

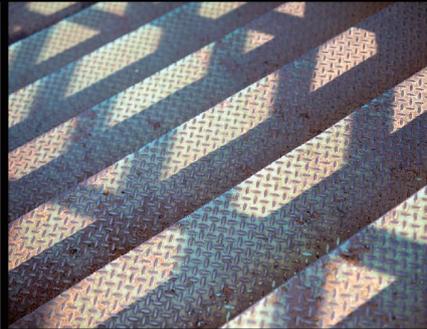


Marion Hogl

Digitale Fotografie

*Bestseller in
3. Auflage*

Die umfassende Fotoschule für Technik,
Bildgestaltung und Motive



Impressum

Dieses E-Book ist ein Verlagsprodukt, an dem viele mitgewirkt haben, insbesondere:

Lektorat Katharina Sutter, Franziska Pendelin

Korrektorat Annika Holtmannspötter, Münster

Herstellung E-Book Janne Brönnner

Typografie und Layout Vera Brauner, Christine Netzker

Covergestaltung Mai Loan Nguyen Duy

Coverbild Marion Hogl; Unsplash: Sascha Berner

Satz E-Book Hanno Elbert, rheinsatz, Köln

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

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

978-3-8421-0777-9

3., aktualisierte und erweiterte Auflage 2021

© Rheinwerk Verlag GmbH, Bonn 2021

www.rheinwerk-verlag.de

Liebe Leserin, lieber Leser,

ein Foto ist heute schnell gemacht: ein Selfie hier, ein Schnappschuss da, dann wird das Ganze ins Netz hochgeladen und eben noch mit einem passenden Filter versehen. Die Fotos, die auf diese Weise entstehen, sind oft langweilig und austauschbar.

Doch Sie, liebe Leserin, lieber Leser, wollen Fotos machen, die aus der Masse herausstechen. Sie haben sich dafür entschieden, einen Schritt weiterzugehen. Sie möchten sich mit den Grundlagen und Feinheiten der digitalen Fotografie auseinandersetzen. Sie wollen nicht mehr »knipsen«, sondern fotografieren!

Die Profifotografin Marion Hogl unterstützt Sie bei diesem Schritt und hat das umfangreiche Wissen aus der Welt der Fotografie für Sie zusammengetragen. Anschaulich und verständlich lernen Sie, wie Ihre Kamera funktioniert, wie Sie Blende, Belichtungszeit, ISO-Wert und Autofokus steuern, wie Sie Gestaltungsregeln anwenden und wie Sie dieses Wissen schließlich in verschiedenen Motivsituationen einsetzen können. Für den letzten Schliff an Ihrem Bild sorgen die Kapitel zur Bildbearbeitung, in denen Sie von der Beautyretusche bis zu Präsentationsmöglichkeiten lernen, Ihre Fotos perfekt in Szene zu setzen. Marion Hogl lässt Sie dabei immer wieder hinter die Kulissen schauen und ermöglicht Einblicke in ihre eigene Arbeitsweise, gespickt mit vielen interessanten Tipps und Hintergrundinfos. Lassen Sie sich mitreißen und inspirieren!

Ich wünsche Ihnen viel Freude mit diesem Buch und dass es Ihnen auf Ihrem fotografischen Weg ein nützlicher Begleiter ist. Falls Sie Fragen oder Anregungen haben oder falls Sie Kritik äußern möchten, können Sie sich gerne mit mir in Verbindung setzen.

Ihre Katharina Sutter

Lektorat Rheinwerk Fotografie

katharina.sutter@rheinwerk-verlag.de

www.rheinwerk-verlag.de

Rheinwerk Verlag • Rheinwerkallee 4 • 53227 Bonn

Inhalt



Vorwort 12

Die Welt der digitalen Fotografie

Lieber fotografieren als nur knipsen 16

Teil I: Technik

Kapitel 1: Die digitale Fotografie verstehen

Wie alles begann ... 26

Die digitale Kamera 28

Das Herzstück der Digitalkamera: der Sensor 32

Sensorgöße und Cropfaktor 36

Verschluss und Belichtungszeit 39

WLAN und NFC-Funktion 42

Die Immer-dabei-Kamera: das Fotohandy 43

Praktisch und handlich: die Kompaktkamera 48

Guter Kompromiss: die Bridgekamera 50

Kompakt und vielseitig: die Systemkamera 52

Qualität für Anspruchsvolle: Spiegelreflexkameras 54

Actionkameras für Spezialaufgaben 57

High-End für Fotoenthusiasten: Mittelformatkameras 58

Das digitale Bild: Auflösung 59

Farbkanäle und Farbtiefe 64

Dateiformate: JPEG, TIFF und RAW 69

Metadaten: Exif, IPTC und Co. 74

Die Kamera einrichten 76





Kapitel 2: Bilder richtig belichten

Wann ist eine Belichtung korrekt? **86**

Was ist eine Blende? **91**

Der Zusammenhang von Blende und Belichtungszeit **94**

ISO-Wert **99**

So misst die Kamera die Belichtung **104**

Belichtungsprogramme einsetzen **107**

Das Histogramm richtig lesen **112**

Die Belichtung korrigieren **117**

High Key und Low Key **121**

Belichtungsreihen erstellen **124**

Manuell belichten **127**



Kapitel 3: Perfekte Schärfe erzielen

Was ist Schärfe? **134**

Scharfstellen mit dem Autofokus **137**

Das richtige Autofokusfeld wählen **142**

Fokussieren im Dunkeln oder im Gegenlicht **146**

Von Hand scharfstellen **147**

Schärfere Bilder dank Bildstabilisator **150**

Die Schärfentiefe **153**

Maximale Schärfentiefe mit der Hyperfokaldistanz **162**

Die Formen der Unschärfe **165**

Schärfedehnung nach Scheimpflug **172**





Kapitel 4: Objektive

- So ist ein Objektiv aufgebaut 176
- Brennweite und Bildwinkel 179
- Zoomobjektiv oder Festbrennweite? 183
- Verschiedene Objektivtypen einsetzen 186
- Abbildungsfehler und ihre Ursachen 193
- Back- und Frontfokus 198
- Die Qualität von Objektiven beurteilen 200
- Praktisches Zubehör für Objektive 204



Kapitel 5: Zubehör für bessere Fotos

- Mehr Energie zum Fotografieren 218
- Speichermedien: das Gedächtnis Ihrer Kamera 221
- Fester Halt: Stative und Co. 224
- Kameraschutz: Tasche oder Rucksack? 229
- Die Kamera fernsteuern 231
- Nützliche Extras für die Fototasche 234
- Die sinnvolle Grundausrüstung 239



Kapitel 6: Richtig blitzen

- Die technischen Grundlagen des Blitzens 242
- Die Blitzsynchronzeit verstehen 245
- Intern oder extern: Welche Blitzarten gibt es? 248
- Verschiedene Blitzmodi richtig einsetzen 251
- Besser blitzen: die Kamera richtig einstellen 254
- Indirekt und entfesselt blitzen 258
- Blitzen mit mehreren Blitzgeräten 263
- Nützliches Blitzzubehör 265



Teil II: Bildgestaltung

Kapitel 7: Motive sehen

- Kleine Sehschule 272
- Bekanntes neu interpretieren 277
- Kreative Techniken nutzen 279
- Serien und Sequenzen 283
- Bildideen entwickeln 286



Kapitel 8: Mit Licht und Farbe gestalten

- Die Arten des Lichts 290
- Licht ist nicht gleich Licht: die Lichtcharakteristik 294
- Das Licht lenken: Reflektoren und Abschatter 298
- Farbtemperatur und Weißabgleich 302
- Die Wirkung der Farbe 305
- Mit Farben Empfindungen auslösen 307
- Farbgegensätze gezielt nutzen 310
- Bilder auf Schwarzweiß reduzieren 312
- Farbharmonien und Monochromie 315



Kapitel 9: Bilder komponieren

- Bildformate und Bildwirkung 320
- Die perfekte Bildaufteilung 325
- Linien: Führen Sie den Blick 331
- Formen, Muster und Strukturen 336
- Eine Frage der Perspektive ... 338
- Tiefe im Bild erzeugen 341
- Bildreduktion und Abstraktion 345
- Symmetrische Bilder 348



Teil III: Fotopraxis

Kapitel 10: Menschen fotografieren

- Die Basics für bessere Porträtfotos **354**
- Menschen vor der Kamera anleiten **355**
- Formen des Porträts **357**
- Schnappschüsse: spontan und natürlich **364**
- Klassische Porträtaufnahmen **367**
- Das richtige Posing **369**
- Paare und Gruppen in Szene setzen **375**
- Kinder fotografieren **379**
- Den Charakter herausarbeiten **385**
- Das Foto vom Ich: Selbstporträts **388**
- Die ästhetische Aktfotografie **390**
- Fashion- und Modefotografie **394**
- Makellose Schönheit: Beauty und Glamour **397**

Kapitel 11: Naturfotografie

- Landschaften fotografieren **402**
- Blumen, Pflanzen und Pilze fotografieren **414**
- Element Wasser **418**
- Unterwasserfotografie **422**
- Kreative Techniken einsetzen **426**
- In die Luft gehen mit der Fotodrohne **429**

Kapitel 12: Makrofotografie

- Der Abbildungsmaßstab **440**
- Exakt fokussieren im Nahbereich **444**
- Sinnvolles Zubehör für die Makrofotografie **448**
- Die Schärfentiefe ausdehnen: Focus Stacking **451**



Kapitel 13: Tiere vor der Kamera

- Die Grundregeln der Tierfotografie 458
- Tiere in freier Wildbahn 461
- Tarnen und anpirschen 467
- »Selbstauslöser«: Lichtschranken einsetzen 470
- Haus- und Zootiere vor der Kamera 473

Kapitel 14: Mit der Kamera unterwegs: Städte, Menschen, Architektur

- Reisefotografie 478
- Eine Stadt porträtieren 484
- Streetlife: Straßenszenen einfangen 486
- Architektur in Szene setzen 489



Kapitel 15: Nacht und Blaue Stunde

- Available Light nutzen 498
- Feuerwerk fotografieren 502
- Den Nachthimmel fotografieren 504
- Aurora Borealis: Nordlichter einfangen 508
- Eine Sonnenfinsternis fotografieren 510
- Gewitter und Blitze mit der Kamera einfangen 512
- Lichtmalereien 514

Kapitel 16: Action und Events fotografieren

- Action fotografieren 518
- Bewegungen einfrieren oder mitziehen 521
- Fotografieren in Sporthallen 524
- Eventfotografie: Partys, Familienfeiern und Co. 526
- Hochzeiten fotografisch begleiten 529
- On stage: Konzert- und Bühnenfotografie 532





Kapitel 17: Im Studio fotografieren

- Licht im Studio 538
- Zubehör für Studioaufnahmen 542
- Die Wirkung von Lichtformern 545
- Das Licht einrichten 549
- Tabletop und Ministudio 554

Kapitel 18: Nutzen Sie die Möglichkeiten der digitalen Fotografie

- Die Weite einfangen: Panoramen 560
- Bilder in Schwarzweiß umwandeln 567
- Fotomontagen erstellen 574
- HDR: High Dynamic Range 577
- In anderem Licht: Infrarotaufnahmen 585
- Zeitrafferaufnahmen 587



Teil IV: Bildbearbeitung und Präsentation

Kapitel 19: Bilder bearbeiten

- Die Grundlagen der Bildbearbeitung 594
- Bilder sichten und sortieren 596
- Die Kamera kalibrieren 601
- RAW-Dateien entwickeln 606
- Die Grundfunktionen der Bildkorrektur 613
- Kleine Retuschen ausführen 620
- Königsdisziplin Beautyretusche 627





Kapitel 20: Bilder mit Effekten versehen

Effekte erzielen mit Filtern 636

Digitale Rahmen und Texturen 640

Kapitel 21: Bilder wirkungsvoll präsentieren

Am Anfang steht das Farbmanagement 646

Monitor und Drucker kalibrieren 648

Bilder selbst ausdrucken 650

Das passende Material für den Druck 653

Fotobücher erstellen 655

Fotos im Internet ausstellen 660



Anhang: Nützliches und Interessantes

Troubleshooting: Probleme und Lösungen 666

Traumberuf Fotograf? 674

Anmerkungen zum Fotorecht 684

Begriffserklärungen 692

Stichwortverzeichnis 702



Vorwort

Schon in meiner Kindheit war ich dank meines fotografiebegeisterten Vaters stolze Besitzerin einer eigenen Kamera und seither fotografiere ich auch selbst mit großer Begeisterung. Mit den Jahren wurden aber die Ansprüche an meine Bilder immer größer. Es war ein langer Weg bis heute, und manchmal – wenn ich alte Bilder von damals betrachte – denke ich mir: Das hätte man auch besser machen können!

Vor 18 Jahren habe ich dann schließlich aus meinem Hobby einen Beruf gemacht. Dabei konnte ich mich nie so recht auf nur ein Sujet festlegen: Peoplefotografie, Tiere, Landschaften, Reisefotografie, ebenso wie die besonderen technischen Möglichkeiten der digitalen Fotografie faszinieren mich bis heute gleichermaßen. Jedes fotografische Thema hat dabei seinen besonderen Reiz. Eines haben sie für mich aber alle gemeinsam: Es sollte dabei immer um ein Bild gehen, das berührt und fesselt. Sehen Sie deshalb immer genau hin, und denken Sie nach, bevor Sie abdrücken. Geduld und sehr frühes Aufstehen können auch nicht schaden, möchte man einen besonderen Augenblick oder das schönste Licht des Tages erwischen. Möglicherweise sind Sie dann auch irgendwann »infiziert« vom Fotovirus und geben alles für ein außergewöhnliches Bild: klirrende Kälte, unerträgliche Hitze, Mücken, Staub, stundenlanges Warten, kilometerlange Fußmärsche mit schwerem Gepäck ... All das ist vergessen, wenn man dafür ein ganz besonderes Bild mit nach Hause nimmt. Denn mit der Kamera kann man die Flüchtigkeit eines Augenblicks für immer einfangen, Erinnerungen zum Anfassen schaffen. Den zarten Flügelschlag eines Schmetterlings ebenso wie den unglaublich schönen Regenbogen beim Sonnenaufgang am Ende der Welt oder das gelebte Gesicht der Großmutter ... Und anschließend kann man beim Betrachten der Bilder durch Zeit und Raum reisen, wann und wo immer man möchte!

Für ein gutes Foto gibt es übrigens kein allgemeingültiges Richtig oder Falsch. Ein gutes Bild ist ein Foto, das Ihnen gefällt. Das muss nicht immer zwingend technisch perfekt sein. Manchmal kann gerade ein verwischtes oder unscharfes Bild viel aussagekräftiger sein als ein gestochen scharfes. Um die fotografischen Regeln gezielt zu brechen, müssen Sie diese aber zunächst einmal verstehen und verinnerlichen. Dabei soll Ihnen das vorliegende Buch helfen. Es soll Ihnen die technischen Grundlagen der Fotografie vermitteln, Hilfestellung geben bei der Bewältigung der gängigsten fotografischen Aufgaben und nicht zuletzt auch Anregungen und Ideen liefern. Sie benötigen dazu keine High-End-Profiausrüstung, auch mit einfacheren Kameras lassen sich wunderschöne Fotos machen. Wichtig ist nur, dass Sie stets mit Herz, Verstand und Gefühl dabei sind. Versuchen Sie, nicht zu knipsen, sondern zu fotografieren. Geben Sie nicht auf, falls nicht alles auf Anhieb klappt oder sich unter Umständen eine tolle Idee einfach nicht umsetzen lässt. Seien Sie flexibel, ausdauernd und experimentierfreudig, und Sie werden sehen, wie Ihre Fotos von Mal zu Mal besser werden und eine ganz eigene Handschrift erhalten.

Ich möchte mich bei allen bedanken, die direkt oder indirekt an der Fertigstellung dieses Buches beteiligt waren. Bei meinen Eltern, die die Liebe zur Fotografie in mir geweckt haben und mich auf meinem fotografischen Weg immer bekräftigt und unterstützt haben. Vor allem auch bei meinem Vater, den ich in den letzten Jahren auf vielen Reisen begleiten durfte und dem ich somit viele Bilder aus diesem Buch verdanke. Bei meinen Kindern Gabriel und Lily für ihre Mithilfe, ihre Geduld und moralische Unterstützung. Bei allen meinen Freunden und Kollegen, die mir mit Rat und Tat zur Seite standen. Und nicht zuletzt bei allen meinen unzähligen menschlichen und tierischen Modellen, die dieses Buch erst möglich gemacht haben. Ein herzliches Dankeschön an euch alle für die wunderschönen Bilder und Motive!

Marion Hogl

Die Welt der digitalen Fotografie





Eine selbst erstellte Fotografie vermag Sie gedanklich in Sekundenbruchteilen an jeden beliebigen Ort der Welt oder zu einem lang vergangenen Moment zurückschicken.

[35 mm | f7,1 | ISO 400 | HDR | Stativ, Kabelauslöser]

Lieber fotografieren als nur knipsen

»Zwölf gute Fotos in einem Jahr sind eine gute Ausbeute.« (Ansel Adams)

Aus unserem modernen, digitalen Leben sind Fotos einfach nicht mehr wegzudenken. Handykameras haben eine Qualität erreicht, die vor einigen Jahren kaum vorstellbar war, und auch die Leistungsfähigkeit »richtiger« Kameras macht von Jahr zu Jahr riesige Fortschritte. Mehr und mehr werden digitale Bilder

fast zum Konsumgut und Wegwerfartikel. Das einzelne Bild kostet nichts mehr außer Speicherplatz, und so jagt ein Schnappschuss den nächsten. Jeden Tag werden weltweit Millionen von Fotos geschossen und häufig sogar in Echtzeit über soziale Netzwerke veröffentlicht. Nicht viele Menschen nehmen sich noch die



[17 mm | CF 1,6 | f5,6 | 1/20 s | ISO 400 | -2 | Stativ, Kabelauslöser]

◀ Eine so eindrucksvolle Lichtstimmung sollten Sie immer mit den optimalen Kameraeinstellungen aufnehmen, um ein bestmögliches Ergebnis zu erzielen.

➤ *Ein klassisches Porträt – ohne Schnickschnack bei schönem (Gegen-)Licht aufgenommen – wird die Zeit überdauern und auch in Jahren noch begeistern können.*



Zeit, wirklich zu fotografieren, anstatt zu knipsen, ein Bild mit Bedacht zu gestalten, den richtigen Moment und das beste Licht abzuwarten. Aber eigentlich sollte es doch beim Fotografieren nicht auf Masse, sondern auf Klasse ankommen. Und dabei ist es mit etwas Hintergrundwissen auch gar nicht so schwer, schöne und vor allem auch besondere Fotos zu schießen. Um auf Ansel Adams zurückzukommen: Ein paar wirklich gute und außergewöhnliche Bilder pro Jahr sind viel mehr wert als Hunderte von belanglosen Fotos, die dann nur auf der Festplatte versauern.

Überwiegend werden Fotos natürlich zur Erinnerung geschossen. Um einen ganz besonderen, unvergesslichen Moment für immer festzuhalten, wie etwa eine Hochzeit oder die Geburt eines Kindes, eine grandiose Landschaft im Urlaub oder den wunderschönen Sonnenuntergang beim Sonntagsausflug. Dabei machen es die modernen und technisch im-

mer raffinierteren Kameras und Objektive leicht, ein korrekt belichtetes und auch scharfes Foto zu machen. Je mehr aber die Fotoapparate der oder dem Fotografierenden das Denken abnehmen, desto mehr müssen Sie gezielt eingreifen, um ein wirklich besonderes und einmaliges Bild zu erstellen – eines, das es verdient hätte, im Großformat in Ihrem Wohnzimmer zu hängen. Die digitale Fotografie eröffnet dabei ganz neue Möglichkeiten. Sie können die Bilder sofort bei der Aufnahme kontrollieren und beispielsweise die Belichtung oder den Bildausschnitt vor Ort optimieren. Oder Sie können kinderleicht beeindruckende Panorama- oder HDR-Aufnahmen erstellen und nach Herzenslust kreative Techniken ausprobieren, ohne Kosten für Film oder Entwicklung zu verursachen. Und nicht zuletzt erlaubt die Bildbearbeitung Retuschemöglichkeiten und Bildcomposings, die im analogen Zeitalter selbst für Profis undenkbar waren.



[200 mm | f3,5 | 1/1000 s | ISO 800 | +1⅓]

Jedes Jahr kommen neue und noch raffiniertere Kameramodelle und Softwarelösungen auf den Markt. Wenn ich an meine erste digitale Kompaktkamera denke, die ich vor 18 Jahren gekauft habe, und sie mit meiner neuesten, spiegellosen Systemkamera vergleiche, staune ich immer wieder. Dabei ist die Entwicklung sicher noch nicht am Ende angelangt. Immer intelligenter und neuerdings sogar »lernende« Kameras, leistungsfähigere Sensoren und auch neue Aufnahmetechniken eröffnen spannende Möglichkeiten, die vor einigen Jahren noch undenkbar waren. Wir dürfen gespannt sein, was die nächsten Jahre noch bringen werden.

Dabei sollten Sie nie vergessen, dass auch die ausgeklügeltsten Kameras und Techniken nicht die Fotografin oder den Fotografen ersetzen können, selbst wenn Automatikprogramme nahezu narrensicher sind und die nachträgliche Bearbeitung am Computer so manchen Aufnahmefehler ausbügeln kann. Es sollte

▲ *Kinder werden so schnell groß. Sie verdienen es, in jedem Lebensalter mit schönen und lebendigen Bildern für die Ewigkeit festgehalten zu werden.*

➤ *Kreative Aufnahmetechniken machen nicht nur richtig Spaß, sondern sind auch ganz besonders spannend. Wie das finale Bild aussehen wird, ist nämlich nur bedingt planbar.*



[16 mm | f3,2 | 1/1000 s | ISO 200 | +⅔ | Mehrfachbelichtung aus 9 Aufnahmen]

[100 mm | CF 1,6 | f10 | 1/250 s | ISO 100 | Studioblitz]



▲ Gerade auch ganz minimalistische und reduzierte Motive haben ihren besonderen Reiz und machen sich als großformatiger Druck in jedem Raum gut.

deshalb stets Ihr Ehrgeiz sein, Bilder zu fotografieren, die den Betrachter einfangen und fesseln und auch nach vielen Jahren noch zu faszinieren verstehen. Und das geht nur, wenn Sie bewusst fotografieren und gestalten, die technischen Grundlagen und auch die Funktionsweise einer digitalen Kamera verinnerlichen und den Automatikmodus beiseitelassen. Nur dann können Sie mit Blende und Belichtungszeit spielen und mit kreativen Techniken kleine Kunstwerke schaffen. Jedes fotografische Thema und Motiv wie beispielsweise Porträt, Architektur oder Makrofotografie verlangt eine besondere Vorgehensweise und oft auch

eine spezielle Ausrüstung. Und da die digitale Fotografie nicht mit dem Druck auf den Auslöser endet, ist die Bildbearbeitung und Präsentation der digitalen Bilder heutzutage ein ganz zentraler Punkt. Denn nur wenn Fotos optimal ausgearbeitet sind, werden sie ihre volle Wirkung entfalten. Sie werden dabei ganz schnell Ihre Vorlieben entdecken: für Motive, spezielle Aufnahmetechniken, bestimmte Brennweiten und auch in der Bildbearbeitung. Mit etwas Glück entwickeln Sie einen ganz eigenen Stil, der Ihre Bilder unverwechselbar macht.

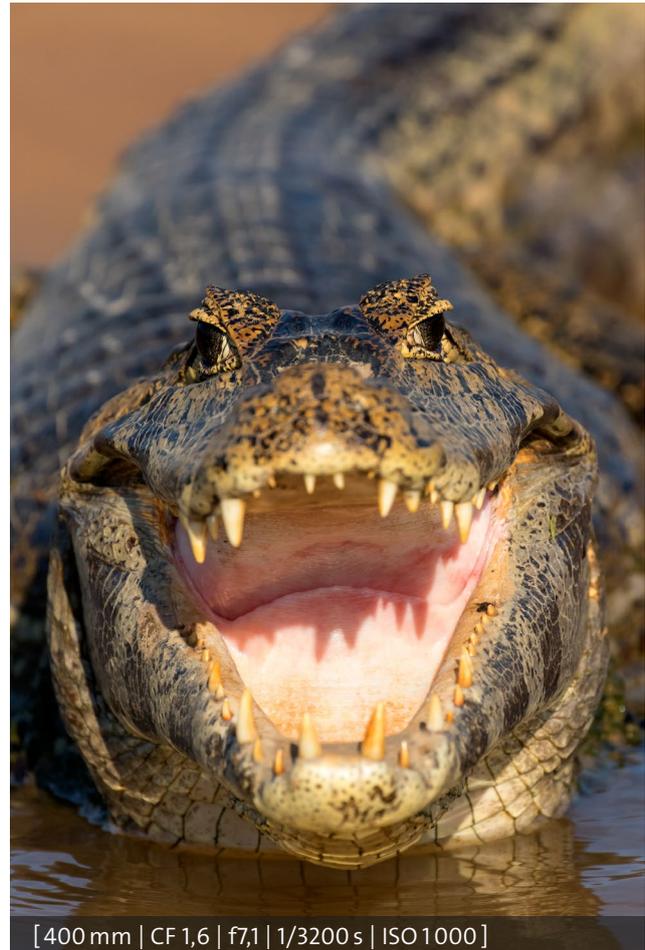


[310 mm | CF 1,3 | f7,1 | 1/640 s | ISO 320 | +1/3]

⚡ Auch rasante Action lässt sich mit einer schnellen Kamera und den richtigen Kameraeinstellungen problemlos meistern.

Nicht zuletzt muss es auch Gelegenheiten geben, Bilder zu betrachten – sei es als klassischer Fotoabzug oder Großformatdruck, im Internet oder in einem digital gestalteten Album fürs Bücherregal. Auch wenn der Ursprung der Bilder digital ist, ist ein Foto zum »Anfassen« eigentlich doch am schönsten.

Dieses Buch soll Ihnen die technischen Grundlagen der digitalen Fotografie verständlich vermitteln



[400 mm | CF 1,6 | f7,1 | 1/3200 s | ISO 1000]

⚡ Mit der richtigen Ausrüstung lassen sich auch von gefährlichen Wildtieren solche beeindruckenden Porträtaufnahmen machen.

und Ihnen das Handwerkszeug geben, Ihre Kamera zu verstehen und zu bedienen. Es soll Sie dabei unterstützen, Ihre Bilder bereits bei der Aufnahme optimal zu belichten und scharfzustellen. Denn auch wenn sich viele Dinge in der Nachbearbeitung verbessern und optimieren lassen, ist ein Foto immer dann am besten, wenn es bereits optimal aufgenommen wurde. Darüber hinaus soll Ihnen das Buch die Regeln der

INFO

Bei jeder Abbildung in diesem Buch finden Sie alle relevanten Aufnahmedaten wie die Objektivbrennweite in Millimetern **1** und gegebenenfalls den Cropfaktor (CF) des Sensors **2**, die Blendenzahl (f) **3**, die Belichtungszeit in Sekunden **4** und die eingestellte Lichtempfindlichkeit des Sensors (ISO-Wert) **5**. Außerdem einen etwaigen Belichtungskorrekturwert **6** und weitere wichtige Aufnahmetechniken oder Hilfsmittel **7**. So können Sie stets ganz genau nachvollziehen, mit welchen Kameraeinstellungen ein konkretes Bild fotografiert wurde. Ich fotografiere übrigens überwiegend mit mittenbetonter Integralmessung als Belichtungsmessung in einer der beiden Halbautomatiken, also mit Blenden- oder Zeitvorwahl. Diese Info ist wichtig für die Bewertung der bei den Bildern angegebenen Belichtungskorrektur. Mit anderen Belichtungs-

messmethoden kommen Sie unter Umständen zu unterschiedlichen Korrekturwerten. Diese Angabe dient also nur zur allgemeinen Orientierung. Fotografieren Sie dagegen beispielsweise im manuellen Modus gibt es gar keine Belichtungskorrektur.

Ist kein Cropfaktor (CF) angegeben, so habe ich eine Kamera mit einem sogenannten *Vollformatsensor* (24 × 36 mm) eingesetzt, der den Cropfaktor 1 hat. Die Brennweite müssen Sie dann nicht mehr umrechnen. Bei den HDR-Aufnahmen sind keine Belichtungszeiten angegeben, da diese für jede einzelne der drei oder mehr Belichtungen unterschiedlich sind.

[500 mm | CF 1,6 | f5,6 | 1/250 s | ISO 400 | +1/3 | Stativ]

1 2 3 4 5 6 7

Bildgestaltung näherbringen und Ihnen konkrete Aufnahmetipps für eine Vielzahl fotografischer Genres liefern: mit zahlreichen Bildbeispielen und den dazugehörigen Aufnahmedaten zum Nachvollziehen der Kameraeinstellungen. Diese Bilder sollen Ihnen Anregungen und Ideen geben und hoffentlich ganz viel Lust aufs Fotografieren machen. Zudem erhalten Sie Informationen zum Bildrecht sowie grundlegende Tipps zur gezielten Bearbeitung und gelungenen Präsentation Ihrer Bilder.

➤ *Wer einmal die Welt der ganz kleinen Dinge für sich entdeckt hat, den wird die Makrofotografie mit Sicherheit so schnell nicht mehr loslassen.*



[100 mm | f8 | 1/60 s | ISO 1000 | +1/3]

Teil I

Technik

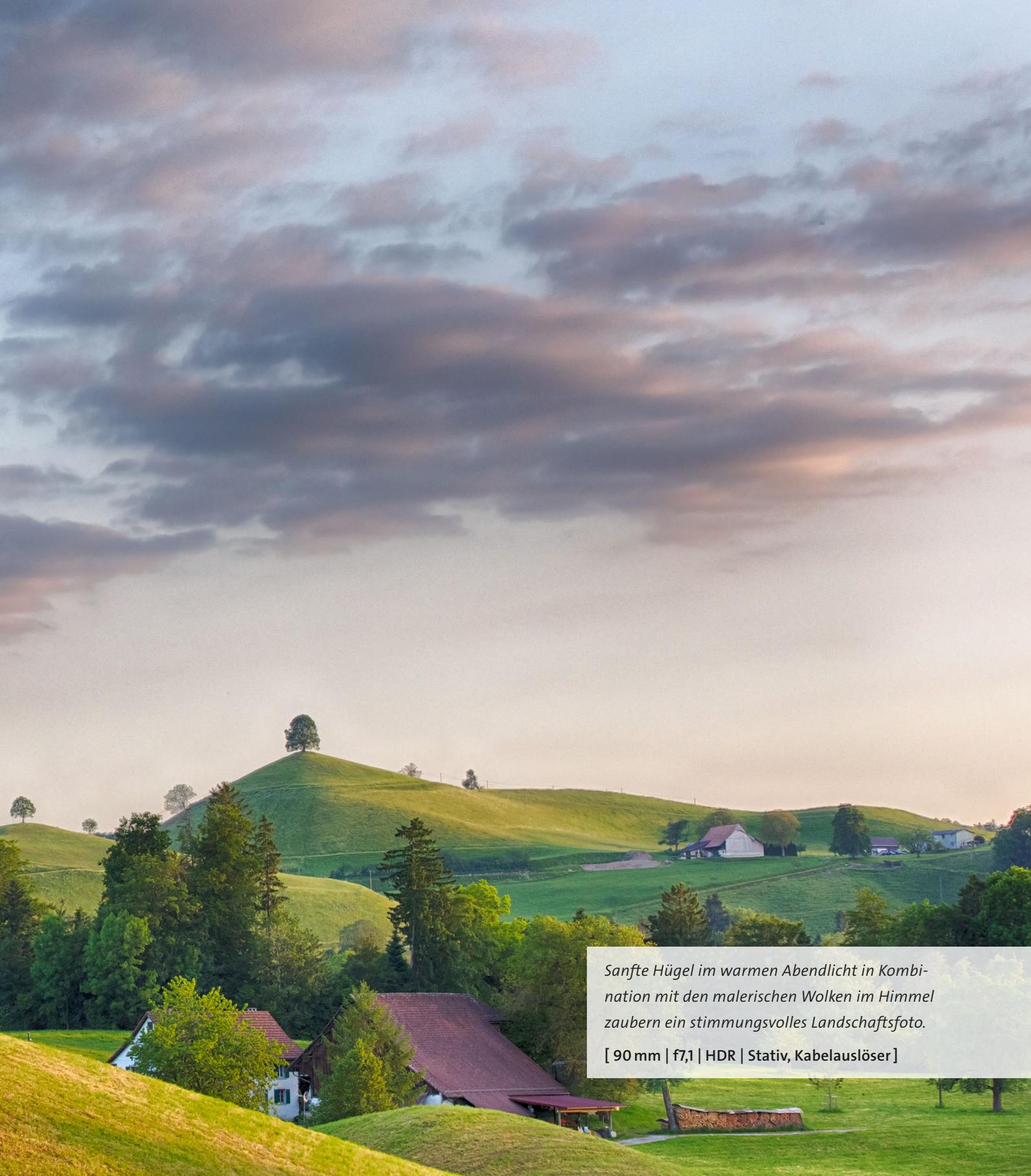
Kapitel 1: Die digitale Fotografie verstehen	24
Kapitel 2: Bilder richtig belichten	84
Kapitel 3: Perfekte Schärfe erzielen	132
Kapitel 4: Objektive	174
Kapitel 5: Zubehör für bessere Fotos	216
Kapitel 6: Richtig blitzen	240

Kapitel 1

Die digitale Fotografie verstehen

Auch wenn Kameras heutzutage immer einfacher und bedienungsfreundlicher werden, ist es von Vorteil, wenn Sie die wichtigsten technischen Grundlagen verstehen – von der Kamera über die digitalen Daten bis hin zur grundlegenden Kamerabedienung.





Sanfte Hügel im warmen Abendlicht in Kombination mit den malerischen Wolken im Himmel zaubern ein stimmungsvolles Landschaftsfoto.

[90 mm | f7,1 | HDR | Stativ, Kabelauslöser]

Wie alles begann ...

Was als teure und eher komplizierte Technik für wenige Privilegierte begann, ist heute ein Massenmedium, mit dem Menschen auf der ganzen Welt kinderleicht Fotos machen können.

Als vor rund 180 Jahren die ersten fotografischen Verfahren entwickelt wurden, konnte niemand ahnen, welchen Siegeszug diese neue Technik antreten würde. In den Anfängen war sie zwar nur wenigen privilegierten Menschen vorbehalten, heute dagegen ist sie spätestens seit der Digitalisierung ein echtes Massenmedium, das weltweit in nahezu jedem Haushalt vertreten ist. Am 19. August 1839 wurde die Fotografie erstmals offiziell in Paris vorgestellt und begeisterte Menschen aus allen gesellschaftlichen Schichten gleichermaßen. Seit ihren Anfängen bis heute gab es zahlreiche technische Innovationen, die den Weg bereiteten für die moderne Fotografie, wie wir sie heute kennen. Anfang des letzten Jahrhunderts hielten Kleinbildfotografie und der Farbfilm Einzug, sie waren erste Meilensteine in der fotografischen Entwicklung. Fotografieren wurde erschwinglicher, einfacher und damit für immer mehr Menschen möglich.

Meilenstein Digitalfotografie

Eine neue fotografische Ära läutete schließlich die Entwicklung des ersten CCD-Chips im Jahre 1970 ein, dies revolutionierte die Kameratechnik von Grund auf. Das erste Digitalbild entstand 1975, es hatte eine Auflösung von gerade einmal 100×100 Pixeln. Die Speicherung der Bilddaten benötigte ganze 23 Sekunden (!).



^ Seit den 50er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts hat die Technik der Fotografie riesige Fortschritte gemacht.



◀ *Selfies mit dem Handy sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. (Bild: Gpointstudio, Dreamstime)*

Mitte der 80er-Jahre kamen dann die ersten digitalen Kameras auf den Markt, aber erst in den 90er-Jahren gewann die Digitalfotografie im Profibereich langsam an Bedeutung. Anfang dieses Jahrhunderts schließlich waren erste bezahlbare Digitalkameras für den Massenmarkt erhältlich, und seitdem haben sich die Auflösung und die Qualität der Kameras kontinuierlich weiterentwickelt. Heutzutage sind Digitalkameras richtige kleine Hightechcomputer mit Videofunktion, GPS, kabellosem Datentransfer und vielen weiteren Funktionen. Die Zahl und Vielfalt der unterschiedlichsten Aufnahmegерäte von Handys über Kompaktkameras bis hin zu DSLRs und Mittelformatkameras ist riesig und damit auch die Zahl der Fotos, die die Fotografierenden damit machen. Rund 200 000 Fotos werden derzeit weltweit in der Sekunde geschossen. Eine geradezu unfassbare Zahl ...

Wie sich die Technik in den nächsten Jahren weiterentwickeln wird, ist heute nur zu erahnen. Sicher

werden die Kameras in Zukunft noch intelligenter und gerade im High-ISO-Bereich noch besser werden. Bereits heute gibt es »lernende« Kameras, mit einer Art künstlicher Intelligenz, die sich der Arbeitsweise der oder des Fotografierenden anpassen können und mit der Zeit immer »besser« werden. Auch das Auflösungsvermögen hat sicher noch nicht das Ende der Skala erreicht. Eine Kleinbildkamera mit fantastisch anmutenden 50 Megapixeln Auflösung ist heute schon Normalität. Welcher Anteil davon für gute Bilder wirklich benötigt und im fotografischen Alltag auch tatsächlich genutzt wird, bleibt dahingestellt. Und letztlich ist das auch immer eine ganz individuelle Sichtweise. Sie müssen sicher nicht jede technische Spielerei mitmachen und auch nicht immer die neueste Kamerageneration kaufen. Überlegen Sie, was Sie wirklich brauchen und was Sie vielleicht auch mit Ihrer bestehenden Ausrüstung gut realisieren können.

Die digitale Kamera

Egal, wie einfach oder ausgefeilt ein Kameramodelle auch ist, der prinzipielle Aufbau einer Kamera ist immer derselbe.

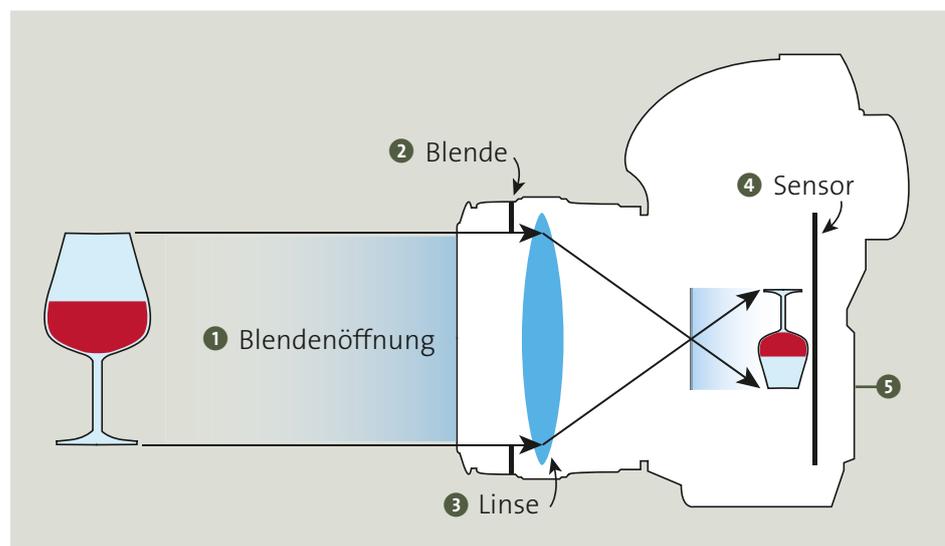
Jede Kamera, ganz gleich, ob es sich um eine primitive Lochkamera (*Camera obscura*) oder eine hochmoderne Digitalkamera handelt, funktioniert nach demselben Grundprinzip: Über eine Blendenöffnung **1** und Blende **2** gelangt Licht durch eine Linse **3** auf eine lichtempfindliche Fläche **4** (Fotopapier/Film/Bildsensor) in einem lichtdichten Hohlkörper **5** (Kameragehäuse) und bildet dort das Motiv ab. Moderne Digitalkameras verfügen entweder über ein fest verbautes Objektiv oder ein sogenanntes *Wechselobjektiv*, eine Autofokuseinheit, einen Bildsensor, einen Sucher und/oder

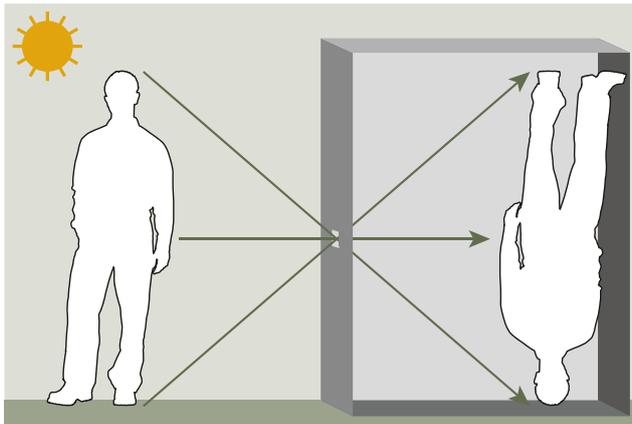
ein Display. Bei den sogenannten *Spiegelreflexkameras* kommt ein hochklappbarer Spiegel zum Einsatz, über den das Motivbild zum optischen Sucher geleitet wird. Bei den spiegellosen Systemkameras dagegen wird das Sucherbild direkt vom Bildsensor erfasst und elektronisch an den Sucher oder das Display weitergeleitet.

Sucher, Monitor und Live View

Möchten Sie vor der Aufnahme das Bild betrachten und einen Bildausschnitt wählen, können Sie je nach

➤ *Alle Kameras sind nach dem gleichen Prinzip aufgebaut: Über ein Linsensystem gelangt Licht auf einen Sensor, der das Bild aufzeichnet.*



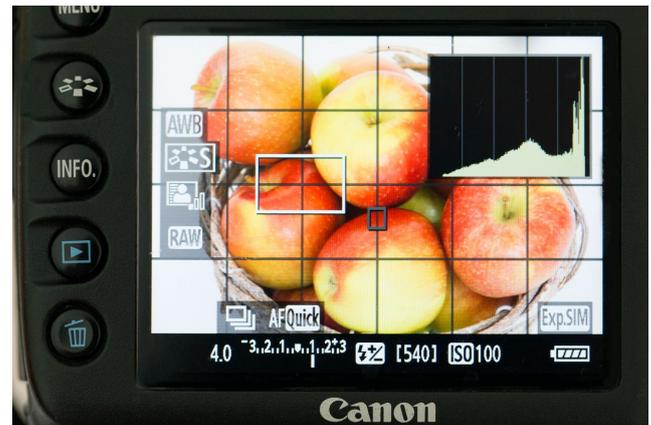


^ Die einfachste Form einer Kamera ist eine sogenannte Lochkamera oder auch *Camera obscura*, die man mit geringem Aufwand aus einem Karton selbst bauen kann.

Kameramodell und persönlichen Vorlieben entweder den Sucher oder den Monitor der Kamera nutzen.

Kleinere Kameramodelle wie Handys oder Kompaktkameras verfügen in der Regel nur über ein Display, auf dem das Bild live dargestellt wird. Größere Kameramodelle wie Bridgekameras und natürlich Spiegelreflexkameras verfügen aber in der Regel über elektronische oder optische Sucher und zusätzlich über einen Monitor mit Live View.

Elektronische Sucher übertragen das Motiv auf ein kleines Display, während optische Sucher das Bild über einen Spiegel direkt auf die Mattscheibe projizieren. Der optische Sucher zeigt das tatsächliche Motiv unverändert an, unabhängig von der eingestellten Belichtung oder einer etwaigen Belichtungskorrektur. Das Bild im elektronischen Sucher der Kameras der neuesten Generation dagegen zeigt eine eventuelle Über- oder Unterbelichtung bereits vor dem Auslösen realistisch und live an und erleichtert so die Einstellung einer korrekten Belichtung deutlich – vor allem in schwierigen Belichtungssituationen wie beispiels-



^ Im Live-View-Modus können Sie sich das Histogramm Ihres Bildes anzeigen lassen und so bereits vor der Aufnahme die Belichtung eventuell korrigieren.

weise Gegenlicht. Je nach Kameramodell zeigt das Sucherbild nur etwa 95% des tatsächlichen Bildes an. Nur die Profimodelle bieten einen Sucher, der den Bildausschnitt zu 100% zeigt. Deshalb sollten Sie bei der Bildkomposition beachten, dass gegebenenfalls im späteren Bild etwas mehr dargestellt wird, als im Sucher zu sehen war.

Praktisch alle aktuellen Kameramodelle bieten die Möglichkeit, sich über das Display mit Live View eine Vorschau des Histogramms anzeigen zu lassen und damit schon vor der Aufnahme die Belichtung zu beurteilen (mehr zum Histogramm im Abschnitt »Das Histogramm richtig lesen« ab Seite 112). So können Sie jederzeit gegensteuern und erhalten stets ein perfekt belichtetes Bild.

Wer möchte, lässt sich eine Wasserwaage oder Gitternetzlinien einblenden – sehr nützliche Features zur Bildkomposition. Dazu gehört auch eine Bildschirmlupe, mit der Sie das Bild im Display vergrößern und damit – beispielsweise in der Makrofotografie – besonders akkurat manuell fokussieren können. Im

Gegensatz zu einem optischen Sucher, der möglicherweise nur 95% des tatsächlichen Bildes anzeigt, geben Displays 100% des späteren Bildes wieder. Ein großer Vorteil, wenn Sie Motive relativ nahe am Bildrand positionieren oder bestimmte Bildteile auf keinen Fall im Bild haben möchten.

Klappbare Displays

Die meisten aktuellen Kameramodelle bieten klappbare Displays, die man in alle Richtungen schwenken kann. Wer schon einmal versucht hat, auf Bodenhöhe zu fotografieren, wird dieses Ausstattungsmerkmal sehr zu schätzen wissen. So können Sie beispielsweise die Kamera direkt auf dem Boden ablegen, das Display nach oben klappen und ganz bequem den Bildausschnitt wählen. Dasselbe gilt natürlich für besonders hohe Kamerastandorte, wenn Sie etwa über Kopf fotografieren möchten. Dank des klappbaren Displays müssen Sie nicht mehr auf gut Glück foto-



^ Mit einem schwenkbaren Display können Sie in jeder Position den perfekten Bildausschnitt bestimmen. (Bild: Canon)

grafieren, sondern können das spätere Bild bereits vor der Aufnahme prüfen. Für ältere Spiegelreflexkameras ohne schwenkbares Display gibt es für diesen Zweck sogenannte *Winkelsucher*, die solche Aufnahmen auch ohne allzu große Verrenkungen möglich machen.

Sucher oder Display? Geschmacksache!

Ob Sie den elektronischen oder optischen Sucher und zusätzlich das Display für die Aufnahme nutzen, bleibt Ihnen selbst überlassen. Ich fotografiere deutlich lieber mit dem Sucher. Er ist für mich angenehmer und das Motiv durch ihn besser zu sehen, vor allem bei Sonnenschein. Man muss die Kamera nicht vom Körper weg halten, sondern kann sie direkt am Auge lassen. In der Regel ist der Autofokus bei den meisten Kameras im Live-View-Modus geringfügig langsamer und arbeitet etwas ungenauer. Der Grund dafür ist die sogenannte *Kontrastmessung* anstelle des etwas leistungsfähigeren *Phasenvergleichs*, wie er bei den Spiegelreflexkameras genutzt wird, denn auch bei den Spiegelreflexkameras klappt im Live-View-Modus der

TIPP

Ein Display sollte immer gut lesbar sein. Dazu gehört auch, dass es keine Kratzer hat und nicht zu stark spiegelt. Für nahezu jedes Kameramodelle gibt es hochwertige Folien, die den Monitor wirkungsvoll schützen. Besonders gut geeignet ist ein Displayschutz aus Panzerglas, der nicht nur optimalen Schutz, sondern auch eine besonders brillante Bildwiedergabe garantiert. Ein einwandfreier Zustand des Displays ist auch ein wichtiges Argument bei einem möglichen späteren Wiederverkauf Ihrer gebrauchten Kamera.



▲ *Wer wie hier kleine Blumen in Bodennähe fotografieren will, ist mit einem schwenkbaren Display bestens bedient.*

Spiegel hoch, da nur so das Livebild übertragen werden kann. Dadurch ist das Fokussieren nur noch mit der Kontrastmessung möglich. Bei den neuesten Kameramodellen, beispielsweise den spiegellosen Systemkameras, werden Sie aber kaum noch einen Unterschied

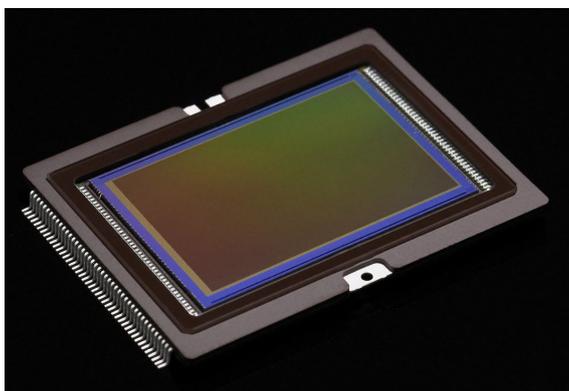
in Geschwindigkeit und Genauigkeit der beiden Autofokusmethoden bemerken. Mehr zum Autofokus und zu den verschiedenen Systemen finden Sie ab Seite 137 im Abschnitt »Scharfstellen mit dem Autofokus«.

Das Herzstück der Digitalkamera: der Sensor

Die rechteckigen Sensoren heutiger Digitalkameras sind das digitale Pendant zum analogen Film. Sie sind je nach Kameramodell in unterschiedlichen Größen und Auflösungen fest in der Kamera verbaut.

Das digitale Bild in der Kamera entsteht kurz gefasst so: Sensoren in der Kamera wandeln mit ihren lichtempfindlichen Fotodioden das Licht in elektrische Ladungen um. Aus diesen Ladungen wird anschließend vom Bildprozessor ein digitales Bild mit Helligkeits- und Farbinformationen erzeugt.

Die einzelnen Bildpunkte (Fotodioden) eines Sensors entsprechen den späteren Pixeln eines Bildes und bestimmen damit die Auflösung eines Sensors. Beispielsweise besteht ein Sensor mit einer Auflösung von 22 Megapixeln (MP) aus rund 5800 Bildpunkten in der Breite und 3800 Bildpunkten in der Höhe. Vor



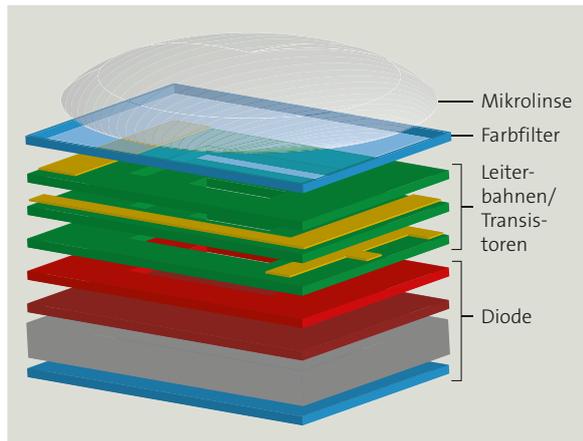
▲ *Der Sensor einer digitalen Spiegelreflexkamera im sogenannten Vollformat. Dieser Sensor hat mit 24×36 mm genau die Abmessungen des analogen Kleinbilds. (Bild: Canon)*

allem bei den sehr kleinen Sensoren in Handys und Kompaktkameras sind diese Fotodioden entsprechend winzig und damit lichtschwach. Das macht extrem hohe Auflösungen bei Kompaktkameras wenig sinnvoll. Je größer ein Sensor ist, desto mehr Megapixel verträgt er bei dennoch hoher Bildqualität.

INFO

Bei allen Kameras, die nicht über ein fest eingebautes Objektiv, sondern über Wechselobjektive verfügen, wird der Sensor selbst bei größter Vorsicht mit der Zeit verschmutzen. Bei jedem Objektivwechsel zieht der elektrostatisch geladene Sensor den Staub geradezu magisch an. Moderne Kameras verfügen in der Regel über eine automatische Sensorreinigung, die bei jedem Einschalten der Kamera selbsttätig durchgeführt wird. Dabei wird per Ultraschall anhaftender Staub regelrecht abgeschüttelt. Dennoch lassen sich Sensorverschmutzungen nicht immer ganz vermeiden. Wenn Sie in Ihren Bildern kleine dunkle Punkte vor allem bei stark geschlossener Blende (große Blendenzahl) entdecken, sollten Sie den Sensor reinigen lassen – am besten von einer Fachkraft.

Um das einfallende Licht optimal zu nutzen, befindet sich vor jeder Fotodiode des Sensors eine Mikrolinse, die das Licht bündelt. Damit wird auch dem Effekt des Lichtabfalls am Rand entgegengewirkt, denn anders als beim herkömmlichen Analogfilm können die Fotodioden eines Sensors die am Rand schräg einfallen-



^ Schematischer Aufbau einer einzelnen Fotodiode

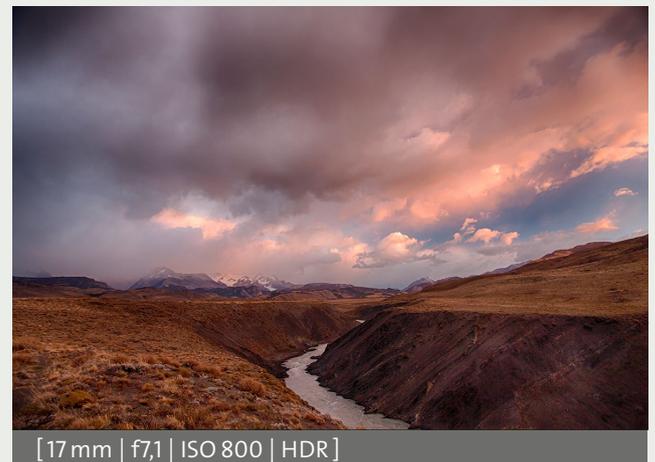
den Lichtstrahlen deutlich schlechter verwerten. Die Mikrolinsen sind deshalb so aufgebaut, dass auch in den Randbereichen das Licht senkrecht auf die Dioden trifft. So wird eine Verdunklung in den Randbereichen des Bildes (sogenannte *Vignettierung*) weitgehend verhindert.

Farbfilter für Rot, Grün und Blau

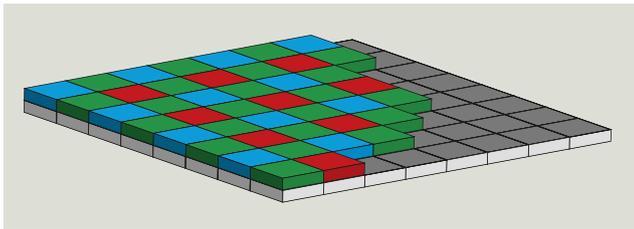
Die einzelnen Fotodioden des Sensors können keine Farben, sondern nur Helligkeitswerte erfassen, deshalb sind über den Fotodioden schachbrettartig Filter in jeweils einer der Grundfarben Rot, Grün und Blau angebracht, die diese Helligkeitsstufen in Farben umwandeln. Dieses Prinzip wurde bereits 1975 entwickelt und heißt nach seinem Erfinder Bruce Bayer *Bayer-Filter*. 25% der Dioden haben dabei einen Blaufilter, 25% einen Rotfilter und 50% einen Grünfilter. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass das menschliche Auge Grüntöne besonders stark wahrnimmt.

VIGNETTIERUNG

Als *Vignettierung* bezeichnet man eine sichtbare Abdunklung der Bildecken, die durch das Objektiv selbst, Filtereinfassungen oder falsch aufgesetzte Sonnenblenden verursacht wird. Vor allem bei weit geöffneter Blende kommt in den Bildecken durch die schräg einfallenden Lichtstrahlen deutlich weniger Licht auf dem Sensor an, und gleichzeitig können diese vom Sensor weniger gut genutzt werden. Das Bild kann dann in diesen Bereichen im Extremfall um bis zu zwei Blendenstufen dunkler sein. Der Effekt fällt dabei umso stärker aus, je weitwinkiger das Objektiv ist. Entgegenwirken können Sie durch Abblenden um ein bis zwei Blendenstufen. Auch in der Bildbearbeitung, beispielsweise in *Lightroom*, lässt sich die Vignettierung nachträglich noch relativ gut beseitigen.

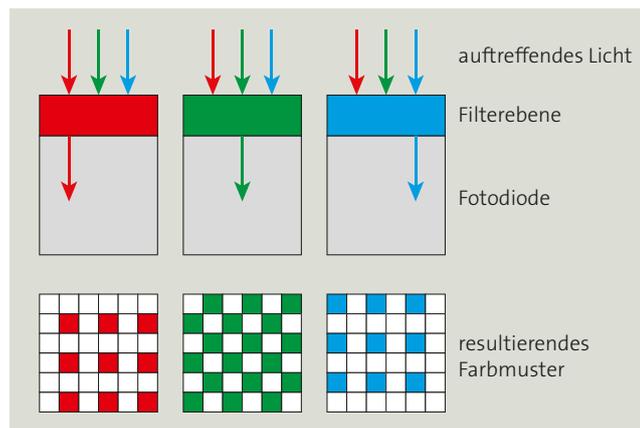


^ Eine Vignettierung (Randabdunklung) ist in den Bildecken deutlich zu erkennen.



▲ Der Bayer-Filter mit seinen schachbrettartig angeordneten Fotodioden der Grundfarben Rot, Grün und Blau

Gemeinsam liefern die Fotodioden die Helligkeitsinformationen, die der Bildprozessor zu einer Farbinformation verrechnet. Eine bestimmte Fotodiode übermittelt dabei immer nur den Helligkeitswert für eine der drei Farben Rot, Grün oder Blau. Die beiden anderen Farben können wegen des Farbfilters für diese Fotodiode nicht direkt gemessen werden und werden daher aus den benachbarten Fotodioden der jeweiligen Farbe errechnet. Wird nun während der Aufnahme im Rot-, Grün- und Blaubereich die maximale Lichtmenge registriert, ist das Pixel im Bild reinweiß. Wenn dagegen keinerlei Helligkeit aufgezeichnet wird, ist das Bildpixel schwarz. Die Abstufungen dazwischen stellen Tausende von möglichen Farbwerten dar (zur Farbtiefe finden Sie mehr Informationen im Abschnitt »Farbkanäle und Farbtiefe« auf Seite 64).



INFO

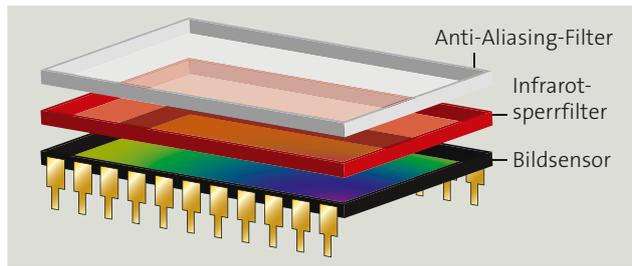
Beim RAW-Bild liegen im Gegensatz zum JPEG-Bild alle Bildinformationen noch völlig uninterpretiert vor, das heißt, pro Pixel sind jeweils nur die Helligkeitswerte für Rot, Grün oder Blau gespeichert. Die eigentliche Interpretation und die Umrechnung in Farbwerte erfolgen erst am Computer und lassen die Dateigröße dabei um ein Vielfaches wachsen.

Filter eliminieren Störungen

Zusätzlich zum Bayer-Filter, der für die farbliche Interpretation der Helligkeitsinformationen zuständig ist, werden den Bildsensoren noch ein Infrarotfilter, der für das Auge unsichtbares, langwelliges Licht vom Filter fernhält, und der sogenannte *Anti-Aliasing-(AA-)Filter* oder auch *Tiefpassfilter* vorgeschaltet. Der AA-Filter soll Farb- und Moiré-Störungen eliminieren, die sich durch Überlagerung von zwei Mustern ergeben können und die dann im Bild das typische Moiré-Muster verursachen. Dabei werden ganz feine Strukturen im Motiv (hohe Frequenzen) ausgefiltert und gröbere Strukturen (tiefe Frequenzen) durchgelassen.

Der Moiré-Effekt (von franz. *moirer* = marmorieren) entsteht durch Überlagerung von regelmäßigen, sehr feinen Mustern, Rastern und Linien. In der Digitalfotografie erscheint dieser Effekt durch Wechselwirkungen der Muster im Motiv (zum Beispiel bei einem klein karierten Hemd) mit der regelmäßigen Struktur des Sensors. Dadurch entsteht ein neues, gröberes Muster, das sogenannte *Moiré*.

◀ Je nach vorgeschaltetem Farbfilter zeichnet die Fotodiode jeweils nur die Helligkeitswerte für die Farben Rot, Grün und Blau auf.



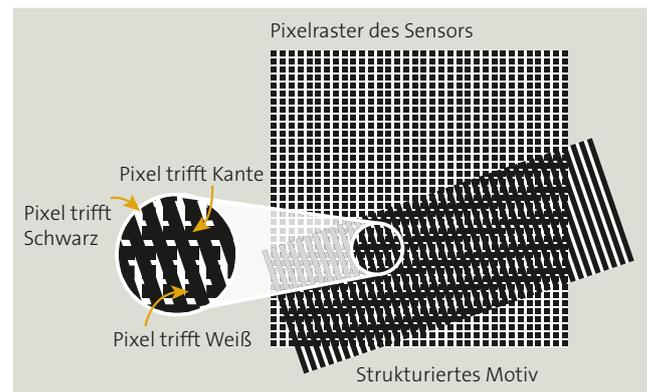
^ Der typische Aufbau eines Kamerasensors mit dem Anti-Aliasing-Filter und dem Infrarotfilter

Inzwischen sind auch diverse Kameramodelle ohne Anti-Aliasing-Filter erhältlich, besonders im hochpreisigen und extrem hochauflösenden Kamerasegment, wie es zum Beispiel durch die Nikon D800E oder die Canon EOS 5DS R repräsentiert wird. Der Anti-Aliasing-Filter führt faktisch zu einer minimalen Unschärfe im Bild, und Kameras ohne diesen Filter sollen maximale Bildqualität und Schärfe erreichen. Ein mögliches Moiré-Muster muss dann allerdings nachträglich in der Bildbearbeitung etwa in Adobe Lightroom entfernt werden.

> Durch die Überlagerung der Linienstruktur im Motiv und im Raster des Sensors entsteht das Moiré-Muster.

INFO

Durch den vorgeschalteten Infrarotfilter ist die Infrarotfotografie mit Digitalkameras nicht oder nur schwer möglich. Speziell für die Astrofotografie hat zum Beispiel Canon Kameras mit modifiziertem Infrarotfilter entwickelt. Sie können sich Ihre Kamera aber auch von Spezialanbietern speziell für diesen Zweck umrüsten lassen. In gewissem Umfang lassen sich jedoch auch mit einer handelsüblichen Spiegelreflexkamera Infrarotaufnahmen machen. Mehr dazu finden Sie im Abschnitt »In anderem Licht: Infrarotaufnahmen« auf Seite 585.



CCD, CMOS, FOVEON

Die meisten der heutigen Kameras sind mit *CMOS-Sensoren* (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) ausgestattet, daneben gibt es noch den sogenannten *CCD-Sensor* (*Charge-Coupled Device*), der etwas langsamer ist und mehr Strom benötigt, dafür aber im Bereich Bildrauschen und Durchzeichnung von Lichtern und Tiefen seine Vorteile ausspielt. Beim Dritten im

Bunde, dem sogenannten *Foveon-Sensor*, der nur von der Firma Sigma eingesetzt wird, liegen die farbempfindlichen RGB-Fotodioden nicht nebeneinander (wie beim CMOS- oder CCD-Sensor), sondern übereinander und sollen so für eine noch bessere Detailzeichnung und Farbtreue sorgen.

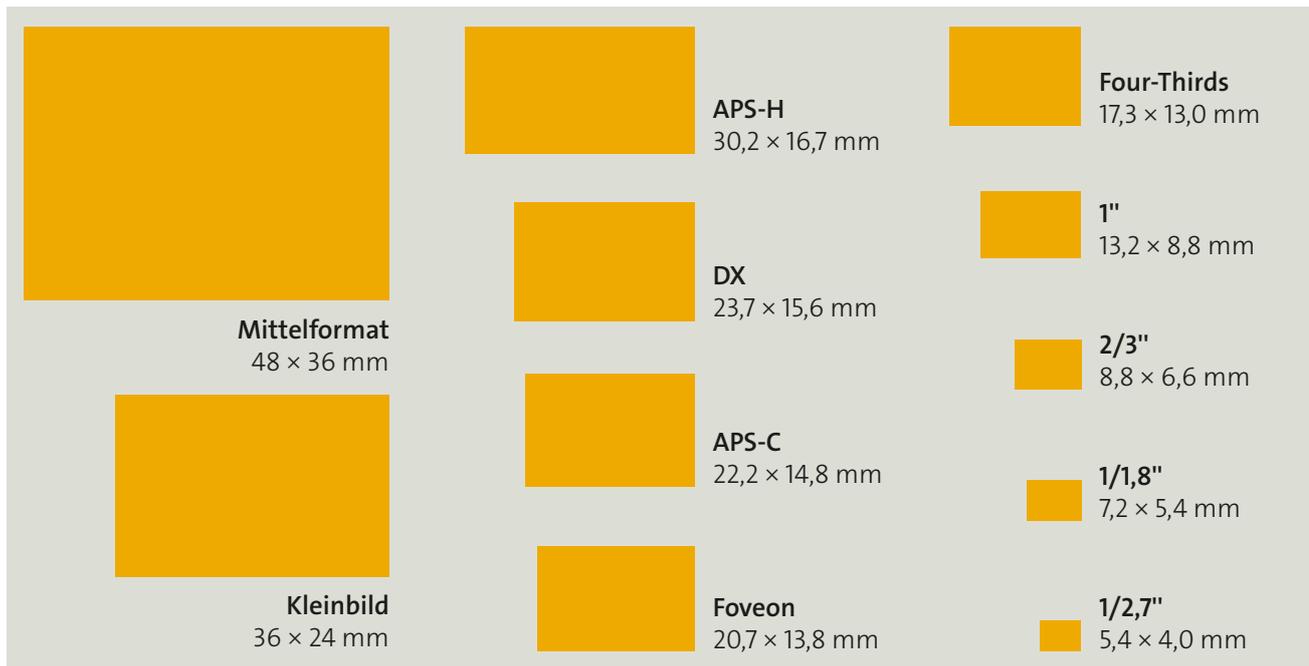
Sensorgröße und Cropfaktor

Im analogen Zeitalter gab es eigentlich nur drei gängige Aufnahmeformate: Kleinbildformat, Mittelformat und Großformat. Im digitalen Zeitalter dagegen gibt es die unterschiedlichsten Sensorgrößen.

Die heutzutage zum Fotografieren eingesetzten Geräte sind nicht nur unterschiedlich groß, sondern genügen auch ganz unterschiedlichen Ansprüchen an das fertige Bild. Dies schlägt sich in der Größe der verbauten Sensoren nieder. Vom Fotohandy über Kompakt- und Bridgekameras, Four-Thirds-Kameras bis hin zu Spiegelreflexkameras bekommen Sie es mit

winzigen oder nahezu riesigen Sensoren zu tun. Eine Übersicht über die tatsächlichen Größen gibt Ihnen die unten stehende Abbildung.

Aber auch bei den Spiegelreflexkameras sind die Sensorgrößen nicht einheitlich. Gängig sind derzeit vor allem zwei Sensorgrößen: APS-C/DX und das Vollformat.



^ Gängige Formate von Kamerasensoren

- Der APS-C-Sensor (oder auch DX-Sensor bei Nikon) wird häufig in Einsteiger- und Semiprofikatras verbaut. Er ist etwa 22×15 mm groß (bei Nikon ca. 23×16 mm) und verfügt über eine Auflösung von bis zu 24 Megapixeln und einen Cropfaktor von 1,5 beziehungsweise 1,6.
- Der Vollformatsensor hat genau die Größe des analogen Kleinbilds – also exakt 24×36 mm – und wird heute in vielen Profikameras verbaut. Er verfügt durch seine Größe über die höchste Bildqualität bei den Spiegelreflexkameras, da die Fotodioden dieses Sensors deutlich größer sind als bei kleineren Sensoren. Dies stellt einen enormen Vorteil dar, vor allem bei schlechten Lichtverhältnissen. Vollformatsensoren haben keinen Cropfaktor und verfügen derzeit über eine Auflösung von bis zu 50 Megapixeln.

INFO

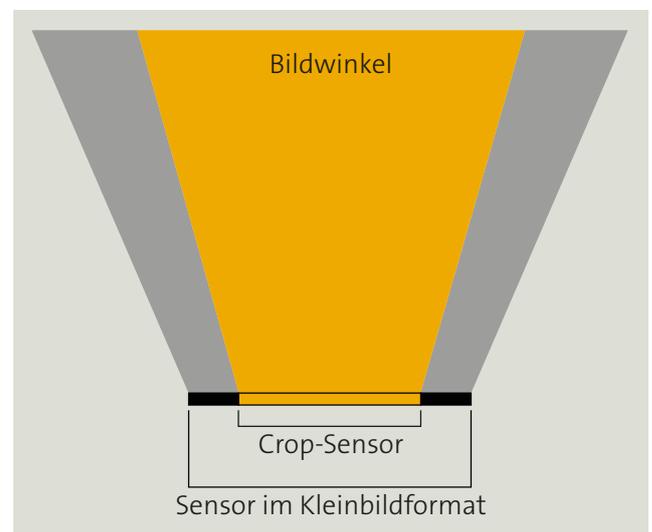
Die Firma Canon hatte bis vor einigen Jahren für die Profimodelle eine weitere Sensorvariante im Angebot: den APS-H-Sensor (Cropfaktor 1,3). Dieser lag in der Größe in etwa zwischen dem APS-C-Sensor und dem Vollformatsensor. Er verfügte über eine Auflösung von 18 Megapixeln.

Für die kleinere Sensorgröße bei den Spiegelreflexkameras gibt es übrigens spezielle Objektive, die für den kleineren Bildbereich konstruiert sind. Sie sind häufig kompakter und auch preislich günstiger. Wer aber mit dem Gedanken spielt, sich in naher Zukunft eine Vollformatkamera zuzulegen, sollte diese Objektive eher meiden. Sie können aufgrund des verkleinerten Bildkreises nicht an den Vollformatkameras genutzt werden. Die speziellen APS-C-Objektive gibt es von nahezu allen Herstellern. Bei Canon sind das beispielsweise die

EF-S-Objektive, bei Nikon haben diese Objektive den Zusatz DX, bei Tamron sind es die Di-II-Modelle und bei Sigma die DC-Optiken.

Cropfaktor

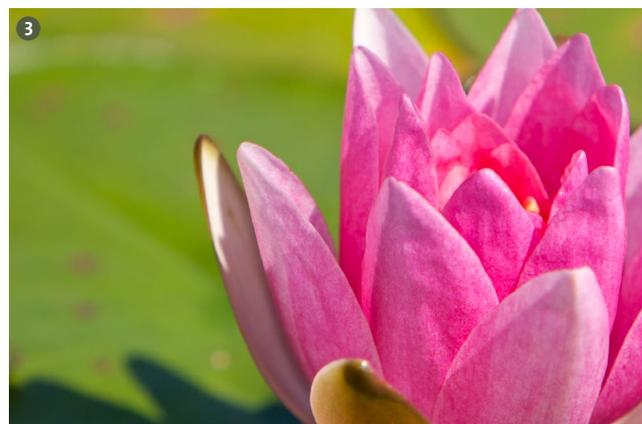
Das klassische Kleinbildformat hat eine Größe von 24×36 mm. Genau so groß war in analogen Zeiten das Negativ oder Dia einer Kleinbildkamera. Nur eine sogenannte *Vollformatkamera* besitzt einen Aufnahmesensor, der genau dieser Größe entspricht. Die meisten Kameras verfügen jedoch über einen kleineren Sensor. Dadurch wird nur ein Teil des vom Objektiv erfassten Bildes auf dem Sensor abgebildet, und zwar so, als ob Sie ins Bild hineinzoomen würden. Je kleiner der Sensor, desto stärker ist dieser Effekt. Die Stärke des Effekts lässt sich durch den Cropfaktor (von englisch *to crop* = beschneiden) bestimmen, der manchmal auch *Verlängerungsfaktor* genannt wird. Dafür müssen Sie den Cropfaktor mit der Brennweite des Objektivs multiplizieren.



▲ Durch den Cropfaktor verengt sich der Bildwinkel, die Brennweite des Objektivs ändert sich aber nicht.

Die Canon EOS 90D zum Beispiel hat einen Cropfaktor von 1,6 und die Nikon D7500 einen von 1,5. Der Cropfaktor sorgt für eine scheinbare Brennweitenverlängerung, das heißt, es wird durch ihn an einer Canon EOS 90D der Eindruck eines 160-mm- statt eines 100-mm-Objektivs erweckt, weil der Bildausschnitt entsprechend größer ist. Dies gilt natürlich auch für Bridge- oder Kompaktkameras ohne Wechselobjektive. Direkt am Objektiv finden Sie normalerweise die Angaben zur tatsächlichen physikalischen Brennweite und in Ihrer Kamerabeschreibung die auf den Cropfaktor umgerechneten Werte, die für Sie beim Fotografieren relevant sind. Der Cropfaktor ist nicht automatisch ein Nachteil, auch wenn er häufig ein etwas höheres Rauschverhalten durch den kleineren Sensor beziehungsweise durch die kleineren Pixel bedingt. In der Wildlife-Fotografie beispielsweise, wo man überwiegend mit möglichst langen Brennweiten arbeitet, ist er sogar ausgesprochen willkommen. Will man dagegen möglichst weitwinklig mit kurzer Brennweite fotografieren, wie in der Landschaftsfotografie, ist der Cropfaktor eher hinderlich.

➤ *Der unterschiedliche Bildausschnitt je nach Cropfaktor der Kamera:*
① Aufnahme mit einer Kamera im Vollformat (36 × 24 mm); ② Aufnahme mit einer Kamera im APS-H-Format (28,1 × 18,7 mm) mit einem Cropfaktor von 1,3; ③ Aufnahme mit einer Kamera im APS-C-Format (22,3 × 14,9 mm) mit einem Cropfaktor von 1,6



Verschluss und Belichtungszeit

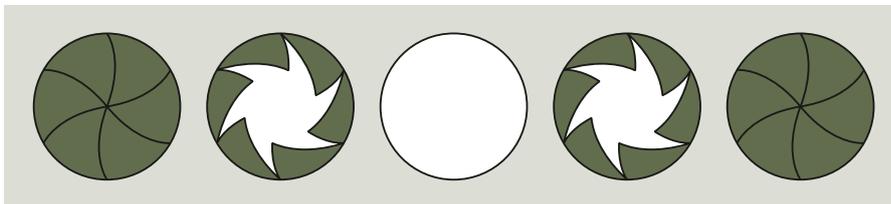
Der Verschluss einer Kamera sorgt dafür, dass während der Belichtung des Bildes das Licht für eine genau definierte Zeit auf den Sensor fällt: die Belichtungszeit.

Um die Belichtungszeit zu realisieren, öffnet sich der Verschluss, der vor dem Sensor sitzt, für eine gewisse Zeitspanne. Dabei gelangt Licht durch das Objektiv auf den Sensor und wird dort in elektromagnetische Signale umgewandelt. Das ist der Grund, weshalb man die *Belichtungszeit* auch *Verschlusszeit* nennt. Während bei Kompaktkameras überwiegend ein sogenannter *Zentralverschluss* zum Einsatz kommt, arbeitet in Spiegelreflexkameras ein *Schlitzverschluss*. Dieser ermöglicht besonders kurze Belichtungszeiten von bis zu 1/8000 s.

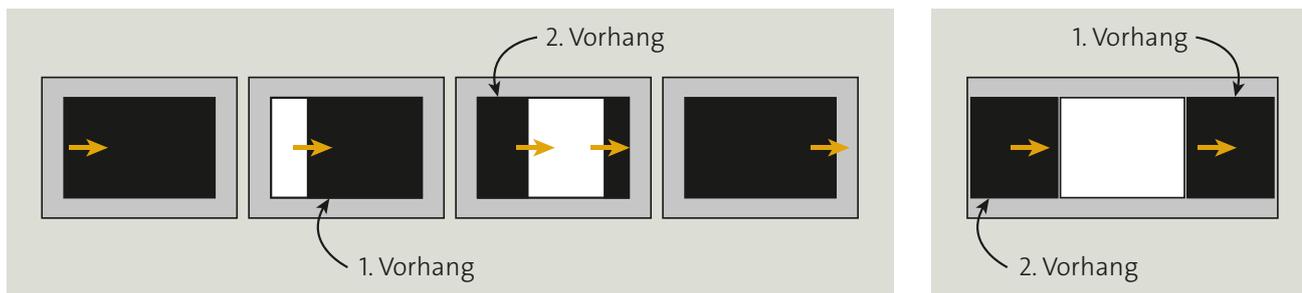
Der Schlitzverschluss besteht aus vertikal, manchmal auch horizontal angeordneten Metalllamellen und liegt direkt vor dem Sensor. Wird der Auslöser gedrückt, klappt bei einer Spiegelreflexkamera zunächst der Spiegel hoch, anschließend öffnet sich der erste Verschlussvorhang und gibt den Sensor frei für das durchs Objektiv einfallende Licht. Am Ende der eingestellten Belichtungszeit verschließt der zweite Verschlussvorhang den Strahlengang wieder, damit kein weiteres Licht auf den Sensor fallen kann.

Bei besonders kurzen Belichtungszeiten unter ca. 1/250 s schließt sich der zweite Verschlussvorhang bereits, während der erste noch gar nicht vollständig geöffnet ist. Dadurch wird lediglich ein schmaler Schlitz für die Belichtung freigegeben, der sich über den Sensor bewegt. Dieser Schlitz hat dem Verschluss auch seinen Namen gegeben.

Wie Sie sich unschwer vorstellen können, bewegen sich die Lamellen mit unglaublicher Geschwindigkeit und sind dabei hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt. Je hochwertiger eine Kamera ist, desto widerstandsfähiger ist auch der Verschluss gebaut. Profikameras sind auf rund 200 000 bis 300 000 Auslösungen ausgelegt, während man für Einsteigermodelle unter Umständen schon nach 80 000 bis 100 000 Auslösungen einen neuen Verschluss benötigt. Das sind aber lediglich Schätzwerte, und die Lebensdauer eines Verschlusses kann selbstverständlich auch deutlich länger sein.



◀ *Der Zentralverschluss öffnet sich ringförmig während der Belichtungszeit.*



⬆ Links: Der Schlitzverschluss gibt während der Belichtungszeit eine spaltförmige Öffnung frei. Je kürzer die Belichtungszeit, desto schmaler ist der Schlitz. Rechts: Nur bei Belichtungszeiten von ca. $1/250$ s oder länger ist der Verschluss während der Belichtungszeit komplett geöffnet und gibt die ganze Sensorfläche frei.

Die Bauweise des Schlitzverschlusses spielt beim Einsatz mit einem Blitzgerät eine besondere Rolle. Studioblitze oder die eingebauten Kamerablitze lassen sich in der Regel nur mit Belichtungszeiten bis maximal $1/250$ s nutzen. Diese Belichtungszeit wird auch als *Blitzsynchronzeit* oder nur *(X-)Synchronzeit* bezeichnet. Dies ist die kürzeste mögliche Belichtungszeit, bei der der Verschluss vollständig geöffnet ist, sodass das Blitzlicht den ganzen Sensor erreichen kann. Ausnahmen bilden Blitzgeräte, die über eine sogenannte

Highspeed-Synchronisation verfügen. Diese können Sie auch mit extrem kurzen Belichtungszeiten von bis zu $1/8000$ s einsetzen. Näheres dazu erfahren Sie im Abschnitt »Die Blitzsynchronzeit verstehen« auf Seite 245.

Spiegellose Kameras

Bei spiegellosen Kameras haben Sie die Wahl, den ersten und zweiten Verschlussvorhang entweder elektronisch oder mechanisch einzustellen. Dabei gibt es drei Möglichkeiten:

- elektronisch-mechanisch
- mechanisch-mechanisch
- elektronisch-elektronisch

Der **Hybridverschluss** arbeitet elektronisch-mechanisch. Genau genommen muss bei den Spiegellosen vor der Belichtung der Sensor »zurückgesetzt«, das heißt ausgeschaltet werden. Danach beginnt die Belichtung und wird durch einen mechanischen zweiten Verschlussvorhang beendet. Das hat den Vorteil, dass das Foto mit nur einem einmaligen Klacken (durch den mechanischen zweiten Verschlussvorhang) aufge-



⬅ So können Bilder aussehen, wenn die Blitzsynchronzeit missachtet wird.



[187 mm | f4 | 1/400 s | ISO 200 | +2/3]

◀ In den allermeisten Aufnahmesituationen werden Sie mit dem Hybridverschluss Ihrer spiegellosen Kamera optimale Ergebnisse erzielen.

nommen werden kann. Zusätzlich gibt es dadurch eine geringere Auslöseverzögerung. Dazu werden Verwacklungen reduziert, da sich zu Beginn der Aufnahme keine mechanischen Bauteile bewegen müssen. Der Hybridverschluss hat aber auch Nachteile. Bei sehr kurzen Verschlusszeiten (ab ca. 1/1000 s) leidet das Bokeh bei offenblendigen Aufnahmen. Die Unschärfe wird optisch weniger ansprechend, fast kantig abgebildet. Und es können sich vor allem bei Kunstlicht Streifen im Bild bilden (*banding*) oder auch Verzerrungen bei sich extrem schnell bewegenden Motiven oder schnellen Kamerabewegungen (*rolling shutter*).

Wird der Verschluss dagegen auf **komplett mechanisch** eingestellt (mechanisch-mechanisch), das heißt sowohl der erste als auch der zweite Verschlussvorhang ist mechanisch, treten zwar die oben genannten Nachteile nicht auf, aber es gibt wiederum andere Nachteile. So entsteht zweimal ein Klickgeräusch, das je nach Aufnahmesituation möglicherweise störend sein kann. Zudem kann es durch die zweimalige Bewegung der Bauteile bei langen Belichtungszeiten zu Verwacklungen kommen und auch die volle Serienbildgeschwindigkeit wird dabei nicht erreicht. Außerdem kommt es natürlich zu höherem Verschleiß des mechanischen Verschlusses, der nur eine bestimmte Anzahl Auslösungen übersteht.

Beim **rein elektronischen Verschluss** (elektronisch-elektronisch) müssen sich gar keine mechanischen Bauteile bewegen, das heißt, die Kamera löst völlig geräuschlos aus. Ohne die Mikro-Erschütterungen des mechanischen Verschlusses besteht auch keinerlei zusätzliche Verwacklungsgefahr, beispielsweise auf dem Stativ. Dennoch gibt es auch hier Nachteile. Der Sensor wird zeilenweise ausgelesen und dadurch kann es bei Kunstlicht zur Streifenbildung und bei schnellen Motiven oder Kamerabewegungen zu Verzerrungen wie schon beim Hybridverschluss kommen.

Keine der drei Varianten hat nur Vorteile. Es kommt also ganz auf Ihre jeweiligen Anforderungen an, wie sie den Verschluss für sich optimal einstellen:

- Fotografieren Sie nicht mit extremen Werten was Belichtungszeit oder Blendenwert angeht, so können Sie problemlos den elektronischen ersten Verschlussvorhang aktiviert lassen und den Hybridverschluss nutzen. Damit kommen Sie in den meisten Aufnahmesituationen gut klar. Der Rolling-Shutter-Effekt oder Streifenbildung bei Kunstlichtern tritt dabei nur sehr selten auf.
- Wenn Sie großen Wert auf ein perfektes Bokeh legen und sehr lichtstarke Objektive nutzen, sollten Sie beide Verschlussvorhänge mechanisch einstellen. Vor allem bei hellen Lichtverhältnissen und daraus resultierenden kurzen Belichtungszeiten ab 1/1000 s bei offener Blende. Auch bei Streifenbildung (durch Kunstlicht) oder bei seltsamen Verzerrungen bei schnellen Bewegungen sollten Sie komplett mechanisch auslösen.
- Liegen weder schnelle Bewegungen noch Kunstlicht vor oder kommt es auf eine völlig geräuschlose Auslösung an, können Sie den komplett elektronischen Verschluss nutzen. Ich persönlich finde es gewöhnungsbedürftig, ganz ohne akustische Rückmeldung zu fotografieren. Ich weiß manchmal nicht, ob ich wirklich ein Bild gemacht habe oder nicht.

WLAN und NFC-Funktion

Digitalkameras mit WLAN, auch Wi-Fi oder Wireless LAN, und NFC (Near-Field Communication), sind mittlerweile fester Bestandteil der Digitalfotografie.

Nahezu jeder Hersteller bietet heute Kameramodelle mit WLAN und NFC an. Auf einen Blick zu erkennen ist eine solche *Smartkamera* an dem Wi-Fi-Zeichen auf dem Kameragehäuse. Diese Kameramodelle übertragen Fotos in Echtzeit auf (nahezu) jedes beliebige Smartphone und unterstützen darüber hinaus die komfortable Steuerung der Kamera aus der Ferne. Die Kamera liefert das qualitativ hochwertige Bildmaterial, und das Smartphone übernimmt dann die Veröffentlichung der Bilder in den sozialen Netzwerken, den E-Mail-Versand oder auch die Bildbearbeitung mit einer der vielen erhältlichen Foto-Apps. Wer seine Kamera mit dem Smartphone steuern will, kann das Handy beispielsweise als Fernauslöser mit Live View für Selbstporträts nutzen. Übertragen werden die Daten dabei über den NFC-Standard, der ähnlich wie Bluetooth funktioniert. Die Besonderheit bei NFC ist, dass die beiden miteinander kommunizierenden Geräte räumlich nur wenige Zentimeter entfernt sein dürfen. Die Übertragungsrate von maximal 424 KByte/s ist zwar nicht allzu schnell, reicht aber aus, um auch hochauflösende Daten in wenigen Sekunden zu übertragen. Die zwingende räumliche Nähe zwischen Sender und Empfänger macht die Technik dabei weitgehend abhörsicher. Ist ein WLAN verfügbar, können die Smartkameras auch direkt mit dem Internet verbunden werden und somit ohne den Umweg über ein Mobiltelefon Fotos

per E-Mail verschicken, Bilder in sozialen Netzwerken veröffentlichen oder auf dem Fernseher eine drahtlos übermittelte Diashow präsentieren.

Neben den Smartkameras sind heute fast alle Arten von Kameras serienmäßig mit WLAN- und/oder NFC-Funktionalität ausgestattet. Damit lassen sich die Bilder drahtlos auf den PC oder das Smartphone übertragen, und die Kamera kann mit einer Remote-App per PC, Smartphone oder Tablet ferngesteuert werden. Dabei wird das Live-View-Bild übertragen, und die wichtigsten Kameraparameter können aus der Ferne eingestellt werden (siehe auch Abschnitt »Die Kamera fernsteuern« auf Seite 231).

TIPP

Falls Sie eine ältere Kamera besitzen, die noch nicht über eine integrierte WLAN-Funktion verfügt, können Sie diese ganz einfach mittels einer speziellen SD-Karte nachrüsten. Diese Karten (Eyefo oder Toshiba FlashAir) speichern Ihre Bilder wie eine herkömmliche SD-Karte. Zusätzlich verfügen sie über ein WLAN-Modul, mit dem Sie über eine App/Software Ihre Bilder drahtlos auf Ihr Tablet, Smartphone oder den PC übertragen können.

Die Immer-dabei-Kamera: das Fotohandy

Es gibt die unterschiedlichsten Arten von Kameras: von ganz klein und leicht bis sehr groß und schwer. Wer es ganz leicht haben will, steigt mit dem Handy ein.

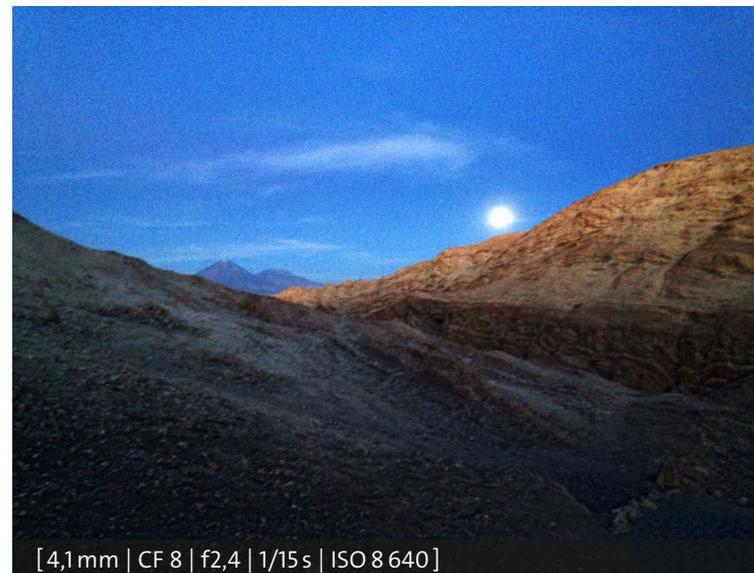
Für eine professionelle Fotografin oder einen professionellen Fotografen ist eine Handykamera sicher keine ernst zu nehmende Kamera. Aber sie hat einen ganz entscheidenden Vorteil: Sie ist immer mit dabei. Und dank vieler interessanter Apps können Sie sogar richtig ausgefallene und auch schöne Sachen damit machen. Bilder im Vintagelook, Bildcollagen oder tolle Panoramafotos sind ein Kinderspiel. Heutzutage gibt es praktisch kein Handy ohne eingebaute Kamera mehr. Auflösungen von bis zu 23 Megapixeln stehen den »richtigen« Kameras in nichts mehr nach und reichen für die gängigsten Einsatzbereiche vollkommen aus. Die Bilder lassen sich in Echtzeit per E-Mail versenden oder in den zahlreichen sozialen Netzwerken veröffentlichen. So können Sie die Familie daheim auch aus den entferntesten Winkeln der Erde mit tagesaktuellen Urlaubsbildern versorgen.

Moderne hochwertige Handys wie beispielsweise das aktuelle iPhone verfügen mittlerweile sogar über mehrere Objektive. Hier gibt es ein echtes Weitwinkel-

objektiv mit 14 mm (umgerechnet auf das Kleinbildformat), ein gemäßigtes Weitwinkel mit 26 mm und eine Normalbrennweite mit 52 mm, die unterschiedliche Bildwinkel ohne Interpolation ermöglichen. Von einem echten Tele ist man mit 52 mm natürlich noch weit entfernt, aber es ermöglicht eine Verdoppelung der Brennweite, ohne die Bilddaten zu interpolieren.

Die Kamerasensoren in Handys sind logischerweise extrem klein – noch deutlich kleiner als die bereits winzigen Kamerasensoren in den Kompaktkameras. Auf diese kleine Fläche werden dann unter

➤ *Eine Nachtaufnahme, die mit einem älteren Handy entstanden ist. Bei Motiven mit schlechter Beleuchtung gerät der Sensor eines Handys schnell an seine Grenzen.*



[4,1 mm | CF 8 | f2,4 | 1/15 s | ISO 8 640]

Umständen 20 oder mehr Megapixel gequetscht. So dürfen Sie von Ihrem Handy oder Smartphone auch keine Bildqualität erwarten, wie Sie sie von modernen Bridge- oder gar Spiegelreflexkameras gewohnt sind. Bildrauschen ist vor allem bei schlechten Lichtverhältnissen zu erwarten (mehr zum Rauschen erfahren Sie im Abschnitt »ISO-Wert« auf Seite 99). Aber natürlich machen Handybilder Spaß, sind kinderleicht aufzunehmen, und Sie verpassen damit garantiert nie wieder eine tolle Fotogelegenheit.

Bei den meisten Handykameras lassen sich bei der Aufnahme die Einstellungen verändern. Bewusstes Über- oder Unterbelichten, die Wahl des Fokus- beziehungsweise Belichtungspunktes oder die Auswahl einer bestimmten Blende oder Belichtungszeit sind je nach Modell möglich. Mit ausgewählten Kamera-Apps wie beispielsweise ProCamera lassen sich viele Parameter bereits sehr detailliert einstellen, fast wie



▲ *Moderne Handys verfügen über mehrere Objektive mit unterschiedlichen Brennweiten. (Bild: 171046775 © Franz1212, Dreamstime.com)*

➤ *Ein Landschaftsmotiv vom gleichen Standort aus mit den drei unterschiedlichen Objektiven eines aktuellen iPhone aufgenommen.*



bei einer »richtigen« Kamera. Für alle, die viel mit dem Handy fotografieren, eine durchaus sinnvolle Investition.

Die Bildqualität der Handykameras wird generell immer besser, und auch Features wie eine HDR-Funktion oder ein Porträtmodus mit geringer Schärfentiefe ermöglichen vor allem bei guten Lichtverhältnissen gute Ergebnisse. Beachten Sie aber beim Porträtmodus, dass die geringe Schärfentiefe nicht optisch, sondern durch eine Software erzeugt wird und nicht mit einem lichtstarken Objektiv einer »richtigen« Kamera zu vergleichen ist.

So gut wie alle aktuellen Smartphones verfügen über eine eingebaute Panoramafunktion, oder Sie nutzen einfach eine der zahlreichen erhältlichen Panorama-Apps. Mit etwas Übung und einer ruhigen Hand lassen sich damit mühelos tolle Panoramabilder aufnehmen, die mit einer »richtigen« Kamera und der anschließenden notwendigen Bildbearbeitung deutlich aufwendiger wären. Dabei werden nach der

Aufnahme mehrere Bilder zu einem großen Panoramabild zusammengefügt. Ein Pfeil im Display sorgt dafür, dass die Kamera bei der Aufnahme möglichst gerade gehalten wird.

TIPP

Mein Smartphone nutze ich übrigens nicht nur als praktische Schnappschusskamera, sondern auch als besonders platzsparende und Immer-dabei-Ablage für alle Bedienungsanleitungen im PDF-Format meiner Kameras, Blitzgeräte etc. So kann ich überall auf alle Informationen zugreifen, falls einmal irgendetwas blockieren sollte oder ich etwas auf die Schnelle nachlesen möchte. Bedienungsanleitungen für alle aktuellen Kameramodelle und das entsprechende Zubehör finden Sie in der Regel auf den Webseiten der Hersteller.

[4 mm | CF 8 | f1,8 | 1/1000 s | ISO 50]



▲ *Der imposante Schlossplatz in St. Petersburg lässt sich mit einer Panoramaaufnahme besonders eindrucksvoll einfangen. Fünf bis sieben Einzelaufnahmen werden dabei von der Kamera (hier ein iPhone) in Sekundenschnelle und vollautomatisch zu einem riesigen Panoramabild zusammengefügt.*

INTERESSANTE FOTO-APPS

Mittlerweile gibt es eine riesige Anzahl von guten und sinnvollen Apps für Smartphones aller Art. Hier ein paar ausgewählte Apps, die ich besonders gut und nützlich finde. Einige sind unter Umständen nur für iOS erhältlich. Das Angebot für Foto-Apps für alle Plattformen wächst aber ständig, und es lohnt sich, regelmäßig bei App Store und Co. vorbeizuschauen.

- **Instagram:** Mit der kostenlosen Foto-App für iOS- und Android-Mobilgeräte können Sie Fotos aufnehmen und verfremden und direkt über die Instagram-Plattform hochladen. Die mit Instagram aufgenommenen Fotos haben in Anlehnung an die Instamatic von Kodak und Polaroidkameras eine quadratische Form.
- **Hipstamatic:** Die Foto-App gibt es derzeit nur für mobile Apple-Geräte. Sie ahmt eine analoge Fotokamera nach und liefert auch Bilder im quadratischen Format. Dafür sind zahlreiche unterschiedliche Linsen



▲ Ein typischer Urlaubsschnappschuss aus Paris, entstanden mit dem iPhone: dank Vintage-look von »Hipstamatic« mit Retrorahmen und pastelligen Farben ein gelungenes Foto

und Filmarten erhältlich, mit denen Sie so ziemlich jeden analogen Look aus allen Epochen der Fotografie nachahmen können.

- **ProCamera:** Die iPhone-App bietet zahlreiche Zusatzfeatures für die Handykamera, dazu gehören eine elektronische Anti-Shake-Funktion, Selbstauslöser, schneller Serienbildmodus, manuelle Festlegung des Fokuspunktes, manuelle Belichtungskorrektur für einen bestimmten Bildbereich, Bildnachbearbeitung, HDR-Aufnahmen und vieles mehr.
- **PhotoToaster:** Wer seine Bilder gern sofort im Handy bearbeiten möchte, erhält mit dieser App eine gute Möglichkeit, seine Bilder zu optimieren. Von Kontrast und Belichtung über Farbtemperatur bis hin zu Schärfe und Farbsättigung bleibt hier praktisch kein Wunsch offen.
- **Hyperfokal:** Mit dieser App können Sie im Handumdrehen die hyperfokale Distanz und die Schärfentiefe für Ihre Aufnahme in Abhängigkeit von Brennweite, Blende und Kameramodell errechnen. Besonders nützlich ist dies in der Landschaftsfotografie.
- **Exposure Calc:** Möchten Sie Aufnahmen mit über 30 Sekunden Belichtungszeit im sogenannten *Bulb-Modus* machen, müssen Sie die korrekte Belichtungszeit normalerweise selbst ausrechnen. Die Belichtungsautomatik Ihrer Kamera können Sie dabei nicht nutzen. Mit dieser App können Sie die korrekten Werte von Zeit, Blende und ISO ganz einfach ermitteln.
- **Collaged:** Eine umfangreiche Auswahl von Layouts für Bildcollagen steht in dieser App zur Verfügung, die Sie schnell und unkompliziert mit den eigenen Handyaufnahmen füllen können.
- **The Photographer's Ephemeris (TPE):** Dies ist ein tolles Tool für alle Fotografen, die möglichst bei bestem Licht fotografieren möchten. Mit dieser iOS-App kön-



▲ Ein Kugelpanorama ermöglicht einen Bildwinkel von waagrecht 360° und 180° horizontal. Direkt in der App kann man die Perspektive im Bild beliebig verändern.

nen Sie für jeden Ort der Welt genau den Zeitpunkt von Auf- und Untergang von Sonne und Mond sowie deren genauen Winkel bestimmen. So können Sie beispielsweise Ihre Landschaftsaufnahmen exakt planen und sind immer zum richtigen Zeitpunkt vor Ort.

- **360°/Panorama/Autostitch:** Praktisch alle aktuellen Handys verfügen bereits über eine eingebaute Panoramafunktion. Mit dieser App können Sie aber sogar 360°-Rundumsichten oder sogenannte *Kugelpanoramen* erstellen. Bei einem solchen sphärischen Panorama werden sämtliche Blickwinkel wiedergegeben, die von einem bestimmten Standpunkt aus sichtbar sind. Auf solchen Fotografien wird also ein Bildwinkel von 360° in der Breite und 180° in der Höhe wiedergegeben
- **Adobe Lightroom/Photoshop Express:** Die beliebten Adobe-Programme gibt es in abgespeckter Form auch für das Handy. Damit können Sie ganz einfach Bilder verwaltet und bearbeiten. Sogar RAW-Dateien können Sie damit bearbeiten. Diese können Sie übrigens im Adobe Format .dng direkt in der Lightroom-App aufnehmen.

- **Sun Seeker/Moon Seeker:** Mit diesen beiden Apps können Sie Position und Verlauf von Sonne und Mond für einen bestimmten Standort exakt bestimmen und so Ihr Fotoshooting optimal vorbereiten. Besonders toll ist auch die Ansicht mit Google Street View, die den Verlauf besonders realistisch anzeigt.
- **TiltShift:** Wer den Miniatur-Look von Tilt-Shift-Objektiven toll findet, kann diesen jetzt auch am Handy sehr überzeugend simulieren.
- **Blendeo oder Spectre Kamera:** Mit diesen Apps können Sie echte Langzeitbelichtungen von 1/30 s bis zu 5 Minuten Belichtungszeit mit Ihrem Handy realisieren. Dazu sollte das Handy natürlich auf einem Stativ oder ähnlichem befestigt sein.
- **Photo Investigator:** Mit dieser App kann man sich den Aufnahmestandort jeder Handyaufnahme exakt in einer Kartenansicht anzeigen lassen. Das ist besonders hilfreich, wenn Sie sich beispielsweise im Outback befinden und nicht direkt in der Nähe einer Stadt, da viele Handys nur den nächstgelegenen Ort oder Stadt anzeigen.



◀ Mit einer speziellen App lässt sich der genaue Standort auf einer Karte anzeigen und exakt bestimmen.

Praktisch und handlich: die Kompaktkamera

Kompaktkameras sind genau wie Handykameras sehr klein, handlich, meistens sehr einfach zu bedienen, und sie eignen sich ebenso wie Handys ideal als Immer-dabei-Kamera.

Einfachste Kompaktkameras sind bereits für rund 50 € zu haben. Sie verfügen über ein fest eingebautes Objektiv mit 3- bis 4-fach-Zoom. Hochwertige Kameras bieten sogar bis zu 30-fach-Zooms, die einer auf Vollformatsensoren umgerechneten Brennweite (siehe auch »Sensorgröße und Cropfaktor« auf Seite 36 in diesem Kapitel) von ca. 24 bis 720 mm entsprechen. Damit lassen sich die häufigsten fotografischen Alltagssituationen bestens meistern. Allerdings sind mit diesen Kameras keine echten Weitwinkelaufnahmen möglich, dafür würde man Brennweiten von rund 20 mm oder weniger benötigen, und solche Kameras sucht man leider vergebens. Ein eingebauter Bildstabilisator und eine HD-Videofunktion gehören in der mittleren bis oberen Preisklasse bereits zum Standard, und immer mehr Modelle punkten sogar schon mit Videos in 4K-Maßen (ca. 4 000 × 2 000 Pixel). Die Auflösung liegt je nach Modell bei etwa 8 bis 20 Megapixeln. Damit lassen sich selbst Abzüge in Postergröße herstellen.

In puncto optischer Sucher heißt es bei den meisten Kompaktkameras: Fehlanzeige. Dafür verfügen sie über ein großes Display auf der Rückseite, das als Sucher (Live View) und gleichzeitig zum nachträglichen Betrachten der Bilder dient. Bei den aktuellen Modellen ist dieses Display zusätzlich ein Touchscreen, mit dem Sie die wichtigsten Kameraeinstellungen ganz intuitiv vornehmen können.

Bauweisebedingt ist der Kamerasensor bei Kompaktkameras relativ klein, und gerade wenn die Kamera über eine sehr hohe Auflösung verfügt, sind der Bildqualität dieser Kamerazwerges starke Grenzen gesetzt. Bei guten Lichtverhältnissen liefern sie eine sehr gute Bildqualität mit angemessener Schärfe und Farbwiedergabe. Bei schlechten Lichtbedingungen dagegen können die winzigen Sensoren mit denen der großen Kamerabrüder nicht mehr mithalten. Auf einer extrem kleinen Fläche sind Tausende winziger Fotodioden angebracht – je kleiner diese Dioden sind, desto weniger lichtempfindlich sind sie. Vor allem bei geringer Helligkeit müssen die Signale dann elektronisch verstärkt werden, indem



▲ Eine typische Kompaktkamera mit einem 15-fach-Zoomobjektiv. Umgerechnet entspricht das in etwa einer Brennweite von 24 bis 360 mm. (Bild: Panasonic)

der ISO-Wert erhöht wird (mehr zum ISO-Wert im Abschnitt »ISO-Wert« ab Seite 99). Das Resultat sind ein starkes Bildrauschen, matschige Farben und eine geringe Schärfe. Je kleiner der Kamerasensor und je höher die Auflösung dabei, desto stärker tritt dieser Effekt ein. ISO-Werte über 800 sollten Sie an einer Kompaktkamera deshalb möglichst vermeiden.

Ebenfalls durch den extrem kleinen Sensor bedingt ergibt sich ein starker Cropfaktor (mehr dazu unter »Sensorgröße und Cropfaktor« auf Seite 36 in diesem Kapitel). Eine physikalische Brennweite von 5 mm erhält dadurch den Bildwinkel einer 28-mm-Brennweite. Daraus ergibt sich selbst bei weit geöffneter Blende eine sehr große Schärfentiefe. Das heißt, das Bild ist eigentlich immer von vorn bis hinten scharf, und ein kreativer Umgang mit der Schärfentiefe durch unterschiedlich scharfe Bildteile ist deshalb nur bedingt möglich. Bei Landschaftsaufnahmen oder bei Makroaufnahmen ist das durchaus ein Vorteil, bei Porträts dagegen, bei denen ein möglichst unscharfer Hintergrund wünschenswert ist, führt dies zu wenig zufriedenstellenden Ergebnissen. Mittlerweile gib es aber auch Kompaktkameras mit einem größeren Sensor, der diesen Nachteil etwas ausgleicht und auch das Rauschverhalten deutlich verbessert.



[21,6 mm | CF 5,6 | f5 | 1/640 s | ISO 80]

◀ *Freigestellte Porträts mit geringer Schärfentiefe sind mit einer Kompaktkamera mit sehr kleinem Sensor selbst bei maximal geöffneter Blende leider kaum möglich.*

[5 mm | CF 5,6 | f8 | 1/1000 s | ISO 1600]



➤ *Ein Winterbild an einem grauen, wolkenverhangenen Tag – aufgenommen mit einer Kompaktkamera mit ISO 1600. Das Bild wirkt matschig-grau, insgesamt unscharf, und das Bildrauschen ist enorm.*

Für die Actionfotografie sind Kompaktkameras nur eingeschränkt sinnvoll, denn das Scharfstellen (Fokussieren) geht relativ träge vonstatten, und sie verfügen zudem über eine verhältnismäßig starke Auslöseverzögerung. Das ist die Zeit, die zwischen dem Drücken des Auslösers und der Aufnahme verstreicht. Das heißt, Sie fotografieren nur selten den Moment, den Sie beabsichtigt hatten. Versuchen Sie einmal, einen herumtollenden Hund mit der Kompaktkamera zu verfolgen und zum richtigen Zeitpunkt scharfe Bilder zu machen. Sie werden schnell sehen, was ich meine.

Je nach Modell bieten Kompaktkameras unterschiedlichste Einstellmöglichkeiten. Die einfacheren Modelle bieten sehr wenige Optionen und können Bilder oft nur im JPEG-Format aufnehmen. Hier heißt es anschalten, fokussieren und abdrücken. Die etwas hochwertigeren Modelle bieten hingegen fast die gleichen vielfältigen Einstellmöglichkeiten wie Spiegelreflexkameras. Hier können Sie Belichtungszeit und Blende individuell einstellen oder auch manuell fotografieren und Ihre Bilder im RAW-Format aufnehmen.

Guter Kompromiss: die Bridgekamera

Die sogenannten Bridgekameras stellen einen guten Kompromiss zwischen Handlichkeit, einfacher Bedienbarkeit und überzeugender Bildqualität dar.

Etwas größer und schwerer als die Kompaktkameras lassen sich Bridgekameras immer noch gut mitnehmen und erreichen dennoch eine ansprechende Bildqualität. Sie bilden quasi den Übergangsbereich zwischen den kompakten Digitalkameras und den Spiegelreflexkameras und verfügen über Vorteile aus beiden Welten. Optisch und bedienungstechnisch orientieren sie sich stark an den Spiegelreflexkameras. Ihr Objektiv ist dennoch fest verbaut und kann nicht wie bei den Spiegelreflexkameras gewechselt werden.

Das Objektiv verfügt im Regelfall über einen sehr großen Brennweitenbereich. Es gibt Modelle mit 12-fachen bis hin zu 20-fachen Zooms. Das entspricht

einer Brennweite von ca. 28 bis 560 mm im Kleinbildformat. Nikon führt beispielsweise ein Spitzenmodell mit einem fast märchenhaft anmutenden 83-fachen Zoomobjektiv (entspricht einer Brennweite von 24 bis 2000 mm). Da bleiben brennweitentechnisch keinerlei Wünsche offen. Die mittlerweile fast standardmäßig eingebauten hochwertigen Bildstabilisatoren sorgen zudem für verwacklungsfreie, scharfe Bilder selbst im extremen Telebereich (hohe Brennweite) oder bei schlechten Lichtverhältnissen. Diese Ausstattungsmerkmale machen die Bridgekameras zum idealen Begleiter: egal ob im Urlaub, im Zoo oder auf dem Spielplatz.



◀ Eine Bridgekamera mit 60-fachem optischem Zoom, die sehr stark an eine Spiegelreflexkamera erinnert und einen unglaublichen Brennweitenbereich von 20 bis 1200 mm bietet (Bild: Panasonic)



[5 mm | CF 5,6 | f4 | 1/800 s | ISO 80]



[70 mm | CF 5,6 | f5,9 | 1/500 s | ISO 80]

▲ Links: Das Bild einer Bridgekamera mit 14-fachem Zoom bei maximaler Weitwinklereinstellung von 5 mm Brennweite (umgerechnet 28 mm). Rechts: Der Bildausschnitt vom gleichen Standpunkt aus bei maximaler Teleeinstellung des Objektivs bei 70 mm (umgerechnet 392 mm). Im linken Bild ist der Bildausschnitt, der herangezoomt wurde, durch einen Rahmen markiert.

Optisch mag die Bridgekamera vielleicht sehr einer Spiegelreflexkamera ähneln. Im Inneren versteckt sich aber vor allem bei älteren Modellen oftmals ein ebenso kleiner Sensor wie in den Kompaktkameras mit denselben Schwächen bei geringer Helligkeit. Neuere Modelle verfügen dagegen häufig über einen etwas größeren Sensor, einen sogenannten 1"-Sensor (ca. 9×13 mm), der durchaus gute Werte beim Rauschverhalten erzielt. Im Gegensatz zu den Kompaktkameras haben viele Bridgekameras aber einen elektronischen Sucher. Sie sind ähnlich wie die Spiegelreflexkameras mit Tasten für die Auswahl des Belichtungsprogramms, Vier-Wege-Navigatoren und Einstellrädern für die schnelle Kamerabedienung ausgestattet. Der Zoom

wird allerdings meist durch eine Taste oder Wippe gesteuert und nicht durch manuelles Drehen oder Ziehen am Objektiv.

Die Bedienung ist einfach und unkompliziert, denn zahlreiche Motivprogramme erleichtern Einsteigern die Handhabung. Wer allerdings die einzelnen Parameter wie Blende, Belichtungszeit und ISO-Wert lieber selbst einstellen möchte, kann das selbstverständlich manuell durchführen. Auch im Bereich Video sind die Bridgekameras mit hochwertigen Bewegtbildern in Full HD mit 1920×1080 Pixeln oder sogar 4K mit ca. 4000×2000 Pixeln zu Hause und machen herkömmlichen Camcordern ernsthafte Konkurrenz.

Kompakt und vielseitig: die Systemkamera

Wer die hohe Bildqualität und die vielfältigen Einstellmöglichkeiten von Spiegelreflexkameras mit den kompakten Abmessungen einer Kompaktkamera verbinden möchte, für den empfiehlt sich eine spiegellose Systemkamera.

Systemkameras werden heute von nahezu allen Kameraherstellern angeboten und bieten oft einen genauso großen Bildsensor wie Spiegelreflexkameras sowie ein Bajonett, das Wechselobjektive aufnimmt. Gleichzeitig verzichten sie aber auf den Schwingspiegel und ein Sucherprisma – die typischen Bauelemente einer Spiegelreflexkamera – und können dadurch wesentlich kompakter und kleiner gebaut werden.

Anstelle eines optischen Suchers bieten die Systemkameras einen elektronischen Sucher (gewissermaßen eine Mini-Videokamera) und ein Kameradis-

play mit Live View. Per Adapter lassen sich zahlreiche Objektive von Spiegelreflexkameras verwenden. Das macht die kleinen Systemkameras zum perfekten Zweitgehäuse für Besitzer von Spiegelreflexkameras, wenn einmal das kleine Gepäck gefragt ist. Ansonsten gibt es je nach Hersteller eine unterschiedlich große Auswahl an Objektiven für viele Einsatzzwecke.

Der im Vergleich zur kompakten Kameraklasse relativ große Sensor der Systemkameras garantiert eine hohe Bildqualität mit geringem Bildrauschen. Einige Hersteller setzen auf Sensorgrößen nach dem sogenannten *Four-Thirds-Standard*. Andere Hersteller verwenden in ihren Systemkameras Sensoren im APS-C-Format, und es gibt zahlreiche Systemkameras mit großem Vollformatsensor (mehr dazu im Abschnitt »Sensorgröße und Cropfaktor« auf Seite 36 in diesem Kapitel). Die neuesten Systemkameras können heute sowohl im Bereich des Autofokus als auch bei der Bildqualität absolut mit den Spiegelreflexkameras mithalten. Ihr Autofokus arbeitet dabei aufgrund des Live Views mit einer Kontrastmessung und nicht wie bei den Spiegelreflexkameras mit einem Phasenvergleich. Diese Methode war früher deutlich langsamer als der Phasenvergleich, ist allerdings bei den aktuellen Kameramodellen vergleichbar schnell und kann auch in der Action- und Sportfotografie gut eingesetzt werden.



▲ *Klein, leicht und stylish: Die aktuellen Systemkameras überzeugen durch handliche Abmessungen und gute Bildqualität. (Bild: Nikon)*



◀ Mit einem Adapter ① lassen sich an den Systemkameras die Objektiv der großen Spiegelreflexkameras nutzen und erweitern damit die verfügbaren Brennweiten um ein Vielfaches. (Bild: Canon)

Die aktuellen Systemkameras sind kleine Technikwunder und laufen mittlerweile den größeren und schwereren DSLRs den Rang ab. Es wird sich in den nächsten Jahren vermutlich noch viel tun, und dieser Kameratyp wird besonders stark von technischen Innovationen profitieren. Ob sich der Four-Thirds-Standard durchsetzen wird, der eine herstellerunabhängige Verwendung

der Objektiv ermöglicht, oder ob die einzelnen Hersteller eigene Wege gehen werden, wird sich zeigen. Auf jeden Fall wird sich die Technik noch weiter verbessern und die großen und schweren Spiegelreflexkameras möglicherweise auf lange Sicht verdrängen.

Die Systemkameras stellen heute einen qualitativ gleichwertigen Ersatz für Spiegelreflexkameras dar. In puncto Bildqualität sind praktisch keine Unterschiede mehr erkennbar und im Videobetrieb beispielsweise haben Systemkameras häufig sogar mehr zu bieten. Sie sind auf jeden Fall eine handliche und leichte Alternative für die meisten Anwendungsbereiche.



▲ Gerade für Reisen und Ausflüge in die Natur sind Systemkameras ideal. Sie sind weniger sperrig und schwer als Spiegelreflexkameras und meistern trotzdem die meisten Aufnahmesituationen mit exzellenten Bildergebnissen.

TIPP

Lassen sich Fremdoobjektive oder rein mechanische Objektiv wie beispielsweise ein Lensbaby mit dem Adapter nicht auslösen, können Sie im Normalfall bei Ihrer Kamera eine Funktion aktivieren, mit der die Kamera auch ohne ange-setztes Objektiv auslöst. Danach können Sie Ihr Objektiv wie gewohnt nutzen.

Qualität für Anspruchsvolle: Spiegelreflexkameras

Für viele anspruchsvolle Fotografinnen und Fotografen kommt nur eine Spiegelreflexkamera in Frage. Sie verspricht nach wie vor maximale Bildqualität bei optimaler Bedienbarkeit.

Eine Spiegelreflexkamera verfügt über ein Gehäuse, das nicht an eine Spielzeugkamera erinnert, und das Klacken des Spiegels beim Fotografieren lässt sich einfach mit nichts anderem vergleichen. So fühlt und hört sich »echtes« Fotografieren an. Und wer erst einmal eine Spiegelreflexkamera sein Eigen nennt, wird vermutlich nur selten wieder zu einer kleineren Kamera zurückkehren. Die Spiegelreflexkamera liegt dank ihrer Größe und ihres Gewichts gut in der Hand und bietet sowohl für Einsteiger als auch für den anspruchsvollsten Profi das perfekte Werkzeug.

Ein klappbarer Spiegel vor dem Sensor lenkt bei der Spiegelreflexkamera das ins Objektiv fallende

Licht nach oben auf die Suchermattscheibe, von wo es über ein Prisma in das sogenannte *Okular* weitergeleitet wird. Wenn Sie in dieses Sucherokular schauen, erscheint das Sucherbild klar und hell. Je nach Kameramodelle entspricht es ca. 95 oder sogar 100% des tatsächlichen Bildausschnitts. So können Sie sicher sein, dass der sichtbare Bildausschnitt auch tatsächlich das spätere Bild wiedergibt.

TIPP

Auch wenn es paradox klingt: Eine größere und schwerere Kamera lässt sich wesentlich leichter ruhig halten als eine kleine und leichte – vor allem, wenn Sie ein großes und schweres Objektiv einsetzen. Nehmen Sie deshalb beim Kauf unbedingt die verschiedenen Modelle mit angesetztem Objektiv in die Hand. Welches Modell liegt besser in der Hand, bei welcher Kamera können Sie die Tasten gut bedienen? Ein zusätzlicher Batteriegriff, der für viele Modelle angeboten wird, macht die Kamera noch griffiger und bietet einen zusätzlichen Hochformatauslöser. Dieser macht das Fotografieren im Hochformat deutlich angenehmer und bietet darüber hinaus Platz für eine weitere Batterie.



▲ *David gegen Goliath: Selbst bei Spiegelreflexkameras gibt es enorme Unterschiede, was Größe und Ausstattung der einzelnen Kameramodelle betrifft.*

Beim Auslösen klappt der Spiegel nach oben – dabei entsteht das typische Klacken – und gibt so den Weg für die Lichtstrahlen frei, die durch den geöffneten Verschluss auf den Sensor fallen und das eigentliche Bild entstehen lassen. Hier sind allerdings auch Sonderformen möglich. Die Firma Sony beispielsweise verbaut in ihren Spiegelreflexkameras teillichtdurchlässige, feststehende Spiegel (*Translucent-Mirror-Technologie*). Dies resultiert in einer extrem hohen Serienbildgeschwindigkeit, einer Live-View-Vorschau auch im Sucher bei schnellem Phasenautofokus (mehr dazu finden Sie im Abschnitt »Scharfstellen mit dem Autofokus« auf Seite 137) sowie in einer besonders kompakten Gehäuseform.

Moderne digitale Spiegelreflexkameras (DSLRs, das steht für *Digital Single-Lens Reflex*) verfügen über eine derart geringe Auslöseverzögerung, dass sie praktisch keine Rolle mehr spielt. Im Zusammenspiel mit schnellen Serienbildfrequenzen und einem rasanten Autofokus ist eine DSLR deshalb prädestiniert für actionreiche Fotos aller Art. Je nach Modell sind bis zu zehn Bilder

pro Sekunde möglich. Damit verpassen Sie mit Sicherheit kein tolles Motiv mehr.

DSLRs bieten zahlreiche manuelle Einstellmöglichkeiten, und so können Profis und Semiprofis ihre kreativen Ideen ohne jede Einschränkung umsetzen. Für Einsteiger, die noch nicht so versiert sind, stehen darüber hinaus zahlreiche Motivprogramme zur Verfügung. Diese decken die wichtigsten Aufnahmesituationen ab und liefern oft sehr gute Ergebnisse.

Für die DSLRs gibt es mittlerweile eine Objektivauswahl, die keine Wünsche mehr offenlässt. Für jeden Einsatzzweck, Anspruch und Geldbeutel findet sich das passende Objektiv – vom Ultraweitwinkel mit 14 mm Brennweite bis hin zum Extremteleobjektiv mit 800 mm Brennweite. Außerdem können Sie auf umfangreiches Zubehör zurückgreifen – vom Zwischenring für die Makrofotografie über Kabelauslöser bis hin zum Studioblitz. Es gibt keine Aufnahmesituation, für die Sie damit nicht perfekt gerüstet wären.

DSLRs gibt es in drei unterschiedlichen Ausführungen: für Einsteiger, für semiprofessionell Fotogra-



^ Über einen feststehenden, teillichtdurchlässigen Spiegel gelangt Licht auch ohne Hochklappen des Spiegels auf den Sensor und ermöglicht so eine besonders hohe Serienbildgeschwindigkeit. (Bild: Sony)



^ Ein Batteriegriff bietet neben Platz für eine zweite Batterie auch einen besonders komfortablen Hochformatauslöser ①. (Bild: Canon)

fierende und für Profis, die mit der Fotografie ihren Lebensunterhalt verdienen.

1. Einsteigermodelle eignen sich für Anfänger und weniger anspruchsvolle Einsatzbereiche. Diese Modelle bieten mit Hilfe eines Einstellrades einen schnellen Zugriff auf Motivprogramme und verstecken im Gegenzug viele manuelle Einstellungen im Menü, die dann dementsprechend umständlich zu erreichen sind. Sie verfügen über einen eingebauten, aufklappbaren Blitz und sind ab ca. 300 € inklusive Objektiv zu haben.
2. Semiprofessionelle Modelle sind bereits deutlich teurer als die Einsteiger-DSLRs und liegen im Preissegment von ca. 1200 bis 1800 € nur für das Gehäuse. Sie verfügen in der Regel über ein robustes (Magnesium-)Gehäuse, bieten einen schnelleren Serienbildmodus, einen leistungsstärkeren Autofokus, und zudem sind die meisten manuellen Einstellmöglichkeiten einfacher oder sogar über entsprechende Tasten direkt zu erreichen.
3. Die Profimodelle bilden die Oberliga der DSLRs. Sie richten sich an Profifotografinnen und -fotografen und beginnen preislich bei ca. 2000 €. Sie können in dieser DSLR-Klasse aber auch bis zu 8000 € nur für das Gehäuse ausgeben. In der Regel sind Voll-

formatsensoren verbaut, die eine besonders hohe Bildqualität bieten. Eine hohe Auflösung, eine schnelle Serienbildfunktion und ein leistungsfähiger Autofokus selbst bei schwierigsten Lichtverhältnissen bieten Fotoenthusiasten sowie Berufsfotografinnen und -fotografen das ultimative Werkzeug für den Profialltag. Motivprogramme oder gar einen eingebauten Blitz sucht man in dieser Kameraklasse vergebens.

Fazit: Ob es in den nächsten Jahren noch Spiegelreflexkameras geben wird oder ob sie komplett vom Markt verschwinden werden, wird man sehen. Nachdem aber Canon zur Olympiade 2020 noch eine neue Version ihres Flaggschiffes 1DX mit wirklich sensationellen Features herausgebracht hat, bleibt es spannend, was die Zukunft bringt.



▲ Für DSLRs (und spiegellose Systemkameras) gibt es heute eine fast unendliche Vielzahl an unterschiedlichen Objektiven, die keine Wünsche offenlassen. (Bild: Canon)

◀ Ein Bild mit derart geringer Schärfentiefe lässt sich nur mit einer Kamera mit großem Sensor und einem enorm lichtstarken Objektiv bewerkstelligen. Zudem ist ein besonders sorgfältiges Scharfstellen wichtig.



Actionkameras für Spezialaufgaben

Im Sport- und Actionbereich kommen seit einigen Jahren kleine, leichte und vor allem robuste, oft auch wasserdichte Kameras zum Einsatz, die sogenannten Actionkameras.

Actionkameras können Sie am Skihelm oder am Fahrradlenker befestigen, an einem Quadrocopter, am Surfbrett, und Sie können sie sogar unter Wasser benutzen – die Einsatzgebiete sind nahezu unbegrenzt. Sie werden überwiegend für Videoaufnahmen eingesetzt, können aber natürlich auch normale Fotos aufnehmen. Diese Kameras sind in der Regel mit Weitwinkelobjektiven (kurze Brennweite) ausgestattet, sodass Sie auch ohne Kontrolle des Bildausschnitts gelungene Aufnahmen machen können. Die High-End-Modelle übertragen sogar per Funkverbindung das Sucherbild auf ein Smartphone oder Tablet, sodass Sie über Live View verfügen und Ihre Aufnahme optimal gestalten können.

Eine große Auswahl an Befestigungsoptionen steht für die unterschiedlichsten Einsatzbereiche zur

Verfügung. Einige Modelle sind wasserdicht bis 40 Meter oder mehr und eignen sich damit sogar für richtige Tauchgänge. Die Einstellmöglichkeiten in der Kamera sind gering, und auch die Bildqualität sowohl im Foto als auch im Videobereich lässt sich natürlich nicht mit einer hochwertigen DSLR vergleichen. Dennoch eröffnen diese Kameras Perspektiven und Möglichkeiten, die Sie mit »normalen« Kameras definitiv nicht hätten.



▲ *Die robuste und kleine Hero9 von GoPro bietet hochauflösendes Video mit 5 K und Fotos mit 20 Megapixeln. Sie ist wasserdicht bis 10 Meter und verfügt über vielfältige Befestigungsmöglichkeiten. (Bild: 216605987 / Hero 9 © Viktoriia Kotliarchuk, Dreamstime.com)*

◀ *Mit wasserdichten Actionkameras sind die ungewöhnlichsten Blickwinkel und Aufnahmesituationen machbar. (Bild: Glennel, Dreamstime.com)*



High-End für Fotoenthusiasten: Mittelformatkameras

Mittelformatkameras sind seit jeher den Profifotografen oder sehr ambitionierten Amateuren mit eher gut gefülltem Portemonnaie vorbehalten.

Mittelformatkameras verfügen über deutlich größere Aufnahmeformate als Kleinbildkameras. Gängige Formate sind $6 \times 4,5$ cm (56×42 mm), 6×6 cm (56×56 mm) oder 6×7 cm (56×68 – 72 mm). Im Analogzeitalter wurden Rollfilme benutzt, heute kann man an analogen Modellen ein sogenanntes *digitales Rückteil* einsetzen. Und natürlich gibt es heute auch rein digitale Mittelformatkameras mit entsprechend großen Bildsensoren. Mittelformatkameras verfügen ebenso wie DSLRs über die Möglichkeit, Wechselobjektive zu nutzen, die je nach Hersteller in Brennweiten von ca. 24 bis ca. 300 mm verfügbar sind.



Verglichen mit den High-End-DSLRs sind Mittelformatkameras eher langsam in Bezug auf Autofokus und Serienbildgeschwindigkeit. Das liegt unter anderem an der enormen Bildauflösung von bis zu 60 Megapixeln. Generell sind Mittelformatkameras weniger für die schnelle Reportage-, Tier- oder Sportfotografie gedacht, sondern werden überwiegend in der Produkt-, Architektur- und Landschaftsfotografie eingesetzt. Sie liefern kompromisslose Bildqualität für allerhöchste Ansprüche und empfehlen sich schon aufgrund der Kosten für eine Grundausrüstung (ca. 30 000 bis 40 000 €) eher für den Profibereich. Zudem hat sich die Qualität der Kleinbild-DSLRs und der spiegellosen Systemkameras in den letzten Jahren so weit verbessert, dass der Vorsprung des Mittelformats, was Auflösung und Bildqualität angeht, zunehmend schmilzt. So hat Canon beispielsweise eine DSLR mit Vollformatsensor mit 50 Megapixel Auflösung im Angebot, die die Vorteile der Kleinbildkamera mit denen einer Mittelformatkamera vereint, und das zu einem Bruchteil der Anschaffungskosten.

◀ *Digitale Mittelformatkameras vereinen modernste Technik mit maximaler Bildqualität. (Bild: Mamiya)*

Das digitale Bild: Auflösung

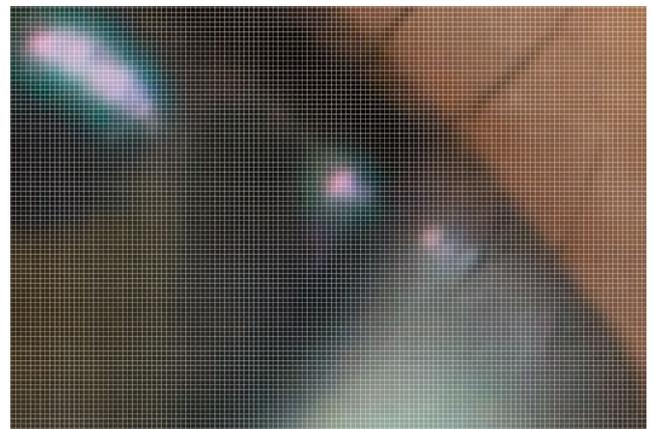
Jedes digitale Bild besteht aus einer Anzahl von unterschiedlich farbigen Pixeln (Bildpunkten), die aus den Fotodioden des Sensors hervorgehen. Die Gesamtzahl aller Pixel eines Bildes ergibt die Auflösung des Bildes.

Ein Beispiel: Ein digitales Bild mit 16 Megapixeln (16 Millionen Pixel, MP) besteht aus $4\,992 \times 3\,328$ Pixeln. Jedes dieser Pixel ist quadratisch und hat einen genau definierten Farbwert. Vergrößern Sie ein Bild im Bildbearbeitungsprogramm entsprechend, erkennen Sie die einzelnen Pixel genau.

Je höher die Gesamtzahl der Pixel – also die Auflösung eines digitalen Bildes – ist, desto größer sind auch die möglichen Größen für Bildabzüge in optimaler Qualität.

Umgangssprachlich wird in der digitalen Fotografie überwiegend der allgemeingültige Begriff *Auflösung* benutzt. Dabei müsste man korrekterweise unterscheiden, ob es sich dabei um die Druckauflösung *dpi* (*dots per inch*), die Pixelauflösung *ppi* (*pixels per inch*) oder eine Gesamtmenge von Pixeln (zum

Beispiel ein Bildsensor mit 16 Megapixeln) handelt. Richtig wäre bei Digitalfotos die Bezeichnung *ppi*, es wird dennoch häufig (fälschlicherweise) der Begriff *dpi* verwendet. Beide Bezeichnungen beziehen sich nicht



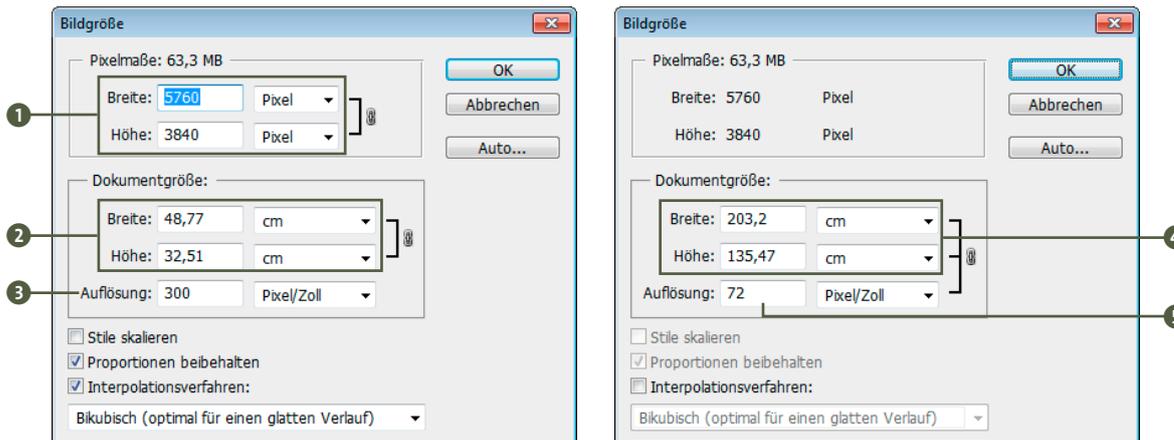
Bezeichnung	Auflösung	Pixel	maximale Ausdruckgröße in 300 dpi
6 MP	$3\,008 \times 2\,008$	6 040 064	25 × 17 cm
12 MP	$4\,256 \times 2\,848$	12 121 088	36 × 24 cm
16 MP	$4\,992 \times 3\,328$	16 613 376	42 × 28 cm
22 MP	$5\,760 \times 3\,840$	22 118 400	49 × 33 cm
30 MP	$6\,720 \times 4\,480$	30 105 600	57 × 38 cm
45 MP	$8\,192 \times 5\,464$	44 761 088	69 × 46 cm

^ Vergrößern Sie ein Bild in Photoshop auf mehrere 100 %, werden die einzelnen Pixel eines Bildes deutlich sichtbar.

< Übersicht über die gängigsten Auflösungen

auf die Gesamtzahl der Pixel eines Bildes, sondern setzen diese ins Verhältnis zur Ausgabefläche (englisch *inch* oder deutsch *Zoll*). Ein Computerbildschirm hat eine typische Auflösung von 72 dpi/ppi. Ein normaler Fotoabzug hat im Idealfall 300 dpi, und für ein Poster, das man aus einer gewissen Entfernung betrachtet, reichen durchaus auch 150 bis 200 dpi. Ein Bild einer

22-Megapixel-Kamera mit 5760 × 3840 Pixeln **1** ist beispielsweise bei einer druckoptimalen Auflösung von 300 ppi **3** 48,77 × 32,51 cm groß **2**, bei einer geringeren Auflösung von 72 ppi **5** dagegen misst es ganze 203,2 × 135,47 cm **4**. Die Gesamtanzahl der Pixel hat sich dabei nicht verändert, die Fläche des Bildes dagegen ganz entscheidend.



▲ Je nach Auflösung in ppi (300 **3** oder 72 **5**) ändert sich die Größe eines Digitalbilds in Zentimetern ganz enorm, wie der Vergleich der Ausgabegröße bei 300 ppi und 72 dpi bei identischen Pixelmaßen zeigt.



◀ Mit 300 dpi **6** liegt das Bild in optimaler Druckauflösung vor.

7 150 dpi sind für den Druck gerade noch machbar. Großformatige Abzüge, die man aus einem gewissen Abstand betrachtet, sind mit 150 dpi noch gut realisierbar.

8 72 dpi sind die korrekte Auflösung für den Bildschirm. Für einen Druck reicht diese Auflösung bereits nicht mehr aus.

9 Mit 36 dpi ist das Bild bereits extrem pixelig, und die Auflösung reicht nicht einmal mehr für einen Computermonitor.



INFO

Beim Druckprozess wird die Auflösung in dpi angegeben. Damit ist die Anzahl einzelner Druckpunkte oder Tintentröpfchen (*dots*) auf einer bestimmten Strecke (*inch*) gemeint. Bei traditionellen Druckverfahren werden für eine maximale Bildqualität in der Regel 300 dpi verwendet. Bei Digitalbildern spricht man korrekterweise von ppi (*pixels per inch*). Auf einem Monitor oder im Internet werden Digitalbilder mit 72 ppi wiedergegeben.

Während sich die Kamerahersteller bis vor Kurzem in ihrem Wettbewerb um immer höhere Megapixelwerte geradezu überschlugen, ist dieser Trend zumindest teilweise zum Stillstand gekommen – zugunsten einer höheren Bildqualität. Kameras mit 12 bis 16 Megapixeln sind für die gängigsten Anwendungsbereiche mehr als ausreichend, und mit diesen Pixelwerten können selbst kleine Bildsensoren noch ordentliche Ergebnisse bei allen Lichtverhältnissen liefern.

Jede Kamera kann Bilder in der vollen Auflösung, also mit der vollen zur Verfügung stehenden Pixelzahl, oder in verkleinerter Auflösung (reduzierte Pixelzahl) aufnehmen. Welche Auflösung Sie wählen, hängt vom Verwendungszweck der Bilder ab. Möchten Sie lediglich Abzüge in 13 × 19 cm erstellen? Oder benötigen Sie die Bilder nur fürs Internet? Dann können Sie selbstverständlich in geringerer Auflösung fotografieren. Informationen zu den empfohlenen Auflösungen finden Sie in der Tabelle rechts. Wenn Sie sich im Vorfeld aber noch nicht festlegen oder unter Umständen eine Ausschnittsvergrößerung machen möchten, sollten Sie generell in der höchsten Auflösung fotografieren. Speicherplatz auf Speicherkarten ist so günstig wie noch nie und erlaubt es Ihnen, auch bei hohen Auflösungen eine große Anzahl von Bildern aufzunehmen.

Nicht nur Ihre Kamera, sondern auch Ihre Objektive verfügen über eine bestimmte maximale Auflösung,

eine bestimmte *Abbildungsleistung*. Je hochwertiger ein Objektiv ist, desto mehr Bildlinien (lp/mm = Linienpaare pro Millimeter) kann es auflösen. Es ist also wenig sinnvoll, eine Kamera wie beispielsweise den neuen Pixelriesen EOS 5DS von Canon (50 Megapixel) mit einem billigen Kit-Objektiv zu bestücken, das nur über ein geringes Auflösungsvermögen verfügt. Damit würde der hochauflösende Sensor seine optimale Auflösung nicht erreichen. Hier kommen idealerweise nur High-End-Objektive zum Einsatz. Mehr dazu finden Sie im Abschnitt »Die Qualität von Objektiven beurteilen« auf Seite 200.

Auflösung	Verwendungszweck
45 MP	Ausdrucke bis ca. DIN A0 (84,1 × 118,9 cm)
30 MP	Ausdrucke bis ca. DIN A1 (59,4 × 84,1 cm)
18 MP	Ausdrucke bis ca. DIN A2 (42 × 59,4 cm)
8 MP	Ausdrucke bis ca. DIN A3 (29,7 × 42 cm)
5 MP	Ausdrucke bis ca. DIN A4 (21 × 29,7 cm)
3 MP	Ausdrucke bis ca. 9 × 13 cm

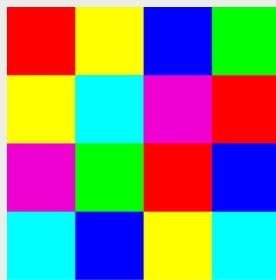


^ *Beispielhafte Bildformate für verschiedene Einsatzbereiche*

< *Papageien in freier Wildbahn sind kein alltägliches Motiv. So eine Gelegenheit sollten Sie immer in bester Qualität und Auflösung fotografieren. Dann sind Sie auch für großformatige Prints bestens gerüstet.*

INTERPOLATION

Verändern Sie die Pixelzahl Ihres Bildes in der Bildbearbeitung, spricht man von *Interpolation*. Dabei werden Pixel hinzugefügt (Bildvergrößerung) oder gelöscht (Bildverkleinerung). Bei einer Bildverkleinerung werden von der Bildbearbeitungssoftware bisher getrennte Pixel nach bestimmten Algorithmen, die sich aus Farbigeit und Helligkeit der Pixel ergeben, zusammengefasst. Ist ein Bild stark verrauscht oder leicht unscharf, kann eine Bildverkleinerung durchaus von Vorteil sein. Ist ein Bild dagegen gestochen scharf, kann es durch die Verkleinerung leicht unscharf wirken und sollte deshalb unbedingt nachgeschärft werden. Mehr dazu



finden Sie im Abschnitt »Richtig schärfen« auf Seite 616.

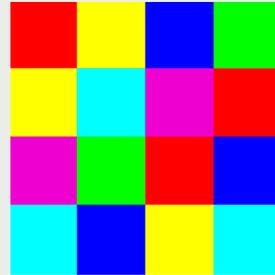
◀ Ausgangsbild für die Interpolation mit 4×4 Pixeln

Bei einer Bildvergrößerung werden Pixel eingefügt, die ebenfalls nach Farbigeit und Helligkeit errechnet werden. Die Detailauflösung kann damit natürlich nicht verbessert werden, und je stärker Sie das Bild vergrößern, desto unschärfer wird das Endergebnis. Daher empfiehlt es sich, die Vergrößerung in mehreren kleinen Schritten vorzunehmen oder eine Spezialsoftware zu nutzen, um ein möglichst gutes Endergebnis zu erzielen.

Es gibt folgende Interpolationsmethoden:

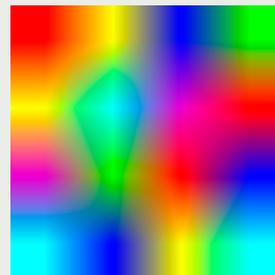
1. *Pixelwiederholung*: Bei der Pixelwiederholung, auch *Nearest Neighbor* (nächster Nachbar) genannt, wird jedem neuen Pixel, das bei der Vergrößerung entsteht, der exakte Farbwert des nächstgelegenen Pixels des Ausgangsbildes zugewiesen. Bei der Verkleinerung werden einzelne Pixel gelöscht. Farb-

übergänge sind wie im Original scharf voneinander abgegrenzt. Diese Methode eignet sich gut für Bilder mit klar definierten Kanten und homogenen Farbflächen – wie auf unserem Beispielbild.



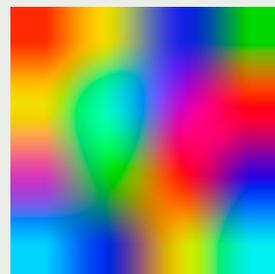
◀ Eine Skalierung auf 3000×3000 Pixel durch Pixelwiederholung liefert ein sehr gutes Ergebnis bei klar abgegrenzten Farbflächen und Kanten.

2. *Bilineare Interpolation*: Bei der bilinearen Interpolation wird der Farbwert eines Pixels aus den vier benachbarten Farbwerten des Ausgangsbildes errechnet. Diese Variante empfiehlt sich, wenn Sie gleichmäßige Farbübergänge beim Skalieren erzeugen wollen.



◀ Die bilineare Interpolation eignet sich für gleichmäßige Farbübergänge.

3. *Bikubische Interpolation*: Bei der bikubischen Interpolation werden größere Bereiche als nur die Nachbarpixel bei der Skalierung herangezogen. Dabei entstehen deutlich »weichere« Übergänge als bei der einfachen Pixelwiederholung oder bei der bilinearen Interpolation. Diese Methode eignet sich deshalb besonders gut bei sehr weichen Farbverläufen.



◀ Die bikubische Interpolation erzeugt die weichsten Farbverläufe.

Farbkanäle und Farbtiefe

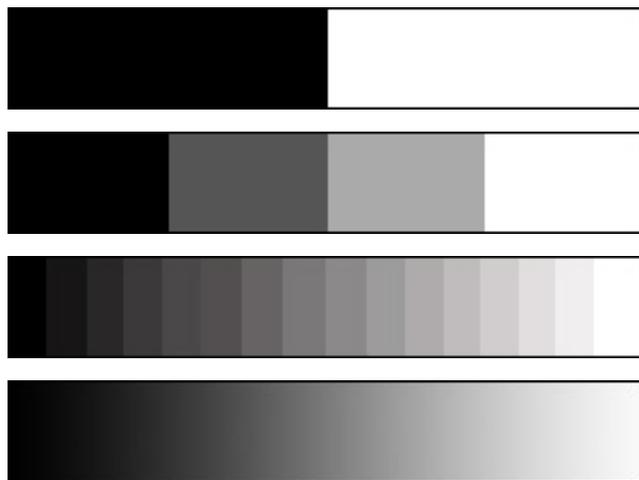
*Ein digitales Bild besteht nicht nur aus farbigen Pixeln.
Es verfügt über einen Farbraum und eine Farbtiefe.*

Die Farbe eines jeden Pixels wird durch eine Überlagerung beziehungsweise Mischung der Farbkanäle Rot (R), Grün (G) und Blau (B) definiert. Zur Erinnerung: Diese Farben hat die Kamera durch eine Interpolation der Daten des Bayer-Sensors festgelegt (siehe Abschnitt »Farbfilter für Rot, Grün und Blau« auf Seite 33 in diesem Kapitel). Das Bild liegt dann im sogenannten *RGB-Farbmodell* vor (siehe Kasten »RGB und CMYK« auf Seite 66). Jeder einzelne Farbkanal kann bei 1 Bit Farbtiefe nur zwei Helligkeitsabstufungen darstellen, weil ein einzelnes Bit nur den Wert 0 oder 1 annehmen kann. Bei einer gängigen Farbtiefe von 8 Bit pro Kanal (beispielsweise im JPEG-Format) kann der Helligkeits-

wert zwischen 0 und 255 liegen, das entspricht 2^8 . Jedes Pixel kann also 256 verschiedene Helligkeitsstufen annehmen. Es ergeben sich damit für alle drei Farben $256 \times 256 \times 256 = 16\,777\,216$ mögliche Kombinationen und somit ebenso viele unterschiedlich darstellbare Farben.

Jedes einzelne Pixel hat einen fest definierten und damit eindeutigen Farbwert. Liegen die Werte aller drei Farbkanäle bei 0, ist die Farbe des Pixels tief-schwarz. Liegen alle Werte bei 255, ist die Farbe des Pixels reinweiß.

Die gängigen Farbtiefen für farbige Digitalbilder sind 8 oder 16 Bit. Ein digitales Bild im JPEG-Format verfügt beispielsweise immer über 8 Bit Farbtiefe pro Kanal und kann damit in der Kombination aller drei Farbkanäle insgesamt 16,7 Millionen Farben darstellen. Ein Bild, das im TIFF-Format mit 16 Bit Farbtiefe pro Farbkanal vorliegt, kann dagegen unglaubliche 281 474 976 710 656 unterschiedliche Farben darstellen.



◀ *Die Farbtiefe entscheidet über die Anzahl darstellbarer Helligkeitsabstufungen. Von oben nach unten: 1 Bit Farbtiefe, zwei Helligkeitswerte; 2 Bit Farbtiefe, vier Helligkeitswerte; 4 Bit Farbtiefe, 16 Helligkeitswerte; 8 Bit Farbtiefe, 256 Helligkeitswerte*

Farbtiefe pro RGB-Kanal	darstellbare Abstufungen pro Kanal	Abstufungen über alle drei Kanäle	darstellbare Farben
8	256	24	16 777 216
10	1 024	30	1 073 741 824
12	4 096	36	68 719 476 736
14	16 384	42	4 398 046 511 104
16	65 536	48	281 474 976 710 656

^ Übersicht über die verschiedenen Farbtiefen



^ Ein Landschaftsfoto, dessen Farbigkeit durch die Überlagerung seiner einzelnen Farbkanäle Rot, Grün und Blau entsteht.



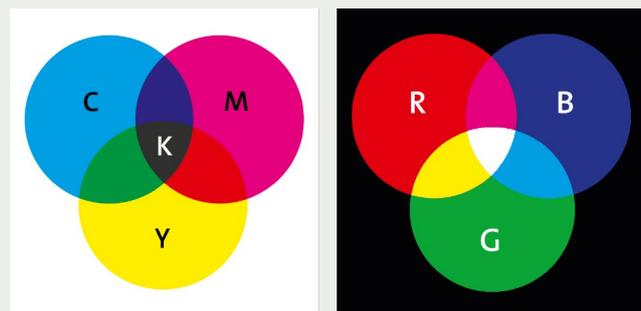
^ Die RGB- und CMYK-Farbwerte verschiedener reiner und gemischter Farben. Die Farbe Grau in allen ihren Helligkeitsstufen zeichnet sich im RGB-Farbmodell durch jeweils identische Farbwerte in den einzelnen Farbkanälen aus.

RGB UND CMYK

In der Digitalfotografie kommen zwei Farbmodelle zum Tragen: *RGB* und *CMYK*. Das RGB-Farbmodell ist ein sogenanntes *additives Farbmodell* aus den Farben Rot, Grün und Blau und wird von Bildschirmen und Monitoren verwendet. Additiv bedeutet, dass bei der Addition der drei Primärfarben Rot, Grün und Blau der Farbeindruck Weiß entsteht. Stellen Sie sich drei Taschenlampen vor: eine mit rotem Licht, eine mit grünem Licht und eine mit blauem Licht. Treffen sich die Lichtkegel von zwei Farben, entsteht eine neue Farbe, eine Mischfarbe. Treffen sich Blau und Grün, entsteht ein hellerer blaugrüner Ton, treffen sich Rot und Grün, entsteht Gelb. Treffen sich alle drei Lichtkegel, entsteht Weiß.

Das CMYK-Farbmodell aus den Farben Cyan (ein Blauton), Magenta (ein Rot-/Rosaton), Gelb (*yellow*) und Schwarz (*black*, auch *key colour*) ist das Standardmodell für das sogenannte *subtraktive Farbmodell* und wird von allen Druckern wie Offset-, Tintenstrahl- und Laserdrucker verwendet. Das subtraktive Farbmodell basiert auf einem Mischprinzip, wie wir es aus der

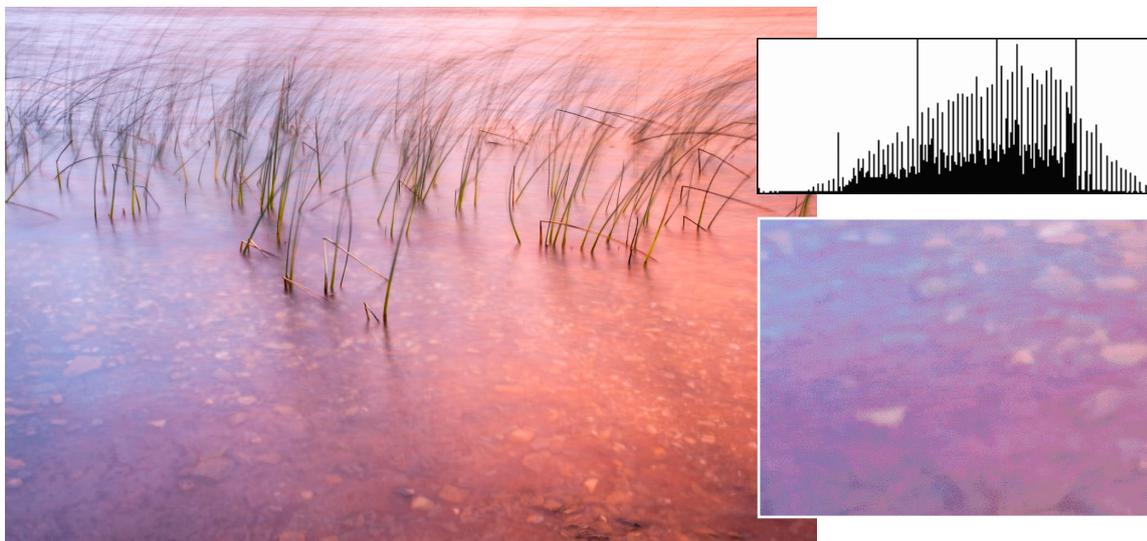
Schule vom Malkasten her kennen. Die drei Grundfarben Cyan, Magenta und Gelb werden miteinander vermischt, um weitere Farben zu erzeugen. Treffen alle drei Farben aufeinander, ergibt sich Schwarz. Handelsübliche Drucker wandeln die RGB-Daten Ihres Bildes vor dem Druck in CMYK um und simulieren das RGB-Farbmodell bestmöglich. Dennoch kann es dabei zu deutlichen Farbunterschieden gegenüber der Monitorwiedergabe kommen.



^ Das subtraktive Farbmodell CMYK im Gegensatz zum additiven Farbmodell RGB

Ein Bild, das in 16 Bit Farbtiefe vorliegt, kann natürlich wesentlich feinere Farbabstufungen darstellen und eignet sich deshalb optimal für die Bildbearbeitung, gerade bei feinen Farbverläufen. Es hat dadurch aber auch einen vielfach höheren Speicherbedarf. Zur end-

gültigen und speicherplatzsparenden Archivierung sind Bilder mit 16 Bit Farbtiefe daher weniger zu empfehlen. In der Bildbearbeitung können sie aber noch deutliche Reserven ausspielen.



⤴ Oben: Ein Farbfoto mit sehr feinen Farbverläufen mit 16 Bit Farbtiefe. Unten: Dasselbe Bild in 8 Bit Farbtiefe nach einer relativ extremen Bildbearbeitung, die zu Tonwertabrissen im Histogramm und damit zu unsaubereren Verläufen geführt hat, die in der 100%-Ansicht offenbar werden.

FARBRAUM UND FARBTIEFE

Ein *Farbraum* umfasst alle darstellbaren Farben eines bestimmten Farbmodells. Je größer dieser Farbraum ist, desto differenzierter sind dabei die möglichen Farb-abstufungen.

Die *Farbtiefe* bezeichnet die möglichen Helligkeits-abstufungen pro Grundfarbe. Aktuelle Spiegelreflex- und Systemkameras zeichnen RAW-Bilder je nach Kameramodell mit 12, 14 oder sogar 16 Bit pro Farbe auf, das entspricht bei 16 Bit 65 536 Abstufungen in allen drei RGB-Farbkanälen (Rot, Grün, Blau). Das JPEG-Format kann lediglich 256 davon speichern und hat damit deutlich weniger Spielraum in der Bildbearbeitung.

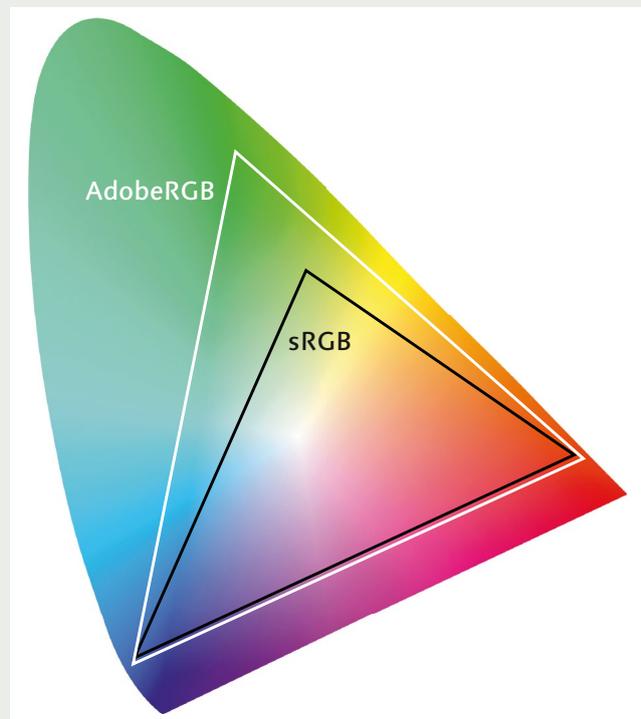
Eine Bilddatei kann dabei in jedem möglichen Farbraum sowohl mit 8 Bit als auch mit 16 Bit Farbtiefe vorliegen.

In der digitalen Fotografie haben sich zwei Farbräume durchgesetzt: *sRGB* und *AdobeRGB*. RGB steht dabei für die Grundfarben Rot, Grün und Blau, aus denen alle anderen Farben durch additive Farbmischung zusammengesetzt werden. Das Bild auf Ihrem Computermonitor besteht aus winzig kleinen Pixeln in Rot, Grün und Blau, die von Ihrem Auge im Zusammenspiel mit dem Gehirn zu einem Farbeindruck zusammengesetzt – addiert – werden.

Der Farbraum AdobeRGB ist dabei der deutlich größere Farbraum (wie die Grafik rechts zeigt), das heißt, er kann mehr Farben darstellen als sRGB. Allerdings können nur sehr aufwendige Druckverfahren diesen größeren Farbraum auch tatsächlich später aufs Papier bringen. Die meisten Onlinelabore und der heimische Drucker kommen in der Regel deutlich besser mit dem sRGB-Farbraum zurecht. Jedoch ist es sinnvoll, die Aufnahme in der Kamera und die Bildbearbeitung im AdobeRGB-Farbraum vorzunehmen, wenn Sie die optimale Bildqualität erreichen wollen.

Bevor Sie die Bilder abschließend ausdrucken oder zum Entwickeln schicken, konvertieren Sie sie in der Bildbearbeitungssoftware in den gängigen sRGB-Farbraum.

Auch für die Darstellung im Internet empfiehlt sich übrigens der Farbraum sRGB, denn er wird von allen Webbrowsern korrekt dargestellt. Bitte beachten Sie aber unbedingt, dass Sie einmal in sRGB umgewandelte Bilder nicht mehr einfach in AdobeRGB zurückkonvertieren können. Einmal gelöschte Farbinformationen lassen sich nicht mehr wiederherstellen!



▲ Die Grafik zeigt, dass der AdobeRGB-Farbraum wesentlich größer ist als der sRGB-Farbraum und wesentlich mehr Farbabstufungen darstellen kann.

Dateiformate: JPEG, TIFF und RAW

Zum Abspeichern eines digitalen Bildes haben Sie verschiedene Formate zur Auswahl, die jeweils Vor- und Nachteile mit sich bringen.

Je nachdem, welches Dateiformat Sie bei der Aufnahme wählen, stehen Ihnen in der Bildnachbearbeitung noch viele Möglichkeiten zur Optimierung offen. Das RAW-Format hält dabei die meisten Reserven bereit – gerade bei nicht ganz optimal belichteten Bildern. Die meisten Kameramodelle unterstützen bei der Aufnahme unterschiedliche Dateiformate wie das JPEG-, TIFF- oder RAW-Format. Sie unterscheiden sich sowohl in der Dateigröße als auch in den Möglichkeiten, die sie in der Nachbearbeitung bieten.

INFO

Beispielhafte Dateigrößen bei einer 16-Megapixel-Kamera:

- JPEG, maximale Qualität: ca. 6 Megabyte (MB)
- TIFF-Format, 8 Bit Farbtiefe: ca. 35 MB
- TIFF-Format, 16 Bit Farbtiefe: ca. 140 MB
- RAW-Format: ca. 24 MB

Das wohl gängigste Dateiformat für Fotos ist das JPEG-Format (die Abkürzung steht für *Joint Photographic Experts Group*), ein standardisiertes, internetkompatibles Bildformat mit 8 Bit Farbtiefe. Die Bildinformationen sind mehr oder weniger komprimiert (siehe Kasten »Bildkomprimierung« auf Seite 73), davon hängt auch

die tatsächliche Dateigröße ab. Bilder, die im JPEG-Format aufgenommen werden, sind bereits über die Software der Kamera fertig entwickelt und können dadurch nur noch in sehr begrenztem Umfang optimiert werden. Außerdem kann das JPEG-Format durch seine geringere Farbtiefe von 8 Bit weniger Farb- und Helligkeitsinformationen speichern, ist also gerade bei Aufnahmen mit großen Helligkeitsunterschieden und hohen Kontrasten deutlich im Nachteil. Das JPEG-Format empfiehlt sich deshalb nur, wenn Sie die Bilder ohnehin nicht nachbearbeiten möchten oder nur sehr wenig Platz auf Ihrer Speicherkarte haben.

Manche Kameras unterstützen auch die Aufnahme im TIFF-Format (*Tagged Image File Format*), das deutlich mehr Farb- und Helligkeitswerte speichern kann, aber deshalb auch wesentlich mehr Speicherplatz benötigt. Auch dieses Format wird bei der Aufnahme bereits fertig entwickelt und kann ebenfalls komprimiert werden, unterstützt aber eine sogenannte *verlustfreie Komprimierung*, wie beispielsweise die LZW-Komprimierung, sodass Sie hier nicht mit den bei JPEG üblichen Artefakten zu kämpfen haben. Bei dieser verlustfreien Komprimierung gehen im Gegensatz zur JPEG-Komprimierung praktisch keine Bildinformationen verloren, da nur nahezu identische Bildbereiche zusammengefasst werden. Das ist für das Auge nicht sichtbar. TIFF-Dateien können in 8 oder 16 Bit Farbtiefe



▲ Im TIFF-Format mit 16 Bit Farbtiefe hat dieses Bild einer 45-Megapixel-Kamera eine Dateigröße von rund 256 MB. Nach der Bearbeitung wurde es mit 8 Bit Farbtiefe und LZW-Komprimierung gespeichert und ist nun nur noch rund 46 MB groß.

vorliegen. Letzteres sorgt dafür, dass mehr Farben und somit auch mehr Farbabstufungen abgebildet werden können, sodass mehr Spielraum für eine Nachbearbeitung bleibt. Durch den enormen Speicherbedarf, der ca. 20-mal höher ist als bei einer vergleichbaren JPEG-Datei, ist das TIFF-Format für die Aufnahme in

der Kamera nur bedingt geeignet, es ist aber das ideale Dateiformat bei der Bildbearbeitung oder zur finalen Archivierung nach der Bildbearbeitung.

Das RAW- oder Rohdatenformat wird auch als *digitales Negativ* bezeichnet. Die Datei ist unkomprimiert, quasi unentwickelt, und erlaubt eine maximale

Ausnutzung und Optimierung der Bildinformationen. So können Sie bei der Verarbeitung im RAW-Konverter Parameter wie Belichtung, Farbtemperatur, Schärfe, Kontrast und Helligkeit sehr einfach und teilweise verlustfrei verändern. Jeder Kamerahersteller verwendet allerdings ein eigenes RAW-Format. Deshalb benötigen Sie bei der Konvertierung ein Programm, das die gängigsten Formate verarbeiten kann, wie beispielsweise Lightroom, Photoshop oder das jeweilige herstellerspezifische Konvertierungsprogramm.

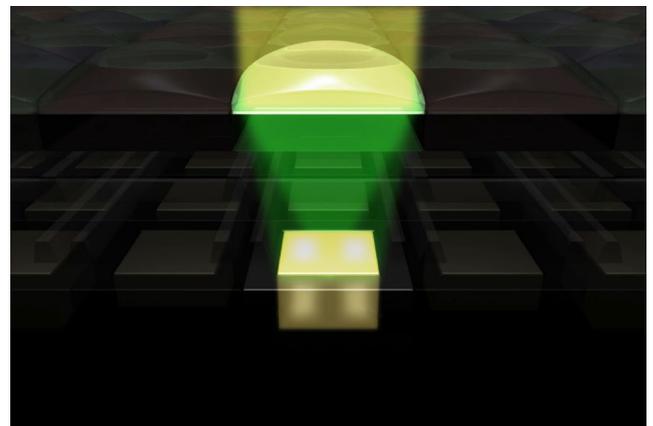
Das RAW-Format bietet meist 16 Bit Farbtiefe und benötigt in etwa den vierfachen Speicherbedarf einer JPEG-Datei, aber deutlich weniger als eine TIFF-Datei mit 16 Bit Farbtiefe. Wenn Sie auf eine maximale Bildqualität und optimale Voraussetzungen für die Bildbearbeitung Wert legen, sollten Sie Ihre Bilder generell im RAW-Format aufnehmen. Damit können Sie beispielsweise kleinere Fehler bei der Belichtung noch gut korrigieren. Aber bedenken Sie dabei, dass auch das RAW-Format kein Allheilmittel ist. Ein unscharfes oder stark über- oder unterbelichtetes Bild kann auch das digitale Negativ nicht retten.

TIPP

Die Softwarefirma Adobe hat 2004 das Rohdatenformat *Digital Negative* (DNG, deutsch *digitales Negativ*) eingeführt, das die verschiedenen proprietären Formate der Herstellerfirmen ersetzen und als Standard etabliert werden soll. Sie können jede gängige RAW-Datei mit Hilfe von Software in das universelle DNG-Format umwandeln. Das ist in der Regel auch etwas kleiner als die Standard-RAW-Formate der Kamerahersteller.

Sonderfall: Dual Pixel RAW

Canon hat vor einiger Zeit das Dual Pixel RAW, ein spezielles RAW-Format, auf den Markt gebracht, bei dem man nach dem Auslösen die Schärfe bis zu einem gewissen Grad anpassen kann. Jeder Bildpunkt dieses sogenannten *Dual Pixel Sensors* besteht aus zwei Fotodioden, die jeweils ein eigenes Signal ausgeben. Durch dieses Design kann jedes Pixel zwei räumlich leicht unterschiedliche Varianten des Motivs aufnehmen und in einer RAW-Datei abspeichern. Dadurch wird die Dateigröße des RAW-Bildes allerdings auch deutlich größer als ein »normales« RAW – in etwa doppelt so groß. Mit der kameraspezifischen Software *Canon Digital Photo Professional* kann man dann die Schärfe nachträglich am PC feinjustieren. Sitzt der Fokus beispielsweise bei weit geöffneter Blende nicht ganz perfekt, lässt sich damit eine leichte Verschiebung der Schärfenebene erreichen. Ein nützliches Feature für alle, die gern mit lichtstarken Objektiven und geringer Schärfentiefe arbeiten. Leider lässt sich das Dual Pixel RAW im Moment noch nicht in Lightroom und Photoshop bearbeiten.



▲ Zwei Fotodioden pro Pixel nehmen eine räumlich minimal unterschiedliche Variante des Motivs auf. Dadurch lässt sich die Fokusebene nachträglich leicht verschieben. (Bild: Canon)

Mit dem Dual Pixel RAW lässt sich zudem die Position des Unschärfebereichs nachträglich leicht verlagern. Besonders interessant ist das, wenn sich ein unscharfes Objekt im Vordergrund mit dem Hauptmotiv überschneidet. Auch unerwünschtes Streulicht bei Nachtaufnahmen kann durch die zusätzlichen Bildinformationen des Dual Pixel RAW verringert werden.

TIPP

Archivieren Sie möglichst auch immer die RAW-Daten Ihrer besten Aufnahmen. So können Sie Ihre Bilder auch Jahre später neu »entwickeln« und profitieren unter Umständen von leistungsfähigerer Software und verbesserten eigenen Fertigkeiten bei der Bildentwicklung.

Compressed RAW und Small RAW

Bei neueren Kameras lassen sich die RAW-Dateien auch als sogenannte *Compressed-RAW-Dateien* ab speichern. Damit können Sie die Dateigröße deutlich reduzieren und so den Speicherplatz auf Ihrer Speicherkarte optimal nutzen. Besonders bei Kameras mit sehr hoher Auflösung ist das durchaus von Vorteil. Diese Komprimierung ist aber wie auch beim JPEG-Format nicht komplett verlustfrei, was aber nur bei sehr hohen Qualitätsanforderungen eine Rolle spielen sollte.

Bei vielen Kameras lässt sich auch die Auflösung der RAW-Dateien verkleinern. Entweder durch Nutzung eines Bildausschnitts des Sensors oder durch rechnerische Verringerung der Auflösung. Fotografiert man etwa nur für das Internet, benötigt man vielleicht nicht unbedingt die volle Auflösung und kann sowohl Speicherplatz sparen als auch beispielsweise die Anzahl von Reihenaufnahmen in Folge erhöhen.

➤ Das Adobe-Photoshop-Dialogfenster beim Öffnen einer RAW-Datei: Parameter wie Farbtemperatur, Helligkeit, Kontrast oder Belichtung ① können weitestgehend verlustfrei verändert werden.

