten Sie nach vorn das Optimum an Schärfentiefe. Die Distanz, auf die Sie dann scharfstellen müssen, nennt sich die *hyperfokale Entfernung*. Das ist der Punkt, ab dem die Schärfe bei gewählter Blende gerade eben in den Unendlich-Bereich ragt. Bei einer Vollformatkamera, 50 mm Brennweite und Blende f22 müssen Sie also die Entfernung auf gut 4 Meter einstellen. So erstreckt sich die Schärfentiefe nach hinten gerade bis Unendlich. Da die Schärfentiefe vom Fokuspunkt natürlich auch nach vorn reicht, erhalten Sie so von knapp 1,4 m bis Unendlich alles scharf. Bei 30 mm Brennweite an einer Kamera mit APS-C-Sensor bekommen Sie bei einer Einstellung auf 2,3 Meter eine durchgängige Schärfe von gut einem Meter bis Unendlich.

Blende	50 mm an Vollformatkamera	30 mm an APS-C-Kamera
f1,4	63,83 m	35,74 m
f2	44,69 m	25,03 m
f2,8	31,94 m	17,89 m
f4	22,37 m	12,53 m
f5,6	15,99 m	8,96 m
f8	11,21 m	6,28 m
f11	8,17 m	4,58 m
f16	5,63 m	3,16 m
f22	4,11 m	2,30 m

Hyperfokaldistanz berechnen

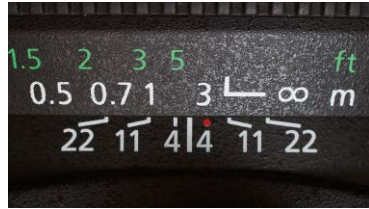
Wenn Sie die hyperfokale Entfernung selbst berechnen wollen, verwenden Sie diese Formel:

$$S_h = \frac{f^2}{N \times d_u} + f$$

- S_h: hyperfokale Entfernung
- f: Brennweite
- N: Blende
- d_u: Zerstreuungskreisdurchmesser

◀ **Tabelle 3.2**

Vergleich der hyperfokalen Entfernungen bei Vollformat- und APS-C-Sensoren nach Blende: Es wurde jeweils eine Brennweite mit vergleichbarem Bildwinkel gewählt.



▲ **Abbildung 3.8**

Bei diesem 24-mm-Objektiv wurde die Unendlich-Marke auf den Schärfentiefestrich von Blende f11 gestellt. Die Schärfe reicht dann von circa 1 m bis unendlich. Die verwendete hyperfokale Entfernung, auf der nun der Fokus liegt, ist bei circa 2,5 m.

In der Praxis werden Sie natürlich kein Objektiv auf exakt 44,69 m einstellen können, aber falls Ihr Objektiv eine Entfernungsskala besitzt, können Sie den Nahpunkt (d. h. den vordersten Punkt, der noch in der Schärfe liegen soll) einstellen und dann die Entfernung genau auf die Mitte zwischen diesem Punkt und Unendlich stellen. Blenden Sie dann so weit ab, dass die Schärfentiefe ausreicht, was Sie ebenfalls an der Skala sehen können.

Das funktioniert natürlich auch mit einem anderen Fernpunkt als Unendlich, wenn Sie zum Beispiel nur alles zwischen 3 und 4 Metern scharf haben möchten. Falls Ihr Objektiv eine solche Skala nicht besitzt, können Sie eventuell die Schärfentiefeautomatik Ihrer Kamera verwenden (A-DEP bei einigen Canon-DSLRs). In der neueren Variante dieses Belichtungsprogramms misst die Kamera die Schärfe unter jedem Fokuspunkt und stellt die Schärfe so ein, dass alle Fokuspunkte innerhalb der Schärfentiefe liegen. In der älteren Variante müssen Sie selbst den Fern- und den Nahpunkt separat anmessen. Wenn Ihre Kamera das nicht unterstützt, ist das kein großer Makel. Ein vernünftig gesetzter Fokuspunkt und eine Blende um f11 sind meist genauso gut (wenn nicht besser).



Abbildung 3.9 ▶

Bei 14 mm Brennweite und f13 ist von 26 cm bis Unendlich alles scharf, wenn Sie auf die hyperfokale Entfernung von in diesem Fall 52 cm scharfstellen.

3.2.2 Unschärfe im Sucherbild

Eine Tatsache, der sich nicht alle Fotografen bewusst sind, ist, dass sie die unscharfen Bereiche im Sucher nicht genau beurteilen können. Machen Sie doch einmal folgenden Test:

- ▶ Nehmen Sie ein lichtstarkes Objektiv, und belassen Sie es auf der Offenblende. Heften Sie eine Zeitung an die Wand, oder schreiben Sie einen großen Text auf den Monitor.
- ▶ Fokussieren Sie manuell so, dass Sie den Text gerade noch erahnen können und lösen Sie dann aus.
- ▶ Schauen Sie sich das Bild an. Sie werden feststellen, dass die Unschärfe der Abbildung stärker ist als im Sucher. Versuchen Sie dann, so weit abzublenzen, dass das Sucherbild dem Foto entspricht.

Wie kommt es zu diesen abweichenden Ergebnissen? Eigentlich müsste das Foto dem Sucherbild entsprechen, wenn eine Mattscheibe eingesetzt wird, auf die das Bild genauso wie auf den Sensor projiziert wird. Genau hier liegt aber die Lösung des Rätsels, denn die Mattscheibe ist gar nicht matt, sondern besteht aus winzigen Linsen, die das Licht zum Sucher leiten. Dadurch wirkt sie extrem hell, weil ein Großteil des einfallenden Lichts im Auge ankommt. Sie erfüllt auch ihren Zweck, die scharfen Bildbereiche sichtbar zu machen. Ihr Auge aber wird so zu einem Teil des optischen Systems: In Ihrer Iris wird ein zweites Mal abgeblendet, und die unscharfen Bildbereiche erscheinen schärfer, als sie sind. Wenn Sie also zum Beispiel im Makrobereich das Bild mit der Unschärfe komponieren wollen, bekommen Sie im Live-View-Modus eine exaktere Rückmeldung als über den Sucher.



▲ **Abbildung 3.10**

Der Testtext ①, der Eindruck im Sucher ② und das tatsächliche Foto ③ (35 mm, f1,4), das deutlich unschärfer ist. Um dem Sucherbild zu entsprechen, musste auf Blende f4 abgeblendet werden.

◀ **Abbildung 3.11**

Dieses Bild wirkte im Sucher viel schärfer als in der fertigen Aufnahme. Die riesige Blendenöffnung eines 300-mm-Objektivs mit Blende f2,8 erlaubt sehr große Unschärfebereiche, aber das Auge blendet das Sucherbild weiter ab, weil die Mattscheibe das Licht durch Mikrolinsen schickt statt wirklich matt zu sein.

300 mm | f2,8 | 1/1000 s | ISO 100

3.3 Beugungsunschärfe

Dass die Abbildungsleistung von Objektiven nicht immer besser wird, je weiter man abblendet, liegt an der Beugungsunschärfe, die umso stärker wird, je kleiner das Loch ist, durch welches das Licht muss. Leider kann man nicht einfach ein besseres Objektiv bauen, um die Beugungsunschärfe loszuwerden, denn die Beugungsunschärfe ist ein Naturgesetz. Das Einzige, was Sie tun können, ist, nicht zu weit abzublenzen.

Ungefähr ab Blende f11 kommen Sie bei einer DSLR in den Bereich, ab dem die Beugungsunschärfe eine Rolle zu spielen beginnt. Bei einer Kompaktkamera mit einem sehr kleinen Sensor kann die Beugung schon ab Blende f4,5 sichtbar werden. Blende f22 kann im Einzelfall immer noch einen guten Kompromiss darstellen zwischen Schärfentiefe und Beugungsunschärfe, aber bei noch kleineren Blendenöffnungen werden die Unschärfen stark sichtbar. Das Beispielbild links bei Blende f45 ist praktisch nur noch zur Demonstration der Beugungsunschärfe zu gebrauchen.

3.4 Verwackeln

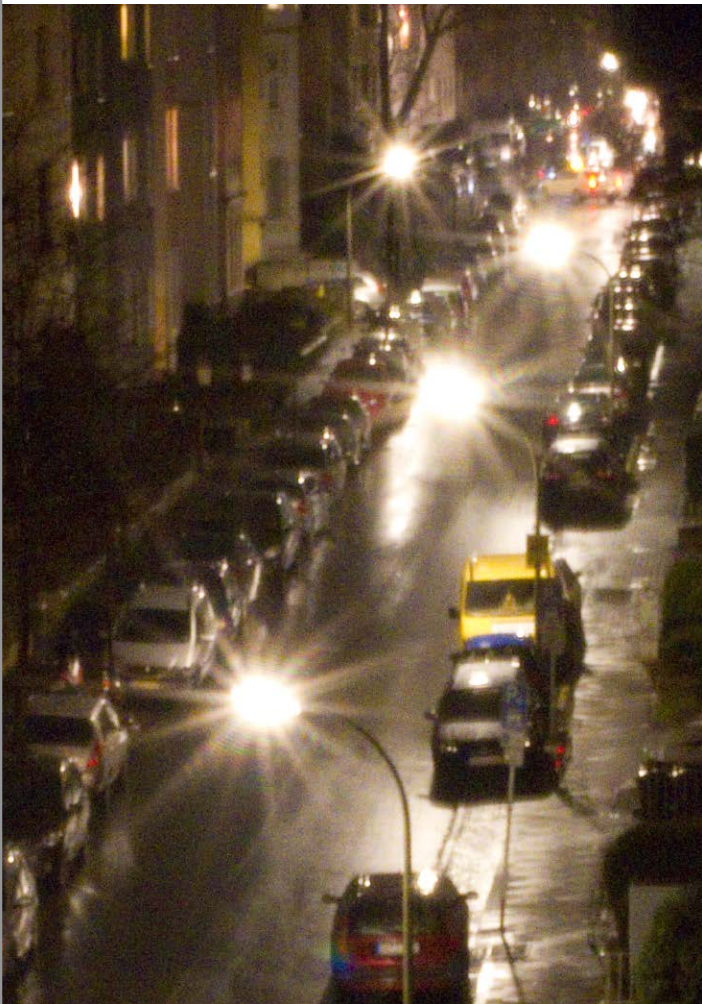
Die Bewegung der Kamera kann selbst während der Aufnahme ein Bild unscharf machen. Auch der beste Fotograf kann eine Kamera nicht vollkommen ruhig halten, denn der Körper führt immer leichte Bewegungen aus, um im Gleichgewicht zu bleiben. Es gibt eine alte Faustregel, die besagt, dass man eine Belichtungszeit, die dem Kehrwert der Brennweite entspricht, noch ruhig halten kann. Das bedeutet, dass bei einem 35-mm-Objektiv ungefähr 1/30 s Belichtungszeit noch zu scharfen Bildern führt. Bei 300 mm Brennweite sollte es aber mindestens 1/250 s sein.

Diese Werte beruhen auf relativ altmodischen Schärfenforderungen (eine moderne DSLR zeichnet gut das Vierfache an Details im Vergleich zum Diafilm auf), so dass Sie ruhig ein bis zwei Stufen kürzer belichten können, sofern Sie die Möglichkeit dazu haben. Wenn Sie keine Wahl haben, können Sie auch längere Zeiten aus der Hand

▼ **Abbildung 3.12**

Dieser Bildausschnitt entspricht circa einem Viertel des vollen Bildformats. Ein sehr scharfes 50-mm-Makroobjektiv liefert bei Blende f45 nur noch ein unscharfes Bild, und helle Lichter ergeben starke Beugungsternchen.

50 mm | f45 | 30 s | ISO 6400 | APS-C



▲ **Abbildung 3.13**

Diese Aufnahme wurde mit einer Sekunde Belichtungszeit aus der Hand geschossen. Sie ist nicht scharf, fängt aber trotzdem die Stimmung des Ortes ein.

18 mm | f5 | 1 s | ISO 1600 | APS-C | ohne Bildstabilisator

halten und mehrere Aufnahmen hintereinander machen. Die Wahrscheinlichkeit, dass trotzdem eine brauchbar ist, ist gerade bei kürzeren Brennweiten hoch.

Kameras mit einer Auto-ISO-Funktion wenden die Regel an, indem sie die ISO-Zahl abhängig von Brennweite und Belichtungszeit verändern. Ich würde mir wünschen, dass man das ein wenig verschieben könnte zugunsten etwas kürzerer Verschlusszeiten. Gerade bei APS-C-Kameras müssten Sie die tatsächliche Brennweite ohnehin mit 1,6 multiplizieren, um die Kehrwertregel für das verwacklungsfreie Fotografieren anwenden zu können. Denn erst dann haben Sie den gleichen Bildwinkel und damit auch die gleiche Verwacklungsfahrer wie bei einer Vollformatkamera.

Falls das Objektiv oder die Kamera über einen guten Bildstabilisator verfügt, können Sie bis zu vier Blendenstufen längere Verschlusszeiten riskieren, ohne zu verwackeln (gegen die Bewegung des Motivs hilft der Stabilisator aber natürlich nicht). So sind sogar Bilder mit einem 100-mm-Objektiv mit 1/5 s noch aus der freien Hand möglich.

Die richtige Körperhaltung

Die richtige Körperhaltung ist ebenfalls wichtig für die Schärfe bei längeren Belichtungszeiten. Halten Sie die Kamera mit beiden Händen, die Ellenbogen bleiben am Körper und die Füße stehen etwas auseinander. Halten Sie die Luft an, nachdem Sie gerade ein- oder ausgeatmet haben und drücken Sie den Auslöser sanft durch. Ich mache gern unmittelbar danach noch eine Belichtung, weil das die Chancen auf ein scharfes Bild verdoppelt und manchmal die Anspannung nach der ersten Aufnahme geringer ist.

3.5 Bewegungsunschärfe

Jedes sich bewegende Motiv legt innerhalb der Belichtungszeit eine bestimmte Strecke zurück. Sie können mit der Wahl der Belichtungszeit entscheiden, ob das im Foto sichtbar ist oder nicht. Ein Auto mit einer Geschwindigkeit von 100 km/h legt in 1/8000 s nur 3,5 mm Wegstrecke zurück. Wenn Sie das Auto ganz abbilden, reicht diese geringe Bewegung nicht aus, um im Foto einen Bewegungseindruck zu erzeugen. Das Auto wirkt eingefroren. Ganz anders bei 1/15 s Belichtungszeit: Der Wagen bewegt sich in dieser Zeit um 1,85 m nach vorn und wirkt völlig verwischt.

Mit der Belichtungszeit steuern Sie also den Eindruck der Bewegung. Eine leichte Unschärfe kann die Dynamik eines bewegten Motivs stark erhöhen. Oft kommt man aber zu einem interessanteren Ergebnis, wenn das Motiv selbst scharf bleibt und der Hintergrund verwischt ist.

Manchmal haben Sie auch die Möglichkeit, die Kamera (mit eingestellter langer Belichtungszeit) am Motiv zu befestigen, wie Sie es zum Beispiel bei einem Segelboot machen können, das dann durch die Wellen schneidet. In der professionellen Autofotografie benutzt man Ausleger, die etwa mit dem Auto verschraubt werden, so dass sich die Kamera synchron zum fotografierten Wagen bewegt.

Eine viel einfachere Technik ist das Mitziehen. Sie schwenken die Kamera mit dem sich vorbeibewegenden Motiv mit und fotografieren mit einer etwas längeren Belichtungszeit. Das geht am einfachsten mit etwas längeren Brennweiten, weil sich dann das Motiv perspektivisch nicht so stark verändert. Auch ein Bildstabilisator ist von Vorteil, der sich aber vor dem Auslösen erst auf die Bewegung einstellen muss, so dass er nicht mehr versucht, sie auszugleichen. Nehmen Sie das Motiv also mit halb gedrücktem Auslöser ins Visier und bewegen Sie die Kamera etwas mit, bevor Sie auslösen.

Die richtige Belichtungszeit hängt natürlich von der Geschwindigkeit und dem gewünschten Bildergebnis ab. Fangen Sie mit Verschlusszeiten zwischen 1/8 s und 1/30 s an, und überprüfen Sie die Ergebnisse.

Wenn die kürzeste Belichtungszeit der Kamera nicht ausreicht, hilft nur noch Blitzlicht. Die Blitzdauer ist allerdings nur bei sehr geringen Blitzleis-

▼ **Abbildung 3.14**

Bei dieser schnell vorbeifahrenden Kutsche wurde die Kamera mit 1/6 s Belichtungszeit mitgezogen.

22 mm | f22 | 1/6 s | ISO 200 | APS-C



tungen deutlich kürzer als die 1/8000 s, die DSLRs heute maximal liefern können. Bei voller Leistung leuchtet ein Kamerablitz wie der Canon 600 EX-RT für circa 1/800 s. Bei 1/128 der Leistung liegt die Abbrenndauer aber bei circa 1/30000 s.

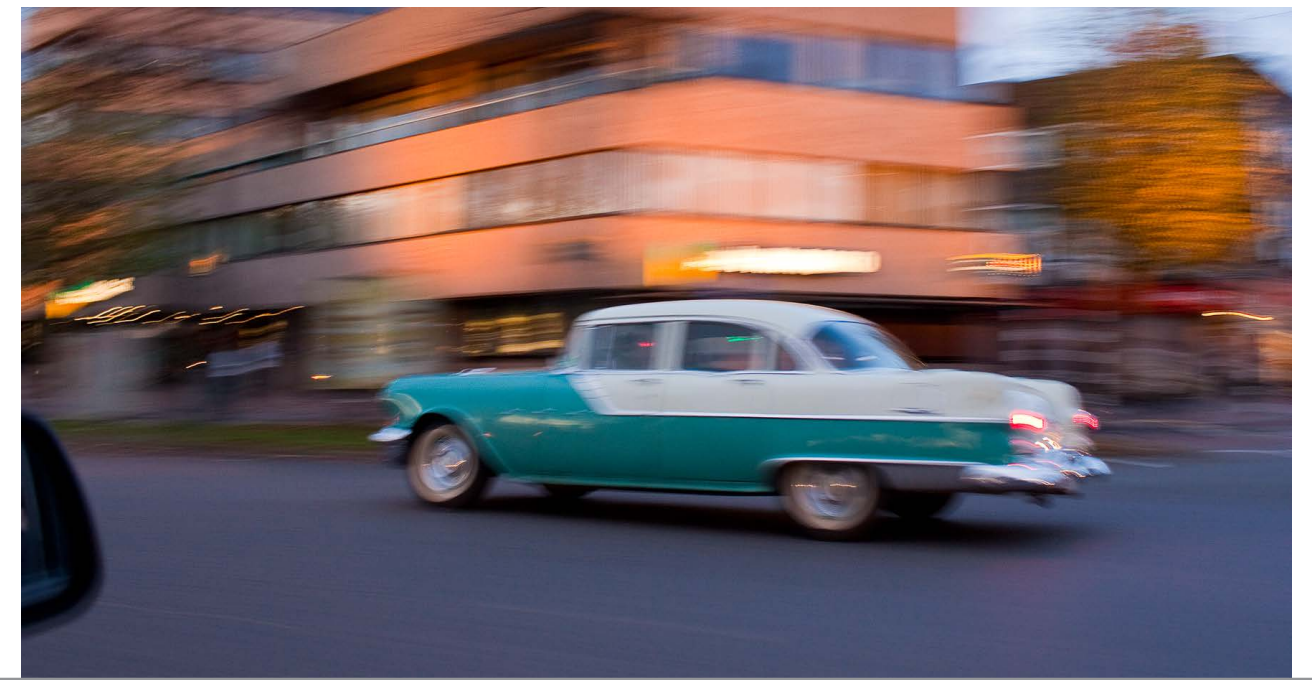
Wer noch kürzere Zeiten benötigt, muss auf spezielles Equipment zurückgreifen. Wenn Sie das Thema Ultrakurzzeitfotografie interessiert, sollten Sie sich die Arbeiten von Harold E. Edgerton ansehen, einem Pionier des Highspeed-Blitzens. Das Buch »Stopping Time« ist leider nicht mehr verfügbar, aber über eine Bildsuche im Internet nach »Harold Edgerton« werden Sie einen großen Teil seiner Arbeiten finden.

Mit Blitzlicht können Sie Dinge sichtbar machen, die Sie niemals mit bloßem Auge erfassen könnten – und das auch mit Hausmitteln, die den meisten Amateurfotografen zur Verfügung stehen. Das Schöne an der Digitalfotografie ist, dass Sie mit jedem Bild sofort eine Rückmeldung über die Bildqualität bekommen. Sie können so im laufenden Prozess die Einstellungen immer mehr verfeinern, selbst wenn Sie im Sucher vom tatsächlichen Bild nicht das Leiseste erahnen.

▼ **Abbildung 3.16**

Die Bewegung muss sich nicht nur auf das Motiv beschränken, hier wurde aus dem fahrenden Auto heraus fotografiert (natürlich vom Beifahrersitz). Das Bild ist an keiner Stelle wirklich scharf, aber der Bewegungseindruck ist dadurch noch stärker.

18 mm | f5,6 | 1/6 s | ISO 200 | APS-C



▲ **Abbildung 3.15**

In dieser Aufnahme wirkt jede Bewegung wie eingefroren, die Wassertropfen stehen in der Luft.

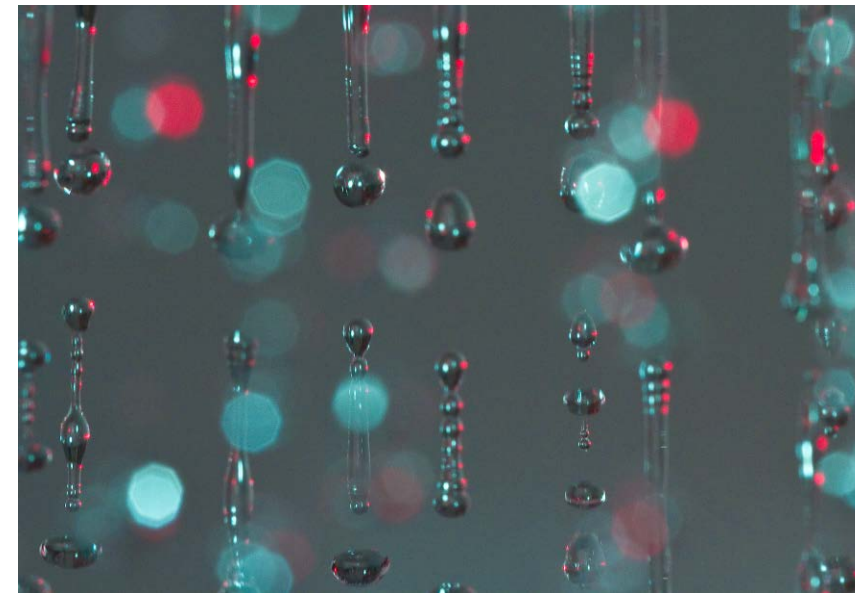
300 mm | f6,3 | 1/2000 s | ISO 250



◀◀ **Abbildung 3.17**

Ein Fahrradrennen bei Nacht. Obwohl es zu dunkel war für eine scharfe Aufnahme, wurde auf den Blitz verzichtet, um die Stimmung einzufangen und die Bewegung des Bild erzeugen zu lassen.

50 mm | f1,4 | 1/4 s | ISO 3200



◀ **Abbildung 3.18**

Diese Aufnahme wurde mit zwei auf die kleinste Leistungsstufe eingestellten Blitzern mit jeweils einer Farbfilterfolie beleuchtet. Sie zeigt die Wassertropfen unter einem Duschkopf.

100 mm | f9,5 | 1/200 s | ISO 800 | APS-C | Makroobjektiv

3.6 Autofokus (AF)

Die Technik der automatischen Scharfstellung auf das Motiv nennt man *Autofokus*. Schon in den 1970er Jahren gab es Kameras mit Autofokus. Die Polaroid SX70-Sofortbildkamera sendete zum Beispiel einen Ultraschallimpuls aus und maß die Zeit, die er benötigte, um vom Motiv reflektiert zu werden. Fledermäuse orientieren sich in ähnlicher Weise, und auch das Echolot in Schiffen nutzt das gleiche Prinzip. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass sie auch in völliger Dunkelheit funktioniert und damals viel schneller war als die alternativen Methoden. Ein Nachteil ist, dass die Kamera natürlich immer auf das am nächsten liegende Detail fokussiert, was nicht in jedem Fall das Motiv sein muss.

Die heute hauptsächlich verwendete optische Methode des Phasenvergleichs steckte damals noch so sehr in den Kinderschuhen, dass ein Scharfstellungsvorgang mehrere Sekunden dauern konnte und die Technik als *Out-of-focus* (unscharf) verspottet wurde.

AF-Hilfslicht

Wenn Sie in dunklen Räumen oder bei Nacht fotografieren, kann das Autofokus-Hilfslicht eines externen Blitzgerätes eine deutliche Hilfe für das schnelle Scharfstellen sein. Ich selbst benutze das AF-Hilfslicht recht häufig, stelle den Blitz über die Kamera aber meistens so ein, dass er nur das AF-Hilfslicht aussendet und nicht blitzt.



▲ **Abbildung 3.19**

Die AF-Einheit 2 befindet sich bei einer DSLR unter dem Spiegelkasten. Ein Hilfsspiegel 1 hinter dem halbdurchlässigen Hauptspiegel reflektiert das Licht nach unten in die AF-Einheit.

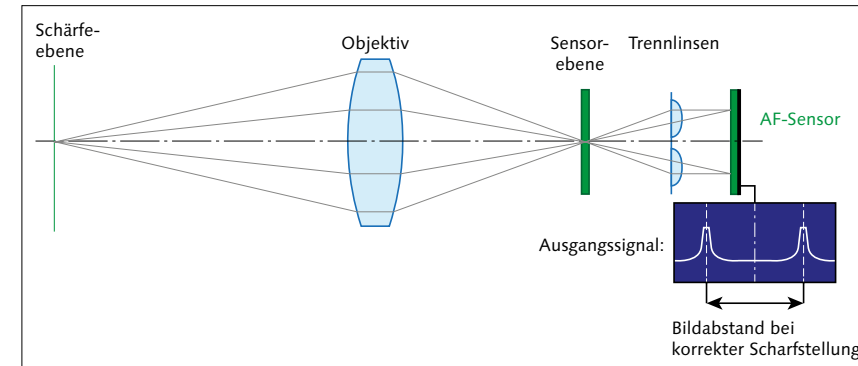
In einer modernen DSLR finden sich heute meist zwei verschiedene Methoden zur Schärfestimmung: eine schnelle, die nur funktioniert, wenn der Spiegel heruntergeklappt ist und eine langsamere für den Live-View-Modus. Wobei die Methode im Live-View-Modus inzwischen deutlich schneller geworden ist, weil das Prinzip der Messung über den Spiegel inzwischen auf den Sensor übertragen worden ist. Wenn die Entwicklung so weitergeht, wird die Methode für den Live-View-Modus die herkömmliche AF-Methode bald eingeholt haben.

3.6.1 Phasenvergleich

Beim Phasenvergleich fällt das Licht durch den halbtransparenten Spiegel auf einen Hilfsspiegel, der das Licht nach unten in die AF-Einheit ablenkt. Das Licht wird dann durch ein optisches System geteilt und auf jeweils einen lichtempfindlichen Sensor geworfen. Die beiden resultierenden Teilbilder werden miteinander verglichen, und aus dem Vergleich berechnet die AF-Einheit, in welche Richtung und wie weit der Fokus verändert werden muss. Das Prinzip ähnelt ein wenig dem Schnittbildindikator, der früher das Scharfstellen bei manuellen Spiegelreflexkameras erleichterte. Es gibt auch Kameras, die einen Phasenvergleich direkt auf dem Bildsensor durchführen können, dieses Prinzip erläutere ich ab Seite 196 im Abschnitt »Hybrid-AF«.

Die Sensoren unterscheiden sich in Linien- und Kreuzsensoren. Liniensensoren können nur Strukturen erkennen, die senkrecht zu ihnen liegen, Kreuzsensoren messen auch in der orthogonalen Achse und sind somit genauer und zuverlässiger. Viele DSLRs, wie die Canon EOS 70D, setzen nur noch Kreuzsensoren ein. Um zuverlässig zu arbeiten, benötigen diese Sensoren aber eine gewisse Beleuchtungsstärke und eine relativ große Offenblende. Blende f2,8 oder weniger ist ideal, Blende f5,6 oder weniger noch gut und ab Blende f8 läuft das System Gefahr, überhaupt nicht mehr zu funktionieren.

Meistens ist der Phasenvergleichs-AF schnell, genau und mit moderner Software erstaunlich exakt bei der Voraussage des Schärfepunktes bewegter Motive. Wenn der Spiegel nicht genau justiert ist, stimmt aber das ganze System nicht mehr und der Autofokus liegt bei allen Objektiven falsch. Ebenso muss sich das System auf ein vorhersehbares Verhalten des Objektivs verlassen können. Die Schärfe wird extrapoliert und das Objektiv, gerade bei bewegten Motiven, auch dann noch fokussiert, wenn der Spiegel



▲ **Abbildung 3.20**

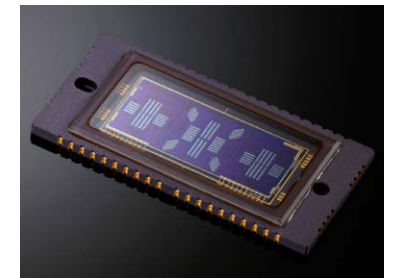
Der Phasen-AF bestimmt die Schärfe über den Abstand zweier Teilbilder. Anhand des Abstandes kann die Kamera die Richtung und die Stärke der notwendigen Fokussierung errechnen.

schon hochgeklappt ist und das AF-System das Endergebnis nicht mehr kontrollieren kann. Wenn ein Objektiv nun einen anderen Schärfeverlauf hat, als die Kamera erwartet, liegt der AF nur bei diesem Objektiv falsch. Der Fokus weicht meist in dieselbe Richtung ab, man spricht dann von einem *Frontfocus* (die Schärfe liegt vor dem Motiv) oder einem *Backfocus* (die Schärfe liegt dahinter). Früher waren Front- und Backfocus ein Fall für den Service, heute können Sie bei einer modernen DSLR selbst Korrekturfaktoren für alle oder für einzelne Objektive festlegen.

3.6.2 Kontrastmessung

Die zweite Methode nutzt direkt den Bildsensor zur Schärfemessung, sie berechnet den Kontrast des Live-View-Bildes bei sich veränderndem Fokus. Wenn der Kontrast steigt, steigt auch die Schärfe. Sinkt der Kontrast wieder, war kurz zuvor das Maximum erreicht. Kompaktkameras oder Systemkameras mit elektronischem Sucher haben nur diese Scharfstellungsmethode zur Verfügung, und DSLRs müssen im Live-View-Modus darauf zurückgreifen.

Die Kontrastmessung ist aktuell oft noch deutlich langsamer als der Phasenvergleichs-AF. Spiegellose Kameras wie die Panasonic Lumix G-Reihe erreichen aber mit der Kontrastmessung eine vergleichbare Geschwindigkeit wie andere mit dem Phasen-AF. Da die Schärfe direkt auf dem Bildsensor gemessen wird, ist die Methode recht zuverlässig. Beide Methoden setzen aber einen gut unterscheidbaren Bildkontrast voraus, auf einer strukturlosen Fläche werden Sie keinen Schärfepunkt finden können.

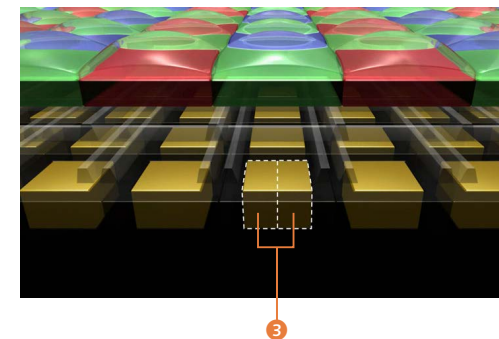


▲ **Abbildung 3.21**

Der AF-Sensor der Canon EOS 5D Mark III. Er ermöglicht einen schnellen Autofokus mit 61 AF-Punkten. (Bild: Canon).

▼ **Abbildung 3.22**

Bei der Canon EOS 70D ist jedes Pixel zweigeteilt 3, um mit zwei Halbbildern einen Phasen-AF auf dem Sensor durchführen zu können. Das funktioniert deswegen, weil beide Pixelhälften durch die Mikrolinse davor in einem unterschiedlichen Bereich durch das Objektiv »schauen« (Bild: Canon).



3.6.3 Hybrid-AF

Der Phasen-AF hat große Vorteile bei der Geschwindigkeit des Autofokus sowie bei der Vorhersage der Schärfe bewegter Motive. Da er aber in seiner herkömmlichen Form das Licht vom Sensor über einen Spiegel ablenkt, steht er bei spiegellosen Kameras oder im Video-/Live-View-Modus der DSLRs nicht zur Verfügung. Verschiedene Kamerahersteller haben sich deshalb Lösungen einfallen lassen, trotz Live View eine Phasenmessung über den Sensor zu ermöglichen. Sony hat bei seiner SLT-Serie einen halb-durchlässigen festen Spiegel eingebaut, der einen Teil des Lichts in eine herkömmliche Phasen-AF-Messeinheit reflektiert und den größeren Teil auf den Sensor durchlässt. Canon hat z. B. bei der ersten EOS-M (eine spiegellose Systemkamera) spezielle Pixel auf dem Bildsensor verteilt, die nur einen Teil des Strahlengangs durch das Objektiv »sehen« können, weil sie gegen den anderen Teil abgeschattet sind. So entstehen niedriger aufgelöste Teilbilder, die sich mit der Phasenmethode vergleichen lassen. Diese Methode ist aber immer noch nicht so schnell wie ein gewöhnlicher Phasen-AF. Canon ist aus diesem Grund mit der Einführung der EOS 70D noch einen Schritt weiter gegangen: Jeder Pixel wird nun aus zwei Halbpixeln zusammengesetzt, die jeweils eine Hälfte des Strahlengangs erfassen. Für die AF-Messung stehen so Halbbilder in voller Auflösung zur Verfügung und für die Bildaufzeichnung werden die beiden Pixelhälften gemeinsam erfasst. Canon nennt diese Methode Dual-Pixel-CMOS-AF. Sie verbindet die Geschwindigkeit eines Phasen-AF mit der Genauigkeit der Messung auf der Sensorebene. Trotzdem hat die 70D weiterhin einen herkömmlichen Phasen-AF für die Verwendung bei heruntergeklapptem Spiegel. Ein optischer Sucher hat nach wie vor einige Vorteile, gerade bei schwachem Licht, langen Brennweiten oder schnellen Bewegungen. Außerdem heizt sich der Sensor dann weniger auf und die Kamera verbraucht weniger Strom. Olympus und Nikon (bei der Nikon 1) haben ebenfalls einen sehr schnellen Hybrid-AF entwickelt. Beide verzichten bei diesen Kameras auf eine weitere Methode zu Scharfstellung.

3.6.4 Autofokusmodi

Eine Sport- und eine Landschaftsaufnahme stellen ganz unterschiedliche Ansprüche an die Autofokussteuerung Ihrer Kamera, und Sie werden bessere Ergebnisse erzielen, wenn Sie Ihre Kamera bewusst für eine Aufgabe einstellen und den jeweils richtigen Autofokusmodus wählen. Es gibt drei Autofokusvarianten, die derzeit von praktisch jeder DSLR unterstützt werden.

Schärfepriorität | Der häufigste AF-Modus ist für unbewegte Motive gedacht. Er stellt das Objektiv einmal scharf und löst nur dann aus, wenn eine korrekte Schärfe erzielt wurde. Bei Canon heißt dieser Modus ONE SHOT, bei Nikon AF-S (S steht dabei für *Single*). Er liefert die höchste Genauigkeit und arbeitet sehr schnell, funktioniert aber nicht bei Motiven, die sich zwischen der Scharfstellung und dem Auslösen signifikant weiterbewegen.

Für die meisten fotografischen Situationen ist dieser Modus gut geeignet. Da die Schärfe nur einmal festgelegt wird, wenn der Auslöser halb heruntergedrückt wird, fängt der Autofokus auch nicht an, hin und her zu fahren (»pumpen«), wenn die Kamera bewegt wird und der Autofokus einen neuen Schärfepunkt finden möchte.

Nachführmessung | Im Modus der Schärfenachführung versucht der Autofokus ständig, ein sich bewegendes Objekt im Fokus zu halten, selbst wenn sich dieses innerhalb des Bildformats bewegt und so in den Messbereich anderer AF-Sensoren gerät. Bei Canon wird dieser Modus AI SERVO genannt, bei Nikon AF-C (C steht dabei für *Continuous*).

Da sich die Schärfewerte ständig verändern und dieser Modus auch gerne bei Serienbildern verwendet wird, wartet die Kamera nicht auf eine »100% scharf«-Rückmeldung des AF, sondern löst innerhalb einer Serie immer aus. Man spricht von Auslösepriorität. Wenn Sie sich als Bildjournalist inmitten eines Ereignisses befinden, werden Sie lieber ein etwas unscharfes Bild in Kauf nehmen, als gar kein Bild zu haben. Oder anders ausgedrückt: Während die Kamera dem Fokus folgt, soll sie ruhig weitere Bilder aufnehmen, anstatt auszusetzen.

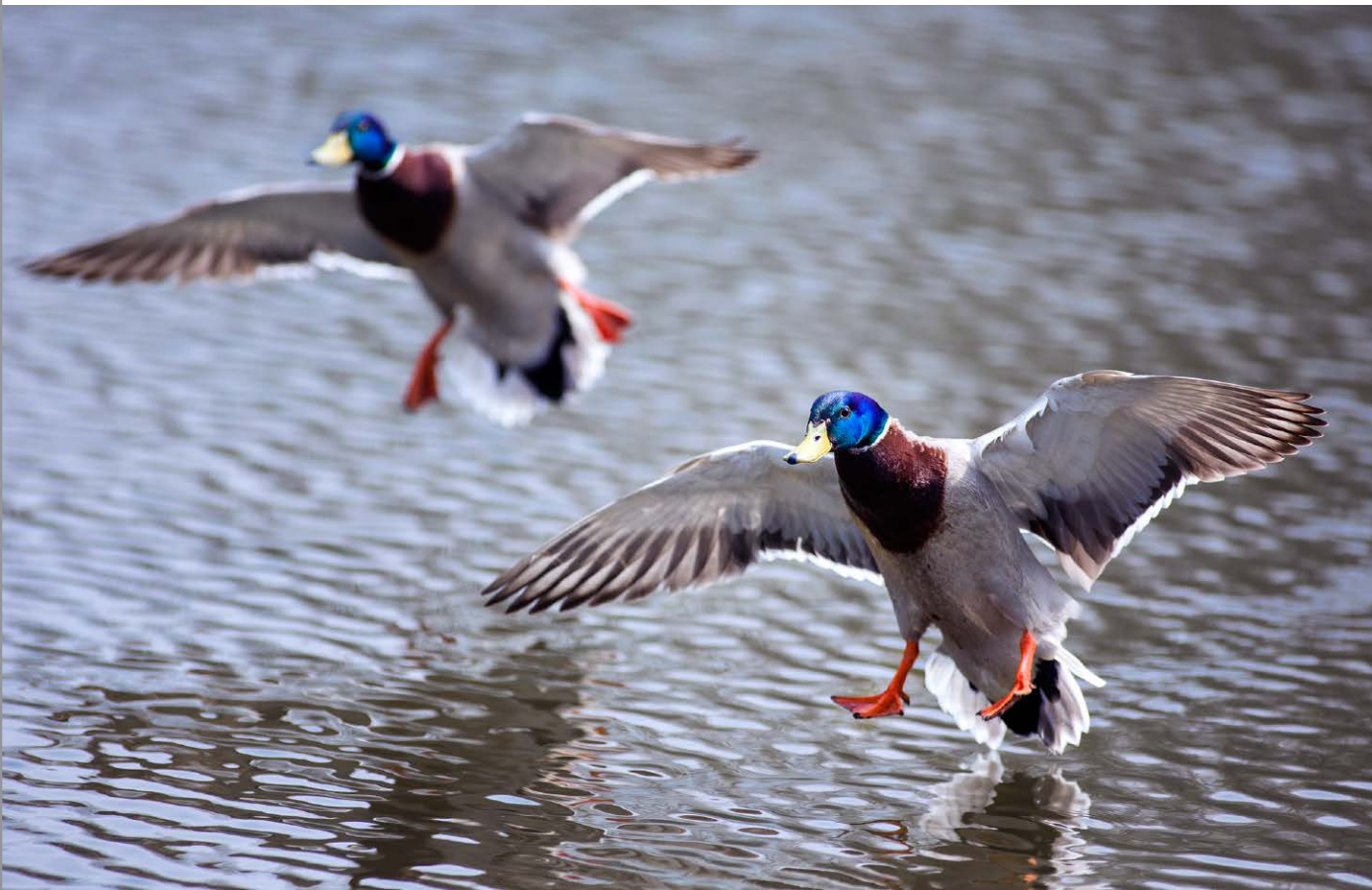
Sie können den Autofokus Ihrer Kamera meist mit vielen Einstellmöglichkeiten verfeinern und auf Ihre Einsatzgebiete abstimmen. Bei der Canon 5D Mark III lassen sich zum Beispiel die AF-Messfelder erweitern, was das Verfolgen bewegter Objekte einfacher macht. Oder Sie können einstellen, wie die Nachführmessung auf Bewegungen des Motivs ansprechen soll, um das Reaktionsverhalten der Kamera an die Bewegungen des Motivs anzupassen.

▼ Abbildung 3.23

Einen sicheren Fokus auch bei schwachem Licht gewährt der Single- bzw. One-Shot-Modus am besten. Allerdings nur für nahezu unbewegte Motive.

70 mm | 5 s | f4,5 | ISO 800



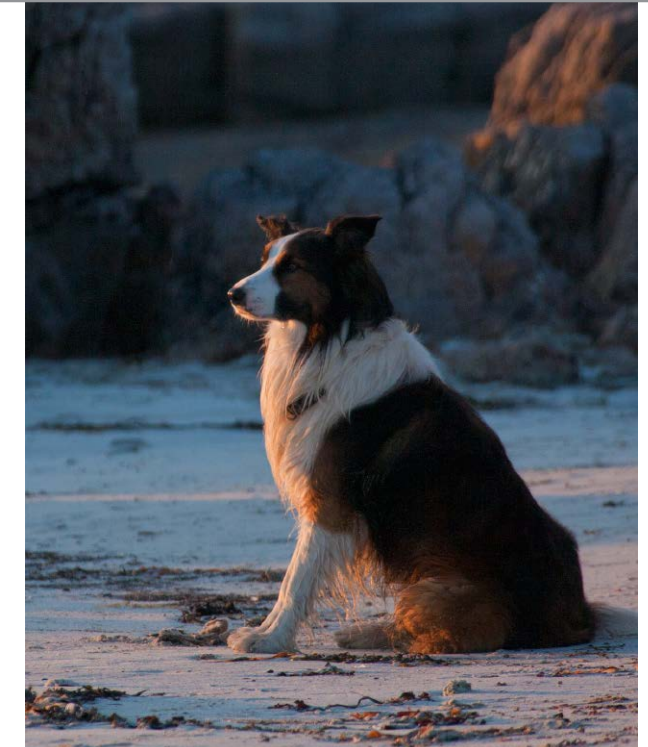
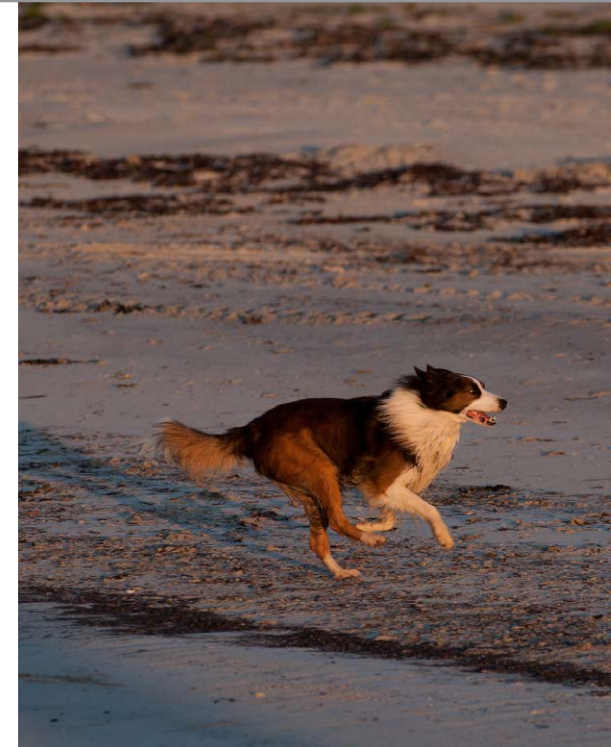


▲ **Abbildung 3.24**

Stockenten kommen im Landeanflug auf den Fotografen zu. Die Schärfenachführung sorgt auch bei einer sich verändernden Entfernungseinstellung für gute Ergebnisse.

300 mm | f2,8 | 1/4000 s | ISO 500

AI Focus | Die dritte Fokussiermethode ist eigentlich nicht mehr als eine Kombination aus den beiden vorigen. Hier versucht die Kamera, selbst zu erkennen, wann ein Motiv in Bewegung gerät, und schaltet dann selbstständig auf den Nachführungsmodus um. Canons AI Focus ist Nikons AF-A (A steht dabei für *Auto*). Das klingt nach der idealen Lösung und ist in den Programmautomatiken der Kameras auch meist voreingestellt. In der Praxis erreicht man aber mit ONE SHOT bei unbewegten Motiven eine höhere Genauigkeit und für bewegte Motive ist AI SERVO die zielführendere Lösung.



▲ **Abbildung 3.25**

Ein gutes Beispiel für die Verwendung des AF-Modus AI Focus. Der Hund sitzt mal still, mal bewegt er sich schnell. Das 300-mm-Teleobjektiv setzt einen genauen Fokus voraus.

3.6.5 Fokusabweichung durch Kamerabewegung

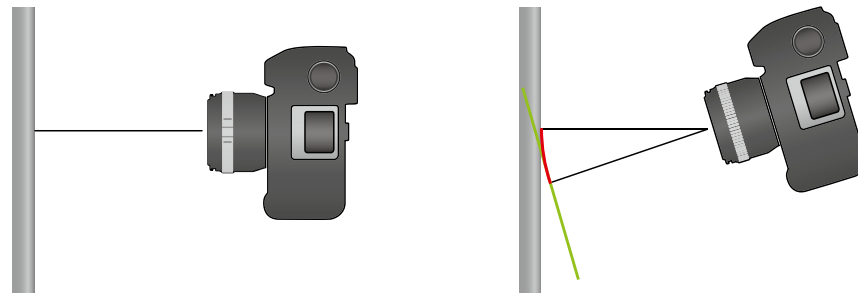
Die AF-Sensoren decken leider nur einen kleinen Bereich des Bildes ab, selbst die absoluten Topmodelle decken weniger als ein Viertel des Bildausschnitts ab. Wie fokussieren Sie nun auf etwas, das weiter außen liegt als die AF-Sensoren? Die sicherlich am weitesten verbreitete Methode ist es, die Schärfe zu speichern: Sie fokussieren den Bereich an, indem Sie die Kamera so schwenken, dass Sie den gewünschten Bildausschnitt unter einen AF-Sensor bekommen, halten den Auslöser halb gedrückt und schwenken die Kamera zurück, um das Bild aufzunehmen. Das funktioniert auch oft ganz gut, ist aber technisch nicht ganz sauber und kann bei manchen Motiven auch gründlich danebengehen.

Die Schärfe liegt bei einem guten Objektiv in einer Ebene. Wenn Sie die Kamera schwenken, beschreibt der Schärfepunkt aber einen Kreisbogen. Wenn Sie mit einem Teleobjektiv fotografieren, ist dieser Kreisbogen sehr flach, weil der Bildwinkel klein ist und sich der Kreisbogen wenig von der Schärfenebene entfernt. Die Methode des Schwenkens wird hier eine so geringe Fokusabweichung produzieren, dass sie innerhalb der Schärfentiefe liegt und nicht auffällt.

Anders sieht es aus, wenn Sie mit einem lichtstarken Weitwinkelobjektiv arbeiten: Der große Schwenkwinkel und die geringe Schärfentiefe bei Offenblende lassen die Fokussdifferenz deutlich sichtbar werden, weil der Kreisbo-

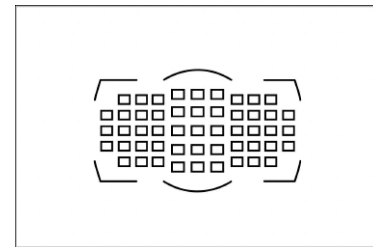
Abbildung 3.26 ▶

Wenn Sie einen Punkt im oberen Bereich des späteren Bildes anfokusieren (links) und die Kamera dann für den endgültigen Bildausschnitt nach unten schwenken (rechts), liegt die Schärfe in dem gewünschten Motivpunkt hinter dem Motiv, denn beim Schwenken der Kamera wird auch die Schärfeebene mitgedreht.



gen und die Schärfeebene einen großen Abstand zueinander bekommen. Die Schärfe liegt dann zu weit hinten.

Bei langen Brennweiten ist die Schwenktechnik so unkritisch, dass Sie sogar den mittleren AF-Sensor verwenden können. Bei kürzeren Brennweiten sollten Sie zumindest den AF-Punkt verwenden, der dem gewünschten Fokuspunkt am nächsten liegt. Und wenn Sie mit einer kurzen, lichtstarken Brennweite weit außerhalb der AF-Messfelder scharfstellen wollen, dann verzichten Sie auf den AF. Schalten Sie stattdessen den Live-View-Modus ein, vergrößern Sie den Bildausschnitt auf dem Kameramonitor, verschieben Sie ihn zum gewünschten Fokuspunkt, und stellen Sie manuell scharf. Lassen Sie sich den Bildaufbau nicht von der Lage der AF-Punkte diktieren. Bei meinem 35 mm/f1,4 bleibt mir manchmal nur das manuelle Fokussieren, sonst würde die Schärfe bei einem Porträt auf dem Ohr und nicht auf den Augen liegen.



▲ Abbildung 3.27

Bei der Nikon D4 decken 51 AF-Messfelder schon einen relativ großen Bereich ab. Trotzdem werden Sie häufiger auf Bereiche außerhalb der AF-Sensoren scharfstellen wollen.

3.6.6 Autofokustest (Backfocus, Frontfocus)

Der Autofokus als Ganzes kann, wenn die normale Phasenvergleichsmethode verwendet wird, dejustiert sein oder aber Probleme mit einzelnen Objektiven haben. Im Download-Bereich finden Sie die Datei »Fokustest.pdf«, die sich für eine Überprüfung und Justage des AF eignet; eine Internet-Suche nach »focus test chart« wird Ihnen weitere Alternativen liefern. Am Ende dieses Kapitels ist das Testbild ebenfalls abgedruckt.

Legen Sie das Testbild auf einen Tisch, und fotografieren Sie es schräg von oben in einem Winkel zwischen 30° und 45°. Fokussieren Sie dabei mit dem mittleren AF-Sensorfeld auf die gestrichelte Linie. Machen Sie mindestens fünf Aufnahmen bei ganz geöffneter Blende und jeweils neuer Fokussierung auf die Mittellinie. In Beispiel 1 wurde ein 35-mm-Objektiv bei Blende f1,4 aus zwei Metern Entfernung verwendet und der Bildausschnitt des Blattes vergrößert. Im Idealfall liegt die Schärfe genau auf der Höhe der Mittellinie

wie bei diesem unkorrigierten Bild. Diese Kombination mit einer EOS 5D Mark II muss also nicht nachjustiert werden.

In Beispiel 2 wurde der Fokus zu Demonstrationszwecken um zehn Einheiten nach vorne verlegt, also künstlich ein starker Frontfocus geschaffen. Das Maximum der Justage sind 15 Einheiten, es lassen sich also auch sehr starke Abweichungen innerhalb der Kamera ausgleichen. Wenn Sie ein neues Objektiv erworben haben, das im Gegensatz zu Ihren anderen Objektiven einen starken Front- oder Backfocus aufweist, dann sollten Sie es trotz der Justagemöglichkeit umtauschen, weil das ein Zeichen für eine mangelhafte Kalibrierung ist. In Beispiel 3 ist der Fokus um zehn Einheiten nach hinten verschoben, so wird ein kräftiger Backfocus simuliert.

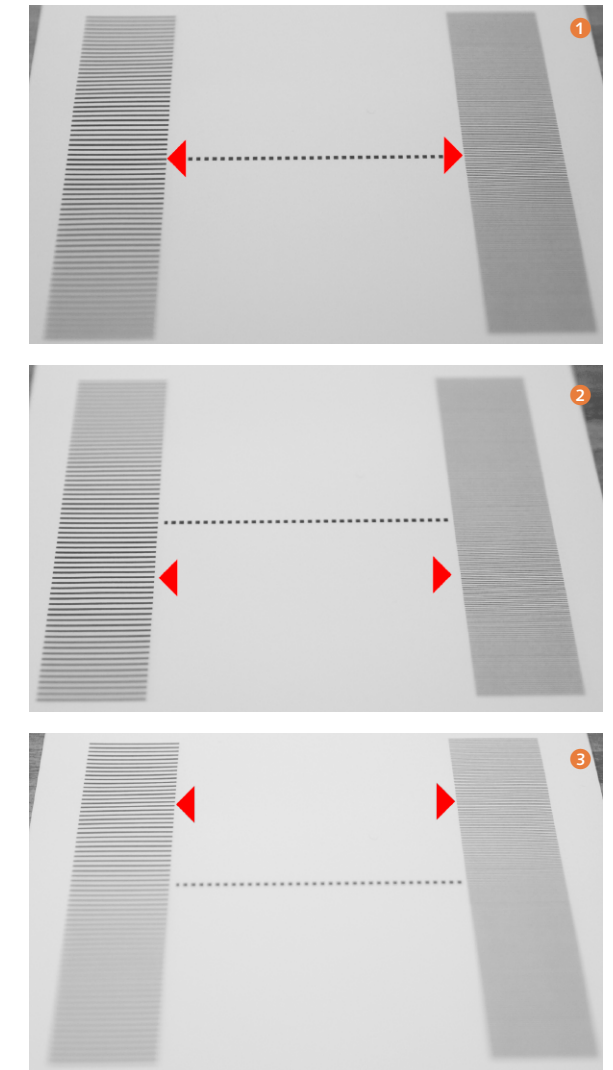
Wenn Sie Ihre Objektive selbst justieren möchten, arbeiten Sie bei Tageslicht und mit mehrfachen Testaufnahmen. Nur wenn sich eine kontinuierliche Abweichung in gleicher Richtung und ähnlicher Stärke ergibt, ist eine Justage sinnvoll. Kontrollieren Sie auch Ihre anderen Objektive. Falls diese alle um einen ähnlichen Betrag danebenliegen, sollten Sie einen Korrekturwert für alle Objektive angeben, anstatt jedes einzeln durchzugehen. Dann liegt es nämlich an der Kamera und nicht am Objektiv.

Im Normalfall sollten Sie nicht viel korrigieren müssen, wenn aber häufiger die Nasenspitze scharf ist, während Sie auf das Auge scharfgestellt haben, sollten Sie die hier beschriebene Messmethode ausprobieren.

3.7 Manuelle Fokussierung

In manchen fotografischen Situationen ist es besser, komplett auf den Autofokus zu verzichten:

- ▶ Wenn Sie statische Motive vom Stativ aus fotografieren, erreichen Sie mit dem manuellen Scharfstellen über die vergrößerte Live-View-Darstellung eine noch höhere Genauigkeit als mit dem AF.
- ▶ Bei starker Dunkelheit läuft der AF oft ins Leere, während man mit einer Taschenlampe das Objektiv noch gut auf die Unendlich-Markierung einstellen kann.



▲ Abbildung 3.28

Testbild für Front- und Backfocus



▲ **Abbildung 3.29**
 Wenn die Kamera sich während einer Sprengung wegen der Staubwolken plötzlich mit der Fokussuche beschäftigt, statt zu fotografieren, ist das sehr ärgerlich. Hier ist die manuelle Fokussierung besser.
 135 mm | f8 | 1/1000 s | ISO 400

► Bei Serienbildern gewährleistet der manuelle Fokus einen gleichbleibenden Schärfepunkt. Das ist besonders dann von Vorteil, wenn Sie die Bilder später zusammenmontieren wollen, wie etwa bei HDR-Aufnahmen.

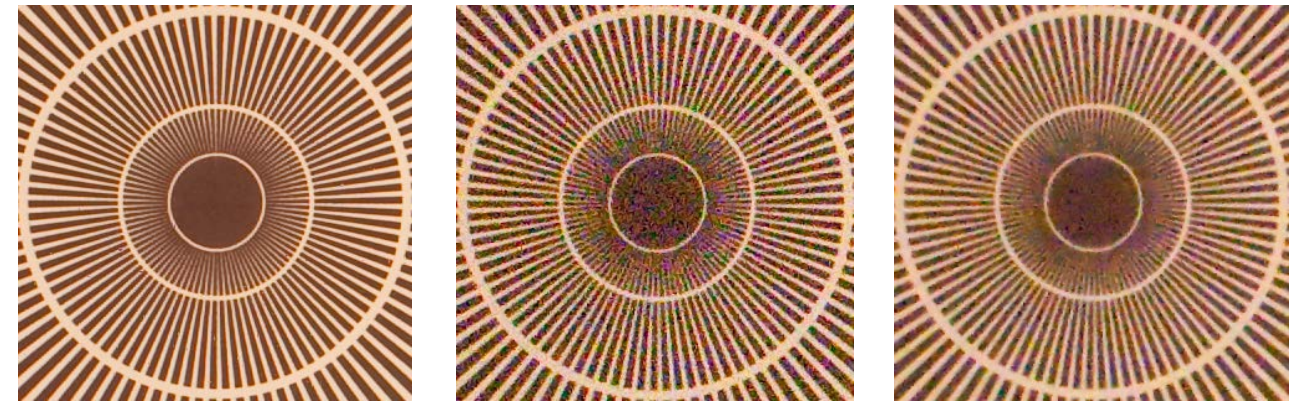
In vielen Fällen ist der Autofokus auch technisch gar nicht möglich, etwa wenn Sie manuell fokussierende Objektive verwenden oder zum Beispiel ein Nikon-Objektiv an eine Canon adaptieren. Auch Tilt-Shift-Objektive lassen sich prinzipiell nicht automatisch scharfstellen.

Die Mattscheiben moderner DSLRs sind nicht mehr auf die manuelle Scharfstellung optimiert, allerdings können Sie den Autofokus anzeigen lassen, wann die korrekte Schärfe eingestellt ist, indem Sie den Auslöser beim Scharfstellen halb herunterdrücken. Die AF-Messfelder leuchten dann auf, sobald der Bereich unter ihnen in der Schärfe liegt. Viele Spiegelreflexkameras unterstützen wechselbare Mattscheiben, die zum Teil für die manuelle Fokussierung besser geeignet sind als die Originalmattscheibe. Überprüfen Sie, ob Sie der Kamera einen Mattscheibenwechsel mitteilen müssen. Es kann sein, dass Sie eine Custom- oder Individualfunktion ändern müssen, damit die Belichtungsmessung wieder exakt ist.

3.8 Rauschunterdrückung und Schärfeverlust

Die Schärfleistung Ihrer Kamera ist im unteren ISO-Bereich am größten. Je weiter Sie die ISO-Zahl erhöhen, desto mehr müssen feine Strukturen mit dem Bildrauschen konkurrieren. Trotz immer besser werdender Algorithmen zur Rauschreduzierung lässt sich Bildrauschen von Bildinformation nicht perfekt trennen. Wenn Sie also die Rauschreduzierung verwenden, verringern Sie damit immer auch die Bildschärfe.

Es gibt eine Ausnahme, die wenig Information vernichtet und trotzdem das Rauschen bekämpft: wenn Ihre Kamera nach einer Langzeitbelichtung noch eine sogenannte *Dunkelfeldbelichtung* macht und diese dann vom Bild abzieht. Hierbei wird der momentane Rauschzustand des Sensors unabhängig von der Aufnahme erfasst und zur Bildverbesserung herangezogen. Der Nachteil dieser Methode ist allerdings, dass Sie nach einer Langzeitbelichtung von einer Minute noch eine weitere Minute auf die zweite Belichtung bei geschlossenem Verschluss warten müssen, bevor Sie weiterarbeiten können. In der Praxis müssen Sie bei hohen ISO-Zahlen immer einen Kompromiss finden, der möglichst viele Details erhält, ohne dass das Bild zu verrauscht erscheint. Arbeiten Sie mit einem eher niedrigen ISO-Wert, wenn es die Um-



▲ **Abbildung 3.30**
 Links: Bei ISO 200 ist praktisch kein Bildrauschen zu sehen, die Auflösung ist maximal. Mitte: Bei ISO 25600 ist starkes Rauschen zu erkennen, die feinsten Strukturen sind verschwunden.

Rechts: Bei ISO 25600 mit hoher Rauschunterdrückung in Adobe Camera Raw ist das Rauschen schwächer geworden, aber von den feinsten Strukturen ist noch weniger übriggeblieben.

stände erlauben. Allerdings sind viele moderne DSLRs im hohen ISO-Bereich sehr gut, so dass Sie auch bei schwachem Licht noch Bewegungen scharf einfangen können. Hier müssen Sie abwägen zwischen Bewegungsunschärfe und ISO-Rauschen. Niedriges Rauschen nützt Ihnen nichts, wenn Sie die Bewegung wegen zu langer Belichtungszeiten nicht vernünftig einfangen können. Testen Sie Ihre Kamera mit einer ISO-Reihe, und entscheiden Sie, wo Ihr persönlicher Schmerzbereich in Bezug auf das Bildrauschen beginnt.

Wenn Sie alte Raw-Aufnahmen besitzen, die Sie vor Jahren konvertiert haben, werden Sie diese mit einem aktuellen Raw-Konverter viel schonender entrauschen können.

▼ **Abbildung 3.31**
 Diese zwei Aufnahmen des Mondes unterscheiden sich nur in der Rauschunterdrückung in Adobe Camera Raw. Während links das Rauschen nicht unterdrückt wurde und so die maximale Detailauflösung bei sichtbarem Rauschen erreicht wurde, leidet rechts die Detailauflösung durch das starke Entrauschen. Dafür sind die Flächen homogen und ohne sichtbares Rauschen.

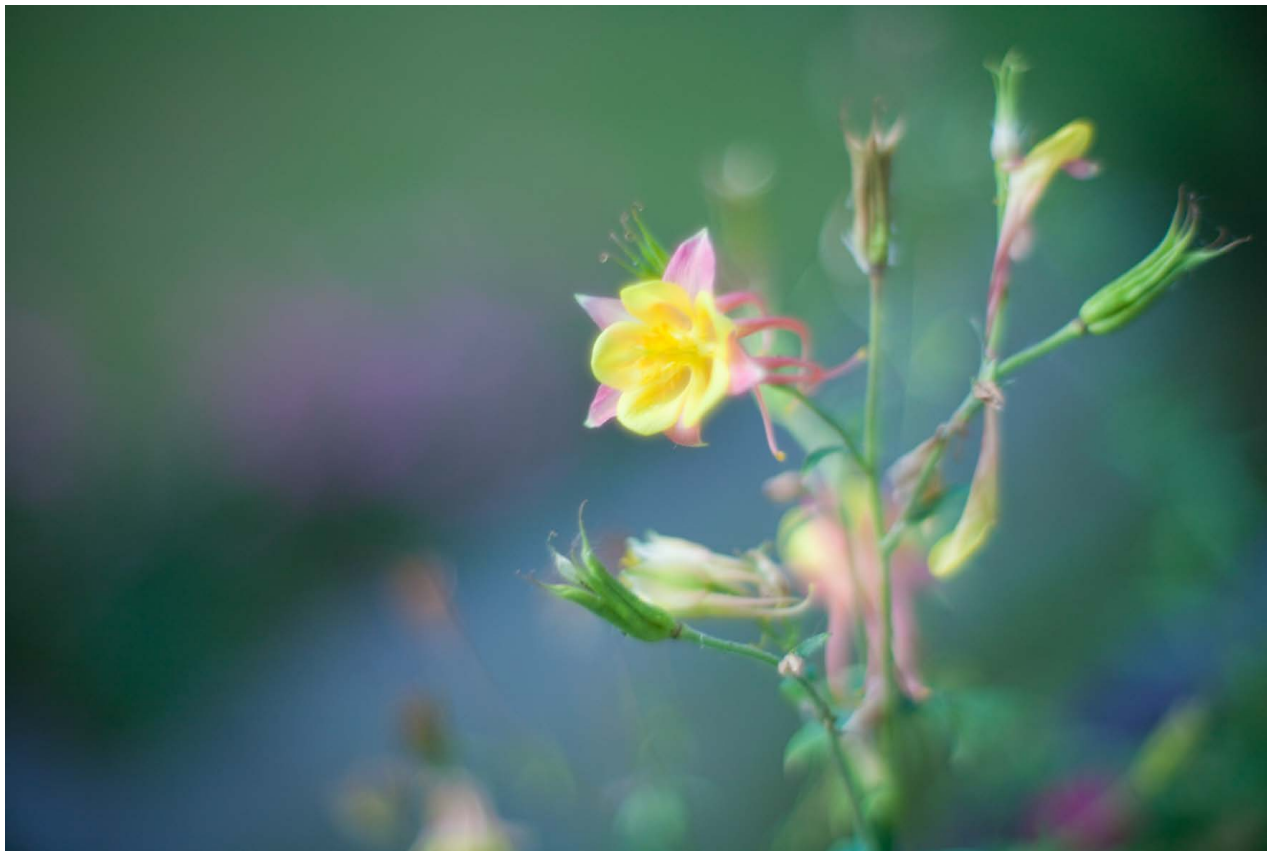


3.9 Bokeh

Das Wort *Bokeh* stammt aus dem Japanischen und ist ein Begriff für die subjektive Qualität der Unschärfe. Er sagt aus, wie schön die Bereiche abgebildet werden, die nicht im Schärfbereich liegen. Was im ersten Moment vielleicht nach Spinnerei klingt, ist für viele professionelle Fotografen eine Eigenschaft, die wichtiger als die tatsächliche Schärfleistung eines Objektivs ist. Eine ganz leichte Unschärfe lässt sich durch Scharfzeichnen am Computer ausgleichen, ein schlechtes Bokeh zerstört ein Bild, ohne dass es Korrekturmöglichkeiten gibt.

Bokeh für Fortgeschrittene

Wer sich umfassend und auf hohem Niveau mit dem Thema Bokeh auseinandersetzen möchte, findet im Download-Bereich im Ordner »Zeiss« ein PDF dazu.



▲ Abbildung 3.32

Ein altes Normalobjektiv mit Offenblende $f1,2$ wurde an eine DSLR adaptiert. Die Schärfleistung entspricht nicht den modernen Standards, aber das Bokeh ist sehr angenehm.

55 mm | $f1,2$ | $1/40$ s | ISO 320

Das Bokeh hängt von der gesamten Objektivkonstruktion ab, ein wichtiger Teil dabei ist die Form der Blende, die möglichst rund sein sollte. Ein Objektiv, das lediglich fünf Blendenlamellen verwendet, wird immer fünfeckige Unschärfeflecken erzeugen, sobald es etwas abgeblendet wird, und Sie werden so niemals ein perfektes Bokeh erhalten.

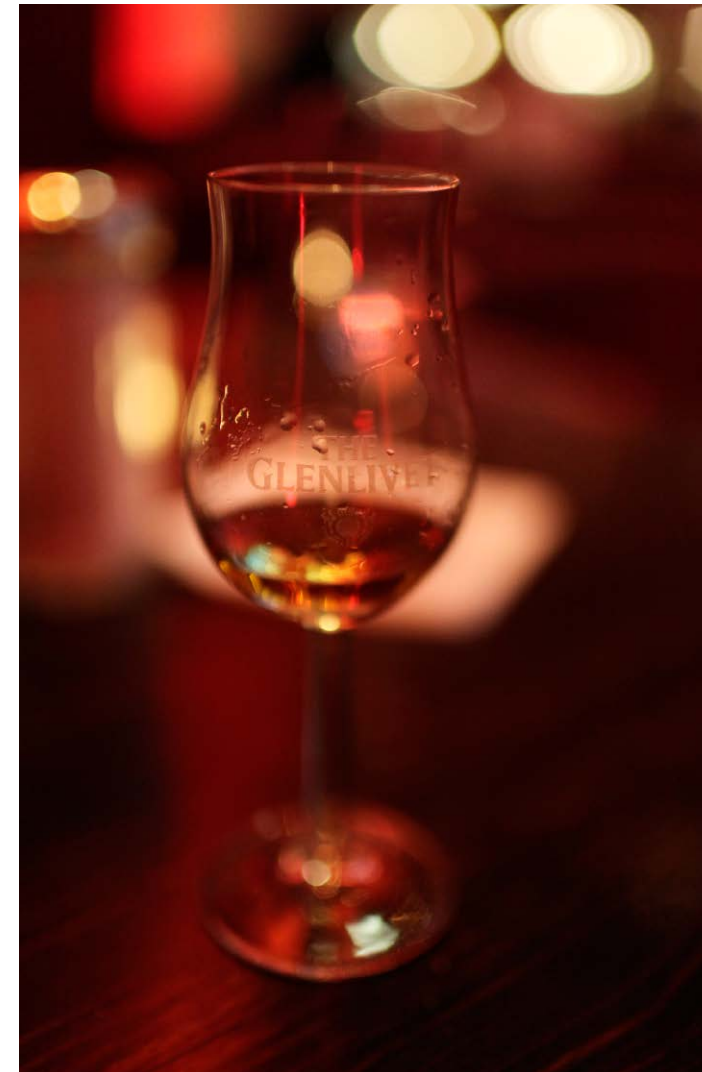
Bei vielen – und gerade bei den etwas teureren Objektiven – ist ein schönes Bokeh ein erklärtes Konstruktionsziel. Im Bereich der Porträtbrennweiten (85 bis 135 mm) findet man der Anwendung entsprechend viele Objektive, die ein wirklich schönes Bokeh aufweisen. Für besonders lichtstarke Objektive ist es eine sehr wichtige Eigenschaft, weil sie bei Offenblende große Bildbereiche in der Unschärfe belassen. So gehören bei Canon das EF 85 mm/ $f1,2$ und das EF 135 mm/ $f2$ sicher zu den Objektiven mit dem schönsten Bokeh. Die Festbrennweiten 85 mm/ $f1,4$ von Nikon oder Zeiss könnte man genauso anführen. Objektive mit Porträtbrennweite und hoher Lichtstärke sind für einen Kundenkreis entworfen, der ein gutes Bokeh voraussetzt.

Das Bokeh ist *per definitionem* subjektiv. Welches Objektiv Sie in diesem Bereich als am besten empfinden, wird also immer eine persönliche Entscheidung bleiben.

3.10 Schärfe nach Scheimpflug

Stellen Sie sich vor, Sie haben ein Fußballfeld, das Sie mit einer Vollformatkamera auf einem Stativ in 1,6 m Höhe und 45 mm Brennweite von vorn bis hinten komplett scharf abbilden möchten. Wie weit müssen Sie abblenden? Fangen Sie bitte nicht an zu rechnen, denn es gibt einen Trick dabei: Sie müssen gar nicht abblenden, sofern Sie ein Tilt-Shift-Objektiv verwenden. Mit diesem können Sie die Schärfebene so weit neigen, dass sie dem Fußballfeld entspricht. Ein Fußballer in der Nähe wäre dann allerdings an den Schuhen scharf und würde nach oben immer unschärfer werden.

Wer schon mit einer Großbildkamera gearbeitet hat, für den ist diese Vorstellung nicht ungewöhnlich. Bei einer Großbild- oder Fachkamera lassen sich die Objektiv- und die Film- oder Sensorebene unabhängig voneinan-



▲ Abbildung 3.33

Ein schönes Bokeh erschafft weiche und ruhige Hintergründe, Unschärfe bekommt eine eigene ästhetische Qualität. Das Beispiel wurde mit einem Canon EF 35 mm/ $f1,4$ bei Offenblende aufgenommen.

35 mm | $f1,4$ | $1/40$ s | ISO 1600



▲ **Abbildung 3.34**

Die Zeitung ist trotz Makrobereich fast von vorne bis hinten scharf, die Filmdose wird aber nach oben hin schnell unscharf. Hier wurde die Schärfenebene auf die Zeitung gelegt, indem das Objektiv nach vorn geschwenkt wurde (90 mm, f4,5).



▲ **Abbildung 3.35**

Die Vergleichsaufnahme wurde bei derselben Blende und Brennweite ohne ein geschwenktes Objektiv aufgenommen. Die Schärfentiefe auf der Zeitung ist sehr klein, dafür sind größere Teile der Filmdose scharf.

der bewegen. Die resultierende Schärfenebene ergibt sich dann aus der sogenannten *Scheimpflug'schen Regel*.

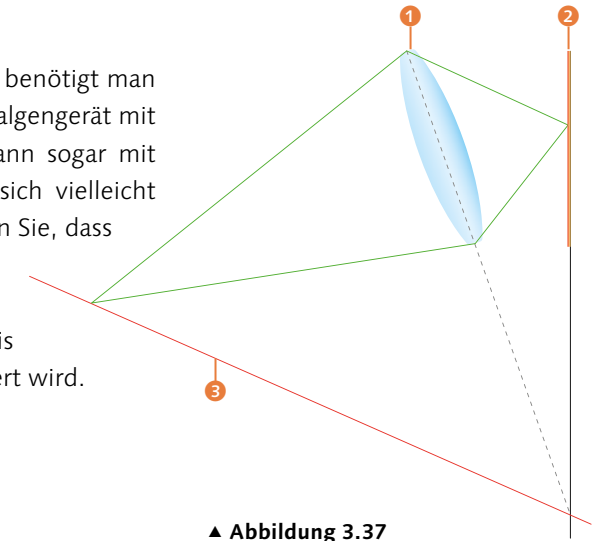
Sie besagt, dass sich die Sensorebene, die Hauptebene des Objektivs und die motivseitige Schärfenebene immer in einer Geraden schneiden. Normalerweise sind bei einer DSLR Objektivenebene und Sensorebene immer parallel, und so würde diese Schnittgerade erst im Unendlichen zu liegen kommen. Sobald Sie aber anfangen, die Objektivenebene nach vorne zu kippen, und sich Sensorebene und Objektivenebene auf dem Boden des Fußballfeldes schneiden, erstreckt sich die Schärfenebene bei Fokussierung auf den Boden nach der *Scheimpflug'schen Regel* über das ganze Fußballfeld.

Abbildung 3.36 ▶

Mit diesem Balgengerät von Novoflex lässt sich die Schärfedeckung nach Scheimpflug auch mit normalen Vergrößerungsobjektiven verwenden. Im Makro- oder Mikrobereich ist das oft die einzige Chance, einen zufriedenstellenden Schärfebereich zu erhalten (Bild: Novoflex).



Um die Schärfedeckung nach Scheimpflug nutzen zu können, benötigt man im Makrobereich nicht unbedingt ein Tilt-Shift-Objektiv. Ein Balgengerät mit schwenkbarer Frontstandarte ist ausreichend. Sie können dann sogar mit einem herkömmlichen Vergrößerungsobjektiv arbeiten, das sich vielleicht noch in einer alten Dunkelkammerausrüstung findet. Bedenken Sie, dass für das Schwenken der Bildkreis größer sein muss, weil die optische Achse nicht mehr auf die Mitte des Sensors trifft. Im Nahbereich ist das meist nicht so kritisch, weil der Bildkreis durch den großen Abstand des Objektivs vom Sensor vergrößert wird.



▲ **Abbildung 3.37**

Wenn Sensorebene (orange 2) und Objektiv (blau 1) nicht mehr parallel zueinander stehen, kippen Sie damit die Schärfenebene (rot 3) im Raum. Sensorebene, Objektivenebene und Schärfenebene schneiden sich dabei nach der Scheimpflug'schen Regel in einer Geraden.

Schritt für Schritt: Die optimale Schärfe erreichen

Um die Einflussfaktoren der Schärfe noch einmal zusammenzufassen, nehmen wir an, Sie möchten ein Bild aufnehmen, dessen einziger Zweck eine möglichst hohe Schärfe ist.

1 Geeignetes Motiv finden

Wählen Sie ein Motiv, das in einer Ebene liegt und das einen hohen Kontrast aufweist. Dieser sollte aber nicht so hoch sein, dass es zu Überstrahlungen kommen würde. Geeignet wäre etwa eine Ziegelmauer im seitlich einfallenden Sonnenlicht.

2 Objektiv auswählen

Wählen Sie Ihr bestes Objektiv, und stellen Sie es auf die optimale Blende ein, bei der die Abbildungsleistung am besten ist. Nehmen wir an, das ist Blende f7,1, was Sie vorher mit einer Testreihe mit dem Siemensstern ermittelt haben.

3 Kamera ausrichten

Stellen Sie Ihre Kamera auf ein Stativ, und richten Sie sie parallel zum Motiv aus. So bekommen Sie auch bei offener Blende alles in die Schärfenebene und verwenden das Abblenden nur zur Verbesserung der Abbildungsleistung und nicht für eine größere Schärfentiefe.

4 Entfernungsbereich ermitteln

Die Kamera sollte in einem Entfernungsbereich zur Mauer stehen, in der das Objektiv noch nicht im Nahbereich ist und die Entfernung noch nicht so groß, dass die Luftmassen das Bild beeinflussen können. Wir nehmen hier fünf Meter an.

5 Optimale Aufnahmebedingungen schaffen

Stellen Sie die Spiegelvorauslösung ein (nur falls Sie keinen Live-View-Modus haben), fixieren Sie das Stativ, und verwenden Sie einen Fernauslöser, um sämtliche Bewegungsmöglichkeiten der Kamera auszuschließen. Es ist natürlich windstill und der Untergrund vibriert nicht, etwa durch vorbeifahrende Lastwagen.

6 Streulichtblende einsetzen

Verwenden Sie eine Streulichtblende, aber keinen Vorsatzfilter, so erreichen Sie den besten Abbildungscontrast.

7 ISO-Wert einstellen

Stellen Sie die Kamera auf den niedrigsten echten ISO-Wert. Manche Kameras sind bei ISO 200 noch besser als bei ISO 100, weil dann erst der volle Kontrastumfang genutzt werden kann

8 Format wählen

Stellen Sie das Raw-Format ein.

9 Knapp belichten

Belichten Sie ein wenig knapper, um den Lichtern keine Gelegenheit zum Überstrahlen zu geben. Sie bekommen zwar bessere Tonwerte bei reichlicherer Belichtung, aber hier ist Schärfe das einzige Ziel.

10 Im Live-View-Modus manuell fokussieren

Nutzen Sie den Live-View-Modus, stellen Sie das Objektiv auf manuellen Fokus, und stellen Sie mit zehnfacher Vergrößerung exakt scharf.

11 Fernauslöser nutzen

Entfernen Sie sich, und lösen Sie nach einer kurzen Pause die Kamera mit dem Fernauslöser aus. ■

Sie haben jetzt ein technisch perfektes – und sehr langweiliges – Foto im Kasten. Dieses Gedankenexperiment dient nur dazu, Ihnen alle Einflussfaktoren bewusst zu machen, damit Sie bei einer spannenderen Gelegenheit eine bessere Schärfe erzielen können. Wie Sie den Schärfeeindruck in der Bildbearbeitung optimieren, erfahren Sie ab Seite 646.



◀ **Abbildung 3.38**

Das flache Seitenlicht lässt jede Mauerfuge plastisch erscheinen. Das passende Licht trägt hier stark zum Schärfeeindruck bei.

70 mm | f5,6 | 1/800 s | ISO 250

3.11 Fazit

Mangelnde Schärfe gehört wahrscheinlich zu den wichtigsten Ursachen, weswegen ein Foto misslingt. Die Schärfe in den Griff zu bekommen, ist eine der Aufgaben in der Fotografie, der man sich stellen muss. Sie darf allerdings nicht zum Selbstzweck werden. Wenn man manche Internetforen liest, hat man den Eindruck, dass sich viele Fotografierende mehr mit Schärfetests oder Rauschvergleichen beschäftigen als mit der Fotografie. Es sind so viele, dass sich dafür schon der Gattungsbegriff *Pixelpeeper* etabliert hat (engl. *to peep* = gucken).

Abbildung 3.39 ▶

Bei dieser Aufnahme wurde die Schärfewirkung genau geplant. Der Duschkopf wurde an einem Stativ ausleger befestigt, um die Wassertropfen exakt in der Schärfe zu halten.

100 mm | f5,6 | 1/250 s | ISO 200 | APS-C | Maßstab 1:1 | zwei farbige Blitze per Funkauslöser

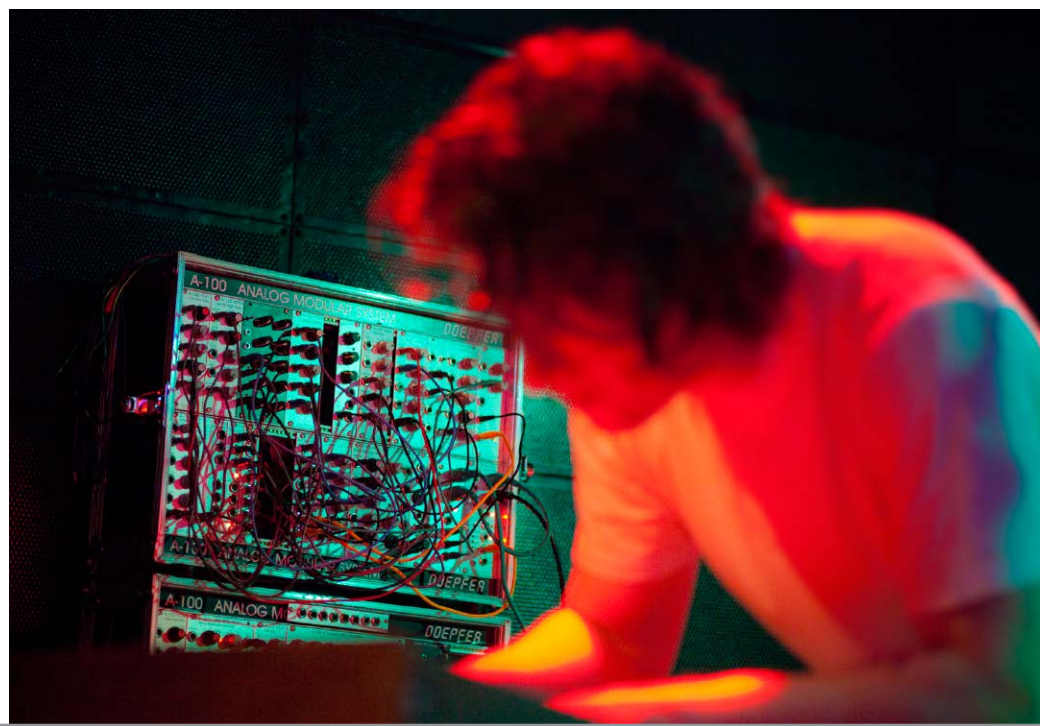


Mit Schärfe gestalten | Die Schärfe ist ein wichtiges Gestaltungsmittel und in vielen Fällen ist »alles scharf« nicht die beste Wahl. Mit einer selektiven Schärfe haben Sie enormen Einfluss auf die Blickführung. Sie können Bilder radikal vereinfachen und störende Einflüsse von Hintergrundelementen ausschalten. Ihr Gestaltungsspielraum nimmt dabei mit der Sensorgröße zu. Im absoluten Nahbereich oder mit sehr langen Brennweiten werden Sie mit jeder Kamera eine selektive Schärfe erzeugen können. Aber dazwischen hilft nur ein lichtstarkes Objektiv und ein möglichst großer Sensor.

Abbildung 3.40 ▶

Eine ungewöhnliche Positionierung der Schärfe lässt den Betrachter etwas länger im Bild verweilen. Regeln bewusst zu missachten, kann ein funktionierendes Gestaltungsmittel sein.

85 mm | f1,8 | 1/80 s | ISO 5000



Für jedes Bild gibt es eine ideale Kombination aus Blende, Belichtungszeit und ISO-Wert. Sie sollten diese Kombination eine Zeit lang jedes Mal bewusst festlegen, so dass Sie sie mit mehr Übung später fast automatisch und intuitiv finden und dann den Kopf für den Moment und die Bildgestaltung freihaben. Ein gutes Bild entsteht manchmal gerade durch einen Regelverstoß, es kann zu interessanteren Bildern führen, wenn Sie sich dem Zwang zur Schärfe in der Fotografie auch einmal nicht fügen, besonders bei der Abbildung von Bewegung.

Bokeh | Wenn große Bereiche des Bildes in der Unschärfe liegen, wird das Bokeh eines Objektivs zu einem wichtigen Einflussfaktor auf die Bildwirkung. Manche Zoomobjektive liefern ein sehr unruhiges, zu den Rändern der Unschärfekreise heller werdendes Bokeh. Das Bokeh anderer Objektive ist nur bei Offenblende wirklich schön, weil die Blende zu eckig wird, wenn sich die Lamellen schließen. Nehmen Sie die Unschärfe genauso ernst wie die Schärfe.

▲ Abbildung 3.41

Die Schärfzone ergibt sich in diesem Beispiel aus der gemeinsamen optischen Leistung des Makroobjektivs und des Wassertropfens. Die Bäume im Hintergrund sind nur innerhalb des Tropfens zu erkennen.

50 mm | f9 | 1/100 s | ISO 500 | Abbildungsmaßstab 1:1



◀ **Abbildung 3.42**

Ein Netzwerkverteilerschrank bietet wenig fürs Auge. Mit zwei farbigen Blitzen und gezieltem Einsatz von Unschärfe wird das Motiv spannender.

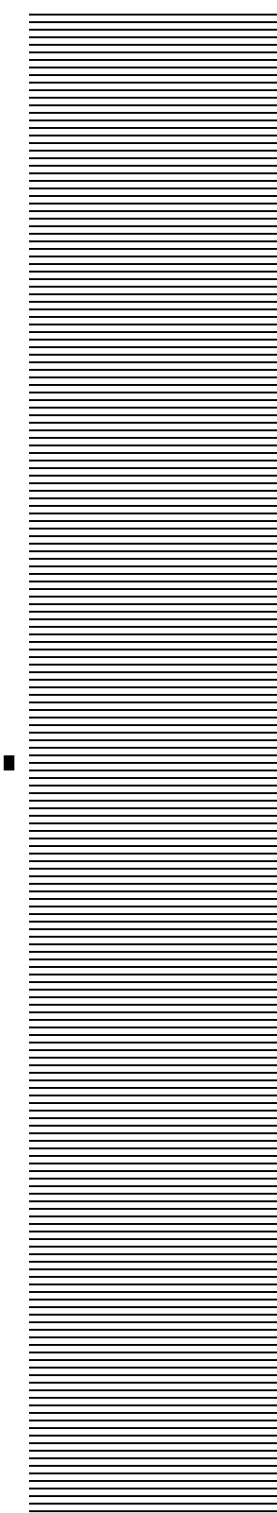
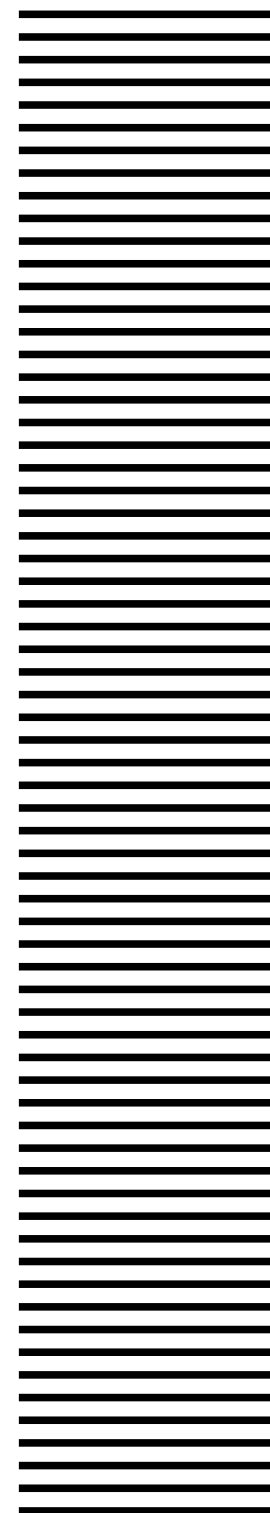
35 mm | f1,4 | 1/200 s | ISO 125

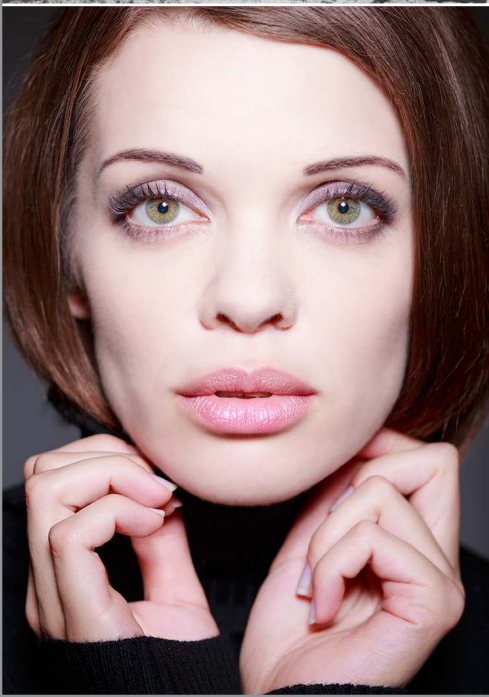
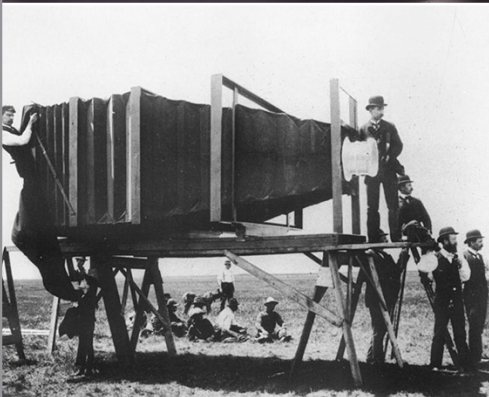
Abbildung 3.43 ▶▶

Eine einfache Testgrafik für den ab Seite 200 beschriebenen Fokustest. Sie finden sie auch als »Fokustest.pdf« im Download-Bereich.

Anregungen

1. Fotografieren Sie ein Bild, in dem nichts scharf ist und das trotzdem wirklich betrachtenswert ist.
2. Üben Sie sich in der Technik des Mitziehens mit einem wiederholbaren Motiv. Finden Sie die perfekte Belichtungszeit für dieses Motiv heraus.
3. Stellen Sie nicht auf das Hauptmotiv scharf. Lassen Sie dieses trotz deutlicher Unschärfe das bildwichtigste Element sein. Das funktioniert wahrscheinlich am einfachsten mit Personenaufnahmen.
4. Fotografieren Sie ein Motiv so, dass die Schärfentiefe exakt nur den bildwichtigen Teil umfasst.
5. Nutzen Sie ein optisches Element im Motiv – zum Beispiel einen Wassertropfen oder eine Flasche –, um Bildbereiche scharf abzubilden, die es sonst nicht wären.
6. Versuchen Sie, eine Bewegung komplett einzufrieren. Gehen Sie dabei so weit, wie es Ihnen technisch möglich ist.
7. Fotografieren Sie aus Ihrer eigenen Bewegung heraus und benutzen Sie die resultierende Bewegungsunschärfe als ein zum Motiv passendes Stilmittel. Gehen Sie dabei kein Risiko für Ihre persönliche Sicherheit ein!
8. Wenn Sie ein Stativ zur Verfügung haben, dann fotografieren Sie ein Motiv als komplette Blendenreihe durch. Analysieren Sie am Rechner, welche Blende das beste Bildergebnis liefert. Verwenden Sie die Zeitautomatik bzw. Blendenwahl.
9. Fotografieren Sie auch bei schwächstem Licht ohne Blitz. Probieren Sie aus, wie weit Sie gehen können, wenn Sie aus der Hand fotografieren, und welche Bildwirkungen sich in diesem Grenzbereich ergeben.
10. Fotografieren Sie Bilder, deren Schärfzone außerhalb der AF-Sensoren im Sucher liegen. Werden Sie sich bewusst, wie sehr Sie sich von den AF-Feldern in der Bildgestaltung beeinflussen lassen.
11. Versuchen Sie, ein schnell auf Sie zukommendes Motiv auch bei offener Blende scharf abzubilden. Dafür eignen sich z. B. ein anfliegender Vogel oder ein auf Sie zulaufender Hund gut. Finden Sie heraus, bei welchen Autofokus-Einstellungen und Messfeldern das Ergebnis am besten wird.

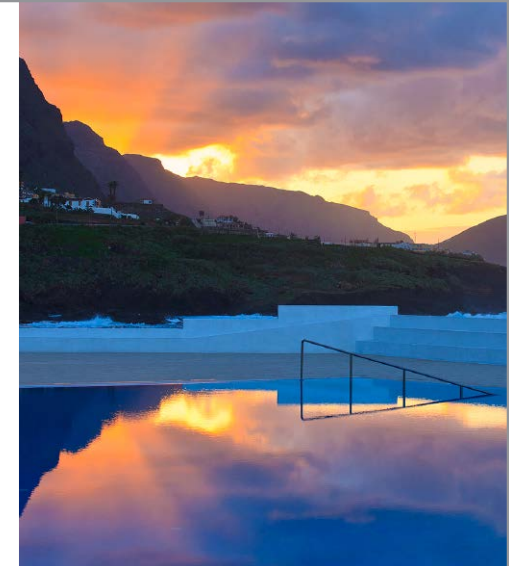




Inhalt

Vorwort	15
Einführung	17
1 Kamera	23
1.1 Der Ursprung: die Lochkamera	23
1.2 Anfänge der Fotografie	26
1.3 Grundaufbau der Kamera	28
1.4 Grundlagen des digitalen Bildes	28
1.4.1 Digitale Technik	29
1.4.2 Pixel	32
1.4.3 Auflösung	32
1.4.4 Interpolation	33
1.4.5 Farbtiefe und Bittiefe	34
1.4.6 Farbräume	35
1.5 Sensor	36
1.5.1 Bayer-Muster	38
1.5.2 Sensoraufbau	39
1.5.3 Sensortypen	40
1.5.4 Auflösungsgrenze des Auges	42
1.5.5 Sensorgrößen	42
1.6 Verschluss	45
1.7 Kameratypen	47
1.7.1 Eine kurze Geschichte der Kleinbildkamera	47
1.7.2 Digitale Spiegelreflexkamera (DSLR)	48
1.7.3 Spiegellose Systemkamera	55
1.7.4 Kompaktkamera	57
1.7.5 Kompaktkamera mit großem Sensor	59
1.7.6 Bridge-Kamera	60
1.7.7 Smartphone	61
1.7.8 Action-Kamera	63
1.7.9 Mittelformatkamera	64
1.7.10 Großbildkamera	67
1.8 Konfiguration und Wartung der Kamera	70
1.8.1 Dateieinstellungen: Raw oder JPEG?	70
1.8.2 Bildeinstellungen	70
1.8.3 Live View	72
1.8.4 Videomodus	74
1.8.5 Histogramm und Überbelichtungswarnung	75
1.8.6 Individualfunktionen	76
1.8.7 Weitere Anpassungen	77

1.8.8 Firmwareupdate und Fremdsoftware	78
1.8.9 Staub auf dem Sensor	79
1.9 Zubehör	82
1.9.1 Speichermedien	82
1.9.2 Stromversorgung	85
1.9.3 Stativ	86
1.9.4 Auslöser	89
1.9.5 Fototasche	90
1.10 Bildübertragung und Backup	92
1.10.1 Per Kabel oder Kartenleser	92
1.10.2 Auf einen mobilen Bildspeicher	93
1.10.3 Per WLAN	94
1.10.4 Backup	94
1.11 Fazit	97
2 Objektive	101
2.1 Grundlagen	101
2.1.1 Brennweite und Bildwinkel	101
2.1.2 Cropfaktor	105
2.1.3 Perspektive	106
2.1.4 Blende	108
2.1.5 Lichtstärke	112
2.1.6 Farbzeichnung	113
2.2 Abbildungsfehler	114
2.2.1 Schärfefehler: sphärische Aberration und Koma	114
2.2.2 Bildfeldwölbung	115
2.2.3 Dezentrierung	116
2.2.4 Farbfehler: chromatische Aberration (CA)	117
2.2.5 Farblängsfehler (LoCA)	118
2.2.6 Purple Fringing	118
2.2.7 Reflexionen	119
2.2.8 Streulicht	120
2.2.9 Vignettierung	121
2.2.10 Verzeichnung	123
2.3 Objektivgüte einschätzen	125
2.3.1 MTF-Kurven	125
2.3.2 Objektive testen	128
2.4 Objektivtypen und Anwendungsbeispiele	130
2.4.1 Fisheye-Objektive	132
2.4.2 Ultra-Weitwinkelobjektive	134
2.4.3 Weitwinkelobjektive	135
2.4.4 Normal- oder Standardobjektive	137
2.4.5 Leichte Teleobjektive (Porträtteile)	138





2.4.6	Makroobjektive	141
2.4.7	Teleobjektive	145
2.4.8	Spiegelteleobjektive	146
2.4.9	Ultra-Teleobjektive	147
2.4.10	Tilt-Shift-Objektive	149
2.4.11	Umgekehrte Telekonverter	153
2.4.12	Zoomobjektive	153
2.5	Objektiv-Features und Zubehör	156
2.5.1	Fremdobjektive am Adapterring	156
2.5.2	Bildstabilisator	158
2.5.3	Ultraschall-Autofokussmotor	159
2.5.4	Beugungsoptik (DO)	160
2.6	Objektivfilter	160
2.6.1	UV-Filter und Schutzfilter	161
2.6.2	Polarisationsfilter	162
2.6.3	Verlaufsfiler	164
2.6.4	Graufilter oder Neutraldichtefilter	165
2.6.5	Filtertypen	166
2.7	Empfehlungen für Fotografentypen	168
2.7.1	Einsteigen, Geld sparen und Spaß haben	168
2.7.2	Für Allrounder	169
2.7.3	Wenn es schnell gehen muss	169
2.7.4	Available Light professionell	170
2.7.5	Raus in die Natur	171
2.8	Fazit	174
3	Schärfe	179
3.1	Auflösung	179
3.1.1	Nyquist-Grenze	179
3.1.2	Kontrast	180
3.1.3	Grenzauflösung des Auges	180
3.2	Schärfentiefe und Blende	181
3.2.1	Hyperfokale Entfernung	185
3.2.2	Unschärfe im Sucherbild	187
3.3	Beugungsunschärfe	188
3.4	Verwackeln	188
3.5	Bewegungsunschärfe	190
3.6	Autofokus (AF)	193
3.6.1	Phasenvergleich	194
3.6.2	Kontrastmessung	195
3.6.3	Hybrid-AF	196
3.6.4	Autofokusmodi	196
3.6.5	Fokusabweichung durch Kamerabewegung	199
3.6.6	Autofokustest (Backfocus, Frontfocus)	200

3.7	Manuelle Fokussierung	201
3.8	Rauschunterdrückung und Schärfeverlust	202
3.9	Bokeh	204
3.10	Schärfe nach Scheimpflug	205
3.11	Fazit	209

4 Licht 215

4.1	Grundlagen	215
4.1.1	Was ist Licht?	215
4.1.2	Licht und Auge	216
4.1.3	Licht und Digitalkamera	217
4.2	Weißabgleich	218
4.2.1	Automatischer Weißabgleich	219
4.2.2	Manueller Weißabgleich	219
4.2.3	Weißabgleich in der Bildbearbeitung	222
4.3	Lichtqualität	223
4.3.1	Diffuses Licht	224
4.3.2	Weiches Licht	226
4.3.3	Hartes Licht	227
4.4	Lichtrichtungen	228
4.5	Available Light	237
4.6	Lichtmalerei und Lightpainting	238
4.7	Nacht	240
4.8	Kunstlicht	242
4.9	Reflexion	243
4.9.1	Aufhellen	246
4.9.2	Polarisation	247
4.10	Fazit	250

5 Belichtung 255

5.1	Grundlagen	255
5.1.1	Belichtungszeit	255
5.1.2	Blende	256
5.1.3	ISO-Wert	257
5.2	Belichtungsmessung	258
5.2.1	Erfahrungswerte: Sunny 16	258
5.2.2	TTL-Messung	259
5.2.3	Externer Belichtungsmesser	259
5.2.4	Neutralgrau	260
5.2.5	Lichtwert (LW, EV)	261
5.2.6	Kontrastumfang	262
5.2.7	Auf die Lichter belichten	263

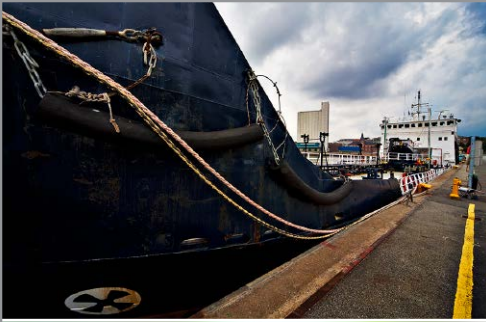




5.2.8	Überbelichtung	266
5.2.9	Unterbelichtung	267
5.3	Belichtungsautomatiken	269
5.3.1	Auto-ISO	270
5.3.2	Zeitautomatik (Blendenvorwahl)	270
5.3.3	Blendenautomatik (Zeitvorwahl)	271
5.3.4	Programmautomatik	272
5.3.5	Motivprogramme und Vollautomatik	272
5.4	Belichtungsmessarten	274
5.4.1	Integralmessung	274
5.4.2	Mittenbetonte Messung, Selektivmessung	275
5.4.3	Mehrfeld- oder Matrixmessung	275
5.4.4	Spotmessung	277
5.4.5	Live View	278
5.5	Belichtungskorrekturen	279
5.5.1	Messwertspeicherung (AE-L)	279
5.5.2	Manuelle Belichtungskorrektur	280
5.5.3	Belichtungskorrektur nach Farbe	281
5.5.4	High Key	282
5.5.5	Low Key	283
5.5.6	Gegenlicht	284
5.5.7	Belichtungsreihen	285
5.6	Das Zonensystem nach Ansel Adams	286
5.7	Langzeitbelichtung	289
5.7.1	Spiegelvorauslösung	290
5.7.2	Rauschunterdrückung	291
5.7.3	Pushen	293
5.8	HDR – High Dynamic Range	294
5.8.1	Aufnahmen für HDR	296
5.8.2	HDR-Software	297
5.8.3	HDR selbstgemacht	300
5.9	Mehrfachbelichtung	301
5.10	Fazit	302
6	Blitzfotografie	305
6.1	Grundlagen	305
6.1.1	Technik	306
6.1.2	Leitzahl	307
6.1.3	Interner Blitz	308
6.1.4	Externe Aufsteckblitze	309
6.2	Blitzmodi	309
6.2.1	Manuell	309
6.2.2	Blitzinterne Automatik	311

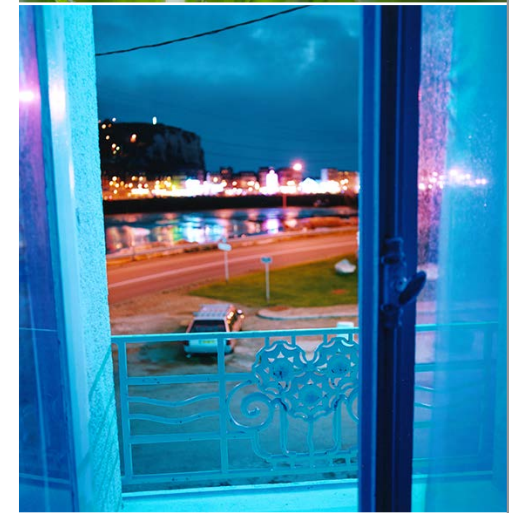
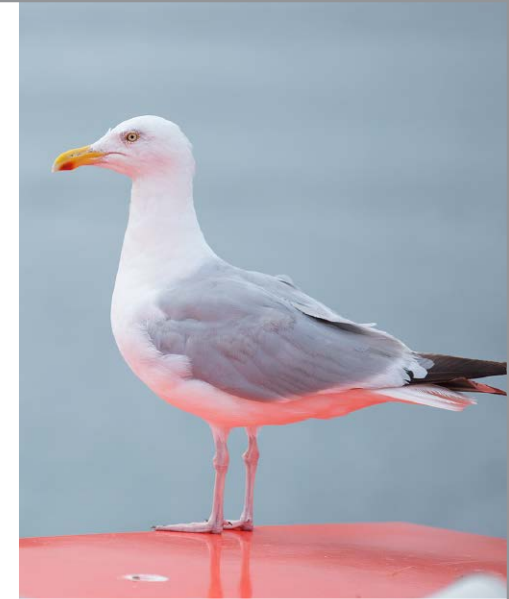
6.2.3	Kameraautomatik TTL	311
6.2.4	Kurzzeitsynchronisation (HSS)	313
6.2.5	Stroboskopeffekt	317
6.2.6	Blitzen auf den ersten und zweiten Verschlussvorhang	318
6.3	Blitzbelichtungskorrektur	319
6.4	Kameramodi	320
6.5	Blitzlicht steuern	322
6.5.1	Indirekt blitzen	322
6.5.2	Zoomreflektor kreativ nutzen	324
6.6	Blitz entfesseln	324
6.6.1	Blitzen mit mehreren Blitzgeräten	325
6.6.2	Wanderblitz bei Langzeitbelichtung	326
6.6.3	Farbig filtern	327
6.6.4	Fernauslösung	328
6.7	Lichtformer für Systemblitze	332
6.7.1	Schirme	333
6.7.2	Speziallösungen	335
6.8	Kurzzeitfotografie	337
6.9	Studioblitze	338
6.9.1	Blitzleistung	339
6.9.2	Generatoren und Kompaktblitze	340
6.9.3	Studioblitze draußen verwenden	341
6.9.4	Blitzköpfe	343
6.10	Lichtformer im Studio	344
6.10.1	Reflektoren	344
6.10.2	Waben	345
6.10.3	Softboxen	346
6.10.4	Ringblitze	348
6.10.5	Spots	349
6.11	Im Fotostudio	350
6.11.1	Lichtbeispiel mit Aufheller und Abschatter	351
6.11.2	Lichtbeispiel mit Diffusor	353
6.11.3	Hintergründe	354
6.11.4	Tipps und günstige Lösungen	354
6.12	Licht setzen	355
6.12.1	Lichtbeispiel »Modellauto«	356
6.12.2	Lichtbeispiel »Porträt draußen«	358
6.13	Fazit	359
7	Bildgestaltung	363
7.1	Grundlagen	363
7.1.1	Kunstgeschichte	364
7.1.2	Wahrnehmungspsychologie	365





7.1.3	Das menschliche Auge	368
7.1.4	Regeln brechen	370
7.2	Qualitätskriterien	372
7.2.1	Was schlechte Bilder ausmacht	372
7.2.2	Merkmale guter Bilder	376
7.3	Bildformat	378
7.3.1	Querformat	378
7.3.2	Hochformat	378
7.3.3	Quadrat	380
7.3.4	Extreme Formate und Panoramen	381
7.3.5	Bildgröße	381
7.4	Kontrast	382
7.5	Abstraktion	385
7.6	Farbe	386
7.7	Form	386
7.8	Größe	388
7.9	Menge	388
7.10	Bildaufbau	391
7.10.1	Blickführung	391
7.10.2	Diagonale	393
7.10.3	Horizont	394
7.10.4	Symmetrie	396
7.10.5	Muster	397
7.10.6	Dreieck	398
7.10.7	Punkte	400
7.10.8	Goldener Schnitt	400
7.10.9	Drittelregel	402
7.10.10	Dynamischer oder statischer Aufbau	403
7.10.11	Einfachheit	406
7.10.12	Beschnitt	407
7.11	Perspektive	408
7.11.1	Vorder- und Hintergrund	409
7.11.2	Fluchtpunkt	413
7.12	Bildreihen	415
7.12.1	Serien	416
7.12.2	Sequenzen	416
7.13	Fazit	418
8	Farbe	421
8.1	Was ist Farbe?	421
8.1.1	Wahrnehmungsunterschiede	421
8.1.2	Farbsehen: das Auge	422
8.1.3	Additive Farbmischung	423
8.1.4	Subtraktive Farbmischung	423

8.2	Farbwirkung	424
8.2.1	Rot	424
8.2.2	Gelb	425
8.2.3	Grün	426
8.2.4	Cyan	427
8.2.5	Blau	427
8.2.6	Magenta	428
8.2.7	Farbtemperatur	429
8.2.8	Farbsättigung	431
8.2.9	Unbunte Bilder	433
8.2.10	Signalwirkung	434
8.3	Farbstimmung	435
8.3.1	Kunstlicht	435
8.3.2	Blaue Stunde	436
8.3.3	Farbiges Licht	437
8.3.4	Monochrome Bilder	438
8.4	Farbkontrast	439
8.4.1	Kalt-Warm-Kontrast	439
8.4.2	Komplementärkontrast	440
8.4.3	Quantitäts- und Qualitätskontrast	442
8.4.4	Simultankontrast	442
8.5	Farbstich	443
8.5.1	Entstehung von Farbstichen	443
8.5.2	Farbstiche vermeiden	444
8.5.3	Farbstiche beseitigen	445
8.5.4	Farbstiche nutzen	446
8.6	Farbmanagement	446
8.6.1	Wie lässt sich Farbe standardisieren?	446
8.6.2	Arbeitsfarbräume	448
8.6.3	Bildschirmkalibrierung	449
8.6.4	Praxis der Bildschirmkalibrierung	450
8.6.5	Scannerkalibrierung	454
8.6.6	Kamerakalibrierung	455
8.6.7	Druckerkalibrierung	455
8.7	Fazit	456
9	Schwarzweiß	461
9.1	Vorbemerkungen	461
9.2	Analoge Schwarzweißfotografie	463
9.3	Digitale Schwarzweißfotografie	464
9.3.1	Schwarzweiß direkt in der Kamera	465
9.3.2	Schwarzweiß in der Bildbearbeitung	466
9.4	Schwarzweiß farbig filtern	467
9.5	Tonen	470





9.6	Kontrast	472
9.7	Gradation	474
9.8	Partialkontrast verbessern	475
9.9	Nachbelichten	476
9.10	Schwarzweiß in der Bildbearbeitung	480
9.11	Ausgabe	489
9.12	Fazit	490
10	Motive	493
10.1	Vorbemerkungen	493
10.2	Porträt und Peoplefotografie	493
10.2.1	Mit Models arbeiten	495
10.2.2	Klassisches Porträt	497
10.2.3	Porträt im Raum	498
10.2.4	Gruppenfotos	500
10.2.5	Der menschliche Faktor	501
10.3	Aktfotografie	502
10.4	Modelfotografie	505
10.5	Sportfotografie	507
10.6	Landschaftsfotografie	509
10.6.1	Weitwinkelperspektive	510
10.6.2	Teleperspektive	511
10.6.3	Panorama	513
10.6.4	Infrarotfotografie	516
10.7	Naturfotografie	517
10.7.1	Tierfotografie	519
10.7.2	Makrofotografie	522
10.8	Reportage	529
10.8.1	Schnelligkeit	530
10.8.2	Geschichten erzählen	531
10.8.3	Dokumentarfotografie	533
10.9	Reisefotografie	535
10.9.1	Ausrüstung optimieren	536
10.9.2	Kulturelle Unterschiede achten	539
10.10	Architekturfotografie	539
10.10.1	Stürzende Linien	540
10.10.2	Standpunkt	542
10.10.3	Innenräume	544
10.11	Fotografieren bei Nacht	546
10.11.1	Langzeitbelichtungen	548
10.11.2	Kontraste bewältigen	551
10.12	Available Light	552
10.13	Stilleben	554
10.13.1	Licht	556
10.13.2	Tricks der Studiofotografen	557

10.14	Unterwasserfotografie	558
10.15	Fotografie als Kunst	560
10.16	Fotorecht	563
10.17	Technik und Kreativität	565
11	Video	569
11.1	Vorbemerkungen	569
11.2	Gestaltung	571
11.3	Formate	576
11.3.1	Bildwiederholrate	576
11.3.2	Auflösung	578
11.3.3	Komprimierung	579
11.3.4	Codecs	582
11.3.5	Bitrate	583
11.3.6	Raw	584
11.3.7	Magic Lantern	586
11.4	Bildfehler	587
11.4.1	Ruckeln	587
11.4.2	Thermische Probleme	588
11.4.3	Moiré	588
11.4.4	Banding	590
11.4.5	Rolling Shutter	590
11.4.6	Objektivfehler	591
11.5	Praxis	593
11.5.1	Licht	593
11.5.2	Bildstile	597
11.5.3	Fokus	598
11.5.4	Ton	600
11.5.5	Digitalzoom	603
11.5.6	Zeitraffer	605
11.5.7	Zeitlupe	608
11.6	Kameras	609
11.7	Fazit	613
12	Bildbearbeitung	617
12.1	Vorbemerkungen	617
12.2	Auswahl der Geräte	618
12.2.1	Systemfrage: PC oder Mac?	618
12.2.2	Hardwareauswahl	620
12.3	Software für Bildbearbeitung	623
12.4	RGB als Arbeitsfarbraum	624
12.5	Raw-Konvertierung	625
12.5.1	Kameraprofile	626
12.5.2	Bilddoptimierung	627





12.5.3	Bildbearbeitung in Lightroom	628
12.5.4	Objektiv und Perspektivkorrektur	631
12.6	Bildbearbeitung in Photoshop	633
12.6.1	Tonwertkorrektur	633
12.6.2	Gradationskurve	634
12.6.3	HDR-Tonung	638
12.7	Farben optimieren	640
12.7.1	Farbton/Sättigung	640
12.7.2	Farbbalance	641
12.7.3	Selektive Farbkorrektur	643
12.8	Scharfzeichnen	646
12.8.1	Beim Export	646
12.8.2	Beim Skalieren	646
12.8.3	Unschärf maskieren	647
12.9	Panorama	648
12.10	HDR	653
12.11	Retuschieren	661
12.12	Beispiel für einen Datenworkflow	664
12.13	PDF-Kontaktbögen	667
12.14	Dateiformate	668
12.14.1	In Photoshop	668
12.14.2	TIFF	670
12.14.3	JPEG als Ausgabeformat	670
12.14.4	In der Digitalkamera	671
12.15	Metadaten	674
12.15.1	Exif-Standard	674
12.15.2	IPTC-Daten	677
12.15.3	XMP-Daten	679
12.15.4	DPOF-Standard	680
12.15.5	Geotagging	680
12.16	Fazit	683
	Danksagung	686
	Glossar	689
	Index	700

Wichtig!

Die Aufnahme­daten zu den Abbildungen im ganzen Buch beziehen sich immer auf das Vollformat, ansonsten wird das Sensorformat gesondert aufgeführt.



Index

4K 75, 578, 614, 689
16:9-Seitenverhältnis 571
16-Bit-Modus 34, 35
 Schwarzweiß 466
64-Bit-System 620

A

AA-Filter → Antialiasing-Filter
Abbildungsfehler 110, 114, 689
Abbildungsmaßstab 57, 135, 141,
 143, 522, 689
Abblenden 110, 689
Abblendtaste 129, 689
Abenddämmerung 437
Aberration
 chromatische 117, 124
 longitudinale chromatische 118,
 176
 sphärische 114
Abschatter 351
Abstraktion 385
Abwedeln 476
Achromat 144
Action-Kamera 63, 611
Active D-Lighting 262
Adams, Ansel 286, 491
Adapting 157
Additive Farbmischung 422, 423
Adobe Bridge 625, 664, 677
Adobe RGB 35, 448
AEB → Auto Exposure Bracketing
 (AEB)
AE-Lock 276
AF-Hilfslicht 171, 194
AF-Lock 276
AF-Stop 508
AGB 95
Akku 85
Akkublitzanlage 342

Aktfotografie 502
Amerikanische Einstellung 500
Android 619
Anfangsblende 111, 112
Antialiasing-Filter 39, 689, 698
Apochromat 117
Apple 619
Apps 62
APS-C 105, 689
Arbeitsblende 113
Arbeitsfarbraum 448, 453, 624
Architekturfotografie 135, 539
Artefakt 689
Astrofotografie 40, 550
Aufhellblitz 325
Aufhellen 284, 314
Aufhellen und nachbelichten
 (Schritt für Schritt) 477
Aufheller 246, 351, 557
Auflagemaß 130, 157, 689
Auflösung 32, 42, 179, 689
 Video 578
Aufnahmedaten 674
Aufsteckblitz 309
Auge 180, 216, 368, 422
 Auflösung 42
 Stäbchen 216
 Zapfen 216
Augpunkt 408
Ausdruck 489
 Bildqualität 33
Ausfressen 264
Auslöser 49, 89
Ausschnittsvergrößerung 59
Autochrom-Technik 461
Auto Exposure Bracketing
 (AEB) 285, 296, 689
Autofokus 193, 690
 AI Focus 198
 Hybrid-AF 196

Nachführmessung 197
 Schärfepriorität 197
Autofokustest 200
Autofotografie 245
Auto-ISO 189, 270
Autopole 331, 355
Available Light 170, 237, 552

B

Backfocus 129, 195, 200, 690
Back-illuminated 37
Backup 92, 94
Bajonett 47, 690
Balgen 67
Balgengerät 206, 523
Banding 34, 449
 Video 590
Barnack, Oskar 47
Barytpapier 489
Batterie 85
Batteriegriff 86
Batteriepack 54
Bayer-Muster 38, 426
Beautydish 345
Beautyfotografie 230, 282, 494,
 505
Béchar, Émile 462
Belichtung 255, 690
 auf die Lichter 263
 Erfahrungswerte 258
 Langzeitbelichtung 289
 Raw-Konverter 628
 Zonensystem nach Ansel
 Adams 286
Belichtungsautomatik 269
Belichtungskorrektur 279, 425, 690
 Messwertspeicherung (AE-L) 276,
 279
Belichtungsmessarten 274

Integralmessung 274
 Matrixmessung 275
 Mehrfeldmessung 275
 mittenbetonte Messung 275
 Selektivmessung 275
 Spotmessung 277, 286
Belichtungsmesser 259
Belichtungsmessung 258
Belichtungsreihe → Auto Exposure
 Bracketing (AEB)
Belichtungszeit 45, 109, 190, 255,
 690
 Video 595
Beliebigkeit (Bildgestaltung) 374
Bereichsreparatur-Pinsel (Photo-
 shop) 652, 661, 662
Beschnitt 407
Betrachtungsentfernung 33
Betriebssystem 620
Beugung 24
Beugungsoptik (DO) 160
Beugungsunschärfe 24, 110, 111,
 142, 174, 188, 257, 523
Bewegungsunschärfe 190
Bewusstsein (Bildgestaltung) 374
Bikubisch schärfer (skalieren) 646
Bildaufbau 391
Bildbearbeitung 617
 Bildmanipulation 662
 Canon Digital Photo Profession-
 nal 623
 Corel AfterShot Pro 619
 Corel PaintShop Pro 623
 Farben optimieren 640
 GIMP 619, 623
 Hardware 618, 620
 Lightroom 623, 628
 Linux 619
 OS X 619
 Panorama 648
 Photoshop 623, 633
 Photoshop Elements 623
 Retuschieren 661

Scharfzeichnen 646
 Schwarzweiß 466, 484
 Software 623
 Windows-PC 619
Bilddatei 690
Bildersuche 677
Bildfehler, Video 587
Bildfeldwölbung 115
Bildformat 378
 extreme Formate 381
 Hochformat 378
 Panorama 381
 Quadrat 380
 Querformat 378
Bildgestaltung 363
 Abstraktion 385
 AF-Messpunkt 392
 Beschnitt 407
 Bildaufbau 391
 Blickführung 391
 Diagonale 393
 Dreieck 398
 Drittelregel 402
 dynamischer Aufbau 403
 Einfachheit 406
 Farbe 386
 Fluchtpunkt 413
 Goldener Schnitt 400
 Größe 388
 Hintergrund 409
 Horizont 394
 Kontrast 382
 Menge 388
 Muster 397
 Perspektive 408
 Punkte 400
 Qualitätskriterien 372
 Regeln brechen 370
 statischer Aufbau 403
 Symmetrie 396
 Vordergrund 409
Bildgröße 381
Bildjournalismus 530

Bildkomposition 106
Bildkreis 207
Bildkritik 375
Bildmanipulation 662
Bildrauschen → Rauschen
Bildrecht 496, 563
Bildreihen 415
Bildschirm 622
Bildschirmkalibrierung 449
Bildspeicher, mobile 93
Bildstabilisator 59, 88, 148, 158,
 256, 508, 690
Bildstile 71, 626
 Video 597
Bildwiederholrate 576, 577, 690
Bildwinkel 101, 102, 103, 691
Bit 29, 691
Bitmap 29
Bitrate 583, 584
Bittiefe 34
Blasebalg 80
Blau 427
Blaue Stunde 436
Blaufilter 469
Blende 108, 256, 691
 effektive 112
 kritische 110
 Schreibweisen 111
Blendenautomatik 271, 320
Blendenreihe 109
Blendenstern 110
Blendenvorwahl 270
Blickführung 391
Blickwinkel → Bildwinkel
Blinder Fleck (Auge) 369, 422
Blitzbelichtungskorrektur 319
Blitzfotografie 305
 Aufsteckblitz 309
 Blendenautomatik 320
 Blitzkopf 343
 Blitzleistung 339
 Blitzlicht 191
 Blitzmodi 309

Blitzreichweite 307
Blitzröhre 343
Blitzschatten 322
Blitzsteuergerät 330
Blitzsynchronzeit 66, 306, 691
entfesselt blitzen 324
Fernauslösung 328
indirekt blitzen 322
interner Blitz 308
Kurzzeitfotografie 337
Kurzzeitsynchronisation (HSS) 313, 325
Langzeitbelichtung 326
Licht farbig filtern 327
Manueller Modus 321
mit mehreren Blitzgeräten 325
Programmautomatik 320
Rote Augen 311
Stroboskopeffekt 317
Studioblitz 338
TTL 311
Verschlussvorhang 318
Wanderblitz 326
Zeitautomatik 321
Zoomreflektor kreativ nutzen 324
Blooming 40
Blume, Anna und Bernhard 560
Blu-ray-Disc 94, 577
BMP 668
Bokeh 204, 211, 256, 691
Boom-Stativ 331
Brechungsindex 244
Brennpunkt 102
Brennweite 101, 691
Brennweitenverlängerung → Cropfaktor
unter Wasser 558
Brewster-Winkel 248
Bridge-Kamera 60
Bulb 289, 691
Byte 691, 30, 84, 690

C

Camcorder 609
Camera obscura 23
Camera Raw 625
Candela 452
Canon Digital Photo Professional 623
Capture One Pro 517, 625
Cartier-Bresson, Henri 377
CCD 40
CD 94
Centerfilter 122
CF-Karte 82
Chromatische Aberration 117, 118, 124, 691
korrigieren (HDR) 657
CIE 447
CinemaDNG Raw 584
Cinemascope 32
Cinestyle-Bildstil 598
Claxton, William 537
Cloud 95
CMOS 41
CMYK 424, 447, 624
Codec 582, 691
Colorimeter 450
Colour Key 374, 433
Compact Flash (CF) 82
Corel AfterShot Pro 619
Corel PaintShop Pro 623
Cropfaktor 54, 105, 691
Cross-Entwicklung 464
Cyan 427

D

Daguerre, Louis 26
Daguerreotypie 26, 494
Dateiformate 668
in der Digitalkamera 671
in Photoshop 668
Datenrate → Bitrate
Datensicherung 95
Datenträger 94

Datenworkflow 664
Dauerlicht 312
Davies, John 534
DDC-Protokoll 453
Deadpixel 292
Deckenschienensystem 331
Degas, Edgar 234
Dezentrierung 116, 129
Diagonale 393
Dicom 668
Diffractive Optics (DO) 160
Diffraction → Beugung
Diffusor 246, 353, 556
Digital Negative → DNG
Digitalrückteil 64
Digitalvideostandard 576
Digitalzoom 34, 691
Video 603
Display 28, 77, 379
Dithering 30
Dix, Otto 560
DNG 96, 674, 692
Dokumentarfotografie 533
Dolly 571
Doppelklemme 355
dpi (dots per inch) 32
DPOF 680
Drahtauslöser 89
Dreieck 398
Drei-Wege-Neiger 88
Drittelregel 402
Druckausgabe (Schwarzweiß) 489
Druckerkalibrierung 455
DSLR 48, 692
Dunkelfeldbelichtung 202
Dunkelfeldmessung 292
Durchlichtschirm 333
DVD 94
DVD NTSC 577
DVD PAL 577
DxO Optics Pro 625
Dynamik 392
Bildbearbeitung 636

Raw-Konverter 628
Dynamikerweiterung 71
Dynamikumfang 40, 262, 692
Dynamischer Aufbau 403

E

eci RGB v2 446, 449
Edgerton, Harold 191, 305
Effektive Blende 112
Ehrlichkeit 376
Einbeinstativ 88
Einfachheit 406
Einsteckfilter 147
Einsteigerkamera 99
Einstelllicht 339, 340
Einstellung
amerikanische 500
Video 572
Einstellungsebene 484
E-Mail 668
Empfindlichkeit 692
Energiesparlampe 435
Enfuse 297
Entfernungsskala 547
Entfesselt blitzen 324
EPS 668
Erdrotation 550
E-TTL-II 311
Evans, Walker 560
EVF 692
EVIL → Spiegellose
Exif 674, 692
Expose to the right 264
Exposure Value (EV) → Lichtwert (LW)
Extender 152, 692

F

Faltlichtschacht 64
Faltreflektor 246
Farbbalance
Photoshop 641
Schritt für Schritt 641

Farbdifferenzierung 294
Farbe 386, 421
Blau 427
Cyan 427
Gelb 425
Grün 426
Magenta 428
Rot 424
Sinneseindruck 423
Wahrnehmung 421
Farbfehler 118
Farbfehlsichtigkeit 422
Farbfilter 692
für Schwarzweiß 467
Farbfotografie, Geschichte 461
Farbiges Licht 437
Farbig filtern (Blitzfotografie) 327
Farbkanal 31
Farbkomposition 440
Farbkontrast 434, 439
Farbkreis 440
Farblängsfehler (loCA) 118, 176
Farbmanagement 446, 692
Farbprofil 693
Farbpsychologie 424
Farbquerfehler 117
Farbraum 35, 36, 447, 693
YCbCr 579
Farbrauschen 428
Farbsättigung 71, 216, 431
Farbsäume 299
Farbspektrum 215, 216
Farbstich 218, 443, 693
Farbstimmung 435
Farbtemperatur 71, 218, 429, 452, 693
Raw-Konverter 627
Farbtiefe 34, 693
Farbton
Raw-Konverter 627
Farbton/Sättigung (Photoshop) 640
Farbunterabtastung 579, 580
Farbverschiebung
unter Wasser 558

Farbwert 216
Farbwiedergabe 436
Farbwiedergabeindex 435
Farbwirkung 424
Farbzeichnung 113
Fashionfotografie 505
Fenster 137, 225
Fernauslöser 88, 89
Tierfotografie 519
Fernauslösung (Blitzfotografie) 328
Festbrennweite 103
Festplatte 95, 621
Fibonacci-Folge 364
Filmen → Video
Filmkorn 464
Filter 160
Filterfolie 350
Filterhalter 167
Fine Art Print 489
Firmware 78, 693
Fisheye-Objektiv 104, 121, 132
Fixfokus 61
Flickr 61, 375, 562, 678
Fluchtdistanz 142, 521
Fluchtpunkt 413
Flugzeug 91
Fluid-Neiger 89
Fluorit-Linse 117, 147
Focus Peaking 600
Focus Preset 508
Focus Stacking 527, 693
Fokusbegrenzer 508
Fokussierung 102
Fokustest 200
Folienfilter 167
Follow Focus 598
Foodfotografie 557
Formate (Video) 576
Form (Bildgestaltung) 386
Fotoassistent 247
Fotoausrüstung, Reise 536
Fotografie, Geschichte 26
Fotojournalismus 531

Fotokunst 560
Fotomarkt 562
Fotopapier 489
Fotorecht 496, 563
Fotorucksack 91
Fotostudio 350
Fototasche 90
Fotozelle 310, 311, 329
Four Thirds 693
Fovea centralis 137, 369
Foveon 41
Fox Talbot, William Henry 26
fps (frames per second) → Bildwiederholrate
Framerate → Bildwiederholrate
Fremdobjektiv 156
Frontfokus 129, 195, 200, 690
Froschperspektive 408
Full HD 570, 578, 693
Funkauslöser 89, 310, 329

G

Gaffer-Tape 355
Galgenstativ 331
Gamma 263, 451
Gegenlicht 232, 284, 354
Gehirn 366, 369
Geisterbilder entfernen (HDR) 654
Gelb 425
Gelbfilter 468
Geld verdienen 562
Generator 338, 340, 341
Geokoordinaten 666
GeoSetter 675, 682
Geotagging 514, 680, 694
Gerätefarbraum 448, 453
Gestaltungsabsicht 370
Getty Images 562
GIF 668
Gigabyte 83, 694
Gimbal-Head 89, 148
GIMP 619, 623

Gleichgewicht in der Komposition 403
Gleitschiene 605
Glühlampe 435
Gobo 350
Goldener Schnitt 364, 400
Goldsworthy, Andy 560
Google Earth 224, 542
GoPro 63
GPS 61, 514, 666, 681, 694
GPSPhotoLinker 682
Gradation 474
Gradationskurve 624, 659
Photoshop 634
Schritt für Schritt 634
Grafikkarte 621
Grafiktablett 478, 661
Graufilter → ND-Filter
Graustufen 30
Grenzauflösung 180
Großbild 694
Großbildkamera 67, 205
Größe 388
Größenverhältnisse 364
Grün 426
Grundfarben 424
Grundrauschen 268, 291
Grünes Leuchten 218
Grünfilter 469
Gruppenaufnahme 399
Gruppenfoto 500
Gursky, Andreas 560
Gute Bilder 376

H

H.264 576
H.265 583
Haftknete 557
Halo 647
Handgepäck 91
Handwerkliche Schwächen 374
Harmonie 402
Harmonielehre 364

Hasselblad 64
Hauptebene 102
Hauptspeicher 620
Hausmann, Raoul 560
Haustiere 521
Hauttöne, schwarzweiß 469
HDMI 580, 694
HDMI-Rekorder 581, 583
HDR 232, 241, 284, 294, 545, 551, 653, 694
mit Photomatix Pro (Schritt für Schritt) 656
mit Photoshop (Schritt für Schritt) 653
natürliche Anmutung 299
Tone Mapping 657
HDR-Tonung (Photoshop) 638
Heavy Duty Flexarm 357
Helligkeit 216, 452
High Key 282, 472
High-Speed-Sync 694
Hine, Lewis W. 535
Hintergrund 377, 409
Hintergrundrolle 354
Hinterlinsenfilter 167
Histogramm 31, 75, 283, 472, 694
Hitzeblimmern 149
Hochformat 378
Hochformatauslöser 54, 378
Hochgeschwindigkeitssynchronisation (HSS) 46, 325
Hohlkehle 354, 355
Holga 65
Horizont 394, 513
Hybrid-AF 196, 694
Hyperfokale Entfernung 185
Hypersync → Supersync

I

ICC-Profil 447
IFF 669
Improvisation 377
Indirekt blitzen 322

Individualfunktionen 76
Infrarot 694
Infrarot-Fernauslöser 89, 329
Infrarotfilter 516
Infrarotfotografie 40, 516
Infrarothilfslicht 170
Infrarot (IF) 215
Infrarotindikator 517
Infrarot-Sperrfilter 39, 550
Innenaufnahmen 225, 543, 544
Integralmessung 274
Interframe 582
Interlace 581, 694, 699
Interner Blitz 308
Internetdiskussion 376
Interpolation 33, 38, 694
Intervallauslöser 89
Intraframe 582
iOS 619
IPTC 677, 695
Iris 108, 187
ISO-Erweiterung 218, 294
ISO-Wert 70, 202, 208, 257, 291, 695
Automatik 270
Itten, Johannes 459
iTTL 311

J

Joule (J) 305, 306
JPEG 34, 70, 268, 293, 669, 670, 672, 695
Baseline (Standard) 671
Grundlinie optimiert 671
Kompression 672
Progressiv 671
JPEG 2000 669

K

Kabelauslöser 289
Kalt-Warm-Kontrast 439
Kamerablitz 308
Kamerafahrt (Video) 573

Kamera, Grundaufbau 28
Kamerakalibrierung 455
Kameraprofil 626
Kameraversicherung 538
Kamm-Artefakte (Video) 581
Kandinsky, Wassily 459
Kartenleser 92
Kelvin (K) 218, 429, 695
Kilobyte 695, 84, 694
Kit-Objektiv 52, 168
Kitsch 374
Klarheit (Raw-Konverter) 628
Kleinbildkamera 47
Kleinbildscanner 464
Klischee 373
Kodak Tri-X 464
Kollodium-Nassplatte 26, 461
Koma 114
Kompaktblitz 338, 340
Kompaktkamera 57, 610
Auswahlkriterien 58
Kompendium 167
Komplementärfarbe 440, 644
Komplementärkontrast 440
harmonischer 440
Kompression 672
Komprimierung, Video 579
Kondensator 306
Kontaktbögen 667
Kontrast 71, 126, 180, 382
Schwarzweißfotografie 472
Kontrastanpassung (Schritt für Schritt) 636
Kontrastmessung 56, 195, 277, 695
Kontrastumfang 164, 218, 225, 240, 262, 284, 545, 551
Konverter 152, 695
Konzentration 377
Kopierstempel 663
Korn 464
Körperhaltung 189
Kreativität und Technik 565

Kreuzlicht 235, 246
Kreuzsensor 113, 194
Kritische Blende 110
Kugelkopf 88
Kugelpanorama 134
Kulturelle Unterschiede 539
Kulturkreis 365
Leserichtung 391
Kunst 560
Kunstgeschichte 364
Kunstlicht 242, 282, 435
Kurzzeitfotografie 337
Kurzzeitsynchronisation (HSS) 313

L

L* 451
Lab-Farbraum 447, 624
Lab-Modus 624
Land-Art-Kunst 560
Landschaft 509
Panorama 513
Teleperspektive 511
Weitwinkel 510
Langzeitbelichtung 166, 202, 289, 326, 548
LCD-Bildschirm 77
LED 218, 289
LED-Flächenleuchte 594
Lee-Filterfächer 327
Leica 47, 533
Leitblende 339
Leitzahl 307, 695
Leserichtung 365, 391
Leuchtkasten 452
Leuchtkraft 425
Leuchtstoffröhren 272, 546
Licht 215
Aufheller 246
Available Light 237
Brechungsindex 244
diffuses 224
Farbspektrum 216
frontales 228

Gegenlicht 232, 284
hartes 227
Infrarot (IF) 215
Kreuzlicht 235
Kunstlicht 242
Nacht 240
natürliches 215
Oberlicht 234
Photon 215
Physik 215
Polarisation 247
Seitenlicht 230
Spektralfarben 216
Streiflicht 231
Ultraviolett (UV) 215
Unterlicht 234
Wahrnehmung durch das Auge 216
Wahrnehmung durch die Digitalkamera 217
weiches 226
Lichtemissionen 549
Lichtempfindlichkeit 53, 70, 217
Lichter (Raw-Konverter) 628
Lichtfarbe 218
Lichtformer 332, 344
Lichtmalerei 238
Lichtqualität 223
Lichtrichtung 228
Lichtriegel 341
Lichtstärke 112, 695
Lichtstativ 331, 355
Lichtwert (LW) 261
Lichtzelt 245
Lightpainting 238
Wanderblitzen 239
Light pollution 549
Lightroom 623
Bildbearbeitung Schritt für Schritt 628
Objektiv- und Perspektivkorrektur 631, 632
Linearpolfilter 164, 249

Linienpaar 33, 125
Liniensensor 194
Linse 101
Linux 619
Lithium-Ionen-Akku 85
Live View 55, 72, 174, 208, 278, 695
Belichtungssimulation 278
loCA 118, 176
Lochkamera 23, 408, 548
mit einer Spiegelreflexkamera nachbauen 25
Nachteile 24
Louis Daguerre 494
Low Key 283, 472
lp/mm 126
Lupenobjektiv 132
LZW (TIFF-Kompression) 670

M

Mac OS X → OS X
Magenta 428
Magic Lantern 78, 584, 586
Makro 132
Makro-Einstellschlitten 525
Makrofotografie 522
Makroobjektiv 132, 141, 524, 695
Mante, Harald 459
Manuelle Fokussierung 201
Manueller Modus (Blitzfotografie) 321
Markenrecht 564
Master 353
Master-Blitz 330
Matrixmessung 275
Mattebox 612
Mattscheibe 187, 202, 545
Maxwell, James Clerk 461
Megabyte 695
Megapixel 32, 58, 695
Mehrfachbelichtung 301
Mehrfeldmessung 275, 311
Memory-Stick 84

Menge 388
Mengenkonzentration 442
Menschenmenge (Fotorecht) 563
Messblitz 313
Messwertspeicherung 279
Metadaten 29, 674, 695
MFM-Liste 563
Michals, Duane 371
Microstock-Bildagentur 562
Mies van der Rohe, Ludwig 406
Mietstudio 351
MiFi 409
Mikrofon 601
Mikrolinse 37, 696
Mikroobjektiv 132, 696
Miniaturisierungseffekt 150
Mittelformat 64, 696
Mittenbetonte Messung 275
Mitziehen 190
Mobiltelefon → Smartphone
Modofotografie 505
Model 495
Model Release 498
Modulations-Transfer-Funktion → MTF-Kurve
Moiré 40, 696
Video 588
Molton 355
Monitor, hardwarekalibrierbar 623
Monitor kalibrieren (Schritt für Schritt) 452
Monochrome Bilder 438
Morgennebel 512
Morphing 609
Motiv 493
Motivprogramme 51, 269, 272
Motorzoom 573
MPEG 583, 696
MPO-Format 669
MTF-Kurve 125, 180, 696
Multi-coated 120
Muster 397

N

Nachbelichten 476
Nachführmessung 197
Nachführstativ 550
Nachfotografie 240, 326, 546
Nadir 413
Nahlinse 144
Nahpunkt 186
NAS 621, 664
Naturfotografie 517
ND-Filter 165, 166, 340, 694, 696
Negativform 386
Neonlicht 219
Netzadapter 85
Netzhaute 137
Netzwerk-Speicher 95
Neutralschichtfilter 165
Neutralgrau 260
Newton, Helmut 537
NiCd 85
Niépce, Nicéphore 26
Nikonos 559
NiMH 85
Nodalpunkt 408, 514, 696
Stativkopf 515
Normalbrennweite 103
Normalobjektiv 137
für APS-C 553
Normlicht 451
Nyquist-Grenze 179

O

Oberlicht 234
Objekthelligkeit 260
Objektive 101, 696
Auflösungsvermögen testen 173
Filter 160
Qualität einschätzen 125
testen 128
Vergütung 232
Objektivfehler, Video 591
Objektivität 534
Objektivkorrekturen 542

Lightroom 631
Objektivreinigung 161
Objektivschutzdeckel 162
Odermatt, Arnold 560
Offenblende 112, 257, 524, 552, 696
Offenheit 377
Okularabdeckung 517
Optische Täuschung 369
Ordnung 389
Orthochromatisch 461
OS X 619

P

PAL-Beschleunigung 577
Panchromatisch 462
Panorama 381, 513, 514, 566
Bildbearbeitung 648
erstellen (Schritt für Schritt) 649
erweitern (Schritt für Schritt) 651
Microsoft Image Composite Editor 513
PTGui Pro 514
Stitchen 515
Panoramafreiheit 563
Panoramakamera 99, 532
Panorama-Kopf 89
Partialkontrast 475
PCX-Format 669
PDF 669
Kontaktbögen 667
Peak-Wert 602
Pentaprisma 48
Peoplefotografie 493
PE-Papier 489
Persönlichkeit 376
Perspektive 106, 364, 382, 408, 410, 542
Perspektivkorrektur 69, 132, 539
Phasenvergleich 193
Photochrom-Technik 462
Photomatix Pro 297, 653, 656

HDR erstellen (Schritt für Schritt) 656
Photomerge Panorama 513
Photon 215, 216, 267
Photoshop 297, 623
Bildbearbeitung 633
Schwarzweiß 484
Photoshop DCS 669
Photoshop Elements 623
Photoshop RAW 669
PictBridge 680
Picture Style Editor 71
Pixar-Format 669
Pixel 29, 32, 36, 697
Pixel Binning 33
Pixelgröße 42
Pixelpeeper 209
Planfilm 67
Plattheit 374
PNG 669
Polarisation 247, 697
Polarisationsfilter 136, 162, 248
Polfilter → Polarisationsfilter
Polygonlasso (Photoshop) 662
Portable Bitmap 669
Porträt 345, 358, 493
Aktfotografie 502
Bildrecht 498
Gruppenfotos 500
im Raum 498
klassisch 497
menschlicher Faktor 501
Porträtbrennweite 205
Porträtteile 138
Positiv-Negativ-Technik 26
Postproduktion 505
Powerfokus 508
Preisdruck 507
Pressefotografie 169
Programmautomatik 272
Blitzfotografie 320
Progressive 697
Property Release 564

ProPhoto RGB 449
Prozessor 620
PSB-Format 668
PSD-Format 668
PTP-Standard 93
Pufferspeicher 83
Punkte 400
Purple Fringing 118
Pushen 218, 293, 474

Q

Quadrat 380
Qualitätskontrast 433, 442
Qualitätskriterien 372
Quantitätskontrast 442
Querformat 378

R

RAID 95, 621
Randabdunklung 122
Rauschen 34, 257, 268, 690, 697
Rauschunterdrückung 202, 291
Raw 33, 38, 70, 222, 673, 697
 Formate 674
 Konverter 625, 673
 Konvertierung 625
 Schwarzweiß 465
 Video 584
Raw-Konverter
 Adobe Camera Raw 625
 Bildoptimierung 627
 Capture One Pro 625
 DxO Optics Pro 625
 Photoshop Lightroom 625
Rayleigh-Streuung 218, 439
Recht am eigenen Bild 563
Reflektor 344, 354
Reflexion 119, 243, 248, 349
 diffuse 245
 vermeiden 250
Reflexschirm 333
Regenbogen 249
Reinigungsflüssigkeit 81

Reisefotografie 535
 Fotoausrüstung 536
Reportagefotografie 370, 529
Retrofokus 68, 130
Retrostellung 523
Retusche 661
 Gestaltungsabsicht 370
 Schritt für Schritt 661
Rezeptor (Auge) 422
RGB 38, 446, 624, 697
RGB-Farbraum 423
Richtungssensor 77
Rig 612, 697
Ringblitz 341, 343, 348
Rollfilm 64
Rolling-Shutter-Effekt 46, 590, 697
Rot 424
Rotationspanoramakamera 649
Rote Augen 311
Rotfilter 468
Ruckeln (Video) 587

S

Sammellinse 101
Sander, August 560
Sättigung 216
 Raw-Konverter 628
Scannerkalibrierung 454
Scannerrückteil 69
Schärfe 179
 Körperhaltung 189
 selektive 210
Schärfedehnung 206
Schärfeebene 112, 200
Schärfenachführung 76
Schärfentiefe 75, 110, 135, 181,
 183, 256, 313, 524, 697
Schärfentiefeautomatik 186
Schärfepriorität 197
Schärfezieheinrichtung 598
Scharfstellung bei Nacht 547
Scharfzeichnen 71, 204, 646
 beim Export 646

beim Skalieren 646
 Halos 647
 Selektiver Scharfzeichner 648
 Unschärf maskieren 647
Schatten 225, 228, 232, 352
Scheimpflug'sche Regel 205, 206,
 523
Schirm 333
Schirmhalter 334
Schlechte Bilder 372
Schlitzverschluss 45, 313, 697
Schmalfilm-Filmformat 569
Schnellkupplungsplatte 87
Schnitt 572
Schraubfilter 166
Schritt für Schritt
 Aufhellen und nachbelichten 477
 Auflösungsvermögen der Objektiv-
 testen 173
 Auf Staub auf dem Sensor tes-
 ten 79
 Bildbearbeitung in Lightroom 629
 Den Monitor kalibrieren 452
 Die optimale Schärfe errei-
 chen 207
 DSLR als Lochkamera nutzen 25
 Farbbalance 641
 Focus Stacking in Photoshop 527
 Gradationskurve 634
 HDR mit Photomatix Pro 656
 HDR mit Photoshop 653
 Kontrastanpassung über Ebe-
 nen 636
 Objektive selbst testen 128
 Objektiv- und Perspektivkorrektur
 in Lightroom 632
 Panorama erstellen 649
 Panorama erweitern 651
 Retuschieren 661
 Schwarzweißumwandlung in
 Lightroom 480
 Schwarzweißumwandlung in
 Photoshop 484

Tonwertkorrektur 633
 Zeitraffer in Photoshop 606
Schutzfilter 161
Schwarz (Raw-Konverter) 628
Schwarzweißfilm
 farbstoffbasiert 464
 Kodak Tri-X 464
 scannen 464
Schwarzweißfotografie 72, 461
 16-Bit-Modus 466
 analog 463
 digital 464
 Druckausgabe 489
 farbige Filter 467
 Hauttöne 469
 hybrides Arbeiten 464
 in der Bildbearbeitung 466
 in der Kamera 465
 Kontrast 472
 Nachbelichten 476
 Tonung 470
Schwarzweißmodus 71
Schwarzweißumwandlung
 in Lightroom (Schritt für
 Schritt) 480
 in Photoshop (Schritt für
 Schritt) 484
Schwebestativ 574
Schwellenwert 29
Schwenk 572
Schwenkreflektor 309
Scitex CT 669
Secure Digital (SD) 83
Sehfeld 366
Sehgrube 137, 369
Sehwinkel 102, 104
Seitenlicht 230
Seitenverhältnis, Video 571
Selbstbild 501
Selektive Farbkorrektur (Photo-
shop) 643
Selektiver Scharfzeichner (Photo-
shop) 648
Selektivmessung 275

Sensor 36, 698
 aktive Kühlung 550
 CCD 40
 CMOS 41
 Foveon 41
 SuperCCD 41
Sensoraufbau 39
Sensorformat 42
Sensorgröße 42
Sensorreinigung 80
Sequenz 416
Serie 416
Serienaufnahmen 83
Servoblitzauslöser 313, 316, 328,
 329
Shiften der Zeit-Blenden-Kombina-
tion 272
Sichtachse 543
Siemensstern 173, 177, 589
Signalverstärkung (ISO-Wert) 257
Signalwirkung (Farbe) 424, 434
Silhouette 232, 285
Simultankontrast 442
Sinneseindruck 423
Skalieren, inhaltsbewahrendes 684
Slave-Blitz 328, 330, 353
Slave-Modus 309
Smartphone 61, 594, 610, 619
Softbox 333, 346, 353, 556
Software
 Digital Photo Professional 517,
 623
 Enfuse 297
 GeoSetter 675, 682
 GIMP 619, 623
 Luminance HDR 297
 Photomatix Pro 297
 Photoshop 297
 Photoshop Element 297, 623
 XN View 675
Sonne, Grünes Leuchten 218
Sozialreportage 533
Speedlite-Transmitter 330
Speedring 339

Speicherkarte 665, 698
Speicherkartengröße 83
Speichermedien 82
Spektralfarben 117, 216, 423
Spektralfotometer 450
Sphärische Aberration 114
Spiegel, feststehender 73
Spiegellose 55, 131, 692, 698
Spiegelreflexkamera 48
 als Lochkamera nutzen 25
 Namenserklärung 24
Spiegelschlag 72, 290
Spiegelteleobjektiv 146
Spiegelung 243
Spiegelungen vermindern 162
Spiegelverriegelung → Spiegelvor-
auslösung
Spiegelvorauslösung 88, 208, 238,
 290
Sportfotografie 507
Spot 343, 349
Spotmessung 277, 286
sRaw 33
sRGB 35, 448
SSD (Solid State Disc) 585, 621
Stäbchen (Auge) 216, 422, 580
Standardobjektiv 137
Stand-in-Model 501
Standpunkt
 Architekturfotografie 542
 Perspektive 106
Statischer Aufbau 403
Stativ 86, 698
 Auswahlkriterien 87
 Autopole 331, 355
 Boom-Stativ 331
 Fluid-Neiger 572
 Galgenstativ 331
 Nachführstativ 550
 Schwebestativ 574
Stativkopf 88
Stativschelle 508
Staubentfernung 79, 80
 Bildbearbeitung 661

Steadicam 573
Steckfilter 167
Sternenhimmel 549
Stillleben 554
Stitchen 515
Stockfoto 372
Strahlengang 130
Strahlung, elektromagnetische 215
Streetfashion 505
Streifenbildung → Banding
Streiflicht 231
Streulicht 119, 241, 427, 516, 698
Streulichtblende 120, 208, 698
 Video 613
Striplight 347, 557
Strobist 356
Stroboskopeffekt 317
Stromaggregat 341
Studio 344
Studioblitzanlage 594
Studioblitze 338
Studiofotografie, Tricks 557
Stürzende Linien 540
Stylist 505
Subpixel 698
Subtraktive Farbmischung 423
Sucher 698
Sucherbild 113, 187
Sunny 16 258
Super 8 569
SuperCCD 41
Super Clamp 357
Supersync 315, 694, 698
Superteleobjektiv 508
Superzoom 131
Symbolik 554
Symmetrie 396, 413
Synchronisation 356
Synchronkabel 328
Systemblitz 309
Systemkamera 698
 spiegellose 55

T

Tablet 594, 619
Targa 669
Taschenlampe 239
Tele 698
Telekonverter 169
 umgekehrte 153
Teleobjektiv 103, 130, 145
Teleskop 147
Telezoom 155
Terabyte 83, 698
TFCD 497
TFP 497
TFT-Display 622
Thermische Probleme (Video) 588
Tiefen (Raw-Konverter) 628
Tiefpassfilter → Antialiasing-Filter
Tierfotografie 519
 Kulturfolger 521
TIFF 669, 670, 699
Tilt-Shift-Objektiv 69, 149, 205, 539
Timecode 698
Time for CD (TFCD) 497
Time for Print (TFP) 497
Tintenstrahldrucker 424
 Schwarzweiß 489
Ton 600
 aussteuern 602
Tone Mapping 657
Tonung 470, 487
Tonwerte 31
Tonwertkorrektur 656
 Schritt für Schritt 633
Tonwertpriorität 262
Tonwertumfang 294
Transparentpapier 353, 355
Transponder 329
Trolle 376
TTL (Through The Lens) 259, 311, 699
Twitter 61

U

Überbelichtung 266
Überbelichtungswarnung 75
Überblendung (Video) 575
Übung 377
Ultrakurzzeitfotografie 191
Ultraschall-Autofokusmotor 159
Ultra-Teleobjektiv 147
Ultraviolett (UV) 215
Ultra-Weitwinkelobjektiv 101, 134
Ultrazoom 156
Umgebungslichtsensor 219
Umkehrring 143
Unbunte Bilder 433
Unendlich 185
Unschärfe 204
Unschärfekreis 112
Unschärfekreise → Bokeh
Unschärf maskieren (Photo-shop) 647
 Partialkontrast erhöhen 475
Unterbelichtung 267
Unterlicht 234
Unterwasserfotografie 558
Unterwassergehäuse 559
Urheberrecht 564
USB 93
USB-Kabel 93
UV-Filter 161

V

Verblauen 439
Vergrößerungsobjektiv 207, 523
Vergütung 119, 232
Verlängerungsfaktor 112, 174, 523
Verlaufsfilter 164
Verschlagwortung 666
Verschluss 24, 45, 699
Verschlussvorhang 318
Verwackeln 158, 188, 699
Verzeichnung 123, 131, 132, 539, 699
 kissenförmig 123

tonnenförmig 123
 wellenförmig 123
Video 569
 Auflösung 578
 Automatiken 596
 Banding 590
 Belichtungszeit 595
 Bildfehler 587
 Bildstabilisierung 574
 Bildstile 597
 Bitrate 583
 Codecs 582
 Digitalzoom 603
 Einstellung 572
 Farbtemperatur 223
 Farbunterabtastung 579
 Fokus 598
 Follow Focus 598
 Formate 576
 Gestaltung 571
 Interframe 582
 Interlace 581
 Intraframe 582
 Kamerafahrt 573
 Komprimierung 579
 Licht 593
 Mattebox 612
 Mikrofone 601
 Moiré 588
 Objektivfehler 591
 Raw 584
 Rig 612
 Rolling Shutter 590
 Ruckeln 587
 Schärfezieheinrichtung 598
 Schnitt 572
 Schwenk 572
 Seitenverhältnis 571
 thermische Probleme 588
 Ton 600
 Ton aussteuern 602
 Überblendung 575

Zeitlupe 608
 Zeitraffer 605
 Zoom 573
Videomodus 74
Vignettierung 112, 121, 131, 257, 699
 natürliche 122
Visagist 505
Vogelperspektive 408
Vollautomatik 272
Vollformat 45, 47, 53, 699
Vorblitz 310
Vordergrund 409
Vorsatzlinse 144

W

Wabe 345
Wahrnehmung 421
Wahrnehmungspsychologie 365
Wanderblitz 239, 326, 360
Wärmebildfotografie 516
Wasser
 Brennweitenverlängerung 558
 Farbverschiebung 558
 Schwebeteilchen 558
Wasserwaage 149, 515, 545
Wattsekunde (Ws) 305, 306
WAV-Format 601
Weichzeichner 225
Weißabgleich 218, 430, 439, 443, 699
 automatisch 219
 in der Bildbearbeitung 222
 JPEG 222
 manuell 219, 444, 516
 Raw 222
Weißpunkt 453, 516
Weiß (Raw-Konverter) 628
Weitwinkelobjektiv 103, 135
Weitwinkelzoom 154
Wellenlänge 117, 429
Werbefotografie, Tricks 557

Werbung (Fotorecht) 565
Wesely, Michael 548
Windows-PC 619
WLAN 94, 409
Workflow, digitaler 664

X

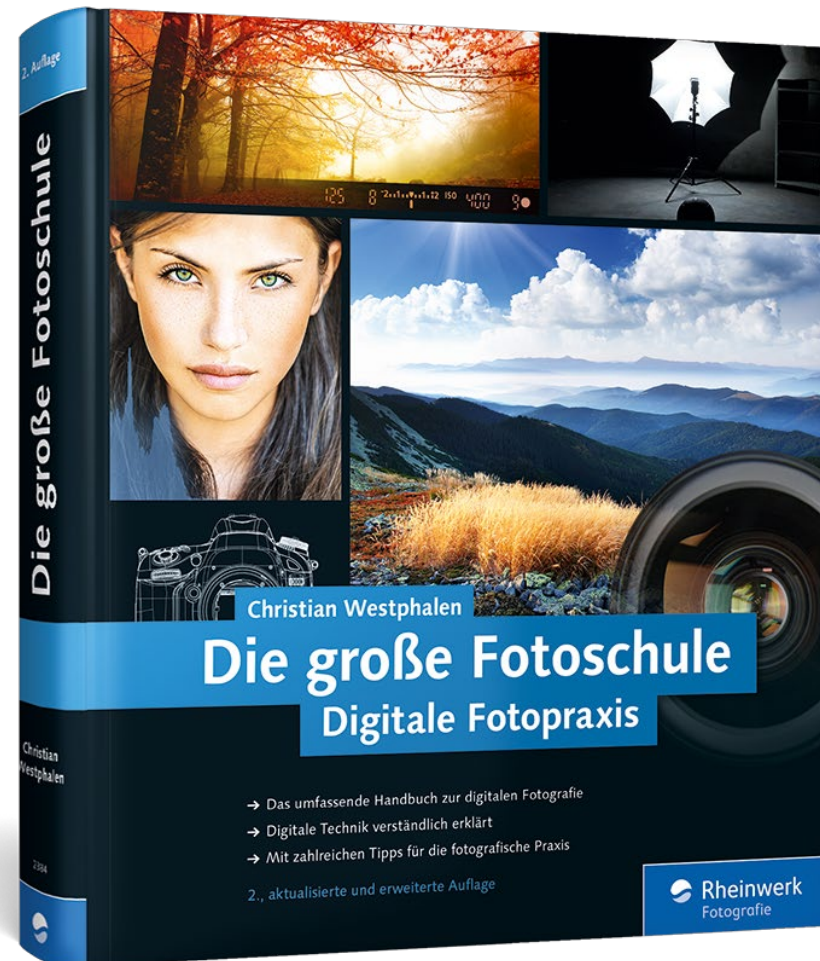
X-Kontakt 318
XMP 678, 679
XnView 675

Y

YCbCr 579

Z

Zapfen (Auge) 216, 422, 580
Zauberstab 651
Zeichnung 699
 in dunklen Bereichen 262
Zeilensprungverfahren → Interlace
Zeitautomatik 270
 Blitzfotografie 321
Zeitlupe 608
Zeitraffer 605
 in Photoshop (Schritt für Schritt) 606
Zeitvorwahl 271
Zenit 413
Zentralachse 396
Zentralperspektive 414
Zentralverschluss 66
Zerstreuungskreis 181, 256
Zirkularpolfilter 164, 249
Zonensystem 286
Zoom 131, 153, 699
 Video 573
Zoomkäfig 116
Zoomobjektiv 103, 131, 153
Zoomreflektor 307, 324, 699
Zufall 371
Zwischenring 143



Christian Westphalen

Die große Fotoschule

712 Seiten, gebunden, in Farbe, 2. Auflage 2013
39,90 Euro, ISBN 978-3-8362-2384-3

 www.rheinwerk-verlag.de/3367



Christian Westphalen ist Diplom-Fotodesigner und arbeitet als selbstständiger Fotograf, Trainer und Fachbuchautor.

Wir hoffen sehr, dass Ihnen diese Leseprobe gefallen hat. Sie dürfen sie gerne empfehlen und weitergeben, allerdings nur vollständig mit allen Seiten. Bitte beachten Sie, dass der Funktionsumfang dieser Leseprobe sowie ihre Darstellung von der E-Book-Fassung des vorgestellten Buches abweichen können. Diese Leseprobe ist in all ihren Teilen urheberrechtlich geschützt. Alle Nutzungs- und Verwertungsrechte liegen beim Autor und beim Verlag.

Teilen Sie Ihre Leseerfahrung mit uns!

