

unfoto.de - Handbuch:

Objektiv



un*foto*.de - Handbuch:

Objektiv

Ulrich Nierhoff



Die Informationen und Daten dieses eBooks wurden mit größtmöglicher Sorgfalt zusammengestellt. Ich übernehme jedoch keine Gewähr für die Fehlerfreiheit und Genauigkeit der enthaltenen Informationen.

Für Anregungen, Hinweise und Kritik bin ich dankbar.

E-Mail: Kontakt@unfoto.de

Internet: www.unfoto.de

© 2011 by Ulrich Nierhoff, Haltern am See, Germany

Fotos von Ulrich Nierhoff

Dieses eBook ist kostenlos! Jegliche Haftung für Schäden, die direkt oder indirekt aus der Benutzung dieses Dokuments entstehen, ist ausgeschlossen.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede kommerzielle Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Autors unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Ausdruck, Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikro-Verfilmungen und/oder die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Sofern Markennamen und Warenzeichen hier genannt werden, bedeutet deren Verwendung nicht, dass diese frei oder ohne Rechte sind.

Inhalt

1. Einführung	6
2. Lichtbild	7
Lochbild	7
Linse	8
Schärfeebene	10
Brennweite	11
3. Kameraobjektiv	13
Linsengruppen	13
Brennweite und Bildwinkel	15
Fokussierung	17
Bildstabilisator	18
4. Blende	19
Blendenöffnung	19
Blendenzahl	21
Lichtstärke	22
Schärfentiefe	23
5. Brennweite	27
Normalobjektiv	27
Teleobjektiv	29
Weitwinkelobjektiv	31
Zoomobjektiv	33
Ausrüstung	34

Inhalt	5
<hr/>	
6. Abbildungsfehler	36
Vignettierung	36
Bildfeldwölbung	37
Chromatische Aberration	38
Verzeichnung	38
Lichtbeugung	39
Streulicht, Schleier, Reflexionen	40
7. Zubehör	41
Streulichtblende	41
Filter	42
Polarisationsfilter	43
Neutraldichtefilter (ND)	44
Grauverlauffilter	44
UV-Filter	45
Farbfilter	45
Zwischenringe & Balgen	46
Nahlinen	47
Telekonverter	48

1. Einführung

Mindestens genauso wichtig wie die Kamera ist für die Fotografie das Objektiv. Wie kein anderer Baustein der Fotografie beeinflusst die Qualität des eingesetzten Objektivs die Abbildungsqualität der Aufnahme. Wer als Fotograf an der Optik spart, spart am falschen Ende.

Die Digitaltechnik hat die Anforderungen an die Kameraoptik noch weiter erhöht. Hochauflösende Sensoren benötigen entsprechend hochauflösende Objektive. Zudem sollte auch an den Bildrändern das Licht möglichst senkrecht auf den Sensor treffen.

Das Objektiv hat darüber hinaus einen maßgeblichen Einfluss auf die Bildgestaltung. Normal-, Weitwinkel- und Teleobjektive haben ganz spezifische Abbildungseigenschaften, die die Bildwirkung beeinflussen. Die Art, wie sich der Fotograf seinem Motiv nähert und welchen Standpunkt er gegenüber dem Motiv einnimmt, wird bewusst oder unbewusst vom Objektiv vorgegeben.

Zoomobjektive sind in der Handhabung sehr bequem. Sie verschleiern dadurch aber allzu leicht den Einfluss der Brennweite auf die Bildgestaltung. Sie verleiten zu Nachlässigkeiten bei der Wahl des Aufnahmestandpunkts und der Perspektive.

Es lohnt sich deshalb, sich einmal etwas genauer mit dem Kameraobjektiv zu beschäftigen.

2. Lichtbild

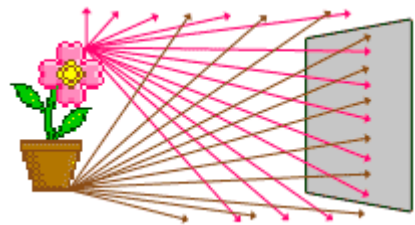
Der Begriff Fotografie (auch: Photographie) setzt sich aus den griechischen Wörtern phōs (phōtós) für Licht und gráphein für schreiben bzw. aufzeichnen. Er bedeutet also so viel wie "mit Licht schreiben oder zeichnen".

In der Regel stellen wir uns jedoch nicht vor eine Kamera und fangen an etwa mit einer Taschenlampe Bilder zu malen (auch wenn es dies als Kunstrichtung in der Fotografie gibt). Auf den vielen Fotos ist nicht einmal die für die Aufnahme genutzte Lichtquelle zu sehen. In den meisten Fällen entstehen Fotos aus dem Licht, das das Motiv reflektiert.

Um dieses Licht "einfangen" zu können, benötigen Sie ein Objektiv.

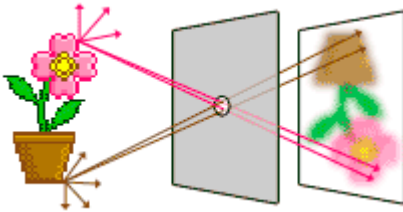
Lochbild

Licht hat die Eigenschaft, sich gradlinig in alle Richtungen auszubreiten. Es verhält sich ähnlich wie die Wellen auf der Wasseroberfläche, die sich konzentrisch ausbreiten, wenn ein Stein in Wasser geworfen wird. Auch Licht, das von einem Objekt reflektiert wird, breitet sich ebenso in alle Richtungen aus. Etwas anders ist es nur bei spiegelnden Oberflächen.



Ausgehend von der Oberfläche des Objekts breitet sich reflektiertes Licht in alle Richtungen aus. Ein Blatt Papier, das in die Richtung des beleuch-

teten Objekts gehalten wird, fängt nur ein Durcheinander ziellos reflektierter Lichtstrahlen ein. Ein Abbild entsteht nicht.



Wird eine lichtundurchlässige Pappe mit einem winzigen Loch in der Mitte zwischen das Objekt und dem Blatt Papier gehalten, werden nur noch wenige Lichtstrahlen durch das Loch zum Papier gelangen. Entsprechend der Größe des Lochs werden die Licht-

strahlen von jedem Teil des Objekts auf einem kleinen Bereich des Papiers projiziert. Es entsteht eine auf dem Kopf stehende, unscharfe Abbildung des Objekts. Nach diesem Prinzip arbeiten einfache Lochkameras.

Das Ganze funktioniert natürlich nur, wenn das Papier bzw. der Film der Lochkamera vom übrigen Umgebungslicht abgeschirmt wird. Nur das durch das winzige Loch fallende Licht darf zum Papier bzw. Film gelangen. Das ist natürlich sehr wenig Licht und das Abbild ist entsprechend dunkel.

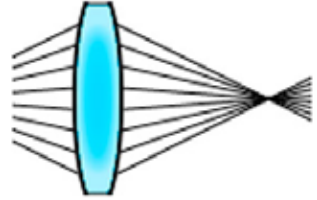
Linse

Um ein helleres Abbild zu erhalten, müsste das Loch vergrößert werden. Eine Vergrößerung des Lochs würde aber die Unschärfe der Abbildung erhöhen. Um gleichzeitig auch die Bildschärfe zu verbessern, müssten die Lichtstrahlen so umgelenkt werden, dass sie nach dem Passieren des Lochs wieder zusammenlaufen (konvergieren) statt sich weiter auszubreiten. Diese Umleitung kann mit einer Sammellinse erreicht werden.

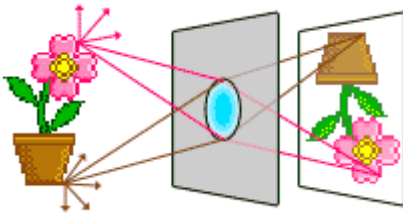
Linsen machen sich den Effekt der Lichtbrechung zu nutze. Geht Licht von einem in ein anderes transparentes Material anderer Dichte über, z.B. von Luft in Glas oder Wasser, verändert sich seine Geschwindigkeit. Trifft es dabei nicht exakt im 90° Winkel auf die Grenze beider Materialien, ver-

ändert es zugleich seine Richtung. Weil ein Teil des Strahls das dichtere Material früher erreicht, wird der Lichtstrahl ungleich abgebremst und ändert seine Richtung.

Linsen sind besonders geschliffene Glasstücke, mit denen sich Licht gezielt umleiten lässt. Sammellinsen sind beispielsweise in der Mitte dicker als außen. Sie bündeln Lichtstrahlen auf einen gemeinsamen Punkt, den sog. Brennpunkt oder Fokus (siehe Grafik). Eine Lupe besitzt beispielsweise eine Sammellinse.



Ist das Glas in der Mitte dünner als an den Rändern, entsteht der genau umgekehrte Effekt. Bei der sog. Streulinse wird das Licht breiter ausgefächert.



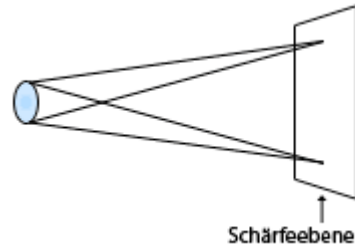
Wird in unserem Versuch von oben das Loch in der Pappe vergrößert und eine Sammellinse eingesetzt, können die auseinanderlaufenden Lichtstrahlen von jedem Teil des Objekts (theoretisch) wieder so umgeleitet werden, dass sie in einem Punkt auf dem

Papier zusammentreffen. Es entsteht ein scharfes Abbild des Objekts. Da durch die größere Linse mehr Licht als durch das kleine Loch fällt, wird das Abbild auch heller.

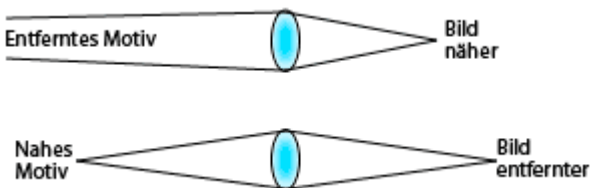
Nach diesem Prinzip könnte mit der Sammellinse einer Lupe ein einfaches Objektiv konstruiert werden. Doch werfen Sie Ihre alten Objektive noch nicht weg. Die mit einer einzigen Linse erzielbare Abbildungsqualität wird Sie kaum zufrieden stellen.

Schärfebene

Ein Problem unseres einfachen Objektivs ist, tatsächlich ein scharfes Abbild zu erzeugen. Wie in der Grafik der Sammellinse oben zu erkennen ist, streben die Lichtstrahlen wieder auseinander, nachdem sie den Brennpunkt passiert haben. Um ein scharfes Abbild zu erhalten, müssen die Lichtstrahlen also genau im Brennpunkt auf das Papier treffen. Treffen sie auf das Papier, bevor sie den Brennpunkt erreicht haben oder erst danach, wird die Abbildung unscharf werden.



Um das gesamte Bild scharf wiederzugeben, müssen die Brennpunkte aller Motivteile auf dem Papier liegen, der sog. Schärfebene. Mit einer einzigen Linse ist dies kaum zu schaffen. Hier ist es meist so, dass nur die Bildmitte in der Schärfebene liegt, während die Bildränder bereits wieder unscharf sind (sog. Bildfeldwölbung).



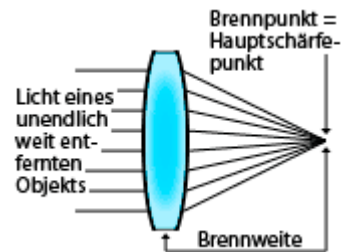
In welchem Abstand sich die Schärfenebene von der Linse befindet, hängt nicht nur von der Stärke der Lichtbrechung durch die Linse (Brechkraft) ab, sondern auch von der

Entfernung des Motivs (Objekts). Dabei gilt, je näher sich das Objekt an der Linse befindet, desto größer ist die Entfernung des Brennpunkts und damit der Schärfenebene. Lichtstrahlen eines weiter entfernten Objekts verlaufen in einem stumpferen Winkel und werden deshalb bei gleicher Brechkraft näher an der Linse fokussiert.

Sie können diesen Effekt auch an Ihrer Digitalkamera beobachten. Die meisten Kameraobjektive werden ein wenig ausgefahren, wenn sie auf kurze Entfernung eingestellt werden. Das Ausfahren erhöht den Abstand zwischen Linsen und Kamerasensor.

Brennweite

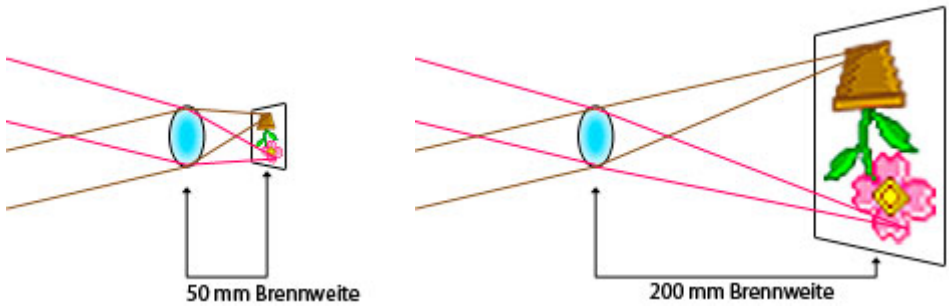
Wie stark eine Linse das Licht bricht (Brechkraft) wird durch die Brennweite bestimmt. Die Brennweite einer einfachen Linse ist die Entfernung zwischen der Linse und dem scharf fokussierten Abbild eines (unendlich) weit entfernten Objekts. Mit anderen Worten ist die Brennweite der Abstand zwischen Linse und Brennpunkt, wenn die Schärfe auf "unendlich" eingestellt ist. Die Brennweite einer Linse hängt von ihrer Glasart (Brechungsindex) und ihrer Form ab.



Eine Linse mit einer großen Brennweite lenkt das Licht weniger stark ab als eine Linse mit kurzer Brennweite. Das bedeutet, dass die Lichtstrahlen länger brauchen, ehe sie im Brennpunkt wieder aufeinander treffen. Je stärker die Brechung der Linse, desto kürzer ist ihre Brennweite.

Die geringere Lichtbrechung langbrennweitiger Linsen hat noch einen weiteren Effekt. Da die Lichtstrahlen einen längeren Weg benötigen, ehe sie im Hauptschärfepunkt zusammentreffen, wird das Abbild des Objekts größer als bei einer kurzbrennweitigen Linse.

Bleibt die Größe des Papiers bzw. Sensors gleich, auf das das Abbild projiziert wird, kann nur noch ein Teil des Bilds wiedergegeben werden. Es wird also nur noch ein Ausschnitt des Objekts abgebildet (in der Grafik das kleine Kästchen bei Brennweite 100 und 200 mm). Durch diese Aus-



schnittsvergrößerung entsteht der Eindruck, als sei das abgebildete Objekt näher herangeholt worden.

3. Kameraobjektiv

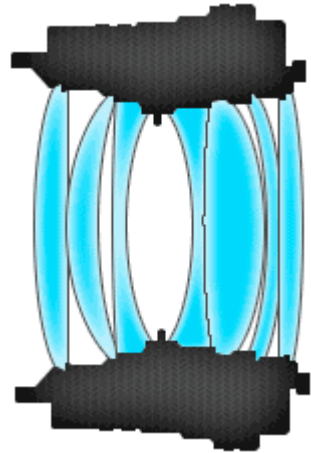
Am Beispiel einer einzelnen Sammellinse lassen sich die grundlegenden Prinzipien der Optik in der Fotografie anschaulich erklären. Zur Abbildung eines Motivs auf dem Kamerasensor ist eine einzelne Linse jedoch ungeeignet. Um eine gute Abbildungsqualität zu erreichen, ist deutlich mehr erforderlich.

Moderne Objektive sind technologische "High-End-Produkte". In ihre Entwicklung fließen die Erfahrungen aus über hundert Jahren Fotografie ein. Wie kaum ein anderes Produkt verlangt die Konstruktion und Fertigung von Objektiven ein außergewöhnlich hohes Maß an Sorgfalt und Präzision. Natürlich spiegelt sich dies auch im Anschaffungspreis wieder. Der Preis eines guten Objektivs kann schnell den Anschaffungspreis des Kameragehäuses übersteigen. Doch leider ist umgekehrt der Preis allein kein hinreichendes Indiz für die Qualität des Objektivs.

Linsengruppen

Das Ziel bei der Entwicklung von Objektiven ist, optische Mängel (sog. Aberrationen) so weit wie möglich zu vermeiden und gleichzeitig eine optimale Detailauflösung und Bildhelligkeit zu erreichen. Diese Aufgabe kommt der Quadratur des Kreises sehr nahe. Die digitale Kameratechnik hat die Qualitätsanforderungen noch weiter verschärft. Vor allem hochauflösende Kompaktkameras mit kleinen Sensoren verlangen nach einer Optik mit entsprechender Detailauflösung. Zudem befinden sich vor den Sensorelementen meist noch Streulinsen, UV- und AA-Filter. Damit das Licht durch alle diese Filter hindurch zur richtigen Diode gelangt, muss es - anders als beim analogen Film - auch an den Bildrändern möglichst senkrecht auf den Sensor gelangen.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, reicht eine einfache Linse nicht aus. Kameraobjektive setzen sich deshalb aus mehreren unterschiedlich geformten und aus verschiedenen Glasarten hergestellten Linsen mit unterschiedlichen Brechungs- und Zerstreuungseigenschaften zusammen. Fünf bis zehn Linsen in einem einfachen Objektiv sind durchaus üblich. Wichtig sind dabei ihre Positionen und Abstände innerhalb des Objektivgehäuses.



Dieses Beispiel einer Festbrennweite besteht aus sieben Linsen, fünf Sammellinsen und zwei Streulinsen.

Die hohe Anzahl der Elemente führt jedoch auch zu Problemen. Die Oberflächen der Linsen reflektieren geringe Lichtanteile im Objektiv, sog. Streulicht. Dieses Streulicht führt zu kontrastarmen Bildern und Lichtflecken im Bild. Bei hochwertigen Objektiven werden die Linsen deshalb vergütet. Sie werden mit einer oder mehreren extrem dünner Schichten eines transparenten Materials überzogen, das Reflektionen verhindern sollen. Dennoch kann es auch bei diesen Objektiven zu Lichtflecken kommen, wenn in Richtung einer hellen Lichtquelle außerhalb des Bildbereichs fotografiert wird. Hier helfen sog. Gegenlicht- oder Objektivblenden, die wie eine Art Trichter auf das Objektiv geschraubt werden.

Noch komplizierter ist die Konstruktion sog. Zoomobjektive. Während Objektive mit einer bestimmten Brennweite, sog. Festbrennweiten, Lichtstrahlen nur in einem bestimmten Grad brechen, werden bei Zoomobjektiven durch das Verschieben der Linsen unterschiedliche Brechungsgrade erreicht. Sog. "Mega-Zooms" können heute stufenlos z.B. zwischen Brennweiten von 28 bis 300 mm eingestellt werden. Allerdings ist das nur mit Kompromissen bei der Abbildungsqualität zu erreichen.

Noch vor zehn Jahren waren Zoomobjektive für den anspruchsvollen Fotografen reines Teufelszeug. Inzwischen erreichen auch Zoomobjektive gute bis sehr gute Abbildungsqualitäten. Der Brennwertebereich sollte je-

doch nicht das Dreifache des kleinsten Brennweiten übersteigt (z.B. 28-70 mm oder 50-150 mm). Da der technische Fortschritt auch bei den Festbrennweiten nicht stehen geblieben ist, erreichen Festbrennweiten nach wie vor oft bessere Abbildungsergebnisse als Zoomobjektive.

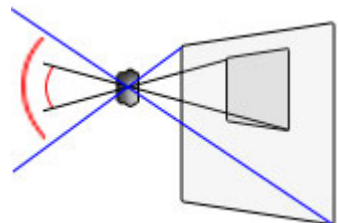
Brennweite und Bildwinkel

Die Brennweite einer Linse beschreibt durch den Abstand von Linse und Brennpunkt wie stark das Licht gebrochen wird. Das gilt auch für die Brennweitenangaben des Objektivs. Trotz der zahlreichen Linsen lenkt auch das Kameraobjektiv Lichtstrahlen in einen Brennpunkt zusammen.



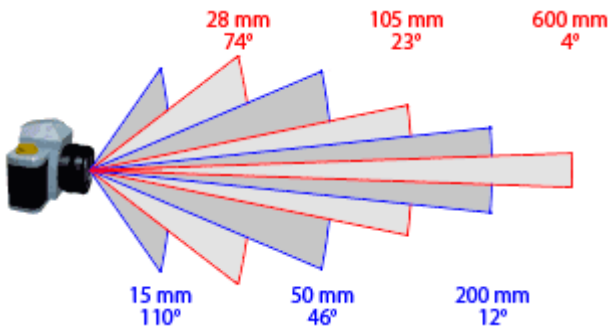
Wie bereits erwähnt, wird das vom Objektiv projizierte Abbild mit zunehmender Brennweite immer größer. Da gleichzeitig der Bildsensor der Kamera seine Größe nicht verändert, wird lediglich ein anderer Bildausschnitt auf den Sensor projiziert. Welcher Bildausschnitt erfasst wird, wird durch den sog. Bildwinkel beschrieben.

Der Bildwinkel wird aber nicht allein durch die Brennweite bestimmt. Je nach Größe des Kamerasensors ergeben sich bei gleicher Brennweite unterschiedliche Bildwinkel. Je kleiner der Bildsensor ist, desto kleiner ist der Bildwinkel bei gleicher Brennweite.



Der natürliche Blickwinkel des menschlichen Auges umfasst etwa 45° . Um an einer Kamera mit Vollformatsensor (Kleinbildformat) in etwa denselben Bildwinkel zu erreichen, wird ein Objektiv mit 50 mm Brennweite benötigt. An einer Kamera mit Halbformatsensor wäre eine 30-mm-Brennweite notwendig und an einer Kompaktkamera reicht meist bereits eine 8-mm-Brennweite.

Bei Spiegelreflexkameras, bei denen der Kamerasensor kleiner als das Kleinbildformat ist, wird meist ein Umrechnungsfaktor angegeben, der fälschlicherweise oft "Brennweitenverlängerung" genannt wird. Mit Hilfe dieses Umrechnungsfaktors kann die Brennweite errechnet werden, die an einer Kamera mit Sensor im Kleinbildformat in etwa den gleichen Bildwinkel erzielt ("kleinbildäquivalent"). Nutzen Sie beispielsweise an einer Kamera mit dem Umrechnungsfaktor 1,5 ein 50-mm-Objektiv, wäre der Bildwinkel in etwa der gleiche wie bei einem 75-mm-Objektiv ($50 \text{ mm} \times 1,5$) an einer Kleinbildkamera. Umgekehrt müssten Sie, um den gleichen Bildwinkel wie ein 50-mm-Objektiv an einer Kleinbildkamera zu erreichen, an Ihrer Kamera ein 33-mm-Objektiv ($50 \text{ mm} : 1,5$) verwenden.



Brennweite und Aufnahme-Winkel bei einer Kamera mit Vollformatsensor im Kleinbildformat.

Bei Bildwinkeln ab 65° beginnen Weitwinkelobjektive. Im Kleinbildformat sind dies Brennweiten bis 35 mm. Superweitwinkelobjektive arbeiten mit extremen Bildwinkeln über 80° . Z.B. erreicht ein 24-mm-Objektiv an einer Kleinbildkamera einen Aufnahme-Winkel von 84° .

Objektive, die einen Bildwinkel zwischen 40° und 50° erzeugen, werden Normalobjektiv genannt. Im Kleinbildformat sind dies die Brennweiten von 40 bis 65 mm.

Bei Bildwinkeln ab 65° beginnen Weitwinkelobjektive. Im Kleinbild-

Bildwinkel bis 35° werden von Teleobjektiven erreicht, im Kleinbildformat ab Brennweiten von 70 mm. Ist der Bildwinkel kleiner als 10° spricht man von Superteleobjektiven. Dies ist im Kleinbildformat etwa ab 300-mm-Brennweite ($8,2^\circ$) der Fall.

Fokussierung

Damit ein Objekt gestochen scharf fotografiert werden kann, muss das Objektiv abhängig von der Entfernung des Objekts so eingestellt werden, dass die Schärfeebene exakt auf dem Bildsensor liegt. Da dabei der Abstand zwischen Objektiv und Sensor verändert werden muss, werden bei vielen Objektiven Bauteile ein- bzw. ausgefahren. Bei einigen Objektiven werden nur die Linsenelemente innerhalb des Objektivs verschoben, ohne dass dieses von außen zu erkennen wäre.

Für weit entfernte Motive besitzen Objektiv eine Unendlich-Einstellung (∞ -Symbol). Bei vielen Objektiven ist dies die Fokussierungseinstellung für Objekte in einer Entfernung ab 20 oder 30 Metern, bei Weitwinkelobjektiven oft bereits ab 10 Metern.

Der kurzmöglichste Aufnahmeabstand kann von Objektiv zu Objektiv sehr unterschiedlich sein. Um auf Objekte in kurzer Entfernung zu fokussieren, muss der Abstand zwischen den Linsen und dem Sensor vergrößert werden. Vor allem bei langbrennweitigen Objektiven kann dies mechanisch problematisch werden, wenn das Objektiv nicht weiter ausgefahren werden kann.

Hersteller geben meist einen Aufnahmeabstand an, auf den das Objektiv noch fokussieren kann. Bei Teleobjektiven kann dieser Mindestabstand zwischen Objektiv und Motiv durchaus mehrere Meter betragen.

Da nicht selten auch die Abbildungsqualität normaler Objektiv im Nahbereich abnimmt, bieten viele Hersteller sog. Makroobjektiv an. Makroob-

jektive sind auf beste Abbildungsleistungen im Nahbereich optimiert und haben einen geringeren Aufnahmeabstand. Gleichzeitig erlauben sie aber auch eine Fokussierung auf entferntere Objekte, so dass sie wie ein normales Objektiv genutzt werden können. Allerdings ist der Anschaffungspreis in der Regel höher als bei vergleichbaren normalen Objektiven.

Bei Makroobjektiven wird statt des Aufnahmeabstands oft ein Vergrößerungsmaßstab angegeben. Der Maßstab 1:1 bedeutet, dass das von Objektiv erzeugte Abbild genauso groß ist, wie in der Realität. Ein 1 cm großes Insekt z.B. würde mit 1 cm Größe auf den Sensor wiedergegeben. Bei einem Maßstab 1:4 wäre das Abbild des Insekts 4 cm groß.

Bildstabilisator

Teilweise werden moderne Objektive für den Konsumentenbereich heute mit Bildstabilisatoren ausgerüstet. Hier ermittelt ein Bewegungssensorsystem kleinste Bewegungen der Kamera während der Aufnahme und gleicht diese durch bewegliche optische Elemente innerhalb des Objektivs aus. Zum Teil werden solche Stabilisatoren nicht mehr ins Objektiv, sondern direkt in die Digitalkamera eingebaut.

Ein solches System verringert die Auswirkungen der Kameraerschütterungen (Verwackeln). In der Praxis kann so die Belichtungszeit um rund zwei Blendenstufen verlängert werden, ohne dass mit verwackelten Aufnahmen gerechnet werden muss.

Allerdings muss berücksichtigt werden, dass alle zusätzlichen optischen Bauteile die Gefahr von Abbildungsfehlern und damit Einbußen der Bildqualität erhöhen. Wer mehr Wert auf Bildqualität als auf Flexibilität oder Bequemlichkeit bei der Aufnahme legt, sollte besser ein stabiles Stativ verwenden. Damit kann bei jeder Belichtungszeit Verwackelungsunschärfe vermieden werden.

4. Blende

In (fast) allen Objektiven befindet sich in der Mitte des Gehäuses eine kreisrunde Öffnung, die Blende. Durch lamellenförmig angeordnete licht- und durchlässige Elemente kann die Größe der Blendenöffnung verändert werden.

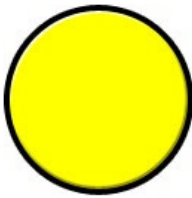
Die Blende dient der Steuerung der Lichtmenge, die durch das Objektiv fällt. Sie arbeitet nach dem gleichen Prinzip wie ein Wasserhahn: Je weiter sie geöffnet wird, umso mehr Licht gelangt durch das Objektiv und umso heller wird das projizierte Abbild auf dem Sensor.

Blendenöffnung

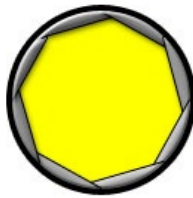
Die Öffnung der Blende ist in der Regel fast kreisrund. Eine Verdoppelung des Kreisdurchmessers führt in etwa zur einer Vervierfachung der Kreisfläche. Beträgt der Durchmesser der Blendenöffnung beispielsweise 12 mm, so wird viermal mehr Licht die Blende passieren als bei einer Blende, deren Durchmesser nur 6 mm beträgt.

Der Durchmesser der Blendenöffnung wird nicht als absolute Zahl, sondern als Bruchzahl angegeben (z.B. "f/2.8"). Der Platzhalter "f" steht dabei für die Objektivbrennweite. Die Zahl unterm Strich (der Divisor) wird als Blendenzahl bezeichnet.

Das bedeutet, dass ein und dieselbe Blendenzahl bei unterschiedlichen Objektivbrennweiten ganz unterschiedliche Durchmesser der Öffnungen beschreibt. Blendenzahl 2.0 bedeutet beispielsweise, dass die Blendenöffnung bei einem 50-mm-Objektiv einen Durchmesser von 25 mm ($50 \text{ mm} : 2,0$) und bei einem 100-mm-Objektiv einen Durchmesser von 50 mm ($100 \text{ mm} : 2,0$) hat. Da die Verdoppelung des Durchmessers in etwa zu



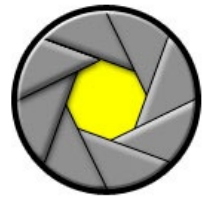
Blende: 1.4



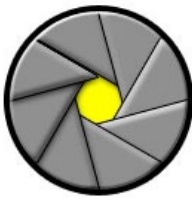
Blende: 2.0



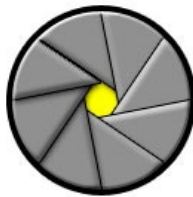
Blende: 2.8



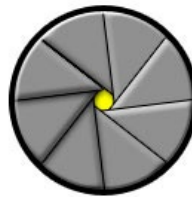
Blende: 4.0



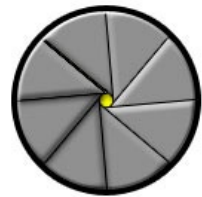
Blende: 5.6



Blende: 8.0



Blende: 11

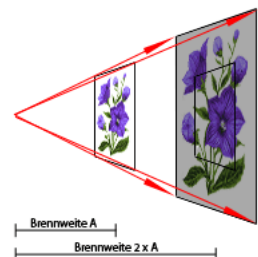


Blende: 16

einer Vervierfachung der Lichtmenge führt, lässt das 100-mm-Objektiv viermal mehr Licht passieren als das 50-mm-Objektiv bei gleicher Blendenzahl.

Das ist auch notwendig, da bei längeren Brennweiten weniger Licht am Sensor ankommt als bei kürzeren Brennweiten. Wie bereits erwähnt, führt die geringere Lichtbrechung langbrennweitiger Objektive dazu, dass sie ein größeres Abbild projizieren als kurzbrennweitige Objektive. Genauer gesagt führt eine Verdoppelung der Brennweite zu einer Vervierfachung der Fläche des Abbilds. Das vorhandene Licht breitet sich also auf einer vierfach größeren Fläche aus, das Abbild hat deshalb auch nur noch ein Viertel der Beleuchtungsstärke (Helligkeit) des ursprünglichen Bilds.

Um diesen "Helligkeitsverlust" wieder auszugleichen, muss bei einem Objektiv mit doppelter Brennweite viermal mehr Licht durchgelassen werden als bei einem Objektiv mit einfacher Brennweite. Mit anderen Worten: der Durchmesser der Blendenöffnung muss verdoppelt werden.



Die Blendenzahl beschreibt demnach das Verhältnis von Brennweite und tatsächlicher Öffnungsweite der Blende. Dadurch wird erreicht, dass bei gleicher Blendenzahl unabhängig von der Brennweite des Objektivs immer ein gleich helles Abbild auf den Kamerasensor projiziert wird. Es kommt immer die gleiche Lichtmenge am Sensor an, weil je nach Brennweite dieselbe Blendenzahl zu unterschiedlichen Durchmessern der Blendenöffnung führt, z.B. bei Blende 2.0 zu 25 mm Durchmesser bei 50-mm-Objektiven und zu 50 mm Durchmesser bei 100-mm-Objektiven.

Dies gilt jedenfalls für Motive mit einem gewissen Abstand zum Objektiv. Im Nahbereich stimmt das Verhältnis von Blendenzahl und Helligkeit leider nicht mehr, weil der Abstand zwischen Objektiv und Abbild zu stark von der Brennweite abweicht. Wer in der Makrofotografie mit einem externen Belichtungsmesser arbeitet, muss dies berücksichtigen.

Blendenzahl

Meist wird die Blende allein durch die Blendenzahl beschrieben, also z.B. Blende 2.8. Je kleiner die Blendenzahl, desto größer ist die tatsächliche Öffnung der Blende.

Am Objektiv selbst oder an der Kamera kann meist die Größe der Blendenöffnung durch die Wahl einer entsprechenden Blendenzahl eingestellt werden. Dabei kann die Blendenzahl in bestimmten Stufen ausgewählt werden, z.B. in ganzen Stufen 1.4 - 2 - 2.8 - 4 - 5.6 - 8 - 11 - 16 - 22. Jede Stufe aufwärts (z.B. von 2.8 auf 4) bedeutet, dass sich die Lichtmenge halbiert, die die Blende passiert. Umgekehrt bedeutet jede Stufe abwärts (z.B. von 8 auf 5.6), dass sich die Lichtmenge verdoppelt.

An den meisten Objektiven bzw. Kameras kann die Blendenöffnung in Schritten von je einer halben oder von je einer drittel Blendenstufe eingestellt werden. Dies ergibt folgende Blendenzahlen (gerundet):

1/1 Stufe	1.4	2.0	2.8	4.0	5.6	8.0
1/2 Stu.	1.7	2.4	3.4	4.8	6.7	
1/3 Stu.	1.6 1.8	2.2 2.5	3.2 3.5	4.5 5.0	6.3 7.1	9.0

1/1 Stufe	8.0	11	16	22	32	45
1/2 Stu.	9.5	13	19	27	38	
1/3 Stu.	9.0 10	12 14	18 20	25 29	36 40	

Lichtstärke

Die größte mögliche Blendenöffnung eines Objektivs ist meist in bereits in seinem Namen angegeben. Die Bezeichnung "50/2.8" bedeutet beispielsweise, dass das Objektiv eine Brennweite von 50 mm und eine Anfangsblende von 2.8 hat. Je kleiner die angegebene Blendenzahl, umso weiter kann die Blende geöffnet werden.

Objektive mit einer großen Anfangsblende (kleine Blendenzahl) werden teilweise als "lichtstark" bezeichnet, weil sie bei geöffneter Blende entsprechend viel Licht passieren lassen. Teilweise werden sie auch als "schnell" bezeichnet, weil bei vollständig geöffneter Blende kurze Verschlusszeiten erreicht werden können.

Die Lichtstärke eines Objektivs kann neben der Abbildungsqualität ein kaufentscheidendes Kriterium sein. Dabei geht es nicht allein darum, dass lichtstarke Objektive bei schwachen Lichtverhältnissen kürzere Verschlusszeiten ermöglichen.

Wichtiger ist, dass bei den meisten Objektiven die optimale Abbildungsqualität erst erreicht wird, wenn die Blende um mindestens zwei Blendenstufen geschlossen wird. Ein besonders lichtstarkes Objektiv mit einer Anfangsblende von 1.4 liefert also seine beste Qualität, wenn die Blende auf mindestens 2.8 geschlossen wird. Bei einer Anfangsblende von 2.8

muss bereits auf Blende 5.6 und bei einer Anfangsblende von 5.6 bereits auf Blende 11 abgeblendet werden. Bei Blende 11 kann aber bereits eine so lange Verschlusszeit erforderlich werden, dass eine Freihandaufnahme ausgeschlossen ist. Gleichzeitig wird mit Blende 11 eine große Schärfentiefe erreicht, die z.B. bei Porträtaufnahmen unerwünscht sein kann.

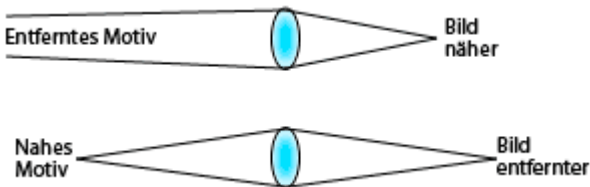
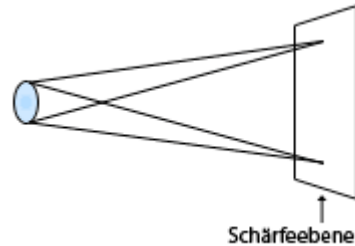
Bei Spiegelreflexkameras ist die Anfangsblende zugleich auch die Arbeitsblende. Bei diesen Kameras wird die Blende erst nach dem Betätigen des Auslösers unmittelbar vor der Aufnahme auf den vorgegebenen Wert geschlossen. Der Blick durch den optischen Sucher der Kamera zeigt hingegen das Motiv bei vollständig geöffneter Blende. Das hat den Vorteil, dass das Sucherbild entsprechend hell ist. Je lichtstärker das Objektiv, umso heller ist das Sucherbild, was besonders bei schwachen Lichtverhältnissen sehr angenehm ist. Aufgrund der vollständig geöffneten Blende hat das Sucherbild auch eine geringe Schärfentiefe. Hierdurch lässt sich einfacher beurteilen, ob der Fokus des Objektivs richtig eingestellt ist.

Zoomobjektive verfügen oft über unterschiedliche Anfangsblenden je nach gewählter Brennweite. Die Angabe "70-300/4.0-5.6" bedeutet beispielsweise, dass bei einer Einstellung der Brennweite auf 70 mm Blende 4.0 und bei einer Einstellung auf 300 mm Blende 5.6 die größte Blendenöffnung ist. Zoomobjektive sind zudem meist weniger lichtstark als Festbrennweiten. Ein lichtstarkes Zoomobjektiv hat heute eine Anfangsblende von 2.8, eine Festbrennweite hingegen oft 2.0 oder gar 1.4.

Schärfentiefe

Die Blende steuert zusammen mit der Belichtungszeit die Belichtung des Sensors. Gleichzeitig steuert die Blende auch die Gesamtschärfe des Bildes bei unterschiedlichen Motiventfernungen (sog. Schärfentiefe).

Wie bereits erwähnt, wird ein Objekt scharf auf den Sensor abgebildet, wenn die Schärfenebene genau auf dem Sensor liegt; die vom Objekt reflektierten Lichtstrahlen müssen ihre Brennpunkte auf dem Sensor haben. Liegt der Sensor vor oder hinter der Schärfenebene, wird das Bild unscharf. Ein Punkt wird nicht mehr als Punkt, sondern als Scheibe abgebildet (sog. Zerstreuungskreis).

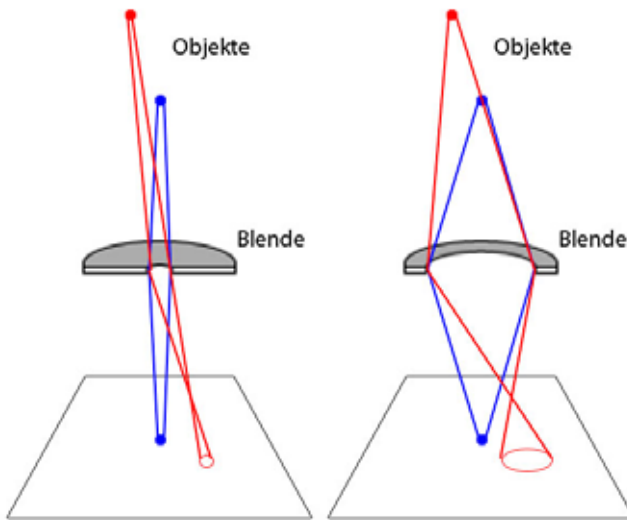


Gleichzeitig fokussiert das Licht entfernter Objekte näher am Objektiv als das Licht naher Objekte. Das hat zur Folge, dass Objekte die sich in unterschiedlicher Ent-

fernung zum Objektiv befinden, nicht gleichzeitig scharf auf dem Sensor abgebildet werden können. Einmal wird ein Punkt als Punkt und einmal als Scheibe abgebildet.

Allerdings erkennt der Mensch eine Scheibe nicht immer auch als Scheibe. Ist die Scheibe klein genug geht sie auch als Punkt durch. Wie groß eine Scheibe sein darf, um noch als Punkt zu gelten, hängt von dem Abstand ab, aus dem sie betrachtet wird. Der Betrachtungsabstand hängt wiederum von der Größe des gesamten Bildes ab (Faustformel: Betrachtungsabstand = doppelte Bilddiagonale).

Objektivhersteller gehen davon aus, dass in einer Bildvergrößerung von 20 x 25 cm (Betrachtungsabstand: 64 cm) eine Scheibe bis zu einem Durchmesser von 0,25 mm vom Betrachter noch als Punkt wahrgenommen wird und nicht als Scheibe. Wird das Bild mit einer Kamera mit Vollformatsensor (24 x 36 mm) aufgenommen, müsste die Aufnahme für das Format 20 x 25 cm etwa 8fach vergrößert werden. Die Scheibe dürfte also nur mit einem



Durchmesser von 0,03 mm ($0,25 \text{ mm} : 8$) auf den Sensor projiziert werden, um in der Vergrößerung noch als Punkt zu gelten. Bei einem Sensorformat von $22 \times 15 \text{ mm}$ dürfte der Durchmesser 0,02 mm (12fache Vergrößerung) und bei einem Kompaktsensorformat von $7,2 \times 5,3 \text{ mm}$ sogar 0,007 mm (35fache Vergrößerung) nicht überschreiten.

Diese "Schwäche" der menschlichen Wahrnehmung führt dazu, dass in einem Foto nicht nur das Objekt scharf wirkt, dessen Lichtpunkte exakt auf den Sensor fokussiert sind, sondern auch solche Punkte, die als kleine Lichtkreise abgebildet werden. Voraussetzung ist allein, dass sie je nach Sensorformat die oben genannten Durchmesser nicht überschreiten. Erst wenn der Zerstreuungskreis größer wird, entsteht wahrnehmbare Unschärfe.

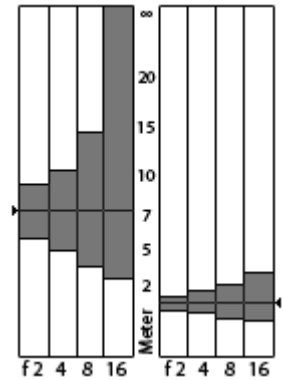
Die Größe des Zerstreuungskreises wird vor allem durch die tatsächliche Größe der Blendenöffnung beeinflusst. Je weiter die Blende geschlossen wird, je kleiner also die Blendenöffnung ist, umso stärker wird der Lichtkegel verengt. Dadurch verringert sich der Durchmesser des Zerstreuungskreises (Grafik oben).

Neben der Blende beeinflusst auch die Brennweite die erzielbare Schärfentiefe. Nicht nur weil bei längeren Brennweiten und gleicher Blendenzahl die Blende weiter geöffnet wird, sondern auch aufgrund der geringeren

Lichtbrechung nimmt bei längeren Brennweiten der Bereich der Schärfentiefe ab.

Schließlich ist auch die Entfernung des Objekts, auf das exakt fokussiert wird, entscheidend für die Schärfentiefe. Im Nahbereich nimmt die Schärfentiefe ab, während sie bei entfernten Motiven zunimmt.

Die Entfernung des exakt fokussierten Objekts beeinflusst auch die Verteilung der Schärfentiefe vor und hinter diesem Objekt. Beträgt der Abstand zum Objekt etwa das 2- bis 30-fache der Brennweite des Objektivs, erstreckt sich die Schärfentiefe in etwa zu gleichen Teilen vor und hinter dem Objekt. Ist der Abstand hingegen größer, erstreckt sich der Schärfentiefebereich zu etwa $\frac{1}{3}$ in Richtung Kamera und zu $\frac{2}{3}$ in die Weite. Im Nahbereich kehrt sich das Verhältnis genau um und die Schärfentiefe erstreckt sich zu $\frac{2}{3}$ in Richtung Kamera und zu $\frac{1}{3}$ in die Weite.



Tiefenschärfebereich bei unterschiedlicher Blende und Entfernung am Beispiel eines 50-mm-Objektivs.

5. Brennweite

Je nach Bildwinkel, den ein Objektiv abbildet, werden Objektive in unterschiedliche Klassen eingeordnet, vom Weitwinkel- bis zum Teleobjektiv. Es ist allerdings unüblich, den sich aus Brennweite und Aufnahmeformat ergebenden Bildwinkel anzugeben. Stattdessen wird meist allein die Brennweite des Objektivs genannt, das je nach Aufnahmeformat unterschiedliche Bildwinkel abbildet.

Da jahrelang in der analogen Fotografie das Kleinbildformat dominierend war, wurde es in der digitalen Fotografie für Spiegelreflexkameras zu einer Art Referenzformat. Ist das Sensorformat einer Kamera kleiner als das Kleinbildformat, kann mit Hilfe des vom Herstellers angegebenen Umrechnungsfaktors (oft "Brennweitenverlängerung" genannt) die Brennweite des Objektivs ins Kleinbildäquivalent umrechnen werden. Dies ermöglicht einen Vergleich des erzielbaren Bildwinkels trotz unterschiedlicher Sensorformate.

Alle auf dieser Seite gemachten Angaben zur Brennweite beziehen sich dementsprechend auf das Kleinbildformat, soweit nichts anderes angegeben ist.

Normalobjektiv

Der Bildwinkel des Menschen beträgt etwa 45° . Im Kleinbildformat entspricht dies einer Brennweite von etwa 50 mm. Objektive mit Brennweiten zwischen 40 und 65 mm werden deshalb Normalobjektive genannt.

Das Bild des Normalobjektivs entspricht weitestgehend unserer alltäglichen Wahrnehmung. Entfernung und Staffelung der Objekte im Raum

verändern sich kaum gegenüber dem, was wir mit den bloßen Augen sehen. Es gibt das wieder, was wir sehen, ohne den Vordergrund zu betonen oder Distanzen zu überbrücken.



Diese neutrale Wiedergabe prädestiniert das Normalobjektiv besonders für die Dokumentarfotografie. Keine reißerischen optischen Effekte lenken vom eigentlichen Bildinhalt ab. Der Fotograf kann sich voll auf das Geschehen vor der Kamera konzentrieren, wobei er nahe am Geschehen dran ist (ca. 2 bis 4 m), ohne mitten drin zu stecken.



Dem natürlichen Bildwinkel fehlt allerdings jede Überraschung. Deshalb wird das Normalobjektiv oft auch als durchschnittlich oder gar langweilig belächelt. Um dieser Langeweile entgegenzuwirken, muss bei der Arbeit mit Normalobjektiv besondere Aufmerksamkeit auf die Wahl des Motivs, des Aufnahmestandpunkts und der Anordnung der Bildelemente im Foto geachtet werden.

Für Kameras mit Vollformatsensoren werden besonders lichtstarke Standardfestbreiten mit herausragenden Abbildungsqualitäten angeboten. Anfangsblenden zwischen 1.4 und 1.8 ermöglichen an einem 50-mm-Objektiv

Aufnahmen mit geringer Schärfentiefe und spannende Spiele mit Schärfe und Unschärfe.

Kameras mit Sensoren im Halbformat erreichen den gleichen Bildwinkel mit Brennweiten von 30 bis 33 mm. Inzwischen gibt es auch hier licht-

starke Festbrennweiten. Aufgrund der kürzeren Brennweite erzielen diese allerdings eine größere Schärfentiefe.

Teleobjektiv

Teleobjektive geben einen Bildwinkel bis etwa 35° wieder. Im Kleinbildformat beginnen Teleobjektive ab 70 mm Brennweite.

Teleobjektive sind quasi wie kleine Ferngläser. Weiter entfernte Objekte werden wegen des kleineren Bildwinkels größer abgebildet, als seien sie herangeholt worden. Sie sind besonders dann von Vorteil, wenn sie nicht näher an ihr Motiv herangehen können, es aber dennoch formatfüllend abbilden wollen.

Tele

Objektive mit langen Brennweiten erfordern eigentlich eine entsprechend lange Bauweise. Um dennoch handliche Objektive bauen zu können, werden lange Brennweiten mit Telefotoelementen konstruiert, die eine kompaktere Bauweise erlauben. Inzwischen hat sich das Wort "Teleobjektiv" für alle langen Brennweiten durchgesetzt.



Der engere Bildausschnitt ermöglicht zudem die Konzentration auf ein Motiv. Störende Bildelemente können einfach aus dem Bild verbannt werden. Durch die geringe Schärfentiefe langbrennweitiger Objektive kann außerdem das Hauptmotiv aus einem unscharfen Hintergrund herausgelöst werden.

Der enge Bildausschnitt hat außerdem zur Folge, dass weiter voneinander entfernte Objekte im Foto so erscheinen, als wären Sie dichter beieinander. Die Bildinhalte werden förmlich

zusammengepresst, wodurch es schwierig werden kann, die tatsächlichen Größenverhältnisse wiederzuerkennen.

Die verdichtete Wiedergabe kann dazu führen, dass der Aufnahme räumliche Tiefe fehlt, das Bild flach und zweidimensional wirkt. Dem muss durch eine entsprechende Anordnung der Bildelemente entgegen gewirkt werden.

Da mit dem Teleobjektiv große Distanzen überbrückt werden, können Aufnahmen schnell den Eindruck von Distanziertheit oder gar Gefühlskälte vermitteln. Andererseits ermöglicht der enge Bildausschnitt im Nahbereich das Gefühl von Intimität.



Die Brennweiten von 80 bis 135 mm gelten als klassische Proträtbrennweite. Sie haben oft eine leicht kissenförmige Verzeichnung, die bei Kopfporträts das Gesicht etwas schmaler werden lässt, was meist vorteilhaft wirkt.

Je länger die Brennweite ist, desto größer wird die Gefahr des Verwackelns der Aufnahme. Wegen des kleineren Bildausschnitts können breites kleinste Bewegungen der Kamera während der Aufnahme zu Verwacklungsunschärfe führen. Als Faustformel gilt, dass die Belichtungszeit für Aufnahmen aus der Hand nicht kürzer sein sollte als der Kehrwert der Brennweite in Sekunden (z.B. $1/100$ Sek. bei 100 mm Brennweite). Bei Superteleobjektiven ab 300 mm Brennweite sollten Sie besser immer ein Stativ nutzen.

Je länger die Brennweite ist, desto größer wird bei gleicher Blendenzahl die tatsächliche Blendenöffnung. Bei langen Brennweiten kann dies zu echten Konstruktionsproblemen führen. Lichtstarke Teleobjektive kön-

nen deshalb schnell eine unhandliche Größe und einen für den Normalverbraucher unerschwinglichen Preis haben.

Weitwinkelobjektiv

Ab einem Bildwinkel von 65° spricht man von einem Weitwinkelobjektiv. Dies sind im Kleinbildformat die Brennweiten bis 35 mm.



Weitwinkelobjektive liefern einen großen Bildausschnitt. Sie bieten viel Platz für Bildinhalte und gerade das macht den Umgang mit ihnen so schwierig. Für ein gutes Foto müssen die Bildinhalte in eine sinnvolle Anordnung auf der Bildfläche gebracht werden. Je mehr Objekte erfasst werden, umso schwieriger wird dies. Vielfach wird das Weitwinkelobjektiv abfällig als "geschwätzig" bezeichnet, weil mit ihm versucht wird, zu viele Bildinhalte in eine Aufnahme zu packen.

Ein weiteres Problem im Umgang mit Weitwinkelobjektiven ist die starke Verzerrung. Objekte in unmittelbarer Nähe des Objektivs werden groß abgebildet, mit zunehmendem Abstand werden sie jedoch schnell kleiner. Das Weitwinkel betont den Vordergrund überproportional. Bewusst eingesetzt kann mit diesem Effekt starke räumliche Tiefe oder die Illusion von Weite erzeugt werden.

Für "normale" Porträtaufnahmen ist es hingegen ungeeignet, da es die Proportionen verfälscht. Im Beispiel links ist der Kopf des Hundes größer als der restliche Körper. Auch wenn diese Karikatur den Charakter des Hundes durchaus treffend beschreibt, hat nicht jeder so viel Humor - vor allem wenn er selbst so porträtiert werden würde.



Neben der Verzerrung kommt bei fast allen Weitwinkelobjektiven eine stark tonnenförmige Verzeichnung hinzu. Insbesondere bei Architekturaufnahmen wird diese an den Bildrändern dadurch deutlich, dass gerade Linien, wie z.B. eine Häuserecke, am Bildrand stark gekrümmt sind.

Wird die Kamera dann auch noch nur ein wenig nach oben oder unten gekippt entstehen stürzende Linien. Das sind Linien, die in der Realität eigentlich exakt parallel verlaufen, auf dem Foto jedoch perspektivisch aufeinander zulaufen.

Im Beispiel unten kann man diese Effekte sehr gut an dem Schornstein am rechten Bildrand erkennen. In Wirklichkeit ragte dieser senkrecht und gerade in die Höhe. Seine Schiefelage entstand, weil die Kamera leicht nach oben gekippt war; seine Krümmung wurde durch die kissenförmige Verzeichnung des Objektivs verursacht.

Brennweiten bis 24 mm werden als Superweitwinkelobjektive bezeichnet. Ein ganz besonderes Weitwinkel ist das Fisheye mit einem Bildwinkel von mehr als 90° . Dieses Objektiv liefert allerdings kein rechteckiges Abbild mehr, sondern eine fast kreisrunde Aufnahme.



Zoomobjektiv

Objektive mit einer variablen Brennweite werden Zoomobjektive genannt. Meist kann durch einen Ring am Objektiv stufenlos eine beliebige Brennweite in einem vorgegebenen Brennweitenbereich eingestellt werden. Statt mehrerer Objektive mit festen Brennweiten reicht also ein Zoomobjektiv, um einen Brennweitenbereich abzudecken.

Je nach Zoombereich wird zwischen Weitwinkel-, Standard- und Tele-Zoom unterschieden. Das Standard-Zoom reicht vom gemäßigten Weitwinkel bis zum leichten Tele, z.B. von 28 bis 70 mm. Im Amateurbereich werden sog. Mega-Zooms immer beliebter, die fast den gesamten üblichen Brennweitenbereich vom gemäßigten Weitwinkel bis zum Tele abdecken, z.B. 28 bis 300 mm oder 18 bis 200 mm für Kameras mit Halbformatsensor.

Zoomobjektive sind sehr praktisch und bequem. Andererseits sind sie bei der Abbildungsqualität Festbrennweiten meist noch unterlegen. Insbesondere das Mega-Zoom liegt bei einem Qualitätsvergleich abgeschlagen hinten.

Für das Zoom spricht:

- Die stufenlose Anpassung der Bildgröße innerhalb des Zoombereichs ist deutlich flexibler als die Arbeit mit mehreren Festbrennweiten.
- Mit Zoomobjektiven kann schneller auf unerwartete Ereignisse z.B. in der Action-, Natur- oder Sportfotografie reagiert werden.
- Es besteht nicht die Gefahr, den entscheidenden Moment während eines Wechsels des Objektivs zu verpassen.
- Die notwendige Ausrüstung wird mit Zoomobjektiven kleiner.

Gegen das Zoom spricht allerdings:

- Die größte Blendenöffnung ist selbst bei guten Zoomobjektiven etwa 1 - 1,5 Stufen kleiner als bei vergleichbaren Festbrennweiten.
- Die Schärfenskala des Zooms reicht nicht bis auf sehr nahe Motiventfernungen heran es sei denn, es wird in ein teureres Makrozoom investiert.
- Preisgünstige Zoomobjektive oder Mega-Zooms erzielen oft einen geringeren Bildkontrast und eine geringere Bildschärfe sowie Verzerrungen an den Enden des Zoombereichs.
- Zoomobjektive verleiten zu Nachlässigkeiten bei der Wahl der Perspektive; statt den optimalen Standort für ein Motiv zu suchen wird einfach "heran gezoomt".

Ausrüstung

Die optimale Ausrüstung gibt es auch bei Objektiven nicht. Welche Objektiv Sie "unbedingt brauchen", hängt davon ab, was Sie fotografieren wollen. Wer sich als Anfänger eine Objektivausrüstung zusammenstellen will oder wer auf einer Reise für die meisten Situationen gewappnet sein will, sollte sich mit Objektiven vom Weitwinkel (28 mm) bis zum mittleren Tele (200 mm) ausstatten.

Aus Qualitätsgründen würde ich persönlich auf ein Mega-Zoom verzichten. Stattdessen bieten sich z.B. Kombinationen aus 28 und 50 mm Festbrennweiten mit einem 70-200 mm Telezoom oder ein 28-70 mm und ein 50-150 mm Zoom an. Für Spiegelreflexkameras mit Halbformatsensor werden heute sowohl Festbrennweiten als auch Zooms mit äquivalenten Brennweiten angeboten.

Superweitwinkelobjektive stellen in Bezug auf Motivwahl und Bildgestaltung eine besondere Herausforderung für den Fotografen dar. Zudem sind Superweitwinkelobjektive mit annehmbarer Abbildungsqualität ver-

gleichsweise teuer, so dass Sie sich vor einer Anschaffung genau überlegen sollten, ob Sie wirklich mit diesem Objektiv arbeiten wollen.

Auch Superteleobjektive sind in der Anschaffung recht teuer. Sollen sie auch noch lichtstark sein, werden sie für den durchschnittlichen Amateurfotografen meist unbezahlbar. Zudem sind Superteleobjektive recht groß und schwer, so dass stundenlange Wanderungen mit ihnen nicht wirklich Spaß machen - zumal Sie nicht das Stativ vergessen dürfen. Deshalb sollte auch hier die Investition wohl überlegt sein. Wer allerdings wildelebende Tiefe fotografieren will, wird ohne Supertele nur schwer auskommen.

Wen die Welt des Kleinen fasziniert, sollte mindestens ein Makroobjektiv in seinen Bestand aufnehmen, als Festbrennweite oder als Zoom. Da Makroobjektive zugleich auch als "normales" Objektiv genutzt werden können, müssen sie nicht notwendig als zusätzliche Ausrüstung angeschafft werden. Alternativ können aber auch "normale" Objektive mit zusätzlichen Zwischenringen zu einem Makroobjektiv werden.

6. Abbildungsfehler

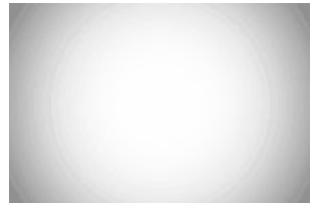
Die Konstruktion von Objektiven wird immer komplexer. Dabei geht es zum einen um die Verbesserung der Abbildungsleistung, zum anderen aber auch um die Erweiterung des Leistungsumfanges des Objektivs (z.B. Mega-Zooms oder Bildstabilisatoren).

Bislang scheinen beide Ziele sich noch gegenseitig auszuschließen. Eine Festbrennweite liefert meist bessere Abbildungsqualitäten als ein Zoom, ein Zoom mit kleinem Brennweitenbereich meist bessere als ein Mega-Zoom.

Die typischen Abbildungsfehler, die auch heute noch auftreten können, sollen hier kurz angerissen werden.

Vignettierung

Als Vignettierung wird eine Abdunkelung des Bildes an den Rändern und in den Ecken bezeichnet. Sie entsteht dadurch, dass ein Objektiv nicht in der Lage ist, den gesamten Bildsensor flächendeckend mit gleichbleibender Lichtintensität zu versorgen.



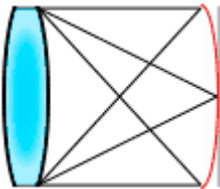
Digitalkameras sind für Vignettierung besonders anfällig, da auch in den Randbereichen das Licht möglichst senkrecht auf den Sensor fallen muss. Die einzelnen Sensorzellen (Fotodioden) liegen leicht versenkt hinter Streulinsen und Filtern auf dem Sensor. Trifft das Licht nicht optimal auf den Sensor, kann es teilweise die Sensorzellen nicht erreichen.



Vignettierung kann vor allem bei Weitwinkelobjektiven auftreten. In der RAW-Konvertierung oder der Bildnachbearbeitung kann der Effekt abgemildert werden.

Bildfeldwölbung

Bei einer Bildfeldwölbung ist die Schärfebene des Objektivs gekrümmt. Bildpunkte an den Bildrändern fokussieren nicht in derselben Ebene wie Bildpunkte in der Bildmitte.



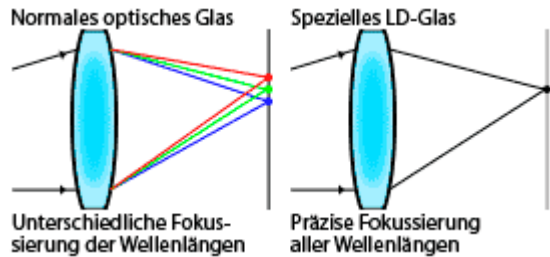
Die Bildfeldwölbung wird durch einen Schärfeabfall an den Bildrändern sichtbar. Sie kann auch heute noch an Weitwinkelobjektiven auftreten.



Meist kann der Fehler durch Schließen der Blende abgemildert werden. Eine kleinere Blendenöffnung erhöht die Schärfentiefe, so dass auch in den Randbereichen Bildpunkte wieder scharf abgebildet werden.

Chromatische Aberration

Die chromatische Aberration ist ein Abbildungsfehler, der durch Farbsäume oder Farbverschiebungen sichtbar werden kann. Der Fehler tritt durch eine unterschiedliche Streuung der Wellenlängen des Lichts (Farbe) auf (in der Grafik links dargestellt).



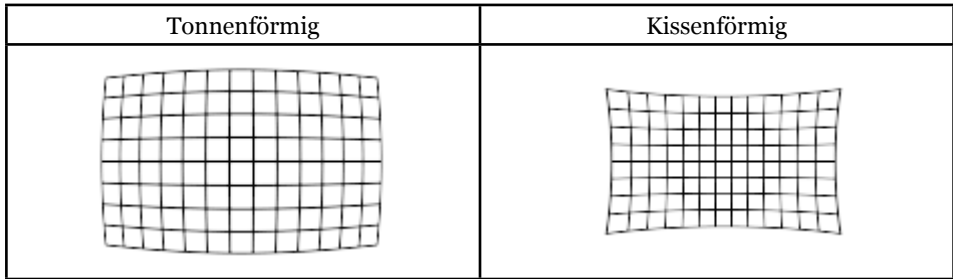
Objektivhersteller versuchen das Problem durch Verwendung spezieller Linsen aus sog. LD-Glas (Low Dispersion) zu vermeiden.

Chromatische Aberrationen nehmen meist bei geschlossener Blende wieder ab. Daneben bieten viele RAW-Konverter und Bildbearbeitungsprogramme Werkzeuge an,

mit denen die Farbsäume beseitigt werden können. Allerdings ist dies nicht immer ganz einfach.

Verzeichnung

Verzeichnung oder Distorsion entsteht, wenn durch schräg einfallendes Licht Bildpunkte leicht verschoben werden. Gerade Linien erscheinen dadurch im Bild leicht verzerrt.



Weitwinkelobjektive erzeugen meist eine tonnenförmige Verzeichnung, während Teleobjektive in der Regel eine leicht kissenförmige Verzeichnung haben.



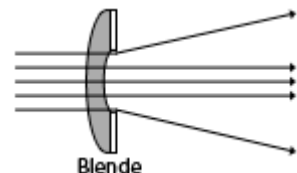
Auf die Verzeichnung des Objektivs haben Sie bei der Aufnahme keinen Einfluss. Zwar kann an einigen Objektiven der Effekt durch das Schließen der Blende leicht abmildern. In erster Linie ist aber Verzeichnung ein konstruktionsbedingtes Problem.

Mit Hilfe spezieller Programme (z.B. PTLens) kann Verzeichnung nachträglich beseitigt werden.

Lichtbeugung

Passieren Lichtstrahlen scharfe Kanten, wie etwa die Lamellen der Blende, kann es passieren, dass sie leicht gebeugt werden.

In der Fotografie wird dieser Effekt durch einen Verlust an Bildschärfe sichtbar und ist bei maxi-



mal geschlossener Blende besonders deutlich zu erkennen. Um den Effekt abzumildern, sollte die Blende etwas geöffnet werden.

Streulicht, Schleier, Reflexionen

Intensiver Lichteinfall direkt ins Objektiv kann dazu führen, dass sich in den Linsen selbst oder in den Räumen zwischen den Linsen Lichtreflexe bilden, die als Strahlenfächer oder Lichtfleck im Foto sichtbar werden. Im Objektiv selbst kann zudem Streulicht entstehen, wodurch der Bildkontrast erheblich herabgesetzt wird.

Objektivhersteller versuchen dem Phänomen mit speziellen Oberflächenbeschichtungen der Linsen entgegenzuwirken. Oft sind auch Verschmutzungen des Objektivs, insbesondere der Frontlinse, Ursache solcher Abbildungsfehler.

Zudem empfiehlt es sich, immer mit einer Streulichtblende (auch Gegenlichtblende genannt) am Objektiv zu arbeiten, die von der Seite einfallendes Licht abschirmt. Besonders bei Gegenlichtaufnahmen sollten Sie zudem auf zusätzliche Filter verzichten, da jeder zusätzliche Luft-Glas-Übergang Spiegelungen und damit Abbildungsfehler hervorrufen kann.



7. Zubehör

Auf dem Markt gibt es zu jedem Objektiv zahlreiches Zubehör. Nicht alles was in der analogen Fotografie sinnvoll oder notwendig war, macht in der digitalen Fotografie noch Sinn.

Streulichtblende

Streulichtblenden - auch Gegenlicht- oder Sonnenblenden genannt - sind tubenförmige Aufsätze, die an der Frontseite des Objektivs aufgesteckt oder eingeschraubt werden. Sie sollen verhindern, dass seitlich einfallendes Licht zu unerwünschten Reflektionen an Linsen im Objektiv führt, wodurch die Bildqualität erheblich beeinträchtigt werden kann.

Für die meisten Wechselobjektive gibt es passend berechnete Streulichtblenden, die ein Maximum an Abschirmung bieten, ohne dass Teile der Bildfläche beeinträchtigt werden. Bei Zoomobjektiven wird die Blende in der Regel auf die kürzeste Brennweite berechnet und bietet nach dem Ausfahren des Zooms nicht mehr den optimalsten Schutz.



Standardzoom mit Streulichtblende.

Leider ist es noch immer nicht selbstverständlich, dass Objektive serienmäßig mit einer passenden Streulichtblende ausgeliefert werden. Ebenso bedauerlich ist es, dass für Kompaktkameras in der Regel keine Streulichtblenden angeboten werden. Dennoch sollte wenn möglich immer

mit einer Streulichtblende gearbeitet werden. Auch bei "ganz normalen" Lichtverhältnissen kann die Streulichtblende den Kontrast einer Aufnahme entscheidend verbessern.

Filter

In den Zeiten der analogen Fotografie hat sich ein fast unüberschaubares Angebot unterschiedlichster Fotofilter entwickelt. Oft wird behauptet, dass diese Filter in der digitalen Fotografie überflüssig geworden seien, weil sich die Effekte einfacher in der Nachbearbeitung simulieren lassen. Dies mag für viele Filter im Grundsatz richtig sein, gilt jedoch nicht für alle.



Filter sind meist kreisrunde Scheiben aus Glas oder Kunststoff, die in das Filtergewinde an der Frontseite des Objektivs eingeschraubt werden. Leider haben Objektive meist unterschiedlichste Größen, so dass auch die Filtergewinde unterschiedliche Durchmesser haben können. So kann es erforderlich werden, für jedes Objektiv einen eigenen Satz Filter anzuschaffen. Eine Alternative sind Adapterringe, die es ermöglichen, Filter mit größerem Durchmesser an Objektive mit kleinerem Filtergewinde zu schrauben.

Ein anderes Konzept sind sog. Steckfilter. Diese Filter sind nicht kreisrund, sondern rechteckig. Sie werden in ein Halterungssystem geschoben, das am Objektiv befestigt wird. Beim Einsatz von Verlauffiltern bietet ein solches System deutliche Vorteile. Im Übrigen ist es aber etwas unhandlich und leider auch anfälliger für störende Lichtreflexe.

Kompaktkameras bieten leider häufig keine Möglichkeiten zur Befestigung von Filtern.

Polarisationsfilter

Der Polarisationsfilter - kurz Polfilter genannt - ist auch in der Digitalfotografie einer der wichtigsten Filter. Er filtert polarisiertes Licht, wodurch gleich zwei Effekte erzielt werden können. Zum einen führt dies zu einer Vertiefung der Farben, zum anderen reduziert er die Spiegelungen auf nichtmetallischen Oberflächen, wie z.B. Wasser, Glas u.ä. Der bekannteste Effekt des Filters ist das Abdunkeln des blauen Himmels, damit sich weiße Schäfchenwolken deutlicher absetzen.

Polfilter sind kreisrunde Scheiben in einem speziellen Halter. Sie können noch gedreht werden, wenn sie an ein Objektiv geschraubt sind. Durch das Drehen des Filters kann seine Wirkung genauestens gesteuert werden.

Polfilter werden als lineare und als zirkulare Polarisationsfilter angeboten. Lineare Polfilter können an vielen Kameras verwendet werden. An einigen Kameras können sie jedoch den Belichtungsmesser und/oder den Autofokus durcheinander bringen. In diesen Fällen muss mit dem teureren zirkularen Polarisationsfilter gearbeitet werden, der (fast) die gleichen Effekte erzielt. Lässt sich dem Handbuch Ihrer Kamera nicht entnehmen, welchen Polfilter Sie verwenden können, ist der zirkulare Polfilter im Zweifel die sichere Wahl.

Polfilter verringern das einfallende Licht um ein bis zwei Blendenstufen. Bei einer TTL-Belichtungsmessung wird dies automatisch berücksichtigt. Bei der Arbeit mit dem Handbelichtungsmesser muss der Lichtverlust allerdings berücksichtigt werden.



Der Polfilter brachte nicht nur die Farben der Kirche besser hervor, sondern dunkelte den blauen Himmel stark ab.

Neutraldichtefilter (ND)

Neutraldichtefilter - auch Graufilter genannt - sind gleichmäßig grau getönte Scheiben. Sie verringern das in die Kamera fallende Licht, ohne dabei die Farbe zu beeinflussen. Auf diese Weise können auch bei hellen Lichtverhältnissen längere Verschlusszeiten erzielt werden oder die Blende für eine geringere Schärfentiefe weiter geöffnet werden.



Dank ND-Filter konnte trotz heller Sonne die Verschlusszeit so verlängert werden, dass das Wasser unscharf verläuft.

In der Not kann auch ein Polfilter zum selben Zweck eingesetzt werden.

Grauverlauffilter

Grauverlauffilter sind im Gegensatz zu Graufiltern nur etwa zur Hälfte grau getönt, während die andere Hälfte klar ist. Der Übergang zwischen der getönten und der klaren Hälfte ist fließend,



Mit einem Verlauffilter wurden die Wolken zusätzlich abgedunkelt. Allerdings konnte der Verlauf nur so gelegt werden, dass auch der linke Teil der Mauer im Vordergrund abgedunkelt wurde.

wobei er je nach Filter mal härter, mal weicher ausfallen kann.



Grauverlauffilter sind insbesondere in der Landschaftsfotografie unverzichtbar, um den Kontrastumfang eines Motivs zu reduzieren. Meist wird der Filter eingesetzt, um den hellen Himmel abzudunkeln und so den Kontrast zwischen Himmel und Landschaft zu reduzieren.

Für Grauverlauffilter eignen sich besonders Steckfiltersysteme. Steckfilter können nicht nur gedreht, sondern auch nach oben und unten verschoben werden. Auf diese Weise kann der Übergang von der getönten zur klaren Filterhälfte individuell dem Motiv angepasst werden und muss nicht exakt in der Bildmitte liegen.

UV-Filter

UV-Filter sind klare Scheiben, die ultraviolettes Licht filtern. In der Digitalfotografie haben sie praktisch keinen Effekt auf die Aufnahme. Da UV-Licht den Kamerasensor beschädigen kann, ist in jeder Kamera ein UV-Filter vor dem Sensor integriert. Eines zusätzlichen Filters vor dem Objektiv bedarf es deshalb nicht.

Da UV-Filter gleichzeitig praktisch keinen Lichtverlust verursachen, werden sie häufig als Schutz teurer Objektive vor Verschmutzungen und Kratzern in der Frontlinse empfohlen. Ein zusätzlicher Filter ist gleichzeitig aber auch ein zusätzliches optisches Element, das Abbildungsfehler verursachen und die Vorzüge eines teuren Objektivs wieder zunichte machen kann. Einen besseren Schutz bietet zudem die Objektivkappe.

Farbfilter

Schließlich gibt es unzählige Farb- und Farbverlauffilter. Bei ihrem Einsatz in der Digitalfotografie ist jedoch Vorsicht geboten. Wird gleichzeitig mit dem automatischen Weißabgleich der Kamera gearbeitet, wird dieser die Farbwirkung des Filters wieder neutralisieren. Wollen Sie mit Farbfiltern einen Effekt im Foto erzielen, müssen Sie mit dem manuellen Weißabgleich der Kamera arbeiten.

Zudem können die mit Farbfiltern erzielten Effekte ohne Qualitätsverlust auch im Rahmen der RAW-Konvertierung am Computer nachträglich erzielt werden, indem der Weißabgleich entsprechend eingestellt wird. Auch mit einfachen Bildbearbeitungsprogrammen lassen sich ähnliche Effekte oft ohne nennenswerte Qualitätsverluste nachträglich simulieren. Dabei

können Intensität und Farbe deutlich individueller gesteuert werden, als dies mit einem Filter möglich wäre (siehe auch: Dunkelkammer - Gimp).



Beide Bilder wurden aus einer RAW-Datei erzeugt. Oben wurden für den Weißabgleich die automatischen Einstellungen der Kamera übernommen, unten wurde der Weißabgleich nachträglich manuell nachgeregelt.

Zwischenringe & Balgen

Zwischenringe sind eine preiswerte Alternative zu Makroobjektiven. Sie werden zwischen Objektiv und Kamera montiert und vergrößern so den Abstand zwischen Linsengruppe und Sensor. Auf diese Weise kann der Brennpunkt besonders naher Motive, der ohne Zwischenring hinter dem Sensor liegen würde, auf die Sensorebene zu legen.

Zwischenringe werden einzeln oder im Set mit 12, 20 und 36 mm Länge angeboten. Da mehrere Zwischenringe gleichzeitig verwendet werden können, können unterschiedlichste Längen erzielt werden.

Noch mehr Flexibilität erreichen Sie mit Balgen, der ebenfalls zwischen Objektiv und Kamera montiert wird. Dank der Ziehharmonika ähnlichen Konstruktion, kann seine Länge ganz individuell eingestellt werden.



Der größere Abstand zwischen Objektiv und Sensor führt natürlich zu Lichtverlust. Bei einer TTL-Belichtungsmessung wird dieser automatisch berücksichtigt. Bei der Arbeit mit externen Belichtungsmessern muss er jedoch manuell berücksichtigt werden.

Nahlinsen



Ebenfalls ein Hilfsmittel für die Makrofotografie sind Nahlinsen, die wie Filter auf das Objektiv geschraubt werden. Die konvexe Linse wirkt wie eine Lupe und vergrößert das Motiv. Da die Linse auf das Objektiv geschraubt wird, können Nahlinsen auch an Kompaktkameras mit fest verbauten Objektiv verwendet werden, wenn ein Filtergewinde vorhanden ist.

Telekonverter

Telekonverter (auch Extender genannt) werden wie Zwischenringe zwischen Objektiv und Kamera gesetzt. Anders als Zwischenringe vergrößern sie nicht nur den Abstand zwischen Objektiv und Sensor. Sie verfügen über weitere optische Bauteile, die eine echte Verlängerung der Brennweite bewirken.

Telekonverter werden üblicher Weise als 1,4x- oder 2x-Modell angeboten. 1,4x-Konverter verlängern die Brennweite des Objektivs um den Faktor 1,4, ein 200-mm-Teleobjektiv erhält also eine Brennweite von 280 mm. Ein 2x-Konverter verdoppelt sogar die Brennweite, ein 200-mm-Teleobjektiv erhält also eine Brennweite von 400 mm. Natürlich verursachen auch Telekonverter Lichtverluste, die bei der externen Belichtungsmessung zu berücksichtigen sind.

Sie wollen noch mehr erfahren?

Auf www.unfoto.de finden Sie alle Kapitel des Handbuchs mit animierten Grafiken und interaktiven Inhalten sowie weitere kostenlose eBooks.

Viel Spaß beim Fotografieren.