

# **Einführung in die Fotografie**

Wikibooks.org

5. Dezember 2012

On the 28th of April 2012 the contents of the English as well as German Wikibooks and Wikipedia projects were licensed under Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported license. An URI to this license is given in the list of figures on page 273. If this document is a derived work from the contents of one of these projects and the content was still licensed by the project under this license at the time of derivation this document has to be licensed under the same, a similar or a compatible license, as stated in section 4b of the license. The list of contributors is included in chapter Contributors on page 271. The licenses GPL, LGPL and GFDL are included in chapter Licenses on page 283, since this book and/or parts of it may or may not be licensed under one or more of these licenses, and thus require inclusion of these licenses. The licenses of the figures are given in the list of figures on page 273. This PDF was generated by the  $\LaTeX$  typesetting software. The  $\LaTeX$  source code is included as an attachment (`source.7z.txt`) in this PDF file. To extract the source from the PDF file, we recommend the use of <http://www.pdflabs.com/tools/pdftk-the-pdf-toolkit/utility> or clicking the paper clip attachment symbol on the lower left of your PDF Viewer, selecting `Save Attachment`. After extracting it from the PDF file you have to rename it to `source.7z`. To uncompress the resulting archive we recommend the use of <http://www.7-zip.org/>. The  $\LaTeX$  source itself was generated by a program written by Dirk Hünninger, which is freely available under an open source license from [http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:Dirk\\_Huenniger/wb2pdf](http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer:Dirk_Huenniger/wb2pdf). This distribution also contains a configured version of the `pdflatex` compiler with all necessary packages and fonts needed to compile the  $\LaTeX$  source included in this PDF file.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einführung . . . . .	3
1.1	Auftakt . . . . .	3
1.2	Zielgruppe . . . . .	5
1.3	Gliederung . . . . .	5
2	Grundlagen der Fotografie . . . . .	7
2.1	Der Begriff Fotografie . . . . .	7
2.2	Fotos als reale Abbilder . . . . .	7
2.3	Einordnung der Fotografie . . . . .	8
2.4	Unterteilung der Fotografie . . . . .	9
2.5	Gesellschaftliche Aspekte, Vorteile, Nachteile . . . . .	19
2.6	Rechtliche Aspekte . . . . .	21
2.7	Geschichte der Fotografie . . . . .	22
3	Grundlagen der Bildgestaltung . . . . .	27
3.1	Das Bildformat . . . . .	27
3.2	Die Bilddatei . . . . .	31
3.3	Farben . . . . .	34
4	Aufbau und Funktionsweise einer Kamera . . . . .	51
4.1	Einführung . . . . .	51
4.2	Aufbau und Funktionsweise einer Digitalkamera . . . . .	53
4.3	Aufbau und Funktionsweise einer Analogkamera . . . . .	66
4.4	Typen von Kameras . . . . .	71
4.5	Kameras bewerten . . . . .	76
4.6	Kamerazubehör . . . . .	77
5	Das Fotografieren . . . . .	85
5.1	Einleitung . . . . .	85
5.2	Die Brennweite . . . . .	85
5.3	Das Fokussieren . . . . .	95
5.4	Belichtung . . . . .	105
5.5	Weißabgleich . . . . .	140
6	Die Bildgestaltung . . . . .	147
6.1	Allgemeine Grundlagen . . . . .	147
6.2	Landschaftsfotografie . . . . .	174
6.3	Architekturfotografie . . . . .	183
6.4	Porträtfotografie . . . . .	192
6.5	Weitere ausgewählte Genre . . . . .	203
7	Digitale Bildbearbeitung . . . . .	215
8	Vorbetrachtung . . . . .	217
8.1	Einleitung . . . . .	217
8.2	Nachbearbeitung – Betrug? . . . . .	217
8.3	Vor dem Nachbearbeiten... . . . .	218

9	Auswahl . . . . .	219
9.1	Einleitung . . . . .	219
9.2	Werkzeuge . . . . .	219
9.3	Inverse Auswahl . . . . .	220
10	Äußere Gestaltung . . . . .	221
10.1	Beschneiden . . . . .	221
10.2	Drehen . . . . .	222
10.3	Auflösung ändern . . . . .	222
11	Farben . . . . .	223
11.1	Kontrast und Helligkeit . . . . .	223
11.2	Sättigung . . . . .	225
11.3	Farbtöne ändern . . . . .	225
11.4	Spezielle Farbänderungen . . . . .	225
12	Schärfe . . . . .	227
12.1	Unschärf maskieren . . . . .	227
12.2	Gaußscher Weichzeichner . . . . .	228
13	Analoge und digitale Fotografie . . . . .	229
13.1	Bilderfassung und Speicherung . . . . .	229
13.2	Auflösung und Maximale Bildgröße . . . . .	235
13.3	Bildkontrolle und Bildverfügbarkeit . . . . .	237
13.4	Präsentationsmöglichkeiten . . . . .	238
13.5	Filter . . . . .	239
13.6	Bildbearbeitung an der Kamera . . . . .	240
13.7	Weitergehende Bildbearbeitung . . . . .	241
13.8	Geräuschentwicklung . . . . .	243
13.9	Verwendung von Blitzgeräten . . . . .	243
13.10	Duplikate . . . . .	246
13.11	Archivierung, Lagerfähigkeit . . . . .	246
13.12	Stromversorgung . . . . .	248
14	Hinweise zum Kauf einer Kamera . . . . .	251
14.1	Online oder im Laden? . . . . .	251
14.2	Welche Motiv-Einstellungen soll die Kamera haben? . . . . .	251
14.3	Objektive . . . . .	251
14.4	Zubehör . . . . .	252
14.5	Megapixel und Megaschärfe . . . . .	252
15	Anfängerkameras . . . . .	253
15.1	Nikon . . . . .	253
15.2	Canon . . . . .	257
15.3	Panasonic . . . . .	259
15.4	Samsung . . . . .	260
16	Profikameras . . . . .	263
16.1	Nikon . . . . .	263
16.2	Canon . . . . .	267
16.3	Panasonic . . . . .	267
16.4	Samsung . . . . .	267
17	GPS-Gerät . . . . .	269
18	Autoren . . . . .	271
	Abbildungsverzeichnis . . . . .	273

19 Licenses . . . . .	283
19.1 GNU GENERAL PUBLIC LICENSE . . . . .	283
19.2 GNU Free Documentation License . . . . .	284
19.3 GNU Lesser General Public License . . . . .	284



# 1 Einführung

## 1.1 Auftakt

Die Geschichte der modernen Fotografie ist nunmehr fast 200 Jahre alt, und seit ebenso langer Zeit begeistert sie die Menschen weltweit. Sie ist, physikalisch gesehen, ein recht einfaches Verfahren, dessen Grundzüge bereits im ausgehenden Mittelalter bekannt waren; und dennoch lässt sich ihre Bedeutung heute nicht mehr verleugnen. Wie keine andere Wissenschaft ermöglicht sie es, einzelne Augenblicke dauerhaft festzuhalten und einen Blick in die Vergangenheit zu offenbaren. Sie kann beeindrucken, Interesse wecken und empören. Sie hat mal stark künstlerischen und mal nüchternen dokumentarischen Charakter. Sie ist für manche Menschen von hohem persönlichen Wert und für andere völlig uninteressant. Nach ihrer Entstehung hat sie es in kurzer Zeit geschafft, fast alle Bereiche des menschlichen Lebens zu erobern und erlebt insbesondere seit der Jahrtausendwende mit der Digitalfotografie eine bemerkenswerte Renaissance.



**Abb. 1** Fotografie - Festhalten von Momenten.

Kaum eine Kunst hat heute einen solch hohen Einfluss wie die Fotografie und der mit ihr verwandte Film. In unserer Gesellschaft werden wir kaum jemanden finden, der keine Kamera besitzt, sei es als Digitalkamera, Foto-Handy oder ähnliches. Es wird auch kaum jemanden geben, der noch nie in seinem Leben Fotos aufgenommen hat, kaum jemanden, der nicht hin und wieder einmal Fotos aufnimmt, und auch kaum jemandem, der selbst keine Fotos besitzt. Gerade mit der Digitalkamera entstand ein Aufschwung in der Fotografie, der sich noch wenige Jahre zuvor kaum erahnen ließ. Auf den privaten PCs lagern heute oft tausende Urlaubs-, Familien- und Alltagsbilder, in Foto-Communitys gar mehrere Milliarden Fotos. Blogs, Websites, Nachrichtenseiten, Prospekte, Werbung, Produktkataloge und Flyer - sie alle werden meist erst durch Bildmaterial interessant.

Trotz der offensichtlich weitreichenden Bedeutung und Verbreitung der Fotografie, die bewusst oder unbewusst Bestandteil unseres alltäglichen Lebens geworden ist, entsteht gelegentlich der Eindruck, dass erstaunlich wenig Menschen grundlegende Kenntnisse über die technischen und gestalterischen Grundlagen der Fotografie besitzen. Der erste Aspekt ist im Grunde nicht ungewöhnlich – man kann ein Auto fahren, ohne zu wissen wie der Motor funktioniert oder welche internen Prozesse dabei stattfinden. Man kann ein Computerprogramm bedienen, ohne sonstige Computerkenntnisse zu haben, und viele Menschen lesen Belletristik, ohne über größere Literaturkenntnisse zu verfügen. In der Tat kann man heute in vielen Situationen zu guten Fotos gelangen, ohne die technischen Grundlagen der Kamera zu beherrschen – die Kameraautomatik kann erstaunlich vieles. Möchte man aber mit Fotografie mehr anfangen als der Alltagsnutzer, so wird man bald feststellen, dass man an manchen Stellen ohne die Grundlagen nicht mehr auskommt, insbesondere in speziellen Situationen wie beim Fotografieren bestimmter Motive (z.B. Makro), Fotografieren in der Dämmerung, Darstellen von Bewegung etc. Der Automatikmodus der Kamera wird hier schnell an seine Grenzen stoßen und ein manuelles Einschreiten ist unvermeidlich – spätestens dann sollte man die Grundlagen über Belichtung, Fokussierung und Weißabgleich verstehen. Was besagt eigentlich der ISO-Wert? Wie hängen Blende und Belichtungszeit zusammen? Warum verwackeln Fotos manchmal oder werden unscharf? Was ist eigentlich die Brennweite und welchen Einfluss hat sie auf das Foto? Das sind Standardfragen, die jeder ambitionierte Hobby-Fotograf beantworten können sollte, und sie werden in diesem Buch in ausführlicher Weise beantwortet.

Der zweite Aspekt, die Bildgestaltung, ist von noch größerer Bedeutung als der erste; wie gut die Kameraautomatik auch sein mag, die Gestaltung eines Fotos muss der Fotograf stets selbst vornehmen. Hier wird ihm niemand die Arbeit abnehmen, und erst hier entscheidet sich, ob das Foto ein einfacher Schnappschuss oder ein interessantes Kunstwerk wird. Wo sollte das Motiv platziert werden (und was ist eigentlich das *Motiv*)? Aus welcher Perspektive sollte es fotografiert werden? Welche Perspektiven gibt es überhaupt? Welche Arten von Licht gibt es, wie wirkt sich das Licht auf das Bild aus? Welche Rollen spielen Farben in einem Bild? Bei der Gestaltung gilt es eine Handvoll bewährter Regeln anzuwenden, die aus einem Schnappschuss ein anspruchsvolles Foto machen können, und diese Regeln werden in diesem Buch ebenfalls ausführlich vorgestellt. Dabei wird sich zeigen, dass man bei der Bildgestaltung ebenfalls nicht ganz ohne technisches Hintergrundwissen auskommt.

In dem vorliegenden Buch werden daher, neben den Grundlagen, vor allem die Aspekte Technik und Gestaltung betrachtet. Das Buch wird mit einem Kapitel zur Digitalen Nachbearbeitung abgerundet und sollte damit jedes Thema behandeln, in dem ein Hobby-Fotograf Grundkenntnisse besitzen sollte.

## 1.2 Zielgruppe

Zur Zielgruppe dieses Buches gehören in erster Linie Einsteiger, die kein oder nur wenig fotografisches Hintergrundwissen besitzen, jedoch mehr über die Fotografie an sich sowie die technischen oder gestalterischen Grundlagen erfahren möchten. Auch Fortgeschrittene werden womöglich den ein oder anderen guten Hinweis finden, auf Spezialwissen wird jedoch weitgehend verzichtet, da dieses für Hobby-Fotografen kaum notwendig scheint. Einige relativ spezielle Aspekte sind als Exkurs ausgezeichnet und bieten Hintergrundwissen für besonders interessierte Leser.

Anliegen des Buches ist es, alle Bereiche der Fotografie und der eng mit ihr zusammenhängenden Gebiete zu vermitteln. Es wird also sowohl auf analoge als auch digitale Fotografie eingegangen, wobei der Schwerpunkt eher auf der digitalen Fotografie liegt. Es werden auch Themen wie Farbgestaltung, Bildformate, Nachbearbeitung etc. behandelt und es werden wichtige Fachbegriffe erläutert. Das Buch ist nicht direkt als Nachschlagewerk konzipiert, kann aber natürlich trotzdem zum Nachschlagen bestimmter Themen verwendet werden. Auch für Leser, die sich nur in einem bestimmten Teilgebiet informieren wollen (etwa. Bildgestaltung, Belichtung etc.) ist das Buch geeignet - es ist stark thematisch gegliedert.

Ziel des Buches ist ein ausführlicher, verständlicher Einstieg in das recht umfangreiche Sachgebiet - es ist kein Tutorial oder "How-to". Der Schwerpunkt liegt eher auf dem Verständnis, was manchmal umfangreichere Ausführungen notwendig macht.

## 1.3 Gliederung

Nach dem Vorwort werden die Grundlagen der Fotografie vermittelt. Was ist Fotografie? Wo wird Fotografie angewendet, wie wird sie klassifiziert? Welche Vorteile bringt uns die Fotografie, welche Probleme verursacht sie? Was darf man alles fotografieren, was darf man veröffentlichen und wer behält am Ende die Bildrechte? Gerade dieses Kapitel wird Fragen klären, die die meisten konventionellen Bücher ignorieren.

Im Anschluss soll auf die Bildgestaltung näher eingegangen werden. Hierbei werden Dinge betrachtet, die gewissermaßen über der Fotografie stehen, d.h. allgemeiner als diese sind: Bildformate, Farbgestaltung, Auflösung, Dateiformate, Entstehung und Wirkung von Farben etc. stehen hier im Mittelpunkt. Das Kapitel ist vor allem für die später behandelte Bildgestaltung wichtig und kann auch für Personen aus anderen Fachgebieten (z.B. Malerei) interessant sein.

Nach diesen beiden einführenden Kapiteln werden dann technische Bereiche abgedeckt. Im Kapitel "Aufbau und Funktionsweise der Kamera" soll erläutert werden, welche Arten von Kameras es gibt, wie sie aufgebaut sind und wie das Aufnehmen von Fotos technisch funktioniert. Das daran anschließende Kapitel "Das Fotografieren" wird technische Hintergründe zum Aufnehmen von Fotos zum Hauptgegenstand haben. Was sind Brennweite und Objektiv, was ist Zoom? Wann nimmt man kleine Brennweiten, wann große? Was bedeuten Belichtung, Blende, ISO-Wert und Belichtungskorrektur? Wie hängen sie zusammen und welche Wirkungen lassen sich erzielen? Für den technisch interessierten Leser werden diese beiden Kapitel den Höhepunkt bilden.

Der letzte Teil des Buches betrachtet weniger technische, als viel mehr gestalterische Aspekte und geht damit auf den künstlerischen Charakter der Fotografie ein. Es stellt Regeln vor, nach denen Fotos aufgenommen werden, um ästhetischen besonders ansprechend zu wirken. Dies ist natürlich immer

stark vom fotografischen Genre abhängig; daher sollen hier neben fundiertem Grundlagenwissen auch spezielle Tipps zu den einzelnen Genre wie Landschaftsfotografie, Architekturfotografie, Porträts etc. gegeben werden.

Nachbearbeitung von Fotos ist heute fast nicht mehr wegzudenken und kann die kaum vermeidbaren Laienfehler und Artefakte oft beheben oder zumindest mildern. In dem letzten Kapitel des Buchs soll daher erläutert werden, welche typischen Möglichkeiten der Nachbearbeitung bestehen und wie diese mit Fotoprogrammen (z.B. Gimp) etwa durchgeführt werden.

## 2 Grundlagen der Fotografie

### 2.1 Der Begriff Fotografie

Der Begriff **Fotografie** (von griech. photos = licht und graphein = malen, zeichnen; etwa "mit Licht malen") hat zwei Bedeutungen und bezeichnet einerseits ein physikalisch-künstlerisches Verfahren zur Erstellung von Abbildern der Realität und zum anderen das Resultat desselbigen Verfahrens. Das Resultat (Fotografie im zweiten Sinne) bezeichnet damit das dauerhaft gespeicherte Abbild der Realität und wird oft auch einfach als *Foto* (auch Photo), *Aufnahme*, *Bild* oder seltener *Lichtbild* bezeichnet, der Begriff *Bild* ist jedoch deutlich allgemeiner als "Foto". Unter einem *Abzug* versteht man ein Foto der Analogfotografie nach seiner Entwicklung aus dem fotografischen Film.

Bei der Fotografie entstehen Fotos, indem Licht durch das Objektiv einer Kamera auf einen lichtempfindlichen Film (Analogfotografie) oder einen lichtempfindlichen Bildsensor (Digitalfotografie) fällt. Ein Foto zeigt somit einen Ausschnitt der Wirklichkeit zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt. Fotos sind im Gegensatz zur Malerei reale Abbilder der Wirklichkeit; es gibt jedoch eine Vielzahl an Techniken, um Fotos unnatürlich wirken zu lassen, so dass der Begriff Realität im Zusammenhang mit der Fotografie stets relativ zu sehen ist.

Fotos sind eine Abbildung aus dem 3-dimensionalen Raum in den 2-dimensionalen Raum zu einem bestimmten Zeitpunkt. Da das Foto erst betrachtet werden kann, wenn es aufgenommen wurde, folgt daraus, dass jedes Foto bereits einen Moment der Vergangenheit zeigt.

### 2.2 Fotos als reale Abbilder

Man bezeichnet Fotos gern als reale Abbilder der Wirklichkeit, in Wahrheit kann jedoch kein Foto ein tatsächliches Abbild liefern. Aus künstlerischer Sicht steht die reale Wirkung eines Bildes oft auch nicht im Vordergrund; mit geringer Tiefenschärfe und ungewöhnlichem Blickwinkel (Weitwinkel oder Telewinkel) werden bspw. ganz bewusst Bilder geschaffen, die z.T. wenig mit einem realen Bild zu tun haben. Zudem bietet die Bildgestaltung eine Vielzahl an Mitteln, um Fotos nachzubearbeiten. Erhöhung von Kontrast und Sättigung, das Hinzufügen von Lichteffekten, das Verändern der Perspektive etc. sind beliebte Mittel - es wird demnach bewusst ein von der Natur verschiedenes Bild geschaffen.

Auch wenn man es sich zum Ziel setzt, ein möglichst realistisches Abbild der Natur zu schaffen, d.h. ein Bild, das beim Betrachten der Szene in der Natur zum Aufnahmezeitpunkt entspricht, wird man dies nicht zu 100 % bewältigen können. Kameras sind heute sehr leistungsfähig, es werden beim Aufnehmen von Fotos jedoch stets Artefakte entstehen, auch wenn sie oft nicht auffallen oder kaum erkennbar sind. Unter einem **Artefakt** versteht man in der Fotografie sichtbare Abweichungen von der realen Szene (dazu später noch mehr).

Typische Artefakte sind Stiche (z.B. Blaustich) und Farbveränderungen, Körnigkeit und Bildrauschen, Blooming und Smear-Effekte (weiße Streifen im Bild, meist bei Lichtquellen). Nichtsdestoweniger kann man mit der Kamera bei entsprechend ordnungsgemäßer Aufnahme quasi-realistische Abbilder erzeugen.

## 2.3 Einordnung der Fotografie

### 2.3.1 Allgemeine Einordnung

Die Fotografie steht zwischen den Naturwissenschaften und den Kunstwissenschaften, d.h. man kann aus zwei Seiten auf das Fachgebiet schauen. Aus naturwissenschaftlicher Sicht gehört die Fotografie am ehesten in den Bereich der Physik, mit dem zentralen Element der *Optik*. Die analoge Fotografie hat auch einen gewissen Bezug zur Chemie (das Aufnehmen eines Fotos auf einen Film sowie die Entwicklung desselbigen ist ein chemischer Vorgang), während die digitale Fotografie einen recht großen Bezug zur Mikroelektronik und Informatik besitzt (hinter vielen Kamerafunktionen und Hilfsprogrammen verbirgt sich ausgereifte Software).

Aus künstlerischer Sicht gehört die Fotografie im Grunde der Bildenden Kunst an und steht dort dann u.a. neben Malerei, Grafik, Plastik und Kunstgewerbe. Insbesondere der Bezug zur Malerei ist durchaus eng. Die Fotografie wird manchmal auch zur Kommunikations- und Medientechnik gezählt - eine klare Zuordnung zu einem ganz bestimmten Gebiet ist daher, vor allem wegen ihrer Vielfältigkeit, kaum möglich.

### 2.3.2 Abgrenzung zu anderen Kunstformen

Die Fotografie hat u.a. einen engen Bezug zur Malerei und zum Film, obgleich sie ein in sich geschlossenes Gebiet der Bildenden Kunst darstellt.

Im Gegensatz zur *Malerei* sind mit der Fotografie realistische Abbilder möglich und die Fotografie kann somit als eine Erweiterung der klassischen Malerei gesehen werden. Mittels fotografischer Techniken und digitaler Bildbearbeitung kann die Fotografie aber im Grunde alles, was auch die Malerei kann. Ein wesentlicher Unterschied ist jedoch, dass ein Maler aus der Instanz heraus ein beliebiges Bild schaffen kann, ganz nach eigenen Wünschen und Vorstellungen. Ein Fotograf muss hingegen nach einem geeigneten Motiv suchen; er muss mit dem Vorlieb nehmen, was sich ihm gerade in der Natur anbietet. Insofern unterscheiden sich Malerei und Fotografie erheblich. Das Auffinden geeigneter Motive und deren Anordnung in einem Bild ist damit ein ganz entscheidender Punkt in der (künstlerischen) Fotografie.

Die Malerei bedient sich manchmal der Fotografie. So können Fotografien als Vorlagen oder Inspiration für Gemälde verwendet werden. Manche Künstler lassen Fotos auch großformatig drucken und übermalen sie dann. Es können auf diese Weise Gemälde geschaffen werden, bei denen Perspektive und Anordnung der Elemente sehr realistisch sind. Diese Methode ist auch für Einsteiger in die Malerei ein hilfreiches Mittel.

Der *Film*, der nicht mehr zur Bildenden Kunst, sondern zur Darstellenden Kunst gehört, wird auch gern mit der Fotografie verglichen, vermutlich weil er sich gewissermaßen aus der Fotografie heraus entwickelt hat ("bewegte Bilder"). In der Tat gibt es durchaus Gemeinsamkeiten. Filme werden wie

Fotos über eine Kamera aufgenommen, sie zeigen einen Ausschnitt der Wirklichkeit, sie können aus künstlerischer und angewandter Sicht betrachtet werden und die Trickkiste zur künstlerischen Gestaltung ist ebenso groß wie bei der Fotografie (wahrscheinlich ist sie sogar noch um einiges größer). Tatsächlich gibt es aber auch große Unterschiede zwischen Fotografie und Film. Ein Foto soll ganz bewusst einen Moment, einen einzelnen Augenblick, festhalten, während ein Film genau das Gegenteil bewirken soll, nämlich eine Handlung bzw. zeitliche oder räumliche Bewegung darzustellen. Im Film verschmelzen meist viele Künste, z.B. Musik/Ton, Bild und Handlung (Literatur), während Fotos reine Elemente der Bildenden Kunst sind. Aus technischer Sicht sind sich Film und Fotografie hingegen sehr ähnlich; Brennweite, Blende, Empfindlichkeit, Filmformat, Bildauflösung etc. sind nicht nur Kernbestandteile der Fotografie, sondern auch des Films.

### 2.3.3 Kunstformübergreifende Fotografie

Die Fotografie ist eine in sich geschlossene Form der Kunst. Die Kombination der Fotografie mit anderen Kunstrichtungen erscheint möglicherweise untypisch, ist aber grundsätzlich möglich und in der Praxis auch häufig anzutreffen. Die Bildergeschichte oder der Bilderroman ist ein Paradebeispiel, wo Fotografie (Bildende Kunst) und Epik (Literarische Kunst) verschmelzen. Auf einigen Video-Plattformen wie YouTube kann man beobachten, dass zu einem Lied ein Video eingeblendet ist, das verschiedene Fotos zeigt (Diashow). In diesem Fall verschmelzen Musik und Fotografie. In der vierten großen Kunstrichtung, der Darstellenden Künste, kann Fotografie ebenfalls vorkommen, z.B. als Kulisse beim Theater oder Film.

## 2.4 Unterteilung der Fotografie

### 2.4.1 Arten der Unterteilung

Fotografie kann aus verschiedenen Gesichtspunkten klassifiziert werden. Man unterscheidet in der Theorie gern zwischen angewandter und künstlerischer Fotografie, in der Praxis eher zwischen Analog- und Digitalfotografie, und besonders oft unterscheidet man zwischen den einzelnen Genre der Fotografie.

### 2.4.2 Angewandte und Künstlerische Fotografie

Die **angewandte Fotografie** betrachtet die Fotografie aus ökonomischen und kommerziellen Gesichtspunkten. Bekannte Beispiele sind hierbei Werbeaufnahmen, Modeaufnahmen, Porträtaufnahmen beim Fotografen, dokumentarische Aufnahmen (z.B. Vorher-Nachher-Aufnahmen, Aufnahmen bei Verkehrsunfällen, Aufnahme von Bauland/Grundstücken etc.) und Sachfotos. Fotografie wird hierbei seltener aus künstlerischer oder kreativer Sicht betrachtet, sondern es geht darum, ein Bild für einen ganz bestimmten bestimmten Zweck aufzunehmen. Berufsfotografen gehören immer auch der angewandten Fotografie an, aber auch viele Hobby-Fotografen werden bisweilen im Bereich der angewandten Fotografie tätig sein (bereits das Fotografieren eines Produkts, das im Internet versteigert werden soll, gehört in diesen Bereich). In der angewandten Fotografie ist der Fotograf in hohem Maß von seinem Auftraggeber abhängig, oder, falls er freiberuflich arbeitet, von seiner Zielgruppe.

Die **künstlerische Fotografie** (auch Fotokunst) betrachtet die Fotografie als Kunst und hat keine oder maximal nur geringe kommerzielle Absichten. Nahezu alle Menschen, die fotografieren, werden im Bereich der Künstlerischen Fotografie tätig sein. Typische Aufnahmen sind hierbei bspw. Reiseaufnahmen, Alltagsaufnahmen (Familie, Kinder, Festivals, Ausflüge, Schnapsschüsse, Feuerwerk, Sonnenuntergang etc.), aber z.B. auch professionelle Landschafts-, Tier-, Architektur- oder Porträtaufnahmen sofern kein wirtschaftlicher Nutzen im Vordergrund steht. Fotografen der künstlerischen Fotografie sind weder von Auftraggebern und Zielpublikum abhängig, sie haben also unbegrenzte Möglichkeiten.

Obwohl sich angewandte und künstlerische Fotografie als solches klar abgrenzen lassen, können ihnen keine Genre uneindeutig zugeordnet werden. Fast jedes fotografische Genre kann also in der angewandten und in der künstlerischen Fotografie Gegenstand sein.

### 2.4.3 Analoge und Digitale Fotografie

Die **analoge Fotografie** ist die klassische Fotografie, bei der das Foto entsteht, indem Licht auf ein lichtempfindliches Material (Film) trifft und sich dieses derart verändert, dass man mittels chemischer Verfahren daraus ein Bild erzeugen kann. Die analoge Fotografie hatte ihren Höhepunkt von etwa 1840 bis 2000, danach nahm ihre Bedeutung durch die sich rasant entwickelnde Digitalfotografie stetig ab. Einige Fotografen sind aber noch immer im Bereich der Analogfotografie tätig und Filme unterschiedlichster Art und Preisklasse werden noch immer in verschiedenen Geschäften angeboten.

Bei der **digitalen Fotografie** wird das Bild von einem Bildsensor aufgenommen und direkt in elektronischer Form (Bilddatei) gespeichert. Es liegt also unmittelbar nach der Aufnahme als digitales Bild vor. Dieses Verfahren macht es möglich, dass man sich das Foto sofort auf dem Kamerabildschirm anschauen kann, da es nicht erst noch entwickelt werden muss. Man kann das Foto auch sofort bewerten und gegebenenfalls erneut aufnehmen, falls man mit dem Resultat nicht zufrieden ist. Ein weiterer Vorteil ist, dass man das Bild schnell in andere elektronische Medien (z.B. Computer) übertragen kann. Zudem zeichnet sich die Digitalfotografie meist durch eine recht einfache Bedienung und sehr geringe laufende Kosten aus (Film- und Entwicklungskosten fallen nicht mehr an, sofern man keine Abzüge macht).

Dieses Buch wird sich auf die digitale Fotografie konzentrieren, wobei jedoch an gegebener Stelle auch auf die analoge Fotografie eingegangen wird.

### 2.4.4 Schwarzweiß- und Farbfotografie

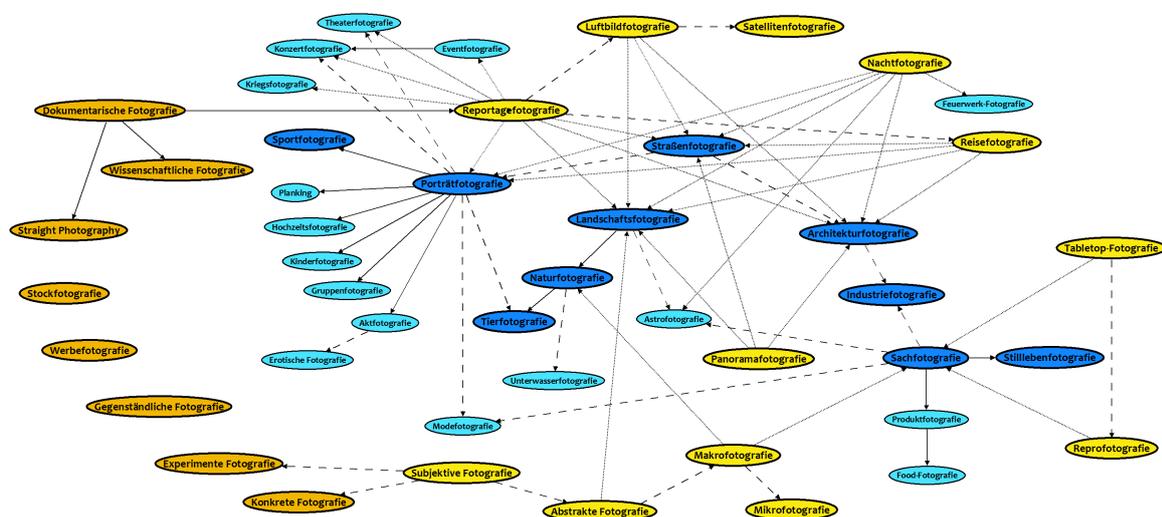
Mit den Anfängen der Farbfotografie in den 40er Jahren hat man oft zwischen **Schwarzweißfotografie** und **Farbfotografie** (bzw. Schwarzweißfilm und Farbfilm) unterschieden. Dieser Unterschied wird heute kaum mehr vorgenommen, da aktuelle Kameras automatisch Farbfotos aufnehmen können. Lediglich beim Resultat wird noch immer zwischen Farb- und Schwarzweißfoto unterschieden. Eine dritte, recht neomodische Art, ist **Sepia**, ein Foto in gelblich-braunen Tönen, das den Eindruck eines alten Fotos macht.

## 2.4.5 Fotografische Genre

### Grundlagen

Eine Vielzahl von Genre orientiert sich daran, *was* abgebildet wird, d.h. was das Motiv des Bildes ist (z.B. Landschaftsfotografie, Porträtfotografie, Sachfotografie, Industriefotografie). Einige Gebiete hingegen orientieren sich eher am *wie*, z.B. wie ein Motiv aufgenommen wird bzw. unter welchen Bedingungen und Umständen die Aufnahme stattfindet (z.B. Makrofotografie, Reportagefotografie, Abstrakte Fotografie). Es scheint leider keine genaue Bezeichnung für diese Unterscheidung zu geben, daher sollen an dieser Stelle die Begriffe *motivbezogene Genre* und *übergeordnete Genre* verwendet werden. Dabei muss bedacht werden, dass manche Genre Merkmale beider Gruppen aufweisen (z.B. Nachtfotografie und Unterwasserfotografie, wo man "Nacht" und "Unterwasser" sowohl als Motiv als auch als Umstand/Aufnahmeweise/Fototechnik sehen kann). Die übergeordneten Genre haben allesamt einen engen Bezug zu einigen (manchmal auch fast allen) motivbezogenen Genre.

### Überblick



**Abb. 2** Überblick und Klassifikation der verschiedenen Genre

Die Wikipedia-Kategorie "Genre der Fotografie", welche diesem Abschnitt zu Grunde gelegt wurde, listet mehr als 40 Genre auf, wobei einige bekannte Genre jedoch fehlen. Man kommt damit schnell auf 50 oder noch mehr Genre. Einige Genre sind sehr bekannt und relativ klar definiert (z.B. Landschaftsfotografie, Architekturfotografie, Sportfotografie), andere sind nur wenig bekannt und weniger klar definiert (z.B. Konkrete Fotografie, Experimentelle Fotografie). Für den Einstieg in die Fotografie ist damit nur eine kleine Anzahl an Genre relevant, es soll aber trotzdem ein umfassender Überblick über die einzelnen Genre gegeben werden.

Es scheint, dass bisher nur wenig Material zur Klassifikation von Fotogenre existiert. Die nebenstehende Skizze wurde im Rahmen dieses Buchprojekts angefertigt und ist eine Möglichkeit der Anordnung ausgewählter Genre. Sie kann nur als Orientierung bzw. grobe Übersicht gesehen werden, eben weil die Genre oft unscharf definiert sind bzw. sich schwer abgrenzen lassen.

Das Besondere an dem Schema ist, dass es die Beziehung der Genre untereinander hervorhebt, während in anderen Quellen die Genre sonst oft einfach nach Bedeutung oder Alphabet aufgelistet werden. Für den Einsteiger sollte es damit leichter sein, einen schnellen Überblick der Genre zu gewinnen. Sie werden aber im nächsten Abschnitt auch noch einmal textuell kurz erläutert.

Die dunkelblauen Ellipsen stellen die wichtigsten motivbezogene Genre dar, die hellblauen Ellipsen weniger bekannte Genre (Spezialgenre). Die gelben Ellipsen stellen analog wichtige übergeordnete (technik-bezogene) Genre dar. Die links im Bild angeordneten orangen Ellipsen stellen übergeordnete Genre dar, die fast alle anderen Genre enthalten können (universelle Genre). Bei diesen Genre wurde darauf verzichtet, die Beziehungen zu anderen Genre einzutragen, da dies das Schema sehr unübersichtlich gemacht hätte.

Kanten (Pfeile) stellen Beziehungen zwischen Genre dar. Ein durchgezogener Pfeil zeigt ein Subgenre an (Teilmenge, Untergattung), was jedoch nicht heißt, dass dieses nicht gleichzeitig auch Subgenre eines anderen Genre sein könnte (Polyhierarchie). Eine gestrichelte Linie besagt, dass es zwar eine deutliche Beziehung zwischen beiden Genre gibt, jedoch nicht unbedingt von einer Untermengen-Beziehung gesprochen werden kann. So gibt es eine enge Beziehung zwischen Architektur- und Industriefotografie, die Industriefotografie ist aber keine echte Untergattung der Architekturfotografie, da sie andere Zielstellungen und Methodiken verfolgt. Am Beispiel von Straßenfotografie und Porträtfotografie wird die Beziehung ebenfalls deutlich. Es gibt gewisse Gemeinsamkeiten (Abbildung von Personen), aber auch deutliche Unterschiede (ungestellte, alltägliche Aufnahmen in Städten bei der Straßenfotografie). Punktirierte Linien zeigen eine Beziehung zwischen übergeordneten Genre und motivbezogenen Genre an. Eine punktirierte Linie, die sich auf ein gewisses Genre bezieht, bezieht sich dann auch automatisch auf dessen Subgenre, um die Zahl der Kanten in dem Bild gering zu halten. Die Kante zwischen Reisefotografie und Landschaftsfotografie besagt damit, dass Landschaftsfotografie ein typisches Genre der Reisefotografie ist, ebenso aber auch die Subgenre Natur- und Tierfotografie.

Durchgezogene und gestrichelte Kanten treten somit zwischen den motivbezogenen Genre auf sowie zwischen den übergeordneten Genre. Punktirierte Linien treten hingegen nur zwischen den beiden Grundarten von Genre auf, schlagen also gewissermaßen die Brücke zwischen motivbezogenen und übergeordneten Genre.

## Motivbezogene Genre



**Abb. 3** Typische Landschaftsfotografie.

Die **Landschaftsfotografie** ist ein weitreichendes Genre, das die Umwelt des Menschen zum Hauptgegenstand hat. Sie kann noch einmal in die einzelnen Jahreszeiten (Frühling, Sommer, Herbst, Winter) und einzelnen Landschaftstypen (Wald, Feld, Sand, Meer, Gebirge etc.) unterteilt werden, wobei diese Gebiete jedoch meist nicht als Genre betrachtet werden.

Die **Naturfotografie** kann als Untergenre der Landschaftsfotografie gesehen werden. Während letztere eher große Ausschnitte zeigt (sog. Übersichtsfotos), wird in der Naturfotografie eher ein kleiner Ausschnitt ausgewählt, z.B. ein Baum, Blumen, Tiere etc. Bei der Abbildung von Tieren spricht man dann von der **Tierfotografie** (auch Wildlife-Fotografie). Werden Aufnahmen unter Wasser gemacht, so spricht man von der **Unterwasserfotografie**.

Die **Astrofotografie** ist ein recht spezielles, unter manchen Hobbyfotografen aber sehr beliebtes Genre. Zudem hat es für wissenschaftliche Zwecke eine hohe Bedeutung. Das Genre lässt sich nur schwer in die Klassifikation einordnen. Einerseits scheint es zumindest im weitesten Sinne einen Bezug zur Landschafts- oder Naturfotografie zu besitzen, betrachtet man hingegen einige Himmelskörper als Motiv, so lässt sich ein gewisser (wenn auch ebenso vager) Bezug zur Sachfotografie feststellen. Am größten scheint noch der Bezug zur Nachtfotografie zu sein, da die Astrofotografie für gewöhnlich in der Nacht praktiziert wird.

Die **Feuerwerks-Fotografie** ist ein im deutschsprachigen Raum wenig bekannter Begriff; die meisten Kameras bieten jedoch ein Feuerwerk-Modus, so dass man es auch als ein Genre betrachten kann.



**Abb. 4** Porträt von Daguerre im Jahr 1844, Mitbegründer der modernen Fotografie.

Die **Porträtfotografie** hat im klassischen Sinne Menschen zum Hauptgegenstand, im weiteren Sinne umfasst sie jedoch auch die Abbildung von Tieren (Tier-Porträt), so dass in diesem Fall die Tierfotografie sowohl Untergenre der Porträtfotografie als auch der Naturfotografie ist. Die Porträtfotografie zielt meist darauf ab, die Wesenszüge einer Person in einem Foto herauszuarbeiten bzw. darzustellen. Bekannte Untergenre sind **Kinderfotografie**, **Gruppenfotografie**, **Hochzeitsfotografie** und **Aktfotografie**. Im letzteren liegt der Schwerpunkt auf der Darstellung des menschlichen Körpers, nicht auf der Herausarbeitung der Charakteristik. Die **Erotik-Fotografie** geht über die Aktfotografie hinaus,

indem auch ein sexueller Bezug zu erkennen ist (dieser ist der Aktfotografie fremd). **Planking** ist eine neomodische fotografische Erscheinung, bei der sich eine Person mit dem Gesicht nach unten und seitlich angelegten Armen in steifer Körperhaltung fotografieren lässt. Die **Theaterfotografie** (Bühnenfotografie) zeigt Menschen und Kulissen auf der Bühne und hat damit ebenfalls einen gewissen Bezug zur Porträt-Fotografie. Die **Modelfotografie** bezeichnet das Fotografieren von Kleidern und steht damit etwas zwischen Porträt- und Sachfotografie, je nach dem ob der Schwerpunkt eher auf dem Model oder den Kleidern liegt (z.B. für einen Versandhauskatalog).

Die **Eventfotografie** ist ein eher unscharf definiertes Genre, das Fotografien bezeichnet, die auf "Events" (also bei verschiedenen Ereignissen wie Stadtfeste, Konzerten etc.) bzw. zu bestimmten Anlässen (z.B. Hochzeit) aufgenommen werden. Als ein untergeordnetes Genre kann dabei die **Konzertfotografie** gesehen werden, welche das Fotografieren speziell von Konzerten (und insbesondere den Künstlern bzw. Musikern) zum Gegenstand hat.



**Abb. 5** Bahnhof in Lissabon - Beispiel für moderne Architektur.

Die **Architekturfotografie** hat Bauwerke aller Art zum Gegenstand, darunter historische und moderne Gebäude, Skulpturen und Springbrunnen, Brücken, Staudämme, Industrieanlagen u.v.m. Innenaufnahmen und Architekturdetails (z.B. Erker, Dachgaupen, Säulen, Tore, Torbögen, Gewölbe, Ornamente etc.) sind besonders beliebte Motive in der Architekturfotografie.

Die **Sachfotografie** bezeichnet die Abbildung von Gegenständen aller Art und bezieht sich häufig auf die Angewandte Fotografie. Hierbei können beliebige Objekte abgebildet werden, z.B. Artikel für einen Produkt- oder Versandhauskatalog. Im letzten Fall spricht man von der **Produktfotografie**, also der Abbildung jeglicher Produkte, die Ergebnisse eines Produktionsprozesses sind. Das wenig bekannte Gebiet **Food-Fotografie** bezeichnet dabei das Fotografieren von Lebensmitteln bis hin

zu ganzen Menüs, meist zum Erstellen von Speisekarten, Webpräsenzen von gastronomischen Unternehmen etc. Die **Stilleben-Fotografie** hat einen ausgesprochen künstlerischen Charakter und fällt weniger in das Gebiet der Angewandten Fotografie – sie bezeichnet die wohlüberlegte Auswahl und Anordnung verschiedener, unbelebter Gegenstände in einem Foto.

Die **Industriefotografie** hat Industrieerzeugnisse sowie den Industrieprozess im Mittelpunkt. Sie hat damit einen gewissen Bezug zur Architekturfotografie und zur Sachfotografie.



**Abb. 6** Beispiel für Straßenfotografie.

Die **Straßenfotografie** ist ein Genre, das gewissermaßen zwischen Architektur- und Porträtfotografie steht und ein Abbild des alltäglichen, öffentlichen Lebens (vor allem in Städten) zum Ziel hat.

### Übergeordnete Genre

Die **Nachtfotografie** bezeichnet bei Nacht oder in der Dämmerung entstandene Fotos. Sie hat einen Bezug zu vielen anderen Genre, v.a. Architektur-, Landschafts- und Straßenfotografie.

Die **Reisefotografie** umfasst auf Reisen aufgenommene Fotos und hat einen engen Bezug zur Straßen- und Architekturfotografie, Landschafts- und Porträt-Fotografie. Sie kann auch Teil der Dokumentarischen Fotografie und Reportagefotografie sein.

Die **Luftbildfotografie** (manchmal auch einfach Luftfotografie) bezeichnet Bilder, die aus der Luft aufgenommen wurden, z.B. aus einem Heißluftballon oder Flugzeug, oder aber von einem Hochhaus,

Aussichtsturm oder Berg. Eine Sonderform ist die **Satellitenfotografie**, bei der Fotos von einem Satelliten auf die Erde herab aufgenommen werden.

Die **Panoramafotografie** beschäftigt sich mit der Aufnahme von Panoramafotos, also von Fotos mit sehr großem Bildwinkel (bis 360°-Bilder). Das sind typischerweise Stadtansichten oder Landschaften.



**Abb. 7** Insekten sind typische Motive der Makrofotografie.

Die **Makrofotografie** bezeichnet die volle Abbildung kleiner Gegenstände oder Lebewesen, etwa Blumen, Insekten, Spielfiguren etc. Bei Abbildungen von noch kleineren Motiven spricht man von der **Mikrofotografie** (Abbildung von Dingen, die mit bloßem Auge nicht mehr erkennbar sind).

Die **Abstrakte Fotografie** (selten auch Gegenstandslose Fotografie) beeindruckt durch Formen, Muster, Linien, Strukturen und besondere Farben. Es geht nicht mehr um den abgebildeten Gegenstand (dieser lässt sich in dem Foto oft auch kaum mehr erkennen), sondern rein um die Strukturen und Farben. In abstrakten Fotos erkennt oft jeder Betrachter etwas Verschiedenes – das macht die abstrakte Fotografie besonders interessant.

Die **Konkrete Fotografie** ist nicht (!) das Gegenstück zur abstrakten Fotografie; sie zeichnet sich dadurch aus, dass sie mehr Wert auf die Interpretation eines Fotos bzw. auf die dahinter liegende Bedeutung legt als auf die eigentliche Abbildung desselbigen. Ein Glas Wein kann somit bspw. auch Weisheit oder Alter darstellen – liegt der Schwerpunkt eher auf der Bedeutung und Interpretation des Bildes, weniger auf der fotografischen Darstellung des Weinglases, so spricht man von konkreter Fotografie. Manchmal können konkrete und abstrakte Fotografie damit recht eng beieinander liegen (aus abstrakten Fotos lassen sich oft auch interessante Dinge interpretieren).

Die **Subjektive Fotografie** hat einen engen Bezug zur abstrakten und konkreten Fotografie. Ihr geht es, wie bei der abstrakten Fotografie, nicht um Gegenstände, sondern rein um die Wirkung von

Formen und Mustern. Wie bei der konkreten Fotografie, spielt die Interpretation des Bildes eine sehr große Rolle.

Die **Gegenständliche Fotografie** ist ein weitreichendes, nur wenig bekanntes Genre. In Anlehnung an "Gegenständliche Kunst" bezeichnet es das Gegenstück zur Abstrakten Fotografie. Fotos der gegenständlichen Fotografie bilden also Gegenstände bzw. Lebewesen aller Art (Menschen, Gebäude, Landschaften etc.) in mehr oder weniger realistischer Form ab. Der Betrachter soll sich an dem abgebildeten Motiv erfreuen, eine tiefere Intention des Künstlers besteht nicht.

Die **Experimentelle Fotografie** ist ein besonders künstlerisches Genre, bei der durch Experimente mit Belichtungszeit, Blende und Brennweite sowie durch spezielle Kamerahaltung und Bildbearbeitung künstlerisch ausgefallene Fotos entstehen. Je nach Verfahren können diese auch in den Bereich der abstrakten Fotografie fallen.

Die **Dokumentarfotografie** bezeichnet die möglichst exakte Darstellung der Realität in einem Foto, hat jedoch eine konkrete Aussagekraft, meist mit sozialkritischem Ausdruck. Eine Dokumentarfotografie kann dabei politische, gesellschaftskritische oder kulturelle Aussagekraft besitzen. Sie enthält eine Botschaft, die über den eigentlichen Text einer Dokumentation hinausgeht. Eine Untergattung ist die **Straight Photography (Reine Fotografie)**, bei der die Bilder so realistisch wie möglich sein sollen (keine Unschärfe, keine Nachbearbeitung), wo jedoch meist keine konkrete Aussagekraft bzw. Intention vorliegt. Die **Wissenschaftliche Fotografie** meint Fotografie zum Zweck der Analyse und Dokumentation. Sie möchte meist sehr präzise, realistische Bilder bewirken und verfolgt sehr individuelle Ziele. Wissenschaftliche Fotografie fällt damit ins Gebiet der Angewandten Fotografie.

Die **Reportagefotografie** (auch Fotojournalismus oder Bildberichterstattung) hat die Fotografie von verschiedenen Ereignissen im Sinne der Berichterstattung zum Gegenstand. Sie bezieht sich meist auf Politik, Wirtschaft und Gesellschaft und arbeitet eng mit Nachrichtenagenturen und Printmedien-Agenturen zusammen.

Die **Werbefotografie** stellt Objekte für Werbezwecke dar und wird meist von Werbeagenturen in Auftrag gegeben. Dabei kann sie fast jedes fotografische Genre bedienen, da es bei Werbefotografie vor allem auch darum geht, abstrakte Dinge wie Gesundheit, Sport, Sicherheit, Kraft etc. in einem Foto mit geeigneten Mitteln auszudrücken.

Die **Tabletop-Fotografie** (Tischfotografie) bezeichnet ein Genre, bei der einfache Gegenstände auf einer meist weißen, geraden Oberfläche (z.B. auf einem Tisch) in einfachster Weise abgebildet werden. Sie hat damit einen engen Bezug zur Sach-, Produkt- und Werbefotografie.

Die **Stockfotografie** ist ein sehr weites Genre, bei der Fotos "auf Vorrat" (on stock) aufgenommen werden. Vor allem Fernsehsender und Zeitschriften sind an Stockfotos interessiert, um für die Erstellung einer bestimmten Reportage bzw. eines Artikels sofort entsprechende Fotos zur Verfügung zu haben, ohne sie dann noch aufnehmen oder besorgen zu müssen. Im Web existieren heute einige Websites, die Millionen frei verfügbarer Bilder anbieten und somit als eine Art "Stock-Archiv" fungieren. Ein bekanntes Beispiel ist wikicommons.

## **2.5 Gesellschaftliche Aspekte, Vorteile, Nachteile**

### **2.5.1 Bedeutung in der Gesellschaft**

Die Fotografie hat heute eine sehr hohe Bedeutung und Verbreitung, wobei diese manchmal als solches gar nicht bewusst wahrgenommen wird. Fast jede Person besitzt eine Kamera und hat bereits einmal Fotos aufgenommen; ein großer Teil wird sogar regelmäßig Fotos aufnehmen. Wer Fotos aufnimmt, agiert im Bereich der Bildenden Kunst, auch wenn er oder sie dies nicht als solches wahrnimmt. Es ist somit durchaus nicht falsch zu behaupten, dass die Bildende Kunst mit der hohen Verbreitung der digitalen Fotografie seit Beginn des 21. Jahrhunderts eine Renaissance erfährt.

Fotos bzw. Bilder werden visuell vom Menschen wahrgenommen, das heißt, ähnlich wie Text mit den Augen erfasst. Anders als Text kann das menschliche Auge ein gewöhnliches Bild jedoch innerhalb etwa einer Sekunde vollständig wahrnehmen und erfassen, während es schon für einen einzelnen Satz mehrere Sekunden benötigt (und oft auch etwas Zeit, um den Satz gedanklich zu verstehen). Aus diesem Grund nehmen wir in der Realität Fotos deutlich intensiver wahr und werden durch sie eher aufmerksam gemacht als durch (längere) Texte. Für die Marketingabteilungen der Unternehmen und Institutionen sowie für die Medien spielt diese Erkenntnisse eine große Rolle; eine Welt ohne Bilder ist kaum mehr vorstellbar.

### **2.5.2 Fotos als Information**

Fotografien können wie Texte und Klänge allgemein als Informationen aufgefasst werden; es gibt demnach eine syntaktische, semantische und pragmatische Sichtweise auf Fotos.

Betrachtet man Fotos syntaktisch, so sind sie einfach eine Anordnung von Bildpunkten (Pixeln), die unterschiedliche Farben aufweisen. Man kann auf dieser Ebene verschiedene Analysen durchführen (z.B. Farbverlauf, Farbverteilung, Kontrast etc.). Auf semantischer Ebene sieht man die Bedeutung eines Fotos. Hier betrachtet man nicht mehr die Bildpunkte, sondern das, was diese eigentlich zeigen, z.B. ein Hochhaus, eine Berglandschaft, eine Person etc. Auf dieser Ebene werden Fotos für gewöhnlich einem Genre zugeordnet. Darüber schließt sich die pragmatische Ebene an, welche die Wirkung des Fotos bezeichnet. Diese ist individuell verschieden, bei jedem Menschen kann sich beim Betrachten des Fotos eine andere Wirkung einstellen. Das Foto kann als schön oder unschön empfunden werden, als interessant, abstoßend, verwirrend, imposant etc.

Bei Fotos geht es oft um die pragmatische Ebene; der Künstler möchte mit seinen Fotos eine bestimmte Wirkung erzielen, wobei ein schön anzuschauendes Foto oft, aber bei weitem nicht immer, das Ziel ist. Darin unterscheiden sich Fotos von Texten, wo es eher um die Bedeutung (Semantik) geht. In der Werbe- und Modefotografie soll ein Foto vor allem Aufmerksamkeit erregen und Interesse beim Betrachter auslösen. Fotos können auch eine politische Aussage haben, gesellschaftliche und soziale Missstände ausdrücken oder eine historische Aussagekraft besitzen - die Möglichkeiten auf pragmatischer Ebene sind nahezu unendlich.

### **2.5.3 Vorteile, Nutzen**

Viele Personen haben heute stets eine Digitalkamera bei sich, oft auch in Form eines Foto-Handys bzw. Smartphones. Ein Phänomen ist daher die ab etwa 2000 deutlich gestiegene Meldung und

Dokumentation von Ereignissen, z.B. Naturkatastrophen und Unglücken. Hier können Fotos und Videos zur Aufklärung erheblich mit beitragen.

Wie bereits erläutert, hat die Fotografie im Bereich der angewandten Fotografie eine hohe kommerzielle Bedeutung, z.B. für Werbeaufnahmen, Produktkataloge und Dokumentation. Hier hat sie fast alle Bereiche des Lebens erobert. Fotos werden auch gern zur Dekoration benutzt, z.B. im Wohnzimmer, in Restaurants und öffentlichen Sälen, in Korridoren etc.

Da Fotos vom Menschen sehr stark wahrgenommen werden, bieten sie sich oft auch an, auf verschiedene (gesellschaftliche) Probleme hinzuweisen. Sozialkritische Fotos, wie man sie manchmal in Zeitungen und Magazinen findet, können einen hohen Einfluss auf den Betrachter haben. In den Medien veröffentlichte Bilder und Videos von Krisengebieten haben somit manchmal ungewöhnlich hohe Spendenbereitschaft ausgelöst, die durch rein textuelle Berichterstattung womöglich nicht entstanden wäre.

In der Künstlerischen Fotografie sind Fotos das Resultat künstlerischen und individuellen Schaffens und haben somit i.A. einen hohen persönlichen Wert. Fotos speichern vor allem auch Erinnerungen und sind als solches unbezahlbar. Ein verloren gegangenes Foto kann im Grunde nicht wiederhergestellt werden, da Fotos stets einen Ausschnitt der Vergangenheit festhalten.

Darüber hinaus schätzen viele (Hobby-) Fotografen natürlich den künstlerischen Aspekt. Es gibt viele Methoden, professionelle und beeindruckende Fotos aufzunehmen, genauso spannend kann es aber sein, durch Ausprobieren und Nachbearbeiten interessante Resultate zu schaffen. Nach dem Aufnehmen teilen viele Fotografen ihre Werke gern mit anderen Menschen, weshalb im Web eine Vielzahl an Foto-Plattformen existieren. Das Archivieren von Fotos spielt dabei eine große Rolle, da man bei vielen Aufnahmen schnell den Überblick verlieren kann.

Einige Fotografen ziehen es vor, ihre Fotos nicht zu veröffentlichen. Auch für rein persönliche Zwecke gibt es eine Vielzahl an Möglichkeiten, wofür man die aufgenommenen Fotos verwenden kann: In (digitalen) Bilderrahmen, als Diashow, Bildschirmschoner oder Desktophintergrund des PCs, zum Erstellen von Postern, Collagen und Fotobüchern, die heute von vielen (Online-) Anbietern auf Wunsch gedruckt werden, zum Erstellen eines Familien- oder Urlaubalbums, als Grundlage für Zeichnungen und Gemälde (Verschmelzung von Fotografie und Malerei), zum Bedrucken von T-Shirts, zum Gestalten von Websites oder Präsentationen und für viele andere Sachen.

### **2.5.4 Probleme, Missstände**

Einige Kritiker sehen mit der aufkommenden Massenfotografie ein gesellschaftliches Problem. Auf Foto-Seiten und in privaten Archiven lagern oft derart viele Fotos, dass man diese kaum mehr überblicken kann; Besucher solcher Seiten bekommen keine Auswahl bemerkenswerter Fotos, sondern müssen selbst eine Auswahl treffen. Das Thema Massenfotografie ist damit aber eher nur ein Teilaspekt des deutlich umfangreicheren Themas *Informationsflut*. In diesem Zusammenhang scheint die Qualität der Fotografien unter Laien heute oft gering - während die Analogfotografie noch mit laufenden Kosten verbunden war und man sich wohl überlegt hat, was man fotografiert und was nicht (und noch deutlich mehr darauf geachtet hat, ein möglichst gutes Bild zu erzielen), sind Schnappschüsse heute oft die Regel.

Fotografie wird oft auch zu kriminellen Zwecken missbraucht. Bekannte Beispiele sind Bedrohung, Erpressung und (Industrie-) Spionage sowie Datenschutz- und Urheberrechtsverletzungen; die ersten Punkte sind dabei vermutlich bereits so alt wie die Fotografie selbst.

Mit dem Aufstieg der digitalen Fotografie und des Internets wurde die Fotografie auch zunehmend für schwere Straftaten wie Mobbing, Stalking und Kinderpornografie sowie im Zusammenhang mit Körperverletzung und Diffamierung von Personen missbraucht; hierbei geht es meist nicht um wirtschaftliche Aspekte (wie etwa bei der Industriespionage), sondern um Menschen Schaden zuzufügen. Aus dieser Perspektive kann Fotografie auch als Waffe gesehen werden.

## 2.6 Rechtliche Aspekte

Das Fotorecht ist zu umfangreich, um es hier in seiner ganzen Fülle erläutern zu können. Grundlegende Aspekte sollen dennoch betrachtet werden, da sie wichtig im Umgang mit der Fotografie sind. Das Fotorecht soll vor allem klären, wer die Rechte an einem aufgenommenen Foto hat und welche Fotos veröffentlicht werden dürfen.

In Deutschland existiert die **Panoramafreiheit**. Diese erlaubt es, von jedem öffentlichen Ort Fotos aufnehmen zu dürfen (jedoch nicht zwangsläufig innerhalb von Gebäuden) und im Anschluss zu veröffentlichen. Auch eingeschränkt öffentliche Orte (z.B. Zoo, Friedhof, Parks die nur von 8-18 Uhr geöffnet sind etc.) zählen dazu. Privatgrundstücke zählen hingegen nicht unter die Panoramafreiheit. Fotos dürfen dort zwar aufgenommen werden, wenn der Besitzer es erlaubt, sie dürfen jedoch nicht in allen Fällen veröffentlicht werden.

Ein Beispiel: Eine schmucke Villa darf von der öffentlichen Straße aus fotografiert werden. Versperrt eine Hecke die Sicht, darf die Villa auch von einem nahen Hügel aufgenommen werden, wenn dieser sich im öffentlichen Raum befindet. Wenn die Villa jedoch vom Balkon einer gegenüberliegenden Wohnung fotografiert wird, so darf die Villa zwar noch fotografiert, das Bild jedoch nur mit Genehmigung des Eigentümers der Villa veröffentlicht werden.

Die Idee ist im Grunde einfach: Das, was die gesamte Öffentlichkeit sehen kann, darf auch fotografiert und danach veröffentlicht werden. Das, was nicht jeder sehen kann (z.B. die Villa fotografiert vom Balkon der Privatwohnung), darf nicht uneingeschränkt veröffentlicht werden. Der Bewohner der Villa könnte dann klagen, dass ein solches Foto nicht veröffentlicht werden darf.

Am Beispiel von Google Streetview lässt sich erkennen, dass die Panoramafreiheit eingeschränkt wird. Sie ist unterdessen nicht mehr für "Massenaufnahmen" gültig, d.h. öffentliche Aufnahmen im großen Stil fallen nicht mehr unter die Regelung. Auch vor Personen macht die Panoramafreiheit zum Schutz der Persönlichkeitsrechte halt. Fotos, die im öffentlichen Raum aufgenommen wurden und Personen zeigen, dürfen nur veröffentlicht werden, wenn die Person ausdrücklich zustimmt oder wenn die Person lediglich "Beiwerk" des Fotos ist. Unter Beiwerk versteht man meist, dass die Person nicht der Hauptgegenstand des Bildes ist. Fotos auf großen Plätzen, bei Festivals, am Strand etc. werden fast immer auch Menschen zeigen, die dann aber nicht Hauptgegenstandes des Bildes sind, so dass das Foto trotz abgebildeter Personen veröffentlicht werden darf. Bis zu welchem Grad jedoch Personen "Beiwerk" sind, ist eine recht komplizierte Frage.

In der Praxis erkennt man oft, dass die beiden Einschränkungen der Panoramafreiheit (Veröffentlichung von Fotos, die Personen abbilden, oder die etwas zeigen, das man nicht vom öffentlichen Raum aus sehen kann) sehr oft verletzt werden. Es lässt sich vermuten, dass in Foto-Communities täglich tausendfach solche Bilder veröffentlicht werden, ohne dass eine Einwilligung der entsprechenden Person vorliegt.

Eine weitere Einschränkung der Panoramafreiheit betrifft Objekte, die nicht dauerhaft an einer Stelle ("bleibend") sind. So war die Veröffentlichung der Verhüllung des Reichstags im Jahr 2002 beispielsweise nicht ohne Zustimmung des Architekten erlaubt, da die Verhüllung nur vorübergehend (also nicht bleibend) gewesen ist. Selbiges gilt für Gebäude, Skulpturen etc. die nur vorübergehend an einem Ort sind. Ab wann etwas als bleibend gilt, ist jedoch nicht exakt geklärt.

Das Recht am Bild besitzt, wer das Bild in Szene gesetzt und damit künstlerisch geschaffen hat. Es zählt letztlich nicht, wer den Auslöser gedrückt hat, sondern wer die Idee zu dem Foto hatte und es künstlerisch umgesetzt bzw. in Szene gesetzt hat. In den meisten aller Fälle wird ein Hobbyfotograf seine Fotos allein aufnehmen und ist damit automatisch der **Urheber** des Fotos.

Veröffentlicht man ein Foto ohne der Urheber zu sein, und besitzt man keine Genehmigung des Urhebers zu dieser Veröffentlichung, ist dies eine **Urheberrechtsverletzung**. In Deutschland gilt dies als Straftat und wird nach §106 UrhG mit Freiheitsstrafe bis zu drei Jahren oder Geldstrafe bestraft. Bereits der Versuch ist strafbar.

## 2.7 Geschichte der Fotografie

Spricht man von Fotografie, so meint man meist immer auch Fotografie im 2. Sinne, also die dauerhafte Speicherung eines Abbildes der Realität. Demnach beginnt die Fotografie Anfang des 19. Jahrhunderts und ist damit noch keine 200 Jahre alt. Fotografie im 1. Sinne, also als bildgebendes Verfahren, ist jedoch deutlich älter. Bereits in der Antike und im Mittelalter konnte man Abbilder der Realität erstellen, es fehlte jedoch ein Medium, um sie dauerhaft festhalten zu können (Fotografie im 2. Sinne). Aristoteles gilt heute als der Erfinder der Camera obscura, das eigentliche Funktionsprinzip hat jedoch vermutlich erst Leonardo da Vinci im ausgehenden Mittelalter entdeckt.



**Abb. 8** Eine Camera obscura aus dem 18. Jahrhundert. Sie wurde vor allem zum Skizzieren von Bildern verwendet.

Die Camera obscura war ein völlig abgedunkelter Raum mit einem winzigen Loch an einer der 4 Seiten, durch das (Sonnen-) Licht fiel und auf der gegenüberliegenden Seite des Raums ein auf dem Kopf stehendes, verschwommenes Abbild erzeugte (ein Abbild von dem, was vor der Öffnung stand). So konnte man bereits im Mittelalter Abbilder der Wirklichkeit erzeugen. Zwar fehlte es an einem Medium zur permanenten Speicherung, die Camera obscura wurde jedoch verwendet, um aus dem Abbild Zeichnungen anzufertigen. Die von der Kamera erzeugten Bilder waren sehr unscharf und blass, da das Licht nicht in einem Punkt gebündelt wurde. Der Einsatz von Sammellinsen ab dem 17. Jahrhundert führte zu deutlich schärferen Bildern. Zu dieser Zeit wurden auch die ersten portablen "Kameras" gebaut. Einen Nutzen außerhalb der Bildenden Kunst gab es mit der Camera obscura jedoch kaum.

Im 18. Jahrhundert entdeckte man, dass sich Silbersalze unterschiedlich verfärben wenn Licht auf sie trifft. Dies war im Grunde die Geburtsstunde der heutigen Fotografie. Man erkannte, dass sich ein in der Camera obscura erzeugtes Bild festhalten ließ, wenn das Licht auf das Material fällt und es entsprechend einfärbt.

Diese Erkenntnis allein reichte jedoch noch nicht aus, um Fotos im heutigen Sinne schaffen zu können. Eine besondere Schwierigkeit war es, aus den unterschiedlich verfärbten Stoffen ein Abbild erzeugen können, etwa ein Papierbild. Der französische Advokat Joseph Nicéphore Niépce (1765 – 1833) sowie der Maler Louis Daguerre (1787 – 1851) haben zu Beginn des 19. Jahrhunderts auf vielfältige Weise versucht, dieses Problem zu lösen. Auf der Basis der Lithografie, einem etwa zur

selben Zeit entwickelten Flachdruckverfahren, gelang es um 1826, erste Abbilder zu erzeugen und dauerhaft zu speichern. Damit war die Fotografie im heutigen Sinne geboren.



**Abb. 9** Historische Kamera im 19. Jahrhundert.

Die ersten Fotos hatten eine Belichtungszeit von mehreren Stunden. Nach dem Tod Niépces forschte Daguerre weiter und entwickelte 1837 die Kochsalzlösung, die seit jeher zum Fixieren von Aufnahmen verwendet wird. Durch den Einsatz modernerer, speziell für die Fotografie entwickelter Linsen, konnte die Bildqualität erheblich verbessert werden. Zudem erkannte Daguerre durch Zufall, dass auf Fotoplatten angewendete Quecksilberdämpfe deutlich kürzere Belichtungszeiten ermöglichten – mit einer Belichtungszeit im Minutenbereich waren Porträtaufnahmen aber immer noch kaum umsetzbar.

Ende der 40er Jahre des 19. Jahrhunderts betrug die übliche Belichtungszeit noch um die 20 Sekunden, zu Beginn der 50er Jahre konnte man sie mit neuen Verfahren auf wenige Sekunden senken und nun auch Porträts abbilden. Solche Belichtungszeiten gelten heute jedoch noch immer als Langzeitbelichtung – die abzubildende Person musste sich während der Aufnahme so wenig wie möglich bewegen.

Zunächst wurden Fotos auf Filmplatten aufgenommen. Man konnte mit der Kamera also genau ein Foto aufnehmen, dann musste die Platte entnommen und das Foto in einer Dunkelkammer entwickelt werden. Danach musste man die Platte für eine weitere Aufnahme vorbereiten und wieder in die Kamera einsetzen. Das war extrem aufwendig. Mit der Entwicklung des fotografischen Films in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts (1889 wurde der bis heute bekannte Rollfilm entwickelt) konnte dieses Problem jedoch gelöst werden. Fotografie wurde damit deutlich einfacher.



**Abb. 10** Die Leica I aus dem Jahr 1925 war die erste auf dem Markt angebotene Kompaktkamera.

Zu Ende des 19. Jahrhunderts wurden die Kameras kleiner und damit portabel. Die Kompaktkamera im heutigen Sinne wurde jedoch erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts erfunden. Das Modell Leica I der Firma Leitz gilt als erste echte Kompaktkamera und kam 1925 auf den Markt. Sie war nicht wesentlich größer als heutige Kompaktkameras und eröffnete dem Besitzer die Möglichkeit, zu jedem Zeitpunkt eine Kamera bei sich zu haben. Die Leica I hatte eine Brennweite von 50 mm, die später zum Quasi-Standard für Normalbrennweite der Kleinbildkameras wurde. Mit den Kompaktkameras und den sich stetig verringernden Film- und Entwicklungskosten waren so auch gewissermaßen die "Schnappschüsse" geboren.

1936 wurde von Agfa der Farbfilm entwickelt und die Farbfotografie verdrängte bald die Schwarz-Weiß-Fotografie (Farbfotografie war aber zunächst deutlich teurer als Schwarz-Weiß-Fotografie). Schwarz-Weiß-Fotografie spielt jedoch selbst heute noch eine nicht zu unterschätzende Rolle.

In den 50er Jahren des 20. Jahrhunderts kamen erste Spiegelreflexkameras auf den Markt, die das Problem des Parallaxenfehlers lösten. Sie erfreuen sich auch heute noch, im digitalen Zeitalter der Fotografie, hoher Beliebtheit. In den 80er und 90er Jahren hielt die sich rasant entwickelnde Computertechnik auch in der Fotografie Einzug. So wurden Fotos mit spezieller Software in den Entwicklungslabors automatisch optimiert und die Qualität zum Teil deutlich verbessert. In den 90er Jahren wurden Scanner für PCs bezahlbar und analoge Fotos konnten nun von jedermann eingescannt und damit digitalisiert werden.



**Abb. 11** Die Digitalkamera revolutionierte die Fotografie - heute trägt fast jeder eine Kamera in irgendeiner Form mit sich.

Eine Revolution erlebte die Fotografie um den Jahrtausendwechsel mit der aufstrebenden Digitalfotografie, die wiederum an den vorangegangenen Boom von PC und Internet gekoppelt war. Fotos in digitaler Form zur einfachen Verwaltung, Betrachtung und Bearbeitung auf dem eigenen Rechner sowie zum Austausch via Email oder zur Veröffentlichung auf entsprechenden Websites schienen ebenso reizvoll wie die damit verbundenen reduzierten Kosten (Filme und Entwicklungskosten waren nicht mehr notwendig), den allgemein geringeren Aufwand und die Möglichkeit, Fotos sofort auf dem Kameradisplay beurteilen zu können. Binnen sehr kurzer Zeit, etwa im Raum zwischen 2000 und 2005, hat die Digitalkamera die Analogkamera im Alltagsbereich fast vollständig verdrängt, während im Fotogewerbe und in der professionellen Fotografie noch immer Analogkameras eingesetzt werden.

In den letzten Jahren haben sich Digitalkameras (hier vor allem die Kompaktkameras) eher aus softwaretechnischer Sicht weiterentwickelt. Ein Großteil der heutigen Digitalkameras verfügt über ausgereifte Software, die zu jedem Zeitpunkt ein bestmögliches Foto hervorbringen soll. Motivprogramme, Auto-Fokus, automatische Belichtungsregelung und viele andere Funktionen ermöglichen heute, dass auch ohne das geringste Fotowissen einigermaßen gute Fotos gelingen können. Die Tatsache, dass klassische Analogkameras auf jegliche Art von Softwareunterstützung verzichten und damit in einigen Punkten auf gänzlich andere Weise Fotos aufnehmen als Digitalkameras, legt die Vermutung nahe, dass die Analogfotografie in nächster Zukunft nicht vollständig wegzudenken sein wird.

# 3 Grundlagen der Bildgestaltung

## 3.1 Das Bildformat

### 3.1.1 Grundlagen

Da Bilder Elemente des 2-dimensionalen Raums sind, haben sie eine Länge und Breite. Das Verhältnis aus Länge und Breite ergibt dabei das **Bildformat**.

Ist das Bild breiter als lang, so spricht man vom **Querformat**. Im anderen Fall spricht man vom **Hochformat**. Das Bildformat kann man eindeutig angeben, indem man die Breite des Fotos ins Verhältnis zur Höhe setzt. Das geschieht mit einem Bruch (bzw. einer Verhältnisrelation). Ein Format 7:5 heißt also, dass das Foto 7 Einheiten breit und 5 Einheiten hoch ist. Da man solche Brüche gedanklich nicht so gut vergleichen kann, rechnet man diesen Bruch oft auch in das Verhältnis  $x:1$  um. Das heißt, man setzt die Höhe des Bildes 1 und schaut, um das wieviel-fache das Bild breiter als höher ist. Das Format 7:5 entspricht dem Format  $(7/5) : 1$ , also  $1,4 : 1$ . Daran erkennt man, dass das Bild 1,4 mal breiter ist als hoch. Das Foto könnte bspw. 10 cm hoch und 14 cm breit sein (oder 1000 Pixel hoch und 1400 Pixel breit etc.).

Ist ein Foto im Hochformat aufgenommen, so gibt man meist trotzdem das Format an, wie es im Querformat ist. Statt 9:16 sagt man also dennoch, das Foto ist im Format 16:9 aufgenommen, eben nur im Hochformat. Statt der allgemeinen Vorschrift Breite:Höhe, ist somit die Bezeichnung längere Seite : kürzere Seite eigentlich treffender.

### 3.1.2 Querformat, Hochformat, Quadrat

Das Querformat kommt dem menschlichen Seheindruck am nächsten und ist das universelle Format für viele Aufnahmen. In der Landschaftsfotografie wird es besonders häufig verwendet. Bei Panorama-Aufnahmen wird dabei oft ein Seitenverhältnis von deutlich mehr als 2:1 erreicht.

Das Hochformat wird für Motive verwendet, die eher hoch als breit sind, um größere ungenutzte Flächen auf dem Foto zu vermeiden. Es wird sehr häufig in der Porträtfotografie verwendet (vor allem wenn Personen nah oder halbnah abgebildet werden) sowie in der Architekturfotografie.

Das quadratische Format ist selten und besitzt einen recht eigensinnigen, künstlerisch durchaus interessanten Charakter. Es ist das klassische Format für Passbilder und wird vielleicht noch am ehesten in der Sach- und Stillebenfotografie mit verwendet.

### 3.1.3 Abmessung

Analoge Bilder (z.B. Abzüge) werden im deutschen Raum normalerweise in Zentimeter oder Millimeter gemessen, z.B. 70x115 mm. In anderen Ländern wie den USA werden Inch (Zoll) verwendet, wobei gilt 1 Inch = 2,54 cm.

Digitale Bilder werden hingegen in Pixel gemessen. Eine Umrechnung von Pixel nach cm ist dabei zunächst nicht möglich. Beim Drucken eines Bildes wird der Drucker das Bild jedoch in einer bestimmten Druckauflösung drucken, die in **dpi** (dots per inch, also Druckpunkte je Inch) angegeben wird. Hier lässt sich dann aus der Pixelzahl die Bildgröße des zu druckenden Bildes berechnen.

Eine gängige Druckauflösung sind 300 dpi, die für gewöhnliche Ansprüche meist völlig ausreichend ist. Ein Foto mit einer Bildauflösung von 1500x2000 wäre bei dieser Druckauflösung 5 x 6,66 Inch groß, also 12,7 x 16,9 cm. Möchte man es auf A4-Format drucken, so müsste man die Druckauflösung fast halbieren. Bei einer Druckauflösung von 150 dpi wäre das Bild dann rund 25 x 34 cm groß, hätte aber deutliche Qualitätseinbußen. Es drohen, die einzelnen Pixel sichtbar zu werden.

### 3.1.4 Typische Fotoformate

Da Fotografie seit jeher das Ziel hatte, Eindrücke möglichst realistisch wiederzugeben, hat man auch das Bildformat realistischen Verhältnissen angepasst. Der Mensch hat etwa einen horizontalen Blickwinkel von 45 bis 50° (wobei hier wiederum der mittlere Bereich am stärksten wahrgenommen wird und die Wahrnehmung zu den Rändern hin abnimmt). Der vertikale Winkel ist deutlich geringer; der vom menschlichen Auge wahrgenommene Bereich liegt etwa bei 1:2. Mit anderen Worten, wenn wir etwas betrachten und dabei nicht die Augen bewegen, dann sehen wir von der Szene einen relativ breiten, aber nicht besonders hohen Streifen klar. Das ist biologisch vermutlich so zu erklären, dass der Mensch seine Augen u.a. zur Erkennung von Gefahren benutzt und diese für ihn eher von links oder rechts, als von oben oder unten kommen.

Aus diesem Grund sind Fotos i.A. im Querformat und spiegeln somit etwa wider, was wir auch in der Natur sehen würden. Das klassische Fotoformat war eine lange Zeit 3:2 (1,5:1). Bedingt durch die Auflösung klassischer Computermonitore ist jedoch das Verhältnis 4:3 (1,33:1) das "klassische" Format der Digitalfotografie. Daran erkennt man, dass man hierbei nicht ganz dem menschlichen Blickwinkel erreicht. Viele Kameras bieten daher heute auch ein breiteres Format an, z.B. das relativ moderne 16:9 (1,77:1), welches dem menschlichen Blickwinkel relativ nahe kommt. Für Kinofilme verwendet man oft sogar das Format 21:9 (2,35:1). Solch breite Verhältnisse wählt man in der Fotografie eher selten, sie können aber bei Panorama-Aufnahmen in diesem Bereich, oder gar größeren Bereichen, auftreten.

Das Format 1,33:1 wird dennoch sehr oft, wahrscheinlich sogar am häufigsten verwendet. Viele Computermonitore haben das Verhältnis 4:3 oder zumindest eine 4:3-Bildschirmauflösung und das Foto kann somit auf dem Bildschirm in der Art angezeigt werden, dass es ihn vollständig ausfüllt und dabei nicht verzerrt wird. Laptops und Breitbildschirme verwenden hingegen oft ein breiteres Format (z.B. 1200 x 800 Pixel, also 3:2) und hier würde das Foto im Vollbildmodus entweder in die Breite gezerzt werden, oder es kann den Bildschirm nicht voll ausfüllen (es würden dann zwangsläufig schwarze Streifen am rechten und linken Rand des Bildschirms auftreten).

Was die Bildschirme angeht, so scheint sich ein Trend in Richtung 16:9 zu bewegen; viele Laptops und Fernseher werden heute nur noch in diesem Format angeboten. Interessanterweise sprechen sich

jedoch viele Fotografen gerade gegen dieses neue Format aus, was vermutlich u.a. daran liegt, dass 16:9 ein Foto bereits ungewöhnlich breit erscheinen lässt.

Welches Format man wählen kann, hängt von der Kamera ab; die drei vorgestellten Formate (4:3, 16:9, 3:2) werden unterdessen von vielen Kameras angeboten. Es spricht im Grunde nichts gegen das klassische 4:3-Format, das grundsätzlich von jeder Digitalkamera angeboten wird, man kann aber natürlich auch nach eigenem Belieben Formate wählen, wenn die Kamera dies zulässt. In diesem Buch werden wir im 4:3-Format bleiben.

Hinweis: Das Bildverhältnis kann nachträglich geändert werden, indem man das Foto mit einem Programm beschneidet.



**Abb. 12** 4:3-Format (1,33:1)



**Abb. 13** 3:2-Format (1,50:1)



**Abb. 14** 16:9-Format (1,77:1)

### 3.1.5 Fotoformate in der Analogen Fotografie

In der analogen Fotografie ging es zunächst weniger um das Seitenverhältnis, als viel mehr um die Größe des Films, da dieser ausschlaggebend war, wie groß das resultierende Foto am Ende ist. Vor der Entwicklung der Kleinbildkamera entsprach die Größe des Films der Größe des später entwickelten Fotos und man musste relativ große Filme verwenden, um einen einigermaßen großen Abzug zu erhalten. Um ein Bild der Größe 6x9 cm zu bekommen, ein zugegebener Maßen recht kleines Format, brauchte man immerhin einen Film, der 6 cm in der Höhe Maß. Das wiederum erforderte ein relativ großes Kameraobjektiv und lange Brennweiten.

<b>APS-Film</b> 17 x 30 mm	<b>6 x 7 cm</b> 56 x 69 mm	<b>6 x 8</b> 56x76	<b>6 x 9 cm</b> 56 x 89 mm
<b>Kleinbild-Film</b> 24 x 36 mm			
<b>4,5 x 6 cm</b> 56 x 41,5 mm			
<b>6 x 6 cm</b> 56 x 56 mm			

Abb. 15 Einige Klein- und Mittelformate.

Typische Filmformate waren zunächst **Mittelformate**, die von Mittelformatkameras verwendet wurden. Bekannte Größen waren dabei 6x6 cm, 6x7 cm, 6x8 und 6x9 cm. Das kleinste Mittelformat war 4,5x6 cm. Das etwas sonderbar anmutende Format 6x6 cm (1:1) war dabei gar nicht so unüblich, wie man heute vielleicht vermuten würde. Das Foto war quadratisch und mit nur 6x6 cm Größe ziemlich klein. Wer alte Fotos im Familienalbum durchstöbert, wird evtl. noch solche Aufnahmen finden. Die Fotos der Großformate waren oft 12,5x10 cm oder 25x12,5 cm. Hier ist das Verhältnis immerhin 1,25:1.

Später wurden dann die Kleinbildkameras eingeführt. Die Größe eines Fotos war hierbei 36x24 mm, das Seitenverhältnis war also 1,5:1 und ähnelt damit etwa den heute gängigen Formaten (1,33:1, 1,5:1 und 1,77:1). Dieses auch als **Kleinbildformat** bekannte Format wurde zum Quasi-Standard und spielt selbst heute noch eine große Rolle, wie später bei der Brennweite gezeigt werden wird. Daneben gab es aber auch noch kleine Formate, z.B. das **APS-Format** mit 17x30 mm (Verhältnis 1,76:1) und das Halbformat mit 18x24 mm.

## 3.2 Die Bilddatei

### 3.2.1 Grundlagen

Das digitale Foto wird als Bilddatei auf der Kamera abgespeichert und kann damit sofort auf einen Computer übertragen und von diesem gelesen werden. Normalerweise werden Fotos im JPEG-Format gespeichert, es gibt aber auch einige andere Formate, die manche Kameras anbieten.

### 3.2.2 Auflösung

Die **Auflösung** des Fotos gibt an, aus wie vielen Pixeln es besteht. Es hat entsprechend dem Bildformat eine horizontale und vertikale Anzahl an Pixeln; multipliziert man diese beiden Werte, so erhält man die Auflösung, die meist in **Megapixel** angegeben wird (1 MP = 1 Million Pixel).

Ein Beispiel: Das Foto besteht aus 800 horizontalen Punkten und 600 vertikalen Punkten. Die Auflösung ist dann  $800 \cdot 600$ , also 480.000 Pixel oder 0,48 Megapixel.

Die Auflösung sollte groß genug sein, damit die einzelnen Pixel nicht mehr unterschieden werden können und das Bild fließend wirkt. Daher spielt die Auflösung eine besonders große Rolle; ein Foto, das eine so geringe Auflösung hat, dass einzelne Bildpunkte noch gesehen werden können, wirkt sehr unschön (ugs. "verpixelt"). Das beachten sei hierbei, dass eine zu niedrige Auflösung im Nachhinein nicht mehr behoben werden kann, auch nicht mit einer Bildbearbeitungssoftware. Daher sollte stets sichergestellt werden, dass mit ausreichend hoher Auflösung fotografiert wird (bzw. standardmäßig eine hohe Auflösung in der Kamera einstellen).

Je größer die Auflösung ist, umso größer wird dadurch die Bilddatei. In der heutigen Zeit ist Speicherplatz jedoch relativ günstig; mit einer Speicherkarte mit der Kapazität von 8 GB und mehr, kann problemlos in der größten Auflösung fotografieren werden, ohne rasche Engpässe befürchten zu müssen.

Die nachfolgende Tabelle stellt einige bekannte Auflösungen vor und die dazugehörigen Abmessungen des Fotos in cm bei einer Druckauflösung von 300 dpi.

Bezeichnung	Auflösung	Pixel	Abmessung in cm (300 dpi)
	160 x 120	19.200	1,3 x 1,0
	320 x 240	76.800	2,7 x 2,0
0,3 MP	640 x 480	307.200	5,4 x 4,0
0,5 MP	800 x 600	480.000	6,7 x 5,8
0,8 MP	1024 x 768	786.432	8,6 x 6,5
1,0 MP	1152 x 864	995.328	9,7 x 7,3
1,3 MP	1290 x 960	1.238.400	10,9 x 8,1
2,0 MP	1600 x 1200	1.920.000	13,5 x 10,1
3,0 MP	2048 x 1536	3.145.728	17,3 x 13,0
4,0 MP	2272 x 1704	3.871.488	19,2 x 14,4
5,0 MP	2592 x 1944	5.038.848	21,9 x 16,4
8,0 MP	3264 x 2448	7.990.272	27,6 x 20,7
10,0 MP	3648 x 2736	9.980.928	30,8 x 23,1

Bezeichnung	Auflösung	Pixel	Abmessung in cm (300 dpi)
12,0 MP	4000 x 3000	12.000.000	33,8 x 25,4

### Hinweise

- Je größer die Auflösung ist, umso mehr kann auch ein Foto vergrößert werden, ohne dass es dabei verpixelt wirkt. Umso mehr Details bleiben also erhalten.
- Mit größeren Druckformaten (z.B. A4 oder A3) kann der dpi-Wert gesenkt werden, da das menschliche Auge mit zunehmend größeren Formaten auch zunehmend weniger Pixel auflösen kann. So lässt sich ein 12-MP-Foto auch problemlos im A3-Format, ggf. auch A2-Format drucken. Für Formate unterhalb von A4 sollte aber der Richtwert von 300 dpi eingehalten werden.
- Hinweis: Beim Beschneiden des Fotos wird auch die Auflösung reduziert. Vor dem Speichern sollte dabei stets sichergestellt werden, dass nach dem Schneidevorgang immer noch eine ausreichende Auflösung vorhanden ist.

### 3.2.3 Dateiformate

#### Einführung

Die meisten Kameras verwenden standardmäßig das JPEG-Format zur Speicherung der Fotos. Dieses Format hat eine hohe Verbreitung, wird von jedem Fotoverarbeitungsprogramm unterstützt und bietet eine relativ gute Qualität. Manche Kameras unterstützen auch das TIFF-Format sowie das unter anspruchsvollen Fotografen oft beliebte RAW-Format.

#### Die Bitmap

Noch bis vor etwa einem Jahrzehnt war die **Bitmap** (bmp) das gängige Format zum Speichern von Bildern. Es war ein recht einfaches, verlustfreies Format, das jedes einzelne Pixel separat gespeichert hat. Bitmaps gab es in unterschiedlicher Farbauflösung (z.B. 8 Bit, 16 Bit, 24 Bit). Da zum Fotografieren 24 Bit notwendig scheinen (also theoretisch rund 8 Millionen Farben) und 24 Bit immerhin 3 Byte entsprechen, kostete jedes gespeicherte Pixel 3 Byte. Ein Foto mit der eher geringen Auflösung von 2 MP hat damit also 6 MB Speicher in Anspruch genommen. Bei 12 MP wären es immerhin schon 36 MB. Das war sehr sperrig, zumal die Speicherkapazitäten damals noch ziemlich gering waren; eine übliche Speicherkarte bot oft nur 128 oder 256 MB. Digitalkameras bieten daher das Bitmap-Format nicht an.

#### JPEG

Das bereits zu Beginn der 90er Jahre vom Fraunhofer Institut entwickelte **JPEG**-Format (jpg, jpeg; Joint Photograph Expert Group) bietet eine adäquate Lösung zu dem Speicherproblem. Durch spezielle Techniken konnte die Speicherkapazität enorm gesenkt werden (z.B. von 6 MB auf 250 KB). Ein Nachteil, der sich bei solchen Kompressionsverfahren fast immer einstellt, ist ein Verlust an Qualität. Da JPEG-Bilder nicht mehr die Informationen über einzelne Pixel speichern, sondern zusammenhängende Bereiche des Bildes (Blöcke) als Einheit betrachten und dann beim Laden bzw. Anzeigen des Bildes die einzelnen Pixel rekonstruieren, können insbesondere an Farbübergängen

und Kanten gewisse Störungen auftreten. Man kann die Kompression jedoch beim JPEG-Format einstellen; eine niedrige Kompression ermöglicht eine bessere Qualität als eine höhere, fordert dafür aber auch mehr Speicherkapazität. Zudem ist der Qualitätsverlust meist nur auf Pixelebene zu sehen; wenn man mit ausreichend großer Auflösung fotografiert, braucht man keine formatbehafteten Qualitätsstörungen befürchten.

Beim JPEG-Format wird das Bild in Blöcke von jeweils 8x8 Pixeln aufgeteilt. Diese werden dann jeweils komprimiert und es werden zusammenhängende Informationen zu den einzelnen Blöcken annotiert. Unter Anwendung zahlreicher mathematischer Verfahren kann somit die Größe drastisch reduziert werden, der Qualitätsverlust ist aber normalerweise gering. Kameras bieten oft auch eine Qualitätseinstellung an (meist Normal, Fein und Super-Fein). Obwohl die normale Qualität i.A. ausreichend ist, kann also eine niedrigere Kompression verwendet werden (z.B. fein), welche die Qualität erhöht (aber eben auch den Speicherbedarf).

### **TIFF-Format**

Einige Kameras bieten neben dem JPEG-Format auch das **TIFF**-Format (tif, tiff; Tagged Image File Format) an, welches Bilder meistens verlustfrei abspeichert. Bilder im TIFF-Format sind damit auch um einiges größer als im JPEG-Format, so dass das Format nur bei sehr hohen Qualitätsanforderungen angemessen scheint. Insbesondere im Verlagswesen und in Druckereien wird mit dem TIFF-Format gearbeitet, da hier eine sehr hohe Qualität zum sauberen Drucken gefordert ist.

### **RAW-Format**

Das **RAW**-Format ist eine Art "digitales Negativ". In diesem Dateiformat wird kein direktes Bild erstellt, das sich sofort ansehen lässt, stattdessen werden die Rohdaten gespeichert, die der Bildsensor bei der Aufnahme erfasst. Bilder im RAW-Format muss man mit einem speziellen Programm öffnen, das oft zu der Kamera als Software mitgeliefert wird. Daraus lassen sich dann andere, gebräuchliche Formate generieren (z.B. JPEG). Das RAW-Format zeichnet sich dadurch aus, dass es für die digitale Nachbearbeitung eine Vielzahl an Möglichkeiten bietet, welche andere Formate ("fertige Bilder") nicht bieten. Bilder im RAW-Format benötigen sehr viel Speicherkapazität; sie eignen sich daher nur, wenn man eine (intensive) digitale Nachbearbeitung plant. Zudem erfordert der Umgang mit dem RAW-Format etwas Erfahrung; für den Einsteiger ist das kleine, einfache JPEG-Format daher meist geeigneter.

### **Andere Formate**

Zwei weitere bekannte Bildformate sind GIF und PNG. Diese werden vor allem im Web verwendet, Digitalkameras bieten sie nicht an. Der Vollständigkeit seien sie hier jedoch mit erwähnt.

**GIF** (Graphic Interchange Format) ist ein Format, das nur 256 Farben verwenden kann. Das Format bietet eine Komprimierung und ist damit relativ klein, mit 256 Farben lassen sich jedoch keine Fotos darstellen. Darum werden Kameras niemals das GIF-Format anbieten. GIF wird eher im Web für Navigationselemente (z.B. Buttons) verwendet, wo man mit 256 Farben meist problemlos auskommt.

**PNG** (Portable Network Graphics) ist ein Format, das GIF zunehmend abgelöst hat. Es ist verlustfrei und bietet 24 oder gar 48 Bit Farbtiefe. Damit ist es deutlich größer als das GIF-Format und auch größer als das JPEG-Format. PNG setzt vor allem auf Bilder, die größere Bereiche gleicher Farbe haben, wie es im Web oft der Fall ist - auf diese Weise bleiben sie von den Speicherkosten her relativ klein. Da dies bei Fotos nicht der Fall ist, würde das PNG-Format zu sehr großen Speicherkosten führen und wird in der digitalen Fotografie daher nicht verwendet.

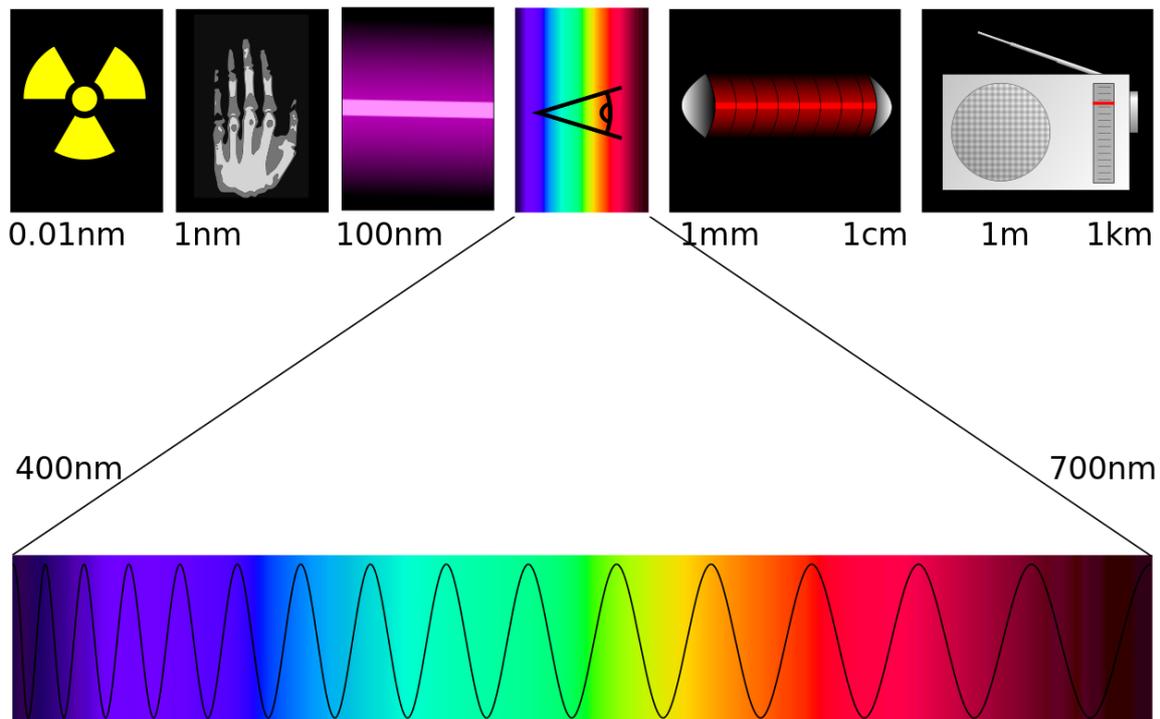
## 3.3 Farben

### 3.3.1 Einleitung

Bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts gab es, technisch bedingt, ausschließlich Schwarz-Weiß-Fotos. Mit der Erfindung des Farbfilms in den 30er und 40er Jahren schwenkte die Fotografie in relativ kurzer Zeit zur Farbfotografie um, wobei Schwarz-Weiß-Fotografie noch immer praktiziert wird und oft einen ganz eigenen künstlerischen Charme besitzt.

Dennoch werden die meisten Fotos heute in Farbe aufgenommen. Ein farbiges Foto wirkt realistischer und Farben haben stets ihre ganz besondere Wirkung. Neben dem Motiv und der Komposition, spielen Farben vermutlich die wichtigste Rolle in einem Foto und sollen in diesem Abschnitt näher erläutert werden.

### 3.3.2 Die Entstehung der Farben



**Abb. 16** Anschauliche Darstellung der einzelnen Wellenbereiche des Lichts, einschließlich der Spektralfarben.

Die Sonne strahlt permanent Licht aus, wobei Sonnenlicht (und allg. weißes Licht) aus einer Überlagerung von Lichtwellen unterschiedlichster Wellenlängen besteht. Die Wellenlänge ist, wie der Name schon sagt, eine Längenangabe und wird in Nanometer (nm) angegeben. Es gilt dabei:  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} = 0,000001 \text{ mm}$ .

Beim weißen Licht sind die verschiedenen Wellenlängen zunächst vermischt. Lässt man es jedoch durch ein Prisma fallen, so spalten sich die verschiedenen Wellenlängen auf und werden so als Farben sichtbar. Beispielsweise erscheinen Lichtwellen der Länge 400 nm violett, Wellen der Länge 700 nm erscheinen rot. Das menschliche Auge kann dabei Wellenlängen zwischen 380 und 800 nm wahrnehmen, alles was darüber oder darunter liegt ist für das menschliche Auge nicht mehr sichtbar. Die Wellen zwischen 380 und 800 nm, welche wir als Farben wahrnehmen können, sind die uns bekannten **Regenbogenfarben**, einschließlich aller dazwischenliegenden Abstufungen. Diese Farben heißen auch **Spektralfarben**. Das menschliche Auge hat jedoch nur Sinnesreize für die Farben rot, grün und blau; die anderen Farben errechnet das Gehirn aus der Mischung dieser drei Farben (aus dem Anteil an rot, grün und blau errechnet es einen Farbeindruck).

Jeder Wellenlänge zwischen 380 und 800 nm kann somit einer Farbe zugeordnet werden. Folgende Farben haben die einzelnen Wellenlängen:

- 380 nm bis 400 nm: blau-violett

- 400 nm bis 470 nm: blau
- 470 nm bis 560 nm: grün
- 560 nm bis 600 nm: gelb
- 600 nm bis 630 nm: orange
- 630 nm bis 800 nm: rot

Der Farbeindruck kann dabei nach Beschaffenheit und Alter des Auges des menschlichen Betrachters etwas unterschiedlich sein, ebenso die Grenzen des sichtbaren Bereiches, der wiederum auch von der Intensität der Strahlung abhängt. Besonders wenn Licht unterhalb von 400 nm auf Material wie Papier oder weiße Farbe trifft, kann sich die Wellenlänge des vom Material zurückgeworfenen Lichtes ändern, mehr zu längeren Wellenlängen hin, weswegen das Licht oft einheitlich blau wirkt. Während die Zuordnung nach Wellenlängen eine meßbare Größe ist, sind die Namen und Farbeindrücke spezifisch für menschliche Augen. Andere Lebewesen können etwas anders funktionierende Augen haben und haben daher keinen oder einen anderen Farbeindruck. Auch der Sensor der digitalen Kamera oder das Filmmaterial kann andere Empfindlichkeitsbereiche haben. Teilweise werden Filter eingesetzt, um unerwünschte Wellenlängenbereiche herauszufiltern, um mit der Kamera einen Farbeindruck ähnlich dem des menschlichen Auges zu erreichen.

Blau wird dabei auch als kurzwelliges Licht, grün als mittelwelliges und gelb/orange/rot als langwelliges Licht bezeichnet.

Natürlich verlaufen die Farbwerte fließend. Licht der Wellenlänge 400 nm ist ein Blau das eher in Richtung violett tendiert; Licht der Wellenlänge 470 nm ist eher schon ein Blaugrün. Es lässt sich damit erkennen, dass diese Wellenlängen dem allgemein bekannten Farbkreis entsprechen (bzw. der Farbkreis auf den Farbwerten der Wellenlängen aufbaut). Andere wird diese Abstufung an einen Regenbogen erinnern – ein Regenbogen ist im Grunde nichts anderes, als Licht, das durch Prismen (die Regentropfen) strahlt und somit in seine Spektralfarben zerfällt.

Es sei noch erwähnt, dass es auch Lichtwellen unter 380 nm und über 800 nm gibt. Diese kann das menschliche Auge nicht sehen. Lichtwellen unter 380 nm werden als **Ultraviolett** bezeichnet (kurz UV), Lichtwellen über 800 nm als **Infrarot** (kurz IR). Ultraviolettes Licht lässt sich leicht in sichtbares Licht konvertieren, das passiert mit sogenannten optischen Aufhellern, die heute oft in Papier und Waschmitteln zu finden sind, aber auch in speziellen Farben oder als Leuchtstoff in Leuchtstoffröhren oder weißen LEDs. Spezielle Farben werden mit Verwendung von ultravioletten Lampen teils für spezielle Effekte genutzt (Stichwort: Schwarzlicht).

Trifft Licht auf einen Gegenstand, z.B. eine Tomate, so kann mit den jeweiligen Lichtwellen folgendes passieren:

- Sie können von dem Gegenstand reflektiert (zurückgeworfen) werden.
- Sie können von dem Gegenstand absorbiert (aufgenommen) werden. Absorbiertes Licht wird meist wieder (in einer anderen Wellenlänge) emittiert (ausgesendet)
- Sie können gestreut (abgelenkt) werden
- Sie können durch den Gegenstand hindurchdringen.

Bei realen Objekten tritt praktisch immer eine Mischung aller Möglichkeiten auf.

Der letzte Fall bezeichnet einen Spezialfall; hier ist der Gegenstand durchsichtig (z.B. Glas oder Luft). Wir wollen diesen Fall für die Farbwahrnehmung aber vernachlässigen, da er im Grunde nichts dazu beiträgt.

Wenn das Licht reflektiert wird, dann wird es für uns sichtbar und eine Lichtquelle wird im Gegenstandes als Spiegelbild erkennbar.

Auf die bereits erwähnte Tomate fällt also das gesamte Sonnenlicht mit all seinen verschiedenen Wellenlängen. Die Tomate absorbiert das meiste Licht. Ein kleiner Reflex ist auf der Oberfläche der glatten Schale jedoch meist erkennbar. Ansonsten erscheint die reife Tomate rot. Ein großer Teil Licht wird absorbiert und es wird hauptsächlich für uns nicht sichtbares infrarotes Licht ausgesendet. Teile des Lichtes werden auch gestreut, was gut erkennbar ist, wenn man durch eine dünne Tomatenscheibe guckt. Im Fleisch der Tomate wird das Licht vielfach gestreut, der rote Anteil, der nicht so absorbiert wird, tritt irgendwo wieder aus der Tomate aus. Einmal abesehen von dem schwachen Reflex an der Schale gibt es also kein Bild der Lichtquelle und der Umgebung, sondern ein rotes Objekt. Hat die Lichtquelle hingegen etwa nur blaues Licht, so bleibt nahezu nur der schwache Reflex an der Oberfläche und die Tomate erscheint nicht rot.

Die Farbe eines Gegenstandes entsteht also aus den Farbwerten der Lichtwellen, welche reflektiert werden oder durch Streuung und Emission wieder aus dem Gegenstand austreten. Falls der Gegenstand mehrere Farben reflektiert, so entsteht der Farbeindruck aus der Mischung der Farben. Man nennt dies auch additive Farbmischung. Ein Gegenstand, der die roten und grünen Wellenlängen zu gleichen Mengen reflektiert, erscheint gelb, da die additive Mischung aus grün und rot gelb ergibt. Solch ein Gegenstand ist dann nicht wirklich gelb, was einem anderen Wellenlängenbereich zwischen rot und grün entspricht, aber das menschliche Auge kann den Unterschied nicht erkennen, ein geeignetes Meßinstrument schon, wie man den Unterschied etwa auch erkennen kann, wenn man das Licht wieder durch ein Prisma in seine Bestandteile aufteilt. Das menschliche Auge hat drei verschiedene Sorten von Rezeptoren für farbleses Sehen, eine ist besonders für blau empfindlich, eine für grün, eine für rot. Die Empfindlichkeit eines Rezeptors erstreckt sich aber auch mit geringerer Empfindlichkeit über die benachbarten Bereiche. Der Farbeindruck wird im Gehirn zusammengesetzt aus den relativen Intensitäten der unterschiedlichen Rezeptoren, daher ist Rot+Grün nicht von intensivem Gelb zu unterscheiden.

Schwarze Gegenstände absorbieren das meiste Licht, das heißt, fast kein sichtbares Licht tritt wieder aus solch einem Gegenstand aus. Da Licht eine Energiequelle darstellt, geht dann fast die gesamte Energie in den Gegenstand über; das ist der Grund, warum sich schwarze bzw. dunkle Gegenstände im Sonnenlicht stark aufwärmen. Sie senden infrarotes Licht aus. Spiegel hingegen absorbieren kaum Lichtstrahlen; sie reflektieren so gut wie alle Wellenlängen zwischen 380 und 800 nm und wärmen sich im Sonnenlicht daher weniger auf (oder nur wenig, denn natürlich können Wellenlängen unter 380 nm oder über 800 nm absorbiert werden - die tragen aber nicht zur Farbwahrnehmung bei). Weiße Gegenstände absorbieren auch kaum Licht, dies wird hauptsächlich an der unregelmäßigen Oberfläche oder kurz darunter gestreut, anders als beim Spiegel ist die Lichtquelle so nicht im weißen Gegenstand erkennbar.

Zum besseren Verständnis seien hier hoch die Entstehung ausgewählter Farben zusammenfassend erläutert:

- Kräftiges rot: Alle Wellen außer rot werden absorbiert, rot wird reflektiert, gestreut oder ausgesendet.
- Kräftiges blau: Alle Wellen außer blau werden absorbiert, blau wird reflektiert, gestreut oder ausgesendet.
- Kräftiges gelb: Der Fall ist für das menschliche Auge nicht eindeutig, entweder von dem Gegenstand wird gelbes Licht

reflektiert, gestreut oder ausgesendet oder rotes und grünes.

- Dunkelrot: Rot wird teilweise reflektiert, gestreut oder ausgesendet und teilweise absorbiert, der Rest wird vollständig absorbiert.
- Rosa (helles rot): Rot wird vollständig reflektiert, gestreut oder ausgesendet, aber anderen Farben, diese teils aber auch absorbiert.
- Lila/Violett: In der Praxis handelt es sich meist um eine Mischung von rotem und blauem Licht, der grüne Anteil fehlt. Ein kräftiges violett ist für das menschliche Auge mit Wellenlängen unter 400 nm meist nicht erreichbar.
- Schwarz: Alle Farben werden vollständig absorbiert.
- Weiß: Alle Farben werden vollständig reflektiert, gestreut oder ausgesendet, nichts wird absorbiert.
- Grau: Alle Farben werden im gleichen Maß teilweise reflektiert, gestreut oder ausgesendet und teilweise absorbiert.

Spezielle Filter können auch so mit Material beschichtet sein, dass sie je nach Einfallrichtung bestimmte Wellenlängenbereiche reflektieren und den Rest durchlassen oder umgekehrt, das ist eine weitere Möglichkeit, wie sich der Farbeindruck verändern kann, je nachdem, und unter welchem Winkel man solch einen Filter betrachtet und ob durchgelassenes oder reflektiertes Licht, ist der Farbeindruck vom betrachteten Gegenstand also ein komplett anderer.

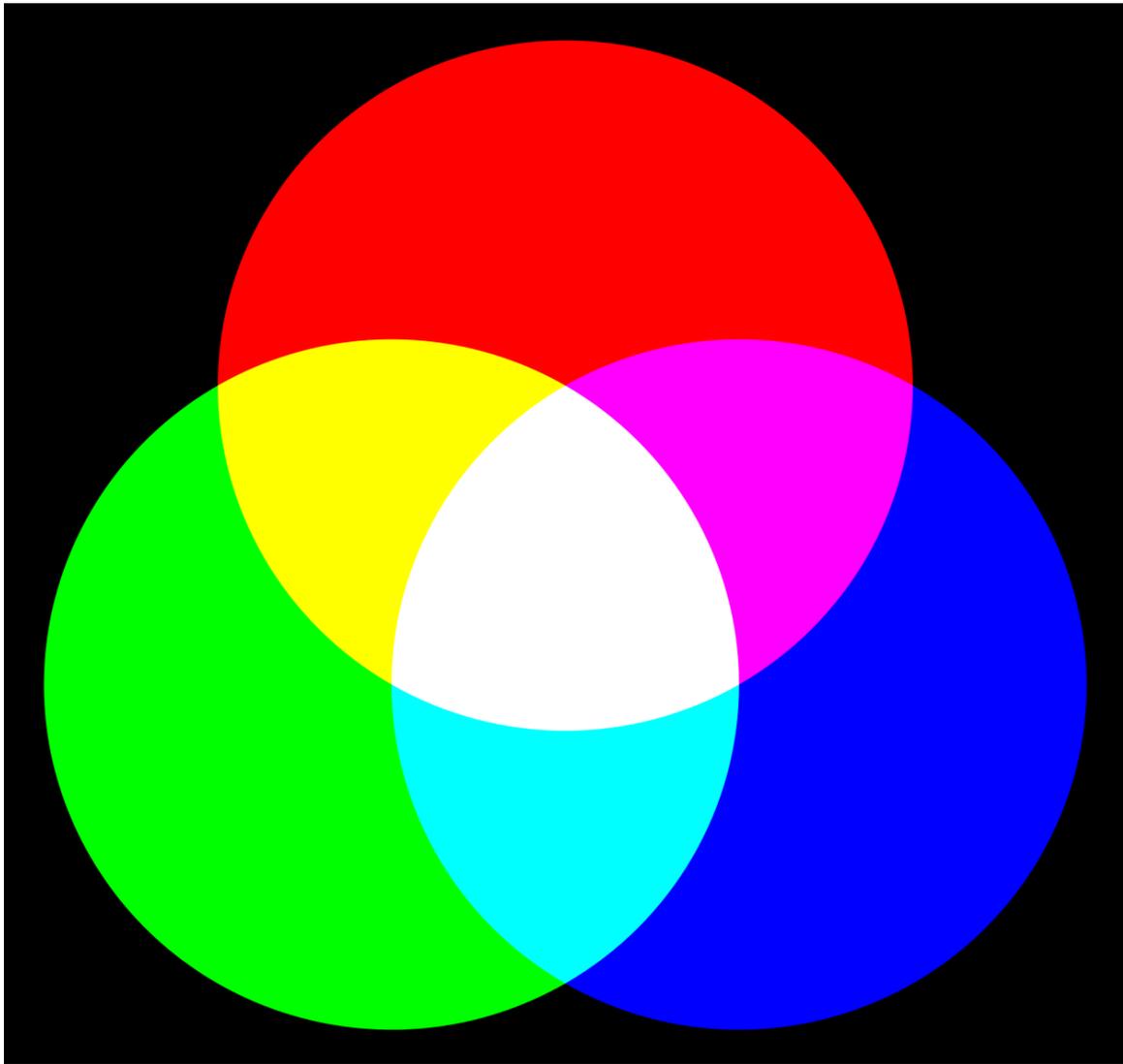
Tipp: Man kann die Entstehung von Farben mit Computerprogrammen problemlos simulieren, da die Farbmischung am Computer (RGB bzw. additive Mischung) dem des menschlichen Auges entspricht. In fast allen Fotobearbeitungs- und Zeichenprogrammen, bereits in Paint von Microsoft, gibt es Menüs, wo die Farbe per RGB-Wert festgelegt werden kann. Hierbei wird jeder der drei Farben rot, grün und blau ein Wert von 0 bis 255 zugewiesen. Wie eben erläutert, ist 0 vergleichbar damit, dass die Farbe vollständig absorbiert wird; 255 bedeutet, dass sie vollständig reflektiert wird. (255, 0, 0) ist also ein kräftiges rot, (0, 0, 0) ist schwarz und (255, 255, 255) ist weiß, da alle Wellenlängen vollständig reflektiert werden. Möchte man wissen, was passiert, wenn ein Gegenstand rot zu 30 % reflektiert, grün zu 50 % und blau zu 100 %, so muss man etwa den Wert (80, 128, 255) eingeben. Es kommt ein sanftes Blau heraus, das zum Hellblau tendiert.

Wenn man dies mit bunten Lichtquellen und realen Objekten probiert, hängt es von den Eigenschaften dieser Objekte ab, ob diese Farbmischung wie gewünscht funktioniert. Hat man etwa ein wirklich gelbes Objekt und bestrahlt es präzise mit rotem und grünem Licht, kann es komplett dunkel bleiben. Meist sind können reale Objekte aber breite Farbbereiche aussenden, so dass solche Objekte dann doch wieder schwach gelb erscheinen werden.

### 3.3.3 Farbmischung und Farbdefinition

#### Grundlagen der Farbmischung

Wenn es um Farbmischung geht, unterscheidet man für gewöhnlich die additive Farbmischung und die subtraktive Farbmischung. Das liegt daran, dass man die Farbmischung aus zwei verschiedenen Blickwinkeln betrachten kann, einmal als Mischung von reflektiertem Licht und einmal als Mischung von Substanzen. Die beiden Methoden werden in diesem Abschnitt vorgestellt, ebenso der HSV-Farbraum zur Definition von Farben.

**Additive Mischung – RGB****Abb. 17** Additive Farbmischung.

Wie bereits erwähnt, entsteht die Farbe eines Gegenstands aus der Mischung der Lichtwellen, die von dem Gegenstand ausgesendet werden (warum ein Gegenstand bestimmte Farben reflektiert, streut, aussendet oder absorbiert, geht auf seine Beschaffenheit und Oberfläche zurück). Das menschliche Auge nimmt diese vom Gegenstand ausgehenden Lichtwellen wahr und mischt auf diese Weise eine Farbe des Gegenstands. Man nennt dies **additive Farbmischung**, manchmal auch physiologische Farbmischung. Es ist die Farbmischung wie sie im Auge und Gehirn geschieht bzw. physisch-biologisch bedingt ist. Je mehr Wellen ein Gegenstand aussendet, umso heller erscheint er.

Die additive Farbmischung wird vor allem in der Computer- und Fernsichttechnik und somit auch in der Digitalkameratechnik angewendet. Hierbei arbeitet man mit den drei Grundfarben Rot, Grün, Blau (RGB), da nur 3 der 6 Spektralfarben notwendig sind, um jeden beliebigen Farbeindruck mischen zu können. Bei der 24-Bit-Farbtiefe hat jede Farbe einen Farbraum von 8 Bit, also 255

Stufen. Rot, Grün und Blau können also jeweils einen Wert zwischen 0 und 255 annehmen. 0 heißt dabei, der Wert wird vollständig absorbiert (schwarz), 255 heißt, der Wert wird vollständig reflektiert (voller Wert). Der RGB-Wert (255, 0, 0) liefert somit ein natürliches, kräftiges rot, während (150, 0, 0) ein dunkles rot und (50, 0, 0) ein sehr dunkles rot liefern. Der RGB-Wert (255, 255, 0) besagt, dass rot und grün vollständig reflektiert werden. Die Mischung aus rot und grün ergibt ein kräftiges Gelb. Der RGB-Wert (120, 120, 0) besagt, dass rot und grün nur teilweise reflektiert werden. Die Farbe ist damit ein dunkleres Gelb, das auch als ocker bezeichnet wird.

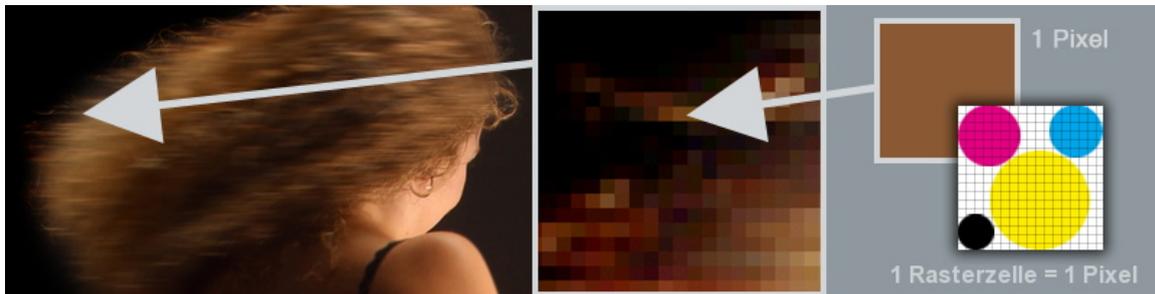
### Subtraktive Mischung - CMY/CMYK



**Abb. 18** Subtraktive Farbmischung.

Die **Subtraktive Mischung** spielt vor allem im Druckgewerbe aber auch in der Malerei eine große Rolle. Hierbei werden die Farben durch Mischen der drei Grundfarben Cyan, Magenta, Gelb gemischt (manchmal auch: Blau, Rot, Gelb). Entsprechend heißt das Farbmodell auch **CMY-Modell**.

Manchmal wird als weiterer Parameter ein Key-Wert mit betrachtet, welcher einen bestimmten Schwarzanteil darstellt, um den Farben eine bessere Tiefe geben zu können. Dieses Farbmodell heißt dann auch **CMYK-Modell** (für Cyan, Magenta, Yellow und Key, wobei Key den Schwarzanteil bestimmt).



**Abb. 19** Grundlagen des Druckens mittels der subtraktiven Farbmischung.

Anders als bei der additiven Farbmischung, wo der Farbeindruck durch die Mischung aus ausgesendeten Lichtwellen unterschiedlicher Länge geschieht, entsteht die subtraktive Farbmischung aus der Mischung unterschiedlicher Substanzen, so wie eben im Druckgewerbe Farben durch Mischen unterschiedlicher Farbsubstanzen entsteht. Jede Farbsubstanz emittiert oder absorbiert dabei einen bestimmten Anteil an Lichtwellen. Rote Farbe sendet bspw. die roten Wellen, absorbiert aber blau und grün. Werden mehrere Farben gemischt, so wird mehr Licht absorbiert und die Farbe erscheint dunkler. Bei der subtraktiven Farbmischung wird die resultierende Farbe also dunkler, je mehr verschiedene Farbtöne miteinander vermischt werden, während bei der additiven Farbmischung die Farbe dabei heller wird.

### HSV-Farbraum

Additive und Subtraktive Farbmischung können, nicht nur vom Verstehen her, recht kompliziert sein. Aus dem RGB-Farbwert (90, 184, 17) werden wohl nur wenige sofort erschließen können, um was für eine Farbe es sich handelt (es ist ein dunkles Grasgrün). Daher bieten Bildbearbeitungsprogramme auch den HSV-Farbraum an. Hierbei handelt es sich nicht um eine Mischung um Farben im eigentliche Sinne, sondern rein um eine Definition von Farben aus 3 Paramtern: Farbton, Sättigung und Helligkeit.

Eine im HSV-Farbraum kodierte Farbe kann dabei über eine Formel eindeutig in eine RGB-Farbe umgerechnet werden und umgekehrt. Es ist also am Ende egal, mit welchen Werten man arbeitet. Der zu RGB = (90, 184, 17) analoge HSV-Wert ist: (63, 199, 95). Leider ist es recht kompliziert, aus dem RGB-Wert den HSV-Wert zu berechnen und umgekehrt, Fotobearbeitungsprogramme berechnen diese aber oft automatisch.

Was sagt nun der HSV-Wert?

- Der erste Parameter gibt den Farbton auf dem Farbkreis an. 0 ist dabei rot.
- Der zweite Parameter gibt die Sättigung an. 0 ist dabei reines grau (farblos), 240 ist eine vollständig satte Farbe.
- Der dritte Parameter gibt die Helligkeit an. 0 ist dabei schwarz, 240 ist weiß. Werte in der Mitte (z.B. 120) geben eine natürliche Helligkeit wieder (natürlich wirkendes rot, blau, grün etc.).

Der Farbwert (0, 50, 240) ist demnach ein dunkles, aber kräftiges Rot.

### 3.3.4 Verschiedene Arten von Farben

#### Primärfarben



**Abb. 20** Der 12-teilige Farbkreis, entsprechend der Spektralfarben. Das innere Schema zeigt zudem die 3 Primärfarben der additiven Farbmischung und die 3 Sekundärfarben.

**Primärfarben** (Grundfarben) sind 3 Farben auf dem Farbkreis, mit denen sich alle weiteren Farben durch Mischen erstellen lassen. In der additiven Farbmischung (RGB) sind die Grundfarben rot, grün und blau. In der subtraktiven Farbmischung, auf die hier nicht weiter eingegangen wird, sind sie cyan, gelb und magenta (manchmal sagt man auch: rot, gelb, blau).

## Sekundärfarben

**Sekundärfarben** sind die Farben, die direkt aus den Primärfarben gemischt werden können, also im ersten Mischvorgang entstehen. Dies sind in der additiven Farbmischung grün, gelb und violett. Primärfarben und Sekundärfarben bilden zusammen die "Regenbogenfarben", also die 6 Farbbereiche, in die man die Spektralfarben oft einteilt.

Die Mischung aus Sekundärfarben ergeben dann die **Tertiärfarben**. Der heute allgemein bekannte 12-teilige Farbkreis besteht damit aus 3 Primärfarben, 3 Sekundärfarben und 6 Tertiärfarben.

## Komplementärfarben

**Komplementärfarben** sind die Farben, die sich im Farbkreis gegenüberstehen. Das sind z.B. gelb und blau, rot und cyan, grün und magenta. Komplementärfarben wirken besonders kontrastreich.

Von Komplementärfarben kann man auch sprechen, wenn sich die Farben nicht ganz exakt im Farbkreis gegenüberstehen (z.B. rot/grün oder gelb/violett).

### 3.3.5 Wirkung von Farben

#### Farbton

Farben werden oft als Symbole betrachtet und stehen für bestimmte Eigenschaften. Dabei ist es wichtig zu wissen, dass die Bedeutung von Farben von Kulturkreis zu Kulturkreis verschieden sein kann. Die hier vorgestellten Bedeutungen einiger wichtiger Farben beziehen sich etwa auf den europäischen Raum – sie können sich z.B. im asiatischen und afrikanischen Raum deutlich unterscheiden.

Farben haben oft mehrere verschiedene Bedeutungen, auch in Abhängigkeit mit welchen weiteren Farben bzw. in welchem Kontext sie vorkommen. Die nachfolgende Auflistung kann damit nur als grober Überblick dienen.

**Rot** ist eine sehr wirkungsvolle, ausdrucksstarke Farbe. In der Natur kommt sie oft als Signalfarbe vor und steht damit für Gefahr und Warnung. Im Alltag verbinden wir rot meist mit Liebe, Leidenschaft, Lebensenergie, Dynamik. Oft wird rot auch mit dem Blut assoziiert ("rot wie Blut") und steht dann auch für Gewalt, Krieg und Brutalität. Die Wirkung des Rots ist demnach impulsiv, energisch und auch aggressiv. Auf Grund der Signalwirkung können Fotos, die rote Elemente enthalten, die Aufmerksamkeit des Betrachters deutlich auf sich lenken.

**Gelb** ist ebenso eine Signalfarbe, jedoch nicht so ausdrucksstark und impulsiv wie rot. Auf Skalen steht gelb vor rot, ist also gewissermaßen eine Vorstufe zu einer Gefahr. Gelb ist aber vor allem die Farbe der Wärme (Sonne), Helligkeit und Freude, ebenso der Lebensenergie und Spontanität. Ein dunkles Gelb steht oft für Neid, Habgier und Überheblichkeit, während ein helles Gelb oft auch für Geist, Verstand und Intelligenz steht.

**Orange** steht zwischen gelb und rot und entsprechend ähnlich sind seine Bedeutungen. Es steht für Mut, Selbstvertrauen, Energie, Elan, Aufregung und Wärme. Es ist ebenso eine recht ausdrucksstarke Signalfarbe.

**Grün** ist eine Farbe, die meist mit der Natur verbunden wird. Sie steht daneben auch für Wachstum, Reife, Jugend, Frühling, Hoffnung und Leben. Grün wirkt entspannend, natürlich und ausgleichend.

**Blau** steht oft für Ruhe, Freundschaft, Treue und hat wie das Grün eine entspannende und beruhigende Wirkung. Mit Blau wird oft das Wasser und der Himmel verbunden. Im Zusammenhang mit letzterem steht Blau auch für Ferne und Unendlichkeit. Es steht aber auch für Melancholie, Traurigkeit und Depression (das englische Wort "blue" bedeutet gleichzeitig auch melancholisch, depressiv). Blau kann auch für die Nacht stehen (dunkles Blau) und insbesondere auch für Kälte, Frost (helles Blau).

Mit **Schwarz** verbindet man meist negative Eigenschaften wie Tod, Unglück ("ein schwarzer Tag"), Boshaft, Tragik, Schicksal. Positive Assoziationen sind hingegen Ernsthaftigkeit und Seriosität (z.B. schwarzer Anzug). Neben dem Dunkelblau steht schwarz auch für die Nacht und damit im übertragenen Sinne für Angst, Bedrohung etc.

**Weiß** steht für Reinheit, Unschuld, Unberührtheit, Sauberkeit. Mit der Farbe werden oft Hochzeiten verbunden, aber auch mit Winter und Schnee (dann kann die Farbe auch für Kälte und Eis stehen).

**Grau** steht meist für Neutralität. Es hat auch einige negative Eigenschaften wie Trübnis, Melancholie, Eintönigkeit, Langweile, Lustlosigkeit ("ein grauer Tag", "eine graue Wand").

**Rosa** steht zwischen rot und weiß; von der Bedeutung her tendiert es eher zum weiß. Es steht für Kindlichkeit, Zärtlichkeit, Weiblichkeit und hat eine sehr beruhigende Wirkung. Rosa wird oft als romantisch empfunden, im negativen Sinne aber auch als kitschig oder albern.

**Violett** wirkt meist mystisch, zauberhaft und magisch. Es ist die Farbe des Geistes und der Spiritualität und wird auch für psychotherapeutische Maßnahmen angewendet. Auch mit Fantasie und Traum wird violett oft verbunden. Im negativen Sinn kann es für Unnatürlichkeit und Mehrdeutigkeit stehen.

**Gold** steht meist für Pracht, Reichtum und Wonne, kann aber wie das Gelb auch für Wärme und Lebensfreude ("goldene Tage") stehen. Mit Gold werden fast nur (übermäßig) positive Dinge verbunden (z.B. "goldenes Oktoberwetter", "goldene Gehwege").

Die Farben rot, gelb, orange, magenta und gelbgrün werden auch als **warme Farben** bezeichnet. Sie erzeugen Wärme, Nähe, Behaglichkeit, Gemütlichkeit. Grün, türkis, blau und violett sind **kalte Farben**. Sie wirken kühl, sachlich, abweisend, funktional.

### Helligkeit

Die **Helligkeit** einer Farbe spielt ebenfalls eine wichtige Rolle, unabhängig vom Farbton. Helle Farben wirken beruhigender als Farben mittlerer Helligkeit; sie wirken dezent und freundlich und fallen nicht so stark auf. Räume wie Schlafzimmer und Wohnzimmer werden oft in hellen Farben (helles Blau, Gelb, Grün etc.) gestrichen, um eine beruhigende, gemütliche Wirkung zu erzielen.

Sehr helle Farben wirken besonders sanft und zart. Sie werden als **Pastellfarben** bezeichnet.

Dunkle Farben wirken bedrückend, düster, melancholisch oder bedrohlich, können manchmal aber auch ein Gefühl der Geborgenheit erzeugen. Anders als helle Farben, die freundlich wirken und Nähe ausdrücken, wirken dunkle Farben distanziert.

## Sättigung

Satte Farben wirken auffällig, dominant und z.T. aggressiv (vor allem Gelb und Rot). Sie lenken die Aufmerksamkeit auf sich und können zu starken Kontrasten führen.

Weniger satte Farben wirken hingegen unauffällig, gedämpft und dezent. Sie wirken eher romantisch und verträumt; Aufnahmen bei Nebel werden bspw. ein hohes Maß an weniger satten Farben aufweisen. Eine zu hohe Sättigung wirkt meist unnatürlich, da in der Natur kaum vollständig satte Farben auftreten; eine zu niedrige Sättigung tendiert hingegen zum Schwarzweiß-Bild und kann das Bild langweilig und matt erscheinen lassen.

### 3.3.6 Farbharmonie

**Farbharmonie** spielt eine wichtige Rolle im Bereich der Farbgestaltung. Die Farben eines Bildes sollten zueinander passen, sie sollten harmonisch und ansprechend sein. Ist dies nicht der Fall, kann das Foto schnell unschön und abstoßend wirken.

Farbharmonie kann man bspw. erzeugen durch...

- Wahl ähnlicher Farben (z.B. rote Töne überwiegen).
- Wahl kalter oder warmer Farbtöne (z.B. rote, gelbe, orange Töne überwiegen).
- Verwendung von hellen Farben und den entsprechenden Vollfarben (Helligkeitsabstufungen) oder Verwendung von satten Farben und den entsprechend weniger satten Farben (Grauabstufungen).

Einer Theorie zufolge wirken drei Farben besonders harmonisch, wenn sie sich im Farbkreis durch ein gleichschenkliges Dreieck verbinden lassen, z.B. orange, rot, türkis. Es ist bei der Farbharmonie jedoch stets zu berücksichtigen, dass die Farben erst in ihrer Gesamtheit und zusammen mit der Komposition beurteilt werden können - eine ungeschickte Anordnung von orange, rot und türkis kann trotzdem leicht zu Disharmonie führen.

Farbklänge sind ein weiteres Mittel um Farbharmonie darzustellen. Unter einem **Farbklang** versteht man eine Menge von Farben, die in gleicher Helligkeit und Sättigung auftreten und dabei den selben Abstand zueinander auf dem Farbkreis haben. Beim Farbdreiklang hat man also 3 Farben, die denselben Abstand zueinander haben und in gleicher Intensität in dem Bild vorhanden sind (z.B. rot, grün, blau). Beim Farbvierklang hat man entsprechend 4 Farben. Farbklänge haben die besondere Eigenschaft, dass sie sowohl harmonisch als auch kontrastreich wirken.

### 3.3.7 Kontrast

#### Grundlagen

Der **Kontrast** bezeichnet die farblichen Differenzen in einem Bild. Während zuvor nur einzelne Farben betrachtet wurden, werden beim Kontrast also Farben untereinander betrachtet. Der Bereich zwischen hellsten und dunkelsten Stellen eines Fotos heißt **Kontrastumfang**.

Meist meint man mit Kontrast die Unterschiede zwischen hellen und dunklen Bereichen eines Bildes. Ein Bild mit sehr hellen und sehr dunklen Bereichen wird als kontrastreich empfunden; ein Bild mit wenig Helligkeitsunterschieden als wenig kontrastreich. Es gibt jedoch mehrere Arten von Kontrast, die im nächsten Abschnitt vorgestellt werden.

Die Wirkung des Kontrasts erhöht sich umso mehr, je kleiner der Raum ist, auf dem sich die unterschiedlichen Farb- und Helligkeitswerte befinden. So wirkt der Kontrast größer, wenn dunkle und Helle Töne eng aneinander liegen, als wenn sie im Bild verstreut auftreten.

### Ausgewählte Farbkontraste

Vermutlich am bekanntesten ist der **Hell-Dunkel-Kontrast**. Dieser bezeichnet die Differenzierung der Helligkeitswerte in einem Bild. Existieren weiße und schwarze Farben, so ist er maximal. Besteht das Bild aus nur einer Farbe, so ist er null.

Der **Farbe-an-sich-Kontrast** bezeichnet den Kontrast auf der Basis von Farbwerten (statt von Helligkeitswerten). Je mehr verschiedene Farbtöne in dem Bild vorkommen, umso größer ist der Kontrastumfang. Das Bild wirkt besonders kontrastreich, wenn stark unterschiedliche Farbtöne unmittelbar nebeneinander auftreten (z.B. grün, blau, gelb und rot statt rot, rosa, lila, violett) und die Sättigung der Farben groß ist (bei geringer Sättigung neigen die Farben zum Grau und damit sinkt der Farbkontrast). Ein hohes Farbspektrum in einem Foto macht dieses oft lebendig und impulsiv. Eine Vielzahl an Farben führt aber auch zu Unordnung und Chaos. kommen nur wenige Farbtöne vor, wirkt es dezent und beruhigend - es entsteht eine gewisse Ordnung.

Der **Komplementärkontrast** bezeichnet den Kontrast, der durch komplementäre Farben entsteht, also Farben, die sich im Farbkreis gegenüberstehen (z.B. rot und grün oder violett und gelb). Komplementärfarben sorgen für einen gewissen Ausgleich.

Der **Kalt-Warm-Kontrast** bezeichnet den Kontrast zwischen kalten Farben (blau, grün) und warmen Farben (orange, rot).

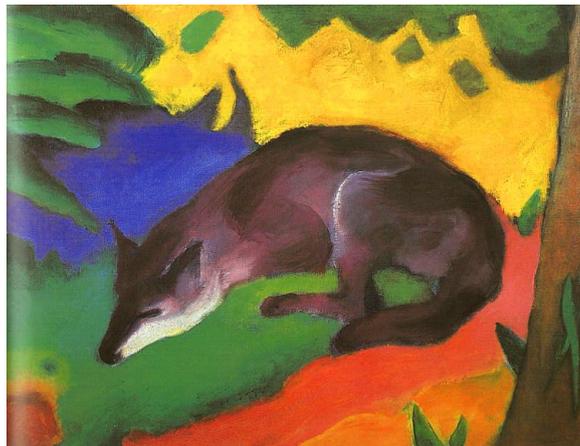
Der **Bunt-Unbunt-Kontrast** bezeichnet den Kontrast zwischen bunten und unbunten Farben (schwarz, weiß und v.a. Graustufen) in einem Bild.

Der **Qualitätskontrast** ist der Kontrast zwischen gesättigten und ungesättigten Farben. Ungesättigte Farben (Grautöne) haben die besondere Eigenschaft, daneben befindliche gesättigte Farben besonders kräftig wirken zu lassen.

Der **Quantitätskontrast** (auch Mengenkontrast) bezeichnet den Kontrast, der zwischen verschiedenen großen Farbflächen entsteht. Er ist beispielsweise groß, wenn eine große Fläche blau und nur eine kleine Fläche weiß ist. Treten sehr viele Farben auf, ohne dass eine dominiert, ist er hingegen klein. Die weniger vorhandene Farbe lenkt dabei die Aufmerksamkeit auf sich und sollte etwa im Goldenen Schnitt liegen (oft handelt es sich hierbei um das Hauptmotiv).



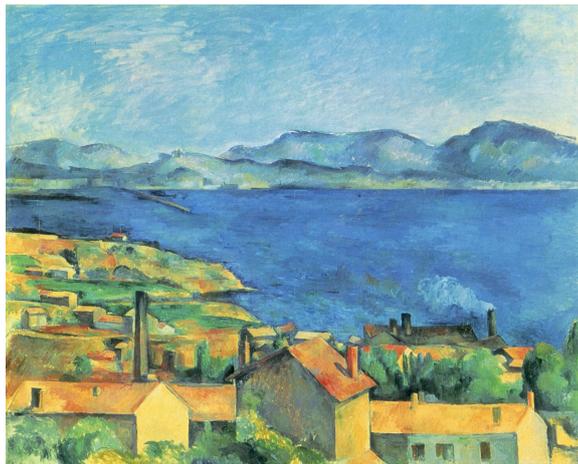
**Abb. 21** Hell-Dunkel-Kontrast



**Abb. 22** Farbe-an-sich-Kontrast



**Abb. 23** Komplementärkontrast



**Abb. 24** Kalt-Warm-Kontrast



Abb. 25 Qualitätskontrast

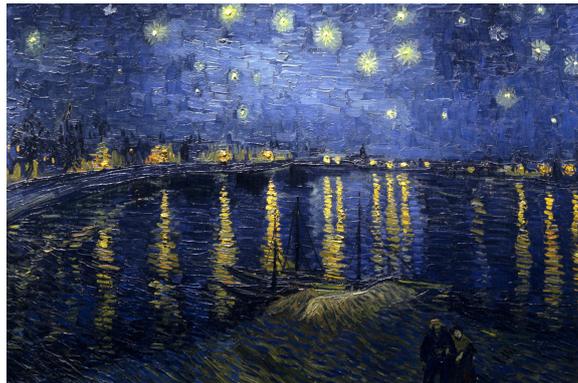


Abb. 26 Quantitätskontrast

### 3.3.8 Farbwahrnehmung und Farbdarstellung

Das menschliche Auge kann rund 100 Helligkeitsabstufungen von einander abgrenzen, wobei es hellere Töne grundsätzlich besser von einander abgrenzen kann als dunkle Töne. In der Digitalen Fotografie wird meist eine **Farbtiefe** von 24 Bit verwendet, d.h. für jede Grundfarbe stehen 8 Bit (256 Abstufungen) zur Verfügung. Aus dieser Sicht sollte die Farbtiefe vollkommen ausreichend sein - mit 24 Bit lassen sich immerhin 16,7 Millionen verschiedene Farben darstellen (das menschliche Auge kann hingegen nur deutlich weniger Farbabstufungen unterscheiden).

In der Realität sieht dies jedoch ein klein wenig anders aus. Hier entscheidet im Grunde der Kamerasensor, ob er überhaupt sensibel genug ist, 256 Abstufungen je Farbton zu erkennen. Die meisten Kameras kommen somit nur auf 150 bis 200 Abstufungen. Ein weiteres Problem ist die Optimierung von Fotos, die tw. bereits in der Kamera beginnt. Mit jedem Optimierungs- und Nachbearbeitungsschritt sind für gewöhnlich Abstufungsreduktionen verbunden. Es kann dann schnell passieren, dass ein Foto unter den 100 Abstufungen liegt und der Verlauf der Farben unnatürlich wirkt, weil einzelne Abstufungen plötzlich sichtbar werden.

Einige Kameras bieten heute auch 48-Bit-Farbdarstellung an (16 Bit je Farbton, also 65.536 Abstufungen). Da das JPEG-Format jedoch auf 24 Bit Farbtiefe ausgelegt ist, wird die Abstufung beim Speichern automatisch auf 256 reduziert und ein Großteil der Vorteile dieser Farbtiefe geht verloren.

Wie viele Farben der Mensch tatsächlich unterscheiden kann, wird sehr unterschiedlich angegeben. Man ging früher von einigen Zehntausend aus, neuere Untersuchungen korrigieren den Wert wohl

eher nach oben. Wie beim HSV-Modell kann das Auge eine gewisse Anzahl an Farbtönen, Sättigungswerten und Helligkeitswerten unterscheiden. Eine Angabe, die sich auf 400.000 Farben bezieht, begründet den Wert damit, dass das menschliche Auge wohl rund 130 Farbtöne, 130 Sättigungswerte und 25 Helligkeitswerte voneinander unterscheiden kann - multipliziert man diese Angaben, erhält man etwa die 400.000 Farben. In jedem Fall liegt die Zahl der wahrnehmbaren Farben deutlich unter den 16,7 Millionen theoretisch möglichen Farben – wie aber oben ausgeführt, wird diese hohe Farbdifferenzierung in der Digitalen Fotografie nicht erreicht und droht im Extremfall unter den Schwellwert von einigen Zehntausend bis Hunderttausend Farben zu fallen.

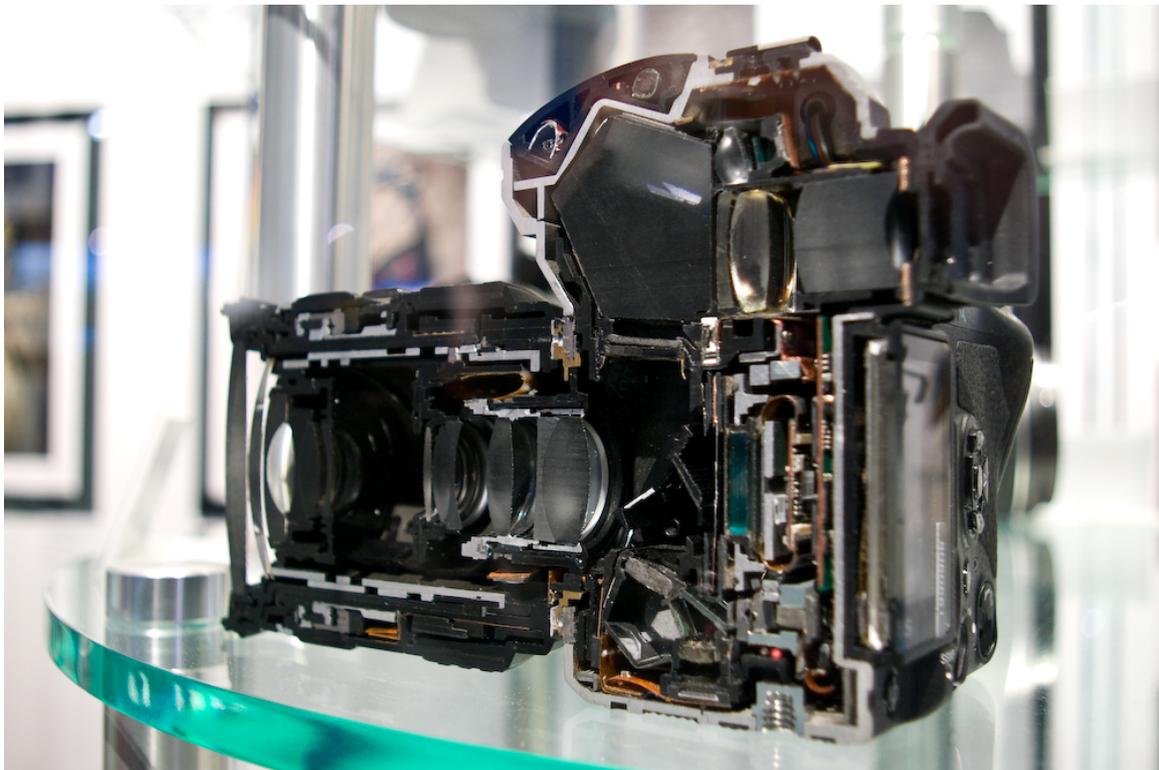
# 4 Aufbau und Funktionsweise einer Kamera

## 4.1 Einführung

### 4.1.1 Der Begriff Kamera

Eine **Kamera** (in der Alltagssprache oft auch Fotoapparat) ist ein Gerät, um Fotografien aufzunehmen, d.h. Abbilder der Realität zu erzeugen. Die Bezeichnung geht auf die Camera obscura (Lochkamera) zurück, welche die Urform der Fotografie ist und gleich im Anschluss noch näher vorgestellt wird.

### 4.1.2 Grundlegender Aufbau



**Abb. 27** Schnitt durch eine Digitalkamera.

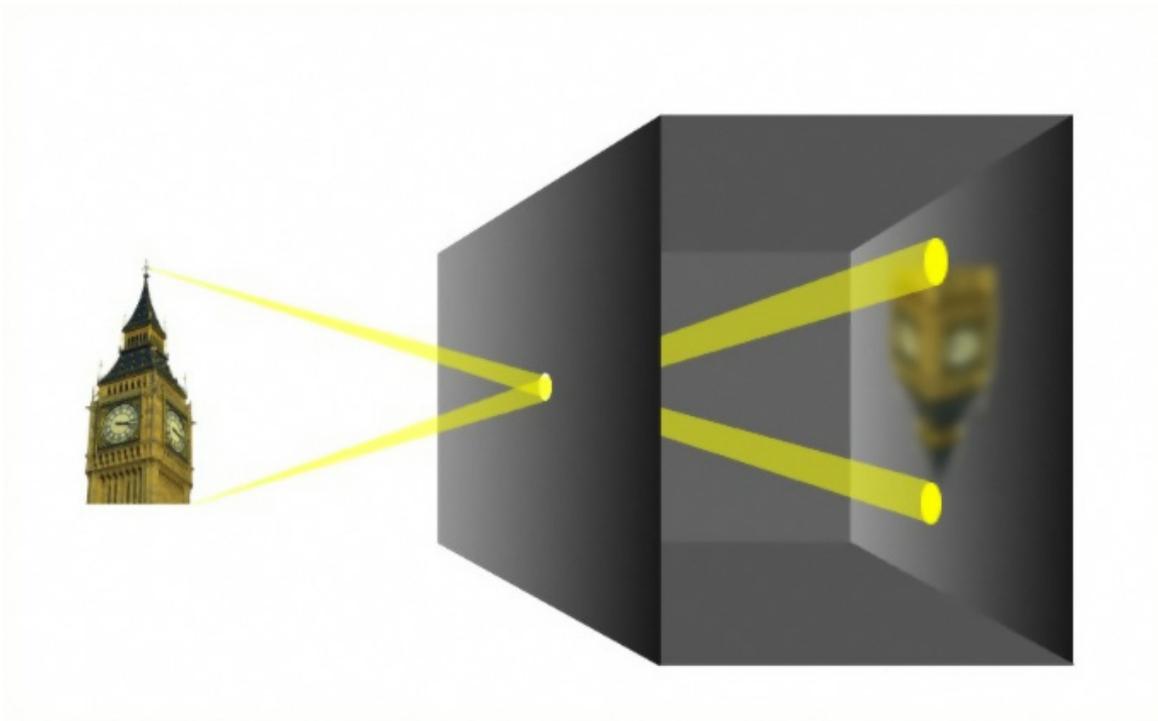
Eine Kamera - egal ob digital oder analog - hat immer etwa den selben Aufbau. Sie besitzt als zentrales Element ein Objektiv, durch das Licht in die Kamera fällt und somit das Bild erzeugt. Hinter dem Objektiv befindet sich ein Medium, um dieses Bild zu detektieren - entweder ein elektronischer Bildsensor (Digitalfotografie) oder ein Film (Analogfotografie), welcher das Bild auch gleichzeitig

speichert. Für gewöhnlich besitzen Kameras einen Sucher, um zu erkennen, welchen Teil der Szene die Kamera aufnimmt. Über einen Knopf, den **Auslöser**, wird dann der Verschluss am Objektiv geöffnet und für eine sehr kurze Zeitdauer, oft nur ein paar wenige ms, fällt Licht in die Kamera, das zum Aufzeichnen des Bildes und damit zur dauerhaften Speicherung führt.

Digitalkameras besitzen in der Regel ein **Display**, über welches man aufgenommene Bilder betrachten kann. Das Display wird ebenfalls verwendet, um die Kamera zu steuern (d.h. um Einstellungen vorzunehmen) und dient auch als Sucher. Digitalkameras besitzen zudem **Anschlüsse**, damit die aufgenommenen Fotos an einen Fernseher oder Computer übertragen werden können.

### 4.1.3 Die Camera obscura (Exkurs)

Die Camera obscura ist die Urform der Fotografie (Fotografie im Sinne des Verfahrens), die es bereits seit dem Mittelalter gibt. Ihr Aufbau ist sehr einfach, so dass Hobby-Bastler sie auch selbst mit wenig Zeit- und Materialaufwand fertigen können. Sie haben heute im Grunde keine praktische Bedeutung, sie eignen sich aber, um das Grundprinzip der Fotografie besser zu verstehen bzw. einmal hautnah zu erleben.



**Abb. 28** Funktionsweise einer klassischen Camera obscura.

Die Camera obscura ("dunkle Kammer") ist in ihrer ursprünglichen Form ein vollkommen geschlossener, dunkler Raum, mit einem sehr kleinen Loch in der Mitte einer der 4 Seitenwände. Stellt man nun außerhalb der Kammer einen kleinen Gegenstand vor die Öffnung, so kann man in dem Raum ein Abbild an der Wand erkennen, die sich gegenüber der Wand mit dem Loch befindet.

Wenn der Kasten lediglich ein einfaches Loch als Öffnung besitzt, so wird das Bild verschwommen erscheinen. Bringt man jedoch eine kleine Sammellinse in dem Loch an, so kann man schärfere

Abbilder erzeugen. Eine Camera obscura ohne Linse, also die einfachste Form, nennt man auch **Lochkamera**.

Die Camera obscura muss nicht immer ein Raum sein, es kann auch ein Karton oder gar eine Keksdose verwendet werden, um denselben Effekt zu erzielen. Man kann dann natürlich nicht mehr selbst in dem Raum sein, um das Bild zu betrachten, ein üblicher Trick ist daher der folgende: Man schneidet an einem Karton ein relativ großes, rechteckiges Loch in die Rückwand und spannt eine Seite Pergamentpapier darüber, die man bspw. mit Klebeband befestigt. Auf die gegenüberliegende Seite sticht man mit der Nadel ein winziges Loch. Man kann dann das Abbild des Gegenstands vor dem Karton auf dem Pergamentpapier sehen, wenn der Raum dunkel genug ist (es bietet sich hier z.B. eine Kerze als Objekt an).

Man kann in einer Camera obscura auch einen lichtempfindlichen Film anbringen und das Loch dann nur für kurze Zeit geöffnet lassen. Auf diese Weise wird man ein bleibendes Abbild erhalten und hat in diesem Fall im Prinzip dasselbe getan, was auch Analogkameras machen.

Die Aufnahmen der Lochkamera werden i.A. nur eine sehr geringe Qualität haben. Das Bild steht zudem auf dem Kopf, so wie es auch bei allen anderen Kameras zunächst auf dem Kopf steht.

Den Effekt der Lochkamera kann man beispielsweise auch im Wald beobachten. Wenn die Sonne durch das dichte Geäst der Bäume scheint, die dann gewissermaßen winzige Löcher bilden, kann man auf dem Boden kleine runde Flecken sehen. Diese als "Sonnentaler" bezeichneten Flecken sind Abbilder der Sonne, die auf gleiche Weise entstehen wie Bilder in der Lochkamera.

## 4.2 Aufbau und Funktionsweise einer Digitalkamera

### 4.2.1 Das Objektiv

#### Grundlagen

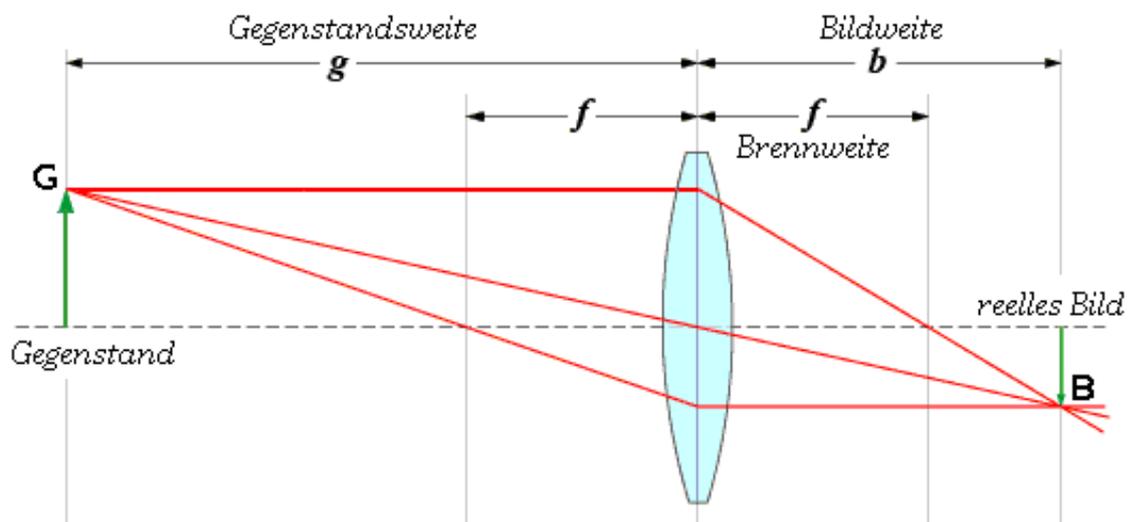


Abb. 29 Grundprinzip der Bildentstehung an Sammellinsen

Das **Objektiv** ist gewissermaßen das "Auge der Kamera" und besteht aus mehreren Linsen, durch welche das Licht strömt und am Ende des Objektivs (am Brennpunkt) ein Abbild erzeugt. Diese Gruppe von Linsen wirkt dabei vom Prinzip her wie eine Sammellinse und wie bei jeder Sammellinse steht dabei das Abbild auf dem Kopf. Die Digitalkamera dreht das Bild dann beim Aufnehmen automatisch um 180°, so dass wir es wieder korrekt sehen; beim Analogfilm ist es ohnehin egal, da man das Bild dann beim Betrachten automatisch in die richtige Position bringen wird.

Die Kamera, und speziell das Objektiv, funktioniert dabei etwa wie das menschliche Auge. Auch das menschliche Auge besitzt eine Linse, durch die das Licht fällt, und erzeugt dabei auf dem Kopf stehende Bilder. Das menschliche Gehirn wandelt diese aber dann automatisch in ein korrektes Bild um.

Der Abstand zwischen Linse und Brennpunkt, also dem Ort, an dem ein scharfes Bild entsteht, nennt man **Brennweite**; sie gibt an, wie groß der Ausschnitt ist, den die Kamera aufnimmt. Viele Objektive lassen sich ein- und ausfahren, können also die Brennweite ändern und somit in die Szene hineinzoomen oder herauszoomen (dynamische Brennweite). Manche Objektive haben jedoch eine feste Brennweite (Fixbrennweite) und ermöglichen damit keinen Zoom.

Einige Digitalkameras verfügen über einen **digitalen Zoom**. Dabei wird allerdings lediglich der zentrale Teil des Bildsensors vergrößert, was mit erheblichen Verlusten einhergeht. Diese Vergrößerung lässt sich problemlos - und meist mit besserem Ergebnis - auch später ausführen, Digitalzooms lässt man daher am besten ausgeschaltet.

### Der Verschluss

Hinter dem Objektiv befindet sich der **Verschluss**. Ein Film (und auch der Sensor bei Digitalkameras) ist extrem lichtempfindlich und darf, bei gewöhnlichem Tageslicht, nur ganz kurz belichtet werden - andernfalls erhält man ein weißes (völlig überbelichtetes) Bild. Der Verschluss ist also stets geschlossen, und nur wenn das Foto aufgenommen wird, öffnet er sich für eine sehr kurze Zeit (z.B. 1/500 s, also 0,002 s).

Es gibt zwei grundlegende Arten von Verschlüssen. Beim **Zentralverschluss** wird eine Anordnung von kurvenförmigen Lamellen verwendet, die sich dann für kurze Zeit öffnen und damit die Belichtung ermöglichen. Die meisten Kameras verwenden heute diese Technik, wobei vor allem extrem kurze Belichtungszeiten (z.B. 1/1000 Sekunde oder weniger) relativ aufwendig zu realisieren sind.

Die zweite Art ist der **Schlitzverschluss**. Hier besteht der Verschluss aus 2 Metallplättchen, die auch Vorhang genannt werden. Dabei ist zunächst der erste Vorhang geschlossen und der zweite geöffnet. Wird die Belichtung gestartet, öffnet sich auch der erste Vorhang. Damit fällt nun das Licht durch das Objektiv. Ist die Belichtungszeit abgelaufen, schließt sich der zweite Vorhang und versperrt damit wieder den Lichteinfall. Danach gehen die Vorhänge wieder in ihre Anfangsposition zurück. Bei sehr kurzen Belichtungszeiten schließt sich der zweite Vorhang bereits während der erste sich noch öffnet (der zweite Vorhang "zieht nach"). Nur so lassen sich die extrem kurzen Belichtungszeiten wie 1/1000 Sekunde realisieren. Es entsteht damit ein "Schlitz", der von oben nach unten (oder auch von rechts nach links) wandert und für einen minimalen Augenblick das Bild schrittweise belichtet. Es gilt demnach: Je kürzer die Belichtungszeit, umso schmaler der Schlitz.

## Die Blende



**Abb. 30** Kameraobjektiv mit maximal geöffneter Blende

Neben dem Verschluss besitzt das Objektiv eine **Blende**. Die Blende ist die Öffnung des Objektivs und kann oft reguliert werden, d.h. sie kann weiter geöffnet werden, dann fällt in einer Zeiteinheit mehr Licht in die Kamera, oder sie kann weiter geschlossen werden, dann fällt weniger Licht innerhalb einer Zeiteinheit in die Kamera. Die Blende ist dabei ein mechanisches Bauteil, das aus einzelnen überlappenden Lamellenblättchen besteht, die sich, zur Verringerung der Öffnung, übereinanderschieben. Sie hat ein Einfluss auf die Belichtungsdauer und die Tiefenschärfe. Eine kleine Blendenzahl entspricht dabei einer großen Öffnung (also viel Lichteinfall) und umgekehrt.

Die Blende ähnelt vom Aufbau her daher dem Zentralverschluss. In Analogie zum menschlichen Auge entspricht sie der Pupille. Die Pupille des Auges regelt die einfallende Lichtmenge, die ins Auge fällt - in der Dunkelheit weitet sie sich damit mehr Licht einfällt, bei Helligkeit verengt sie sich.

### Eigenschaften eines Objektivs

Objektive können nach verschiedenen Eigenschaften hin untersucht und verglichen werden. Dazu zählen:

- Die Objektivbrennweite, z.B. 8 - 32 mm.
- Der Formatfaktor bzw. die Brennweite im 35-mm-Format (KB-Format), z.B. 28 - 112 mm (Formatfaktor 3,5 in Bezug auf die obige Objektivbrennweite).
- Die Lichtstärke ("Anfangsblende"), z.B. 1/2,8 - 1/4,0.
- Der Objektivdurchmesser, z.B. 52 mm (diese Angabe ist wichtig, wenn man Zubehör wie Filter oder Streulichtblende kaufen möchte).
- Die verfügbaren Blenden, z.B. 2,8, 4, 5,6.

Diese Angaben wird man meist im Datenblatt der Kamera finden, wobei die verfügbaren Blenden oft nicht explizit angegeben werden. Die einzelnen Begriffe wie Brennweite und Lichtstärke werden zu späterem Zeitpunkt natürlich noch ausführlicher erläutert.

### 4.2.2 Der Bildsensor

#### Definition

Der **Bildsensor** ist ein kleiner Chip, welcher bei Digitalkameras das einfallende Licht registriert und in ein Bild umwandelt. Er befindet sich an der Stelle, wo bei den Analogkameras der Film sitzt.

Die Bildsensoren der Kompaktkameras und Bridgekameras sind von sehr geringer Größe; damit bleibt die Kamera auf Grund kleiner Objektivbrennweiten handlich und ermöglicht dennoch relativ viel Zoom - die geringen Abmaße sorgen zudem für eine sehr hohe Schärfentiefe.

Je kleiner der Bildsensor allerdings ist, umso enger liegen die einzelnen Pixel aneinander. Die einzelnen Pixel sind dann notwendigerweise kleiner und erzeugen weniger Ladungsträger, was eine höhere Verstärkung des Signals erfordert. Daher und da sich zudem Kamerasensoren bei der Aufnahme erwärmen, nimmt somit mit zunehmend kleinen Sensoren das Bildrauschen zu - auch wenn moderne Kameras dies heute zu einem gewissen Grad retuschieren können.

Abmaße

## Gängige Formate von Kamerasensoren

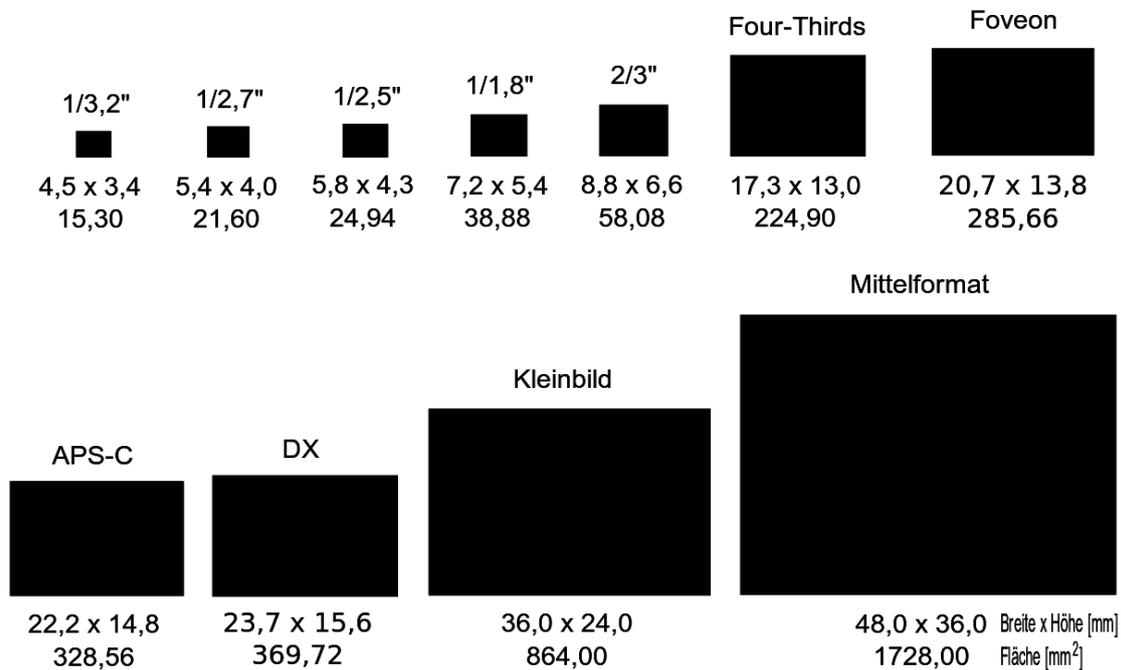


Abb. 31 Größenverhältnis zwischen einigen bekannten Sensortypen

Die Größe von Bildsensoren wird historisch bedingt meist in Zoll angegeben und als Bruch dargestellt. Der Wert gibt den Außendurchmesser einer fiktiven Bildaufnahmeröhre mit gleicher Sensorgröße an; die Länge der Diagonale des Sensors beträgt knapp zwei Drittel dieses Wertes (eine "Ein-Zoll-Bildröhre" hatte eine Diagonale der lichtempfindlichen Fläche von etwa 16 mm). Die Angabe 1/2,7" meint also, dass die Diagonale des Sensors zwei Drittel von 1/2,7 Zoll bzw. 0,235 Zoll ist. Ein Zoll (Inch) beträgt 2,54 cm, der Kamerasensor hat also eine Diagonale von 0,59 cm. Die meisten Kamerasensoren von Kleinkameras werden sich in dem Bereich von 0,5 bis 1 cm Diagonale befinden.

Obwohl die Sensorgröße von Kamera zu Kamera verschieden sein kann, gibt es einige recht häufige Formate (Quasi-Standard):

- 1/3,2" (0,50 cm)
- 1/2,7" (0,59 cm)
- 1/2,5" (0,64 cm)
- 1/2,3" (0,70 cm)
- 1/1,8" (0,89 cm)
- 1/1,5" bzw. 2/3 (1,1 cm)

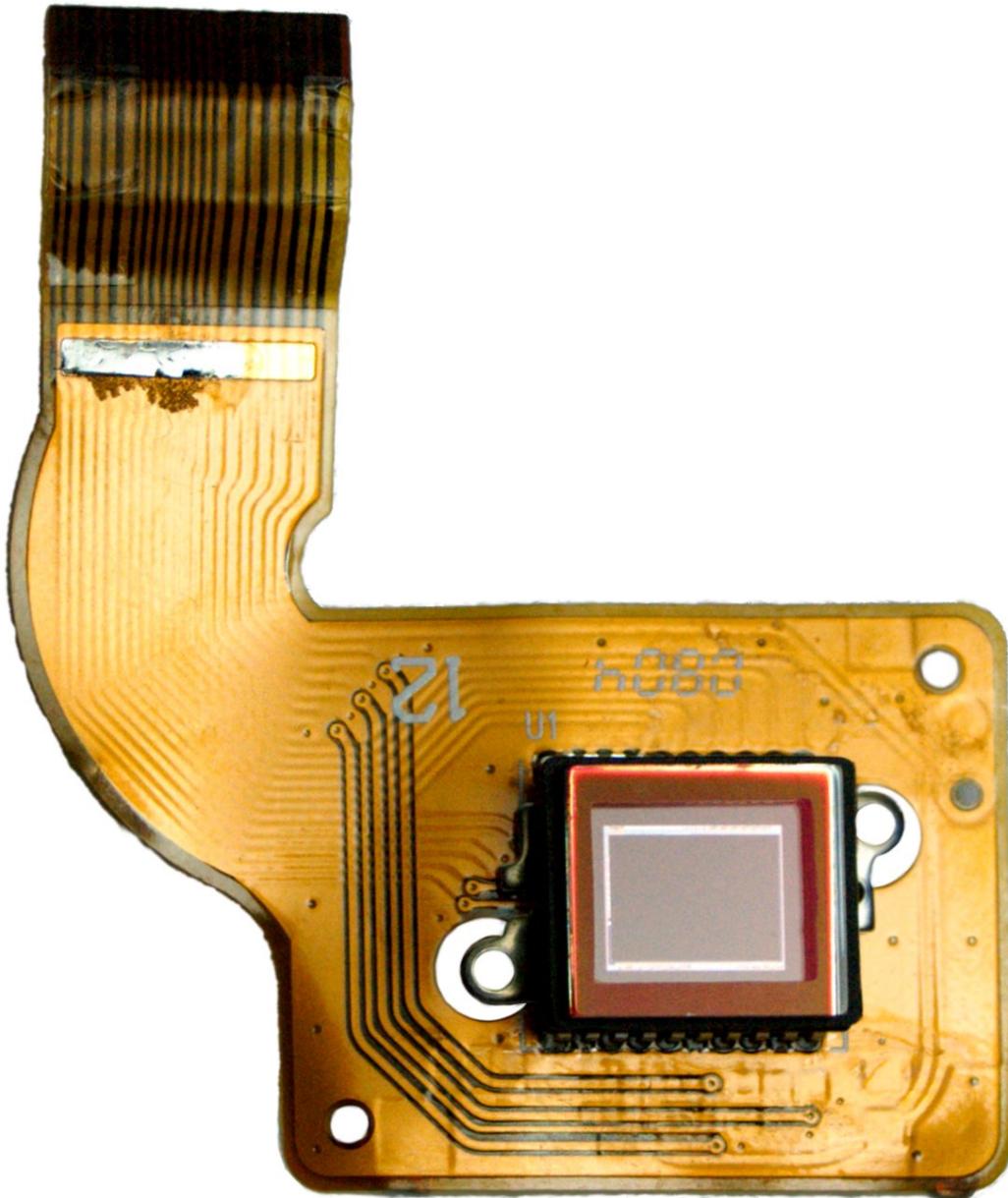
Man muss auf Grund der Darstellung als Bruch somit beachten, dass mit kleinerem Nenner (z.B. 2,3 statt 2,5) der Kamerasensor größer wird.

Für größere Kameras verwendete Sensoren haben bspw. folgende Abmaße:

- "Four Thirds"<sup>1</sup> (2,2 cm)
- APS-C (2,75 cm bzw. ca. 23x15 mm)
- Kleinbildformat ("Vollformat", 4,32 cm bzw. 36x24 mm)
- Mittelformat (6 cm bzw. 48x36 mm)

Leichte Abweichungen sind möglich.

### Grundlegender Aufbau



**Abb. 32** Bildsensor auf einer Leiterplatte

---

<sup>1</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Four-Thirds-Standard>

Der Bildsensor besteht aus einem rechteckigen Feld von einzelnen, mikroskopisch kleinen Lichtsensoren, wobei einige Sensoren gebündelt einem Pixel (Bildpunkt) des Fotos entsprechen. Ein Kamerasensor mit 4000 horizontalen und 3000 vertikalen Pixeln kann also Fotos bis 4000x3000 Pixel aufnehmen (also 12 MP).

Die Zahl der Pixel besagt jedoch lediglich, was die theoretisch maximale Auflösung ist. Wenn die Kamera z.B. eine Auflösung von 3000x2000 Pixel anbietet, wird sie vom Hersteller mit 6,0 Megapixeln angegeben. Ein Foto, das im Format 4:3 aufgenommen wird (3000x2000 ist das Format 3:2), würde hierbei mit maximal 2666x2000 Pixeln aufgenommen werden, kann die 3000 Pixel in der Horizontalen also gar nicht voll ausnutzen - das sind dann nur rund 5,2 MP. Das Aufnahmeformat bzw. das Format des Sensors spielt also eine gewisse Rolle, ob man die volle Anzahl an Megapixeln in einem bestimmten Format überhaupt verwenden kann. Hinzu kommt die Auflösungsgrenze der Optik, die bei kleinen Sensoren praktisch immer die tatsächlich erzielbare Auflösung begrenzt.

Natürlich kann man auch generell kleinere Fotoformate wählen. So kann ein Sensor mit 4000x3000 Pixeln auch ein Bild im Format 1600x1200 aufnehmen. Es werden dann eben nicht alle Pixel verwendet (bzw. das Foto wird zunächst in 4000x3000 aufgenommen und dann von der Kamera auf 1600x1200 komprimiert). Dies ermöglicht einen gewissen verlustfreien digitalen Zoom (dazu später mehr).

### Arten von Bildsensoren

Es gibt im Wesentlichen 3 Arten von Bildsensoren:

- CCD-Sensoren
- CMOS-Sensoren
- X3-Sensoren

**CCD-Sensoren** sind die am häufigsten eingesetzten Sensoren. Hierbei werden die einzelnen Pixel zeilenweise ausgelesen, vergleichbar mit einem Scanner, der ein Bild schrittweise abtastet. Zu Beginn der digitalen Fotografie lieferten sie gegenüber den CMOS-Sensoren eine bessere Qualität; die CMOS-Sensoren wurden aber derart weiterentwickelt, dass sie heute den CCD-Sensoren kaum mehr nachstehen.

Bei den **CMOS-Sensoren** sind die einzelnen Pixel relativ unabhängig; sie werden nicht zeilenweise ausgelesen, sondern es kann direkt auf jedes einzelne Pixel zugegriffen und dessen Helligkeitswert ermittelt werden. Damit können die aufgenommenen Bilder schneller verarbeitet werden als beim CCD-Sensor; da jedes Bildelement jedoch über einen eigenen Kondensator verfügt, um den direkten Zugriff auf die Information zu gewähren, sind CMOS-Sensoren größer als CCD-Sensoren (d.h. die Anzahl Pixel/cm<sup>2</sup> ist geringer). CMOS-Sensoren sind in der Herstellung günstiger, erwärmen sich nicht so stark wie die CCD-Sensoren und sind weniger störanfällig. Nachteilig sind jedoch ein geringerer Kontrastumfang, eine teilweise geringere Lichtempfindlichkeit sowie eine stärkere Anfälligkeit für Rauschen – moderne Digitalkameras können diese Mankos jedoch durch entsprechende Software ausgleichen.

Die Pixel der CCD-Sensoren und CMOS-Sensoren können zunächst einmal nur Helligkeitsabstufungen wahrnehmen, d.h. zwischen schwarz und weiß und einzelnen Graustufen unterscheiden. Damit ein Farbbild entstehen kann, wird ein sog. Mosaikfilter auf den Sensor gelegt. Er besteht aus einem Raster aus roten, grünen und blauen Punkten. Jeder Punkt lässt dabei nur seine eigene Farbe durch - rote Punkte lassen also bspw. nur rotes Licht durch. Aus der Menge an rotem, blauem

und grünem Licht lässt sich dann für jedes Pixel seine Farbe berechnen. Je besser und genauer diese Berechnung ("Interpolierung") geschieht, umso besser können die Farben am Ende dargestellt werden. Dieses Prinzip der Farbentstehung funktioniert damit also nach dem im vorherigen Teil vorgestellten RGB-Modells (RGB-Farbmischung).

Der **X3-Sensor** arbeitet hinsichtlich der Farbdarstellung ein wenig anders. Er ist auch ein CMOS-Sensor, verwendet jedoch kein Raster zum Generieren der Farben. Hingegen sind hierbei drei Schichten in blauer, grüner und roter Farbe aufgebracht. Auf Grund der unterschiedlichen Wellenlängen dringt das Licht je nach Farbe unterschiedlich tief in die einzelnen Schichten ein. Der Bildpunkt kann dadurch seine exakte Farbe berechnen. Damit sind X3-Sensoren von der Farbqualität her noch ein wenig besser, allerdings auch vom Volumen her etwas größer.

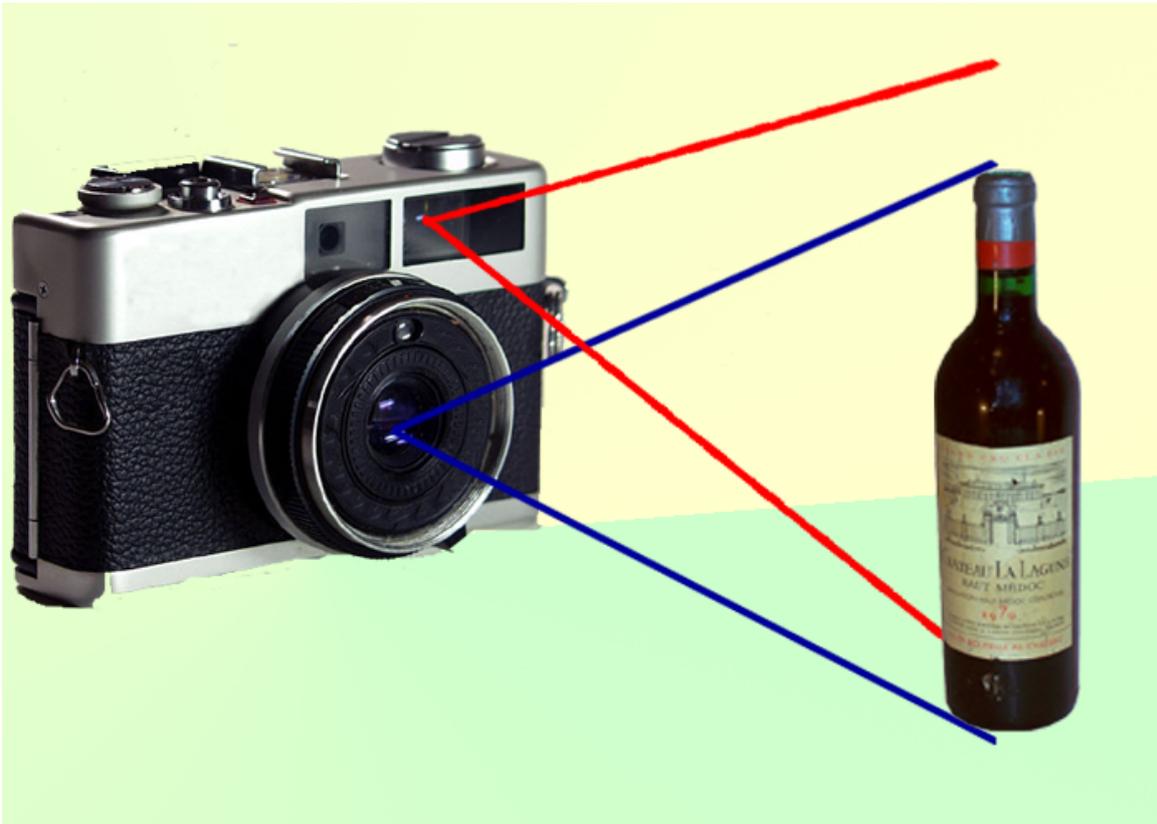
### 4.2.3 Der Sucher

Der **Sucher** ist ein wichtiges Hilfsmittel des Fotografen; mit ihm erkennt man, welchen Bereich der Szene die Kamera aufnimmt. Man unterscheidet heute bei Digitalkameras zwei Arten von Suchern: Einen optischen Sucher und einen digitalen Sucher. Bei analogen Kameras gibt es für gewöhnlich nur einen optischen Sucher.

#### Der optische Sucher

Der **optische Sucher** ist der klassische Sucher, der aus einem kleinen Fenster mit Linsen besteht, durch das der Fotograf hindurch schaut und somit den Ausschnitt sieht, den die Kamera mit der aktuell eingestellten Brennweite aufnimmt. Natürlich kann der Sucher nur dann den genauen Ausschnitt zeigen, wenn er an der Stelle sitzt, wo sich der Film bzw. Bildsensor befindet (also am Objektiv). Da er dort aber baulich nicht sein kann, wird er meist oberhalb des Objektivs, oft auch links davon, angebracht.

Da der Sucher also vom Objektiv leicht versetzt angeordnet ist, ergibt sich, dass er nicht genau das Bild anzeigen kann, was am Ende aufgenommen wird; er zeigt ein leicht versetztes Bild an. Der Grad der Versetzung ist bei nahen Motiven besonders groß, mit zunehmender Entfernung verringert er sich jedoch, bis er in der Ferne kaum noch eine Rolle spielt. Das Problem ist also, dass das Foto, welches die Kamera zeigt, am Ende einen leicht anderen Ausschnitt zeigt als man im Sucher ursprünglich gesehen hat. Dieses Problem nennt man auch **Parallaxefehler**; im schlimmsten Fall fehlen auf dem Foto am Ende Details, die man ursprünglich mit abbilden wollte. Natürlich kann auch der umgekehrte Fall eintreten, so dass Sachen auf dem Bild erscheinen, die man eigentlich gar nicht mit abbilden wollte (z.B. eine vorstehende Hauswand etc.).



**Abb. 33** Schematische Darstellung des Parallaxefehler

Der Parallaxefehler ist jedoch, wenn das Motiv nicht sehr nah ist, eher gering. Viele Hobby-Fotografen werden ihn womöglich gar nicht bemerken, für detaillierte oder anspruchsvolle Aufnahmen sollte man jedoch wissen, dass der optische Sucher einer Kompaktkamera nicht genau das Bild anzeigt, was die Kamera aufnehmen wird.

Ein weiterer Nachteil des optischen Suchers ist generell, dass er nur anzeigt, welcher Ausschnitt fotografiert wird. Er zeigt nicht an, wie das Foto am Ende aussehen wird, d.h. nimmt keine Rücksicht auf eingestellte Blendenwerte und Verschlusszeiten, mögliches Rauschen wegen zu hoher ISO-Werte etc. Auch zur Fokussierung trifft er keine Aussage.

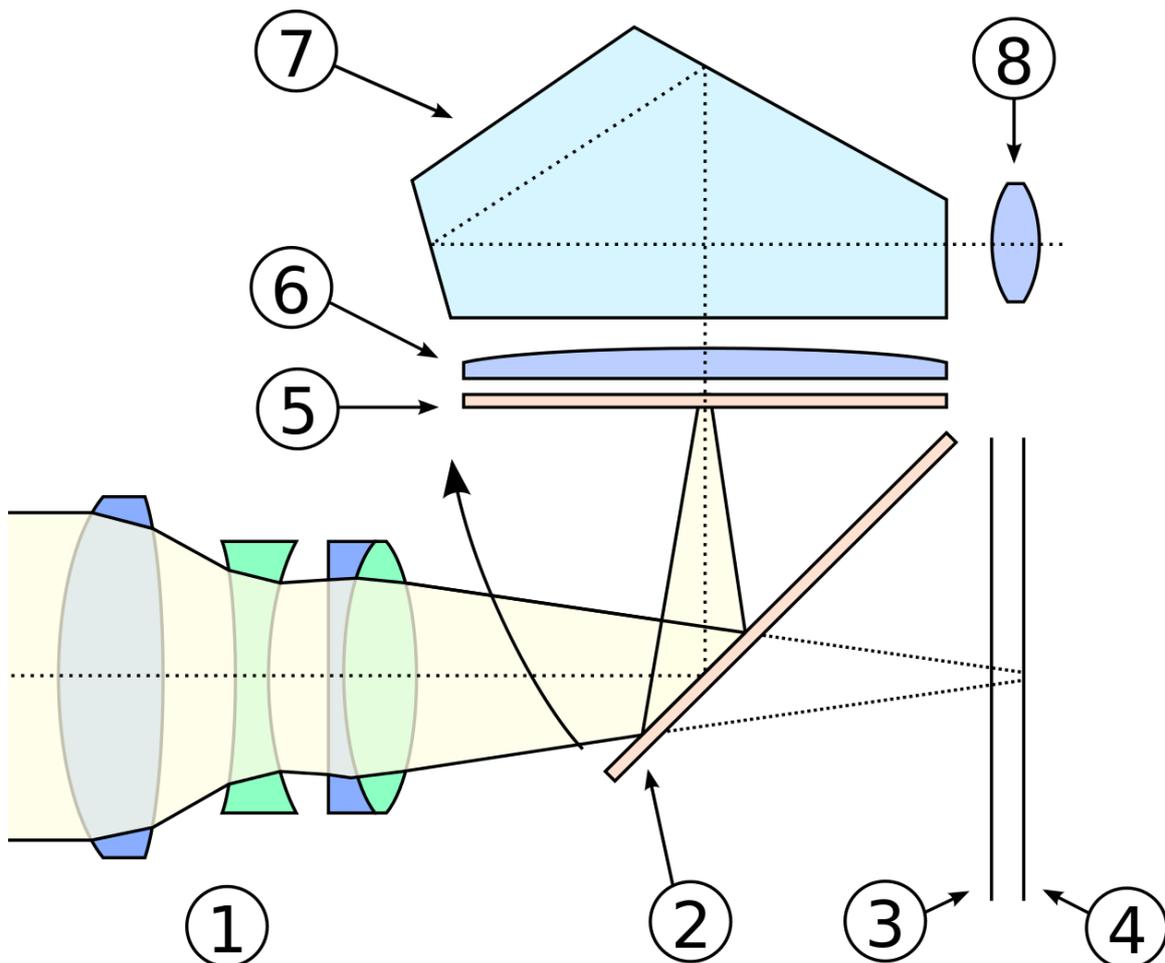


Abb. 34 Funktionsweise einer Spiegelreflexkamera

Eine Lösung für den Parallaxefehler bieten Spiegelreflexkameras. Hierbei befindet sich der Sucher zwar ebenfalls oberhalb bzw. neben dem Objektiv, im Sucherfenster selbst befindet sich jedoch ausgefeilte Technik: Eine Anordnung von Linsen und Prismen sorgt dafür, dass beim Blick durch das Sucherfenster, das Licht über diese optischen Bauteile zum Objektiv gelenkt wird und man somit durch das Objektiv der Kamera schaut. Damit sehen wir exakt, was auch die Kamera später aufnehmen wird. Wird dann das Bild aufgenommen, so klappt der letzte Spiegel im Objektiv hoch und der Verschluss öffnet sich. Damit fällt das Licht nun nicht mehr zum Sucher, sondern auf den Film bzw. Sensor. Ein kleiner Nachteil ist damit, dass der Sucher nicht zur Verfügung steht, während das Bild aufgenommen wird (was i.A. aber kein Problem darstellt).

Eine weitere Lösung ist der elektronische Sucher.

### Der elektronische Sucher

Viele Digitalkameras, auch Kameras der höheren Preisklasse, bieten oft nur noch einen **elektronischen Sucher**. Das heißt, das Display dient als Sucher, in dem es anzeigt, was die Kamera aufnehmen wird, wenn ausgelöst wird. Der klare Vorteil ist hier, dass nicht nur der exakte Ausschnitt gezeigt wird (wie beim optischen Sucher), sondern die Kamera auch automatisch anzeigt, wie das Foto

aufgenommen werden wird. So kann man schon vor dem Aufnehmen sehen, dass das Foto zu dunkel oder hell ist (falsche Belichtung), unscharf wirkt (falsch fokussiert), das Bild rauscht (zu hoher ISO-Wert) etc. Auch kann man hiermit ideal experimentieren, ohne bei jeder Änderung eines Parameters (Belichtungswert, Blendenwert, ISO-Wert, Farbfilter, Weißabgleich etc.) eine neue Aufnahme anfertigen zu müssen.

Zudem gibt es beim elektronischen Sucher keinen Parallaxefehler; die Kamera zeigt also genau das, was sie aufnehmen wird.

Es mag fast anmuten, der elektronische Sucher biete nur Vorteile und man bräuchte den optischen Sucher ohnehin nicht. Hier muss zumindest erwähnt werden, dass die Größe des Displays entscheidend dafür ist, wie gut man die Szene am Ende beurteilen kann. Da Kameras oft klein und handlich sein sollen, fällt das Display zwangsweise klein aus und die Beurteilung der aufzunehmenden Szene kann schwierig werden. Zudem stören Lichteinwirkung wie Sonnenlicht oft die kleinen Monitore, auch wenn sich hier die Farbqualität und Helligkeitsanpassung gegenüber den Anfängen deutlich verbessert haben. Viele Fotografen haben auch prinzipielle Probleme mit der Umstellung; während sie die Kamera stets nah am Auge hielten und dann im geeigneten Moment abgedrückt haben, müssen sie sie jetzt ein gutes Stück vor dem Körper halten. Das erfordert Zeit, um sich daran zu gewöhnen; zudem kann man die Kamera am sichersten halten, je näher man sie am Körper hält - dies ist möglicherweise ein weiterer Grund für einen optischen Sucher.

Für den Alltag reicht der elektronische Sucher aber meist aus und zeichnet sich eben durch die bereits genannten Vorteile aus.

### 4.2.4 Der Auslöser

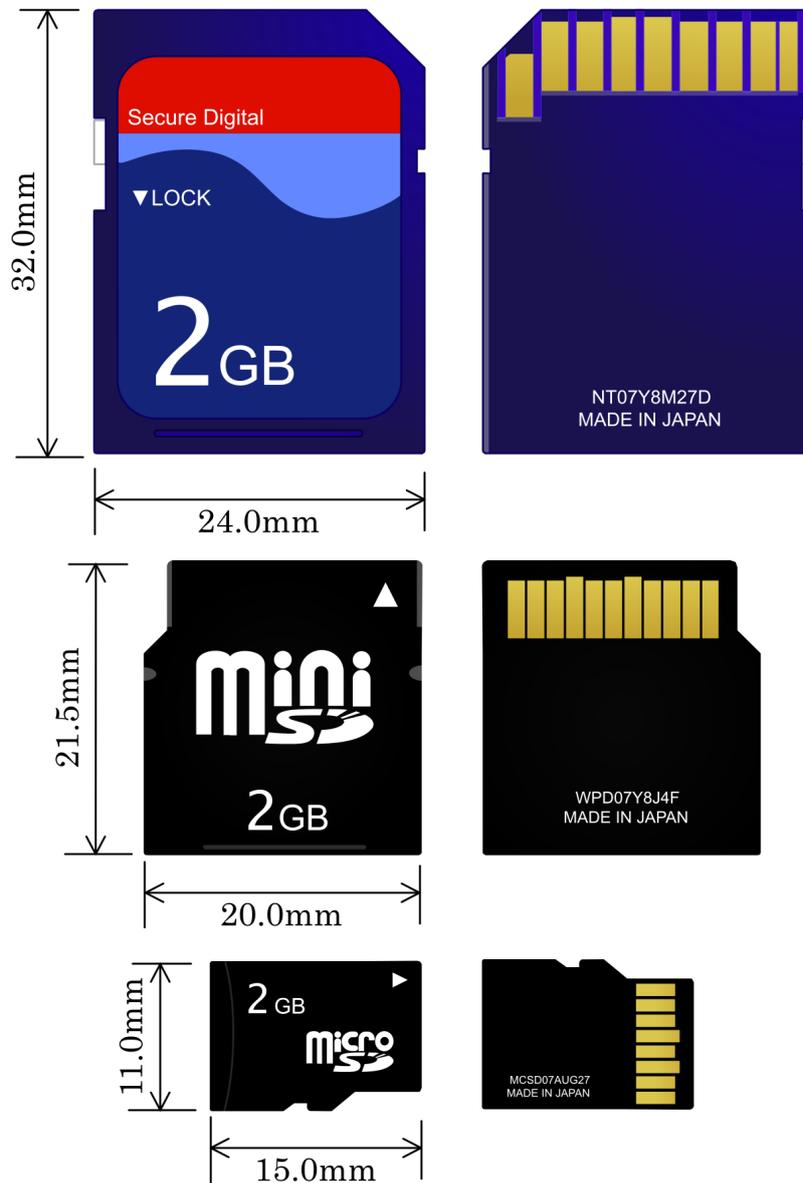
Durch das Betätigen des **Auslösers** beginnt der Prozess der Bildaufnahme. Er dauert für gewöhnlich nur Bruchteile von Sekunden, kann aber bei Langzeitbelichtung auch mehrere Sekunden und in extremen Fällen sogar Minuten oder Stunden dauern. Die meisten Digitalkameras bieten heute die Funktion **Serienaufnahme** (Reihenaufnahme). Hierbei zeichnet die Kamera solange Bilder auf, wie der Auslöser gedrückt bleibt. Damit lassen sich einzelne Bilder schneller hintereinander aufnehmen als im einfachen Modus. Manche Kameras bieten hierbei die Option, zwischen den Aufnahmen neu zu fokussieren.

Kameras bieten zudem einen **Selbstausröser** (Timer, Self-Timer). Wird dieser aktiviert, so nimmt die Kamera erst nach einigen Sekunden, je nach Einstellung, das Bild auf. Typische Zeiten sind 2 Sekunden und 10 Sekunden; manche Kameras erlauben auch das individuelle Einstellen eines Werts. Dadurch werden z.B. Gruppenaufnahmen möglich, bei denen der Fotografierende selbst mit auf dem Bild erscheint. Selbstausröser werden zudem bei langen Verschlusszeiten zum Vermeiden von Unschärfe durch Verwackeln verwendet.

Zwischen Auslösen und tatsächlicher Bildaufnahme vergeht ein wenig Zeit, was als **Auslöseverzögerung** bezeichnet wird. Die Kamera benötigt zunächst Zeit, um Belichtung und Fokus einzustellen sowie etwas Zeit, um den Belichtungsvorgang zu starten. Sind Fokus und Belichtung bereits berechnet (halb gedrückter Auslöser oder Vorauswahl), so ist die Verzögerung deutlich geringer, einige Millisekunden werden aber dennoch bis zur Bildaufnahme verstreichen. Dies sollte man bei Aufnahmen mit schnell beweglichen Objekten oder Personen berücksichtigen.

Die Auslöseverzögerung war zu Beginn der Digitalfotografie oft erheblich, bei manchen Modellen lag sie bei mehreren Sekunden. Die heutigen Kameras haben hingegen eine verhältnismäßig kurze Verzögerung, die sich bei alltäglichen Aufnahmen nicht mehr als störend erweisen sollte.

#### 4.2.5 Der Speicher



**Abb. 35** Ein Großteil der heutigen Kameras verwendet heute SD-Karten zur Speicherung der Fotos.

Digitalkameras speichern die Fotos meist auf im Handel erhältlichen Speicherkarten, wobei die **SD-Karte** weit verbreitet ist. Sie ist sehr klein und bietet hohe Speicherkapazität - 4, 8 und 16 GB sind

heute Standardkapazitäten, die auch Fotos in höchster Auflösung in großer Zahl speichern können. Für große Kameras sind auch **CF-Karten** üblich, die höhere Verarbeitungsgeschwindigkeiten zulassen, aber auch weniger kompakt sind.

Einige Kameras besitzen auch einen internen Speicher, der mit z.B. 16 oder 32 MB aber für gewöhnlich sehr gering ist und nur ein paar wenige Fotos in größerer Auflösung speichern kann.

Neben diesen persistenten Speichern verfügt jede Digitalkamera noch über einen **Arbeitsspeicher**. Unmittelbar nachdem ein Foto aufgenommen wurde, liegt es zunächst im Arbeitsspeicher und wird dann auf den Speicherchip oder in den internen Speicher geschrieben. Die Größe des Arbeitsspeichers ist daher bei Serienbildern mitentscheidend, wie viele Bilder pro Sekunde aufgenommen werden können.

### 4.2.6 Der Akku

Im Vergleich zu einer Analogkamera, verbraucht eine eine Digitalkamera deutlich mehr Leistung. Besonders hoch ist der Verbrauch am Display, welches sich daher ggf. abschalten lässt, aber auch Objektiv, Bildsensor und Verarbeitungslogik benötigen Strom. Wird mit Blitzlicht fotografiert, ist der Akku noch schneller erschöpft. Die Akkus der Kameras haben daher eine für elektronische Geräte recht geringe Laufzeit - bei den meisten Kameras wird man nach etwa 200 bis 300 Fotos den Akku neu laden müssen. Für größere Fototouren ist daher ein Ersatzakku sehr empfehlenswert (dieser kann bei einigen Akkus recht teuer sein).

Kameras werden heute meist mit kameraspezifischen Akkus betrieben, die samt Ladegerät im Lieferumfang der Kamera enthalten sind. Einige Kameras werden aber auch mit handelsüblichen Batterien bzw. Akkus betrieben (meist R6), wobei in solchen Fällen die Akkulaufzeit oft geringer ist. Die kameraspezifischen Akkus sind zudem leichter, so dass ihre Verwendung das Gesamtgewicht der Kamera reduziert.

Ein Akku kann mehrere hundert mal erneut aufgeladen werden, mit zunehmender Zahl wird sich jedoch die Kapazität allmählich vermindern. Bringt ein Akku nicht mehr die gewünschte Leistung, so muss ein neuer besorgt werden (oder eine neue Kamera - die Akkus von heute sollten nämlich unterdessen mehrere Jahre problemlos halten). Zudem ist zu berücksichtigen, dass Akkus bei Kälte schneller erschöpft sind. Auf winterlichen Fototouren ist ein Ersatzakku daher besonders wichtig, zudem kann das Warmhalten des Akkus sinnvoll sein.

### 4.2.7 Die Anschlüsse

Jede Digitalkamera ist mit verschiedenen elektronischen **Anschlüssen** ausgestattet, um die aufgenommenen Bilder an ein anderes Gerät übertragen zu können.

Einfache Digitalkameras besitzen meist 2 Anschlüsse: Einen USB-Anschluss, um die Kamera mit einem Computer zu verbinden, und einen A/V-Anschluss. Der **USB-Anschluss** dient vor allem dazu, um die Kamera an einen Computer anzuschließen und die Fotos an diesen übertragen, um sie dort dauerhaft zu speichern. Man kann die Kamera aber auch an andere USB-fähige Geräte anschließen, z.B. einen (Foto-) Drucker oder digitalen Bilderrahmen. Der **A/V-Anschluss** ermöglicht das Anschließen eines A/V-Kabels (Audio/Video), um die Kamera mit einem Fernseher oder Monitor zu verbinden. Damit wird dann der Monitor der Kamera auf dem angeschlossenen Bildschirm sichtbar. Das A/V-Kabel bietet sich somit zur einfachen Präsentation der aufgenommenen Fotos oder

zu deren besseren Beurteilung - die Qualität eines Fernsehbildschirms ist aber meist geringer als die eines Computermonitors.

Manche Kameras bieten auch einen **Netzanschluss**, um die Kamera direkt mit Netzstrom zu versorgen. Dies ist vorteilhaft, wenn man aufwändigere und zeitintensivere Porträt- oder Sachaufnahmen durchführen möchte und Zugang zu einer Steckdose besitzt. Da die meisten Kompaktkameras wohl eher für den mobilen Einsatz konzipiert sind, verfügen aber nur wenige über einen solchen Anschluss.

Das USB-Kabel ist für gewöhnlich immer im Lieferumfang enthalten - welche weiteren Kabel enthalten sind, wird man in der Produktbeschreibung erfahren. Die Anschlüsse befinden sich meist an der Seite der Kamera und werden durch eine Schutzhülle oder einen Deckel vor Verschmutzung und Feuchtigkeit geschützt.

## 4.3 Aufbau und Funktionsweise einer Analogkamera

### 4.3.1 Grundlegendes Funktionsprinzip

Die Analogkamera unterscheidet sich im Grunde nur gering von der Digitalkamera. Ihr fehlt der Bildsensor und, vor allem früher, oft ein Display; dafür wird ein lichtempfindlicher Film eingelegt, der die aufgenommenen Bilder speichert. Hier liegt der eigentliche Unterschied zur Digitalfotografie.

Beim Aufnehmen eines Fotos öffnet sich für den Bruchteil einer Sekunde (in Abhängigkeit des vorhandenen Lichts) der Verschluss, genau wie bei der Digitalkamera. Das Licht fällt auf den extrem lichtempfindlichen Film, dessen Material dadurch eine chemische Reaktion erfährt und sich verwandelt. Man kann sagen, dass jedes Bild zunächst Schwarz ist und durch das Licht allmählich weiß wird. Dort wo viel Licht auf das Bild fällt, wird es schnell weiß, dort wo wenig Licht auf das Bild fällt, wird es langsam weiß. Sobald die Belichtungszeit abgelaufen ist, schließt sich der Verschluss wieder und die Belichtung des Bildes ist damit abgeschlossen. Das Foto ist nun fertig. Dort, wo viel Licht auf den Film gefallen ist, hat es sich recht weiß verfärbt; dort, wo wenig Licht war, blieb er schwarz bzw. hat sich nur in ein Dunkelgrau verfärbt. Auf diese Weise entstehen Schwarzweißfotos.

Bei der Farbfotografie besteht ein Film aus mehreren Filterschichten (rot, grün und blau) die immer nur bestimmte Lichtwellen (eben rot, grün, blau) durchlassen bzw. nicht durchlassen. Auf diese Weise entsteht ein Farbfoto. Dieses Prinzip entspricht der Arbeitsweise der bereits vorgestellten X3-Bildsensoren.

Früher musste man den Film nach der Aufnahme manuell weiterspulen, da man sonst das bereits aufgenommene Foto erneut belichtet und damit "überschrieben" hätte. Später haben die Kameras nach der Aufnahme den Film automatisch um eine Stelle weiterspult. Wenn das letzte Foto aufgenommen wurde, haben sie ihn zudem automatisch eingerollt, so dass er wieder lichtdicht verpackt war und nicht beschädigt werden konnte. Mit dem automatischen Weiterspulen waren jedoch künstlerische Mehrfachbelichtungen, die anspruchsvolle Fotografen manchmal ganz bewusst durchführen möchten, unmöglich.

## 4.3.2 Die Entwicklung

### Grundlagen



**Abb. 36** Klassisches Entwickeln eines Fotos in der Dunkelkammer.

In einem **Fotolabor** wird der Film dann entwickelt und in Form eines Dias oder Papierbildes an den Kunden ausgeliefert. Während der Film selbst eine ausgesprochen gute Qualität hat, i.A. besser als ein gewöhnlicher Kamerasensor mit 10 MP, kann beim Entwickeln natürlich viel Qualität verloren gehen; vor allem Papierbilder können bei kostengünstiger Herstellung eine relativ geringe Qualität aufweisen. Professionelle Fotografen entwickeln ihre Fotos daher gern selbst; einerseits, um die Qualität ihrer Abzüge selbst sicherstellen zu können, andererseits auch, um künstlerische Effekte zu

bewirken (auch beim Entwickeln kann man das Foto noch künstlerisch gestalten, obwohl es bereits längst von der Kamera aufgenommen wurde).

Obwohl beim Entwickeln von Fotos immer Qualität verlorengelht, hat sich mit dem Aufstieg der Computertechnik in den 80er Jahren auch die Entwicklung der Fotos verbessert. So konnten Programme bereits damals das Foto automatisch verfeinern, z.B. den Schärfegrad erhöhen.

### **Vorgehen (Exkurs)**

Die Entwicklung des Films muss in völliger Dunkelheit geschehen, denn selbst geringe Lichteinwirkungen würden das korrekt belichtete Foto weiterbelichten und schnell komplett weiß färben. Da man im Dunkeln jedoch nicht vernünftig arbeiten kann, findet nur der erste Schritt des Entwickelns in Dunkelheit statt. Hierbei wird der Film in eine lichtundurchlässige Entwicklerdose gesteckt, genauer, er wird auf eine Filmspirale aufgewickelt, die dann in die Entwicklerdose gesteckt wird. Die Filmspirale sorgt dafür, dass der Film gleichmäßig mit dem Entwickler in Berührung kommt. Da dem Film in dieser Dose nun nichts mehr zustoßen kann, können alle weiteren Arbeitsschritte dann bei normalen Licht durchgeführt werden.

Es wird nun der Entwickler angerührt, den man käuflich erwerben kann. Der Entwickler ist eine chemische Lösung, in welcher der Film entwickelt wird. Er wird etwa im Konzentrat-Wasser-Verhältnis von 4:1 (z.B. 400 ml Wasser und 100 ml Konzentrat) angerührt und sollte etwa 18 bis 20 °C Wassertemperatur aufweisen. Der Entwickler ist stets basisch (pH-Wert um 8 oder 9).

Der Entwickler wird, wenn er fertig angerührt ist, in die Entwicklerdose gegeben, die dann rhythmisch bewegt werden muss (z.B. regelmäßiges Kippen der Dose). Auf diese Weise soll der Entwickler ausgeglichen werden, so dass alle Fotos gleichmäßig entwickelt werden. Je intensiver die Bewegungen sind und je wärmer das Wasser ist, umso kürzer ist die Entwicklungszeit, aber umso grobkörniger werden dann auch die Fotos. Das genaue Beachten der Herstellerangaben ist daher wichtig. Dieser Vorgang ergibt bereits ein sichtbares Bild, das aber noch nicht stabil ist.

Sobald die Entwicklungszeit abgelaufen ist, wird der Entwickler ausgegossen und anschließend die Stopplösung eingegeben (Stoppbad / Unterbrechungsbad). Dieses Bad weist einen sauren pH-Wert auf (4 oder 5) und dient der Neutralisierung des basischen Entwicklers. Ziel ist es damit, die Entwicklung des Fotos (die in dem basischen Lösung immer weiter voranschreitet) zu stoppen. Bei manchen Entwicklern reicht jedoch das saure Bad nicht aus und die Fixierung muss direkt im Anschluss erfolgen.

Der letzte große Schritt, die Fixierlösung in den Entwickler zu geben (Fixierbad). Wie der Name schon sagt, wird nun der Film "fixiert", das heißt, er ändert sich in seiner Beschaffenheit nicht mehr, egal wie viel Licht auf ihn fällt. Das Fixieren dauert je nach verwendeter Substanz und Anzahl der bereits in dem Wasser durchgeführten Fixierungen zwischen rund 30 Sekunden und 3 Minuten an. Nach einigen Entwicklungen ist das Fixierwasser ausgeschöpft und muss erneuert werden.

Nach dem Fixierbad findet das Wässern statt. Der Film wird nun mit klarem Wasser gereinigt, so dass keine Spuren des Fixierwassers mehr übrig bleiben. Die Reinigung muss gründlich erfolgen und erfordert etwas Zeit; das Wasser muss mehrfach ausgetauscht werden.

Als letztes findet das Trocknen statt. Hierbei wird der Filmstreifen meist mit Klammern senkrecht in einem staubfreien Raum oder Schrank aufgehängt. Die Entwicklung des Films ist damit abgeschlossen. Im Anschluss können Abzüge des Films angefertigt (Papierbilder) oder einzelne Fotos

in Diarahmen gesteckt werden. Im letzten Fall enthält man somit Dias, die über einen Diaprojektor betrachtet werden können.

Anmerkung: Das beschriebene Verfahren ist ein recht einfaches, modernes Vorgehen. Die klassische Entwicklung der Fotos fand jedoch in einer Dunkelkammer statt, die absolut lichtdicht abgeschlossen war. Das betraf vor allem das Zeitalter der Fotografie, als noch mit großen Filmplatten (meist Glasplatten) gearbeitet wurde. In dieser Dunkelkammer gab es dann die 3 Bäder Entwicklerbad, Unterbrechungsbad und Fixierbad. Das waren meist drei Schalen, in die das Bild dann jeweils eingelegt wurde (als Hilfsmittel dienten dabei bspw. Pinzetten). Da man in völliger Dunkelheit nicht arbeiten konnte, war es nötig, eine Möglichkeit zur Beleuchtung zu finden, ohne den Entwicklungsvorgang zu stören. Einige Emulsionen waren resistent gegen rotes Licht (Licht hoher Wellenlängen). Deshalb wurde in solchen Kammern Rotlicht verwendet, um die Entwicklung durchzuführen.

### 4.3.3 Vergleich Analog- und Digitalfotografie

Die Digitalfotografie weist gegenüber der Analogfotografie sowohl zahlreiche Vorteile als auch einige Nachteile auf. In diesem Abschnitt sollen Digital- und Analogfotografie verglichen werden, insbesondere mit Hinblick auf ihre Vor- und Nachteile.

Wie bereits aufgeführt, nimmt die Analogkamera ein Bild auf, indem Licht auf einen lichtempfindlichen Film trifft und diesen verfärbt. Das Foto muss dann in einem Fotolabor entwickelt werden und es können Abzüge (Positive) erstellt werden. In der Digitalfotografie nimmt ein Sensor das Bild auf und speichert es sofort als digitale Datei.

Der Vorteil von Digitalkameras ist vor allem, dass man den Bildausschnitt sowie Belichtung und Fokus gut auf dem Kameradisplay sehen kann, Bilder sich nach der Aufnahme sofort beurteilen lassen, man mit heutigen Speicherchips fast unbegrenzt viele Aufnahmen speichern kann und Film- und Entwicklungskosten entfallen (und der mit der Entwicklung entstehende Aufwand). Digitalfotografie ist damit vor allem für experimentelle Fotografie und für Anfänger ideal - es können beliebig viele Fotos aufgenommen und beurteilt werden, ohne dass größere Kosten anfallen. Da kein Film verwendet wird, ist auch eine "Unterbrechung" deutlich seltener (i.A. 24 oder 36 Fotos bei der Analogfotografie vs. mehrere hundert Fotos bei der Digitalfotografie, in Abhängigkeit von Speicherkapazität und Akkulaufzeit) - das macht sich vor allem bei Unterwasseraufnahmen, Foto-Shootings und Serienaufnahmen bemerkbar.

Da Digitalkameras von keinem Film abhängig sind, lassen sich ISO-Wert und Weißabgleich bei jedem Foto individuell einstellen, während man sich bei der Analogfotografie zuvor auf einen ISO-Wert und eine Farbtemperatur festlegen muss. Der kleinere Bildsensor bei Kompakt-Digitalkameras ermöglicht zudem ein höheres Maß an Tiefenschärfe sowie eine bessere Fähigkeit für Makroaufnahmen.

Digitalkameras verwenden interne Software, die verschiedene Artefakte verhindern und Fotos optimieren kann. Die meisten Digitalkameras bieten auch viele Motivprogramme, die insbesondere Einsteigern zu anspruchsvollen Fotos verhelfen soll, sowie Videofunktionen und Ton.

Sollen Fotos für Präsentationen, E-Mails, Webanwendungen etc. verwendet werden, ist die Digitalfotografie ebenfalls komfortabler, da die Fotos dann nicht erst noch eingescannt werden müssen. Auch die Nachbearbeitung wird damit leichter. Anders als analoge Kameras, lassen sich Kompaktkameras auch an Fernsehgeräte, mobile Drucker etc. anschließen.

Digitale Fotos lassen sich einfacher und ohne Kostenaufwand vervielfältigen - Kopie und Original sind dabei nicht unterscheidbar (kopieren ohne Verlust).

Anders als Digitalkameras neigen Analogkameras weniger zu Bildrauschen bei Dunkelheit, weil sie keinen Sensor besitzen, der sich aufheizt (bei Filmen mit hohem ISO-Wert tritt Bildrauschen jedoch ebenfalls auf). Die Einstiegskosten in die Digitalfotografie sind größer, auch wenn sie sich über die Jahre rentabilisieren. Digitalkameras der unteren Preiskategorie scheinen zudem eine geringere *meantime to failure* (Zeit bis zum Ausfall/Defekt) zu besitzen als Analogkameras. Zudem ist die Akkulaufzeit bei Digitalkameras deutlich geringer.

Die Bildqualität ist in der Analogfotografie im Grunde besser, da selbst 12-MP-Sensoren noch nicht an das Auflösungsvermögen von Kleinbildfilm herankommen, geschweige denn an Mittel- oder gar Großbildformat. Für hochauflösende Großbildaufnahmen, oder für große Ausschnittvergrößerungen besitzt die Analogfotografie hier Vorteile. Zudem wird man selbst bei größter Vergrößerung keine Pixel erkennen können, da die Silberkristalle ("Pixel der Analogfotografie") keine quadratische, sondern eine unregelmäßige Form haben.

Digitalfotografie kann zu Massenfotografie führen. Als Folge kann es passieren, dass man die Übersicht über Fotos verliert. Da man sich über misslungene Bilder keine Gedanken mehr machen muss, kann es ebenso passieren, dass die klassischen Prinzipien der Fotografie, wie etwa Belichtung, Fokussierung und Komposition vernachlässigt werden (viele Schnappschüsse in der Digitalfotografie vs. wenige, aber qualitativ bessere Fotos in der Analogfotografie). Die mit der Digitalfotografie zusammenhängende Massenfotografie führt auch zur massenhaften, z.T. kaum mehr überschaubaren Veröffentlichung von Fotos.

Fehlerhafte Bedienung von Digitalkameras kann verheerender sein als in der Analogfotografie. Mit wenigen Klicks lassen sich auf Digitalkameras alle Bilder vollständig löschen. Speicher- und Formatierungsfehler, wie sie grundsätzlich auftreten können, können ebenso getätigte Aufnahmen zerstören - in der Analogfotografie tritt dieses Problem bei ordnungsgemäß eingelegten Film weniger auf. Die vielen Einstellmöglichkeiten können Benutzer auch überfordern, oder dazu führen, dass ungewünschte Einstellungen (z.B. eine geringe Auflösung, ein hoher ISO-Wert) versehentlich vorgenommen werden. Die Einarbeitung in die Funktionsweise einer Digitalkamera ist damit deutlich aufwändiger.

Auch digitale Fotos haben nur eine begrenzte Lebensdauer, nämlich in Abhängigkeit von der Lebensdauer des Datenträgers. Sicherung von Bildern alle paar Jahre ist unabdingbar, während bei der analogen Fotografie diese Art der Sicherung weniger aufwendig ist.

Die Analogfotografie hat z.T. ihre eigene Stile, was künstlerische Gestaltung und Nachbearbeitung betrifft (z.B. Mehrfachbelichtung oder Farbgestaltung bei der Filmentwicklung). Obwohl die Digitalfotografie und digitale Nachbearbeitung dies ebenfalls ermöglicht, handelt es sich hierbei um zwei völlig verschiedene Techniken mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen.

Im Vergleich zu Digital-Kompaktkameras ergeben sich noch ein paar weitere Vorteile der Analogfotografie: Selektivscharfe wird in größerem Umfang möglich, und Kontrast und Farbdynamik sind meist größer.

## 4.4 Typen von Kameras

### 4.4.1 Kompaktkameras



**Abb. 37** Moderne Kompaktkamera.

Die **Kompaktkamera** ist eine kleine, handliche Kamera im unteren oder mittleren Preissektor. Einfache Modelle beginnen bereits bei etwa 40 Euro, gute Modelle können aber bis etwa 300 Euro oder gar mehr kosten. Kompaktkameras können sowohl Analog- als auch Digitalkameras sein, im Handel werden heute meist Digitalkameras angeboten.

Der Fokus liegt bei Kompaktkameras auf Robustheit, geringe Abmaße, geringes Volumen, geringes Gewicht. Da die Kameras besonders flach sein sollen, gibt es oft nur eingeschränkten optischen Zoom (meist 3-fach oder 4-fach). Kompaktkameras sind i.A. Einsteigerkameras; sie bieten meist wenig manuelle Einstellungsmöglichkeiten (wie Belichtung, Blende, ISO-Wert, Manueller Fokus etc.), haben dafür aber zahlreiche vorgefertigte Programme und Hilfestellungen, so dass Einsteiger und selbst Kinder problemlos Fotos aufnehmen können. Auch die generellen Einstellungsmöglichkeiten wie Brennweite, Blende und Belichtung sind oft begrenzt; für anspruchsvolle Szenen und experimentelles oder kreatives Fotografieren sind zumindest die Kameras der untersten Preisklasse (bis ca. 100 Euro) weniger geeignet.

Die Begriffe Kompaktkamera und Kleinbildkamera (KB-Kamera) sind sehr ähnlich, der Begriff Kleinbildkamera bezieht sich aber eher auf das Filmformat, während Kompaktkamera sich auf die Gehäusegröße der Kamera bezieht.

### 4.4.2 Bridge-Kamera



Abb. 38 Typische Bridge-Kamera.

Die **Bridge-Kamera** (auch: Prosumerkamera, manchmal auch Hybridkamera) steht technisch gesehen zwischen der recht einfachen Kompaktkamera und der recht komplexen, anspruchsvollen Spiegelreflexkamera. Sie ist einerseits noch immer recht handlich und im Volumen nur unbedeutend größer als herkömmliche Kompaktkameras, kommt vom Leistungsumfang her jedoch oft nah an einfache Spiegelreflexkameras heran. Der Vorteil dieser Kameras ist, dass man hier die Möglichkeit zu anspruchsvollen Aufnahmen hat, die Kamera aber gleichzeitig noch relativ klein ist und sich, wie die Kompaktkamera, gut für unterwegs eignet.

### 4.4.3 Systemkameras

**Systemkameras** sind Kameras, die aus einem Gehäuse und einer Vielzahl von wechselbarem Zubehör bestehen. Das Ziel dieser Kameras ist es damit, anspruchsvollen Fotografen ein hohes Maß an Freiheit zu gewähren; sie können aus einer Vielzahl von Objektiven, Blitzgeräten und evtl. sogar

Bildsensoren wählen und somit die Kamera an die eigenen Bedürfnisse individuell anpassen. Das macht die Kamera meist weniger sperrig, bei gleichzeitig hohem Leistungsvermögen. Nachteilig sind jedoch die deutlich höheren Anschaffungskosten, das höhere Gewicht und das mehr oder minder aufwendige Wechseln von Zubehörteilen.

#### 4.4.4 Spiegelreflexkamera



Abb. 39 Typische Spiegelreflexkamera.

Das wesentliche Merkmal der **Spiegelreflexkamera** (oft auch SR-Kamera oder SLR/DSLR) ist, wie schon erwähnt, der Vorzug, dass man im optischen Sucher genau das sieht, was die Kamera aufnehmen wird. Diesen Parallaxefehler umgehen Digitalkameras heute durch den elektronischen Sucher, aber dennoch werden Spiegelreflexkameras auf dem Markt in großer Zahl angeboten, insbesondere in der Digitalfotografie. Das lässt vermuten, dass Spiegelreflexkameras noch durch andere Eigenschaften hervorstechen müssen.

Neben dem korrekten Sichtfenster bieten SLRs meist eine Vielzahl an manuellen Einstellmöglichkeiten und eine professionelle (erweiterbare) Ausstattung, oft mit Superweitwinkel- oder Supertelebrennweiten, höherwertigeren Bildsensoren, Blitzgeräten, besseren Objektiven etc. Sie verfügen zudem oft über eine breite Palette an Zubehör, welches bei Kompaktkameras meist sehr spärlich ist.

Spiegelreflexkameras sind schwerer zu bedienen, und wegen der ganzen Technik, die sie enthalten, meist deutlich sperriger. Sie ermöglichen natürlich höherwertigere Aufnahmen und sind vor allem für kreative und experimentelle Aufnahmen hervorragend. Eine Spiegelreflexkamera ist jedoch auch recht teuer; die untersten Modelle beginnen meist zwischen 300 und 400 Euro, professionelle Spiegelreflexkameras können aber bis weit in den vierstelligen Bereich gehen.

### 4.4.5 Mittelformatkameras und Großformatkameras



Abb. 40 Mittelformatkamera.

**Mittelformatkameras** sind Kameras, die ein deutlich größeres Aufnahmeformat als Kompaktkameras besitzen. Die Kantenlänge des Films bzw. Bildsensors beträgt etwa 4 bis 10 cm, was eine höhere Auflösung ermöglicht. Typische Mittelformate in der Analogfotografie sind bspw. 6x6 cm oder 6x7 cm. Die relativ große Abmessung hat lange Brennweiten zur Folge und damit eine geringere Tiefenschärfe (hierzu später mehr). Aus diesem Grund eignen sich Mittelformatkameras besonders, wenn man mit der Tiefenschärfe "spielen" bzw. eine sehr geringe Tiefenschärfe erzeugen möchte (bspw. in der Porträtfotografie).

Mittelformatkameras sind oft Systemkameras (und oft auch Spiegelreflexkameras), ihr Zubehör ist jedoch begrenzt. Auf Grund des großen Aufnahmeformats sind sie meist recht groß und schwer.

**Großformatkameras** verwenden noch größere Formate, meist 12,5x10 cm, 25x20 cm oder einzelne Filmplatten. Die Auflösung sowie die Objektbrennweite sind entsprechend noch größer. Großformatkameras wurden vor allem in den Anfängen der Fotografie verwendet.

#### 4.4.6 Spezialkameras

Spezialkameras sind Kameratypen, die meist zu einem ganz bestimmten Zweck verwendet werden oder in einem ganz bestimmten Bereich zum Einsatz kommen. Sie sind i.A. Spezialformen der oben aufgeführten Kameraarten.

Einige Beispiele sind:

- **Einwegkamera:** Kleinbildkamera, die bereits zu Beginn einen Film enthält (meist 27 Bilder) und nur einmal verwendet werden kann. Ist der Film voll, wird die gesamte Kamera dem Labor übergeben. Die Einwegkamera ist sehr preiswert und meist von extrem einfacher Ausstattung (meist feste Brennweite, kaum Möglichkeiten für manuelle Eingriffe, kein Blitz etc.). Sie bietet sich als "Notlösung" an, wenn man bspw. seine Kamera vergessen hat (im Urlaub etc.), als Reservekamera (z.B. im Auto) oder für Kinder, denen man möglicherweise kein hochwertiges Gerät zum Fotografieren anvertrauen möchte. Mit der Einführung preiswerter Digitalkameras wurde die Einwegkamera weitgehend verdrängt.
- **Sofortbildkamera:** Diese Kamera ist mit Fotopapier und Chemikalien ausgestattet und erzeugt sofort nach der Aufnahme ein Bild. Die Polaroid-Kamera war die wohl bekannteste Sofortbildkamera. Ihr Vorteil, dass man sofort ein Abbild erhält (wenn auch nur in geringer Qualität) rückte mit dem Aufstieg der Digitalfotografie allmählich in den Schatten.
- **Unterwasserkamera:** Spezielle Kamera, um Unterwasseraufnahmen tätigen zu können. Es gibt auch für etliche Kameras Unterwassergehäuse zu kaufen, so dass diese dann als Unterwasserkamera verwendet werden können.
- **Minikameras:** Kameras minimaler Abmessung, meist für Spionage- und Geheimdienstzwecke verwendet.
- **Stereokameras:** Kameras zum Aufnehmen von 3D-Bildern bzw. Bildern mit 3D-Effekt
- **Panorama-Kameras** Diese Art von Kameras bietet einen sehr breiten Bildwinkel (z.B. 120° oder mehr), um Panoramaaufnahmen anfertigen zu können. Manche Panorama-Kameras besitzen auch einen rotierenden Kopf, der 360°-Aufnahmen ermöglicht.

Daneben gibt es noch eine Reihe von Geräten, die nicht primär zum Fotografieren hergestellt werden, jedoch oft eine Fotofunktion besitzen. Dazu zählen vor allem 2 Typen:

- **Foto-Handy:** Handys enthalten heute oft eine Kamerafunktion, meist jedoch mit geringer Auflösung, fester Brennweite und sehr wenig Einstellungsmöglichkeiten. Sie sind für Schnappschüsse und Alltagsaufnahmen konzipiert. Einige Handys bzw. Smart Phones bieten unterdessen auch höhere Auflösungen und eine für Alltagszwecke recht gute Qualität.
- **Digitale Camcorder:** Digitale Camcorder dienen eigentlich zum Erstellen von Videos, sie ermöglichen aber auch das Aufnehmen einzelner Fotos. Die Qualität der Fotos ist dabei deutlich besser als beim Foto-Handy, ein Problem ist jedoch, dass auch Camcorder oft nur niedrige bis mittleren Auflösungen verwenden (ca. 1 bis 4 MP).

## 4.5 Kameras bewerten

### 4.5.1 Wahl der Kamera

Wer sich eine Kamera zulegen möchte, muss zunächst wissen, welche Erwartungen an die Kamera gestellt werden, d.h. wofür die Kamera letztlich verwendet werden soll. Für Schnappschüsse und einfache Aufnahmen sind die Einstiegsmodelle der Kompaktkameras sicher die beste Lösung. Die Anschaffungskosten sind gering, die Bedienung einfach, die Qualität meist ausreichend. Wer Fotografie kreativ erleben möchte oder das in diesem Buch vermittelte theoretische Wissen praktisch ausprobieren möchte, sollte eine Kompakt- bzw. Bridgekamera wählen, die mehr manuelle Einstellungsmöglichkeiten besitzt. Kompaktkameras der mittleren und höheren Preisklasse bieten dies oft; viele ermöglichen sogar 10-fach oder 12-fach Zoom und kommen dabei fast schon an den Leistungsumfang einiger Spiegelreflexkameras heran.

### 4.5.2 Parameter

Die folgende Tabelle gibt einen groben Überblick über die Bewertungsparameter einer Kompaktkamera in den unterschiedlichen Preisklassen. Alle Angaben sind lediglich Richtwerte, da die einzelnen Modelle in den einzelnen Preisklassen doch sehr unterschiedlich sind.

<b>Merkmal</b>	<b>Ziel aus Sicht des Anwenders</b>	<b>Untere Preisklasse</b>	<b>Mittlere Preisklasse</b>	<b>Höhere Preisklasse / Bridge-Kameras</b>
Anschaffungskosten	So preiswert wie möglich.	40 bis 100 Euro	100 bis 200 Euro	Über 200 Euro
Auflösung	So hoch wie möglich.	4 bis 5 MP, manchmal auch 8, 10 oder 12 MP	8 bis 14 MP	10 bis 14 MP
Pixelgröße	So groß wie möglich.	~2 Mikrometer	~2 Mikrometer	2-4 Mikrometer
Sensorgöße	So groß wie möglich.	1/3.2"	2/3"	2/3", Four Thirds, Foveon (s.o.)
Abmessung	So klein wie möglich.	Sehr klein	Sehr klein bis klein	Klein bis mittel
Displaygröße	So groß wie möglich.	Klein bis mittel (manchmal auch groß)	Mittel bis groß	
Optischer Zoom	So groß wie möglich. <sup>o</sup>	Meist 3-fach, manchmal 4-fach	3-fach bis 5-fach, vereinzelt höher	3-fach bis 14-fach; oft 8-fach oder höher
Niedrigste Brennweite <sup>oo</sup>	So niedrig wie möglich	meist 32 bis 38 mm	meist 28 bis 38 mm	meist 24 bis 35 mm

<b>Merkmal</b>	<b>Ziel aus Sicht des Anwenders</b>	<b>Untere Preisklasse</b>	<b>Mittlere Preisklasse</b>	<b>Höhere Preisklasse / Bridge-Kameras</b>
Größte Brennweite <sup>oo</sup>	So groß wie möglich	~100 mm	~200 mm	~300 mm
Maximale Belichtungsdauer:	So lang wie möglich	Meist 1 bis 2 Sekunden	Meist zwischen 2 und 30 Sekunden, stark modellabhängig	
Blendenbereich:	So groß wie möglich.	Meist zwischen 2.8 und 5.6, manchmal bis 8.0		
Manuelle Einstellmöglichkeiten	Unterschiedlich	Sehr wenig; Blitz, Format, Auflösung, Fokus, evtl. Filter	Wenig bis viel: Blitz, Format, Auflösung, Filter, Belichtung, Blende, ISO-Wert, Belichtungs-korrektur, Fokus, Belichtungsmessung etc.	
Verfügbares Zubehör:	So viel wie möglich.	Stativ, Trageriemen, Speicherkarte etc., sonst aber meist kein Zubehör		Stativ, Trageriemen, Speicherkarte etc., manchmal zusätzliches Blitzgerät, Unterwassergehäuse

° Ein großer Zoombereich verringert allerdings meist die Abbildungsqualität des Objektivs

<sup>oo</sup> Jeweils das 'Äquivalent' zum Kleinbildformat

## 4.6 Kamerazubehör

### 4.6.1 Grundlagen

Für jede Kamera gibt es eine bestimmte Menge an Zubehör, das separat erworben werden kann; ein Teil des verfügbaren Zubehörs ist manchmal auch bereits im Lieferumfang enthalten. In diesem Abschnitt sollen einige Zubehörteile vorgestellt werden. Standard-Zubehör wie Stativ, Tasche und Speicherkarte können zu jeder Kamera erworben werden. Spezielles Zubehör gibt es hingegen nur für Kameras der mittleren und höheren Preisklasse.

### 4.6.2 Einfaches Zubehör

Da Digitalkameras einen sehr hohen Energieverbrauch haben, bietet es sich meist an, einen Ersatzakku zu kaufen und diesen auf Fototouren mitzunehmen. Auf Reisen sollte man dabei auf keinen Fall das entsprechende Ladegerät vergessen, da ein kameraspezifisches Ladegerät auf Reisen wohl nur schwer oder gar nicht aufzutreiben sein wird.

Obwohl die heutigen Speicherkarten eine relativ hohe Kapazität besitzen, kann es bei intensiven Fototouren auch sinnvoll sein, eine zweite Karte (Ersatzkarte) mitzunehmen. Für Reisen gibt es zudem mobile Festplatten die oft speziell für Fotografen ausgelegt sind ("Image Tanks"). Diese bieten meist mehrere 100 GB Speicher. Alternativ gibt es auch mobile DVD-Brenner, so dass Fotos unterwegs auf DVD gebrannt werden können – dies ist jedoch entsprechend aufwendiger bei gleichzeitig geringerer Kapazität. Wer einen MP3-Player mit ausreichender Kapazität besitzt, kann auch diesen als vorübergehenden Speicher verwenden.

Ebenso bietet es sich auf Reisen an, ein A/V-Kabel mitzunehmen, um die Fotos auf einem Fernseher betrachten zu können. Wer ohnehin einen Laptop mitnimmt, kann mit dem USB-Kabel die Fotos direkt auf den Rechner übertragen und die Fotos noch vor der Heimreise bearbeiten und archivieren.

Im Fachhandel werden auch Kartenleser angeboten, welche die Daten direkt von der Speicherkarte auslesen und an einen Computer übertragen. Einige Computer besitzen auch integrierte Kartenleser – das Übertragen der Fotos mittels USB-Kabel ist aber kaum komplizierter, wohingegen Kartenleser relativ teuer sind.

### 4.6.3 Objektive

#### Objektive für verschiedene Brennweiten

Vor allem Spiegelreflexkameras, Systemkameras und Mittelformatkamera bieten verschiedene **Wechselobjektive**, d.h. man kann das ursprüngliche Objektiv herausschrauben und durch ein anderes Objektiv ersetzen. Meist gibt es Objektive für verschiedene Brennweiten, also (Super-) Weitwinkelobjektive, Normalobjektive und (Super-) Telewinkelobjektive.



**Abb. 41** Ein mit Fischaugen-Objektiv aufgenommener Platz - Die Verzerrungen zu den Rändern hin sind deutlich zu erkennen.

Das **Fischaugen-Objektiv** ist ein Spezialobjektiv. Es besitzt Brennweiten noch unterhalb des Super-Weitwinkelobjektivs, meist 8 mm oder 11 mm. Mit einem Fischaugen-Objektiv können Bildwinkel bis etwa 180° aufgenommen werden. Während im (Super-) Weitwinkel das Bild jedoch lediglich ein wenig verzerrt wirkt, erzeugt das Fischaugen-Objektiv ein gekrümmtes Bild; die durch den Bildmittelpunkt verlaufende Linien bleiben gerade, je weiter eine Linie den Bildmittelpunkt verfehlt, desto gekrümmter wirkt diese. Beispielsweise Personen oder Gebäude, die sich am Bildrand befinden, werden zum Bildrand hin gekrümmt. Es gibt Fischaugen-Objektive, die ein rechteckiges Abbild erzeugen und welche, die ein kreisrundes Bild erzeugen (der Rest des Fotos ist dann schwarz). Die Krümmung tritt jedoch bei beiden Arten auf.

Ein **Weitwinkelkonverter** ist eine Art Objektiv, das auf ein vorhandenes Objektiv gesteckt wird. Es ermöglicht niedrigere Brennweiten. Ein Faktor gibt dabei an, um das wieviel-fache die Brennweite

reduziert wird. Ein 0,5-Weitwinkelkonverter, der auf ein 28-mm-Objektiv gesetzt wird, erzeugt demnach eine Brennweite von 14 mm. Entsprechend gibt es auch **Telekonverter**, welche die Brennweite verlängern. Hier würde ein Faktor 2 bedeuten, dass ein Objektiv mit 35 bis 140 mm Brennweite in ein Objektiv mit 70 bis 280 mm Brennweite überführt wird.

### Spezielle Objektive

Nicht alle Zusatzobjektive haben das Ziel, eine spezielle Brennweite zu bieten. **Lichtstarke Objektiv**e sind bspw. Objektive, die einen sehr kleinen Blendenwert haben (z.B. 1,2 oder 1,4 beim Normalobjektiv). Sie ermöglichen damit Aufnahmen in der Dämmerung, ohne dass ein Stativ benötigt wird. Zudem ermöglichen sie bei normalen Lichtverhältnissen extrem kurze Verschlusszeiten, so dass Bewegungen aller Art eingefroren werden können.

**Shiftobjektive** ermöglichen es, einen größeren Bildausschnitt aufzunehmen. Es kommt oft vor, dass man ein Gebäude trotz Weitwinkel zunächst nicht vollständig abbilden kann und dann üblicherweise die Kamera nach oben richtet, bis es vollständig auf dem Bild erscheint. Dabei entsteht eine perspektivische Verzerrung, die sich vor allem in stürzenden Linien äußert. Das Shift-Objektiv, das sich auf- und abwärts verschieben lässt, ermöglicht es, ein solches Gebäude "normal" abzubilden, ohne dass stürzende Linien auftreten.

**Makroobjektive** ermöglichen es, Objekte aus nächster Nähe scharf abzubilden. Sie bieten damit meist einen Abbildungsmaßstab von 1:1 (dazu später mehr). Alternativ gibt es auch **Nahlinsen**, die wie eine Art Lupe auf das Objektiv gestülpt werden sowie **Zwischenringe**, welche zwischen Objektiv und Kameragehäuse eingefügt werden; beide Varianten ermöglichen ebenfalls einen geringeren Abbildungsmaßstab. Heutige Digitalkameras ermöglichen jedoch oft auch ohne Makroobjektiv qualitativ gute Nahaufnahmen, was vor allem mit ihren extrem geringen Brennweiten zusammenhängt.

**Masken** sind Objektivaufsätze, die dafür sorgen, dass das Bild nicht mehr rechteckig erscheint, sondern eine bestimmte Form annimmt (z.B. Herz, Kreis, Schlüssel etc.). Der Rest des Bildes ist dann schwarz. Solche Maskeneffekte lassen sich aber auch mit einigen digitalen Bildbearbeitungsprogrammen erzeugen oder mit etwas Geschick auch selber basteln.

### 4.6.4 Filter

**Filter** sind spezielle Objektivaufsätze, die einen bestimmten künstlerischen Effekt erzielen. Solche Filter lassen sich ebenfalls oft mit Bildbearbeitungsprogrammen im Nachhinein erzeugen, jedoch nicht ausnahmslos. Manche Filter erzeugen einen bemerkenswert künstlerischen Eindruck, andere sorgen hingegen nur für subtile Veränderungen. Wird ein Foto mit Filter aufgenommen, so muss die Belichtungszeit stets erhöht werden, da jeder Filter zur Folge hat, dass weniger Licht ins Objektiv fällt.



**Abb. 42** Langzeitbelichtung ist manchmal notwendig, um Bewegung auszudrücken. Um Wasserfälle zu fotografieren, werden meist Belichtungszeiten zwischen 1/8 und 1/30 Sekunde verwendet, bei Tageslicht würde damit das Bild jedoch stark überbelichtet werden. Der Graufilter schafft hier Abhilfe.

Bekannte Filter sind:

- **Graufilter (ND-Filter):** Ein einfacher Filter, der die einfallende Lichtmenge reduziert. Dieser wird verwendet, wenn man aus bestimmten Gründen eine längere Belichtungsdauer anstrebt (z.B. um Bewegung festzuhalten). Das Verwenden einer großen Blendenzahl und niedrigen Lichtempfindlichkeit (ISO) ist eine gewisse Alternative, falls man keinen Graufilter zur Hand hat – an zu hellen Tagen wird man in verschiedenen Situationen an einem solchen Filter jedoch nicht vorbeikommen. Der ND-Filter wird meist über einen Verlängerungsfaktor X charakterisiert. Dieser gibt im Verhältnis  $1/X$  an, wie viel Licht der Filter noch durchlässt bzw. um wie viele Belichtungsschritte X das Bild abgedunkelt wird. ND-8 bedeutet damit, dass der Filter nur noch 1/8 der Lichtmenge (12,5 %) durchlässt und das Bild für eine korrekte Belichtung jetzt 8 mal länger belichtet werden muss (z.B. 1/25 Sekunde statt 1/200 Sekunde). Analog heißt dies, dass das Bild um 3 Blendenschritte ( $2^3 = 8$  Belichtungsschritte) abgedunkelt wird.
- **Polarisationsfilter (Polfilter):** Filter, der Reflexionen auf glatten Oberflächen, Fensterscheiben, Wasser etc. eliminiert oder reduziert. Auch ist es damit möglich einen wolkenlosen Himmel (z.B. bei Landschaftsaufnahmen) dunkler und somit blauer erscheinen zu lassen.
- **Sternfilter:** Filter, der punktförmige Lichtquellen in einem Bild in Sterne verwandelt. Dieser bietet sich vor allem für kreative Nachtaufnahmen in Städten an.
- **UV-Sperrfilter (Dunstfilter):** Verhindert einen zu starken Blaustich in Gebirgen oder in der Küstengegend indem er das UV-Licht reduziert.

- **Verlaufsfilter (Gradiationsfilter):** Filter, der zur Hälfte eingefärbt ist. Die andere Hälfte ist durchsichtig und erzielt keinen Effekt. Verlaufsfilter werden v.a. in der Landschaftsfotografie verwendet, um den Bereich unter dem Horizont oder über dem Horizont eine andere Färbung bzw. Helligkeit zu verleihen.

Beim Kauf eines Filters muss man zunächst überprüfen, ob die eigene Kamera überhaupt ein Filterobjektiv besitzt (d.h. ob die Möglichkeit zum Aufstecken von Filtern gewährt ist), und als nächstes den Objektivdurchmesser der Kamera kennen. Dieser steht meist im Handbuch oder auf dem Objektiv (z.B. 58 mm). Es können dann nur Filter verwendet werden, welche diesen Objektivdurchmesser besitzen. Da Filter oft recht teuer sind, sollte man auch genau überlegen, welche Filter man wirklich verwenden möchte bzw. für sinnvoll erachtet -- jeder Filter bringt auf irgendeine Weise einen bestimmten Vorteil, doch in den meisten Fällen kommt man auch problemlos ohne Filter aus und kann mit der digitalen Bildbearbeitung die Effekte einiger Filter auch im Nachhinein simulieren.

### 4.6.5 Sonstiges Zubehör

Für einige Kameras werden auch zusätzliche Blitzgeräte angeboten, die flexibler und vor allem leistungsstärker als die in den Kameras standardmäßig eingebauten Blitzgeräte sind. Werden für eine Kamera keine zusätzlichen Blitzgeräte angeboten, so gibt es auch externe Blitzgeräte auf dem Markt, die mit dem eingebauten Blitz der Kamera auslösen.

**Fernauslöser** werden zu einigen Kameras angeboten, um das Auslösen von einem anderen Standort zu ermöglichen. Es gibt sie als Drahtauslöser (hier besteht eine direkte Verbindung zur Kamera und per Knopfdruck wird der Auslöser an der Kamera betätigt) und Funkzünder. Der Fernauslöser ermöglicht mehr Freiraum als der Selbstauslöser – der Fotograf kann in einem unbeobachteten Moment gezielt auslösen und besitzt damit eine bessere Möglichkeit, authentische bzw. ungestellte Aufnahmen zu machen.

Für kleinere Kameradisplays gibt es im Fachhandel **Bildschirmblenden** zu kaufen, welche das Display bei starkem Sonnenlicht abdunkeln, so dass es besser gesehen werden kann. Die Bildqualität des Displays hat sich in den letzten Jahren jedoch enorm verbessert, so dass man meist auch ohne zusätzliche Bildschirmblenden auskommen wird.



**Abb. 43** Vergleich zweier Aufnahmen bei Sonnenlicht - ohne Streulichtblende (oben) und mit Streulichtblende (unten)

Ein weiterhin bekanntes Zubehör ist die **Streulichtblende** (auch: Gegenlichtblende, Sonnenblende), die v.a. bei größeren Objektiven große Bedeutung hat und manchmal auch bereits im Lieferumfang der Kamera enthalten ist. Die Streulichtblende erinnert auf den ersten Blick an einen Filter, die Öffnung ist aber vollständig frei, so dass sie nicht zu den Filtern gerechnet wird (obgleich sie wie ein Filter auf das Objektiv gesteckt wird). Ihr Einsatz ist vor allem bei Sonnenlicht empfohlen, wo bei größeren Objektiven Seitenlicht auf den Film oder Bildsensor fallen kann, was dann zu unschönen farblichen Kreisen oder Ringen führt und das Bild zudem matter und weniger kontrastreich erscheinen lassen kann. Der oft verwendete Begriff "Gegenlichtblende" ist aus fotografischer Sicht irreführend, da die Streulichtblende Artefakte durch Seitenlicht verhindert - bei direkten Gegenlichtaufnahmen

(z.B. Sonnenuntergängen) hat sie keine Bedeutung. Zudem bietet sie keinen Schutz für Lichtreflexe, die durch Leuchtquellen innerhalb des aufgenommenen Bildes entstehen.



**Abb. 44** Tulpenförmige Streulichtblende.

Bei Streulichtblenden spielt die Länge eine wichtige Rolle. Je kleiner die Brennweite ist, umso kürzer muss die Streulichtblende sein, um eine Abschattung (Vignettierung) zu verhindern. Hierbei würde sonst das Bild zu den Rändern hin dunkler werden, da die zu lange Streulichtblende gewissermaßen Schatten auf den Rand des Bildes werfen würde. Für größere Brennweiten sind längere Streulichtblenden erforderlich, um effektiv vor den Lichteffekten zu schützen. Um eine Vignettierung grundsätzlich zu vermeiden, sind Streulichtblenden für Zoomobjekte somit immer für die kleinste Brennweite ausgelegt. Bei größeren Brennweiten ist ihr Schutz möglicherweise nicht mehr optimal, dafür wird sie jedoch keine Abschattung erzeugen.

# 5 Das Fotografieren

## 5.1 Einleitung

In diesem Abschnitt werden die Grundlagen des Fotografierens vermittelt, d.h. die Methoden zum Aufnehmen von Fotos. Dazu zählen vor allem Wahl der Brennweite, Belichtung, Fokussierung und Schärfentiefe. An dieser Stelle ist also das Motiv bereits ausgewählt und der Fotograf hat die Aufgabe, es optimal abzulichten. Hierzu stehen verschiedene Mittel zur Verfügung, deren Kenntnis und Handhabung maßgeblich zur Qualität des Resultats beitragen - sie werden allesamt in den nachfolgenden Unterabschnitten erläutert.

Dieser Prozess des Fotografierens kann unterschiedlich lang dauern. Bei Schnappschüssen wird er noch nicht einmal eine Sekunde betragen - die Kameraautomatik berechnet in Windeseile die entsprechenden Belichtungs- und Schärfeeinstellungen und erzeugt das Foto. Für anspruchsvolle Motive und Szenen ist es aber oft sinnvoll, mehr Zeit (oft mehrere Minuten) in das manuelle Vornehmen der Einstellungen zu investieren, um ein bestmögliches Resultat zu bewirken. Das Display der Digitalkamera ist dabei stets eine große Hilfe, da es in Echtzeit anzeigt, wie das Foto am Ende aufgenommen werden wird.

In manchen Situationen, z.B. bei einem vorbeifahrenden Zug, Feuerwerk etc. ist dies natürlich nicht möglich - hier sollte man sich bereits im Vorfeld Gedanken machen, wie man das vorbeifahrende Motiv am besten abbilden könnte. Serienaufnahmen, die alle Digitalkameras unterdessen anbieten, helfen oft, den "richtigen Augenblick" zu treffen.

Nach dem Aufnehmen des Fotos ist der Prozess des Fotografierens zwar abgeschlossen, bei anspruchsvollen Fotos sollte das Ergebnis jedoch noch einmal auf dem Kameramonitor überprüft werden. Scheint es nicht optimal, kann es sinnvoll sein, die Aufnahme zu wiederholen - eventuell mit anderen Einstellungen.

## 5.2 Die Brennweite

### 5.2.1 Einleitung

Wenn man ein bestimmtes Foto aufnehmen möchte, ist es oft der erste Schritt, die Brennweite des Objektivs einzustellen. Hiermit legt man fest, wie groß der Ausschnitt der Wirklichkeit sein soll, der in dem künftigen Bild festgehalten wird, das heißt, mit welchem Winkel die Kamera das Bild einfängt. Soll die Kamera möglichst viel von der Szene erfassen (Weitwinkel) oder nur einen kleinen Teil (Telewinkel/Zoom)?

Die meisten Kameras besitzen Objektive mit flexibler Brennweite, d.h. die Brennweite kann manuell eingestellt werden. Die Bedeutung und Wirkung der Brennweite wird nun im Folgenden erläutert.

### 5.2.2 Definition der Brennweite

Unter der **Brennweite** versteht man den Abstand zwischen Linse und Brennpunkt, also wie weit die Linse des Objektivs vom Brennpunkt entfernt ist. Der **Brennpunkt** ist der Ort, an dem ein scharfes Bild entsteht (auch Schärfeebene genannt).

Die Brennweite ist von der Größe des Films bzw. Sensors abhängig. Je größer der Sensor bzw. Film ist, umso größer ist die Brennweite bei gleichbleibendem Bildausschnitt. Das heißt, eine Kamera mit kleinem Bildsensor verwendet bspw. eine Brennweite von 10 mm um ein bestimmtes Motiv abzubilden, während eine Kamera mit großem Bildsensor z.B. eine Brennweite von 25 mm zur Abbildung desselben Motivs benötigt.

Im letzten Teil wurde bereits über unterschiedliche Filmformate gesprochen. Das Kleinbildformat ermöglichte relativ kleine Kameragehäuse und kleine Objektive. Für die großen Filmformate, die man früher meist verwendet hat, etwa 6x8 cm oder gar 20x25 cm (Großbildformat), waren auch entsprechend große Kameras mit großen Objektiven nötig. Die Brennweite war immerhin schon für normale Aufnahmen (Normalwinkel) sehr groß.

Die Normalbrennweite (ca. 50°) lässt sich recht einfach berechnen, wenn die Sensorgröße bzw. das Filmformat bekannt ist. Sie ist  $\text{WURZEL}(a^2 + b^2)$ , wobei a die Höhe und b die Breite des Sensors bzw. Films ist (in mm). Beim Kleinbildformat (24x36 mm) ist es demnach  $\text{WURZEL}(24^2 + 36^2) = 43$  mm. Beim Format 6x9 cm sind es bereits 108 mm, beim Format 12,5x25 sogar 279 mm.

Vergrößert man die Brennweite eines Objektivs, wird der Bildwinkel (der Ausschnitt der Wirklichkeit) kleiner. Vermindert man die Brennweite, wird er größer.

Diese Erkenntnis führt zu mehreren allgemeinen Schlussfolgerungen:

- Je größer der Sensor bzw. Film, umso größer das Objektiv und die Brennweite.
- Je größer der Sensor bzw. Film, umso größer, schwerer und teurer dann auch das Objektiv (und damit auch die Kamera).
- Je größer die Brennweite eines bestimmten Objektivs, umso kleiner der Bildwinkel (Ausschnitt).
- Da Digitalkameras Sensoren unterschiedlichster Größe verwenden und es für Analogkameras die unterschiedlichsten Filmformate gibt, lässt sich die physikalische Brennweite nicht direkt vergleichen.

Der letzte Punkt meint, dass wenn jemand bspw. behauptet, er habe ein Bild mit einer Brennweite von 17 mm aufgenommen, man nicht genau sagen kann, wie groß der Bildwinkel wirklich war. Mit einer anderen Kamera wäre dasselbe Bild möglicherweise mit einer Brennweite von 12 oder 30 mm aufgenommen wurden.

Für dieses Problem hat man jedoch eine Lösung geschaffen. Zu Zeiten der Analogfotografie hatte sich das 35-mm-Format (Kleinbildformat) als Standardformat durchgesetzt. Digitalkameras haben heute meist deutlich kleinere Sensoren, oft im Bereich um 1 cm. Ihre Brennweite ist damit sehr viel geringer, als die der Kleinbild-Kameras, aber trotzdem rechnet man ihre Brennweite auf das 35-mm-Format um. Das heißt, die Brennweiten-Angaben von Digitalkameras sind oft nicht mehr die echten, physikalischen Angaben, sondern Angaben, die dem Kleinbildformat entsprechen (die Brennweite wird also auf das Kleinbildformat konvertiert). Somit lassen sich die Brennweiten der Kameras trotzdem gut vergleichen.

Um mit den unterschiedlichen Angaben nicht durcheinander zu kommen bezeichnet man die tatsächliche, physikalische Brennweite als **Objektivbrennweite**. Spricht man nur von der Brennweite,

meint man dann meist die Brennweite im Kleinbildformat. Um ganz sicher zu sein, verwenden viele Kamerahersteller auch Ausdrücke wie "äquivalente Brennweite im KB-Format".

Das Verhältnis zwischen Objektivbrennweite und der Brennweite des Kleinbildformats (35-mm-Film) nennt man **Formatfaktor** (manchmal auch Verlängerungsfaktor). Wenn eine Digitalkamera z.B. eine Objektivbrennweite von 8 mm hat und dies 36 mm im Kleinbildformat entspricht, so ist der Formatfaktor 4,5 (da  $8 * 4,5 = 36$ ). Der Name "Formatfaktor" sagt bereits aus, dass es sich hier um eine lineare Größe handelt. Wenn das oben erwähnte Objektiv bspw. auf 24 mm ausgefahren wird, so beträgt die Brennweite im Kleinbildformat dann  $40 * 4,5$  mm, also 180 mm.

Ein Beispiel: Die Canon Powershot SX200 IS hat ein Objektiv mit der Angabe 5-60 mm. Das ist die tatsächliche Brennweite des Objektivs; die Linse kann also zwischen 5 mm und maximal 60 mm vor dem Brennpunkt (Sensor) hin- und herbewegt werden. Auf das Kleinbildformat umgerechnet hat die Kamera jedoch eine Brennweite von 28 mm bis 336 mm. Diesen Wert wird man eher im Benutzerhandbuch oder auf der Verpackung der Kamera lesen. Der Formatfaktor ist damit  $28 \text{ mm} / 5 \text{ mm} = 5,6$ . Interessant ist an dem Beispiel auch, dass eine typische 35mm-Kleinbildkamera, wie sie noch vor wenigen Jahren üblich war, für den 12-fach Zoom auf immerhin 33,6 cm hätte ausgefahren müssen. Das Objektiv einer Mittelformatkamera hätte man gar auf einen knappen Meter ausfahren müssen, um dasselbe Bild aufzunehmen.

### 5.2.3 Zoom

#### Optischer Zoom

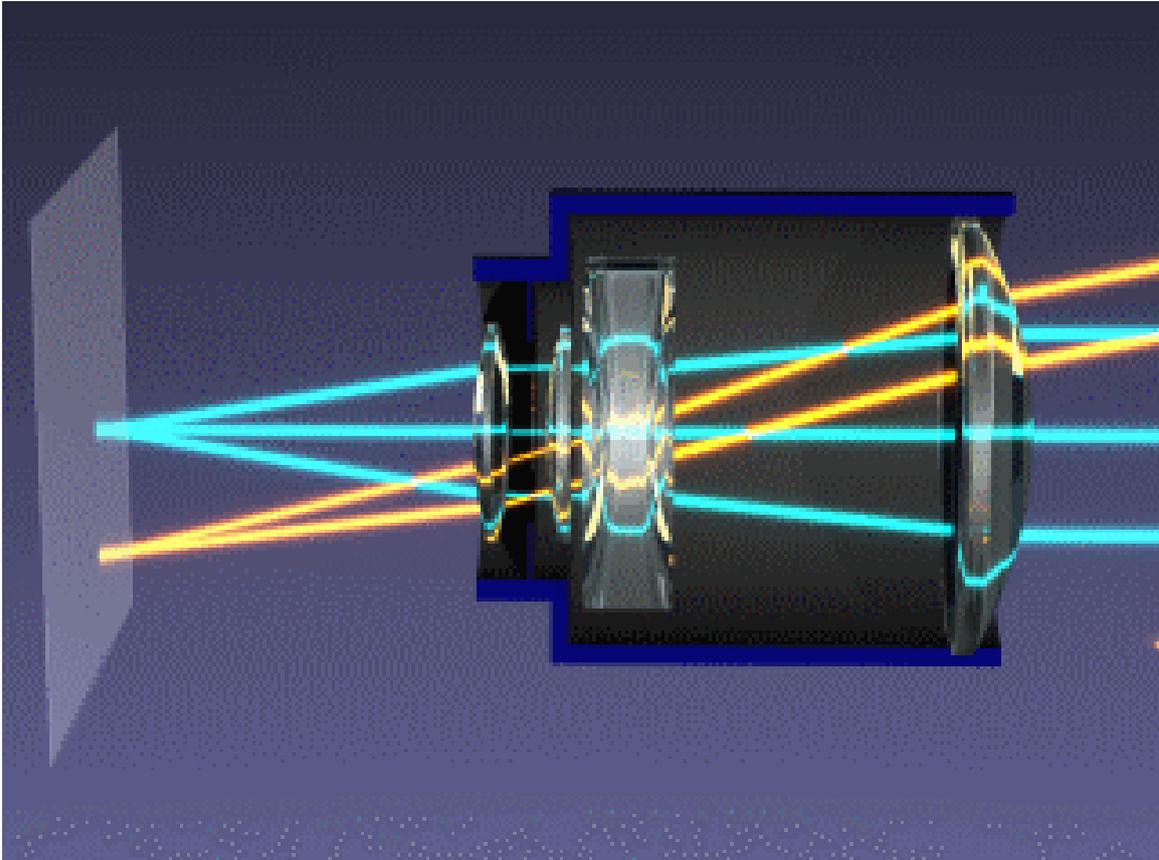


Abb. 45 Funktionsweise des optischen Zooms

Das Verlängern der Brennweite nennt man Zoomen bzw. **Zoom**. Unter dem **Zoomfaktor** einer Kamera versteht man, um das wievielfache die Brennweite des Objektivs verlängert werden kann, bezogen auf die minimale Brennweite (Anfangsbrennweite). Eine Kamera, die eine minimale Brennweite von 35 mm und eine maximale Brennweite von 140 mm besitzt, hat somit 4-fach Zoom, da  $35 \cdot 4 = 140$ . Wer mit 70 mm Brennweite fotografiert, verwendet also in diesem Fall 2-fach Zoom an. Der Zoomfaktor ist damit immer auf ein bestimmtes Objektiv bezogen (genauer: auf die Anfangsbrennweite des Objektivs) und damit zwischen verschiedenen Objektiven und Kameras oft nicht direkt vergleichbar.

Man nennt diese Art des Zooms auch **optischen Zoom**. Der optische Zoom entsteht also durch Verändern der Brennweite - je größer die Brennweite, umso größer der Zoom (bzw. umso kleiner der Ausschnitt der Wirklichkeit). Der digitale Zoom, den Digitalkameras meist bieten, ist davon zu unterscheiden.

## Digitaler Zoom

Der **digitale Zoom** entsteht, indem in das vom Kamerasensor erfasste Bild hineingezoomt wird, genau so, wie wenn man in einem Fotobearbeitungsprogramm oder Bildbetrachtungsprogramm mit der Lupenfunktion in das Bild hineinzoomt. Der Wert sagt dabei aus, um das wie viel fache das Bild gekürzt wird (1/Faktor). Ein digitaler Zoom von 5 besagt also, dass das Bild auf 1/5 seiner Länge und Höhe zugeschnitten wird (Zoomen bedeutet immer, ein ursprüngliches Bild zu kürzen, d.h., den Ausschnitt zu verkleinern).

Der digitale Zoom wird angewendet, nachdem die Grenze des optischen Zooms erreicht ist. Er ist für den Extremfall gedacht, wenn der maximale optische Zoom für die gewünschte Aufnahme nicht ausreichend ist - er kann aber zu Qualitätsverlust führen, da er auf der Beschneidung des Fotos arbeitet und die Beschneidung von Fotos stets eine Verminderung der Auflösung zur Folge hat.

Bei Kameras wird der digitale Zoom meist unabhängig vom optischen Zoom angegeben. Der Hersteller beschreibt sein Produkt bspw. wie folgt: 3-fach optischer Zoom, 5-fach digitaler Zoom. Das heißt, dass man theoretisch bis ( $3 \cdot 5$ ) also 15-fachen Zoom erzeugen kann. Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass wenn das Bild mit 3-fach Zoom aufgenommen wird, die Kamera nun noch einmal bis zu 5-fach in das Bild hineinzoomen kann und damit 5-fach digitalen Zoom erzeugt, der zusammen mit dem 3-fach optischen Zoom einen Zoom-Faktor von insgesamt 15 ergibt. Auf dem Monitor der Kamera wird dann aber oft auch der Gesamtzoom angegeben, z.B. "7.5x" bei 3-fach optischen + 2.5-fach digitalen Zoom.

Es wird oft behauptet, der digitale Zoom führt zu Qualitätsverlust und ist kein "echter Zoom", was vom Prinzip her erst einmal korrekt ist. Es wird im Nachfolgenden aber gezeigt, dass der digitale Zoom nicht zwangsweise einen Qualitätsverlust bringt.

Nehmen wir einmal an, der Kamerasensor hat wieder 4000x3000 Bildpunkte (12 MP). Nehmen wir das größte Aufnahmeformat, eben 4000x3000, und verwenden den digitalen Zoom (z.B. 2-fach digitaler Zoom), dann führt dies sofort zum Qualitätsverlust. Die Kamera nimmt das Foto also in 4000x3000 auf und vergrößert das Bild um Faktor 2, indem es links und rechts 1000 Pixel und oben und unten 750 Pixel abschneidet. Die mittleren 2000x1500 Pixel bleiben übrig. Das Foto ist nun tatsächlich um Faktor 2 vergrößert, hat also 2-fach digitalen Zoom erfahren. Die Auflösung ist aber nur noch 3 MP, also bereits deutlich geringer als zuvor. Bei 4-fach digitalen Zoom wäre sie jetzt nur noch 1000x750. Das ist weniger als 1 MP und keine gute Qualität mehr. Der digitale Zoom hat in dem Fall also wirklich einen erheblichen Qualitätsverlust (drastische Reduzierung der Auflösung) bewirkt.

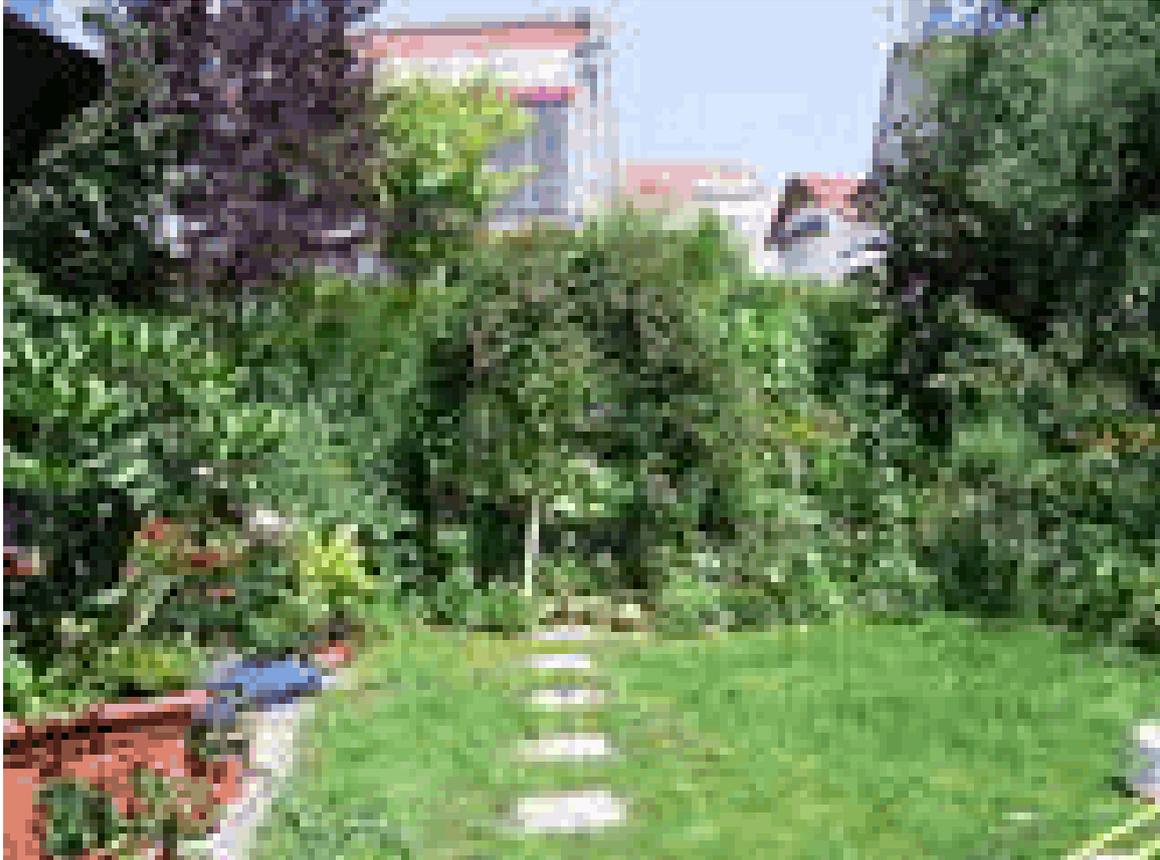
Fotografiert man nun jedoch ohnehin mit einer niedrigeren Auflösung, z.B. 2000x1500, was für den Alltag durchaus okay ist, so kann 2-fach digitaler Zoom angewendet werden, ohne dass ein Verlust zu befürchten ist. Die Kamera nimmt das Foto dann erst einmal im Format 4000x3000 auf und beschneidet es wie bereits erläutert. Es liegt dann im Format 2000x1500 vor, also so wie auch vom Benutzer gewünscht ist, ist aber bereits 2-fach digital vergrößert.

Das Fazit ist damit, dass digitaler Zoom beim Fotografieren mit größter Auflösung immer zum Qualitätsverlust führt, beim Fotografieren mit geringerer Auflösung jedoch ein Spielraum besteht, in dem digitaler Zoom keinen Qualitätsverlust bewirkt. Viele Kameras zeigen beim digitalen Zoomen durch unterschiedliche Farbbalken an, bis wohin der digitale Zoom verlustfrei ist (in unserem letzten Beispiel wäre das bis 2.0x) bzw. ab wann er zum Qualitätsverlust führt (in unserem Beispiel wäre das über 2.0x).

Geht man von einem 12-MP-Sensor aus, so kann man sagen, dass alles bis 2-fach digitalem Zoom noch okay ist, da ein 3-MP-Bild für den normalen Gebrauch völlig ausreichend ist. Damit ließe sich der optische Zoom, wie groß auch immer er sein mag, verdoppeln.

## 5.2.4 Einteilung der Brennweiten

### Überblick



**Abb. 46** Änderung der Brennweite vom Weitwinkel zum Super-Telewinkel und zurück.

Brennweiten lassen sich in unterschiedliche Gruppen einteilen:

- Super-Weitwinkel: 14 bis 21 mm
- Weitwinkel: 24 bis 38 mm
- Normalwinkel: 50 mm
- Telewinkel: 70 .. 300 mm
- Super-Telewinkel: 300 .. 600 mm, manchmal auch mehr

Wie zu erkennen ist, fehlen einige Bereiche. Diese liegen dann in Übergangsbereiche, d.h. 60 mm Brennweite liegt bspw. im Übergangsbereich vom Normalwinkel zum Telewinkel.



**Abb. 47** 17 mm Brennweite



**Abb. 48** 35 mm Brennweite



**Abb. 49** 70 mm Brennweite



**Abb. 50** 200 mm Brennweite



**Abb. 51** 300 mm Brennweite



**Abb. 52** 500 mm Brennweite

### **Normalwinkel**

Der **Normalwinkel** (ca.  $45^\circ$  bis  $50^\circ$ ) war einst das klassische Bildformat, mit denen Fotos gängigerweise aufgenommen wurden. Es hat den Vorteil, dass das Bild sehr natürlich wirkt, da Menschen mit einem Blickwinkel von etwa  $45^\circ$  sehen und das Bild daher einen Ausschnitt der Wirklichkeit in der Form zeigt, wie ihn auch Menschen sehen.

Dennoch wird der Normalwinkel heute eher seltener verwendet. Er wurde allmählich vom Weitwinkel abgelöst, da hier mehr von der Szene auf dem Bild abgebildet werden kann. Die meisten Kameras haben heute Anfangsbrennweiten von 28 bis 35 mm, welche häufiger verwendet werden als die klassischen 50 mm (manchmal versteht man heute unter dem Normalwinkel aber auch den Bereich von etwa 35 bis 70 mm).

### **Weitwinkel und Super-Weitwinkel**

Der **Weitwinkel** ist heute das am häufigsten verwendete Format, meist mit Brennweiten zwischen 24 und 38 mm, aber durchaus auch bis 14 mm (**Super-Weitwinkel**), was einem sehr großen Ausschnitt der Wirklichkeit entspricht. Der Weitwinkel wird vor allem in der Landschaftsfotografie und Architekturfotografie verwendet. Besonders für Innenaufnahmen ist er von hoher Bedeutung, um somit die Aufnahme eines großen Ausschnitts des Raums zu ermöglichen.

Beim Weitwinkel entsteht eine gewisse räumliche Verzerrung, da ein größerer Ausschnitt der Wirklichkeit auf dasselbe Bildformat abgebildet wird. Das hat zur Folge, dass Objekte im Vordergrund hervorgehoben werden (d.h. sie erscheinen größer, als sie eigentlich sind), während Objekte im Hintergrund weniger auffallen (sie erscheinen kleiner als sie eigentlich sind). Mit dem Weitwinkel wird somit eine Distanz zwischen Vordergrund und Hintergrund aufgebaut. Aus diesem Grund ist der Weitwinkel für Porträt-Aufnahmen ungeeignet, da hier Nase und andere Auffälligkeiten im Gesicht (Vordergrund) zu sehr hervorstechen würden. Möchte man jedoch Entfernungen darstellen oder Weite ausdrücken, ist der Weitwinkel eine ideale Methode. Zudem haben Weitwinkelobjektive eine gute Schärfentiefe (dazu später mehr).

Der womöglich größte Vorteil des Weitwinkels ist, dass man große Objekte (z.B. Kirchen, hohe Bäume) auch dann aufnehmen kann, wenn sie relativ nah sind und man keine größere Entfernung herstellen kann. Ein Nachteil ist hingegen, dass das Bild mit zunehmend kleinerer Brennweite unnatürlich wirkt, da das menschliche Auge die Welt eigentlich aus einem kleineren Winkel sieht. Aber natürlich muss ein Foto nicht immer natürlich wirken. Weiterhin muss man darauf achten, die Kamera gerade zu halten, da schon leichtes Kippen zu den bekannten "stürzenden Linien" führen (dazu im nächsten Teil des Buches mehr).

Da Weitwinkel-Fotos den Vordergrund betonen, ist es oft empfohlen (v.a. bei Landschaftsaufnahmen), ihn mit einem interessanten Motiv zu bestücken, da der Vordergrund (und faktisch auch das Bild) sonst schnell leer wirken. Das Finden eines geeigneten Motivs zum Füllen des Vordergrunds ist dabei nicht immer einfach.

### **Telewinkel und Super-Telewinkel**

Der **Telewinkel** umfasst eine Brennweite von rund 70 mm bis 300 mm, das heißt einen recht engen Winkel. Er wird vor allem dann verwendet, wenn man ein Motiv nah aufnehmen möchte, jedoch aus verschiedenen Gründen nicht so nah an das Motiv herangelangt. Das betrifft z.B. Architekturdetails, Sportler, Segelboote auf See etc. Manchmal kann man sich einem Motiv auch nicht nähern, weil es zu gefährlich wäre (z.B. Vulkan, wilde Tiere etc.). Auch hier sind Telewinkel eine Alternative. Vom **Super-Telewinkel** spricht man bei Brennweiten von über 300 mm. Mit so großen Winkeln arbeiten meist Profis, um Objekte, Tiere und Personen aus noch größerer Entfernung in voller Größe abbilden zu können. Der Winkel beträgt dann nur wenige Grad.

Der Telewinkel wirkt meist unnatürlich, da das menschliche Auge in der Natur einen größeren Winkel wahrnimmt. Für alltägliche Aufnahmen wird er seltener verwendet, aus den o.g. Gründe ist er jedoch oft unverzichtbar.

Beim Telewinkel rücken Vordergrund und Hintergrund zusammen, d.h. im Gegensatz zum Weitwinkel wird mit dem Tele-Winkel keine Distanz aufgebaut, sondern Distanz wird vielmehr reduziert. Bei größeren Brennweiten lassen sich Distanzen oft gar nicht mehr abschätzen und auch das Größenverhältnis zwischen Objekten im Vordergrund und Hintergrund lässt sich nur noch schwer beurteilen.

Porträts werden oft im unteren bis mittleren Bereich des Telewinkels aufgenommen, meist zwischen 80 und 150 mm. Wie bereits erwähnt, rücken hier Vordergrund und Hintergrund näher zusammen. Das Gesicht nimmt eine weiche, glatte Form an; Extremitäten wie die Nase stechen nicht so sehr hervor wie beim Normal- oder Weitwinkel. Zudem nimmt mit zunehmender Brennweite die Schärfentiefe ab und es wird möglich, einen besonders unscharfen Hintergrund zu erzeugen.

Auch für kreative Aufnahmen kann der Telewinkel vielseitig verwendet werden. Besitzt die Kamera einen hohen Zoomfaktor (z.B. 8 oder höher), so kann man eine Vielzahl an Objekten heranzoomen und wird womöglich interessante Aufnahmen zaubern (insbesondere auch im abstrakten Bereich). Beispiele hierfür sind vielleicht: Bäume, die untergehende Sonne (jedoch niemals ins Tageslicht der Sonne fotografieren/blicken!), Wolken, das Meer, Mauerwerk und sicher viele weitere Sachen.

Beim Telewinkel hat man den Nachteil, dass mit zunehmender Brennweite die Verwacklungsgefahr größer wird. Wie bei einem Fernglas führt eine ganz leichte Bewegung bereits dazu, dass sich das Bild stark verändert und im Fall der Aufnahme dann auch stark verwackeln würde. Gleichzeitig benötigt man bei großen Brennweiten automatisch auch eine längere Belichtungszeit, da längere Brennweiten automatisch eine größere Blende als die Anfangsblende zur Folge haben. Bei größeren Brennweiten sollte daher mit einem Stativ gearbeitet werden (mehr zu dem Thema Brennweite/Verwacklung gibt es im Abschnitt "Belichtung").

Je größer die Brennweite ist, umso größer muss auch das Objektiv sein bzw. umso weiter muss es ausgefahren werden. Größere Kameras (z.B. Mittelformatkameras) verwenden für den Super-Telewinkel daher oft Objektivbrennweiten von einem halben Meter oder länger. Die Kamera kann dann nur noch auf einem Stativ sicher bedient werden. Bei extrem langen Objektiven gibt es sogar Stative für das Objektiv selbst. Das kann man manchmal auch auf Darstellungen von historischen Kameras sehen, die meist Mittel- oder Großformatkameras waren und damit automatisch eine lange Brennweite besaßen.

### 5.2.5 Abbildungsmaßstab

Der **Abbildungsmaßstab** bezeichnet das Größenverhältnis zwischen der Größe eines Objekts auf der Filmebene (also auf dem Film bzw. dem Kamerasensor) und der tatsächlichen Größe des Objekts. Kleinbildkameras verwenden ein Filmformat von 36x24 mm. Wird nun bspw. ein 36 mm langes Insekt so aufgenommen, dass es das Bild voll ausfüllt, so ist der Abbildungsmaßstab 1:1. Ist das Tier in der Realität nur 18 mm lang, so wäre der Abbildungsmaßstab 2:1 (2-fache Vergrößerung), wäre es 360 mm (36 cm), wäre der Abbildungsmaßstab 1:10.

Der Abbildungsmaßstab X:Y ist also das Verhältnis Größe des Films/Sensors zu Objektgröße bzw. Motivgröße. Ersteres bleibt an einer Kamera immer gleich, ist also eine fixe Größe.

Der Abbildungsmaßstab wird geringer, wenn man sich dem Objekt nähert oder die Brennweite vergrößert. Er lässt sich jedoch nicht grenzenlos verringern, da jede Kamera einen maximalen Abbildungsmaßstab besitzt, bis zu dem sie korrekt fokussieren kann. Überschreitet man diese Grenze, ist man zu nah an dem abzubildenden Objekt und die Kamera kann es nicht mehr scharf abbilden.

Der Abbildungsmaßstab spielt in der Makrofotografie eine wichtige Rolle. Hier wird meist ein Abbildungsmaßstab zwischen 1:4 und 1:1 verwendet, nach DIN sogar zwischen 1:10 und 10:1.

Außerhalb der Makrofotografie hat der Abbildungsmaßstab keine besondere Bedeutung, zumal er sich durch die unterschiedlichen Filmformate und Sensorgrößen kaum vergleichen lässt. Ein 20 Meter hoher Baum, der als Motiv dient, hätte bei der 35-mm-Kamera einen Abbildungsmaßstab von 35 : 20.000, also rund 1:571. Das gleiche Bild mit einer Digitalkamera aufgenommen, deren Sensor etwa 0,5 cm misst, würde einen Abbildungsmaßstab von 5 : 20.000, also 1:4.000 ergeben.

## 5.3 Das Fokussieren

### 5.3.1 Grundlagen

#### Funktionsweise des Fokussierens

Das **Fokussieren** oder Scharfstellen ist eine der wichtigsten Schritte vor dem Aufnehmen eines Fotos und bezeichnet, in welcher vertikalen Ebene das Bild scharf erscheinen soll. Jedes Foto kann, technisch bedingt, nur in einer Ebene (an einem Ort) scharf sein; alles davor und dahinter erscheint allmählich unscharf, wobei der Grad der Unschärfe mit zunehmender Entfernung zu dieser Ebene zunimmt. Diese Ebene nennt man auch **Schärfeebene**.

Für das menschliche Auge erscheint ein gewisser Grad an Unschärfe jedoch immer noch als scharf. Auch die Schärfeebene ist an sich nicht vollständig scharf, da das Licht selbst im Fokus (Schärfeebene) bereits Krümmungen aufweist und nicht, wie es idealerweise wäre, punktförmig ist. Je weiter sich Punkte vor oder hinter der Schärfeebene befinden, umso mehr werden sie als Kreise (sog. Zerstreuungskreise) und nicht mehr als Punkte aufgefasst, und umso mehr werden sie damit unscharf erscheinen.

Das menschliche Auge nimmt jedoch Unschärfe bis zu einem bestimmten Grad nicht wahr und empfindet ein korrekt fokussiertes Bild trotz leichter Krümmungen als scharf.

Ein wichtiger Grund hierfür ist das begrenzte **Auflösungsvermögen** des Auges, das zur Folge hat, dass wir Bilder nur bis zu einem bestimmten Grad auflösen können. Das menschliche Auge kann auf der Bilddiagonale bis maximal 1500 Punkte unterscheiden (also "auflösen"). Punkte, die kleiner als  $d/1500$  sind, werden vom Auge nicht weiter aufgelöst und somit automatisch als scharf betrachtet. Übersteigt der Grad der Unschärfe  $d/1500$  nicht, nehmen wir also ein scharfes Bild wahr - auch wenn es eigentlich leichte Unschärfe aufweist. Die Schärfe wird zudem auch durch den Pixelabstand des Sensors (d.h. den Abstand der einzelnen Pixel im Sensor) bzw. der Körnung des Films bestimmt.

Ein Beispiel: Ein Foto mit einer Auflösung von 10 MP hat etwa eine Bilddiagonale von rund 4500 Pixeln, also 3-mal größer als das Auflösungsvermögen ist. Das Bild kann durchaus unscharf sein; übersteigt die Unschärfe jedoch nicht mehr als 3 Pixel, so würde das Bild immer noch als scharf erscheinen ( $4500 / 3 = 1500 =$  das Auflösungsvermögen).

Wenn die Zerstreuungskreise also eine gewisse Größe nicht überschreiten, werden sie vom Menschen als Punkte aufgefasst und erscheinen scharf. Es gibt in der Fotografie gewisse Techniken, die Größe der Zerstreuungskreise zu reduzieren oder zu erhöhen, um bewusst Unschärfe aufzubauen.

Somit erscheint ein gewisser Teil vor und hinter der Schärfeebene als scharf und es entsteht auf dem Bild ein für den Menschen scharfer Bereich. Diesen Bereich nennt man **Schärfentiefe** (umgangssprachlich auch: Tiefenschärfe). Er kann unendlich sein (das gesamte Bild erscheint scharf), mäßig oder klein sein. Manchmal ist der Bereich der Schärfentiefe auch nur wenige Millimeter groß, d.h. das Bild ist nur in einem sehr kleinen Bereich scharf – alles davor und dahinter wirkt unscharf. Auf die Schärfentiefe wird später noch ausführlicher eingegangen.

## **Fotografische Bedeutung**

Die **Schärfe** (Fokus) ist, wie Belichtung, Blende oder Brennweite, ein Mittel um ein Foto künstlerisch zu gestalten. In der Landschafts- und Architekturfotografie möchte man oft, dass das gesamte Bild scharf erscheint, also vom Vordergrund bis zum Hintergrund; die Schärfentiefe soll unendlich sein. Bei Porträts und in der Sachfotografie möchte man hingegen oft, dass nur das Hauptmotiv scharf wirkt und insbesondere der Hintergrund unscharf ist. Hier soll die Schärfentiefe also gering sein, um das Hauptmotiv besonders hervorzuheben.

Nahezu alle Kameras bieten heute einen Autofokus, d.h. der Benutzer muss die Fokussierung nicht von Hand vornehmen, sondern die Kamera berechnet, wo sich die Schärfenebene befindet. Von sehr einfachen Kameras abgesehen, wird aber auch ein manueller Autofokus geboten, d.h. der Benutzer kann den Fokus selbst bestimmen.

Eine falsche Fokussierung ist, neben dem Verwackeln, die häufigste Ursache für unscharfe Fotos. Ein unscharfes Foto (d.h. ein Foto, das an dem Punkt unscharf ist, wo es eigentlich scharf erscheinen sollte) gilt meist als verdorben und kann, bei starker Unschärfe, auch nicht mehr mit Fotobearbeitungsprogrammen korrigiert werden. Die Bedeutung der Fokussierung ist daher sehr groß.

### **5.3.2 Der Autofokus**

#### **Grundlagen**

Der **Autofokus** (AF), den jede Digitalkamera besitzt, bestimmt die optimale Schärfenebene von selbst. Man unterscheidet dabei zwei Arten: Den aktiven Autofokus, der über Infrarot-Messung durchgeführt wird, sowie den passiven Autofokus, der von der Kamera durch Bildanalyse berechnet wird.

Der Autofokus wird in vielen Fällen ein makellos scharfes Bild ergeben, er funktioniert aber nicht ausnahmslos fehlerfrei. Vor allem bei künstlerisch-kreativen Aufnahmen, wo die Schärfe auf einem ganz bestimmten Punkt liegen soll, schlägt der Autofokus oft fehl. Es muss dann der manuelle Fokus verwendet werden.

#### **Aktiver Autofokus**

Vor dem Aufstieg der Digitalfotografie wurde meist der **aktive Autofokus** verwendet. Hierbei besitzt die Kamera einen Infrarotsender und Infrarotempfänger. Vor dem Aufnehmen eines Fotos wird dann ein Infrarotsignal vom Sender ausgestrahlt, vom Motiv (z.B. einer Person) reflektiert und von dem Sender wieder eingefangen. Anhand der Zeit, die zwischen Senden und Empfangen verstrichen ist, kann die Kamera die Entfernung des Motivs ausmachen. Sie weiß dann, auf welche Entfernung sie scharfstellen muss.

Der aktive Autofokus arbeitet auch in extremer Dunkelheit, denn das Aussenden des Infrarot-Signals wird durch Licht und Dunkelheit nicht gestört. Seine Reichweite ist mit rund 5 Metern meist gering, die Kamera stellt jedoch automatisch auf unendlich, falls sich das Motiv außerhalb der Reichweite befindet (d.h. falls das Signal nicht zum Sender zurückgeworfen wird). Insofern wird dann (fast) das gesamte Bild scharf erscheinen.

Der Nachteil des aktiven Autofokus ist, dass die Bestimmung der Schärfenebene relativ einfach geschieht. Anders als beim passiven Autofokus, wird nicht das gesamte Bild analysiert, sondern lediglich der Abstand zu einem bestimmten Motiv gemessen und allein auf dieser Basis die Fokussierung übernommen. Sollen mehrere Motive scharf abgebildet werden, hat der Autofokus ein Problem und auch das Fotografieren durch Glasscheiben wird sich als schwierig erweisen, weil die Glasscheibe die Infrarotstrahlen reflektiert, damit als Motiv erkannt wird und die Kamera den Fokus dann auf den Nahbereich stellen wird.

### Passiver Autofokus

Der **passive Autofokus** wird heute von nahezu allen digitalen Kompaktkameras und auch der Mehrheit der Digital-SLRs verwendet. Dabei analysiert die Kamera bzw. eine Kamerasoftware vor der Aufnahme das Bild und verändert die Schärfenebene so lang, bis die Software glaubt, die optimale Ebene gefunden zu haben. Ein Bild erscheint scharf, wenn es einen hohen Kontrast aufweist und an Farbübergängen schmale, schwarze Linien auftreten – es wirkt unscharf, wenn jene Linien breiter sind und einzelne farbliche Abstufungen (z.B. einzelne Grautöne) aufweisen.

Der passive Autofokus arbeitet also vom Prinzip her wie der Fotograf selbst, indem er die Schärfe so lange reguliert, bis ein scharfes Bild erscheint. Er konzentriert sich dabei auf die gesamte Szene und nicht nur auf ein bestimmtes Motiv. Zudem kann er auf alle Entfernungen gute Resultate bringen – er ist nicht nur auf wenige Meter Reichweite beschränkt.

Ein Nachteil des passiven Autofokus ist, dass er Licht benötigt. In der Dunkelheit funktioniert er ohne Hilfsmittel nicht, in der Dämmerung funktioniert er meist nur suboptimal. Die Kamera kann eben das aufzunehmende Bild nicht auf Schärfe bzw. Kontrast überprüfen, wenn es zu dunkel ist. Eine Lösung, die viele Kameras unterdessen bieten, ist **AF-Hilfslicht**, das jedoch vor Verwendung meist in den Einstellungen der Kamera aktiviert werden muss. Bei Aktivierung sendet die Kamera dann während der Fokussierung ein paar leichte Blitze aus, um das Motiv etwas zu beleuchten und somit die Schärfenebene besser berechnen zu können. Natürlich greift die Kamera nur darauf zurück, wenn es dämmerig oder dunkel ist, und natürlich wird während der Aufnahme selbst kein Blitz durchgeführt (es sei denn dies wurde vom Benutzer gewünscht).

Es gibt zwei Modi des passiven Autofokus, den viele Kameras unterstützen. Im ersten Modus fixiert die Kamera die Fokussierung sobald der Auslöser halb gedrückt wird. Man kann dann die Kameraposition ändern und einen anderen Ausschnitt aufnehmen, ohne dass sich der Fokus ändert (mehr dazu im nächsten Abschnitt). Im zweiten Modus berechnet die Kamera die Schärfenebene immer wieder neu, auch wenn der Auslöser halb gedrückt ist. Diesen Modus nennt man **Automatische Schärfenachführung**, auch CAF, manchmal auch **Servo-AF**. Sie bietet sich bei Motiven an, die sich schnell bewegen (z.B. Fahrzeug, Sprinter, Gepard). Hier muss die Schärfe immer wieder sofort neu berechnet werden, denn schon eine halbe Sekunde nach erfolgreicher Fokussierung kann das Bild unscharf wirken, da das Motiv näher an der Kamera ist bzw. sich weiter weg befindet. Der Servo-AF wird bei alltäglichen Aufnahmen jedoch kaum verwendet und muss, falls die Kamera die Funktion überhaupt bietet, meist in einem Menü separat aktiviert (und danach ggf. wieder deaktiviert) werden.

### 5.3.3 Manueller Fokus

Da der Autofokus nicht immer die optimale Schärfenebene bestimmen kann, ermöglichen fast alle Kameras auch eine manuelle Einstellung. Der passive Autofokus orientiert sich vor allem an der

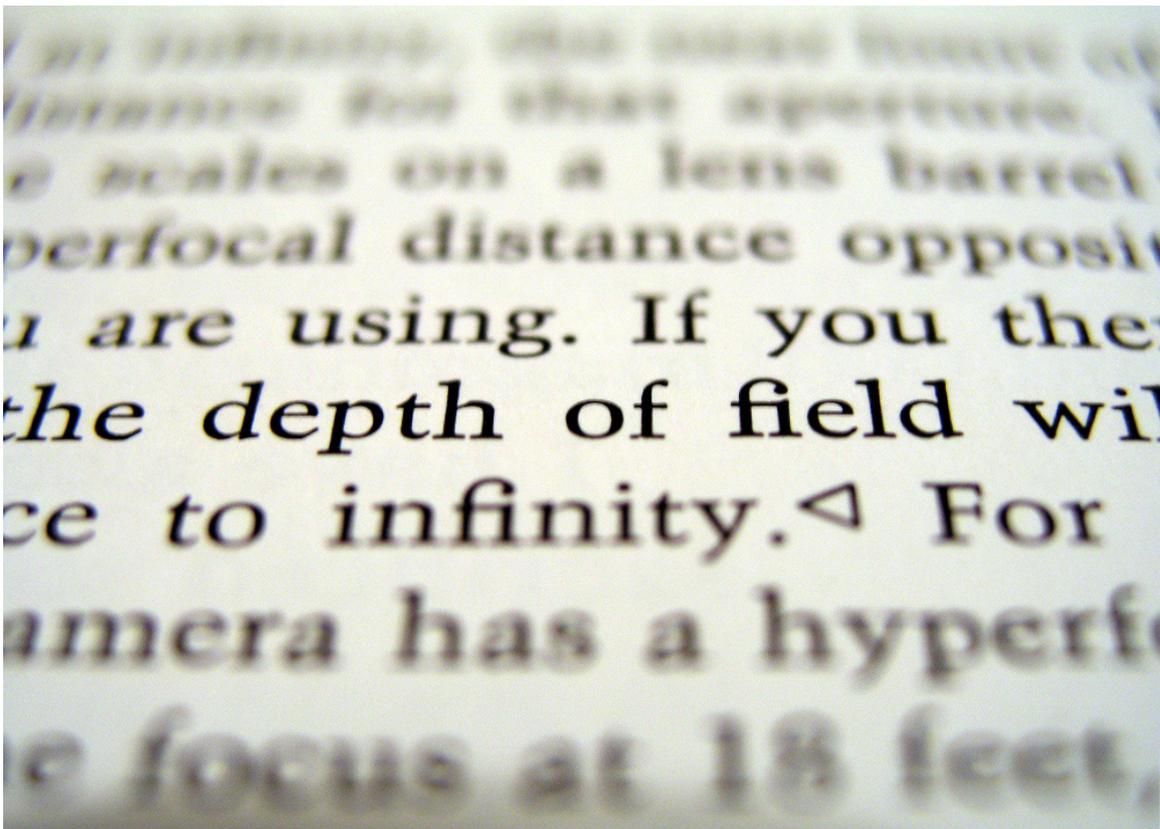
Bildmitte und an Objekten im Vordergrund; ein Objekt das nicht mittig ist und sich womöglich im Hintergrund befindet, wird von dem Autofokus oft nicht als Hauptmotiv erkannt und damit nicht fokussiert. Hier ist die Verwendung des **Manuellen Fokus** (MF) empfohlen.

Die meisten Kameras bieten einen einfachen Weg zur manuellen bzw. teilweise manuellen Fokussierung: Man richtet die Kamera mittig auf das Objekt, das man gern scharf haben möchte und die Kamera wird dieses Objekt scharf darstellen (unter Verwendung des Autofokus). Nun drückt man den Auslöser halb nach unten und die Schärfereinstellungen werden gespeichert (**AF-Speicherung**). Man kann nun die Kamera beliebig schwenken, die Schärfereinstellung bleibt jedoch erhalten solange man den Auslöser halb gedrückt lässt (jedoch meist auch die Belichtungseinstellung, falls diese automatisch geschieht). Dieses Verfahren funktioniert jedoch nicht, wenn die Automatische Schärfenachführung der Kamera aktiviert ist (siehe vorheriger Abschnitt).

Einige Autofokus-Systeme bieten die Option **Mehrfeldmessung** an, d.h. sie prüfen das Bild nicht nur in der Mitte, sondern an verschiedenen Stellen des Bildes, vor allem auch am Rand. Hier ist eine manuelle Fokussierung u.U. nicht notwendig, falls sich das Motiv außerhalb der Mitte befindet.

### 5.3.4 Die Schärfentiefe

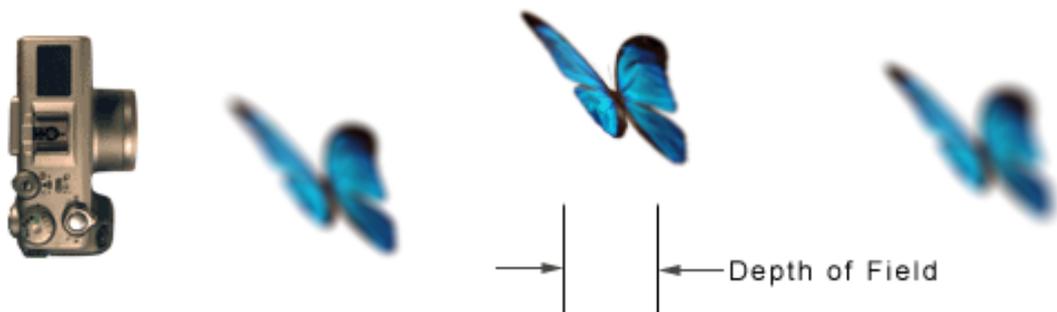
#### Grundlagen



**Abb. 53** Beispiel für geringe Schärfentiefe - nur ein schmaler Streifen erscheint scharf.

Die **Schärfentiefe** ist der (vertikale) Bereich eines Fotos, der für den Menschen scharf erscheint. Oft möchte man, dass dieser Bereich groß ist, möglichst unendlich - das Bild soll von vorn bis hinten scharf erscheinen. Das betrifft vor allem die Landschaftsfotografie.

Konzentriert man sich jedoch auf ein ganz bestimmtes Motiv, z.B. eine Person, ein Tier, einen bestimmten Gegenstand etc., so ist oft eine geringe Schärfentiefe gewünscht - nur das Motiv selbst soll scharf sein, der Hintergrund soll unscharf wirken, um das Motiv hervorzuheben bzw. nicht vom Motiv abzulenken. Manchmal ist ein verschwommener Hintergrund auch insofern notwendig, wenn Motiv und Hintergrund eine ähnliche oder gar gleiche Farbe besitzen, z.B. ein Schneemann vor einer weißer Hauswand - ohne einen stark verschwommenen Hintergrund würde der Schneemann evtl. kaum erkannt werden. Ein unscharfer Hintergrund oder Vordergrund bietet sich auch dann an, wenn dieser allgemein uninteressant oder unschön ist. In diesen Fällen ist also oft eine geringere Schärfentiefe gewünscht. Das gezielte Reduzieren der Schärfentiefe nennt man auch **Selektivscharfe**.



**Abb. 54** Schematische Darstellung der Tiefenschärfe (Depth of Field)

Die Schärfentiefe reicht etwa doppelt soweit hinter die Schärfenebene wie davor. Wird bspw. auf 5 Meter fokussiert, so könnte die Schärfentiefe z.B. von 4,5 bis 6 Meter oder 4 bis 7 Meter reichen. Das sind natürlich nur grobe Richtwerte, man kann somit aber etwa ausrechnen, auf welche Distanz man fokussieren sollte, wenn man einen bestimmten Bereich scharf abbilden möchte. Befindet sich das Motiv also bspw. zwischen 4 und 7 Metern (z.B. ein Klettergerüst), sollte man etwa auf 5 Meter fokussieren, damit es gleichmäßig im Bereich der Schärfentiefe liegt (diese muss dann aber auch wenigstens 3 Meter umfassen, sonst würde der vordere und hintere Teil bereits unscharf wirken). Sollen 2 Gegenstände scharf abgebildet werden, der eine in 4 Metern Entfernung und der andere in 7 Metern Entfernung, so sollte man ebenfalls auf etwa 5 Meter fokussieren. Dies ist ein recht wesentlicher Punkt in der Fotografie - sollen 2 unterschiedlich weit entfernte Objekte scharf dargestellt werden, darf die Schärfenebene nicht auf einem der Motive liegen, sondern dazwischen (auch wenn dort vielleicht nichts Spannendes zu sehen ist).



**Abb. 55** Gezieltes Vermindern der Schärfentiefe wird v.a. eingesetzt, um ein bestimmtes Motiv hervorzuheben.

Ab einer bestimmten Blende und Brennweite wird die Schärfentiefe unendlich, d.h. alles vom Vordergrund bis in den Hintergrund erscheint scharf. Das menschliche Auge hat ein enormes Spektrum an Schärfentiefe; ein realistisch wirkendes Bild sollte daher ebenfalls einen hohen Grad an Schärfentiefe aufweisen. Bilder mit geringer Schärfentiefe haben hingegen oft einen sehr künstlerischen Effekt; das bewusste Reduzieren von Schärfentiefe besitzt in der Fotografie daher neben dem Fokussieren oft eine hohe Bedeutung.

Die Schärfentiefe ist von 3 wesentlichen Faktoren abhängig:

- Blende
- Objektivbrennweite
- Abbildungsmaßstab (Entfernung zum Motiv)

Mit diesen drei Parametern kann man die Schärfentiefe also gewissermaßen regulieren, wobei für extreme Anpassung mehr als ein Parameter geändert werden muss. Man muss zudem beachten, dass Objektivbrennweite und Abbildungsmaßstab gewissermaßen zusammenhängen.

### **Die Bedeutung der Blende**

Für die Blende gilt: Je größer der Blendenwert, umso größer die Schärfentiefe. In der Landschaftsfotografie fotografiert man klassischerweise mit Blende 8 oder höher; da die Blende aber eben nicht der einzige beeinflussende Faktor ist, kann man auch mit Blende 4 oder weniger ein hohes Maß an Schärfentiefe erzeugen. Für Porträtaufnahmen werden gern kleine Blenden wie 2 oder 2,8 verwendet.

Die Blende wird oft als Hauptparameter zum Erzeugen bzw. Reduzieren von Schärfentiefe gesehen; das Ändern der Blende hat lediglich Einfluss auf die Belichtungszeit, während das Ändern von Abbildungsmaßstab und Brennweite ein anderes Bild erzeugen, was man oft nicht möchte. Da Digital-Kompaktkameras jedoch allgemein eine hohe Schärfentiefe bieten und die einfachen Objektive meist nur einen geringen Blendenbereich unterstützen (z.B. von 2,8 bis 5,6), ist hier womöglich die Objektivbrennweite von größerem Interesse.



**Abb. 56** Blume bei einer Blende von 5,6 - nur die Blume ist scharf, der Hintergrund ist nicht erkennbar.



**Abb. 57** Blume bei einer Blende von 32 - der Hintergrund ist erkennbar, die Blume sticht weniger hervor.

### Die Bedeutung der Objektivbrennweite

Für die Schärfentiefe ebenfalls von hoher Bedeutung ist die Brennweite, speziell die Objektivbrennweite (der Formatfaktor hat nur geringe Bedeutung). Hier gilt: Je kleiner die Objektivbrennweite, umso größer die Schärfentiefe.

Nimmt man mit einer Kamera ein Foto im Weitwinkel auf, weist dies also eine höhere Schärfentiefe auf als mit Telewinkel. Mit zunehmend langen Brennweiten sinkt die Schärfentiefe jedoch drastisch ab. Die Verwendung großer Brennweiten ist bei Kompakt-Digitalkameras daher oft ein wirkungsvolleres Mittel zum Reduzieren der Schärfentiefe.

Ein Beispiel: Personen und auch viele andere Motive werden gern im Telewinkel aufgenommen, oft zwischen 100 und 200 mm Brennweite. Das reduziert die Schärfentiefe (nur die Person wirkt scharf, der Hintergrund verschwimmt) und das Gesicht erscheint weicher.

Kompakt-Digitalkameras verwenden heute meist sehr kleine Bildsensoren und haben entsprechend niedrige Brennweiten. Diese liegen oft zwischen 5 und 10 mm im Weitwinkel und sind damit noch um ein vielfaches geringer als beim klassischen Kleinbildformat. Digitalkameras besitzen also von Haus aus eine sehr große Schärfentiefe, auch wenn die Pixelanordnung bzw. der Pixelabstand der kleinen Sensoren der Schärfentiefe ein wenig entgegenwirken kann. Für Landschafts- und Alltagsaufnahmen ist das oft erfreulich, wenn man jedoch bewusst Unschärfe erzeugen möchte, hat man es mit Kompaktkameras entsprechend schwer.

Im Gegensatz dazu haben Mittel- und Großformatkameras eine eher geringe Schärfentiefe. Man sieht oft, dass Reporter relativ sperrige Kameras mit großen (und vor allem langen) Objektiven bei sich haben. Damit gelingt ihnen die Selektivschärfe besser als mit Kompaktkameras - Personen werden sehr scharf dargestellt und bereits ein unweit entfernter Hintergrund wirkt unscharf. Einen solchen Effekt wird man mit einfachen Kompaktkameras nicht erzeugen können.

### **Die Bedeutung des Abbildungsmaßstabs**

Die Schärfentiefe nimmt ab, je weiter man sich einem Objekt nähert, d.h. umso geringer der Abstand zwischen Kamera und fokussiertem Motiv ist. Je geringer der Abstand ist, umso größer ist dann auch der Abbildungsmaßstab. Der Abbildungsmaßstab wird natürlich auch durch das Verlängern der Brennweite größer - insofern stehen Abbildungsmaßstab und Brennweite in einem gewissen Bezug.

### **Zusammenfassung**

Für die Erhöhung der Schärfentiefe gibt es folgende Möglichkeiten:

<b>Metho- de</b>	<b>Mög- liche Proble- me</b>
----------------------	--

<b>Methode</b>	<b>Mögliche Probleme</b>
Blende erhöhen	Führt zu längeren Belichtungszeiten. Bei ungünstigen Lichtverhältnissen könnte das Bild verwackeln bzw. ein Stativ wird benötigt. Zudem haben viele Kompaktkameras nur wenig Spielraum, was die Wahl der Blende betrifft.

<b>Methode</b>	<b>Mögliche Probleme</b>
Brennweite vermindern / Entfernung zum Motiv erhöhen	Mehr vom Bild wird sichtbar, der Bildausschnitt ändert sich. Anschließen des Beschneidens des Bildes ("digitaler Zoom") kann das Problem möglicherweise lindern.

Für die Verminderung der Schärfentiefe gibt es folgende Möglichkeiten:

<b>Methode</b>	<b>Mögliche Probleme</b>
Blende vermindern	Führt zu geringeren Belichtungszeiten. Bewegung lässt sich schlechter darstellen, die minimale Belichtungsdauer der Kamera könnte an sehr hellen Tagen überschritten werden. Zudem haben viele Kompaktkameras nur wenig Spielraum, was die Wahl der Blende betrifft.
Brennweite erhöhen / Entfernung zum Motiv vermindern	Weniger vom Bild wird sichtbar, der Bildausschnitt ändert sich.

## 5.4 Belichtung

### 5.4.1 Einführung

Die **Belichtung** eines Fotos ist der zentrale Bereich des Fotografieren. Sie geschieht, indem für einen kurzen Augenblick der Verschluss des Objektivs geöffnet wird und Licht auf den lichtempfindlichen Film oder den lichtempfindlichen Kamerasensor trifft. Je mehr Licht dabei durch das Objektiv strömt, umso heller wird das Bild am Ende, aber natürlich ist dies im Wesentlichen davon abhängig, wie viel Licht überhaupt vorhanden ist.

Nur bei korrekter Belichtung entsteht auch ein korrekt belichtetes Foto - im anderen Fall wird es zu hell oder zu dunkel (bzw. im Extremfall weiß oder schwarz) sein. Fotos, die zu kurz belichtet wurden und daher zu dunkel sind, nennt man **unterbelichtet**. Fotos, die zu lange belichtet wurden und daher zu hell sind, nennt man **überbelichtet**.

Die Belichtungszeit ist ein wesentliches Merkmal zur Steuerung der Belichtung eines Fotos. In der Dämmerung wird sie länger sein, denn nur wenig Licht ist vorhanden, an hellen Sommertagen wird sie kürzer sein, da viel Licht vorhanden ist und ein Foto in Bruchteilen einer Sekunde bereits belichtet wird. Die korrekte Belichtung eines Fotos ist jedoch von insgesamt 3 Parametern abhängig.

Folgende Größen haben Einfluss auf die (korrekte) Belichtungsdauer eines Fotos:

- Verschlusszeit (Belichtungsdauer)
- Blende
- Lichtempfindlichkeit von Film oder Sensor (ISO-Wert)

Hierbei gilt folgendes:

- Je länger die Verschlusszeit, umso heller das Bild.
- Je kleiner der Blendenwert, umso heller das Bild.
- Je größer die Lichtempfindlichkeit, umso heller das Bild.

Übrigens: Die Brennweite beeinflusst die Belichtung eines Fotos ebenfalls zu einem bestimmten Grad. Mit zunehmend großen Brennweiten steigt nämlich die minimal verwendbare Blende. Bei sehr langen Brennweiten ist die Wahl einer sehr kleinen Blende daher nicht möglich. Zudem nimmt mit zunehmender Brennweite die Verwacklungsgefahr zu - unabhängig von der Verschlusszeit. Darauf wird später aber noch ausführlicher eingegangen.

### 5.4.2 Die 3 Elemente der Belichtung

#### Verschlusszeit

Die **Verschlusszeit** (auch Belichtungsdauer, Belichtungszeit) gibt an, wie lange das Bild belichtet wird. Sie wird in Sekunden angegeben und meist als Bruch dargestellt, z.B. 1/250 Sekunde. Je länger die Verschlusszeit ist, umso heller wird das Bild. Die meisten Kameras bestimmen die Verschlusszeit heute automatisch, viele Modelle (jedoch längst nicht alle) bieten dem Fotografen aber auch eine manuelle Einstellung der Belichtungsdauer. Für kreatives und experimentelles Fotografieren ist dies ein besonderer Vorzug.

In der Fotografie gibt es eine Reihe von typischen Belichtungsdauern, die man als Quasi-Standard bezeichnen könnte. Diese sind typischerweise 1/4000, 1/2000, 1/1000, 1/500, 1/250, 1/125, 1/60, 1/30, 1/15, 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60 Sekunden und werden als "Volle Schritte" bezeichnet. Spezialkameras bieten auch Stufen oberhalb bzw. unterhalb dieser Werte, z.B. 1/16000 Sekunde für extrem kurze Belichtung oder mehrere Minuten oder gar Stunden für extreme Langzeitbelichtung.

Wie man sieht, verdoppelt jede Stufe die Belichtungsdauer des Vorgängers. Viele Kameras, die eine manuelle Belichtung erlauben, bieten dem Fotografen aber auch eine deutlich feinere Abstufung an (z.B. Drittelstufen: 1/1000, 1/800, 1/640, 1/500, 1/400, 1/320, 1/250, 1/200, 1/160, 1/125, 1/100, 1/80, 1/60, 1/50, 1/40, 1/30, 1/25, 1/20, 1/15, 1/13, 1/10, 1/8, 1/6, 1/5, 1/4 etc.); die vollen Stufen sind aber, wie zu erkennen ist, immer in dieser Reihe enthalten. Im Automatik-Modus kann die Kamera zudem auch eine willkürliche Verschlusszeit verwenden, z.B. 1/409 Sekunde.

Je kleiner die Verschlusszeit ist, umso geringer ist die Gefahr des Verwackelns. Für scharfe Bilder werden daher stets geringe Verschlusszeiten angestrebt, insbesondere wenn sich das Motiv bewegt und scharf abgebildet werden soll. Lange Belichtungszeiten bieten sich an, um gezielt Bewegung darzustellen.

### Blende

Die Blende ist eine Öffnung im Objektiv. Sie kann für gewöhnlich unterschiedlich weit geöffnet werden. Wird sie weit geöffnet, fällt in einer Zeiteinheit viel Licht auf Film oder Sensor. Wird sie nicht so weit geöffnet, fällt weniger Licht ein. Die Blende bestimmt damit ebenfalls die Belichtungsdauer.

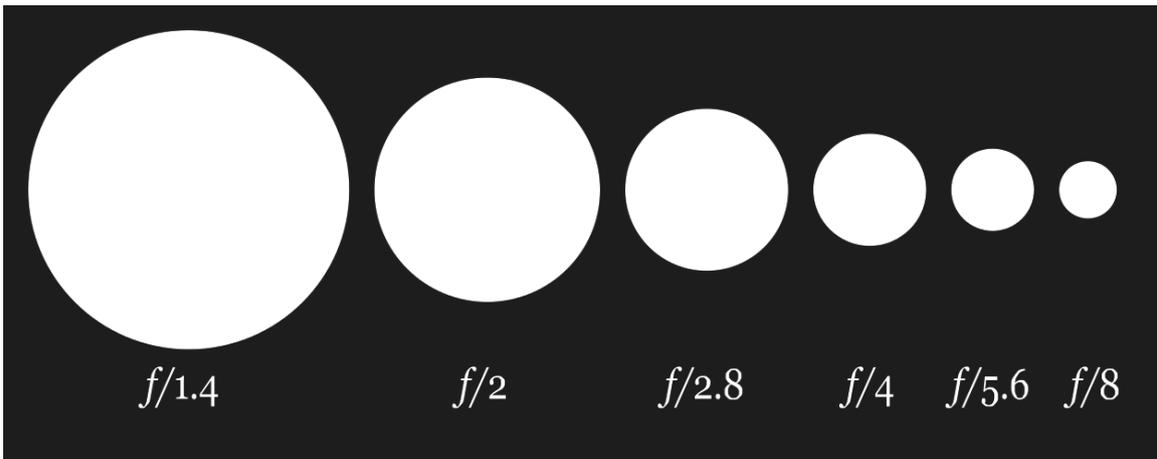


Abb. 58 Größenverhältnis einiger Blendenwerte.

Wie bei der Belichtungsdauer gibt es auch für die Blende eine Größe. Diese heißt **Blendenwert** oder Blendenzahl, was leider oft mit dem Wort "Blende" abgekürzt wird und daher für Verwirrung sorgen kann. Unter dem Begriff Blende versteht man in der Alltagssprache somit zwei Dinge: Das Bauteil selbst sowie den Grad der Öffnung (also den Wert).

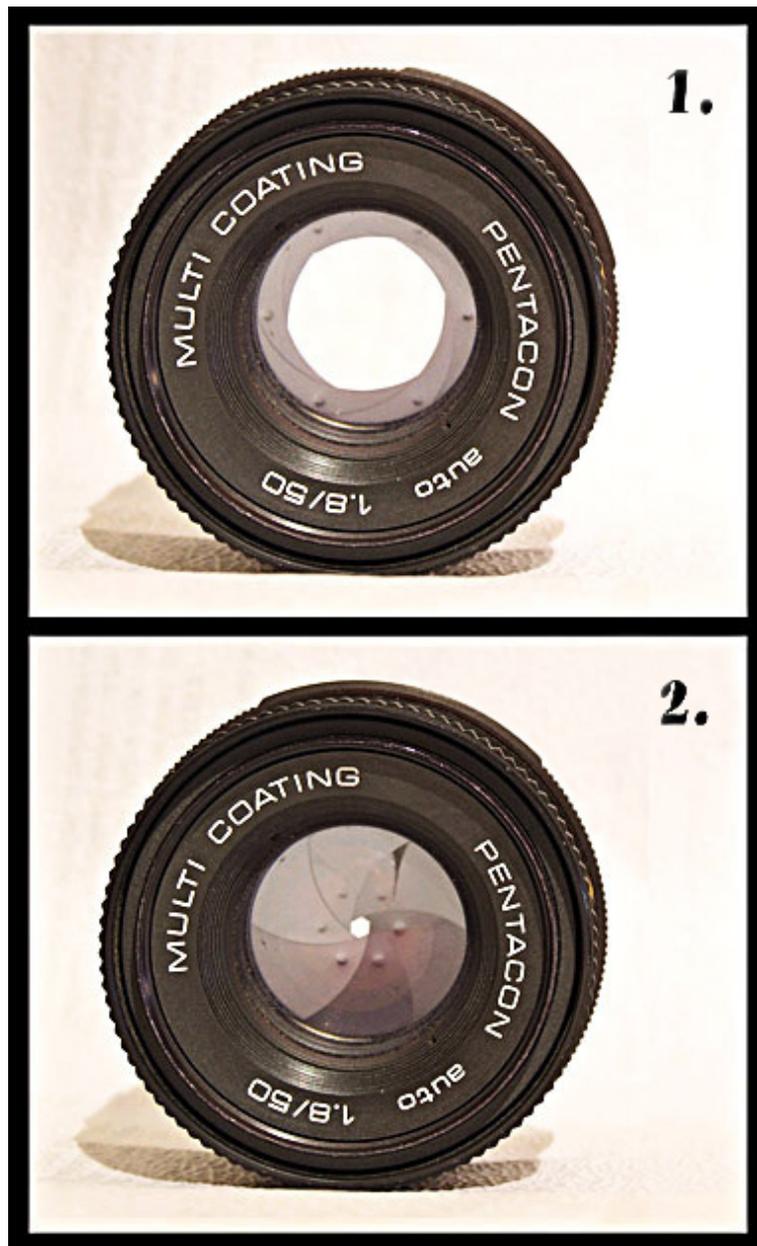
Zudem muss folgendes beachtet werden: Eine weit geöffnete Blende (viel Licht strömt ein) hat einen *kleinen* Blendenwert. Eine nur wenig geöffnete Blende (wenig Licht strömt ein) hat einen *großen* Blendenwert. Spricht man von einer großen Blende (Blende 8 oder höher), bedeutet dies also, dass die Blende nur wenig geöffnet wird und nur wenig Licht hineinfällt. Spricht man von kleinen

Blenden (Blende 2,8 oder weniger), ist die Blende weit geöffnet und viel Licht strömt durch das Objektiv.

Es gilt damit folgendes: Je größer der Blendenwert, umso länger die Belichtungszeit zur korrekten Belichtung des Fotos. Je kleiner der Blendenwert, umso kürzer die Belichtungszeit.

Wie bei den Verschlusszeiten, gibt es ebenfalls "normierte" Blendenwerte . Oft werden volle Schritte verwendet:  $f/1$ ,  $f/1,4$ ,  $f/2$ ,  $f/2,8$ ,  $f/4$ ,  $f/5,6$ ,  $f/8$ ,  $f/11$ ,  $f/16$ ,  $f/22$ ,  $f/35$ ,  $f/45$ . Dies ist die offizielle Schreibweise, wie man Blenden angibt, zumeist verwendet man aber einfach nur die Zahl. So sagt man in der Alltagssprache oft "Blende 8" und meint damit  $f/8$ .

Die Blende sagt eigentlich aus, wie groß der effektive Durchmesser der Linse ist, d.h. der Bereich, an dem Licht hineinfällt. Dieser lässt sich aus Objektivbrennweite ( $f$ ) und Blendenzahl berechnen. Ein Beispiel: Die Objektivbrennweite beträgt 10 mm und es wird Blende  $f/2$  verwendet. Der Wert  $f/2$  sagt bereits, wie man rechnet:  $10 \text{ mm} / 2 = 5 \text{ mm}$ . Verwendet man Blende 4, so hat man einen effektiven Durchmesser von  $10 \text{ mm} / 4 = 2,5 \text{ mm}$ . Bei Blende 8 wären es nur noch 1,25 mm. Das heißt also: Verdoppelt sich die Blende, so halbiert sich der Durchmesser der Blende.



**Abb. 59** Objektiv einer Kamera, einmal mit weit geöffneter Blende (2,8) und einmal mit wenig geöffneter Blende (16).

Bezüglich der Belichtung gilt folgendes: Erhöht man den Blendenwert um eine Stufe (z.B. von 2,8 auf 4), so muss die Belichtungsdauer verdoppelt werden, um das Foto auf gleiche Weise zu belichten. Ein Beispiel: Man möchte eine Landschaft bei Blende 2,8 aufnehmen. Die Belichtung scheint optimal bei einer Verschlusszeit von 1/1000 Sekunde. Stellt man die Blende jetzt jedoch auf 4 (nächste Blendenstufe), um z.B. mehr Schärfentiefe zu erzeugen, so muss man die Belichtungsdauer auf 1/500 senken. Das Bild würde dann genauso belichtet werden, wie mit der alten Blende bei 1/1000 Sekunde Belichtungszeit. Würde man jetzt die Blende sogar auf 8 stellen, so wäre eine Belichtungsdauer von 1/125 Sekunde notwendig.

Die Verwendung von vollen Blenden ist relativ grob, so dass viele Kameras zur Feineren Abstufung halbe Blendenstufen verwendet oder gar Drittelstufen. Halbe Blendenstufen sind:  $f/1,0$ ,  $f/1,2$ ,  $f/1,4$ ,  $f/1,7$ ,  $f/2$ ,  $f/2,4$ ,  $f/2,8$ ,  $f/3,4$ ,  $f/4,0$ ,  $f/4,8$ ,  $f/5,6$ ,  $f/6,7$ ,  $f/8$ ,  $f/9,5$ ,  $f/13$ ,  $f/19$ , ...

Drittelstufen sind noch feiner: Hier liegen 2 Abstufungen zwischen den vollen Blenden. Die Stufen sind  $f/1$ ,  $f/1,1$ ,  $f/1,2$ ,  $f/1,4$ ,  $f/1,6$ ,  $f/1,8$ ,  $f/2$ ,  $f/2,2$ ,  $f/2,5$ ,  $f/2,8$ ,  $f/3,2$ ,  $f/3,5$ ,  $f/4$ ,  $f/4,5$ ,  $f/5$ ,  $f/5,6$ ,  $f/6,3$ ,  $f/7,1$ ,  $f/8$ ,  $f/9$ ,  $f/10$ ,  $f/11$ ,  $f/13$ ,  $f/14$ ,  $f/16$ ,  $f/18$ ,  $f/20$ ,  $f/22$ , ...

Wichtig ist dabei eigentlich nur, dass man die vollen Stufen kennt und weiß, dass jede weitere volle Stufe die Belichtungszeit verdoppelt (wobei z.B. ein Übergang von  $f/3,2$  nach  $f/4,5$  auch einem vollen Schritt entspricht).

Jede Kamera hat einen bestimmten Blendenbereich, d.h. einen Bereich mit verfügbaren Blenden, welche zur Belichtung eingesetzt werden können. Bei Digital-Kompaktkameras ist dieser oft relativ gering, z.B. zwischen 2,8 und 5,6 oder 2,8 und 8. Mit zunehmender Brennweite erhöht sich auch die minimale mögliche Blendenzahl, da die ganz großen Blenden bei langen Brennweiten (also weit ausgefahrenem Objektiv) nicht mehr angewendet werden können. Ist die kleinste Blende bspw. 2,8 im Weitwinkel, so ist sie bei maximaler Brennweite (Telewinkel) vielleicht 4,5; auch wenn sich die Blende also bis 2,8 öffnen lässt, ist dies im Telewinkel nicht möglich.

Unter der **Lichtstärke** des Objektivs versteht man, wie viel Helligkeit des Motivs auf den Sensor bzw. Film übertragen werden kann - sie entspricht der minimalen Blende ("Anfangsblende") und wird mit  $1/b$  angegeben, wobei  $b$  die Blende ist. Da die meisten Objektive eine dynamische Brennweite besitzen und die Anfangsbrennweite somit variiert, wird die Lichtstärke als Bereich angegeben. In dem obigen Beispiel würde die Lichtstärke mit  $1/2,8$  -  $1/4,5$  angegeben werden. Unter **lichtstarken Objektiven** versteht man dabei Objektive mit großer Lichtstärke, z.B.  $1/2,8$  oder niedriger.

Hinweis: Die Blende hat nicht nur Einfluss auf die Belichtungsdauer, sondern auch auf die Schärfentiefe (siehe Abschnitt "Fokussierung"). Dies sollte bei der Belichtung berücksichtigt werden.

### Lichtempfindlichkeit (ISO-Wert)

Die Lichtempfindlichkeit (ISO-Wert) gibt an, wie lichtempfindlich ein Film ist, das heißt wie schnell er bei gegebener Lichtmenge belichtet wird. Bei einer hohen Lichtempfindlichkeit wird er schneller belichtet als bei einer niedrigen Lichtempfindlichkeit. Man kann das etwa mit Personen vergleichen, die weniger oder mehr sonnenempfindlich sind – manche bekommen bereits nach wenigen Minuten einen Sonnenbrand (sehr empfindlich), andere erst nach längerer Zeit (weniger empfindlich).

Die Lichtempfindlichkeit wird als ISO-Wert bezeichnet, wobei ISO-100 oft als Standard gesehen wird. Je größer der Wert ist, umso empfindlicher ist er. Die Werte werden meist verdoppelt, d.h. ISO-200, ISO-400, ISO-800, ISO-1600, ISO-3200 und ISO-6400. Unterhalb von ISO-100 sind ISO-50 und ISO-25 erwähnenswert. ISO-12 und ISO-6 werden selten verwendet.

Die inzwischen weniger gebräuchliche Norm der DIN verwendet ein ähnliches Wertesystem. Hierbei bezeichnet der Wert  $21^\circ$  die Lichtempfindlichkeit von ISO-100 und  $3^\circ$  mehr bedeutet jeweils die Verdopplung der Empfindlichkeit. Entsprechend bedeuten  $3^\circ$  weniger die Halbierung der Empfindlichkeit.

<b>ISO 25</b>	<b>ISO 50</b>	<b>ISO 100</b>	<b>ISO 200</b>	<b>ISO 400</b>	<b>ISO 800</b>	<b>ISO 1600</b>	<b>ISO 3200</b>
15°	18°	21°	24°	27°	30°	33°	36°

Die meisten Digitalkameras bieten auch das manuelle Einstellen des ISO-Werts an. Das erscheint auf den ersten Blick möglicherweise kurios, da Digitalkameras keinen Film verwenden. Tatsächlich arbeitet der Kamerasensor jedoch ähnlich wie ein Film und kann ebenso eine bestimmte Lichtempfindlichkeit besitzen – die Wirkung ist hierbei sogar der Wirkung des Films recht ähnlich. Anders als bei Filmen, verwenden Kameras oft auch untypische ISO-Werte wie ISO-80 oder ISO-150.

Die Wahl einer hohen Lichtempfindlichkeit hat natürlich den Vorteil, dass die Verschlusszeit damit vermindert wird (das Bild wird schneller belichtet, da der Film empfindlicher ist). Manchmal kann ein hoher ISO-Wert also dafür sorgen, dass man in der Dämmerung noch ohne Stativ Fotos verwacklungsfrei fotografieren kann, was mit einem niedrigen ISO-Wert nicht mehr möglich ist. Ein hoher ISO-Wert führt aber insbesondere in der Dämmerung und Nacht zu einem verstärkten Bildrauschen, oft schon ab ISO-400. Das Rauschen wirkt manchmal wie eine Verpixelung, als ob das Foto in sehr kleiner Auflösung aufgenommen worden wäre; es bilden sich mehr oder weniger große Flecken, die sehr unschön wirken. Solches **Bildrauschen** ist ärgerlich und kann bei stärkerer Ausprägung das gesamte Foto zerstören. Man kann geringes Rauschen aber oft recht effektiv mit Bildbearbeitungsprogrammen reduzieren, insbesondere wenn nur ein bestimmter Teil des Bildes (z.B. Himmel) betroffen ist. Im Zweifelsfall sollte der ISO-Wert aber heruntergestellt und eine andere Möglichkeit (längere Verschlusszeit, kleinere Blende, Stativ/Ablage) in Betracht gezogen werden.



**Abb. 60** Aufnahme bei einer Lichtempfindlichkeit von ISO 100.



**Abb. 61** Aufnahme bei einer Lichtempfindlichkeit von ISO 200.



**Abb. 62** Aufnahme bei einer Lichtempfindlichkeit von ISO 400.



**Abb. 63** Aufnahme bei einer Lichtempfindlichkeit von ISO 3200. Das Rauschen ist nun deutlich zu erkennen.

### **Zusammenfassung**

Die Belichtung ist von den 3 vorgestellten Parametern abhängig, wobei man jedoch meist mit Blende und Belichtungszeit arbeitet. Der ISO-Wert ist bei Digitalkameras eher ein "Joker", den man verwenden kann, wenn man mit Blende und Belichtungszeit allein nicht weiterkommt; bei analogen Kameras kann man den ISO-Wert ohnehin nicht uneingeschränkt ändern; man muss sich beim Kauf des Films für einen ISO-Wert entscheiden und diesen dann (während des Fotografierens) akzeptieren.

Man kann die Belichtung also über die 3 erläuterten Parameter vornehmen, aber oft lassen sich nicht alle Parameter frei bestimmen, da sie nicht nur zur Belichtung dienen, sondern auch Einfluss auf das Foto haben. Man kann ein Bild beispielsweise mit Blende 11, ISO-50 und 1/4 Sekunde belichten, aber bei solch niedriger Belichtungszeit würde das Foto ohne Stativ verwackeln. Hat man kein Stativ parat, so würde der Fotograf versuchen die Belichtungsdauer zu erhöhen und dafür dann die Blende zu reduzieren und/oder den ISO-Wert zu erhöhen. Damit wird er aber womöglich an Schärfentiefe einbüßen oder ein verrauschtes Bild riskieren. Bei der Wahl der drei Faktoren muss man also stets Kompromisse eingehen.

Die Frage ist dann oft: "Was ist mir am wichtigsten?" Möchte ich unbedingt Bewegung einfrieren? Dann brauche ich kurze Belichtungszeiten und muss ggf. eine große Blende verwenden, was zu weniger Schärfentiefe führt. Oder lege ich mehr Wert auf Schärfentiefe? Dann muss ich ggf. ein leicht verwackeltes Bild in Kauf nehmen. Am meisten Spielraum hat man noch mit dem ISO-Wert, da er nur wenig Einfluss auf das Resultat hat; lediglich das Rauschen bei höheren Werten muss beachtet werden.

Die fehlerhafte Belichtung eines Fotos führt nicht immer sofort dazu, dass es ruiniert ist. Die digitale Fotografie ist relativ fehlertolerant was Belichtungsfehler angeht. Ein leicht über- oder unterbelichtetes Foto kann oft noch mittels Nachbearbeitung korrigiert werden. Dabei stehen die Chancen vor allem gut, wenn das Bild zu dunkel, also unterbelichtet ist. Überbelichtete Fotos sind oft schwerer zu beheben, da in den zu hellen Bereichen Konturen verloren gehen können.

### 5.4.3 Das Histogramm

Das **Histogramm** ist ein Hilfsmittel, das viele Kameras (und auch die meisten Bildbearbeitungsprogramme) anbieten, um die Belichtung eines Fotos beurteilen zu können. Es zeigt dabei auf einer Skala an, wie die Verteilung der dunklen, mittleren und hellen Töne ist. Hohe Werte auf der linken Seite bedeuten, dass viele dunkle Töne dominieren, was auf ein unterbelichtetes Foto hindeutet. Hohe Werte auf der rechten Seite weisen hingegen viele helle Stellen hin und das Foto ist vermutlich überbelichtet. Wenn die mittleren Töne dominieren, scheint das Foto hingegen korrekt belichtet zu sein.

Das Histogramm kann als Unterstützung verwendet werden, wenn man jedoch ausschließlich das Diagramm betrachtet, kann man noch nicht sicher sagen, dass ein Foto wirklich falsch belichtet (d.h. über- oder unterbelichtet) wurde. Am Ende muss der Fotograf beim Betrachten des Fotos selbst entscheiden, ob es korrekt belichtet wurde. Als grobe Orientierungshilfe ist das Histogramm jedoch allemal geeignet.

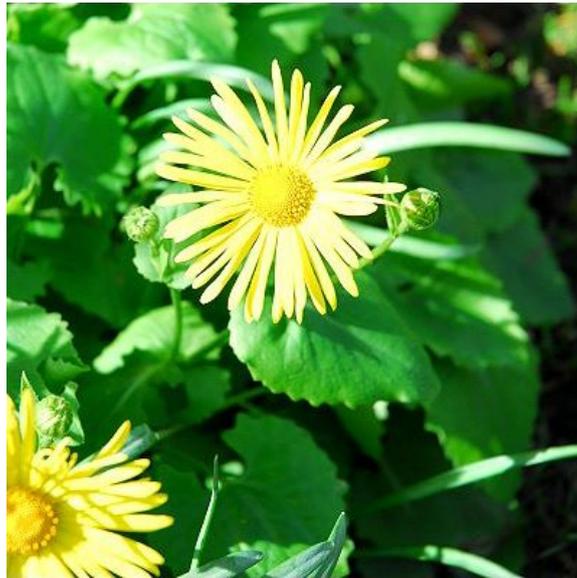
Übrigens: Es gibt Szenen, wo das Histogramm scheinbar merkwürdige Werte anzeigt, ohne dass das Foto zwangsläufig falsch belichtet wurde. Treten nur am linken und rechten Rand starke Ausschläge auf und in der Mitte kaum, so kann es sich bspw. um eine korrekt belichtete Dämmerungs- oder Nachtaufnahme handeln.



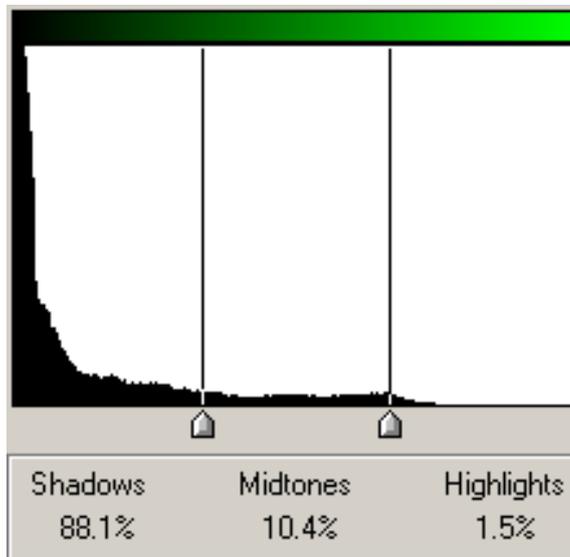
**Abb. 64** Unterbelichtetes Foto



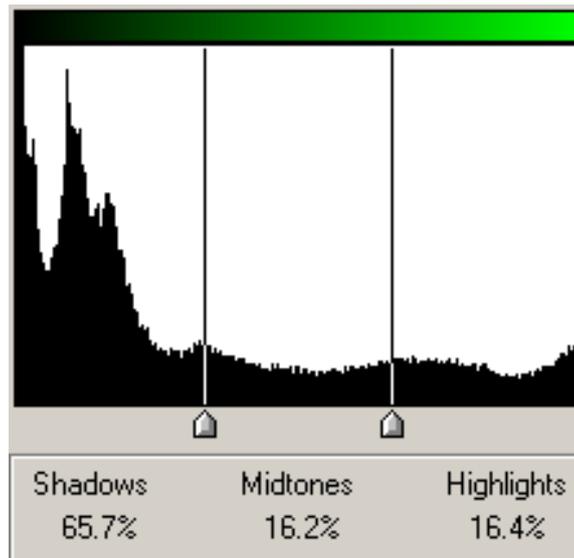
**Abb. 65** Korrekt belichtetes Foto



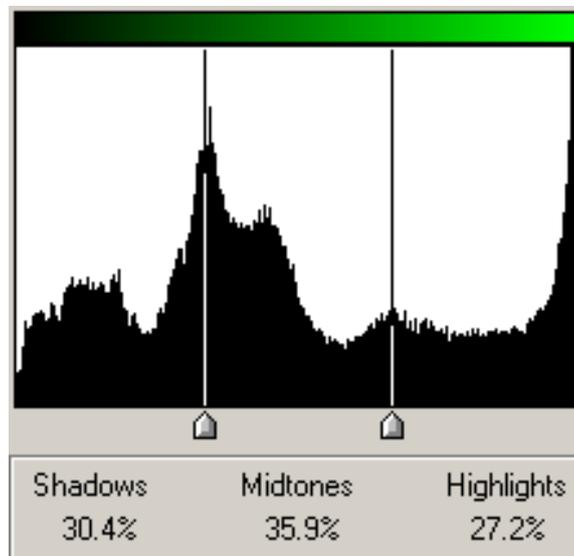
**Abb. 66** Überbelichtetes Foto



**Abb. 67** Entsprechendes Histogramm zum unterbelichteten Foto



**Abb. 68** Entsprechendes Histogramm zum korrekt Foto



**Abb. 69** Entsprechendes Histogramm zum überbelichteten Foto

#### 5.4.4 Der Lichtwert

##### Grundlagen und Bedeutung

Da die Belichtung eines Fotos von mehreren Faktoren abhängt, wäre es günstig, man könne aus diesen Faktoren einen eindeutigen Wert ableiten, der aussagt, wie hell ein bestimmtes Bild in einer bestimmten Situation ist. Die Belichtungsdauer eignet sich hierfür nicht, da sie ja stets von Blende und ISO-Wert abhängig ist.

Der **Lichtwert** (LW), auch Exposure Value (EV), ist ein solcher Faktor. Er wird allgemein aus Blende und Belichtungsdauer berechnet. Da der ISO-Wert jedoch ebenfalls mit zur Belichtung beiträgt, wird der vollständige Wert aus den 3 Parametern berechnet.

Grob kann man die Lichtwerte für ein korrekt (!) belichtetes Foto etwa wie folgt deuten:

- LW ist 0 .. 3: Große Dunkelheit, Nacht
- LW ist 4.. 7: Dämmerung, wenig Licht
- LW ist 8 .. 11: Tageslicht mit wenig Licht (bewölkt)
- LW ist 11 .. 14: Tageslicht mit viel Licht (sonnig)
- LW ist größer 14: Sehr helle Szene

Auf Handbelichtungsmessern kann man sehen, dass ein Lichtwert von 7 etwa einer Lichtmenge von 700 Lux entspricht. Jede weitere Stufe verdoppelt den Wert (ein Lichtwert von 8 entspricht dann etwa 1400 Lux).

### Berechnung des Lichtwerts

Die Berechnung des LW lautet:  $\text{ld}((\text{Blende}^2) / \text{Belichtungsdauer})$

Die Blende wird hierbei als Blendenwert angegeben (z.B. 5,6), die Belichtungsdauer in Sekunden (z.B. 1/500 bzw. 0,002). Mit ld wird der Logarithmus zur Basis 2 bezeichnet.

Beispiel: Die Belichtung eines Fotos mit Blende 5,6 und 1/500 Sekunde ergibt folgenden Lichtwert:  $\text{ld}((5,6*5,6) / 0,002) = 13,93$ . Meist verwendet man ganze Zahlen beim Lichtwert, man würde dieses Ergebnis also auf 14 runden.

Der Lichtwert ist demnach 14 (der ISO-Wert sei zunächst vernachlässigt). Nun ändert der Fotograf die Blende auf f/6,3 (Drittelschritte). Man kann nun ausrechnen, welche Belichtungsdauer notwendig ist, um wieder auf einen Lichtwert von 14 zu gelangen, d.h. um das Bild in gleicher Helligkeit darzustellen. Mit  $\text{ld}((6,3*6,3) / 0,0025) = 13,95$  erkennt man, dass eine Belichtungsdauer von 0,0025 Sekunden (= 1/400) notwendig sind, um das Bild mit selber Helligkeit aufzunehmen. Um den Wert zu berechnen, muss man die Formel natürlich zunächst nach der Belichtungsdauer umstellen.

Nun spielt noch die Lichtempfindlichkeit eine gewisse Rolle. Diese macht die Rechnung jedoch kaum komplizierter. Man addiert hierbei einfachen einen Wert X auf den Lichtwert, wobei X=0 bei ISO 100 gilt. Mit jeder Verdopplung der Empfindlichkeit **verringert** sich X um eins. Bei ISO-200 gilt X = -1, bei ISO-400 gilt X = -2 etc. Bei Werten unter 100 wird X positiv. Bei ISO-50 gilt somit X = 1, bei ISO-25 gilt X = 2.

Jetzt kann man den Lichtwert korrekt ausrechnen: Wenn ein Bild mit Blende 5,6 bei 1/500 Sekunde aufgenommen wird (obiges Beispiel) und ISO-25 verwendet wurde, so ist der Lichtwert  $14 + 2$ , also 16.

### Faustregel zum einfacheren Berechnen

Da die vorgestellte Formel recht kompliziert ist (insbesondere wenn man gerade keinen Taschenrechner zur Hand hat), gibt es eine einfachere Möglichkeit, den Lichtwert zu berechnen. Man sagt einfach, Blende 1 hat einen **Blendenleitwert** von 0, Blende 1,4 von 1, Blende 2 von 2, Blende 2,8 von 3 etc. Jede weitere Blendenstufe erhöht also den Blendenleitwert um 1. Bei der Belichtung

hat eine Dauer von 1 Sekunde den **Zeitleitwert** 0. 1/2 Sekunde hat einen Zeitleitwert von 1, 1/4 Sekunde hat einen Wert von 2 etc. Analog erhöht sich hier der Zeitleitwert mit jeder Halbierung der Belichtungsdauer (mit jedem vollen Schritt). Bei der ISO-Empfindlichkeit werden die Werte verwendet wie bereits erläutert (also z.B. -2 bei ISO-400). Man addiert nun die 3 Werte zusammen und erhält den Lichtwert.

Ein Beispiel: Die Belichtungsdauer ist 1/250 Sekunde bei Blende 8 und ISO-400. Wie groß ist der Lichtwert? Statt der komplizierten Formel berechnen wir zunächst den Blendenleitwert. Blende 8 ist die 6. volle Stufe nach 1. Der Blendenleitwert ist also 6. Dann berechnen wir den Lichtleitwert. 1/250 Sekunde ist die 8. volle Stufe nach 1 Sekunde. Der Lichtleitwert ist also 8. Nun berechnen wir die beiden Werte zusammen und haben einen Lichtwert von 14. Hier muss nun noch der ISO-Wert mit berücksichtigt werden. ISO-400 ist die 2. Verdopplung nach ISO-100. Es muss also noch 2 subtrahiert werden. Der Lichtwert ist demnach  $6+8-2 = 14$ . Das ist ein Wert, der in etwa an einem trüben Tag erreicht wird.

Diese Art der Berechnung hat den Nachteil, dass man den Lichtwert nur annähernd berechnen kann. Verwendet man Zwischenstufen (z.B. Blende 6,3 oder 1/320 Sekunde) so muss man runden oder die Kommastelle abschätzen. Für die grobe Berechnung ist es jedoch völlig ausreichend.

### 5.4.5 Belichtungsarten der Kamera

#### Automatische Belichtung

Jede Digitalkamera besitzt unterdessen einen **Automatik-Belichtungsmodus**, d.h. die Kamera wählt Blende und Belichtungsdauer automatisch; oft wird dabei auch der ISO-Wert automatisch bestimmt, wobei die Kamera einen kleinen Wert anstreben wird (z.B. ISO-100). Die meisten Kameras sind dabei intelligent genug, zu erkennen, ob sie auf einem Stativ stehen oder von Hand gehalten werden. In der Abenddämmerung wird die Kamera, falls kein Stativ vorhanden ist, kurze Verschlusszeiten durch die Wahl einer kleinen Blende und ggf. eines hohen ISO-Werts verwenden, um ein Verwackeln zu vermeiden.

Um die Belichtung durchzuführen, muss die Kamera das Bild zuvor analysieren, um die aus ihrer Sicht korrekte Blende und Verschlusszeit auszuwählen.

Es gibt verschiedene Arten der Belichtungsmessung. Einige Kameras ermöglichen auch, dass man diese einstellen kann. Beispiele sind:

- **Mittelwertmessung:** Dieses Verfahren ist das einfachste. Die Kamera misst die Lichtintensität im gesamten Bildbereich und berechnet den Durchschnittswert, der dann als Lichtwert gilt. Das Verfahren ist okay, wenn das Bild gleichmäßig hell ist; bei größeren Unterschieden, z.B. sonnigen und schattigen Bereichen oder gar Gegenlicht, wird das Bild jedoch möglicherweise falsch belichtet. Es reicht oft nicht aus, einfach den durchschnittlichen Helligkeitswert für die Belichtung zu verwenden, so dass andere Verfahren hier bessere Ergebnisse erzielen.
- **Mittenbetonte Messung:** Dies ist die Weiterentwicklung der Mittelwertmessung. Die Helligkeit der Szene wird nach wie vor als Durchschnittswert der einzelnen Bildbereiche berechnet, allerdings wird der Mitte des Bildes eine größere Bedeutung zugeordnet. Die Helligkeit der Mitte hat also deutlich mehr Einfluss auf den Endwert, als die Helligkeit an den Randbereichen. Da sich das Hauptmotiv oft irgendwo in der Bildmitte befindet, scheint dieses Verfahren zuverlässiger zu

arbeiten als die Mittelwertmessung; wenn sich das Motiv jedoch nicht in der Mitte befindet oder größere Kontraste existieren, kann auch dieses Verfahren schnell versagen.

- **Mehrfeldmessung (Matrix-Messung):** Dieses Verfahren kann wiederum als Erweiterung der Mittenbetonten Messung gesehen werden. Die Kamera teilt nun das Bild in verschiedene Bereiche unterschiedlicher Größe und berechnet zunächst die Helligkeit jedes einzelnen Bereichs (dies geschieht z.B. mit der Mittelwertmessung). Danach wird die Belichtung des gesamten Bildes aus den einzelnen Blöcken berechnet. Die Mehrfeldmessung ist damit fehlertoleranter.
- **Spot-Messung:** Bei der Spot-Messung wird die Helligkeit des Bildes an bestimmten Punkten gemessen. Aus den Helligkeiten der einzelnen Punkte wird dann der Lichtwert ermittelt. Dieses Verfahren wird von einfachen Kameras meist nicht verwendet und erfordert Erfahrung und mehr Aufwand; es kann aber bei besonderen Lichtverhältnissen deutlich bessere Ergebnisse liefern.

Egal wie gut manche Verfahren auch sind, sie werden nicht immer die ideale Blende und Verschlusszeit bestimmen. Vor allem bei starken Helligkeitsunterschieden im Bild können sie zu einem falsch belichteten Foto führen. Es muss zudem gesagt werden, dass ein Foto meist nur an einer bestimmten Stelle "korrekt" belichtet werden kann. Eine optimale Belichtung für das gesamte Foto ist somit oft gar nicht möglich. Ausschlaggebend ist daher, dass die wichtigsten Teile des Bildes (normalerweise das Motiv) korrekt belichtet sind.

Zur Belichtungsmessung geht die Kamera von einer durchschnittlichen Helligkeitsverteilung aus, die etwa einem 18 % Grau entspricht ("Dunkelgrau"), da Farben in der Natur im Mittel etwa diese Helligkeit aufweisen. Die Kamera nimmt also an, dass rund 18 % des Lichtes reflektiert werden, wie es in der Natur auch geschieht. Je stärker die Szene von der Verteilung jedoch abweicht, umso größer ist die Gefahr der Fehlbelichtung im Automatikmodus. Dies betrifft vor allem sehr helle und dunkle Szenen. Ein typisches Beispiel sind Hochzeitsfotos oder Schneefotos. Das helle Weiß reflektiert deutlich mehr als 18 % des Lichtes, vielleicht sogar bis zu 80 oder 90 % - die Kamera würde hier zu dunkel belichten, weil sie die Situation viel zu hell einschätzt. Als Folge hätte man dann graue, düstere Farben statt weiß. Bei solchen Szenen muss man daher oft die Belichtungskorrektur um 1 oder gar 2 Blendenstufen erhöhen.

## Motivprogramme

Fast alle Digitalkameras bieten auch eine Vielzahl an **Motivprogrammen**. Hierbei werden Belichtungszeit und Blende ebenfalls automatisch bestimmt, allerdings orientiert sich die Kamera dabei an der ausgewählten Szene. Neben der Belichtung werden oft auch andere Faktoren wie Weißabgleich und Schärfentiefe berücksichtigt.

Typische Motivprogramme sind:

- Porträt
- Landschaft
- Kinder
- Nacht- und Dämmerungsaufnahmen
- (Haus-) Tiere
- Schnee
- Strand
- Laub
- Sonnenauf- und -untergänge
- Feuerwerk

- Sport

Hinter jedem Motivprogramm verbirgt sich ein bestimmter Algorithmus, der versucht, die ideale Belichtungseinstellung zu finden. Bei Kindern und Tieren wird er von starker Bewegung ausgehen und somit kurze Verschlusszeiten anstreben sowie die Automatische Schärfenachführung aktivieren. Bei Strand und Schnee wird der Algorithmus davon ausgehen, dass helle Farben stark überwiegen – er wird versuchen, eine Unterbelichtung durch längere Belichtungszeiten zu umgehen und evtl. den Weißabgleich anpassen. In der Landschaftsfotografie wird eine große Schärfentiefe angestrebt, in der Porträtfotografie eine geringe.

Obwohl die Motivprogramme auf bestimmte Szenen optimiert sind, sind sie leider kein Garant für eine optimale Einstellung. In Einzelfällen kann die Belichtung auch hier versagen und eine manuelle Belichtung ist notwendig. Zudem sind die Motivprogramme relativ allgemein gehalten und für Alltagsaufnahmen gedacht - für ausgefallene Motive und Kompositionen eignen sie sich oft nicht.

### **Halbautomatische Belichtung**

Einige Kameras bieten eine Blendenautomatik und Zeitautomatik. Diese Funktionen können jeweils als halbautomatische Belichtung angesehen werden.

Bei der **Blendenautomatik** (Zeitvorwahl) stellt der Benutzer eine Belichtungszeit ein und die Kamera ermittelt dann die entsprechende Blende. Bei der **Zeitautomatik** (Blendenvorwahl) stellt der Benutzer hingegen eine bestimmte Blende ein und die Kamera berechnet dann die entsprechende Belichtungsdauer. Mit den Begriffen kann man leicht durcheinander geraten, weshalb heute meist die Bezeichnung mit Bezug zur Vorwahl verwendet wird, also Zeitvorwahl (Die gewünschte Belichtungszeit wird eingestellt) oder Blendenvorwahl (die gewünschte Blende wird eingestellt). Auf der Kamera wird die Blenden Vorwahl meist mit A oder Av markiert (A für Aperture) und T, Tv oder S für die Zeitvorwahl.

Die Blendenvorwahl ist ein recht nützliches Tool, das von vielen Fotografen gern verwendet wird. Während für Einsteiger der Automatik-Modus oft noch günstiger ist, da er faktisch alles selbst regelt, hat man bei der Blendenvorwahl mehr kreative Freiheit. Man kann die Blende frei wählen und damit den Schärfebereich verändern und kann auch weitere Einstellungen vornehmen, die im Automatik-Modus meist blockiert sind (z.B. ISO-Wert).

Die Zeitvorwahl bietet sich nur dann an, wenn man eine konkrete Belichtungsdauer verwenden möchte bzw. wenn man bei Reihenaufnahmen sicherstellen möchte, dass alle Aufnahmen mit derselben Verschlusszeit erstellt werden sollen. Z.B. möchte man die Bewegung eines Sprinters festhalten und wählt die höchste Belichtungsdauer von 1/2000 oder 1/4000 sek. Die Kamera würde dann die entsprechende Blende berechnen, damit dies nicht der Benutzer erledigen muss.

### **Manuelle Belichtung**

Obwohl die Automatische Belichtung der Kamera oft gut funktioniert und schöne Resultate bringt, gibt es Situationen, wo sie mehr oder weniger versagt und man mit manueller Abstimmung bessere Fotos aufnehmen kann. Immerhin berechnet die Kamera die Belichtungseinstellung aus den Mittelwerten verschiedener Messungen und weiß letztlich nicht, worauf der Benutzer wirklich Wert legt. Zudem bietet die manuelle Belichtung eine hohe kreative Freiheit (dazu wird später noch ausführlicher berichtet).

Situationen, wo eine manuelle Belichtung sinnvoll sein könnte, wären:

- Bei unterschiedlich stark belichteter Szene (z.B. sonnige und schattige Abschnitte, viele dunkle und helle Bereiche etc.).
- Ebenso bei Dämmerungs- und Nachtaufnahmen, Sonnenuntergängen etc. (entspricht vom Prinzip her dem ersten Punkt).
- Bei kreativem und experimentellem Fotografieren (hier kann man auch bewusst eine zu hohe oder geringe Belichtungsdauer wählen).

Kameras bieten verschiedene Arten der manuellen Belichtung. Einige Modelle, meist jedoch aus mittlerer oder höherer Preisklasse, ermöglichen das freie Auswählen von Verschlusszeit und Blende. Vor der Aufnahme prüft die Kamera dann trotzdem, ob das Foto zu hell, zu dunkel oder richtig belichtet ist und zeigt dies an (diese Prüfung basiert auf der Basis der automatischen Belichtung). Der Benutzer erkennt damit womöglich, dass er die Belichtung zu gering oder hoch eingestellt hat - doch selbst wenn der eingestellte Wert von dem der Kamera abweicht, kann die Belichtung dennoch korrekt sein.

Manche Kameras bieten leider keine manuellen Einstellungsmöglichkeiten was Blende und Belichtungsdauer betrifft. Die meisten Kameras ermöglichen jedoch im Automatikmodus eine Art "manuelle Belichtung", die genauso funktioniert wie das bereits vorgestellte manuelle Fokussieren. Hierbei richtet man die Kamera auf einen bestimmten Punkt im Bild, drückt den Auslöser halb und Belichtungsdauer und Blende werden gespeichert, was als **Messwertspeicherung** bezeichnet wird. Man kann die Kamera nun auf eine beliebige andere Stelle richten und den Auslöser vollständig herunterdrücken. Die Szene wird dann mit den zuvor gespeicherten Werten aufgenommen.

Ein Beispiel: Man möchte einen Sonnenuntergang fotografieren. Für die Kamera erscheint die Szene möglicherweise sehr dunkel und sie wählt eine lange Verschlusszeit – das Bild ist überbelichtet, von den dezenten Farben des Sonnenuntergangs ist kaum etwas zu sehen. Man hält nun die Kamera auf einen helleren Bereich, z.B. auf die Sonne (oder nahe der Sonne) und sofort wird die Kamera die Verschlusszeit vermindern, da sie ein sehr helles Bild wahrnimmt. Hier drückt man den Auslöser halb und schwenkt die Kamera zur ursprünglichen Szene zurück. Wenn die Einstellung angemessen scheint (das klappt möglicherweise nicht beim ersten Mal), kann man den Auslöser vollständig drücken und das Bild wird mit den zuvor gespeicherten Einstellungen aufgenommen.

Ein gewisses Problem ist, dass der Fokus beim halben Drücken meist mit gespeichert wird. Hier muss man aufpassen, dass man dann nicht ein sauber belichtetes, aber falsch fokussiertes Foto aufnimmt. Im Falle des Sonnenuntergangs ist dies aber nicht zu erwarten – egal wohin man die Kamera schwenkt, der Fokus wird auf unendlich eingestellt sein, er ändert sich also nicht.

Ein weiteres Hilfsmittel ist die **Belichtungskorrektur**. Hierbei handelt es sich um einen Wert, der die Belichtungsdauer gegenüber der automatisch berechneten Dauer vermindert oder reduziert. Er wird in Blendenschritten mit Drittlabstufung angegeben (z.B. von -2 bis +2). Die Kamera belichtet das Bild bei einer Belichtungskorrektur von -1 also um eine Blende niedriger als die Messung eigentlich ergeben hat. Bei +2 würde das Bild um 2 Blendenstufen stärker belichtet werden (wie bereits zuvor erläutert ändert eine Blendenstufe den Lichtwert um 1, man kann den Lichtwert also um bis zu 2 Werte vermindern oder erhöhen). Die Belichtungskorrektur bietet sich somit an, wenn man weiß, dass die automatische Belichtungsmessung der Kamera das Bild zu hell oder dunkel darstellt. Nach der Aufnahme sollte man den Wert wieder auf 0 setzen, damit man bei weiteren Aufnahmen nicht versehentlich zu hell oder dunkel belichtet (die Belichtungskorrektur ist eher für spezielle Aufnahmen bzw. den Ausnahmefall gedacht; in den meisten Fällen wird die Kamera den korrekten Belichtungswert von selbst finden).

Zuletzt sei noch die **Graukarte** erwähnt, die ebenfalls zur Kalibrierung der Belichtung verwendet wird. Sie eignet sich, wenn ein Bild nur aus sehr hellen oder dunklen Bereichen besteht. Ein typisches Beispiel ist ein Schneemann im Schnee; hier würde die Kamera, die stets von gleichmäßiger Farbverteilung ausgeht (also hell, mittel, dunkel) das Bild zu dunkel darstellen. Die Graukarte ist eine Karte, deren Farbe 18 % grau ist. Die Kamera wird zunächst auf die Graukarte gerichtet und die Messwertspeicherung vorgenommen. Dann wird sie auf das Motiv gehalten und das Foto aufgenommen – es wird dann in natürlichem Weiß erscheinen.

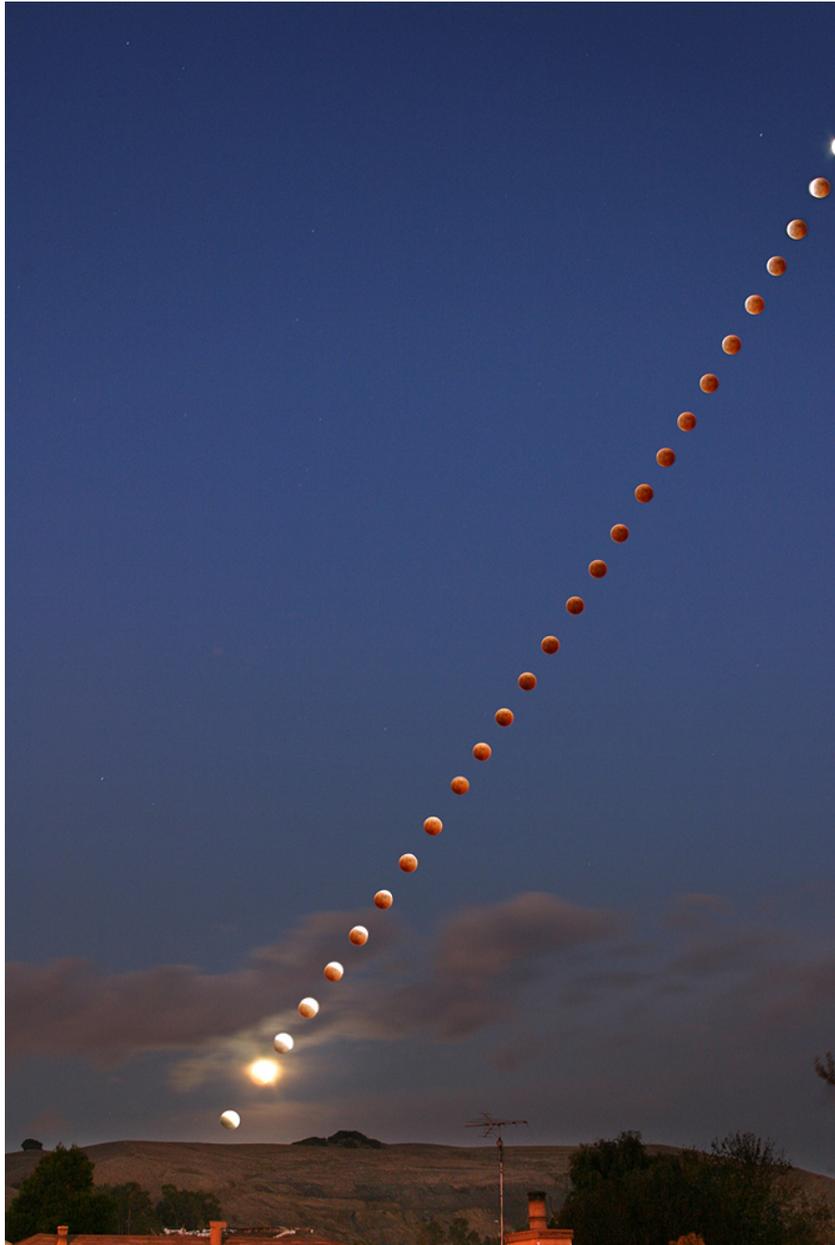
### **Belichtungsreihen**

Legt man sehr viel Wert auf eine exakte Belichtung, so kann man auch Belichtungsreihen durchführen, d.h. ein Foto mit unterschiedlichen Belichtungseinstellungen aufnehmen. Das bietet sich vor allem auch dann an, wenn man auf dem kleinen Kameradisplay nicht genau beurteilen kann, welche Einstellung optimal ist. Einige Kameras bieten dazu automatische Belichtungsreihen; die Kamera macht dann in einem Schritt gleich mehrere Aufnahmen mit unterschiedlichen Belichtungszeiten. Später kann man am Computer dann die Aufnahme bestimmen, die am besten belichtet erscheint.

### **5.4.6 Kreative Belichtung**

Wie bereits erwähnt, lassen sich mit der manuellen Steuerung von Blende und Verschlusszeit interessante kreative Aufnahmen schaffen. Einige Effekte sollen hier vorgestellt werden.

Man kann zunächst gezielt ein Foto überbelichten oder unterbelichtet. Das Foto kann dann sehr abstrakt wirken; unterbelichtete Fotos wirken düster und bedrohlich, überbelichtete erinnern oft an einen grellen Sonnentag. Man spricht bei Fotos, die nur helle Töne aufweisen (also i.A. stärker belichtet sind als normal) als High-Key-Aufnahmen. Diese werden z.B. in der Werbung und in der Mode- und Beautyfotografie verwendet. Helle Fotos sprechen Menschen oft stärker an und wirken freundlicher. Im Gegensatz dazu sind Low-Key-Aufnahmen Fotos, die nur dunkle Töne haben, also potentiell unterbelichtet sind. Sie wirken oft geheimnisvoll und unheimlich.



**Abb. 70** Mehrfachbelichtung einer Mondfinsternis.

Vor allem in der analogen Fotografie war **Mehrfachbelichtung** ein beliebtes kreatives Verfahren. Hierzu wurde der Film zweimal belichtet. Dabei verschmelzen die beiden Fotos gewissermaßen und können erstaunliche und verblüffende Resultate bringen. Die Mehrfachbelichtung ist jedoch technisch bedingt oft nicht ganz einfach; die meisten Analogkameras spulen den Film nach einer Aufnahme automatisch weiter und bieten keine Funktion, ihn noch einmal eine Stelle zurückzuspulen.

Für Mehrfachbelichtungen bietet sich oft ein schwarzer Hintergrund an, da man dann die Übergänge zwischen den beiden Motiven nicht erkennt. In der Analogfotografie muss man dabei außerdem die Belichtungszeit vermindern, da bei zweifacher Belichtung das Bild sonst insgesamt überbelichtet wäre.

In der digitalen Fotografie können Mehrfachbelichtungen einfach in einem Bildbearbeitungsprogramm erstellt werden; diese Arbeiten für gewöhnlich mit mehreren Ebenen, so dass man mehrere Bilder überlagern und damit den Effekt der Mehrfachbelichtung erzeugen kann.

Um bei einem sich stark bewegenden Objekt Bewegungsunschärfe zu vermeiden, kann es sinnvoll sein, während der Belichtung die Kamera parallel zur Bewegungsrichtung des Motivs mitzuziehen. Diese als **Schwenken** bekannte Methode sorgt dafür, dass das Motiv schärfer abgebildet wird. Der Hintergrund verschwimmt dabei, was dem Bild einen dynamischen Effekt verleiht. Es ist dabei wichtig, die Kamera bereits vor dem Auslösen zu schwenken und mit dem Schwenken erst aufzuhören, wenn die Belichtung abgeschlossen ist.

**Reißzoom** ist eine Möglichkeit, welche nur komplexere Kameras bieten. Hierbei wird während der Belichtung die Brennweite geändert. Es können dann dann künstlerisch ausgefallene Aufnahmen entstehen, zudem vermittelt der Reißzoom meist Bewegung, auch wenn sich das Motiv gar nicht bewegt hat.

Nachts ist es bei bewegten Aufnahmen wie Feuerwerk oder Straßen interessant, mit sehr langen Verschlusszeiten zu arbeiten. Bei Belichtungsdauern von 15 bis 30 Sekunden (**Langzeitbelichtung**) entstehen die bekannten Lichtstreifen, die durch vorbeifahrende Fahrzeuge verursacht werden. Die unter abgebildeten Fotos zeigen, welche weiteren interessanten Aufnahmen mittels Langzeitbelichtung möglich werden.



**Abb. 71** Analoguhr bei 10 Sekunden Belichtungszeit.



**Abb. 72** Straßenverkehr bei 30 Sekunden Belichtungszeit - die typischen Lichtstreifen sind deutlich sichtbar.



**Abb. 73** 15 Sekunden Belichtungszeit bei Gewitter.



**Abb. 74** Mehrere Kurzschlüsse - 16 Sekunden Belichtungszeit.

### 5.4.7 Das Halten der Kamera

#### Halten mit der Hand

Bei Tageslicht reicht es für gewöhnlich, die Kamera mit den Händen zu halten, ohne dass das Foto verwackelt. Der menschliche Körper kann die Kamera jedoch niemals ganz ruhig halten, so dass vor allem bei längeren Belichtungszeiten stets ein Verwackeln droht.

Die Gefahr des Verwackelns hängt sowohl von der Belichtungszeit als auch der Brennweite (Bildwinkel) ab. Je länger die Belichtungszeit und je größer die Brennweite, umso größer die Gefahr des Verwackelns. Insbesondere die Brennweite darf hierbei nicht unterschätzt werden; im Weitwinkel fällt eine leichte Handbewegung während des Aufnehmens kaum ins Gewicht, im Telewinkel hat sie hingegen einen erheblichen Einfluss.

Die Faustregel ist daher die Folgende: Die Belichtungsdauer sollte  $1/f$  nicht überschreiten, wobei  $f$  die Brennweite ist (auf Kleinbildformat konvertiert). Wer also mit 28 mm Weitwinkel fotografiert, kann bis  $1/28$  sek. die Kamera sicher halten. Zur Vereinfachung und zusätzlichen Sicherheit wird dann oft auf die nächste Stufe gerundet, d.h. in diesem Fall auf  $1/30$  Sekunde. Bei 50 mm Normalwinkel

kann man die Kamera also nur noch bis 1/50 Sekunde sicher halten (bzw. 1/60), bei einem 250 mm Telewinkel nur noch bis 1/250 Sekunde.

Natürlich sind dies nur Richtwerte; mit entsprechend ruhiger Hand kann man auch unterhalb des Schwellwerts noch scharfe Fotos aufnehmen. Zudem besitzen digitale Kameras heute meist einen **Bildstabilisator** (Image Stabilizer, IS). Dieser gleicht sanfte Bewegungen aus und verhindert so, dass das Bild bei leichten Bewegungen verwackelt. Mit Digitalkameras kann man somit auch noch Fotos mit Verschlusszeiten von 1/10 oder 1/15 Sekunde einigermaßen scharf aufnehmen, eine ruhige Hand vorausgesetzt.

Unterschreitet man den Schwellwert deutlich, ist ein Stativ oder eine Ablage erforderlich. Eine weitere Alternative ist, sich hinzusetzen oder hinzulegen, da man hier die Kamera ruhiger hält – für lange Belichtungszeiten ist dies jedoch kaum eine Lösung.

## Hilfsmittel



**Abb. 75** Gewöhnliches Dreibeinstativ

Das klassische Hilfsmittel zum sicheren Halten der Kamera ist ein **Stativ**. Die meisten Stative sind Dreibeinstative, die auf unterschiedliche Höhe (meist bis auf 1,50 oder 1,80 Meter) ausgefahren werden können. Einfache Stative sind dabei leichter und flexibler, stehen jedoch weniger sicher und erlauben somit nicht unbegrenzt lange Verschlusszeiten.



**Abb. 76** Einbeinstativ

Neben den Dreibeinstativen gibt es auch die weniger bekannten Einbeinstative. Sie müssen mit den Händen gehalten werden und sorgen nur für geringfügig mehr Halt. Sie lassen sich jedoch einfacher ausfahren und nehmen weniger Platz weg – das ist vor allem im Gedränge günstig, wo sperrige Dreibeinstative schnell zur Stolpergefahr für andere Personen werden. Für lange Verschlusszeiten sind sie handlicheren Einbeinstative aber kaum geeignet.

Auch Stative sind nicht immer ein Garant für Verwacklungsfreiheit. Bei Wind kann selbst ein Dreibeinstativ zu Verwacklung führen, wenn es auch nur leicht im Wind schwingt. Hier scheint eine stabile Ablage wie eine Mauer, ein Tisch etc. die sicherste Variante.

Bei längeren Belichtungsdauern kann selbst das Drücken des Auslösers bereits zum Verwackeln führen, da die Kamera hierbei kurz in Bewegung gerät. Ein alter Trick ist dabei, den Selbstausröser zu benutzen. Viele Kameras bieten hierfür eine 2-Sekunden-Verzögerung, bei sehr langer Belichtung können auch 10 Sekunden Verzögerung sinnvoll sein, um ganz sicher zu gehen, dass zu Beginn der Belichtung die Kamera in absolut ruhigem Zustand ist. Alternativ zum Selbstausröser gibt es auch Drahtausröser, die man vor allem in der Analogfotografie verwendet.

## 5.4.8 Verwendung von Blitzlicht

### Einführung



Abb. 77 Externes Blitzgerät.

Nahezu jede Digitalkamera ist mit einem integrierten Blitzsystem ausgestattet. Diese Blitzgeräte haben meist eine eher geringe Leistung. Die Reichweite beträgt etwa 0,5 bis 6 Meter. Blitzlicht eignet sich als Alternative für zu lange Verschlusszeiten in der Dämmerung und kann ebenfalls für kreative Aufnahmen eingesetzt werden.

Blitzlicht kann eine Szene deutlich aufwerten, an manchen Stellen ist Blitzlicht jedoch ungeeignet und kann ein Motiv sogar stark verunstalten. Der Blitz sollte daher stets mit Vorbedacht eingesetzt werden.

Probleme, die sich mit Blitzlicht ergeben könnten sind...

- Starke Schlagschatten
- Überbelichtung des Motivs
- Reflexionen (Spiegelung des Blitzes an Oberflächen)

Der Blitz einer Kamera verbraucht relativ viel Energie. Er sollte daher nur verwendet werden, wenn er nötig erscheint. Zudem ist das Fotografieren mit Blitzlicht an manchen Stellen unerwünscht oder verboten (bspw. in Ausstellungen, im Theater etc.).

### **Reichweite und Blitzfolgezeit**

Die Reichweite des Blitzes ist zunächst von der vorhandenen Lichtmenge abhängig. Bei völliger Dunkelheit wird der Blitz nicht so weit reichen, wie bei helleren Szenen. Da das auf den Kamerasensor fallende Licht neben der tatsächlich vorhandenen Lichtmenge auch von Blende und ISO-Einstellung abhängig ist, nimmt die Reichweite des Blitzes also mit kleineren Blendenwerten und höherer Lichtempfindlichkeit (ISO-Wert) zu.

Die **Leitzahl** eines Blitzgerätes gibt dessen Lichtenergie an und indirekt damit seine Reichweite. Es gilt:  $L = A * B$ , wobei A der Abstand zwischen Blitz und Motiv und B die entsprechende Blende zur korrekten Belichtung ist.

Kann ein Blitz also bei Blende 4 auf eine Distanz von 5 Metern belichten, so wäre die Leitzahl 20.

Stellt man die Formel nach A um, so kann man bei gegebener Blende und Leitzahl des Blitzgerätes dessen Reichweite berechnen. Es gilt dann:  $A = L / B$ . Ein Blitzgerät mit  $L = 32$  hat bei Blende 8 also eine Distanz von 4 Metern. Bei Blende 4 wären es immerhin schon 8 Meter Reichweite.

Es ist darauf hinzuweisen, dass diese Formel nur für eine Lichtempfindlichkeit von ISO 100 gilt. Ist ein anderer ISO-Wert eingestellt, so muss der Wert noch mit einem Faktor von 1,4 korrigiert werden. Pro Verdopplung des ISO-Wertes muss der Abstand daher mit 1,4 multipliziert werden. Ist die Reichweite bei ISO-100 also 8 Meter, so ist sie bei ISO-400 gleich  $8 * 1,4 * 1,4 = 15,7$  Meter.

Anhand der Formel ist zu erkennen, dass die Lichtmenge indirekt proportional zum Quadrat des Abstands vom Lichtreflektor abfällt. Objekte im Vordergrund werden also sehr stark belichtet (und drohen überbelichtet zu werden), Objekte im Hintergrund werden weniger stark belichtet (und drohen unterbelichtet zu werden).

Unter der **Blitzfolgezeit** versteht man die Zeit, die nach dem Auslösen des Blitzes vergeht, bis dieser wieder vollständig geladen ist und erneut verwendet werden kann. Bei Kompaktkameras ist diese relativ lang.

## Blitzautomatiken

Die meisten modernen Blitzgeräte haben einen Computer integriert, der einem die Berechnungen zur Reichweite und Blendenzahl abnehmen kann, oder mit dem alternativ auch die Länge des Blitzes eingestellt werden kann, um schnell bewegte Motive aufnehmen zu können. Über einen im Blitzgerät eingebauten Sensor kann ein Blitzgerät mit Automatikfunktion auch bestimmen, wieviel Licht vom Motiv zurückgeworfen wird und bei ausreichend Licht den Blitz vorzeitig beenden. Damit erübrigt sich dann die Berechnung oder Schätzung der Leuchtzeit des Blitzes anhand des Abstandes zwischen Blitz und Motiv.

Die jeweiligen Kamerahersteller haben auch spezielle Techniken entwickelt, mit denen direkt durch das Objektiv eine Messung des Lichtes vorgenommen werden kann (TTL genannt, englisch: through the lens). Bei Kameras mit Filmmaterial wird das vom Film reflektierte Licht verwendet. Die Kamera sendet dann bei ausreichend Licht dem Blitzgerät eine Anweisung, den Blitz vorzeitig abzuschalten. Diese Methode konnte bislang bei digitalen Sensoren nicht umgesetzt werden, daher wird kurz vor der Aufnahme (typisch weniger als eine zehntel Sekunde) ein Testblitz ausgesendet. Dessen beim Kamerasensor ankommendes Licht und der Beitrag des Umgebungslichtes werden verrechnet, um die korrekte Leuchtzeit für den Blitz der eigentlichen Aufnahme festzulegen. Dazu wird dann auch die eingestellte Blende und Empfindlichkeit automatisch bei Kamera und Blitz gleich eingestellt.

Diese TTL-Techniken sind leider alle spezifisch für den jeweiligen Hersteller, einschließlich der externen Anschlüsse zu einem Blitzgerät. Der fehlende Standard hat dann zur Folge, dass immer ein Blitzgerät verwendet werden muß, welches die jeweils verwendete Technik beherrscht und die passenden Anschlüsse hat. Hersteller wie Metz bieten für einige Blitzgeräte auch Adapter an, die es ermöglichen, dasselbe Blitzgerät im TTL-Betrieb zusammen mit Kameras verschiedener Hersteller zu verwenden.

Die Kamera kann an das Blitzgerät auch Informationen über das verwendete Objektiv und die Sensorgröße übermitteln. Da einige Blitzgeräte einen Zoom-Reflektor haben, können sie so den beleuchteten Raumwinkel an Objektiv und Sensorgröße anpassen, um entweder bei Teleobjektiven eine größere Leitzahl zu erhalten und damit eine größere Reichweite zu erhalten oder aber bei starken Weitwinkelobjektiven das Bild auch komplett auszuleuchten.

### Der Rote-Augen-Effekt



**Abb. 78** Klassische Erscheinung des Roten-Augen-Effekts.

Einer der bekanntesten negativen Effekte des Blitzes ist der **Rote-Augen-Effekt**. Dieser entsteht, wenn sich das Blitzlicht auf einer Achse mit dem Objektiv befindet (oder der optischen Achse sehr nahe ist). Der Effekt entsteht durch die Reflexion des Blitzlichts auf der roten Netzhaut des menschlichen Auges. Je größer die Pupillen der Person sind, umso größer ist dabei die Reflexion. Die Pupillen des Auges vergrößern sich mit zunehmender Dunkelheit - je dunkler es ist, umso weiter öffnen sie sich und umso größer wird der Effekt sichtbar. Da meist nur bei Dämmerung und Dunkelheit Blitzlicht eingesetzt wird, ist der Rote-Augen-Effekt ein recht häufig anzutreffendes Problem.

Je weiter das Blitzgerät vom Objektiv entfernt ist, umso geringer wird der Rote-Augen-Effekt jedoch ausfallen. Höherwertige Kameras haben somit einen ausklappbaren Blitz, der sich ein paar wenige Zentimeter über dem Kameragehäuse befindet. Zudem wird der Blitz dann oft am linken oder rechten Rand der Kamera angebracht, damit er möglichst weit von der optischen Achse entfernt ist. Damit allein wird man den Rote-Augen-Effekt jedoch nicht immer verhindern. Manche digitale Kameras wenden daher einen **Vorblitz** an, der die Pupillengröße des Auges reduziert (da dieses mit dem hellen Licht nun geblendet wird und sich sofort verkleinert), so dass die Netzhaut weniger Licht reflektieren kann. Da die Augen jedoch oft gerade der wichtigste Bereich eines Porträts sind, führt der Vorblitz oft für ein weniger befriedigendes Ergebnis - die Augen werden womöglich nicht wie gewünscht dargestellt.

Abhilfe für den Effekt schaffen allgemein:

- Den Blitz weit von der optischen Achse entfernt anbringen.
- Die Person von der Seite fotografieren.
- Verschiedene zusätzliche Leuchtquellen im Raum verwenden.

Der erste Punkt funktioniert nur mit einem externen Blitzgerät, das man frei im Raum platzieren kann. Die Gefahr von Schlagschatten vergrößert sich hierbei jedoch, ebenso wie beim zweiten Punkt. Der dritte Punkt lässt sich ebenfalls nicht immer realisieren, da man entweder keine weiteren Leuchtquellen zur Verfügung hat oder diese womöglich die Szene zerstören würden.

Moderne Digitalkameras können Rote-Augen-Effekte jedoch mit internen Verarbeitungsmechanismen ein wenig korrigieren. Zudem kann der unschöne Effekt mit einem Bildbearbeitungsprogramm meist recht leicht entfernt werden. Lässt sich der Rote-Augen-Effekt beim Fotografieren also nicht verhindern, sollte dies kein Grund sein, die Aufnahme sofort zu löschen.

### Der integrierte Blitz

Digitalkameras bieten meist verschiedene Funktionen für den integrierten Blitz an:

- Blitz ein
- Blitz aus
- Blitz automatisch zuschalten
- Blitz mit Vorblitz zuschalten
- Blitz automatisch zuschalten und Vorblitz verwenden

Im Automatik-Modus wird die Kamera den Blitz automatisch zuschalten, falls die vorhandene Lichtmenge zu gering ist. Man kann den Blitz aber auch im Automatik-Modus für gewöhnlich abschalten, wenn man auf ihn generell verzichten möchte.

Die Blitzleistung lässt sich bei den meisten Kameras auf einer Skala einstellen. So kann man einen eher schwachen und einen eher starken Blitz einstellen; oft ist ein schwacher Blitz geeigneter, da zu starkes Blitzlicht schnell zu Überbelichtung oder Reflexion führen kann.

### Externe Blitzgeräte

Kameras der höheren Preisklasse besitzen einen Blitzsynchronanschluß und einen Standard-Mittkontakt oder **Blitzschuh**, auf den ein **Aufsteckblitz** (Zusatzblitz) aufgesteckt werden kann. Der ebenfalls standardisierte Blitzsynchronanschluß wird über ein Zündkabel mit dem Blitzgerät

verbunden. Das Blitzgerät wird dann unabhängig von der Kamera aufgestellt. Ähnliche Kabel gibt es auch für den Mittenkontakt, um das Blitzgerät unabhängig von der Kamera positionieren zu können, Stabblitzgeräte verwenden zu können oder um mehrere Blitzgeräte damit anzusteuern. Je nach Hersteller wird der Mittenkontakt heute oft mit nicht standardisierten zusätzlichen Kontakten versehen, die es bei geeigneter Wahl des Blitzgerätes ermöglichen, dass Kamera und Blitz Informationen austauschen, etwa für die bereits genannte TTL-Blitzbelichtungsmessung oder zur automatischen Einstellung des Zoom-Reflektors, der automatischen Einstellung der Empfindlichkeit und Blende.

Der Zusatzblitz arbeitet unabhängig von der Stromversorgung der Kamera und hat damit eine meist kürzere Blitzfolgezeit. Zudem ist die Leitzahl oft größer.

Aufsteckblitze bieten zwei Arten der Belichtung: Direkter und indirekter Blitz. Zum indirekten Blitzen oder für Makroaufnahmen kann der Reflektor des Blitzes verschwenkt werden. Der **direkte Blitz** ist dieselbe Art wie bei Verwendung des integrierten Kamerablitzes. Das Motiv wird direkt vom Blitzlicht getroffen (der Blitz ist also auf das Motiv gerichtet). Je nach Modell kann der Blitz auch zwei Reflektoren haben, einen verschwenkbaren Hauptreflektor und einen kleinen für einen zusätzlichen direkten Blitz.

Beim **indirekten Blitz** wird der Blitz auf eine Wand, Decke oder ähnliches gerichtet. Das Licht wird dort reflektiert und fällt in abgeschwächter Form auf das Motiv.

Der indirekte Blitz bietet einige signifikante Vorteile:

- Das Licht wirkt weicher und weniger grell.
- Die Schatten wirken weicher und fallen weniger auf.
- Der Rote-Augen-Effekt kann nicht auftreten.

Es ist dabei jedoch zu beachten, dass die Reichweite des Blitzes bei indirektem Blitz vermindert wird, da das Licht einen weiteren Weg nimmt und durch die Reflexion stärker gestreut wird. Zudem sollte die Oberfläche des reflektierenden Materials weiß sein - andernfalls könnte das Bild einen Farbstich erlangen.

Wird der Blitz nicht auf die Kamera aufgesteckt, sondern frei positioniert, wird auch die Wortkombination 'entfesselter Blitz' verwendet. Es ergeben sich damit viel mehr Gestaltungsmöglichkeiten als mit einem eingebauten Blitz oder einem der auf die Kamera aufgesteckt wird. Noch mehr Gestaltungsmöglichkeiten ergeben sich durch den Einsatz mehrerer frei positionierter Blitzgeräte. Durch diese Maßnahmen lassen sich Schlagschatten, rote Augen und andere störende Effekte leichter vermeiden. Insbesondere durch Kombination mit der TTL-Technik ergibt sich auch die Möglichkeit, mit solch komplexen Aufbauten immer noch eine automatische Belichtung durchführen zu lassen, gleichzeitig bieten die Systeme meist auch die Möglichkeit, Gruppen von Blitzgeräten relativ zueinander in der Helligkeit zu gewichten, um ein optimales Resultat zu erzielen.

Verwendet man nicht die für den jeweiligen Hersteller spezifischen Kommunikationstechniken und die dafür geeigneten Blitzgeräte, so ist es notwendig, die korrekte Belichtung selbst zu berechnen oder auszuprobieren.

Zudem gibt es für Makroaufnahmen spezielle Blitzgeräte. Denn bei kurzen Aufnahmeabstand ergibt sich beim eingebauten oder aufgestecktem Blitzgerät das Problem, dass der Blitz am Motiv vorbeileuchtet. Für Makroaufnahmen werden daher die Blitzgeräte gerne frei positioniert oder bei Freihandaufnahmen auch direkt vorne am Objektiv montiert, um zu einer optimalen Belichtung zu gelangen, das erfordert dann auch wieder eine spezielle Verbindung vom Mittenkontakt zum Blitz.

Teils wird auch die kabellose Kommunikation über das eingebaute oder ein aufgestecktes Blitzgerät realisiert, welche dann das Makroblitzgerät als Zweitblitz steuern.

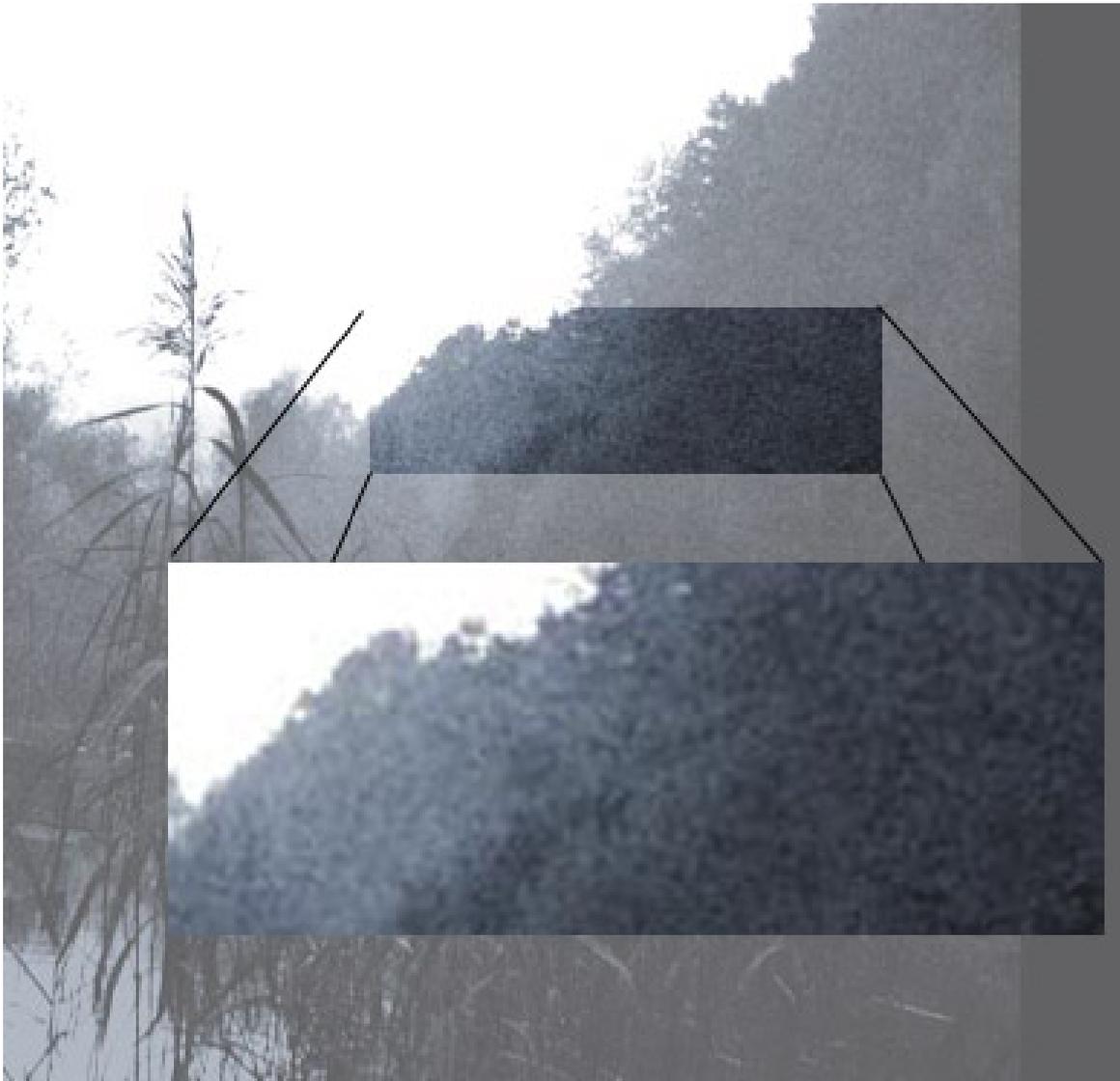
Bei der Entladung des Kondensators im Blitzgerät entstehen Hochspannungspulse. Besonders bei älteren Geräten können diese über das Synchronkabel oder den Mittenkontakt bis zur Kamera gelangen. Moderne Kameras sind allerdings nicht mehr für solche Hochspannungspulse ausgelegt. Gemäß internationalen Standard müssen moderne Blitzgeräte die Spannung daher auf maximal 24V begrenzen, entsprechend müssen Kameras mindestens 24V an den Blitzkontakten vertragen können. Leider ist es nun so, dass besonders bei günstigen Modellen dieser Standard nicht berücksichtigt wird und die Kamera nur für wenige Volt verträglich ausgelegt ist. Zum Glück werden heute meist Computerblitzgeräte eingesetzt, wo die Synchronisation mit der Kamera komplett vom Hochspannungsteil entkoppelt ist, weswegen da keine Probleme auftreten. Bei einfacheren Blitzgeräten, besonders älteren von Fremdherstellern, ist allerdings immer zu prüfen, wie hoch die Spannungspulse des Blitzes sind und wie gut dies mit der Kameraelektronik verträglich ist. Die Handbücher beider Geräte sollten dazu präzise Angaben machen - darauf ist also gleich beim Kauf zu achten, gegebenenfalls ist das jeweilige Gerät als mangelhaft zurückzugeben, falls es die Norm mit den 24V nicht einhält. Für alte Blitzgeräte mit hohen Spannungen gibt es zudem auch Entkopplungsadapter, die man zwischen Blitzgerät und Kamera setzen kann, was dann auch zu raten ist, wenn es keine Angaben zur Spannung und Spannungsverträglichkeit beim Blitz oder bei der Kamera gibt.

## **5.4.9 Bildfehler**

### **Einleitung**

Trotz leistungsfähiger Digitalkameras können bei jeder Aufnahme gewisse Bildfehler auftreten, selbst dann, wenn eine korrekte Belichtung und Fokussierung vorgenommen wurde. In diesem Abschnitt werden einige typische Bildfehler vorgestellt, die in der Digitalfotografie auftreten können.

## Bildrauschen



**Abb. 79** Vor allem in der Dämmerungs- und Nachtfotografie gefürchtet: Das Bildrauschen.

Das Bildrauschen ist möglicherweise der verbreitetste Bildfehler. Er ähnelt dem Rauschen in der Analogfotografie (Grobkörnigkeit des Films), hat jedoch eine andere Ursache. Die Pixel des Kamerasensors sind bei den sehr kleinen Sensoren extrem dicht angeordnet. Da nur eine gewisse Lichtmenge durch das Objektiv fällt und die Pixel insgesamt nur sehr wenig Licht abbekommen, wird das empfangene Signal verstärkt, um ein korrektes Bild erzeugen zu können. Bei der Verstärkung der Signale erwärmt sich der Sensor, was das Bildrauschen bewirkt.

Jede Kamera hat ein gewisses Grundrauschen, d.h. im Grunde ist jedes Foto von Anfang an verrauscht. Bis zu einem bestimmten Grad ist dieses jedoch nicht wahrnehmbar. Erst die zunehmende Erwärmung des Sensors verstärkt das Grundrauschen, bis es schließlich sichtbar wird.

Besonders dunkle Bereiche sind anfällig für Rauschen, z.B. schattige Aufnahmen oder Aufnahmen bei Nacht. Aufhellung solcher Bereiche mit einem Bildbearbeitungsprogramm verstärkt dabei das Rauschen.

Das Bildrauschen nimmt zu bei...

- Erhöhung des ISO-Werts (auf ISO-400 oder höher)
- Langzeitbelichtungen (etwa 0,5 s oder höher)
- Warmer Umgebungstemperatur
- Bildvergrößerung (digitaler Zoom oder nachträgliches Vergrößern)

Der Hauptgrund ist oft ein hoher ISO-Wert. Dieser ermöglicht zwar kürzere Verschlusszeiten, technisch gesehen entspricht die Erhöhung des ISO-Werts jedoch die Erhöhung der Signalverstärkung. Je mehr die Signale verstärkt werden, umso stärker ist aber auch das Bildrauschen. Ebenso erwärmt sich der Sensor umso stärker, je länger belichtet wird. Lange Belichtungszeiten führen daher ebenfalls oft zu einem wahrnehmbaren Rauschen. Bei warmer Umgebungstemperatur kann das Rauschen ebenfalls verstärkt werden, da der Sensor dann bereits eine gewisse "Grundwärme" besitzt.



**Abb. 80** Vorschau für eine Rauschreduzierung mit Hilfe eines Nachbearbeitungsprogramms.

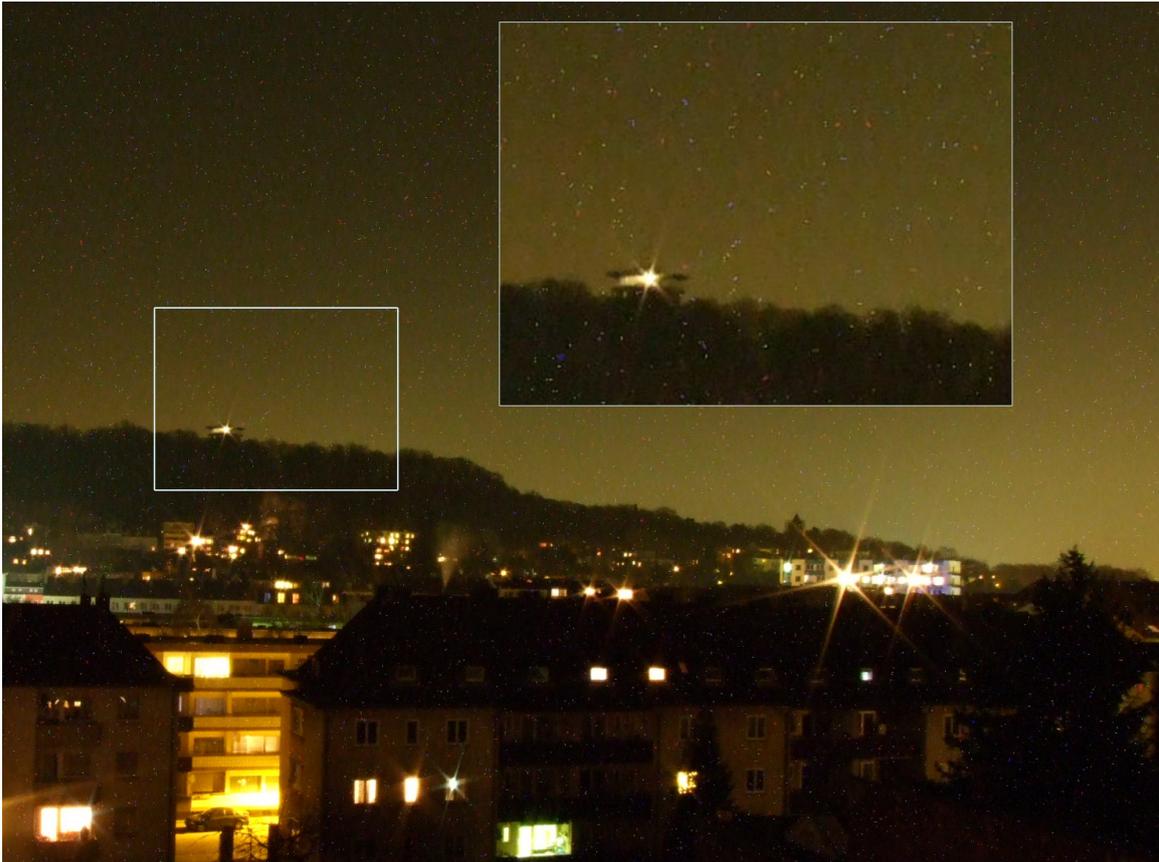
Auf Grund des Auflösungsvermögens des Auges wird Rauschen erst ab einer bestimmten Stärke sichtbar. Vergrößerung eines Fotos, was automatisch zur Verminderung der Auflösung führt, kann somit Rauschen hervorbringen, das vorher noch nicht sichtbar gewesen ist. Bildvergrößerung und Nachbearbeitung (z.B. Aufhellung, Nachschärfen) ist also auch eine mögliche Ursache für Rauschen.

Es muss zudem gesagt werden, dass sich der Bildsensor schon vor der Aufnahme ein wenig aufwärmt, denn die Kamera zeigt im elektronischen Sucher permanent das aktuelle Bild an, was einer "Daueraufnahme" entspricht. Ist ein optischer Sucher vorhanden, so ist es in kritischen Situationen

überlegenswert, den Monitor auszuschalten und damit den Sensor zu schonen. Im anderen Fall wäre eine Alternative, nicht zu viel Zeit zwischen Einschalten der Kamera und Auslösen verstreichen zu lassen.

Mit Hilfe der Digitalen Bildbearbeitung lässt sich Rauschen reduzieren, der Erfolg ist i.A. von der Stärke des Rauschens und den betroffenen Bildbereichen (ganzes Bild oder nur bestimmte Flächen) abhängig.

### Hot Pixel



**Abb. 81** Hotpixel bei einer Nachtaufnahme.

**Hot Pixel** sind einzelne helle Bildpunkte im Bild, die in der Szene selbst nicht vorhanden waren. Sie können bei Langzeitbelichtung und Belichtung mit hohem ISO-Wert auftreten.

Hot Pixel dürfen nicht mit **Stuck-Pixel** verwechselt werden, die generell einen fehlerhaften Farbwert (oft schwarz) besitzen. Solche Pixel sind defekte Pixel auf dem Sensor - das Hot Pixel tritt hingegen nur bei Extrembedingungen auf, so dass ein Pixel des Sensors einen falschen Farbwert übermittelt.

Hot Pixel lassen sich meist schnell und einfach mit einem Bildbearbeitungsprogramm beheben.

## Farbstich

Bei **Farbstichen** dominiert eine bestimmte Farbe im Bild, die nicht in der Szene selbst dominierte. Blau ist der wohl häufigste Stich, der vor allem im Gebirge und in Meeresnähe auftreten kann. Hauptursache für einen Farbstich ist dabei ein fehlerhafter Weißabgleich (dazu später mehr). Farbstiche lassen sich mit Bildbearbeitungsprogrammen beheben, es könnte aber schwer sein, die "originale" Farbe der Szene wiederherzustellen.

## Blooming und Smear



**Abb. 82** Blooming-Effekt.

**Blooming** ist ein Effekt, bei dem von sehr hellen Leuchtquellen im Bild, etwa der Sonne, weiße Streifen herausragen. Dieses Phänomen trat vor allem bei älteren CCD-Sensoren auf. Die Ursache ist, dass ein einzelnes Pixel nur eine bestimmte Ladungsmenge verarbeiten kann. Bei zu hellem Licht wird diese Ladungsmenge überschritten und der überschüssige Teil dabei an das nachfolgende Pixel weitergegeben. Dieses hat aber ebenfalls nur eine begrenzte Ladungskapazität und gibt die überschüssige Ladung evtl. an das nächste Pixel weiter etc. Somit können unschöne Streifen entstehen.



**Abb. 83** Smear-Effekt.

Ähnlich ist der **Smear-Effekt**, der ebenfalls bei CCD-Sensoren auftreten kann. Hierbei handelt es sich um eine schmale, senkrecht verlaufende helle Linie, die von der Leuchtquelle bis zum Bildrand verläuft.

Blooming- und Smear-Effekt treten bei heutigen Kameras eher seltener auf. Das Entfernen solcher störender Effekte mit Bildbearbeitungsprogrammen ist jedoch deutlich aufwendiger als das Beheben der vorangegangenen Artefakte.

## 5.5 Weißabgleich

### 5.5.1 Einleitung

Der **Weißabgleich** (WB – White Balance) ist vor allem aus der Digitalfotografie bekannt und wird von jeder Kamera zumindest in automatischer Form durchgeführt. Die meisten Kameras bieten zudem einen halbautomatischen Weißabgleich an, so dass der Benutzer aus einer Auswahl von vorgegebenen Modi aussuchen kann. Auch ein vollständig manueller Weißabgleich wird oft mit

angeboten. Das zeigt, dass der Weißabgleich eine rechte hohe Bedeutung für die Fotografie besitzen muss.

Die Farben, die wir in der Natur wahrnehmen, erscheinen je nach Lichtquelle in unterschiedlichen Tönen. Das menschliche Auge und hochleistungsfähige Gehirn hilft uns, die korrekte Farbe eines Gegenstandes zu ermitteln, weitgehend unabhängig vom Umgebungslicht. In der Fachsprache wird dies als **chromatische Adaption** bezeichnet. Eine rote Tomate erscheint uns somit bei Glühlampenlicht ähnlich rot wie bei Sonnenlicht und bewölktem Himmel, obwohl alle 3 Leuchtquellen unterschiedliche Farbtemperaturen besitzen und die rote Tomate somit eigentlich leicht unterschiedliche Töne annehmen würde. Dass wir die Tomate dennoch rot sehen liegt auch daran, dass wir aus Erfahrung wissen, wie eine Tomate aussieht und das Gehirn somit den Farbwert erzeugt, den wir erwarten würden. Tatsächlich beeinflusst die Farbtemperatur die Farben jedoch erheblich. Die Kamera, die nicht über ein solch leistungsfähiges Gehirn verfügt und nicht auf Erfahrungswerte zurückgreifen kann, muss daher an das Umgebungslicht angepasst werden.

Die Farbtemperatur wird in Kelvin angegeben, hat aber absolut nichts mit der Umgebungstemperatur zu tun. Sie liegt bei Kerzenlicht um 1.500 K, bei Tageslicht um 5.500 K und bei Nebel um 9.000 K. Man erkennt damit, dass die Spanne sehr groß ist.

In der Analogfotografie war die Bedeutung des Weißabgleichs nicht so groß, obwohl der Effekt hier derselbe ist und es auch in der Analogtechnik verschiedene Möglichkeiten für den Weißabgleich gibt. In der Digitalfotografie gehört der Weißabgleich hingegen zur Standardausrüstung jeder Kamera.

In diesem Kapitel soll der Weißabgleich näher erläutert werden, vor allem in Bezug auf die Digitalfotografie. Der Weißabgleich kann theoretisch auch dem Kapitel der Belichtung zugeordnet werden, soll hier aber als eigenständiger Abschnitt behandelt werden, da er mit dem eigentlichen Vorgang der Belichtung (Wahl von Verschlusszeit, Blende und Empfindlichkeit) nichts zu tun hat. Auch geht es beim Weißabgleich nicht um hell oder dunkel (wie bei der Belichtung), sondern um die möglichst realistische ("farbneutrale") Wiedergabe von Farben.

## 5.5.2 Die Farbtemperaturen

### Farbtemperaturen in verschiedenen Situationen



**Abb. 84** Wirkung von Farben bei unterschiedlichen Farbtemperaturen. Das menschliche Auge wird stets die korrekten Farben erkennen, die Kamera kann dies nicht.

Die Temperatur des Umgebungslichts liegt meist zwischen 1.500 und 12.000 K. In diesem Abschnitt sollen die Farbtemperaturen einiger wichtigen Umgebungslichter angegeben werden.

Einige Farbtemperaturen:

- Kerzenlicht: 1.500 K
- Glühlampe, 40 W: 2.220 K
- Glühlampe, 100 W: 2.800 K
- Halogenlampe: 3.000 K
- Leuchtstofflampe: 4.000 K
- Xenonlampe: 4.500 .. 5.000 K
- Morgensonne, Abendsonne: 5.000 K
- Vormittagssonne, Nachmittagssonne: 5.500 K
- Mittagssonne: 5.500 .. 5.800 K
- Bewölkung: 5.500 .. 5.800 K
- Bedeckter Himmel: 6.500 K .. 7.500 K
- Nebel, Dunst: 7.500 K .. 8.500 K
- Wolkenloser Himmel auf der beschatteten Nordseite: 9.000 .. 12.000 K

Bei sonnigem Wetter wird man es somit mit Farbtemperaturen zwischen 5.000 und 5.800 Kelvin zu tun haben, bei bewölktem oder bedecktem Wetter mit Temperaturen von 5.500 bis 7.500 Kelvin. Vor allem in Innenräumen ist die Farbtemperatur jedoch deutlich geringer; bei Glühlampenlicht etwa nur zwischen 2.000 und 3.000 Kelvin.

Am Meer und im Gebirge (hier vor allem mit zunehmender Höhe) liegt die Farbtemperatur meist deutlich höher als oben angegeben. Im Gebirge sind an einem sonnigen oder bewölkten Tag Farbtemperaturen von 6.500 bis 12.000 K möglich. Um einen Blaustich zu vermeiden, muss der Weißabgleich hier besonders im Auge behalten werden.

### **Global- und Himmelsstrahlung (Exkurs)**

In der Meteorologie unterscheidet man zwischen Globalstrahlung und Himmelsstrahlung. Die Globalstrahlung bezeichnet das direkt auf die Erde einfallende Sonnenlicht, Himmelsstrahlung ist hingegen das vom Himmel reflektierte, auf die Erde zurückfallende Licht. Durch die Himmelsreflexion sorgt dies für einen leichten Blaustich.

An sonnigen Tagen ist die Globalstrahlung deutlich höher als die Himmelsstrahlung, denn der wolkenlose Himmel wird nur wenig ausfallendes Licht reflektieren. An bewölkten Tagen ist sie hingegen nur wenig höher als die Globalstrahlung und der Blaustich fällt mehr ins Gewicht, da die ausfallenden Lichtstrahlen nun an den Wolken zurückgeworfen werden.

### **5.5.3 Die Auswirkung der Farbtemperaturen**

Es gilt folgendes festzuhalten:

- Niedrige Temperaturen (z.B. Kerzenlicht, Glühlampen) haben einen roten Stich.
- Mittlere Temperaturen (Tageslicht, Sonnenlicht) erscheinen der Kamera neutral.
- Hohe Temperaturen (z.B. Nebel, Bewölkung) haben einen blauen Stich.

Je weiter man sich von der "Mitte" entfernt, umso stärker wird der Rot- bzw. Blaustich. Wie bereits erwähnt, nimmt das menschliche Auge diesen Stich nicht bzw. kaum wahr. Die Kamera würde diesen Stich jedoch wahrnehmen, wenn sie keinen Weißabgleich anwendet.

Wenn die Kamera die Farbtemperatur kennt, so weiß sie welchen Farbstich das Bild annehmen wird und wie groß dieser sein wird. Sie wird diesen Stich nun verhindern, indem sie die entgegengesetzte Farbe hinzugibt, also mit einer Art "Gegen-Stich" arbeitet.

Ein Beispiel: Bei einer Farbtemperatur von 2.500 K (einfaches Glühlampenlicht) entsteht ein roter Stich. Die entgegengesetzte Farbe ist blau, also wird die Kamera zu diesem Bild mehr blau hinzugeben und damit den Rot-Stich kompensieren. Für uns erscheint das Bild dann in neutralen Farben.

Wird bei nebligem Wetter fotografiert, entsteht ein Blaustich. Die Kamera wird hier also rot hinzugeben, um diesen zu kompensieren.

Hierbei erkennt man, dass ein falscher Weißabgleich zu Stichen führt. Angenommen es ist ein sonniger Tag mit 5.500 K Lichttemperatur. Wird die Kamera jetzt auf einen niedrigen Wert eingestellt (z.B. Glühlampenlicht, also rund 2.500 K), geht sie davon aus, dass das Bild einen Rotstich hat. Sie gibt blau hinzu und das Bild wird entsprechend blauer. Bei 5.500 K tritt jedoch kein Farbstich auf – die Kamera gibt also blau hinzu, obwohl das Bild bereits die korrekte Farbe hat. In diesem Fall

würde das ursprünglich korrekte Bild also allein durch den falsch eingestellten Weißabgleich einen (nun auch für den Menschen tatsächlich sichtbaren) Blaustich erhalten.

Merke also: Das fehlerhafte Anwenden des Weißabgleichs kann ebenso zu Farbstichen führen wie das Nicht-Anwenden des Weißabgleichs.

Die Digitalkameras ermitteln die Farbtemperatur heute meist automatisch und oft sehr zuverlässig; der Weißabgleich lässt sich auch nicht abstellen, lediglich ein manuelles Eingreifen ist möglich. Welche Arten des Weißabgleichs existieren, wird im Nachfolgenden vorgestellt.

### 5.5.4 Die Arten des Weißabgleichs

#### Automatischer Weißabgleich

Beim **automatischen Weißabgleich** (AWB) wird der Weißabgleich von der Kamera vollautomatisch vorgenommen. Der AWB ist meist voreingestellt und arbeitet in vielen Situationen korrekt. Die Kamera sucht sich dabei eine für sie weiß erscheinende Fläche, die sie als Referenz verwendet und darüber die Farbtemperatur bestimmt. Existiert keine weiße Fläche, so wird die hellste Stelle im Foto beurteilt. Ist diese jedoch nicht neutralgrau, sondern farbig, kann der automatische Weißabgleich fehlschlagen und zu einem Farbstich führen; dies ist oft bei Dämmerungsaufnahmen und Sonnenauf- und -untergängen der Fall.

#### Halbautomatischer Weißabgleich

Beim **halbautomatischen Weißabgleich** wählt der Benutzer aus einer Liste von vordefinierten Umgebungslichtern aus. Die Kamera bietet hierfür meist Sonnenlicht (ca. 5.500 K), Bewölkt (ca. 7.000 K), Glühlampen/Kunstlicht (ca. 2.500 K) und Leuchtstofflampe (ca. 4.000 K).

Der halbautomatische Weißabgleich bietet sich an, wenn man das Umgebungslicht genau kennt, d.h. wenn man bspw. in einem Raum mit Leuchtstofflampen Aufnahmen tätigt. Sonst ist eher auf den automatischen oder manuellen Weißabgleich zu setzen.

#### Manueller Weißabgleich

Beim **manuellen Weißabgleich** richtet man die Kamera vor der eigentlichen Aufnahme auf eine weiße Fläche, etwa ein weißes Blatt Papier, und nimmt ein Referenzfoto auf. Dieses Foto "merkt" sich die Kamera und benutzt es als Referenz für den zukünftigen Weißabgleich. Sie weiß damit genau, welche Farbtemperatur vorherrscht und kann somit den Weißabgleich korrekt durchführen. Dieses Verfahren eignet sich, wenn der AWB kein optimales Ergebnis erzielt oder wenn man von vorn herein einen möglichst genauen Weißabgleich erlangen möchte.

Bietet die Kamera keinen manuellen Weißabgleich, also keine Referenzfoto-Funktion, so kann man im Fachhandel eine Graukarte (18 % Grau) erwerben. Diese platziert man am Rand des Bildes und nimmt das Motiv samt Graukarte auf. Die Graukarte dient dann für ein Bearbeitungsprogramm als Referenzkarte und kann damit verwendet werden, um die korrekten Farben im Nachhinein wiederherzustellen. Nachteil ist hierbei, dass man am Ende den Teil des Bildes abschneiden muss, auf dem sich die Graukarte befand, da diese natürlich nicht Teil des Fotos sein soll. Eine Lösung

hierfür ist, dass man zwei identische Fotos aufnimmt, das eine mit Graukarte und das andere ohne Graukarte, und dann zunächst das Foto mit Graukarte in dem Bildbearbeitungsprogramm optimiert. Hierbei muss man sich merken (bzw. notieren), welche Parameter man auf welche Weise geändert hat. Ist das Bild optimiert, kann man das zweite Foto (das Foto ohne Graukarte) nachbearbeiten – hierbei setzt man die Parameter so, wie sie in dem ersten Foto gesetzt wurden.

### **5.5.5 Kreativer Weißabgleich**

Der Weißabgleich dient vordergründig zur Darstellung möglichst realistischer Bilder. Wie Brennweite, Belichtungsdauer, Blende und Fokus ist er aber ebenfalls ein künstlerisches Gestaltungsmittel. Für ausgefallene Fotos ist es oft empfehlenswert, einmal bewusst den falschen Weißabgleich einzustellen. In manchen Fällen werden dadurch Fotos mit interessanten Farben erzeugt.

### **5.5.6 Der Weißabgleich in der analogen Fotografie**

In der Analogfotografie gibt es zunächst zwei grundlegende Arten von Filmen: **Tageslichtfilm**, der auf rund 5.500 K ausgelegt ist und **Kunstlichtfilm**, der auf rund 3.400 K ausgelegt ist. Somit konnte man zumindest annähernd zwischen Tageslicht und Kunstlicht unterscheiden; in den meisten Fällen wird man somit Tageslichtfilm verwendet haben.

Für anspruchsvollere Fotografien gibt es außerdem entsprechende Filter, die man vor die Kamera stecken kann und die damit einen bestimmten Farbstich reduzieren. Fotolabore sind zudem in der Lage, gewisse Farbstiche aus den Aufnahmen zu entfernen.



# 6 Die Bildgestaltung

## 6.1 Allgemeine Grundlagen

### 6.1.1 Einführung

Die Bildgestaltung (auch: Komposition) ist eines der wesentlichsten Gebiete des Fotografierens. Sie ist eigentlich der erste Schritt bei jeder Aufnahme eines Fotos und liegt damit zeitlich vor der tatsächlichen, von der Kamera durchgeführten Aufzeichnung des Fotos. Da die technischen Grundlagen der Fotografie jedoch für die Bildgestaltung von großer Bedeutung sind, wurde das entsprechende Kapitel vorangestellt.

Vor allem Laien neigen oft dazu, sich über Bildgestaltung wenig oder gar keine Gedanken zu machen. Solche Aufnahmen bezeichnet man für gewöhnlich als **Schnappschuss** – das Foto wird ohne großes Nachdenken und In-Szene-Setzen aufgenommen. Das Ergebnis ist dann oft enttäuschend. Fast jedem wird dies bereits einmal aufgefallen sein – das Foto wirkt am Ende ganz anders als in der Realität. Es erscheint womöglich flach, ausdruckslos, langweilig. Der Hauptgrund ist dabei, dass die Kamera die Welt auf andere Weise sieht als wir. Sie ist einäugig und erzeugt 2D-Abbilder, während wir die Welt mit zwei Augen sehen und sie für uns räumlich erscheint. Wenn man einmal ausprobieren möchte, wie die Kamera einen Ausschnitt der Realität "sieht", so reicht es bereits aus, das linke oder rechte Auge zu schließen – das Bild wirkt dann in der Tat ganz anders.

Es gibt jedoch einige elementare Regeln und Tricks, wie man Szenen so gestalten bzw. aufnehmen kann, dass sie attraktiver wirken und aus einem spontanen Schnappschuss eine durchdachte, ansprechende Aufnahme wird. In diesem Abschnitt werden einige wenige, aber umso bedeutendere Regeln vorgestellt, um qualitativ bessere Bilder zu erzeugen. Hauptanliegen ist dabei, ein geeignetes Motiv zu finden, es im Bild zu positionieren und Tiefe zu erzeugen (also den 3D-Eindruck zu einem gewissen Grad wiederherzustellen). Das Verinnerlichen dieser grundlegenden Gesetze der Bildgestaltung ist eine gute Voraussetzung, um überzeugende Bilder hervorzubringen - eine Vielzahl dieser Gesetze sind dabei im Kern sehr einfach und nachvollziehbar, so dass sie Fotografen mit ein wenig Erfahrung oft ganz automatisch befolgen.

### 6.1.2 Die Bildgestaltung

Unter der **Bildgestaltung** (Komposition) versteht man die Anordnung und Verbindung formaler Elemente in einem Kunstwerk. Sie umfasst damit für gewöhnlich das Suchen und Auswählen eines Motivs sowie die Anordnung dessen in einem Bild. Dabei sind eine Vielzahl von Nebenbedingungen wie Farben, Kontrast, Strukturen, Bildausschnitt, Perspektive etc. zu beachten; auch die technischen Grundlagen der Fotografie spielen hier eine gewisse Rolle. So wirken sich Schärfentiefe, Belichtungsdauer, Brennweite etc. ebenfalls auf das zukünftige Bild aus.

Da die Bildgestaltung ein kreativer Prozess ist, ist sie von sehr individuellem Charakter. Theoretisch sollte jeder für sich selbst entscheiden können, wie das aufzunehmende Bild am besten gestaltet werden soll und wie es am besten wirkt – ein Kapitel über Bildkomposition wäre demnach eigentlich überflüssig. Es gibt jedoch verschiedene Regeln und Richtlinien, die man i.A. befolgen sollte, um ästhetisch ansprechende Fotos zu erlangen, egal welche eigenen Motive und Ziele man verfolgt. Auch wenn jeder Fotograf seinen eigenen Stil besitzt und eine individuelle Meinung zur Bildgestaltung hat, wird er diesen Richtlinien in vielen Fällen folgen. Eine Anleitung zur "korrekten" Bildkomposition für ein bestimmtes Motiv bzw. einen bestimmten Fall ist aber natürlich weder möglich noch sinnvoll.

Manchmal ist es auch interessant, die in diesem Abschnitt vorgestellten Regeln bewusst zu brechen und somit ein außergewöhnliches Foto zu erzielen. Dies sollte jedoch mit Bedacht getan werden – das Brechen aller Regeln führt nicht automatisch zu beeindruckenden Fotos, sondern schnell zu Chaos oder unqualifizierten Aufnahmen. Wie überall muss am Ende das "Gesamtpaket" stimmen.

### 6.1.3 Komposition und Motive

#### Grundlagen



**Abb. 85** Beispiel für Bildgestaltung. Hauptmotiv im linken Bilddrittel; Nebenthemen füllen die rechte Seite des Bildes, ohne vom Hauptmotiv zu sehr abzulenken.

Das **Motiv** eines Fotos ist der kennzeichnende, die Aufmerksamkeit des Betrachters auf sich lenkende Teil eines Fotos. Man sagt auch, es hat die höchste **Gewichtung**, also die größte Aussagekraft bzw. Bedeutung. Andere Bereiche des Fotos haben demnach eine niedrigere Gewichtung, sie sind eher Beiwerk, dürfen bei der Gestaltung aber dennoch keineswegs vernachlässigt werden.

Ein Foto kann auch aus mehreren Motiven aufgebaut sein, z.B. drei Apfelbäume auf einer Wiese oder zwei Personen, die um die Wette laufen. In vielen Fällen gibt es dabei ein **Hauptmotiv** (das Motiv mit größter Bedeutung bzw. Aussage) und entsprechende **Nebenmotive**. Manchmal meint der Begriff Nebenmotiv auch sämtliche Bildelemente, die nicht das Hauptmotiv sind.

In einigen Fällen ist sofort ersichtlich was das Motiv eines Fotos ist. Ein Apfelbaum auf einer sonst kahlen Wiese ist offensichtlich das Motiv des Fotos, der Blick des Betrachters richtet sich sofort auf den Baum. In manchen Fällen ist möglicherweise nicht ganz klar, was das Motiv ist. Vor allem bei Landschaftsaufnahmen ist dies der Fall. Die klassische Fotografie möchte es, dass in jedem Foto ein Motiv vorhanden ist, aber das Motiv muss nicht immer ein bestimmtes, abgrenzbares Objekt sein (z.B. Person, Baum, Fahrzeug, Gebäude, Bach, Laternenmast etc.). Der Schatten einer Person am Strand, über den Himmel verteilte Schäfchenwolken oder abstrakte Muster, die sich durch das gesamte Bild ziehen, können ebenfalls das Motiv sein. Inwiefern man allerdings hierbei noch von einem Motiv im eigentlichen Sinne sprechen kann, ist durchaus fragwürdig. Grundsätzlich ist es auch denkbar, zwei Arten von Fotos zu unterscheiden: Fotos mit einem (Haupt-) Motiv, an denen der Betrachter beim Betrachten sprichwörtlich "hängen bleibt", und die Fotos, die kein konkretes Motiv besitzen (der Betrachter betrachtet das Foto im Ganzen). Ein Foto, das kein Motiv im ersten Sinne besitzt, muss daher nicht zwangsweise schlecht sein.

Das Hauptmotiv eines Bildes sollte, sofern es existiert, automatisch die Aufmerksamkeit des Betrachters auf sich lenken. Es ist daher wichtig, es so zu platzieren, dass es als "Blickfang" wirkt. Bei einem Apfelbaum auf kahler Wiese ist dies ganz sicher der Fall – manchmal droht aber das Hauptmotiv von Nebenmotiven bzw. anderen Objekten abgelenkt zu werden. In den nachfolgenden Abschnitten werden daher einige Richtlinien genannt, wie man das Hauptmotiv anordnen kann, damit es als zentraler Bestandteil des Fotos auch wahrgenommen wird.

Einige Tipps seien hier bereits vorweggenommen (werden später aber noch ausführlicher erläutert):

- Störende Elemente können durch eine andere Perspektive oder durch Zoom ausgeblendet werden. Hier ist es oft sinnvoll, den Standort zu wechseln und zu prüfen, ob das Motiv nicht von einer anderen Position viel besser wirkt.
- Ein unruhiger Hintergrund wirkt sehr störend. Eine Möglichkeit wäre es, ihn in Unschärfe versinken zu lassen (kleine Blende, evtl. größere Brennweite).
- Ist die Störung nur von kurzer Dauer (z.B. ein Bagger, der im Hintergrund durchs Bild fährt), lohnt es sich ggf. zu warten.
- Im Zweifelsfall kann man auch auf die digitale Bildbearbeitung hoffen. Lässt sich ein störendes Nebenmotiv nicht verhindern, kann man das Foto erst einmal aufnehmen und versuchen, dieses dann später zu retuschieren.

Wenn mehrere Motive im Bild auftreten, sollte man darauf Wert legen, dass diese einigermaßen sinnvoll angeordnet sind und in dem Bild eine gewisse Ordnung herrscht. Sich überlagernde Motive, die kaum mehr auffallen oder voneinander abgrenzt werden können und das Auge des Betrachters verwirren, sollten stets vermieden werden. Die Redewendung "den Wald vor lauter Bäumen nicht zu sehen" sollte daher niemals auf ein Foto zutreffen, es sei denn es ist das bewusste Bestreben des Fotografen, ein ausgesprochen chaotisches Bild zu schaffen.

Wenn nicht anders erwähnt, soll im Nachfolgenden von genau einem Motiv ausgegangen werden.

## Bildaufbau



**Abb. 86** Bild aus mehreren Ebenen. Hecke im Vordergrund, wilder Wald im Mittelgrund und Berge und Himmel im Hintergrund.

Oft kann das Bild in Vordergrund, Mittelgrund und Hintergrund eingeteilt werden (manchmal auch nur in Vordergrund und Hintergrund). Das ist vor allem in der Landschaftsfotografie der Fall, jedoch auch in den anderen Genre. Das Motiv kann sich dabei überall befinden, meist wird es wohl aber eher im vorderen Bereich des Bildes auftreten. Vordergrund, Mittelgrund und Hintergrund sollten sich dabei stets voneinander abheben. Dies ist bereits der erste Schritt zu einem geordneten Foto und einer sinnvoll gestalteten Komposition.

Die Aufteilung in Vorder-, Mittel- und Hintergrund erzeugt eine gewisse Tiefenwirkung und sorgt damit für Räumlichkeit. Bei mehreren Motiven kann man ein besonders interessantes und tiefenwirkendes Foto erzeugen, wenn sich die Motive in bestimmten Ebenen befinden.

## Der Hintergrund

Der Hintergrund spielt mal eine größere, mal eine kleinere Rolle. Da man ein Motiv aber kaum ohne Hintergrund abbilden kann, wird man sich mit ihm bei jeder Aufnahmesituation auseinandersetzen müssen. Ist der Hintergrund unwichtig (z.B. bei Porträts, Sachaufnahmen etc.), dann sollte er so unauffällig wie möglich sein (monotone Farben, verschwommen etc.), auf keinen Fall sollte sich

jedoch etwas im Hintergrund befinden, was die Aufmerksamkeit in irgendeiner Form vom Motiv ablenken könnte. Manchmal ist der Hintergrund aber auch von größerer Bedeutung, z.B. in der Landschaftsfotografie. Hier wird ihm dann oft deutlich mehr Platz eingeräumt, das Motiv ist mit unter nur ein kleiner Teil des Fotos, das erst zusammen mit dem Hintergrund zu einem beeindruckenden Foto wird.



**Abb. 87** Aus Papierbögen gebasteltes Lichtzelt.

Wenn kein geeigneter Hintergrund für ein Motiv vorhanden ist, so bieten sich verschiedene Alternativen. Im freien kann man den Himmel als Hintergrund verwenden, wobei man das Motiv dann von unten (aus der Froschperspektive) fotografiert werden muss. Ein blauer Himmel kann dabei einen guten Kontrast zum Motiv aufbauen. Es gibt im Fachhandel auch Hintergründe aus Kunststoff zu

kaufen, man kann sie sich aber auch oft aus Karton und Papier selbst anfertigen oder Tischdecken, Bettlaken und andere nützlich scheinende Sachen verwenden.

Das **Lichtzelt** ist eine Variante, die in der professionellen Fotografie eingesetzt wird (meist in der Sach- und Makrofotografie), um verschiedene Objekte zu fotografieren. Hierzu wird das entsprechende Objekt in das Lichtzelt gelegt, das eine Öffnung hat, so dass man von außen in das Zelt hineinfotografieren kann. Das Lichtzelt sorgt für einen gleichmäßigen, weißen Hintergrund, den man sonst nur schwer finden würde.

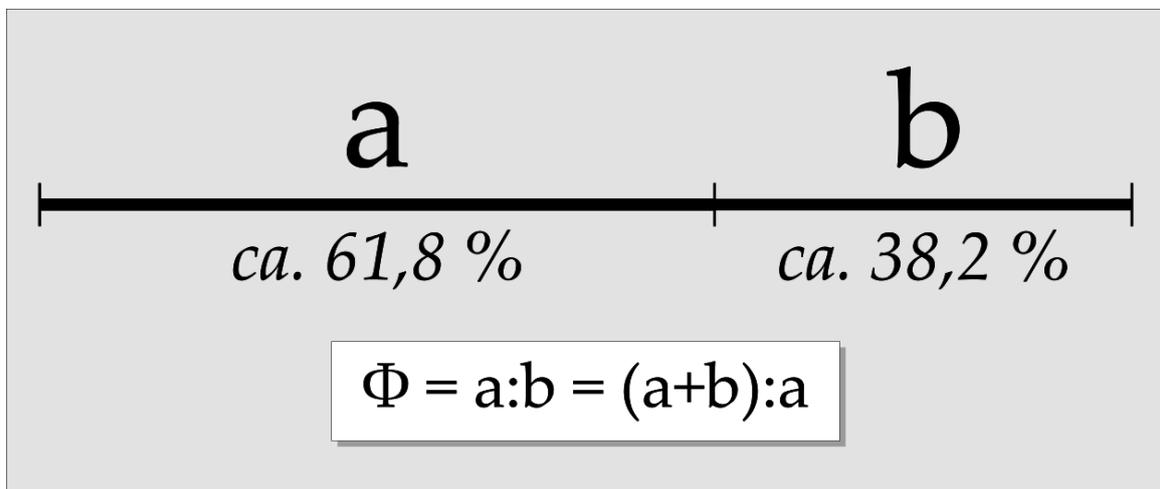
### Wahl und Darstellung des Motivs

Gibt es nur ein Hauptmotiv, so empfiehlt es sich oft, dieses bildfüllend darzustellen. In solchen Fällen sind Hintergrund und "freie Luft" um das Motiv eher ungeeignet; sie sind typische Laienfehler.

In der professionellen Fotografie spielen Details oft eine sehr große Rolle. Während bei Schnappschüssen meist sog. Übersichtsfotos (**Totale**) aufgenommen werden, die nur so von Details wimmeln (z.B. ein Schloss in voller Ansicht mit all seinen Türmchen, Fenstern und Ornamenten), ist die Konzentration auf wesentliche Details oft geeigneter. Dies betrifft häufig die Architekturfotografie (hier wirken kleine Ausschnitte in vielen Fällen deutlich interessanter als das vollständige Gebäude) und die Porträtfotografie (nicht immer ist es sinnvoll, die Person von oben bis unten voll abzubilden).

Die Übersichtsfotos drohen demnach, den Betrachter zu verwirren. Sie bestehen aus so vielen Einzelheiten, dass er möglicherweise nicht genau weiß, was eigentlich Motiv des Fotos ist. Konzentriert man sich auf wenig Details oder einen kleinen, signifikanten Ausschnitt, so kann die Wirkung enorm verbessert werden. Zudem ist die Komposition weniger Motive für den Anfänger meist leichter als bei einer Vielzahl von Motiven (die bei Totalen oft automatisch vorhanden sind).

### Platzierung des Motivs im Bild



**Abb. 88** Teilungsverhältnis des Goldenen Schnitts.

In der Grafik und Malerei wurde das Motiv oft in der Bildmitte platziert – das macht insofern Sinn, dass die Mitte eines Bildes allgemein als der zentrale, der wichtigste Teil angesehen werden kann.

In der Fotografie ist die zentrale Platzierung des Motivs hingegen weniger angesehen; es gibt zwar Situationen wo dies möglich oder gar empfehlenswert ist, oft wirkt ein Foto mit mittig platziertem Motiv jedoch langweilig oder zu formstreu.

In der Fotografie werden Motive daher gern im **Goldenen Schnitt** platziert, ein Teilungsverhältnis das bereits im Alten Griechenland verwendet wurde (hier insbesondere in der Architektur). Beim Goldenen Schnitt wird eine Strecke  $s$  in zwei Teile  $a, b$  geteilt, so dass die Gleichung  $(a:b) = (a+b) : b$  gilt. Die beiden Abschnitte  $a, b$  stehen also im selben Verhältnis wie die beiden Strecken zusammen (die Gesamtstrecke  $s$ ) zur Seite  $b$ .

Beim Goldenen Schnitt haben die beiden Abschnitte ein Längenverhältnis von 62:38 (oder grob 6:4 bzw. 3:2). Ein Bild, das eine Breite von 1000 Pixeln hat, hätte den Goldenen Schnitt also bei 620 Pixeln oder 380 Pixeln (je nach dem ob er nach links oder nach rechts ausgerichtet ist).

Bilder, deren Motive im Goldenen Schnitt angeordnet sind, wirken besonders harmonisch. Meist meint man mit dem Goldenen Schnitt die horizontale Teilung des Bildes; natürlich kann man das Bild aber auch vertikal nach den Regeln des Goldenen Schnitts teilen. Ein Motiv kann sich also sowohl horizontal als auch vertikal im Goldenen Schnitt befinden.



Quelle: Deutsche Fotothek

**Abb. 89** Leipzig, Altes Rathaus. Der Turm befindet sich im Goldenen Schnitt.

Da das Verhältnis 62:38 in der Natur schwer zu messen ist, wendet man oft auch die **Drittelregel** an, welche als Vereinfachung des Goldenen Schnitts gesehen werden kann. Hier wird das Bild einfach in 3 Teile geteilt und das Motiv dann auf einer der Teilungslinien platziert. Das Verhältnis ist dabei rund 67:33 und somit ähnlich dem Goldenen Schnitt. Einige Kameras bieten die Möglichkeit, ein **Gitternetz** (Hilfslinien) einzublenden, welches die Drittellinien anzeigt. Das kann bei der Komposition eine gute Stütze sein.

Manchmal ist es sogar angebracht, ein Motiv noch weiter in Richtung Bildrand zu platzieren; es sollte sich dann aber ein weiteres Motiv finden, welches die andere Seite des Bildes ausmacht und somit als eine Art Gegengewicht fungiert.

Hinweis: Durch Beschneiden des Fotos kann ein mittig angeordnetes Motiv nachträglich in den Goldenen Schnitt rücken. Mit dem Beschneiden ändert sich aber natürlich auch das aufgenommene Bild sowie verschiedenen Eigenschaften wie Bildformat und Auflösung.

### **Der Bildrand**

Egal ob das Motiv mittig, im Goldenen Schnitt oder nahe dem Bildrand angeordnet wird - es sollte stets ein wenig Platz zum Seitenrand gelassen werden. Kein Foto wirkt schlimmer, als bei einem Motiv, das gerade noch so drauf passt. Vor allem wenn das Motiv im Verhältnis zum Gesamtbild recht klein ist (und damit eine große, freie Fläche im Rest des Bildes entsteht), wirken solche Fotos meist äußerst unästhetisch.

Anders sieht es mit Nebenmotiven und Beiwerk aus. Hier passiert es oft, dass diese sich am Rand befinden und schlicht weg über den Rand hinausgehen. Das ist völlig normal und lässt sich für gewöhnlich nicht weiter ändern (es sei denn man geht weiter zurück, aber dann werden andere Dinge wieder ins Bild ragen usw.); es gibt jedoch eine Regel, die man beachten sollte: Entweder ein bestimmtes Objekt wird klar und deutlich angerissen (befindet sich also noch ein gutes bisschen mit auf dem Foto), oder es wird überhaupt nicht angerissen (ist also auf dem Foto nicht zu sehen). Ein am Bildrand parkendes Auto sollte also entweder zu einem guten Teil im Bild sichtbar sein oder gar nicht - eine Ecke, die noch ins Bild ragt wirkt unschön. Wenn auch ein im größeren Maße angerissenes Objekt das Foto trübt, kann es sinnvoll sein, die Perspektive leicht zu ändern und dieses somit auszublenden.

### **Dreieckskomposition**

Eine interessante Anordnung von Motiven stellt die **Dreieckskomposition** dar. Hier besteht das Bild aus 3 Motiven, die in Dreiecksform dargestellt werden. Anders als beim Goldenen Schnitt, bietet es sich dabei oftmals an, die Motive mittig im Bild zu platzieren und dieses möglichst voll auszufüllen.

Ein Dreieck wirkt ausgeglichen, stabil und harmonisch. Die Dreieckskomposition wurde vor allem in der Malerei der Renaissance angewendet, aber auch in der Fotografie ist sie ein interessantes Stilmittel.

## **6.1.4 Lichtverhältnisse**

### **Lichtrichtung**

Es scheint oft ein ungeschriebenes Gesetz zu sein, bei Sonnenlicht mit der Sonne im Rücken zu fotografieren (**Vorderlicht**). Die korrekte Belichtung ist hierbei im Grunde am einfachsten, die Farben wirken kräftig und neutral. Ein Problem ist jedoch, dass dem Bild eines fehlt: Schatten. Die Schatten fallen in dieselbe Richtung, in die fotografiert wird und alles liegt im grellen Sonnenlicht. Dadurch kann das Foto unnatürlich wirken, da Schatten ein wesentlicher Teil unserer Welt sind und

auch für einen gewissen 3D-Effekt sorgen. Wenn alles gleichmäßig im Sonnenlicht liegt, wirkt das Foto zudem weniger kontrastreich, da dann vermutlich nur helle, kräftige Farben dominieren.

Neben dem Vorderlicht gibt es jedoch auch Seitenlicht, Streiflicht und Gegenlicht, die oft deutlich interessantere Aufnahmen bringen.

Im **Seitenlicht** (Licht aus ca. 20 .. 80°) fallen die Schatten zur Seite und werden deutlich im Bild sichtbar; da sie schräg hinter das Motiv fallen, erzeugen die Schatten auf diese Weise Räumlichkeit. Es entsteht ein Spiel aus Licht und Schatten, das Bild wird plötzlich kontrastreich und spannend. Gleichzeitig ist die Belichtung bei Seitenlicht noch einigermaßen einfach. Das Seitenlicht wird daher auch als universelle Lichtrichtung gesehen.



**Abb. 90** Streiflicht - Anders als bei Vorderlicht macht es Konturen besonders deutlich.

Im **Streiflicht** fällt das Licht direkt von der Seite (Licht aus ca. 80 .. 100°) auf das Motiv. Streiflicht eignet sich vor allem, um Konturen in einer Fläche darzustellen. Porträts, die im Seitenlicht fotografiert werden, wirken somit besonders plastisch.

Im **Gegenlicht** (Licht aus mehr als 100°, d.h. von vorn, vorn-links oder vorn-rechts) entstehen die größten Kontraste, gleichzeitig verblassen die Farben und der Farbumfang vermindert sich. Hier versagt die vollautomatische Belichtung oft und ein manuelles Einstellen wird notwendig – das ist nicht immer leicht und auch nicht immer sinnvoll. Das Gegenlicht kann aber mit die interessantesten Bilder ergeben, die durch das Spielen mit dem Licht oft schon von ganz allein einen recht eigenen, künstlerischen Charakter erlangen.



**Abb. 91** Landschaft im Gegenlicht.



**Abb. 92** Capitol im Gegenlicht.



**Abb. 93** Straßenfotografie im Gegenlicht.



**Abb. 94** Gegenlicht kann in der Abenddämmerung zu beeindruckenden Fotos verhelfen.

### **Lichthöhe**

Nicht nur die Lichtrichtung, auch die Lichthöhe ist für ein Foto entscheidend. Normalerweise hat man im Freien **Oberlicht**, das Licht kommt also mehr oder weniger von oben. Bei Sonnenaufgang kommt es aus Kamerahöhe ( $0^\circ$ ), im Tagesverlauf steigt es dann auf rund  $16^\circ$  zur Wintersonnenwende bis  $62^\circ$  zur Sommersonnenwende (bezogen auf Mitteleuropa). Je höher die Sonne steigt, umso kürzer werden die Schatten. So gibt es einige enge Gassen, in die das Licht nur in den Sommermonaten einfällt (und auch dann nur zur Mittagszeit).

Licht, das von oben kommt, erzeugt bei Porträts Schatten unter Nase und Kinn und ist daher nicht besonders geeignet. Hier wird gern **Unterlicht** verwendet (Licht kommt von einer Position unterhalb der Kamera), was jedoch nur mit entsprechenden Lampen realisiert werden kann. Unterlicht wirkt meist unnatürlich, kann das Motiv aber in besonderer Weise betonen (z.B. sieht man in Ausstellungen und Museen oft, dass Objekte von unten angestrahlt werden).

## Das Licht im Verlauf des Tages



**Abb. 95** Hartes Licht (Skizze).

Wie im Abschnitt über den Weißabgleich bereits beschrieben, herrschen zu unterschiedlichen Tageszeiten unterschiedliche Lichtverhältnisse und unterschiedliche Farbtemperaturen. Das Auge nimmt diese kaum wahr und berechnet immer die korrekte Farbe, die Kamera muss hingegen an die Lichtverhältnisse angepasst werden.

Allgemein gilt:

- In der Morgendämmerung und Abenddämmerung überwiegen rote und gelbe Töne (warme Farben), da das Sonnenlicht einen weiteren Weg durch die Atmosphäre zurücklegt. Das Bild wirkt ruhig und harmonisch.
- In der Mittagszeit wirkt das Bild grell und blaue Töne stellen sich ein.



**Abb. 96** Diffuses Licht (Skizze).

Das direkte Sonnenlicht, das an wolkenlosen Tagen vorherrscht, wird auch als **hartes Licht** bezeichnet. Es sorgt für ausgeprägte Schatten und hohe Kontraste. Je stärker der Bewölkungsgrad ist, umso "weicher" wird das Licht. Man bezeichnet es auch als **diffuses Licht** (bzw. weiches Licht). Weiches Licht erzeugt sanftere Fotos, da Schatten weniger auffallen (sie wirken heller und die Ränder sind unschärfer) oder gar ganz verschwinden. Der Kontrast geht etwas zurück. Bei Porträtaufnahmen, Sachaufnahmen und Stillleben ist bspw. weiches Licht meist bevorzugt. Die Aufnahme wirkt sanfter als bei direkter Belichtung mit starken Schatten.



**Abb. 97** Hartes Licht in der Mittagssonne.

Übrigens: Auch an hellen Sommertagen kann man mit diffusen Licht arbeiten. Hierzu braucht man lediglich einen schattigen Ort aufsuchen - das Licht ist dort ähnlich weich wie an einem bewölkten Tag, das Licht im Schatten zerstreut ist und damit seinen weichen Charakter erhält.

Das Mittagslicht wird von vielen Fotografen gemieden. So bieten sich Landschaftsfotos oft in der Morgen- oder Abenddämmerung an. Das harte Licht der Mittagssonne mit seinen starken Schatten ist hier oft störend. Da in den Schatten Details verlorengehen, sind auch Porträtaufnahmen in der Mittagssonne ungünstig – hier sollten schattige Plätze aufgesucht werden.

Es gibt aber auch einige Situationen, wo Mittagslicht günstig ist. Das betrifft z.B. Straßenaufnahmen, wo das Sonnenlicht möglicherweise nur zur Mittagszeit in die enge Straße einfällt. Wann immer Konturen herausgearbeitet werden sollen, z.B. um Muster in der Landschaft oder Gravuren in einer Fassade hervorzuheben, ist das (harte) Mittagslicht ebenfalls geeignet.

### **Arbeiten mit Schatten und Spiegelung**

Die Schatten, die Gegenstände und Personen bei Sonnenlicht werfen, besitzen einen besonderen Reiz in der Fotografie. Sie können Räumlichkeit und Tiefe ausdrücken, sie können manchmal sogar interessanter als das eigentliche Hauptmotiv sein, da Schatten eine starke Abstraktion des Motivs darstellen – Konturen und farbliche Abstufungen gehen fast vollständig verloren, das Motiv erhält in seinem Schatten einen ganz anderen, stark abstrahierten Charakter.

Ist die Lichtquelle weit entfernt, so wirken die Schatten dunkel und haben scharfe Ränder (z.B. in der Mittagssonne). Ist sie näher (z.B. Aufnahme nahe einer Lampe), so wirken die Schatten heller und die Ränder sind verschwommener. Bei Innenaufnahmen und Porträtaufnahmen kann man hier einmal bewusst mit einigen Fotolampen experimentieren (wenn man keine zur Hand hat, funktionieren natürlich auch alle anderen Lichtquellen).

Schatten sollten sich, genauso wie Motive im Foto, nicht zu sehr überkreuzen, da dies das Foto ungeordnet und chaotisch erscheinen lassen kann. Allerdings kann man mit sich überkreuzenden Schatten auch interessante Muster in ein Foto bringen - hat man es also mit sich überkreuzenden Schatten zu tun, muss man individuell entscheiden, ob die Schatten das Bild eher aufwerten oder abwerten.

Spiegelungen können einen ebenso interessanten Effekt bewirken und vor allem an Seen und Teichen beobachtet werden, jedoch auch in Glasscheiben oder auf nassem Asphalt, bspw. nach starkem Regenfall. Eine symmetrische Anordnung wirkt dabei oft harmonisch, in verschiedenen Fällen lässt sich mittels Spiegelungen auch ein sehr abstraktes Bild erzeugen.

### 6.1.5 Führende Linien

#### Einleitung

Das menschliche Auge ist von Natur aus darauf ausgelegt, in Bildern bestimmte Strukturen und Muster zu erkennen. **Führende Linien** (Führungslinien, Diagonalen) sind ein wesentliches Mittel um Struktur in ein Bild zu bringen. Dabei ist es besonders gut, wenn die Linien den Blick des Betrachters zum Hauptmotiv lenken. Solche Linien heißen dann auch **Fluchtlinien**. Für gewöhnlich treffen sie am oder beim Hauptmotiv zusammen. Dieser Punkt wird als **Fluchtpunkt** bezeichnet. Das Auge des Betrachters "flüchtet" dank der Linien zu diesem Ort. Das Einsetzen solcher Linien erzeugt eine **Linearperspektive**, d.h. Räumlichkeit entsteht auf Grund von Linien.

Besonders gut eignen sich hierbei Straßen, Hecken, Zäune, Mauern/Mauerkanten, Hauswände, Alleen, Stromleitungen etc. Es gibt jedoch auch immaterielle Linien wie z.B. die Blickrichtung einer Person, die den Betrachter veranlasst, in dieselbe Richtung zu schauen. Auch Schatten sind ein beliebtes Mittel, um Struktur und Räumlichkeit in ein Bild zu bringen.

**Diagonalen**

**Abb. 98** Führungslinien: Die durch Bäume und v.a. Teich entstehenden Linien führen den Blick des Betrachters automatisch zum Hauptmotiv, dem Lincoln Memorial in Washington.

**Diagonalen**, also Linien die nicht senkrecht und nicht waagrecht verlaufen, bringen besonders viel Spannung in ein Bild und sorgen dafür, dass es besonders räumlich wirkt. Wirkt ein Bild flach und "2D", fehlen meist die Diagonalen; wirkt es in die Tiefe gehend, sorgen Diagonalen hingegen oft für diesen visuellen Effekt. Diagonalen lassen sich meist durch einen leichten Perspektivwechsel erzeugen, sofern sie nicht in der ursprünglichen Perspektive bereits vorhanden sind. So bietet es sich häufig an, ein Gebäude oder Motiv leicht von der Seite zu fotografieren (Diagonalen entstehen), statt frontal. Das Auge des Betrachters wird in der Regel den Diagonalen und Linien folgen und das Bild

erhält einen plastischen Ausdruck. Das seitliche Abbilden von Motiven hat zudem den Vorteil, das Strukturen besser sichtbar werden. Frontale Aufnahmen werden hingegen gern für dokumentarische Fotografien und Sachaufnahmen gemacht.

Die Wirkung von Diagonalen wird umso größer, je geringer die Brennweite ist. Im Weitwinkel ergibt sich damit ein besonders starker räumlicher Effekt. Parallel verlaufende Linien scheinen dabei im Horizont zu verschmelzen und bilden damit den bereits erwähnten Fluchtpunkt.

In einem Foto kann es grundsätzlich zwei Arten von Diagonalen geben:

- Aufsteigende Diagonalen: Verlaufen von links unten nach rechts oben.
- Absteigende Diagonalen: Verlaufen von links oben nach rechts unten.

Es wird den aufsteigenden Diagonalen nachgesagt, sie würden Freude und Optimismus ausdrücken, während die absteigenden Diagonalen eher Pessimismus ausdrücken. Allgemein scheint es oft, dass die aufsteigenden Diagonalen tatsächlich ein ästhetisch schöneres Bild schaffen - am Ende bleibt es aber Geschmackssache des Betrachters. Zudem kann auch hier wieder auf die digitale Bildbearbeitung zurückgegriffen werden - Spiegelung kann aus einem Bild mit absteigender Diagonale ein Bild mit aufsteigender Diagonale machen und umgekehrt.

### **Andere Linien**

Neben Diagonalen gibt es noch Waagerechte und Senkrechte als bekannte Linienarten. Waagerechte sind mehr oder weniger horizontal verlaufende Linien. Sie drücken vor allem Ruhe und Ausgeglichenheit aus. Senkrechte sind hingegen vertikal verlaufende Linien. Sie können Nähe ausdrücken.

Waagerechte und Senkrechte bieten sich auch an, ein Bild räumlich zu teilen. Die Teilung sollte dann aber nicht mittig geschehen, sondern wieder in der Nähe des Goldenen Schnitts.

### **Alternativen zu Führungslinien**

Weitere Mittel, um die Aufmerksamkeit auf das Motiv zu lenken, sind farbliche Gestaltungen und sich daraus ergebende Kontraste. In Ergänzung zu Führungslinien (oder als Alternative) kann somit ein farblich stark auffallendes Motiv ebenso den Blick des Betrachters auf sich lenken.

### **Kreise**

Im Gegensatz zu Diagonalen bewirken Kreise (z.B. Hüte, runde Sonnenschirme, runde Gebäude) und geschwungene Linien einen harmonischen Ausdruck. Auch auf diese Weise lassen sich interessante Fotos aufnehmen, zumal Diagonalen und geschwungene Linien in einem Bild auch grundsätzlich nebeneinander eingesetzt werden können.

## 6.1.6 Perspektive

### Grundlagen

Unter **Perspektive** versteht man, aus welchem Blickwinkel ein Motiv aufgenommen wird. Die Perspektive ist also vom Standort des Fotografen abhängig, genauer, vom Standort der Kamera. Ändert man den Standort oder die Ausrichtung der Kamera (nach oben/unten/links/rechts neigen), ändert sich automatisch die Perspektive.

Die Perspektive ist nicht mit der Änderung der Brennweite (Zoom) zu verwechseln, welche keine Perspektivänderung bewirkt, sondern lediglich den Bildausschnitt erweitert oder reduziert.

Ungeübte Fotografen ändern in vielen Fällen die Brennweite, um ihr Motiv im Bild anzuordnen. Deutlich mehr Möglichkeiten bieten sich jedoch, indem man verschiedene Perspektiven ausprobiert. Erst danach kann man den Zoom verwenden, um eine Feinanpassung zu ermöglichen (z.B. um das Motiv etwas näher heranzuholen etc.). Geübte Fotografen nehmen sich daher oft besonders viel Zeit, die für sie optimale Perspektive zu bestimmen. Natürlich heißt es hierbei: Ausprobieren. Das heißt, man sollte einmal in Ruhe um das Motiv gehen, es aus verschiedenen Entfernungen und, wenn möglich, verschiedenen Höhen betrachten und auf diese Weise die ideale Position finden.

### Anordnung des Motivs

Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass es dennoch einen Zusammenhang zwischen Perspektive und Zoom gibt: Nähert man sich einem Motiv von seiner ursprünglichen Position, so entspricht diese Perspektivänderung dem Zoom falls man sich auf der optischen Achse bewegt. Ein Baum auf einer Wiese kann bspw. aus 300 Meter Entfernung mit 350 mm Brennweite fotografiert werden oder aus 30 Meter Entfernung mit 35 mm Brennweite. In beiden Fällen kann damit derselbe Bildausschnitt kreiert werden – einmal im Weitwinkel und einmal im Super-Telewinkel. Auch das Motiv erscheint in beiden Fällen gleich groß. Die Bildwirkung ist aber deutlich verschieden. Im ersten Fall erwirkt man geringe Schärfentiefe und schrumpfende Distanzen (der Baum rückt näher an den Hintergrund und wirkt gleichzeitig kleiner im Vergleich zum Hintergrund), im zweiten Fall ein hohes Maß an Schärfentiefe und große Distanzwirkung (der Baum wirkt weiter vom Hintergrund entfernt und größer).

Möchte man ein Motiv groß darstellen, sollte man somit nah an das Motiv herangehen. Möchte man es klein darstellen, geht man weiter weg und verwendet dann größere Brennweiten. Dies funktioniert jedoch nur, wenn sich etwas im Hintergrund befindet, was dann als Bezugspunkt fungiert.

Man kann ein Motiv auch isoliert darstellen. Hierzu entfernt man sich von dem Motiv, verwendet aber dennoch kleine Brennweiten. Das Motiv nimmt dann nur einen kleinen Teil des Bildes ein und wirkt klein und einsam. Das bietet sich vor allem im Freien an (Landschaftsfotografie), hat jedoch den Nachteil, dass Details am Motiv nicht mehr zu erkennen sind - die isolierte Darstellung des Motivs sollte daher eher in Ausnahmefällen durchgeführt werden.

## Vertikale Perspektiven

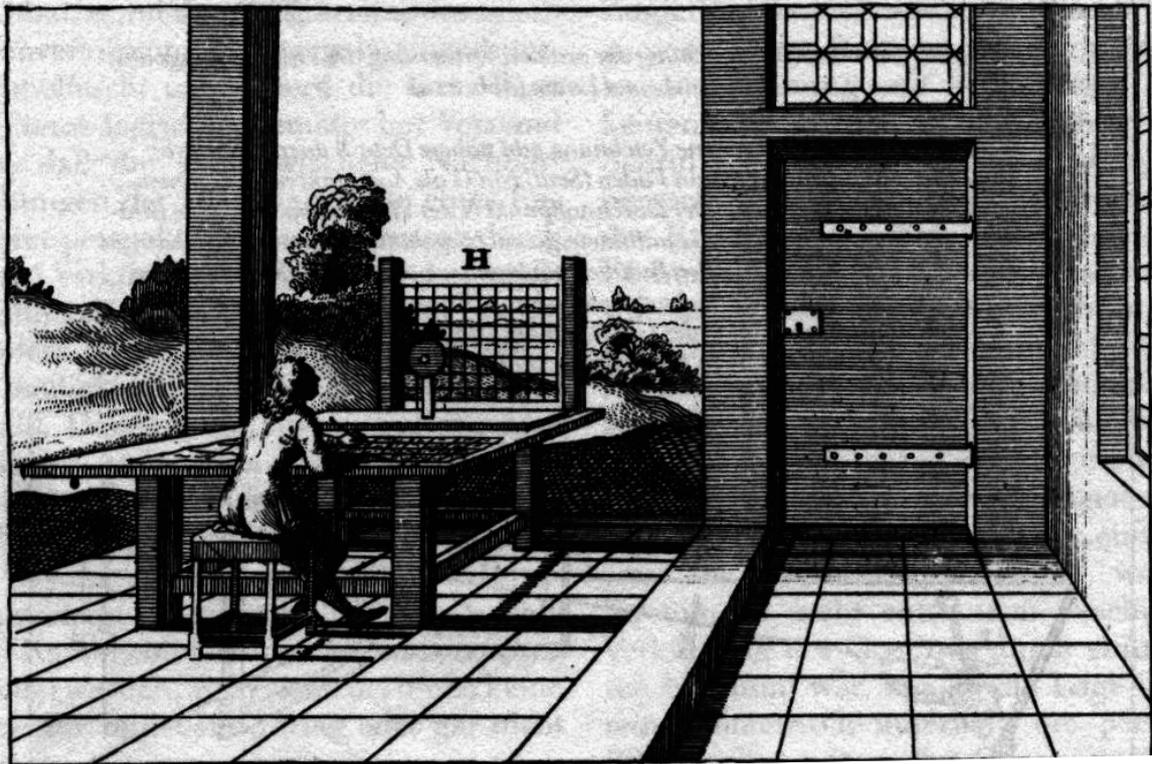


Abb. 99 Skizze in Zentralperspektive.

Vertikal gesehen unterscheidet man drei (Haupt-) Perspektiven:

- Zentralperspektive
- Froschperspektive
- Vogelperspektive

Die **Zentralperspektive** ist die "klassische" Perspektive, die in den meisten Fällen angewendet wird. Hierbei wird die Kamera in Augenhöhe des Fotografen gehalten und einigermaßen gerade gehalten, d.h. nicht nach oben oder unten geneigt. Mit der Zentralperspektive kann man ein Abbild der Realität erzeugen, das 2D ist, aber immer noch 3D wirkt. Im Raum verlaufende Parallelen treffen dabei scheinbar in einem Fluchtpunkt zusammen.

Bei der konsequent angewendeten Zentralperspektive ist der Horizont (sofern im Bild vorhanden) genau in der Mitte des Bildes, d.h. es werden Land und Himmel zu gleichen Teilen abgebildet. Alle Objekte, die gerade empor ragen (Bäume, Gebäude, Straßenlaternen etc.) verlaufen in dem Bild parallel zum linken bzw. rechten Seitenrand - in den anderen Perspektiven ist dies nicht der Fall.



**Abb. 100** Froschperspektive.

Bei der **Froschperspektive** (auch: Untersicht, Low Angle) fotografiert man von unten nach oben, oft auch aus sitzender oder liegender Haltung. Die Kamera wird also recht steil nach oben gehalten. Dies ist vor allem aus der Architekturfotografie bekannt, um sehr hohe Gebäude (Wolkenkratzer etc.) bei Platzmangel abbilden zu können. Die Froschperspektive liefert jedoch eine Vielzahl weiterer Möglichkeiten. Ein wesentliches Merkmal ist, dass man mit der Froschperspektive Größe darstellen kann. In dieser Perspektive aufgenommene Motive wirken unwahrscheinlich groß, der Betrachter hingegen hat den Eindruck, er sei unverhältnismäßig klein. So lässt sich die Froschperspektive auch in vielen anderen Gebieten, z.B. der Makrofotografie anwenden. Fotografiert man Blumen aus der Froschperspektive, wobei man sich hierbei meist direkt zu Boden legen sollte, können diese sehr groß wirken. Auch in alltäglichen Situationen, z.B. im Wohnzimmer, kann man diese Perspektive einmal ausprobieren – die Welt erscheint dann etwa aus Kinderaugen. Eine besondere dramaturgische Wirkung der Froschperspektive ist daher in der Kunst auch Unterdrückung, Schwäche, Erniedrigung.



**Abb. 101** Vogelperspektive.

Die **Vogelperspektive** (auch: Vogelschau) ist der umgekehrte Fall. Hier wird die Kamera nach unten gerichtet, das Motiv wird normalerweise oberhalb der Augenhöhe aufgenommen. Für die Vogelperspektive benötigt man örtliche Gegebenheiten, die nicht immer vorhanden sind. Möglich sind bspw. ein Aussichtsturm, Hügel oder Berg, hohes Gebäude, erhöhter Punkt in einem Saal (z.B. Podium) etc. **Luftbilder**, die von Flugzeugen oder Ballons aufgenommen werden, sind dabei wohl die bekanntesten Beispiele für Fotos aus der Vogelperspektive. Im Gegensatz zur Froschperspektive erzeugt die Vogelperspektive, dass die abgebildeten Objekte (Menschen, Häuser, Straßen, Bäume etc.) unverhältnismäßig klein wirken. Die Aussage ist somit oft Größe, Macht, Erhabenheit.

### Weitere Perspektiven

Man unterscheidet unabhängig zu den bereits vorgestellten Perspektiven noch die Luftperspektive und Farbperspektive.

Die **Luftperspektive** entsteht auf große Entfernung hin, wobei das Bild zum Hintergrund allmählich weniger kontrastreich und heller wird. Auf diese Weise entsteht ein räumlicher Eindruck. Die Luftperspektive entsteht im Grunde automatisch, d.h. ohne Zutun des Fotografen. Allerdings funktioniert sie nur auf weite Distanzen, wie bspw. in der Landschaftsfotografie.

Bei der **Farbperspektive** sorgen die Farben für Tiefe und räumliche Wirkung. Dies gelingt vor allem, wenn im Vordergrund warme Farbtöne dominieren (z.B. rot, gelb, orange, braun) und im Hintergrund kältere Töne (z.B. Blau).

### 6.1.7 Konturen, Strukturen und Kontraste

**Konturen** sind ein wichtiges Gestaltungsmittel in der Fotografie. Als Konturen bezeichnet man den Umriss (auch: Silhouette) eines Bildelements. Dieses entsteht durch deutliche Farbübergänge (z.B. von gelb nach rot) auf sehr engem Raum. In der Malerei werden Konturen oft verstärkt, indem man den Umriss des Elements mit einer schwarzen Linie nachmalt. In diesem Fall wäre der Abstand zwischen gelb und schwarz sowie rot und schwarz sehr groß und das Element sticht förmlich aus dem Bild heraus. Konturen sind also ein wichtiges Mittel für ein kontrastreiches Bild.

Konturen entstehen beim Aufnehmen eines Bildes meist automatisch. An Kanten bzw. scharfen Gegenständen sind sie stark – die Farbübergänge sind extrem und dies auf sehr engem Raum. Bei runden Gegenständen sind sie hingegen gering – die Farben ändern sich allmählich mit der Rundung des Gegenstandes. Innerhalb des Bildelements (d.h. innerhalb der Konturen) sorgen also Farbübergänge ebenfalls für Räumlichkeit. Eine Apfel, der nur in genau einer Farbe dargestellt wird, wirkt 2D, auch wenn er sich durch seine Konturen gut vom Hintergrund abhebt – erst durch Farbübergänge, die durch die Beleuchtung des Apfels und die entstehenden Schatten (egal wie stark sie auch sein mögen) auftreten, wirkt er plastisch und Strukturen werden sichtbar.

**Strukturen** sind Muster innerhalb des Bildelements, die ebenso für Tiefe, Räumlichkeit und Kontrast sorgen. Strukturen werden besonders hervorgehoben, wenn das Licht von der Seite auf das Element fällt (Streiflicht). Hartes Licht verstärkt diesen Effekt, weiches Licht hingegen führt dazu, dass die Strukturen weniger sichtbar werden.

### 6.1.8 Bewegung



**Abb. 102** Fotos, das Bewegung ausdrückt. Es wirkt unscharf, aber ein scharfes Abbild der Windmühle würde nicht mehr erkennen lassen, ob sie sich zum Zeitpunkt der Aufnahme drehte oder nicht.

Fotografie ist das Festhalten eines einzelnen Augenblicks. Das Motiv kann sich bei der Aufnahme in Bewegung befinden oder nicht. Ist es in Bewegung, z.B. ein fahrender Zug, ein Sprinter, ein fliegender Ball, so kann man diese Bewegung in einem Foto ausdrücken oder nicht, je nach dem welche Art von Foto man aufnehmen möchte.

Wenn es nicht darauf ankommt, Bewegung auszudrücken, sind sehr kurze Verschlusszeiten notwendig. Je näher man sich dabei an dem bewegten Objekt befindet und je schneller sich dieses bewegt, umso kürzer muss die Belichtungszeit sein. Diese Belichtungszeit muss auch umso kürzer sein, wenn sich das Motiv quer zur Kamera bewegt (in der Waagerechten). Bewegt es sich schräg auf die Kamera zu (oder davon entfernt), können geringere Belichtungszeiten verwendet werden.

Das Foto wirkt mit kurzen Belichtungszeiten entsprechend scharf, Bewegung lässt sich nur vermuten. Diese Variante eignet sich, wenn es mehr auf Schärfe als auf Bewegung ankommt, und vor allem, wenn aus dem Bild selbst ersichtlich wird, dass das Motiv in Bewegung ist. Ein fliegender Ball, ein springendes Kind, ein Sprinter etc. wird vom Betrachter automatisch als bewegtes Motiv erkannt. Anders ist es bei Objekten, die theoretisch auch in Ruhe sein könnten (z.B. ein auf einer Landstraße fahrendes Auto könnte auch halten). Hier ist es sinnvoll Bewegung auszudrücken.

Bewegung wird entsprechend mit längeren Belichtungszeiten ausgedrückt (das erfordert meist eine größere Blende oder geringe ISO-Einstellung). Ein Graufilter ermöglicht auch deutlich längere Belichtungszeiten, wenn bereits die größte Blende und höchste Empfindlichkeit eingestellt sind.

Das Mitziehen der Kamera ist eine andere Variante, Bewegung auszudrücken. Hierbei verfolgt man mit der Kamera das sich bewegende Motiv, so dass dieses scharf wird. Ein fahrendes Motorrad könnte bspw. aus einem parallel daneben fahrenden Auto fotografiert werden. Das Motorrad ist dann scharf (obwohl es fährt), der Hintergrund verschwimmt hingegen. Auf diese Weise erhält man ein scharfes Motiv und dennoch ein Foto, das Bewegung ausdrückt.

### **6.1.9 Rahmen**

Viele Fotos wirken um einiges schöner, wenn sie einen gewissen Rahmen besitzen. Dabei unterscheidet man natürliche Rahmen, also Rahmen die durch die Aufnahme aus einem bestimmten Blickwinkel entstehen, und künstlerische Rahmen, die mit einem Fotobearbeitungsprogrammen erzeugt werden können. In diesem Abschnitt stehen natürliche Rahmen im Vordergrund.

Natürliche Rahmen sind in der Architekturfotografie bspw. Fenster, Tore, Durchgänge, Korridore etc., während in der Landschaftsfotografie gern zwischen Hecken, Zweigen und Bäumen hindurch fotografiert wird. Der Vordergrund sollte dabei möglichst dunkel sein (am besten schwarz) und der Hintergrund (das eigentliche Motiv) in seinen natürlichen Farben erscheinen. Die korrekte Belichtung sollte also unbedingt auf dem Hintergrund liegen; wenn die grünen Blätter im Vordergrund zu dunkel ausfallen ist dies absolut in Ordnung.

Beim Fotografieren durch einen Zaun, ein Gitter oder einen Käfig (z.B. bei der Tierfotografie) lässt sich ebenfalls ein interessanter Rahmen schaffen. Befindet sich das Motiv ein gutes Stück dahinter, so kann der Rahmen in Unschärfe verfallen und das Motiv wird besonders hervorgehoben.

Rahmen sind nicht nur ein reizvolles Mittel um das Motiv hervorzuheben, sie erzeugen auch eine Tiefenwirkung. Zudem kann man mit Rahmen manchmal unerwünschte Bildelemente ausblenden.

## 6.1.10 Farbwahl

### Grundlagen

Auf die Farben hat man beim Aufnehmen des Fotos zwar oft keinen Einfluss, es ist aber allgemein wichtig, bei der Suche nach Motiven die Farben zu berücksichtigen. Zudem ist es in einigen Genre möglich (z.B. Porträt- und Stillebenfotografie) stärkeren Einfluss auf die farbliche Gestaltung zu nehmen.

Wie im Kapitel über die Grundlagen der Farblehre bereits berichtet wurde, wirken Komplementärfarben (v.a. gelb/blau) bspw. besonders kontrastreich, spannend und intensiv. Wenige farbliche Abstufungen wirken hingegen beruhigend oder melancholisch.

### Tonwertumfang

Unter dem **Tonwert** versteht man die Helligkeit eines Farbtons, der von weiß bis schwarz reichen kann. Der Tonwertumfang bezeichnet dabei den Hell-Dunkel-Kontrast, d.h. die Spanne zwischen hellen und dunklen Tonwerten. Ein großer Tonwertumfang, wie er an sonnigen Tagen durch Licht und Schatten entsteht, wirkt kontrastreich. Der geringe Tonwertumfang an bewölkten oder trüben Tagen sorgt für geringere Kontraste. Hierbei werden insbesondere dunkle und helle Farben vermieden, die Mitteltöne dominieren. Das Bild sorgt in dem Fall gedämpfter und sanfter.

Dominieren nur helle Töne, so spricht man auch von einer **High-Key-Aufnahme**. Dominieren nur dunkle Töne, so spricht man auch von einer **Low-Key-Aufnahme**.

### Sanfte Farben

Besonders **volle Farben** (Farben hoher Sättigung) und **Mitteltöne** können durch ihre starke Wirkung vom Motiv ablenken. Daher ist es beim Fotografieren einzelnen Gegenstände und Personen oft ratsam, auf sanfte Farben zu setzen. Dies gelingt für gewöhnlich durch hellere Farben (bis hin zu Pastellfarben) oder durch leichtes Entsättigen. Auch sehr dunkle Farben haben eine beruhigende, gedämpfte Wirkung – anders als helle, freundliche Töne wirken sie aber düster, bedrohlich und geheimnisvoll.

Grelle Farben entstehen bei direkter Belichtung und hartem Licht. Sie können daher mit Seiten, Streif- oder Gegenlicht abgeschwächt werden; bei bewölktem Himmel sorgt das Diffusionslicht zudem für sanftere Töne. Können die genannten Methoden jedoch aus irgendeinem Grund nicht durchgeführt werden, so können auch mit der digitalen Bildbearbeitung Farbänderungen durchgeführt werden. Ein weiteres Mittel um grelle Farben zu vermeiden, ist starkes Über- oder Unterbelichten der Szene, wird aber nicht immer den gewünschten Effekt bringen.

Einen ähnlichen Effekt erzielt man, wenn man statt auf sehr bunte Bilder (großer Farbumfang) auf Bilder mit wenigen Farbtönen setzt. Besteht ein Bild bspw. nur aus Rot- und Orangetönen, so wirkt es vielleicht weniger spannend und kontrastreich als ein Foto, das alle Farbtöne vereint, es hat jedoch eine deutlich dezentere, ruhigere und harmonischere Wirkung. Die harmonische Wirkung verstärkt sich, wenn im Farbkreis benachbarte Farben im Bild vorherrschen. In der Malerei wurden bspw. Bilder sehr oft in ganz bestimmten, benachbarten Farbtönen geschaffen und es gibt keinen Grund, warum man dies nicht auch in der Fotografie ausprobieren sollte.

## **Grelle Farben**

Grelle Farben sorgen für Aufmerksamkeit und ziehen die Blicke des Betrachters fast automatisch auf sich. Je weiter Farben auf dem Farbkreis voneinander entfernt sind, umso stärker ist der Farbkontrast und umso dynamischer und auffälliger ist das Bild. Dieser Effekt wird bei der Verwendung von Komplementärfarben maximiert.

Wie im Kapitel zur Grundlagen der Bildgestaltung schon vorgestellt wurde, muss der Farbkontrast nicht nur aus den beiden Komplementärfarben entstehen. Der Farbdreiklang oder Farbvierklang ist eine geeignete Methode, um starke Farbkontrast zu erzeugen und das Bild durch den gleichen Abstand der Farben gleichzeitig in einem harmonischen Verhältnis zu behalten.

## **Disharmonische Farben**

Manchmal ist es auch interessant, oder aufnahmebedingt nicht vermeidlich, dass eine gewisse Disharmonie in einem Bild herrscht, die auf Grund ungünstiger Farbgestaltung entsteht. Das Bild wirkt dann unruhig, chaotisch, verwirrend oder abstoßend.

Disharmonie entsteht vor allem, wenn sehr viele Farben in einem Bild ohne rechte Ordnung auftreten. Vor allem Farben, die ungleichmäßig voneinander auf dem Farbkreis entfernt sind (z.B. rot, orange, grün) wirken unharmonisch und widersprechen dem Farbklang. Zu viele unterschiedliche Farben auf engem Raum bewirken im Grunde denselben Effekt. Eine solche Farbgestaltung kann aber bewusst vorgenommen werden, um die o.g. Effekte beim Betrachter auszulösen. Ein Schilderwald, der aus Schildern unterschiedlichster Farbe besteht, wird wahrscheinlich schon rein farblich zur Disharmonie führen – und damit die Wirkung des Chaos verstärken.

## **Das Rot**

Rot ist die Farbe mit der stärksten Intensität und wirkt oft als echter "Hingucker". Um in ein vielleicht eher langweiliges Bild Spannung zu bringen, reicht es oft bereits aus, ein kleines bisschen rot einzubringen. Das kann bspw. durch einen roten Ball bewirkt werden, ein rotes Fahrzeug etc. Gleichzeitig gilt die Regel "weniger ist mehr" - zu viel Rot bzw. zu viele grelle Farben können schnell vom eigentlichen Bild ablenken.

## **Schwarzweiß-Fotografie**

Obwohl heute alle Kameras Fotos standardmäßig in Farbe aufnehmen, wird man immer wieder auf Künstler stoßen, die ihre Fotos bewusst in schwarzweiß aufnehmen oder nachträglich in schwarzweiß überführen. Es gibt im Wesentlichen zwei Gründe, warum ein Schwarzweiß-Foto besser als ein Farbfoto sein kann:

- Beim Schwarzweiß-Foto wird von den Farben abstrahiert und der Betrachter kann somit von den Farben nicht abgelenkt werden. Es konzentriert sich alles auf die Linien, Formen und v.a. Motive des Fotos. Möchte man bestimmte Motive oder auch Strukturen (abstrakte Fotografie) besonders betonen, kann schwarzweiß manchmal die bessere Lösung sein.
- Bei einem bereits aufgenommenen Foto kann es passieren, dass die Farben unschön oder unpassend erscheinen. Im Kapitel über die Grundlagen der Bildgestaltung wurde bereits erläutert, dass es

harmonische und disharmonische Farben gibt, in vielen Fällen (Straßenfotografie, Landschaftsfotografie etc.) hat man auf die Farben jedoch keinen Einfluss. Sollte das Bild also farblich misslungen sein, und lässt sich dies auch durch Nachbearbeitung nicht ändern, so kann das Überführen in ein Schwarzweiß-Bild eine gute Alternative sein. Ein farblich nicht zufriedenstellendes Foto muss daher nicht immer sofort verworfen werden.

Es gibt einige Genre, wo man Schwarzweiß-Fotografie relativ häufig antrifft. Dazu gehören v.a. Straßenfotografie und Abstrakte Fotografie, weiterhin aber auch Architektur-, Stillleben- und Porträtfotografie. Trotzdem sollte man Schwarzweiß-Aufnahmen eher dezent anfertigen, d.h. nur dann, wenn es notwendig bzw. sinnvoll erscheint; schwarzweiß ist nicht immer das Allheilmittel für gelungene Fotos.

## 6.2 Landschaftsfotografie

### 6.2.1 Grundlagen



**Abb. 103** Herbstlandschaft

Die Landschaftsfotografie beschäftigt sich mit der Abbildung der belebten und unbelebten Umwelt des Menschen. Bilder der Landschaftsfotografie sollen damit klassischerweise die Umwelt naturgemäß wiedergeben, wobei es oft das Anliegen ist, die Schönheit einer Landschaft darzustellen (z.B. einen Garten oder Park im Frühling, herbstlich gefärbte Wälder, goldene Felder, einen Wasserfall in den Tropen etc.). Ebenso können jedoch auch soziale Aspekte mit einfließen, wie bspw. durch

eine Naturkatastrophe oder durch Krieg verwüstete Landstriche. Die Landschaftsfotografie kann grundsätzlich auch von Menschen geschaffene Objekte enthalten (z.B. Gebäude, Verkehrswege, Stromleitungen, Boote etc.), der Fokus liegt meist aber auf den landschaftlichen Aspekten.

Landschaften erhalten ihren besonderen Reiz vor allem dadurch, dass sie je nach Wetter, Tageszeit und Jahreszeit völlig verschieden erscheinen können. Eine großartige Landschaft kann bereits wenige Minuten später langweilig wirken und über die Jahreszeiten hinweg immer wieder ihr Gesicht ändern. Der geeignete Moment spielt somit oft eine große Rolle, und als Landschaftsfotograf sollte man auf Ausflügen und Reisen stets seine Kamera dabei haben. Nicht wenige, die einst eine atemberaubende Landschaft fotografieren wollten, kamen zu einem anderen Zeitpunkt wieder und waren bitter enttäuscht als sie bemerkten, dass der gesamte Zauber vorbei war.

## 6.2.2 Allgemeine Aspekte

### Motivsuche



**Abb. 104** Landschaftsfoto ohne klar erkennbares Hauptmotiv. Es hat dennoch seinen eigenen, ausgefallenen Charme.

Vor allem in der Landschaftsfotografie kommt es manchmal vor, dass sich scheinbar kein Motiv findet. Das kann bspw. am Meer oder an einer großen Wiese der Fall sein. Am Ende hat der Fotograf

aber auch immer die Möglichkeit, sich selbst in irgendeiner Form auf dem Foto unterzubringen, vorausgesetzt ein Stativ ist vorhanden.

Oft stellt auch der Himmel einen interessant Blickfang dar. Wolken am Himmel, Kondensstreifen, Abendrot – der Himmel kann ebenso zum Hauptmotiv werden, wenn die Landschaft wenig zu bieten hat. Hier wäre es dann sinnvoll, einen Großteil des Bildes dem Himmel zu widmen (siehe später).

Wie im vorangegangenen Kapitel bereits erwähnt, muss ein Motiv nicht immer klar abgrenzbar sein. Ein Landschaftsfoto kann auch dann noch interessant sein, wenn sich kein direktes Motiv erkennen lässt (wie bspw. bei der rechts abgebildeten Szene). Die Landschaftsfotografie gehört damit zu den wenigen Genre (ähnlich wie die Straßenfotografie), wo nicht zwangsläufig ein konkretes, abgrenzbares Objekt fotografiert wird.

### **Vordergrundgestaltung**

Neben dem Finden eines geeigneten Motivs stellt die Gestaltung des Vordergrunds in der Landschaftsfotografie oft ein gewisses Problem dar. Ein Foto wirkt langweilig, wenn der Vordergrund monoton und leer ist, so wie es bei Aufnahmen auf Wiesen oder am Meer oft der Fall ist.

Mit etwas Kreativität kann man aber auch in solchen Situationen einen interessanten Vordergrund gestalten. Es kommt im Grunde alles in Frage, was in der Natur bereits vorhanden ist – eine Hecke, ein Zaun, eine Sitzbank, ein Gebäudevorsprung, Schatten, Zweige von Bäumen, Fahrradständer u.v.m. Manchmal hat man vielleicht auch etwas dabei, womit man den Vordergrund füllen kann, z.B. Wanderrucksack oder Picknickkorb. Als Fotograf hat man de facto unbegrenzte Möglichkeiten und wird im Grunde erst auf diese Weise ein besonderes Foto schaffen.

In manchen Fällen kann auch ein leerer Vordergrund interessant sein, wenn er durch besondere Formen oder Farben heraussticht. In diesem Fall ist das Verwenden eines Motivs im Vordergrund nicht unbedingt nötig. Eine leere, grüne Wiese scheint oft langweilig - ein goldgelbes, geschwungenes Kornfeld kann das Bild hingegen bereits deutlich spannender machen, allein durch Form und Farbe.

Beliebt sind vor allem auch Aufnahmen durch Zweige hindurch, die dem Bild dann einen gewissen Rahmen verleihen.

### **Tiefe erzeugen**

In der Landschaftsfotografie sind zwei Punkte relativ wichtig: Das Foto sollte Tiefe zeigen und Größenverhältnisse sollten deutlich werden. Tiefe kann man, wie schon beschrieben, mittels Diagonalen erzeugen. Um das Größenverhältnis verschiedener Objekte (z.B. eines Felsens etc.) darzustellen, bietet es sich an, Nebenmotive in dem Foto zu verwenden, deren Größe dem Betrachter bekannt sind. Personen sind hierbei ein beliebtes Mittel, aber auch Gebäude, Fahrzeuge, Tiere etc. Eine saubere Trennung von Vorder-, Mittel- und Hintergrund bewirkt ebenfalls Tiefe.

Eine weitere Möglichkeit Tiefe zu erzeugen, ist, zwei (oder mehr) etwa gleichgroße Objekte schräg hintereinander anzuordnen, z.B. Kürbisse, Personen etc. Die hinteren Objekte wirken dann automatisch kleiner und erzeugen einen Tiefeneindruck. Manchmal ist es auch besonders günstig, wenn sich die Objekte teilweise überlagern, jedoch nur, falls sie dann auch noch gut von einander abgegrenzt werden können. Dieses Mittel, das als **Größenabnahme** bezeichnet wird, kennt man eigentlich aus der Malerei, kann in der Fotografie aber ebenso gut eingesetzt werden.

Durch die Luftperspektive wird das Bild zum Horizont hin weniger kontrastreich und heller. Dadurch verschwimmt der Hintergrund allmählich und es entsteht ebenfalls ein Tiefeneindruck.

Eine weitere Möglichkeit, Tiefe zu erzeugen, ist das Verwenden von Rahmen, so dass der Blick des Betrachters durch den Rahmen auf das Motiv fällt (s.o.).

### Der Horizont



**Abb. 105** Die Anordnung des Horizonts in der Bildmitte ist ein typischer Laienfehler. In diesem Fall wird mehr als die Hälfte des Bildes an einen monotonen, im Grunde völlig uninteressanten Himmel verschenkt. Zudem wirkt der Horizont leicht schräg.

Ein Wesentliches Augenmerk der Landschaftsfotografie ist der Horizont bzw. die Anordnung des Horizonts. Intuitiv wählen viele Fotografen dabei einen mittig ausgerichteten Horizont, der das Bild somit in zwei etwa gleichgroße Hälften teilt. Aus gestalterischer Sicht ist dies meist äußerst ungünstig, da das Bild mittig zerteilt wird und nicht klar ist, auf welchen Teil nun der Fokus liegt. Zwar bewirkt ein mittig verlaufender Horizont oft einen recht naturgemäßen Blickwinkel, es besteht dann aber auch die Gefahr, dass eigentlich nicht klar ist, worauf der Schwerpunkt des Bildes gerichtet ist – auf den Himmel oder auf die Landschaft.

Wird der Himmel im oberen Bilddrittel angeordnet, wird die Landschaft hervorgehoben. Sie rückt näher an den Betrachter heran, der Himmel hingegen gerät eher in den Hintergrund. Diese Wahl eignet sich auch dann, wenn der Himmel nicht viel zu bieten hat. Ein monotoner weißer Himmel,

der die Hälfte des Bildes einnimmt, wird dieses nicht unbedingt in ein Meisterwerk verwandeln. In den meisten Fällen, wenn der Schwerpunkt eben auf der Landschaft selbst liegen soll, bietet es sich damit an, den Horizont im oberen Bilddrittel anzuordnen.

Ist der Himmel hingegen von besonderem Interesse, z.B. durch interessante Wolkenformen oder Farbverläufe (z.B. in der Morgendämmerung), so lohnt es sich auch, den Horizont im unteren Bilddrittel anzuordnen, so dass der Himmel dominiert. Die Landschaft rückt dann weiter weg, das Bild drückt Weite und Unendlichkeit aus. Dies bietet sich wiederum an, wenn die Landschaft eher weniger interessant ist oder ein Motiv für den Vordergrund fehlt.

Eins sollte der Horizont in jedem Fall sein: Er sollte gerade ausgerichtet sein. Schon ein leicht schräger Horizont wirkt unnatürlich und laienhaft, kann aber relativ leicht mit einem Bildbearbeitungsprogramm korrigiert werden. Jedoch keine Regel ohne Ausnahmen: Für besonders ausgefallene Fotos bietet es sich manchmal an, den Horizont bewusst schräg zu setzen, möglicherweise sogar extrem schräg (z.B. 30° oder mehr). Hierbei sollte aber dann auch das Motiv entsprechend passen.

### 6.2.3 Jahreszeiten

#### Grundlagen

In den gemäßigten Breiten Europas haben wir das Glück, ausgeprägte Jahreszeiten zu besitzen, mit kalten, oft schneereichen Wintern und warmen, sonnigen Sommern. Davon abgesehen, dass sich Wetter und Sonnenbahn in den einzelnen Jahreszeiten deutlich unterscheiden und das Bild einer Landschaft unterschiedlich erscheinen lassen, erhält die Vegetation in jeder Jahreszeit ein anderes Aussehen.

Es gibt damit Frühlings-, Sommer-, Herbst- und Winterlandschaften. Auf Mitteleuropa (Tiefland) bezogen, ergeben sich etwa folgende Zeiträume, in denen diese Landschaften vorgefunden werden:

- Frühling: Anfang März bis Mitte Mai
- Sommer: Mitte Mai bis Anfang September
- Herbst: Mitte September bis Anfang November
- Winter: Mitte November bis Ende Februar

Gerade Frühling und Herbst sind, bezogen auf die Erscheinung von Landschaften, relativ kurz. Der Zeitraum zwischen dem die Blätter an den Bäumen farbig werden und dem, wo sie zu Boden fallen, ist oft nur wenige Wochen. Hierbei sollte man günstige Fotogelegenheiten (z.B. ein sonniger Herbsttag) auf keinen Fall verpassen. Stellt man dann Mitte November fest, dass einem bislang keine guten Herbstbilder gelungen sind, muss man fast ein Jahr warten, bis man erneut Gelegenheit dazu hat.

#### Frühling

Im Frühling verwandeln sich kahle Wälder, Parks und Felder wieder in blühende Landschaften. In Frühlingfotos dominieren meist satte Grüntöne und es kann passieren, dass das Foto farblich etwas monoton wirkt; es gibt aber auch bereits zahlreiche blühende Blumen, die man in das Foto mit einbeziehen kann, um etwas mehr Farbe in das Bild zu bekommen. In vielen Gegenden blühen im späten Frühling zudem endlos erscheinende Rapsfelder, die durch ihr helles Gelb in einzigartiger

Weise aus der Landschaft herausragen. Besonders Parks und blühende Wälder sind empfehlenswerte Orte für Frühlingsfotos.

Vor allem im Frühling kommen auch Makrofotografen auf ihre Kosten. Blühende Blumen, aufgehende Blütenblätter, Knospen, die ersten Insekten - zur Frühlingszeit bieten sich nach zahlreiche Gelegenheiten.

## **Sommer**

Im Sommer blüht dann eine Vielzahl von Blumen; Bäume und Sträucher besitzen ihr volles Blätterwerk während die Felder in gelben Tönen erscheinen. Sommerlandschaften erscheinen daher meist automatisch bunter und in weicheren Farben als die saftig grünen Frühlingslandschaften.

Da die Sonne sehr hoch über den Horizont steigt, bietet es sich an, am Morgen oder späten Nachmittag bzw. Abend zu fotografieren - in der Mittagssonne ist das Licht sehr hart und wirft kurze Schatten. Andererseits können Fotos zur Mittagszeit besonders gut Hitze ausdrücken und damit die Landschaft zu einem typischen Sommerfoto machen.

## **Herbst**

Das größte Farbspektrum bietet jedoch der Herbst mit seinen weichen, warmen Farben. Die Blätter der Bäume werden gelb, orange, rot und braun, zudem blühen verschiedene Herbstblumen, die weitere sanfte Farben (z.B. das Lila der Aster) in das Bild bringen können. Die Sonne erreicht im September und Oktober nur noch eine mittlere Höhe, so dass selbst zur Mittagszeit das Licht weicher ist als im Hochsommer und damit den farblichen Effekt verstärkt.

Großartige Herbstlandschaften kann man vor allem wieder in Wäldern und Parks erleben; auch herbstlich verfärbte Alleen sind interessante Fotomotive. Im Wald bilden sich im Herbst schnell Laubschichten auf dem Boden - sie sind ebenso fotogen wie die Bäume in ihrer bemerkenswerten Farbenpracht. Verwendet man größere Brennweiten (Tele), so lassen sich im Wald abstrakte oder halb-abstrakte Aufnahmen zaubern. Für Freunde der Makrofotografie sind Pilze, Herbstblumen und einzelne verfärbte Blätter interessante Motive.

Der Herbst bietet mit seiner Farbenpracht einzigartige Gelegenheiten und ist für manche Landschaftsfotografen vielleicht die interessanteste Zeit. Die Natur bietet dem Betrachter noch einmal eine Fülle bemerkenswerter Motive und Ansichten, bevor sich die Landschaften dann fast über Nacht in Ödnis verfallen.

## **Winter**

Der Winter wird oft als trostlose, unfotogene Zeit gesehen, vor allem dann, wenn kein Schnee liegt und die Landschaft in monotones Braun oder Grau gehüllt ist. Dies ist wiederum in den Tieflagen Mitteleuropas leider sehr oft der Fall - in manchen Jahren fällt Schnee reichlich, in manchen Jahren bleibt er fast völlig aus. Doch ob mit Schnee oder ohne - auch im Winter werden sich fast immer einige interessante Szenen finden. Ein kahler Wald, der verlassene, trostlose Stadtpark, ein starrer See - der Winter steht im strengen Kontrast zu den anderen Jahreszeiten und besitzt seinen eigenen Charme.

Schneefotos sind natürlich für gewöhnlich von größerem Interesse, und sollte einmal Schnee liegen, gilt es diese eher seltene Gelegenheit nicht zu verpassen. Der Schnee verzaubert Landschaften auf einzigartige Weise und lässt in den Fotos echte Winter- oder Weihnachtsstimmung auftreten. Bei Schneefotos sollte man jedoch beachten, dass die Kamera hier oft zu knapp belichtet - eine höhere Belichtungsstufe ist oft empfohlen.

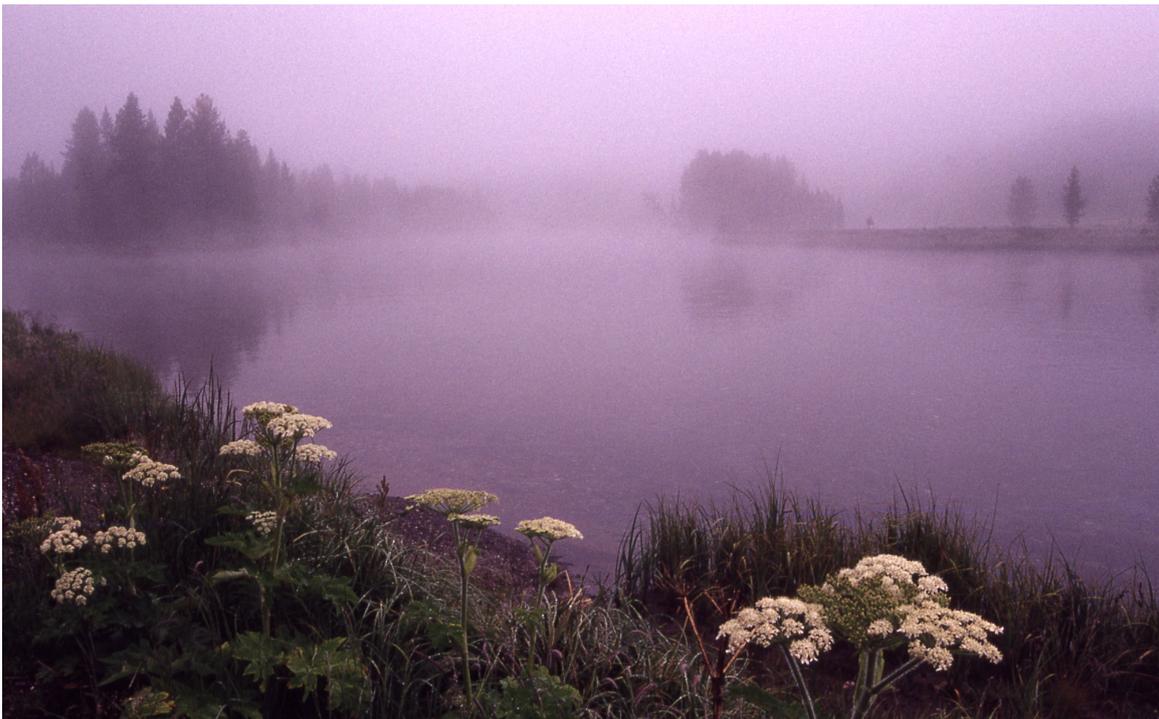
Neben Schneefotos sind auch Reif- und Frostfotos interessant und können gewissermaßen als Ersatz dienen, falls kein Schnee liegt. Auch zugefrorene Seen, Eisschollen auf Gewässern und Eiszapfen sind interessante Wintermotive, die sowohl für sich als auch eingebettet in die Landschaft fotografiert werden können.

### 6.2.4 Besondere Szenen und Situationen

#### Blumen

Blumen fotografiert man idealerweise im leichten bis mittleren Telewinkel (ca. 80 bis 200 mm). Sie wirken dann üppiger und näher aneinander während Weitwinkel sie scheinbar auseinander zieht. Zudem bietet sich bewölkttes Wetter eher an, als hartes Sonnenlicht - er könnte zu unschönen Schatten zwischen den einzelnen Blumen führen.

#### Nebel



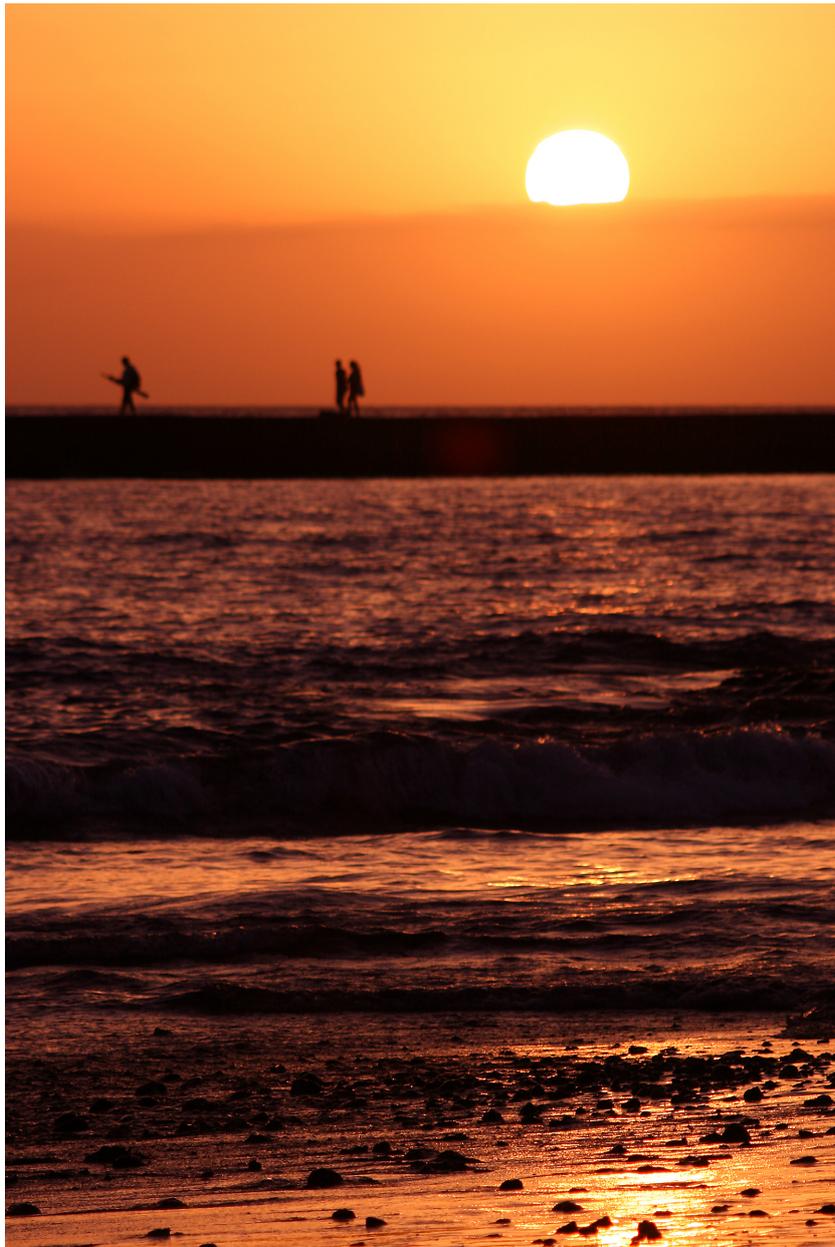
**Abb. 106** Mystische Nebelaufnahme in zarten Lilatönen. Leider trübt das starke Bildrauschen das sonst reizvolle Foto erheblich.

Ähnlich wie Schnee, ist auch Nebel ein eher selten anzutreffendes Phänomen, das zudem meist in den Morgenstunden auftritt und sich im Tagesverlauf oft sehr schnell verzieht. Er bietet jedoch viele interessante Aufnahmemöglichkeiten. Die Landschaft versinkt in einem mystischen Schleier, wirkt unheimlich, verlassen oder monoton. Motive erscheinen nur in ihren Konturen und wirken deutlich abstrakter als an normalen Tagen. Dringt die Sonne durch den Nebel, kann der Nebel bemerkenswerte Farben annehmen, z.B. ein zartes Orange oder Gelb. Vor Sonnenaufgang und nach Sonnenuntergang kann er hingegen bläulich erscheinen.

Beim Fotografieren von Nebel wird man oft Probleme bei Belichtung, Weißabgleich und Fokussierung haben, vor allem bei dichtem Nebel. Ein manuelles Wählen der Parameter ist dann oft empfehlenswert. Da der Nebel das Tageslicht blockt, sind grundsätzlich längere Belichtungszeiten zu erwarten. Nebelfotos neigen scheinbar besonders heftig zu Bildrauschen - es sollte daher auf hohe ISO-Werte verzichtet und lieber auf ein Stativ zurückgegriffen werden.

Nebel tritt besonders an Gewässern auf und über Wiesen. Fast jedem Motiv kann er dabei ein mystisches Aussehen verleihen, etwa einer aus dem Nebel ragenden Flussbrücke, einem kahlen Baum oder einem ohnehin schon mystisch wirkenden Friedhof.

## Sonnenaufgang und Sonnenuntergang



**Abb. 107** Ein einfaches Sonnenuntergangsfoto ist noch lang kein Garant für ein bemerkenswertes Foto. Hier sorgen der Strand und die Wellen im Vordergrund, die Personen im Mittelgrund und der leichte Wolkenschleier im Hintergrund für eine atemberaubende Aufnahme.

Eines der beliebtesten Themen der Landschaftsfotografie ist zweifelsohne die Aufnahme von Sonnenaufgängen und Sonnenuntergängen. Ähnlich wie bei Herbstfotos hat man hier ein gewaltiges Spektrum an warmen Farbtönen (gelb, orange, rot), die z.T. mit kalten Farbtönen des sich verdunkelnden Himmel (blau, violett) verbinden. Anders als bei herkömmlichen Fotos verschmelzen diese Farben meist derart miteinander, dass ein gewaltiges Farbspektrum (hoher Dynamikumfang) vorherrscht.

Da Sonnenuntergänge eben zu den Klassikern in der Fotografie gehören, reicht es nicht aus, einfach einen Sonnenuntergang zu fotografieren, um ein bemerkenswertes Bild zu bekommen. Es ist äußerst wichtig, den Vordergrund mit zu gestalten und nicht ausschließlich den Sonnenuntergrund als Motiv zu sehen. Welche Möglichkeiten man hat, den Vordergrund zu gestalten, wurde bereits weiter oben erläutert. An Seens und am Meer kann man auch das Wasser selbst als Vordergrund nehmen - das Foto wirkt besonders gut, wenn sich die tiefstehende Sonne dann im Wasser spiegelt.

## **6.3 Architekturfotografie**

### **6.3.1 Einleitung**

Die Architekturfotografie befasst sich mit der Abbildung von Bauwerken aller Art, einschließlich von Innenaufnahmen und Architekturdetails. Da Bauwerke oft eine imposante Größe besitzen, ist dabei ein Weitwinkelobjektiv in vielen Fällen unverzichtbar - gleichzeitig kann auch ein Teleobjektiv gefordert sein, wenn Details abgebildet werden sollen. Für spezielle Aufnahmen, wo das Gebäude selbst mit einem Weitwinkelobjektiv nicht voll abgebildet werden kann, gibt es für manche Kameras Shift-Objektive zu erwerben, die einen deutlich größeren Bildausschnitt ermöglichen.

### **6.3.2 Darstellung von Bauwerken**

Eine Grundregel der Architekturfotografie lautet "Weniger ist mehr". Laien neigen häufig dazu, ein Gebäude möglichst vollständig auf dem Foto abzubilden (Totale). Das endet oft auch damit, dass es nur gerade noch auf das Foto passt oder die Kamera nach oben gerichtet wurde, um es überhaupt darstellen zu können - das führt dann zu den bekannten konvergierenden Linien. Insofern ist es in der Architekturfotografie oft sinnvoll, sich auf Ausschnitte eines Bauwerks zu konzentrieren, oft auch auf Details wie Balkone, Erker, Ornamente, Pfeiler, Dachgaupen etc. Bei modernen Gebäuden lassen sich zudem oft auch abstrakte oder halbabstrakte Fotos erzeugen.

Interessant ist auch die Kombination aus Totale und Detail, wie sie oft in Magazinen und Prospekten zu sehen sind. Hierbei wird das Gebäude zunächst vollständig fotografiert und im Anschluss ein interessantes Detail mit großer Brennweite festgehalten. Bei der Präsentation der Fotos bietet es sich dann an, aus den beiden Fotos eins zu machen (z.B. kann das Detailfoto verkleinert und in einer Ecke der Gesamtansicht integriert werden).

Für die Architekturfotografie bieten sich damit fast alle Brennweiten an: Kurze Brennweiten (Weitwinkel) für vollständige Ansichten ebenso wie lange Brennweiten (Telewinkel und Super-Telewinkel) um Details abzubilden. Wer sich auf Architekturfotografie spezialisiert, sollte somit beide Objektive mit sich führen bzw. eine Kompakt- oder Bridgekamera mit ausreichend Zoom ("Super-Zoom-Kameras") in Betracht ziehen.

Die bereits vorgestellten Regeln über Perspektive und Anordnung des Motivs gelten meist auch für die Architekturfotografie. Gebäude sollten nach Möglichkeit nicht frontal, sondern leicht von der Seite fotografiert werden, damit sie räumlicher wirken (manchmal ist es aber auch gerade interessant oder gar nicht anders möglich, ein Gebäude direkt von vorn aufzunehmen). Die Platzierung im Bilddrittel kann sinnvoll sein, oft nimmt das Gebäude in der Architekturfotografie jedoch das gesamte Bild ein, da der Hintergrund meist unwichtig ist. Besonders interessant ist es, wenn sich für ein

vollständig abgebildetes Gebäude ein Vordergrundmotiv, etwa ein Springbrunnen, ein Denkmal oder eine Mauer findet, welches das Bild dann wieder in Vorder- und Hintergrund aufteilt.

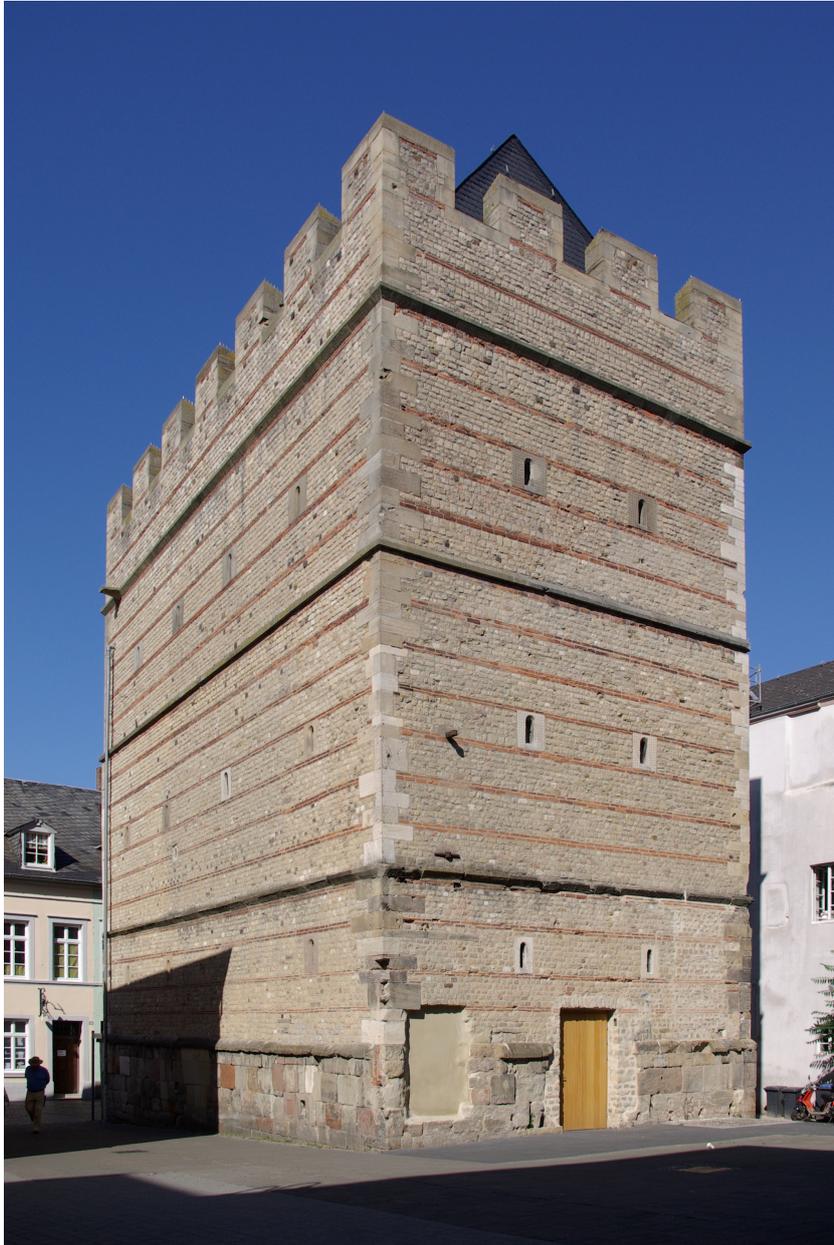
### 6.3.3 Stürzende Linien



**Abb. 108** Stürzende Linien in einem Foto. Die Kamera wurde nicht gerade, sondern leicht nach oben gehalten. Das Foto wirkt sehr unschön, das Gebäude kippt scheinbar nach hinten.

Ein Phänomen, das vor allem in der Architekturfotografie auftritt, sind stürzende Linien (konvergierende Linien). Diese treten auf sobald die Kamera bei Aufnahmen eines Gebäudes auch nur leicht schräg nach oben gerichtet wird. Wenn ein Gebäude nicht vollständig auf das Foto passt

und die örtlichen Verhältnisse ein weiteres Zurückgehen nicht ermöglichen, bleibt scheinbar gar nichts anderes übrig, als die Kamera nach oben zu richten, um das Gebäude abbilden zu können. Der Vorteil ist, dass das Gebäude dann vollständig auf das Bild passt, egal wie hoch es auch sein mag. Der Nachteil ist allerdings, dass die Linien "aufeinander zustürzen", das heißt scheinbar in der Unendlichkeit sich in einem Punkt vereinen (obwohl sie parallel verlaufen). Das Gebäude auf dem Foto wirkt dann, als ob es nach hinten umkippt. Das liegt daran, dass bei der geneigten Haltung der untere Teil des Bauwerks näher zur Kamera ist als der obere Teil und dieser somit weiter entfernt scheint. Er droht, nach hinten zu stürzen.



**Abb. 109** Dasselbe Foto mit einem Bearbeitungsprogramm verbessert. Die Seiten des Gebäude verlaufen nun parallel zum rechten bzw. linken Bildrand, stürzende Linien sind nicht mehr erkennbar.

Stürzende Linien wirken meist sehr unästhetisch, lassen sich aber nicht immer vermeiden. Mit dem Perspektivwerkzeug verschiedener Bildbearbeitungsprogramme lassen sich leichte perspektivische Fehler jedoch beheben (dazu mehr im Teil zur Bildbearbeitung). Man erkennt stürzende Linien meist beim bloßen Anblick des Fotos. Möchte man ganz sich gehen, so kann man ein Raster über das Bild legen (z.B. mit einem Fotobearbeitungsprogramm); die Seiten des Gebäudes müssen dann alle senkrecht sein - laufen sie schief zum Raster, liegen stürzende Linien vor.

Möglichkeiten, die man in einer solchen Situation immer hat, sind:

- Statt des gesamten Gebäudes einen Ausschnitt fotografieren, z.B. ein bestimmtes Detail.
- Das Gebäude evtl. seitlich fotografieren (frontale Fotografieren von Bauwerken sind ohnehin eher ungünstig).
- Zur Aufnahme des Gebäudes einen höheren Standort aufsuchen, z.B. einen Hügel, gegenüberliegenden Balkon etc.
- Die stürzenden Linien in Kauf nehmen (und evtl. auf die Nachbearbeitung am PC setzen).



**Abb. 110** Bei sehr hohen Gebäuden lassen sich stürzende Linien oft nicht vermeiden. Hält man die Kamera steil nach oben, wird der Effekt maximal, ist aber dann von künstlerisch hohem Interesse.

Vor allem bei Hochhäusern und Wolkenkratzern ist es ein interessanter Effekt, auch einmal bewusst die Kamera stark nach oben zu richten (Froschperspektive) und somit stark stürzende Linien zu erzeugen. Hierzu sollte man relativ nah an das entsprechende Gebäude gehen und die Kamera zum Abbildes des Gebäudes steil nach oben halten. Die Linien stürzen hierbei natürlich extrem, das Resultat kann aber einen beeindruckenden Charakter haben. Solche Fotos drücken oft Größe und

Abstraktheit aus, stürzende Linien sind also nicht in jedem Fall negativ. Dieses Vorgehen ist damit eine weitere Alternative hat, wenn man ein Gebäude nicht ohne stürzende Linien abbilden kann - man dreht buchstäblich den Spieß um und erzeugt sie bewusst.

Übrigens: Die Gefahr stürzender Linien ist im Weitwinkel am größten. Hier reicht schon eine ganz geringe Neigung der Kamera, um den oft unschönen Effekt zu erzielen. Mit zunehmenden Brennweiten wird der Effekt jedoch geringer und kleine Neigungen fallen kaum mehr auf – natürlich lässt sich damit aber dann auch weniger auf dem Bild platzieren als zuvor.

Und noch ein Tipp: Stürzende Linien fallen vor allem bei hohen Gebäuden sowie Gebäuden mit recht einfachen Formen (quaderförmig etc.) auf. Sie fallen weniger bei Gebäude mit hohen Kuppeln oder starken Spitzdach auf, weil dann die Linien ohnehin aufeinander zulaufen. Der negative Effekt wird aber auch bei solchen Gebäuden ab einem bestimmten Neigungsgrad sichtbar.

### **6.3.4 Beleuchtung und Wetter**

Es gibt keine eindeutige Regel zu welcher Tageszeit, bei welchem Wetter und bei welchen Lichtverhältnissen Gebäude fotografiert werden sollten. Oft eignet sich der Morgen oder Abend an, da zur Mittagszeit starke Schatten an dem Gebäude auftreten können, die Farben blass wirken können und große Flächen (vor allem weiße Fassaden) überstrahlt sind. Allgemein ist es oft empfohlen, mit Seitenlicht zu fotografieren, so dass die Räumlichkeit der Gebäude sowie Konturen besser sichtbar werden. Gegenlicht kann manchmal selbst aus einfachen, sonst uninteressanten Gebäuden atemberaubende Fotos machen - Details werden hierbei aber weniger sichtbar, die Betonung liegt dann auf der Silhouette des Bauwerks.

Gebäude wirken meist bei blauem Himmel (sonniges Wetter) besser (v.a. kontrastreicher) als an trüben Tagen mit weißen oder grauen Himmel. Fotografiert man Gebäude hingegen bei Nebel, stellt sich oft ein interessanter, mysteriöser Effekt ein.

Für abstrakte Formen und moderne Architektur ist das harte Licht der Mittagssonne oft geeignet, da es die scharfen Gebäudekanten besser zum Ausdruck gibt und Kontrast maximiert. Für ländliche Architektur scheint weiches Licht, vor allem auch das Licht der tiefer stehenden Sonne, günstig.

### **6.3.5 Untergattungen**

#### **Einleitung**

Die Architekturfotografie ist ein weites Gebiet, das verschiedene Untergattungen besitzt. Während einige Hobby-Fotografen bei Architekturfotografie allein an Bauwerke, insbesondere Sehenswürdigkeiten denken, bietet das Genre ein weitaus größeres Spektrum an möglichen Motiven. Einige interessante Untergattungen seien im Nachfolgenden erläutert.

## Industrielandschaften



**Abb. 111** Industrielandschaften können aus unterschiedlichen Gründen aufgenommen werden. Dieses Bild ist aus gesellschaftlicher Sicht recht interessant - es zeigt erneuerbare Energieanlagen neben herkömmlichen. Damit drückt es einen gewissen Wandel in der Gesellschaft aus.

**Industrielandschaften** sind ein beliebtes Motiv jenseits der sonst beschaulichen Sehenswürdigkeiten und beeindruckenden Zeugnissen moderner und historischer Architektur. Sie wirken oft alltäglich, unbedeutend, hässlich. Gerade dies wird von vielen Architekturfotografen jedoch oft auch als besonderer Reiz empfunden; viele Sehenswürdigkeiten und beeindruckende Bauwerk wurden bereits tausendfach abgelichtet und sind womöglich einer Vielzahl von Menschen bekannt – einmal alltägliche Bauwerke wie bspw. Industrieanlagen zu fotografieren, kommt hingegen nur wenigen in den Sinn, und umso interessanter kann es sein, einmal solche Gebäude zu fotografieren. Besonders spannend sind dabei Gegensätze, z.B. Fabriken und Schornsteine neben Wohngebäuden oder Industrieanlagen im ländlichen Raum, die eine deplatzierte Wirkung entfalten. Das Resultat kann

dabei sowohl dokumentarischen als auch künstlerischen Charakter haben. In vielen Fällen kann das Abbilden von Industrieanlagen dabei aus gesellschaftskritischer Sicht sehr interessant sein und den Betrachter zum Nachdenken anregen.

Das Fotografieren von Industrielandschaften fällt in das weniger bekannte fotografische Genre der **Industriefotografie**, darf damit jedoch nicht gleichgesetzt werden. Industriefotografie bezeichnet jegliche Art von Motiven industrieller Produktion und legt den Fokus somit sowohl auf den Industrieprozess als auch das Industrieprodukt. Damit geht das Genre über die Architekturfotografie deutlich hinaus, die die Produktionsstätten im Fokus hat, nicht jedoch den eigentlichen Prozess bzw. das Produkt.

In vielen Situationen scheint es besonders interessant, Industrielandschaften bei Gegenlicht und tief stehender Sonne zu fotografieren. Dabei wird von den Details abstrahiert, die hier jedoch oft nicht von Bedeutung sind. Die Umrisse einer Fabrik, die emporragenden Schornsteine und der aufsteigende Rauch können ein bemerkenswertes Bild ergeben – der Betrachter benötigt keine weiteren Details, um sich die Stimmung vorstellen zu können.

### **Skulpturen**

Skulpturen und Denkmäler werden ebenfalls der Architekturfotografie zugeordnet und sind beliebte Motive für die meisten Architekturfotografen. Bei Skulpturen ist es wichtig, die Plastizität ausdrücken, die immerhin die Haupteigenschaft von Skulpturen (im Gegensatz zu Gemälden) ist. Das erreicht man vor allem mit hartem Seitenlicht, so dass Formen und Details besonders gut zum Ausdruck kommen. Skulpturen können manchmal auch zur Vordergrundgestaltung verwendet werden, z.B. ein Denkmal vor einer Kirche etc.

## Nachtfotografie



**Abb. 112** Nachtansicht von New York, aufgenommen bei völliger Dunkelheit.

Die Nachtfotografie überschneidet sich mit sehr vielen Genre, da man fast alles sowohl bei Tageslicht als auch in der Dämmerung oder Nacht geschickt fotografieren kann. In der Architekturfotografie spielen Nachtaufnahmen jedoch eine ganz besondere Rolle, da sich eine Stadt oder Großstadt bei Nacht stets von einer völlig anderen, manchmal umso interessanteren Seite zeigt.

Besonders gern werden Nachtansichten von Großstädten, insbesondere Skylines, aufgenommen. Die abertausend beleuchteten Fenster (wie im Bild rechts zu sehen) zeigen erst, wie belebt eine solche Stadt ist, denn es wird kaum ein beleuchtetes Zimmer geben, wo sich niemand aufhält. Um solch beeindruckende Skylines aufnehmen zu können, muss man jedoch selbst einen erhöhten Punkt finden. Hierfür bieten sich öffentlich zugängliche Hochhäuser oder Aussichtsplattformen an. Viele Städte verfügen in der Nähe des Zentrums auch über Erhebungen, von denen man womöglich auch einen Guten Blick auf die Stadt hat.

Bei der Nachtfotografie bietet sich stets ein Stativ an, alternativ evtl. auch lichtstarke Objektive und hohe ISO-Werte falls noch genügend Licht vorhanden ist. Allgemein gilt es meist als ausgesprochen günstiger, nicht bei völliger Dunkelheit zu fotografieren, sondern in der mehr oder weniger vorangeschrittenen Abenddämmerung. Der dann noch leicht farbige Himmel ergibt damit einen interessanten Kontrast zu den dunklen, teilweise erleuchtet Gebäuden. Straßenbeleuchtung und Erleuchtung von Gebäuden setzen ohnehin deutlich vor der absoluten Dunkelheit ein.

## Dokumentarische Fotografie



**Abb. 113** Beispiel für Dokumentarische Fotografie.

In der Architekturfotografie ist es häufig auch interessant, einmal gezielt Alltagsaufnahmen zu tätigen, z.B. den Innenhof eines Straßenviertels oder einen an ein Gebäude grenzenden Garten. Das Interessante liegt im Detail, da auf alltäglichen Aufnahmen sich doch oft interessante Dinge finden lassen, z.B. Dinge menschlichen Wirkens und Schaffens.

Die hier vorgestellte Idee gehört zu dem deutlich über die Architekturgattung hinaus reichenden Genre der Reinen Fotografie (pure photography, auch straight photography), die einfache, ungestellte und möglichst realistische Abbilder von alltäglichen Plätzen und Situationen zum Gegenstand hat.

### Innenaufnahmen

Innenaufnahmen unterscheiden sich von der allgemein Architekturfotografie insofern, dass man es meist mit schwierigen Lichtverhältnissen zu tun hat. Die Innenräume von Sehenswürdigkeiten wie Kathedralen, Kirchen und Ausstellungen sind oft nur dezent beleuchtet, das Verwenden von Blitzlicht ist oft untersagt. Aus diesem Grund bieten sich lichtstarke Objektive und das Verwenden einer hohen ISO-Empfindlichkeit an. Da Innenräume meist mit Glühlampen- oder Leuchtstofflampen beleuchtet sind, muss man hierbei den Weißabgleich im Auge behalten und die Kamera ggf. auf die niedrigere Farbtemperatur einstellen – im anderen Fall könnte sich ein Rotstich einstellen.

Ein weiteres Problem der Innenaufnahmen ist der oft beschränkte Raum zum Fotografieren, so dass man es in manchen Fällen nicht schaffen wird, einen kleinen Raum in seiner Gesamtheit

abzubilden. Hier hat man damit dasselbe Problem wie bei Außenaufnahmen, wo selbst ein gutes Weitwinkelobjektiv nicht ausreicht. Die Lösung ist hierbei wieder, sich eher auf Details in Räumen und Sälen zu konzentrieren, weniger auf eine vollständige Abbildung des gesamten Zimmers. Alternativ bietet einige höherwertige Kameras auch einen Panorama-Modus, mit dem sich ein Panorama oder halbes Panorama (z.B. 180°) von dem Raum erstellen lässt.

## 6.4 Porträtfotografie

### 6.4.1 Grundlagen



**Abb. 114** Porträtfotografie - das klassische Genre der Fotografie.

Die Porträtfotografie beschäftigt sich mit der Abbildung von Lebewesen, wobei sich Porträtfotografie im engeren Sinne auf Personen, im weiteren Sinne auch auf Tiere bezieht (hierbei spricht man dann aber eher von der Tierfotografie). Bereits seit Beginn der Fotografie ist sie eines der beliebtesten und wichtigsten Genre überhaupt, die sowohl in der Anwendungsfotografie als auch der Künstlerischen Fotografie enorme Bedeutung hat.

Häufiges Ziel der Porträt-Fotografie ist es, die typischen Wesenszüge einer Person auszuarbeiten und in dem Foto deutlich zu machen. Aus dem Foto sollen für den Betrachter damit der typische Charakter und die Stimmungslage der Person zum Aufnahmezeitpunkt klar ersichtlich werden. Anders als bei Landschafts- und Architekturfotografie kann der Fotograf großen Einfluss auf das Motiv nehmen, das heißt zu hohem Maß in die Szene eingreifen. Wahl von Kleidung und Accessoires, Körperhaltung, Mimik und Gestik, Hintergrund und vieles mehr lassen sich nach Belieben anpassen, so dass die gestalterische Freiheit fast grenzenlos ist und eine Person auf unterschiedlichste Weise abgebildet werden kann.

Bei gestellten Fotos, wo die Person vom Fotografen in Szene gesetzt wird, bezeichnet man diese auch als **Modell**. Man kann hierbei auch grundsätzlich zwei Arten von Porträtaufnahmen unterscheiden: Gestellte Fotos (in der angewandten Fotografie und v.a. professionellen künstlerischen Fotografie) und ungestellte Fotos. Letztere werden oft als Alltagsaufnahmen oder Schnappschüsse bezeichnet, können den Charakter einer Person aber manchmal noch viel besser darstellen als bei gestellten Fotos.

## 6.4.2 Allgemeine Techniken

### Hintergrundgestaltung



**Abb. 115** Äußerst ungünstig gestalteter Hintergrund. Er fällt stark auf, trägt aber nichts zur eigentlichen Szene bei.

In der Porträtfotografie kommt es vor allem auf den Hintergrund an, der hier oft so unauffällig wie möglich sein soll, damit die volle Aufmerksamkeit auf dem Motiv liegt. Ein Hintergrund mit vielen Details oder in schillernden Farben kann stark vom eigentlichen Motiv ablenken und damit das Bild vollständig ruinieren. Jedoch kann ein etwas ausgefallener Hintergrund manchmal das Foto stark aufwerten, so dass es nicht immer ratsam ist, den Hintergrund auszublenden.



**Abb. 116** Günstiger Hintergrund.

Es gibt auch Situationen, wo der Hintergrund keineswegs fehlen darf. Wenn man eine Person bspw. in ihrem Alltags- oder Berufsleben darstellt (z.B. einen Handwerker bei der Arbeit oder ein Kind beim Erledigen seiner Hausarbeiten), kann es sinnvoll sein, den entsprechenden Hintergrund nicht auszublenden, da dieser dann für die Darstellung des Porträts entscheidend ist. Die Charakteristik des Motivs wird dann erst durch die Umgebung deutlich.

Wählt man hingegen einen einfachen, monotonen Hintergrund (z.B. bei Innenaufnahmen), so sollte die Person ein gutes Stückchen vom Hintergrund (z.B. Wand) entfernt sein, wenigstens 1 bis 2 Meter. So kann man einerseits den Hintergrund durch niedrige Schärfentiefe einfacher „verschwinden“ lassen und zum anderen fallen die Schlagschatten der Person weniger auf. Letzteres ist vor allem

dann wichtig, wenn mit Blitz fotografiert wird – die Schatten der Person könnten sonst auf die dahinter liegende Wand fallen und ein unschönes Bild ergeben.

Zudem dürfen Objekte im Hintergrund und Motiv niemals zusammenschmelzen, es sei denn dies ist der absolute Wille des Fotografen (was selten der Fall sein dürfte). Sich im Hintergrund befindliche Bäume, Sendemasten, Kerzenleuchter oder Kirchtürme, die scheinbar aus dem Kopf der Person „herausragen“, zerstören das Bild meist vollständig bzw. lassen das Motiv äußerst lächerlich wirken. Durch eine kleine Perspektivänderung lässt sich das Problem hingegen fast immer aus der Welt schaffen.

### Brennweite und Blende



Bundesarchiv, Bild 183-33580-0008  
Foto: Kämpfel | 14. Oktober 1965

**Abb. 117** Schriftstellerin bei der Arbeit. Um ihr typisches Arbeitsumfeld mit abzubilden, wurde eine kleinere Brennweite gewählt und mehr Hintergrund mit abgebildet.

In der Porträtfotografie werden für gewöhnlich Brennweiten im unteren bis mittleren Tele-Bereich verwendet, etwa zwischen 80 und 135 mm. Das hat vor allem den Vorteil, dass bei solchen Brennweiten die Gesichtszüge weicher wirken und Extremitäten wie Nase, Kinn und Unebenheiten in der Haut weniger hervorstechen als beim Weitwinkel; zudem kann der Fotograf somit einen gewissen Abstand zur Person halten und muss sich ihr bei Nahaufnahmen weniger aufdrängen.

Für Schnappschüsse bieten sich oft noch größere Brennweiten an, etwa bis 200 mm. Möchte man die Person hingegen wie oben beschrieben in ihren Arbeits- und Alltagsumfeld darstellen, ist Weitwinkel

die beste Wahl. Hierbei sollte die Person eher in der Mitte angeordnet werden, da im Weitwinkel zu den Seiten hin Verzerrungen entstehen können. Je nach Situation sollte dann ein gutes Stück Hintergrund sichtbar werden.

Je nach dem ob man den Hintergrund scharf haben möchte oder nicht sollte eine kleine oder große Blende gewählt werden. Beim mittleren Tele-Zoom hat man bereits weniger Schärfentiefe als im Weitwinkel, so dass die Wahl der Blende nicht immer von Bedeutung ist. Bei schwierigen Lichtverhältnissen wird man sich vermutlich für eine große Blende entscheiden und damit eher auf einen unscharfen Hintergrund setzen.

### **Perspektiven in der Porträtfotografie**

Wie bereits im Grundlagenteil erläutert, gibt es auch für die Porträtfotografie die 3 vertikalen Perspektiven Froschperspektive, Zentralperspektive und Vogelperspektive. Meist wird man in der Porträtfotografie auf die Zentralperspektive setzen und die Person damit so darstellen, wie der Betrachter sie auch in Realität sieht (für kleinere Personen müsste dazu jedoch die Vogelperspektive verwendet werden).

Die Froschperspektive bietet sich an, um Personen wichtig und imposant darzustellen. Die Person wirkt damit mächtig und stark, aber auch hochnäsig und eingebildet. Der Betrachter schaut zu der Person auf, sie steht über ihm. In der Malerei wurden Herrscher oft auf diese Weise dargestellt, die Bilder wurden zudem erhöht in Sälen aufgehängt, um den Effekt zu verstärken.

Bei der Vogelperspektive schaut man auf die Person herab, was einen demütigenden Eindruck erzielen kann. Die dargestellte Person ist klein und unterwürfig.

### **Beleuchtung**

In der Porträtfotografie wird gern Blitz dazugeschaltet, da ein aufgehelltes Gesicht freundlicher und ansprechender wirkt. Wichtig ist, dass der Blitz dezent gehalten wird, um Schlagschatten und Reflexionen zu vermeiden. Indirekter Blitz wirkt sich hierbei meist günstiger aus als direkter und ist auch ein sicheres Mittel gegen den unschönen Roten-Augen-Effekt.

Für den indirekten Blitz werden gern **Reflexflächen** eingesetzt. In Innenräumen kann dies ggf. auch die Zimmerwand sein, im Freien kann man darauf hingegen nicht zurückgreifen. Es gibt verschiedene Arten von Reflexflächen zu erwerben; sie sollten jedoch eine gewisse Größe besitzen, am besten so groß wie der Motivbereich, damit auch genügend Licht von der Fläche auf das Motiv geworfen wird. Gern werden weiße Reflexflächen aus Kunststoff verwendet, die ein mäßiges Reflexionsvermögen besitzen, aber eine gute Lichtstreuung ermöglichen. Reflexflächen aus Silber und Gold besitzen ein hohes Streuungsvermögen. Für interessante Effekte (Spotlight) kann auch ein Spiegel verwendet werden. Wer auf einfachere und kostengünstige Reflexflächen zurückgreifen möchte, kann weißes Laken oder weißen Karton verwenden. Beide bieten eine mäßige Reflexion bei guter Lichtstreuung. Styropor hat ebenfalls eine gute Lichtstreuung, jedoch nur geringes Reflexionsvermögen.

Das Verwenden von Lichtstreifen und Schatten bei Porträtaufnahmen ist ein recht einfaches Mittel für ausgefallene Fotos. Dies kann man bspw. erreichen, wenn das Motiv vor einem Fenster mit Gitterstäben, so wie sie sich an alten Gebäuden finden, postiert. Im Fachhandel gibt es auch Lichtfilter zu kaufen, mit denen sich solche Schattenmuster erzeugen lassen. In der Natur kann man das Modell

unter den Zweigen und Blättern eines Baums platzieren und evtl. einen ähnlich interessanten Effekt bringen.

### 6.4.3 Untergattungen und Techniken

#### Kinderfotografie



**Abb. 118** Darstellung eines Kindes in Zentralperspektive bzw. leichter Froschperspektive.

Die Kinderfotografie ist ein Gebiet der Porträt-Fotografie, das sich mit der Abbildung von Kindern befasst und etwas von der klassischen Porträt-Fotografie unterscheidet. Während man bei der Porträt-Fotografie die abzubildende Person eher in Szene setzt und somit ein gestelltes Foto bezweckt, eignet es sich im Umgang mit Kindern eher, sie in alltäglichen Situationen aufzunehmen, da sie das In-Szene-Setzen wie bei einem Modell oft als lästig und langweilig erachten werden und sich auf diese Weise kaum das gewünschte Resultat erbringen lässt. Zudem können Alltagsaufnahmen oft den Charakter von Kinder deutlich besser in einem Foto ausdrücken als bei gestellten Fotos.

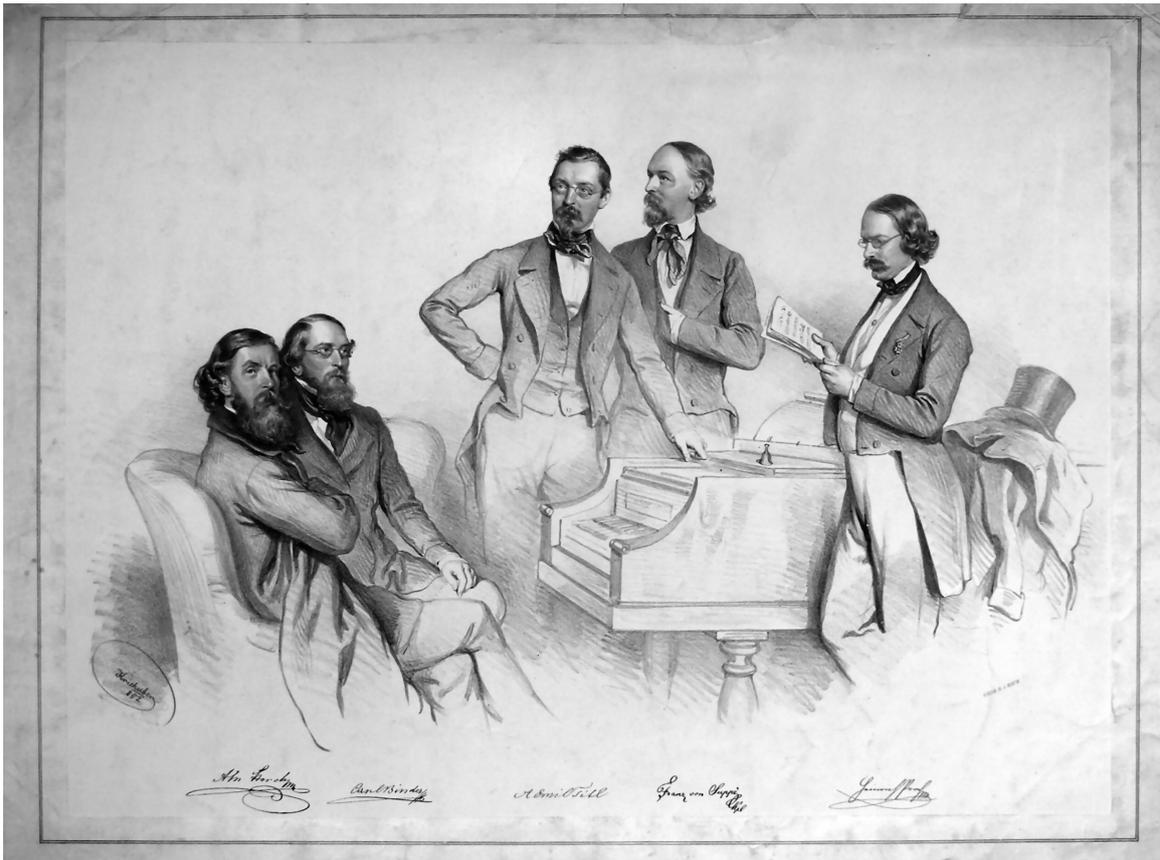


**Abb. 119** Kinder aus der Vogelperspektive zu fotografieren, ist oft ungeeignet. In diesem Beispiel ergibt sich jedoch ein durchaus interessantes Foto.

Möchte man authentische, ungestellte Porträtfotos haben, so sollte man für gewöhnlich von einer Stelle fotografieren, wo man nicht oder kaum wahrgenommen wird; erfahrungsgemäß verhalten sich Personen vor einer Kamera stets anders als sonst. Das gilt bspw. auch in der Straßenfotografie. Beim Fotografieren von Kindern, insbesondere Kleinkindern, ist dies jedoch oft nicht notwendig, da sie bis zu einem bestimmten Alter die Bedeutung einer Kamera noch nicht vollständig verstehen und sich damit nicht verstellen.

Die meisten Kameras bieten einen Automatik-Modus für Kinder und setzen auf kurze Belichtungszeiten, um spielende oder tobende Kinder scharf abzubilden. Ein Hauptproblem dessen man sich bewusst sein sollte ist, dass Kinder deutlich kleiner sind als Erwachsene und bei herkömmlicher Fototechnik auf das Kind „herabfotografiert“ wird (Vogelperspektive). Das Kind erscheint damit (noch) kleiner und unscheinbarer. In der Kinderfotografie ist es daher meist vorteilhaft, aus Höhe des Kindes zu fotografieren (Zentralperspektive), was meist eine sitzende oder kniende Haltung erfordert. Interessant ist hierbei auch, Kinder von unten abzubilden (Froschperspektive), was ihnen einen größeren und unabhängigeren Anschein gibt.

## Gruppenfotografie



**Abb. 120** Interessante Anordnung von fünf Musikern in einer Zeichnung von 1852.

Ist man bei der klassischen Porträt-Fotografie meist nur von einem Modell abhängig, so hat man es bei Gruppenfotos mit vielen Personen zu tun. Entsprechend schwer ist eine geeignete Platzierung der Personen und entsprechend hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass wenigstens eine der abgebildeten Personen zwinkert, nicht in die Kamera blickt oder durch andere Dinge auffällt. Bei Gruppenfotos scheint es daher umso wichtiger, möglichst viele Fotos anzufertigen, um später aus einer möglichst großen Auswahl das beste Foto aussuchen zu können.

Bei kleineren Gruppen bietet es sich oft an, diese nicht zu symmetrisch oder formstreu anzuordnen. So kann man sie etwas im Raum verteilen oder sie unterschiedlich darstellen (z.B. sitzen, stehend, kniend etc.). Wichtig ist aber, wie immer, dass das Gesamtbild stimmt und nicht zu chaotisch wirkt.

Bei größeren Gruppen wird man, wie allgemein üblich, die Personen in einer Reihe oder mehreren Reihen anordnen. Große Personen sollten dabei in den hinteren Reihen, kleinere Personen in den vorderen Reihen platziert werden. Die recht strenge Anordnung kann gemindert werden, wenn sich einzelne Personen bspw. vor die erste Reihe knien, setzen oder legen.

**Profilfotografie**



Quelle: Deutsche Fotothek

**Abb. 121** Profil einer Frau.

Interessante Aufnahmen sind Profilaufnahmen, bei denen das Motiv von der Seite, also im rechten Winkel, fotografiert wird. Auf diese Weise werden Form des Kopfes und Details im Gesicht sichtbar. Bei der Profilfotografie bietet es sich an, einen sehr hellen Hintergrund zu wählen und das Foto leicht unterzubelichten, so dass die Person recht dunkel erscheint (man kann das Bild auch soweit unterbelichten bis die Person fast schwarz erscheint und nur noch die äußeren Konturen sichtbar sind). Für einen hellen Hintergrund bietet es sich an, das Motiv vor einem Fenster oder am Ende eines Tunnels bzw. Durchgangs zu platzieren. Bei Außenaufnahmen ist Gegenlicht ein geeignetes Mittel.

## **Aktfotografie**

Die Aktfotografie beschäftigt sich mit der Darstellung des menschlichen Körpers, so dass Modell hierbei für gewöhnlich nackt oder nur leicht bekleidet abgebildet werden. Entsprechend kann man zwischen Vollakt (vollständig nackt) und Halbakt (halb bekleidet) unterscheiden. Die Aktfotografie ist ein sehr anspruchsvolles Gebiet der Fotografie und soll in dieser Einführung nicht weiter vertieft werden.

### **6.4.4 Worauf man bei Porträt-Fotos achten sollte**

Wie im Einführungsteil bereits beschrieben, bedarf es einer ausdrücklichen Zustimmung der abgebildeten Person(en), wenn das Foto veröffentlicht werden soll (mündlich oder schriftlich). Dies gilt nicht, wenn die Person Beiwerk ist – in der Porträt-Fotografie ist dies aber nicht der Fall, da die abgebildeten Personen typischerweise das Hauptmotiv sind.

Das Fotografieren einer Person im öffentlichen Raum ist grundsätzlich erlaubt solange kein Eingriff in die Privatsphäre vorliegt. Trotz dieser rechtlichen Situation, gilt es allgemein als äußerst unhöflich, Personen direkt zu fotografieren, vor allem wenn man sie nicht kennt. In diesem Fall ist es immer empfohlen, vor der Aufnahme zu fragen.

## 6.5 Weitere ausgewählte Genre

### 6.5.1 Straßenfotografie



**Abb. 122** Typische Straßenfotografie - Beliebte Motive sind Fußgängerbereiche in Innenstädten.

Die **Straßenfotografie** bezeichnet Aufnahmen aus dem öffentlichen, belebten Raum, meist in Städten und meist mit Menschen im Mittelpunkt. Ihr Hauptanliegen ist, jenes öffentliche, alltägliche Leben zu erfassen und in einem Foto festzuhalten. Sie grenzt damit eng an die Architektur- und Porträtfotografie, kann aber keinen dieser Genre direkt zugeordnet werden, da sie ein eigenständiges Genre mit völlig eigener Charakteristik ist.



**Abb. 123** Straßenfotografie hat meist Menschen im Mittelpunkt. In manchen Fällen, wie oben, werden keine Menschen abgebildet. Das Foto ist trotzdem recht interessant.

In der Straßenfotografie sind ungestellte Fotos gewünscht, so dass diese eng an die dokumentarische Fotografie grenzt. Der Fotograf sollte dabei zur Aufnahme des Bildes einen Standort aufsuchen, an dem er so wenig wie möglich von anderen wahrgenommen wird, da in die Kamera blickende Menschen den ungestellten, spontanen Eindruck sofort trüben würden. Hierfür ist es oft auch sinnvoll, größere Brennweiten zu verwenden, da dann Personen und Menschengruppen groß abgebildet werden können, ohne den Fotografen wahrzunehmen. Straßenfotografen setzen daher auch auf kleine Kameras, z.B. Kompakt-Digitalkameras, die mit ihrer geringen Größe heute kaum mehr auffallen.

Die Straßenfotografie kann grundsätzlich Bilder mit Menschen (Fußgängerzone, Straßencafé etc.) zeigen als auch Bilder ohne Menschen (einsame Gasse, verlassener Platz etc.), meist versteht man jedoch Straßenfotografie im ersten Sinne, da ein Foto ohne Menschen oft langweilig erscheint und zudem das Anliegen der Straßenfotografie, den bunten Alltag in Städten festzuhalten, damit kaum erfüllt wird.



**Abb. 124** Kairo-Zentrum. Zeugnisse der Straßenfotografie wimmeln oft nur von Details. Bis man das gesamte Foto erfasst hat, können Minuten verstreichen.

Beliebte Szenen sind u.a. Fußgängerzonen, belebte Plätze, Springbrunnen auf Plätzen, Stadtparks an Sommertagen, Blick in Straßencafés, Bushaltestellen etc. Der Alltagscharakter hat höchste Priorität. Die Szene muss alltäglich und völlig ungestellt wirken, die abgebildeten Personen dürfen keine Berühmtheiten sein (etwa wie bei der Fotografie von Prominenten durch Paparazzi) oder in irgendeiner Form auffallen (wie etwa bei verschiedenen Porträtaufnahmen, wo z.T. ausgefallene Kleider und Hüte verwendet werden). Der Betrachter soll den Eindruck bekommen, selbst gerade an einem belebten Ort zu stehen und eine ganz gewöhnliche Szene vorzufinden.

Entsprechend findet ein "In-Szene-Setzen" und eine minutiöse Bildkomposition nicht statt, und Straßenfotos gleichen oft spontan entstandenen Schnappschüssen. Oft ist es aber dennoch sinnvoll, einen interessanten Ort aufzusuchen und sich zumindest kurz über Perspektive, Brennweite und Belichtung Gedanken zu machen; auch kann es manchmal sinnvoll sein, den rechten Augenblick abzuwarten, trotz der allgemeinen Regel, möglichst spontane Aufnahmen zu machen.

Ein Straßenfoto zeigt somit einen Augenblick des Alltags, der in dieser Form nie wieder passieren wird, aber eine gewisse Allgemeingültigkeit besitzt; das Foto zeigt nichts außergewöhnliches, sondern macht etwas sichtbar, was viele Menschen (und Fotografen) in der Hektik unseres modernen Lebens oft gar nicht wahrnehmen.

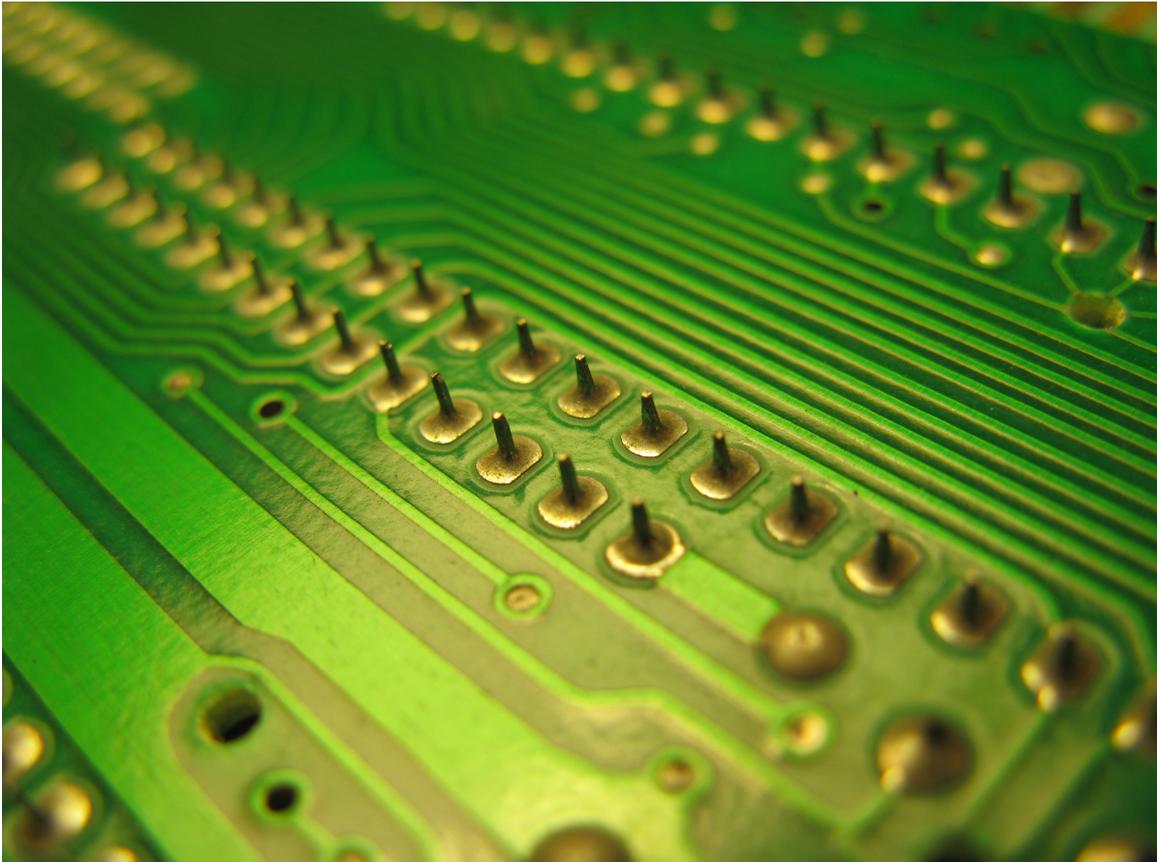
## 6.5.2 Makrofotografie



**Abb. 125** Blumen sind "Klassiker" der Makrofotografie. Die Abgrenzung zur Naturfotografie ist manchmal schwierig bzw. gar nicht möglich.

Die Makrofotografie (Nahfotografie) ist ein Genre der Fotografie, deren Bedeutung vor allem mit dem Boom der Digital-Kompaktkameras auflebte, da diese mit ihren kleinen Bildsensoren zumindest bis zu einem bestimmten Grad Makrofotografie gut ermöglichen. Der Reiz der Makrofotografie liegt einerseits darin, Dinge zu fotografieren, die man mit bloßem Auge kaum erkennt und die uns im Alltag sonst weitgehend verborgen bleiben, und andererseits kleine Dinge wie Blumen, Grashalme, Insekten oder Pilze aus einer ungewohnten Perspektive sehr interessant anzuschauen sind. Normalerweise sehen wir auf diese Dinge steil herab, in der Makrofotografie bemüht man sich hingegen oft, sie aus der Zentralperspektive oder gar Froschperspektive zu fotografieren, eben einem Winkel, aus denen man die Dinge sonst nicht sieht und der sie damit auch größer erscheinen lässt. Das ist dasselbe Prinzip, das bei der bereits erläuterten Kinderfotografie angewendet wurde.

Die Makrofotografie hat einen engen Bezug zur Naturfotografie, es lassen sich jedoch auch gänzlich andere Objekte fotografieren, bspw. Münzen, Spielfiguren, Puppen und Marionetten (bzw. Ausschnitte derselbigen) etc.



**Abb. 126** Typische Motive der Makrofotografie sind eigentlich Blumen, Pilze und Insekten. Hier wurde eine Leiterplatte fotografiert, die auch ein interessantes Bild gibt. Die geringe Schärfentiefe ist deutlich zu erkennen.

Wie im Kapitel über den Abbildungsmaßstab bereits beschrieben, werden in der Makrofotografie meist Abbildungsmaßstäbe um 1:1 (nach DIN von 1:10 bis 10:1) erreicht. Es wurde auch bereits erläutert, dass dieses Maß seine Nachteile hat, da es letztlich von der Größe des Sensors bzw. Films abhängig ist. Geht man vom Kleinbildformat aus, so hieße ein Abbildungsmaßstab von 1:1 eine Bildgröße von 24x36 mm, gerade groß genug, um ein größeres Insekt (z.B. Hummel oder kleiner Schmetterling) vollständig abzubilden.

Probleme bei der Makrofotografie sind meist Belichtung und Schärfentiefe. Im Kapitel über das Fotografieren wurde ebenfalls schon beschrieben, dass die Schärfentiefe von Blende, Brennweite und Abstand zwischen Objektiv und Objekt abhängt. Die Brennweite ist zwar bei der Makrofotografie meist klein, dafür ist der Abstand derart gering, dass sich nur eine sehr geringe Schärfentiefe erreichen lässt. Hierzu ist es besonders wichtig, genau zu fokussieren und dafür ggf. auf den manuellen Fokus umzuschalten. Heutige Digitalkameras bieten aber auch einen Makromodus, der in einfachen Fällen korrekt fokussieren wird. Der Makromodus geht etwa von 1 bis 50 cm, manche Hersteller werben sogar mit einem Aufnahmemodus ab 0 cm, was aber physikalisch nicht möglich ist.



**Abb. 127** Makrofotografie mit recht großem Abbildungsmaßstab. Bei noch größerer Abbildung würde das Bild in die Mikrofotografie übergehen.

Für die Belichtung gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. Seitenlicht ist geeignet, um Konturen und Details herauszuarbeiten und Schatten besser sichtbar zu machen, die wiederum für einen räumlichen Eindruck sorgen. Schatten können sich manchmal aber auch als störend erweisen; hier eignet sich dann diffuses Licht, wie man es an wolkigen Tagen oder in geschlossenen Räumen hat (besonders in geschlossenen Räumen der Nordseite).

Die Makrofotografie ist besonders gefährdet für Verwacklung, insbesondere da Blumen im Wind wehen können und Insekten oft nicht vollständig ruhig sind; auch bewirken kleinste Wackler bereits eine große Änderung des Bildausschnitts, genau wie beim Fotografieren im Telewinkel. Ein Stativ hilft zumindest, dass man selbst nicht die Kamera verreit, zudem sind kurze Verschlusszeiten angebracht falls sich das Motiv bewegt. Das hat dann meist jedoch zur Folge, dass man eine große Blende wählen muss, die wiederum die Schärfentiefe verringert. Wie so oft muss man hierbei also wieder einen Kompromiss aus Belichtungszeit, Blende und ISO-Wert treffen.

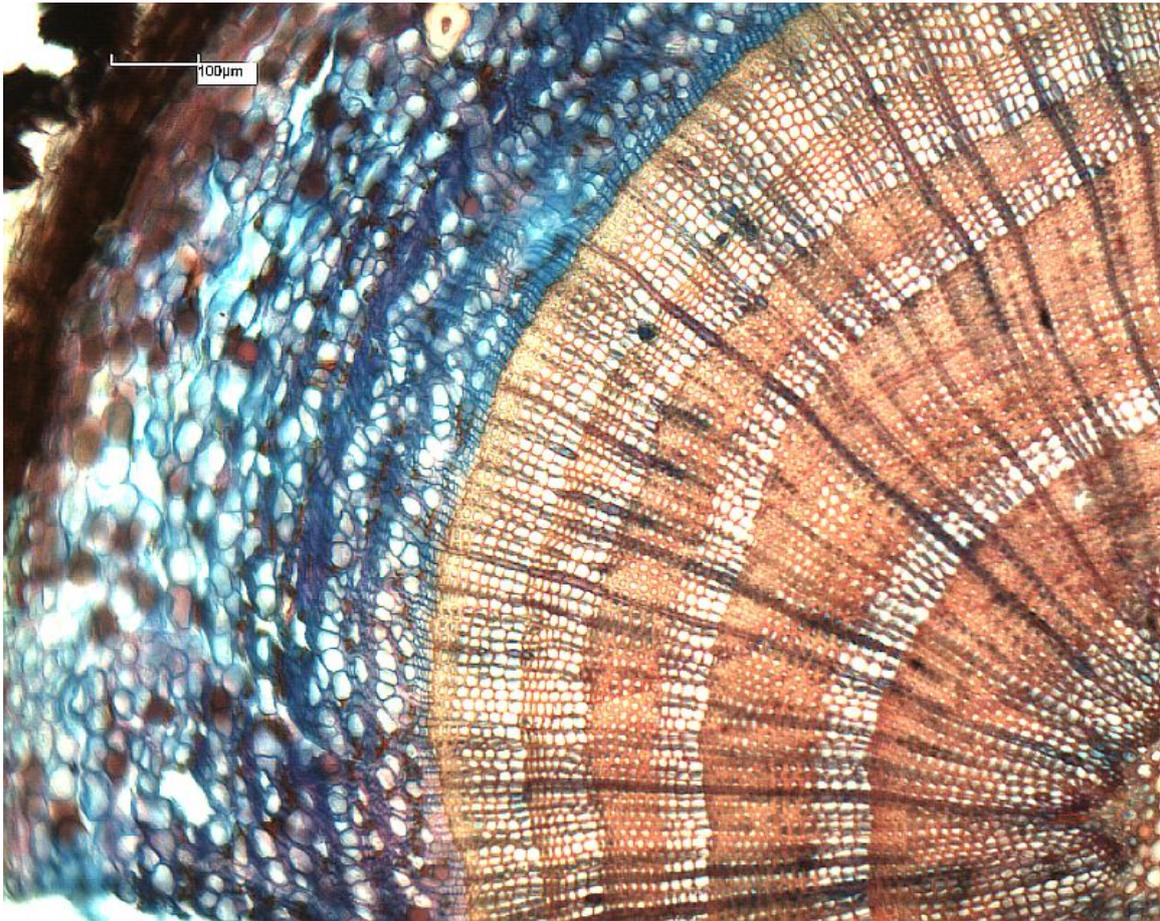
Die Makrofotografie ist eines der wenigen Genre, das sich nicht direkt an einem bestimmten Thema bzw. thematischen Richtung orientiert (wie Straßenfotografie, Landschaftsfotografie, Porträtfotografie etc.). Sie grenzt damit an viele andere Genre, z.B. Naturfotografie, Tierfotografie und Sachfotografie sowie ferner auch Mikrofotografie und Reprofotografie. Die Mikrofotografie verwendet noch kleinere Abbildungsmaßstäbe und zeigt damit Dinge, die mit bloßem Auge definitiv nicht mehr erkennbar sind.

### 6.5.3 Abstrakte Fotografie



**Abb. 128** Abstrakte Fotografie durch Farben. Für die Aufnahme wurde Kunstlicht verwendet.

Abstrakte Fotografie ist ein recht spezielles fotografisches Genre, das unter Hobbyfotografen leider nur wenig Aufmerksamkeit erhält. Anders als in der gegenständlichen Fotografie, wo meist ein bestimmtes Objekt Motiv des Fotos ist, zeichnen sich abstrakte Fotos allein durch Muster, Formen, Strukturen und Farben aus. Diese haben meist einen eindrucksvollen, z.T. mystischen oder verwirrenden Charakter. In vielen Fällen sieht man erst auf den zweiten Blick, was der Fotograf eigentlich fotografiert hat, in manchen Fällen kann man es auch gar nicht erkennen. Das ist genau das Ziel der abstrakten Fotografie – es geht nicht um das, was aufgenommen wurde, sondern rein um die Wirkung von Strukturen, Linien und Farben; das ursprünglich fotografierte tritt in den Hintergrund, es wird soweit "abstrahiert", bis man nicht mehr erkennt, was es eigentlich darstellte. Somit sieht letztlich auch jeder etwas anderes in der Komposition, und das ist möglicherweise einer der Gründe, warum abstrakte Fotografie (und abstrakte Kunst im weiteren Sinne) bei Betrachtern höchst unterschiedlich anstößt.



**Abb. 129** Zweig einer Lärche (Mikroaufnahme).

Abstrakte Fotografie ist in vielen Fällen Makrofotografie, jedoch bei weitem nicht in allen Fällen. Das Gewebe eines Teppichs, die Struktur eines Grashalms, die Schale einer Orange oder die Oberfläche einer Holzplatte – man kann durch Makroaufnahmen oftmals bemerkenswerte abstrakte Aufnahmen bekommen, am Ende geht es aber meist darum, möglichst viel auszuprobieren und genau zu beurteilen, ob ein interessantes Ergebnis zustande gekommen ist oder nicht. Hierfür bietet es sich an, das Bild am PC zu beurteilen und ggf. nachzubearbeiten - auf einem kleinen Kamerabildschirm kann ein eigentlich gelungenes abstraktes Foto völlig uninteressant wirken und umgekehrt.

Abstrakte Aufnahmen können manchmal auch bei bestimmten Lichtverhältnissen entstehen. Wenn man in einem kahlen Winterwald das Bild stark überbelichtet, wird man mit etwas Geschick eine Art Geisterwald als Ergebnis bekommen (nur noch die Stämme und Zweige sind sichtbar). Solche Aufnahmen nennt man dann auch semiabstrakt, d.h. das Bild befindet sich zwischen abstrakt (der fotografierte Gegenstand ist nicht mehr erkennbar bzw. hat keine Bedeutung in dem Foto) und gegenständlicher Fotografie (es geht rein um das abgebildete Motiv). Semiabstrakte Aufnahmen sind auch Aufnahmen bei starkem Gegenlicht, bei dem nur noch die Konturen des Motivs (z.B. Bauwerk) sichtbar werden.

Manchmal lohnt es sich für abstrakte Aufnahmen auch, verschiedene Objekte stark heranzoomen, z.B. einen blühenden Kirchbaum, die Wasseroberfläche eines Sees, Wolken oder der Himmel in der Dämmerung - hier können ebenfalls interessante Muster, Formen und Farbspiele abgebildet werden.

Voraussetzung ist ein starkes Teleobjekt, das mindestens 300 mm Brennweite (Super-Telewinkel) ermöglichen sollte. Wie die unten abgebildeten Fotos zeigen, lassen sich gerade auch mit Wasser vielen abstrakte Aufnahmen zaubern. Solche Aufnahmen fordern jedoch einiges an fotografischen Geschickes.



**Abb. 130**

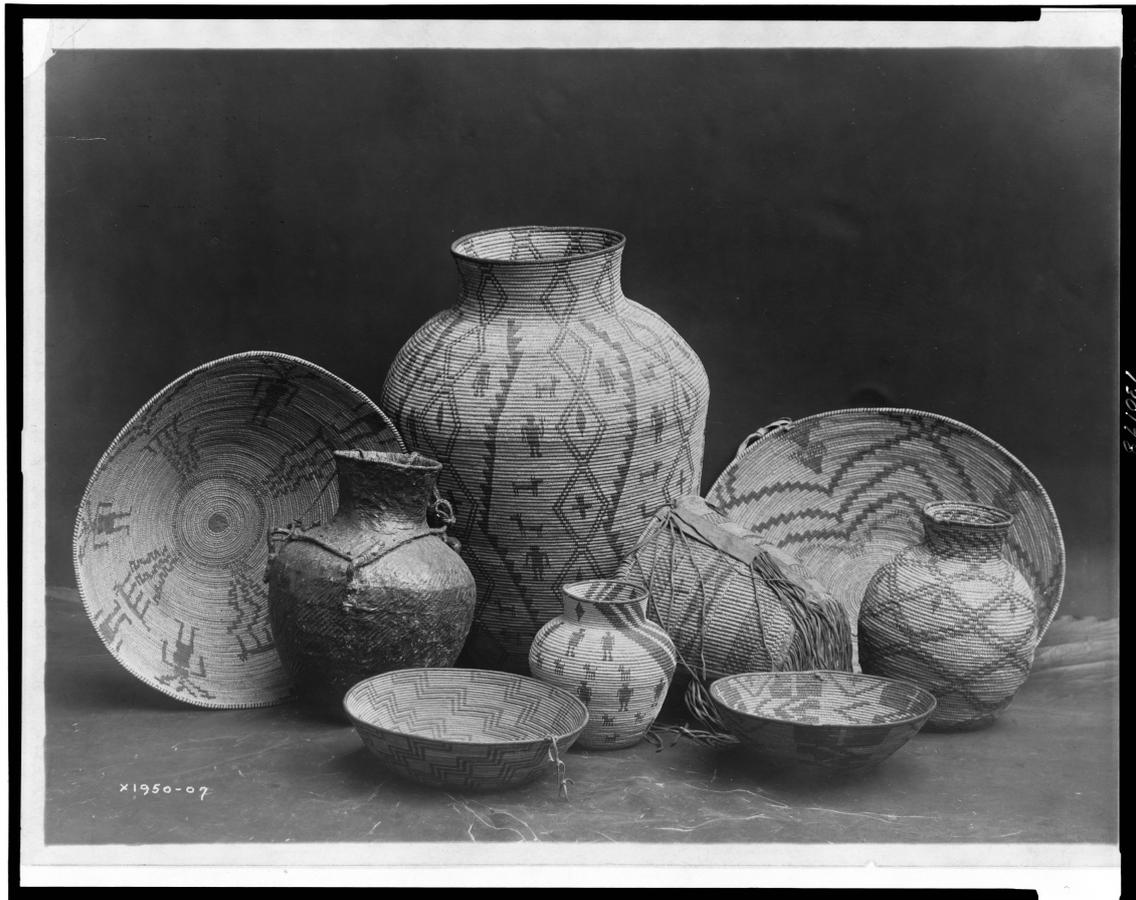


**Abb. 131**



**Abb. 132**

### 6.5.4 Stilleben



**Abb. 133** Typisches Stilleben.

Die Stilleben-Fotografie bezeichnet die bewusste Auswahl und Anordnung von Gegenständen zu einer Komposition. Die Gegenstände sind dabei unbelebt und meist von kleinem Ausmaß; oft sind es typische Alltagsgegenstände. Beliebte sind vor v.a. Obst, Blumen, Schreibtischgegenstände (z.B. Stifte, Scheren, Locher etc.), Geschirr und Besteck, Schachteln und Dosen u.v.m. Das Besondere am Stilleben ist, dass man als Fotograf volle Kontrolle über Komposition und Belichtung hat, so dass Stilleben auch für Einsteiger gut geeignet sind.



**Abb. 134** Stilleben aus Schreibtisch- und Alltagsgegenständen.

Beim Erstellen eines Stillebens geht es im Grunde zunächst darum, einzelne ausgewählte Gegenstände schrittweise zu einer interessanten Komposition zusammenzustellen - anders als bei den meisten anderen Genre hat der Fotografie hierbei völlige Freiheit. Zudem sollte darauf geachtet werden, dass Hintergrund und Untergrund entsprechend passen. Für viele Stilleben eignen sich Holztische bzw. Holzplatten als Untergrund, der Hintergrund sollte möglichst monoton sein (oft bietet sich ein dunkler Hintergrund besser an als ein heller).

Neben der Komposition spielt die Belichtung von Stilleben eine wichtige Rolle und ermöglicht dem Einsteiger somit, verschiedene Arten der Belichtung auszuprobieren. Vor allem die Wahl zwischen harten und weichen Licht sowie die Position der Lichtquelle spielen eine wichtige Rolle und können das Stilleben auf unterschiedlichste Art erscheinen lassen. Starkes und hartes Licht lässt Gegenstände dabei leichter erscheinen und Farbwirkung schwächen, dezentes und weiches Licht lässt die Gegenstände hingegen schwerer und massiver wirken, die Farben erscheinen kräftiger.

Da man bei der Stillebenfotografie manchmal schon nah an die Makrofotografie herankommt und das gesamte Stilleben möglichst scharf erscheinen sollte, ist die Wahl einer großen Blende wichtig. Die Brennweite sollte, wie häufig in der Sachfotografie, im unteren bis mittleren Telewinkel liegen, also etwa zwischen 80 und 200 mm.

Wie so oft auch, bietet es sich bei Stilleben an, mehrere Fotos aufzunehmen und kleine Details immer wieder zu ändern. Man kann dann später aus einer Auswahl von Fotos aussuchen, welches am besten gelungen ist.



## **7 Digitale Bildbearbeitung**



# 8 Vorbetrachtung

## 8.1 Einleitung

Die **digitale Bildbearbeitung** bezeichnet das nachträgliche Verändern eines digital vorliegenden Fotos mittels Computersoftware. Dieses kann sowohl mit einer Digitalkamera als auch einer Analogkamera aufgenommen wurden sein - im letzten Fall muss das Foto jedoch vor der Bearbeitung noch digitalisiert werden, bspw. mit einem Scanner.

Für die Bildbearbeitung am PC gibt es eine Vielzahl von Programmen, die hierfür ausgelegt sind. Man kann Fotos zwar auch mit einfachen Mal- und Zeichenprogrammen bearbeiten, für anspruchsvolle Nachbearbeitung benötigt man jedoch eine spezielle Bildbearbeitungssoftware. Auf dem Markt existieren viele proprietäre Lösungen und einige freie Programme.

Adobe Photoshop ist möglicherweise einer der bekanntesten kostenpflichtigen Programmen und bietet einen relativ hohen Leistungsumfang. Zu den kostenfreien Programmen gehört das OpenSource-Projekt Gimp, das sich einem ebenso großen Ruf erfreut und ebenfalls einen beachtlichen Funktionsumfang besitzt – die Bedienung ist hingegen für Einsteiger oft gewöhnungsbedürftig.

In diesem Abschnitt sollen einige Möglichkeiten der digitalen Bildbearbeitung vorgestellt werden. Das Ziel ist dabei immer, ein Foto aufzuwerten, d.h. es zu optimieren. So können Belichtungsfehler bis zu einem bestimmten Grad korrigiert, Kratzer entfernt und Farbtöne angepasst werden.

Das Buch soll so allgemein wie möglich gehalten werden und sich daher im Grunde nicht auf ein bestimmtes Bildbearbeitungsprogramm beziehen. Als Referenz soll an dieser Stelle dennoch Gimp verwendet werden, da dieses Tool kostenlos zur Verfügung steht und damit gewährt ist, dass jeder die hier vorgestellten Methoden ausprobieren kann. Die aus dem Gimp verwendeten Methoden und Werkzeuge stehen aber in den meisten anderen Bearbeitungssoftwares ebenso zur Verfügung, oft sogar unter derselben Bezeichnung.

## 8.2 Nachbearbeitung – Betrug?

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass es einige wenige Menschen gibt, die die digitale Nachbearbeitung ablehnen und diese gar als "Betrug" ansehen. In der Tat wird hier das Bild nachträglich geändert; es wird bewusst in das "Abbild der Realität" eingegriffen, die Realität also anders dargestellt und damit gewissermaßen verfälscht.

Entfernt man ein paar Lichtstreifen, so beseitigt man womöglich nur technisch bedingte Artefakte und kommt sogar wieder näher an das reale Abbild heran – man kann aber ein Foto mittels digitaler Bildbearbeitung auch vollständig verändern, bis rein gar nichts mehr an die ursprüngliche Aufnahme erinnert.

Ob man seine Fotos nachbearbeitet oder nicht, ist letztlich eine ganz individuelle Entscheidung. An dieser Stelle sollten aber vielleicht einige Gründe genannt werden, die für die digitale Nachbearbeitung sprechen bzw. sie rechtfertigen:

- Selbst die einfachsten Digitalkameras sind heute bereits mit Software ausgestattet, die unmittelbar nach der Aufnahme das Bild nachbearbeitet, d.h. optimiert. Das fertige Bild ist also ohnehin bereits durch eine Kette von Bearbeitungsalgorithmen gegangen.
- In der Analogfotografie wurde genauso nachbearbeitet wie in der Digitalfotografie. Beim Entwickeln der Fotos gab es eine Vielzahl von Methoden, um z.B. Farben anzupassen, den Kontrast zu erhöhen etc. Bei den meisten Entwicklungsverfahren wurde ebenfalls Bearbeitungssoftware eingesetzt, auf die der Kunde keinerlei Einfluss hatte und damit ein mehr oder weniger optimiertes Bild erhielt.
- Fotografie ist Teil der Bildenden Kunst, ein Foto muss damit nicht zwangsweise die Realität korrekt wiedergeben. Der Künstler kann alle erdenklichen Mittel und Methoden verwenden, um seine Werke zu gestalten. Es zählt letztlich immer das Resultat, nicht auf welche Art es geschaffen wurde.
- Nachbearbeitung wird in fast allen Fällen ein besseres Resultat bringen, wenn sie sinnvoll und dezent eingesetzt wird. Vor allem einfache Kameras werden kaum "ideale" Bilder hervorbringen (z.B. mit Hinblick auf Schärfe und Kontrast), egal wie gut Belichtung und Fokus eingestellt wurden.

### 8.3 Vor dem Nachbearbeiten...

Bevor Bilder nachbearbeitet werden, müssen sie natürlich auf den Computer übertragen werden und ein entsprechendes Bildbearbeitungsprogramm muss installiert sein. Es sollte zunächst für jedes Bild kurz geprüft werden, ob eine Nachbearbeitung sinnvoll ist. In den meisten Fällen kann man aber jedes Foto durch geeignete Nachbearbeitung aufwerten. Zudem hat man bei der Nachbearbeitung höchste kreative Freiheit und kann Fotos auch probeweise nachbearbeiten – ist das Ergebnis nicht zufriedenstellend, verwirft man die Änderungen.

**Hinweis:** Es ist empfehlenswert, mit Kopien zu arbeiten, d.h. das Originalfoto nicht anzurühren. Bei längeren Bearbeitungen empfiehlt es sich nämlich, das bearbeitete Bild hin und wieder zwischenspeichern, um bei einem evtl. Absturz des Programms/PCs einen möglichst geringen Arbeitsverlust zu haben. Bei diesem Zwischenspeichern wird das ursprüngliche Foto aber überschrieben und kann nicht wiederhergestellt werden (die Zahl der Undo-Schritte ist i.A. begrenzt).

# 9 Auswahl

## 9.1 Einleitung

Einige Werkzeuge haben Auswirkungen auf das gesamte Bild, z.B. wird die Erhöhung des Kontrastes das gesamte Bild ändern. In vielen Fällen möchte man aber eine Änderung nicht auf das gesamte Bild anwenden, sondern nur auf einen bestimmten Teil. So soll beispielsweise nur der Himmel dunkler gemacht oder die Farbe eines Hauses im Hintergrund geändert werden. Hierzu ist es notwendig, den entsprechenden Teil des Bildes auszuwählen, so dass sich alle Änderungen nur auf diesen Bereich beziehen und der Rest des Bildes unberührt bleibt.

## 9.2 Werkzeuge

Das einfachste und bekannteste Werkzeug ist die rechteckige Auswahl. Hierbei kann man ein Rechteck beliebiger Größe ziehen, in der dann sämtliche Änderungen stattfinden. Das Werkzeug ist einfach, in vielen Fällen ist es aber zu ungenau. Möchte man den gesamten Himmel möglichst genau auswählen, wird ein Rechteck womöglich nicht ausreichen. Auch die elliptische Auswahl, die eine Ellipse statt eines Rechtecks als Auswahl ermöglicht, wird nur selten in Frage kommen.

Viel interessanter ist dabei die freie Auswahl, wo der Benutzer ein Polygon (n-Eck) beliebiger Größe und beliebiger Gestalt erstellen kann. Auf diese Weise kann im Grunde jede beliebige Auswahl erstellt werden - ob Himmel, Gebäude, Person oder Baum - alles lässt sich mit dem Werkzeug umrahmen. Je genauer die Auswahl sein soll, umso mehr einzelne Punkte muss man erstellen und umso zeitintensiver und aufwendiger kann es sein, die gewünschte Auswahl zu erhalten. Bei einer kleinen Auswahl bietet es sich daher an, in das Bild hineinzuzoomen, um die Auswahl präziser festlegen zu können.

Die Auswahlwerkzeuge befinden sich in der obersten Reihe des Werkzeugkastens vom Gimp. Eine weitere Möglichkeit, eine Auswahl zu treffen, ist der Zauberstab. Dieser wählt einen zusammenhängenden Bereich ähnlicher Farbe aus. Das würde bspw. im Fall des Himmels geeignet sein, wenn dieser aus ähnlichen Farben besteht. Das Werkzeug bietet sich vor allem an, wenn dieser farbliche Bereich von einer anderen Farbe umgeben ist und sich daher gut von der Umgebung abgrenzt (z.B. ein rotes Haus auf einer grünen Wiese). Andernfalls kann es passieren, dass das Programm nicht den gewünschten Ausschnitt erstellt. Der Schwellwert gibt dabei auf einer Skala von 0 bis 255 die Empfindlichkeit des Zauberstabs an und sollte nach oben oder unten geändert werden, falls das Werkzeug nicht die gewünschte Fläche auswählt.

Sehr ähnlich arbeitet im Gimp auch das Werkzeug "Nach Farbe auswählen", das jedoch ähnliche Farben im gesamten Bild auswählt, während der Zauberstab zusammenhängende Flächen auswählt.

### 9.3 Inverse Auswahl

Manchmal kommt es auch vor, dass man alles in einem Bild ändern möchte außer einem bestimmten Bereich. Zum Beispiel möchte man ein Bild dunkler machen, außer ein Gebäude im Hintergrund, deren Helligkeit nicht geändert werden soll. Hierfür eignet sich die inverse Auswahl. Wie der Name schon vermuten lässt, erstellt man hier eine Auswahl wie im vorangegangenen Abschnitt erläutert, ausgewählt wird dann jedoch alles außer dieser Auswahl (d.h. der Rest vom Bild).

Im Gimp wird hierfür eine Auswahl getroffen (wie oben beschrieben) und dann STRG + I gedrückt (oder alternativ Auswahl - Invertieren). Es wird dann alles ausgewählt außer die ursprünglich getroffene Auswahl.

# 10 Äußere Gestaltung

## 10.1 Beschneiden

Unter dem **Beschneiden** versteht man das Reduzieren der Breite und/oder Höhe des Bildes - der Bildausschnitt wird also geringer, ebenso seine Abmessung und seine Auflösung. Im Gimp kann man hierfür bspw. einen Bereich auswählen und über *Bild – Auf Auswahl zuschneiden* das Bild auf den ausgewählten Bereich zuschneiden.

Es gibt verschiedene Gründe, warum das Beschneiden von Fotos sinnvoll sein kann. Der wohl häufigste Grund ist, dass sich am Rand des Fotos störende Elemente befinden, z.B. eine ins Bild hineinragende Hausmauer oder eine ins Bild laufende Person. Sind diese Elemente störend und nicht Teil der eigentlich geplanten Komposition, so kann Beschneiden sie eliminieren, jedoch nur, wenn sie sich nahe dem Rand befinden (ein störendes Element in der Bildmitte wird man durch Beschneiden nicht entfernen können).

Ein weiterer Grund besteht, wenn man das Format ändern möchte. Schneidet man nur obere und untere Teile des Bildes ab, wird das Bildformat breiter. So lassen sich Fotos bspw. von 4:3 nach 16:9 umformen. Dabei geht natürlich einiges des ursprünglichen Bildes verloren. Beschneidet man das Bild nur an den Seiten, wird das Format schmaler. Man kann somit bspw. auch quadratische Bilder erzeugen.

Verfügt das Bild über einen langweiligen Vordergrund (z.B. eine leere, eintönige Wiese), so kann es sinnvoll sein, einen Teil des Vordergrunds abzuschneiden und damit den Fokus eher auf den Hintergrund zu lenken. Analog dazu kann es auch sein, dass ein Foto zu viel monotonen (und damit nicht sonderlich interessanten) Himmel hat. Hier kann man dann etwas vom Himmel wegschneiden. Auf diese Weise lässt sich der Horizont auch im oberen oder unteren Bilddrittel anordnen, falls man daran bei der Aufnahme nicht gedacht hat.

Das Beschneiden eines Fotos kann auch benutzt werden, um es zu vergrößern; das gleichmäßige Beschneiden ist nichts anderes als digitales Zoomen. Beschneidet man das Foto horizontal und vertikal genau um die Hälfte (50 %), sinkt die Auflösung um 75 % und der Aufnahmewinkel halbiert sich. Dies entspricht dann 2-fach digitalem Zoom. Hat das Foto also bspw. eine Auflösung von 12 MP und einen Aufnahmewinkel von 70° (Weitwinkel), so hätte das neue Bild eine Auflösung von 3 MP und einen Aufnahmewinkel von 35° (leichter Telewinkel).

Wird die Beschneidung gleich zum Bildverhältnis durchgeführt, so ändert sich das Bildformat nicht. Wenn das Bild X Einheiten breit und Y Einheiten hoch ist, so hat es ein Format  $f = X:Y$ . Beschneidet man das Bild nun horizontal um A Einheiten, so muss es vertikal um  $A/f$  Einheiten beschnitten werden, wenn das Bildformat beibehalten werden soll. Wird es vertikal um A Einheiten beschnitten, muss es in der Breite um  $A*f$  Einheiten beschnitten werden, um den gleichen Effekt zu erzielen. Kommt es nicht genau auf ein bestimmtes Format an (was meist der Fall ist), so kann man die Beschneidung auch intuitiv vornehmen und muss nicht nach den Formeln arbeiten. Bei einem Foto

im Querformat sollte man sich dabei merken, dass man etwas mehr von der Breite beschneiden muss als von der Länge, um das Format einigermaßen beizubehalten.

Folgende Eigenschaften bringt das Beschneiden also mit sich:

- Die Abmaße des Fotos werden beim Beschneiden stets reduziert und damit seine Auflösung.
- Findet die Beschneidung nicht gleich zum Bildverhältnis statt, so ändert sich auch das Bildformat.
- Beschneiden kommt einem digitalen Zoomen gleich. Der Aufnahmewinkel wird reduziert.

## 10.2 Drehen

Man kann Bilder auch drehen, was im Gimp geschieht, indem man das *Drehen-Werkzeug* aus der Werkzeugbox auswählt und anschließend auf das Bild klickt, um einen Winkel einzugeben (man kann es auch manuell drehen, was jedoch ungenauer ist). Bilder zu drehen bietet sich immer dann an, wenn die Kamera nicht gerade gehalten wurde oder das Bild aus anderen Gründen schief wirkt. Vor allem ein schiefer Horizont wirkt für gewöhnlich sehr unschön und kann mit dem Drehen-Werkzeug recht einfach begradigt werden.

Manchmal ist es auch ein besonders künstlerischer Effekt, ein Foto einmal nicht gerade aufzunehmen. Hier kann man das Werkzeug verwenden, um es im Nachhinein zu drehen. Schräg aufgenommene Fotos wirken oft lebendig, dynamisch und ausgefallen.

Beim Drehen ist folgendes zu beachten:

- Da das Foto am Ende wieder rechteckig sein muss, findet beim Drehen auch ein kleiner Grad an Beschneidung statt. Die Beschneidung geschieht zu den Ecken hin. Je größer der Winkel ist, umso mehr wird somit an den Ecken des Fotos letztlich beschnitten.
- Durch die Beschneidung ändert sich damit wieder die Abmessung des Fotos und die Auflösung, jedoch in geringerem Maß als beim Beschneiden. Allerdings ändert sich nicht das Bildformat!

## 10.3 Auflösung ändern

Das Ändern der Auflösung ist zwar eine Möglichkeit, die jedes Programm bietet, sie ist jedoch selten von Bedeutung. Das Erhöhen der Auflösung ist zwar möglich, erzielt jedoch keinen qualitativen Effekt. Da die Dateigröße dabei aber stark zunimmt (quadratisch), ist das Strecken der Auflösung kaum sinnvoll.

Das Reduzieren der Auflösung ist hingegen manchmal von Interesse, z.B. wenn ein Foto in recht großer Auflösung im Web verwendet werden oder per E-Mail verschickt werden soll, wo kleine Dateigrößen und Abmessung oft günstiger sind. Beim Reduzieren der Auflösung wird die Dateigröße kleiner (quadratisch).

Im Gimp kann man die Abmessung (und damit Auflösung) des Bildes via *Bild – Bild skalieren* einstellen. Das Ändern eines Wertes (horizontale oder vertikale Abmessung) führt dazu, dass Gimp automatisch den anderen Wert berechnet, um das Bild nicht zu verzerren. Hat das Bild eine Abmessung von 2272x1704 und man stellt bei Breite 640 ein, so wird die Höhe automatisch auf 480 gesetzt und das Foto kann dann auf die Abmessung 640x480 reduziert werden.

# 11 Farben

## 11.1 Kontrast und Helligkeit

### 11.1.1 Einleitung

Kontrast und Helligkeit zu verändern, zählt zu den grundlegendsten Elementen der Nachbearbeitung überhaupt – selbst die einfachsten Programme enthalten meist einen Regler, um Helligkeit und Kontrast zu erhöhen oder zu verringern. Im Gimp kann man über das Menü *Farben – Helligkeit/Kontrast* die beiden Werte anpassen.

### 11.1.2 Kontrast

In vielen Fällen bietet es sich an, den Kontrast eines Fotos leicht zu erhöhen, da digitale Fotos oft ein wenig matt wirken. Kontrastreiche Fotos erscheinen realer, tiefer, ansprechender. Wenn man einmal den Kontrast eines Fotos versuchsweise etwas (!) erhöht, wird man schnell erkennen, um wie viel ansprechender ein sonst eher langweiliges Foto wirken kann.

Man sollte mit dem Kontrast dennoch vorsichtig umgehen. Kontrast ist die Differenz zwischen den einzelnen Helligkeitswerten im Bild. Wird er erhöht, so werden helle Töne heller und dunkle Töne dunkler. Die Helligkeitsgegensätze intensivieren sich also, aber das führt auch dazu, dass die einzelnen Abstufungen radikal verschwinden. Im Kapitel zu den Grundlagen der Bildgestaltung wurde bereits erläutert, dass das menschliche Auge rund 100 Helligkeitswerte unterscheiden kann, die Kamera aber theoretisch bis zu 256 Abstufungen erzeugt. Bei weniger als 100 Abstufungen erscheinen die Farben nicht mehr fließend und damit sehr unnatürlich. Erhöht man den Kontrast, kann man ganz schnell unter diese 100 Abstufungen gelangen.

Durch die Reduktion der Farbdifferenzierung bei höherem Kontrast ergibt sich ein weiteres Problem: Details verschwinden mit zunehmender Kontrasterhöhung, und große einfarbige Flächen entstehen. Die Fassade eines Gebäudes erscheint uns zwar bspw. gelb, besteht aber bei genauerer Analyse aus einer Vielzahl von einzelnen Gelbtönen. Wird der Kontrast immer weiter erhöht, geht die Fassade womöglich in einen einzigen Gelbton über und wirkt dann sehr unnatürlich. Das extreme Erhöhen des Kontrast bringt somit oft Bilder hervor, die an ein Comic erinnern, aber fern realer Abbildungen sind.

Die Reduktion des Kontrasts ist meist von geringerem Interesse, da hier das Bild allmählich in Grau übergeht. Das Vermindern des Kontrasts macht das Bild monotoner, etwa wie bei Nebel, der Schärfeeindruck sinkt. Der Umkehrschluss, dass mit Kontrastreduktion mehr Details sichtbar werden ist dabei natürlich verkehrt. Auch hier gehen Details verloren. Bei der Reduzierung des Kontrastes laufen die Farbtöne aufeinander zu, bis sie bei hoher Reduktion allesamt grau erscheinen.

**Hinweis:** Der Kontrast sollte grundsätzlich nicht übermäßig erhöht werden, wenn das Bild einen eher verträumten, verschwommenen Charakter besitzt, z.B. bei Nebel- und Dunstaufnahmen. Hier ist es manchmal gerade wünschenswert, dass Konturen nicht so stark auftreten.

### 11.1.3 Helligkeit

Mit dem Helligkeitsregler können die Farben eines Bildes aufgehellt oder abgedunkelt werden. Die Helligkeit ist dabei ein globaler Parameter, der sich auf das gesamte Bild (bzw. den gesamten ausgewählten Ausschnitt) auswirkt. Erhöht man die Helligkeit, so werden sämtliche Farben aufgehellt; vermindert man sie, so werden sämtliche Farben abgedunkelt. Wie beim Kontrast sollte man die Helligkeit, wenn überhaupt, nur sehr dezent anpassen.

Das Erhöhen der Helligkeit kann sinnvoll sein, wenn das Foto zu dunkel (unterbelichtet) ist. Allgemeines Erhöhen der Helligkeit führt zu blasseren Farben, die bei zunehmender Erhöhung in Pastellfarben und schließlich in weiß übergehen.

Das Vermindern der Helligkeit kann sinnvoll sein, wenn das Foto zu hell (überbelichtet) ist. Das Vermindern der Helligkeit führt zu dunkleren Farben, die im Extremfall zum Schwarz übergehen.

Sowohl das Erhöhen als auch das Reduzieren der Helligkeit führt zur Reduktion des Kontrasts – das Foto wirkt matt. Bei der Reduzierung gehen die Details in den dunklen Farben (Tiefen) verloren, da dunkle Töne zu schwarz verschmelzen; bei Erhöhung gehen Details in hellen Bereichen verloren, da helle Töne zu weiß verschmelzen. Daher sollte beim Ändern der Helligkeit auch der Kontrast angepasst werden, nicht jedoch zwangsweise im gleichen Verhältnis.

### 11.1.4 Gamma-Korrektur

Die **Gamma-Korrektur** ist dem Helligkeitsregler ähnlich und ermöglicht das Aufhellen und Abdunkeln eines Bildes. Anders als bei der Helligkeit werden jedoch nicht alle Helligkeitswerte gleichmäßig erhöht bzw. reduziert.

Betrachtet man die Helligkeitsskala von dunkel (reines schwarz) bis hell (reines Weiß), so kann man die Farben in dunkle Farben ("Tiefen" bzw. low keys), normale Farben ("Mitteltöne") und helle Farben ("Lichter" bzw. high keys) einteilen. Bei der soeben vorgestellten Helligkeitskorrektur werden alle Farben gleichmäßig angehoben oder abgesenkt. Bei der Gamma-Korrektur werden hingegen die Mitteltöne stärker angehoben (bzw. reduziert) während die Tiefen und Lichter weniger stark angehoben (bzw. reduziert) werden. Das führt dazu, dass bei der Helligkeitsänderung der Kontrast weitgehend erhalten bleibt, während er beim Helligkeitsregler sehr schnell sinkt.

Bei der Gamma-Korrektur arbeitet man auf einer Skala von 0 bis 10, wobei 1 normal ist (jedes Foto hat also zunächst den Wert 1, egal wie hell oder dunkel es ist). Die Skala ist nicht-linear. Schiebt man den Regler ein klein wenig in Richtung 0, wird das Bild sehr schnell dunkler. Schiebt man ihn ein klein wenig nach links, wird es nur allmählich heller.

Bei Unterbelichtung und Überbelichtung ist es zumeist sinnvoller, die Gamma-Korrektur anzupassen anstatt der Helligkeit. Innerhalb gewisser Grenzen wird damit das Foto aufgehellt oder abgedunkelt, ohne dass der Kontrast zu stark verloren geht. Die Gamma-Korrektur wird im Gimp via *Farben – Werte* vorgenommen.

## 11.2 Sättigung

Die **Sättigung** ist, wie bereits erläutert, eine Angabe zur Leuchtkraft bzw. Intensität von Farben. Je größer die Sättigung ist, umso auffälliger und lebendiger werden die Farben; je geringer sie ist, umso mehr gehen sie ins grau über und umso unauffälliger wirken sie. Allerdings ist die Wirkung der Sättigung auch von der Helligkeit der Farben abhängig. Sie ist am größten bei Farben mittlerer Helligkeit. Bei hellen und dunklen Farben bewirkt die Änderung der Sättigung meist nicht viel, umso weniger, je mehr man sich weiß oder schwarz nähert.

Vorausgesetzt, dass das Foto überwiegend aus Farben mittlerer Helligkeit besteht (also weniger aus sehr dunklen und sehr hellen Farben), kann das Erhöhen der Sättigung zu lebhafteren, ausdrucksstärkeren Fotos führen. Das Bild wirkt ansprechend, bunt, bisweilen vielleicht auch aggressiv. Es kann jedoch beim Erhöhen der Sättigung schnell geschehen, dass das Bild unrealistisch und übertrieben wirkt – denn sehr satte Farben kommen in der Natur nur selten vor.

Das Vermindern der Sättigung erzeugt ein eher graues, unscheinbares Foto. Dem Foto werden buchstäblich die Farben entzogen, bis es bei vollständiger Entsättigung ein Schwarzweiß-Foto ist.

Das Anpassen der Sättigung ist nicht immer notwendig und sollte eher vorsichtig vorgenommen werden. Es ist aber manchmal ein geeignetes Mittel, aus langweiligen Fotos ausdrucksstärkere Fotos zu machen. Soll ein Foto eher dezent und sanft wirken, so bietet es sich an, die Sättigung nicht zu erhöhen oder gar etwas zu senken. Alternativ kann das Foto hierfür auch noch etwas aufgehellt oder abgedunkelt werden.

Im Gimp lässt sich die Sättigung über *Farben – Farbtön/Sättigung* ändern.

## 11.3 Farbtöne ändern

Im Gimp kann man über das Menü *Farben – Farbabgleich* die Farbverteilung ändern, indem man die Regler der Farben rot/cyan, grün/magenta und blau/gelb zu der entsprechend gewünschten Farbe zieht.

Der Farbabgleich ist vor allem dazu geeignet, bestimmte Farbstiche zu entfernen. Insbesondere Blaustiche sind in der Fotografie keine Seltenheit, z.B. beim Fotografieren im Winter, am Meer oder im Gebirge. Um einen Blaustich zu eliminieren, sollte also der Regler von blau/gelb in Richtung gelb gezogen werden. Das bewirkt, dass die blauen Töne eher in Gelb übergehen.

Manchmal kann es auch sinnvoll sein, ein farblich korrekt dargestelltes Bild einen leichten Stich zu geben. Bei Städte- und Straßenaufnahmen wirken gelbe und rote Töne oft schöner und verleihen dem Bild eine gewisse Wärme. Das gezielte Erzeugen eines blauen Stichts erzeugt hingegen Kälte.

## 11.4 Spezielle Farbänderungen

### 11.4.1 Einfärben

Über das Menü *Farben – Einfärben* lässt sich ein Bild in eine bestimmte Farbe einfärben. Die Funktionsweise ist ähnlich dem Farbabgleich, allerdings gibt man hierbei einen genauen Farbton

an (z.B. 0 für rot) und das Bild wird dann gemäß diesem Farbton eingefärbt. Das Bild nimmt dann ausschließlich Töne dieser Farbe an – das Einfärben reduziert also die 240 verschiedenen Farbtöne, die ein Bild theoretisch haben kann, auf genau einen Ton. Helligkeits- und Sättigungsstufen bleiben jedoch erhalten.

### **11.4.2 Posterisieren**

Das Posterisieren (*Farben – Posterisieren*) ist ein ähnliches Mittel, um die Differenzierung von Farbtönen zu reduzieren. Hierbei gibt man an, aus wie vielen Farben das Bild bestehen soll. Der Wert ist dabei die Potenz zur Basis 2. Stellt man den Regler auf 3, so heißt dies, dass das Programm die Farben auf  $2^3$ , also auf 8 reduziert – alle Farben werden also zu 8 Farben zusammengefasst. Das Bild wirkt dann eher wie ein Gemälde (oder Comic), bei dem Künstler oft nur eine geringe Zahl an Farben verwenden.

### **11.4.3 Entsättigen**

Über *Farben – Entsättigen* kann im Gimp ein Foto "entsättigt" werden, d.h. die Sättigung aller Farben wird auf 0 gesetzt. Aus dem Farbbild wird dann ein Schwarzweiß-Bild. Diesen Effekt kann man auch erzielen, indem man im Sättigungsmenü die Sättigung vollständig reduziert – das Entsättigungsmenü bietet jedoch noch ein paar kleine Feinheiten, die man hierbei anpassen kann.

# 12 Schärfe

## 12.1 Unscharf maskieren

Die **Unschärfemaskierung** ist ein gängiges Werkzeug von Fotobearbeitungsprogrammen, um ein Foto nachträglich nachzuschärfen. Kompakt-Digitalkameras erzeugen oft Fotos, die nicht die optimale Schärfe besitzen und daher leicht nachgeschärft werden sollten.

Das Werkzeug hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der Kontrasteinstellung, es gibt jedoch einen nennenswerten Unterschied: Das Ändern des Kontrasts bewirkt, dass helle Farben heller und dunkle Farben dunkler dargestellt werden. Es entsteht damit ein Hell-Dunkel-Kontrast und somit u.U. mehr Plastizität. Unschärfemaskierung bedeutet hingegen, dass nur lokal Änderungen vorgenommen werden, um ein Bild schärfer darzustellen. Das Ziel ist es dabei, unscharfe Kanten (Kanten mit einzelnen Graustufen), schärfer zu machen. Das Bild ist dann kantiger und der Schärfeeindruck erhöht sich.

Während sich die Kontrasteinstellung also auf die Farben allgemein stützt, geht es bei der Unschärfemaskierung um die Übergänge zwischen (stark unterschiedlichen) Farben. Ein Foto wirkt besonders scharf, wenn diese Übergänge abrupt sind; sie wirken unscharf, wenn die Übergänge allmählich verlaufen, d.h. viele einzelne Graustufen zwischen den beiden Farbflächen vorhanden sind.

Im Gimp kann man über *Filter – Verbessern – Unschärfe maskieren* das entsprechende Tool aufrufen. Dabei können 3 Parameter eingestellt werden: Radius, Menge und Schwellwert.

Der Radius ist der wichtigste Parameter und gibt an, wie viele Pixel bei der Unschärfemaskierung berücksichtigt werden sollen (d.h. wie viele Pixel in die Schärfe mit einbezogen werden sollen). Die Menge gibt an, wie stark die Schärfe vorgenommen werden soll, der Schwellwert gibt an, wie groß der farbliche Abstand zwischen benachbarten Pixeln sein muss, damit diese zu einer Farbe zusammengefasst werden und damit eine schärfere Kante ergeben.

Der Radius ist vor allem abhängig von der Bildgröße, weshalb dieses Werkzeug erst ausgeführt werden sollte, wenn das Bild seine endgültige Größe besitzt. Der voreingestellte Wert von 5 sollte sich etwa auf gewöhnliche Fotos beziehen (ca. 5 MP), ist aber in vielen Fällen schon ziemlich hoch gewählt. Ein Wert von 3 ist oft bereits ausreichend, da ein zu hoher Wert das Bild zwar sehr scharf, aber auch unnatürlich wirken lassen kann.

Der Begriff "Unschärfe maskieren" mag auf den ersten Blick etwas verwirrend klingen - immerhin möchte man mehr Schärfe erlangen, nicht Unschärfe. Der Name geht jedoch auf das Verfahren zurück, das diesem Tool zu Grunde liegt und eigentlich aus der analogen Nachbearbeitung kommt. Bei der Unschärfemaskierung wird von dem ursprünglichen Bild A eine unscharfe Kopie A' gestellt und diese von A subtrahiert. Das Resultat B ist dann ein schärfer wirkendes Bild.

Trotz dass das Tool oft eine merkbliche Verbesserung bewirkt, sollte es (wie immer) vorsichtig eingesetzt werden. Vor allem bei verträumten Fotos (Nebel, düsteres Licht, Flammen etc.) ist es

meist nicht empfohlen, das Bild nachzuschärfen. Das Bild wirkt ohne Nachschärfen sanfter und weicher und passt damit besser zur Situation.

## 12.2 Gaußscher Weichzeichner

Der **Gaußsche Weichzeichner** entnimmt dem Foto Schärfe und ist damit gewissermaßen das Gegenstück zur Unschärfemaskierung. Auch wenn es oft das Bestreben ist, möglichst scharfe Fotos zu erreichen, hat das Tool für die Nachbearbeitung eine recht hohe Bedeutung.

Der Gaußsche Weichzeichner wird vor allem lokal verwendet, wobei das Entfernen von Bildrauschen vermutlich der häufigste Grund ist. Das Rauschen, das zwar im gesamten Bild auftritt, ist meist nur in bestimmten Bereichen störend bzw. besonders wahrnehmbar. Bei Nachtaufnahmen betrifft das oft den Himmel oder Gewässer. Das Anwenden des Gaußschen Weichzeichners bewirkt, dass benachbarte Pixel zusammengefasst und farblich angepasst werden. Ab einem bestimmten Wert (je nach Bildrauschen) kann somit das Rauschen entfernt werden.

Das Anwenden des Gaußschen Weichzeichners auf das gesamte Foto ist meist nicht zu empfehlen, da dann das Foto in Unschärfe versinkt. Wählt man jedoch bspw. nur den Himmel aus und wendet den Weichzeichner darauf an, so bleibt der Rest des Bildes scharf, während das Rauschen des Himmels beseitigt werden kann. Da der Himmel für gewöhnlich eine recht homogene Fläche ist, die keine Schärfe benötigt (bzw. aufweist), ist das Anwenden des Weichzeichners in diesem Fall also völlig problemlos (bei Abend- und Nachtaufnahmen weist der Himmel ohnehin noch weniger Abstufungen und Details auf als am Tag).

Im Gimp lässt sich das Werkzeug über *Filter – Weichzeichner – Gaußscher Weichzeichner* aufrufen. Als Parameter wird die Anzahl an Pixeln eingegeben, die bei dem Vorgang zusammengefasst werden soll. Damit ist das Tool wieder von der Auflösung abhängig - je größer die Auflösung des Fotos ist, umso größer muss der Wert gewählt werden, um bestimmtes Rauschen zu entfernen.

Neben dem Bildrauschen, lassen sich mit dem Gaußschen Weichzeichner auch andere diverse Unebenheiten oder Kratzer entfernen (für Kratzer, Lichtstreifen etc. bietet Gimp aber auch separate Filter). Für sehr kreative Aufnahmen kann der Weichzeichner auch einmal auf das gesamte Bild angewendet werden.

## 13 Analoge und digitale Fotografie

Die Wahl zwischen einer analogen Kamera und einer digitalen kann eine knifflige Entscheidung sein, beeinflusst im Detail aber, wie später weiter mit den Aufnahmen vorzugehen ist.

Im letzten Jahrhundert wurde noch durchgehend auf Filmmaterial (analog) abgelichtet. Vorherrschend ist inzwischen die Belichtung von digitalen Sensoren.

Welche Unterschiede gibt es eigentlich zwischen der analogen und digitalen Fotografie? Da gilt es abzuwägen, ob sich der Kauf einer digitalen Spiegelreflexkamera lohnt oder sich die bereits vorhandene oder günstig zu erwerbende analoge Kamera auch eignet.

Optik und wesentliche Vorgänge sind sehr ähnlich. Mittels des Objektivs wird Licht vom Motiv auf ein lichtempfindliches Material abgebildet. Insofern gibt es da hinsichtlich der Gestaltung und der Bildwirkung von Objektiven und Aufnahmesituationen keine dramatischen Unterschiede.

Der wesentliche Unterschied ist natürlich die Erfassung und die Speicherung der Bilder. Die Speicherung der Bildinformation auf Filmmaterial oder die Speicherung auf einem elektronischen Sensor sind grundverschieden, was diverse Konsequenzen hat. In unserer Zeit verfügen viele Menschen über Kenntnisse im Umgang mit Computern oder möchten ihre Bilder direkt im internet anderen Menschen zugänglich machen. Bilder von Digitalkameras sind recht einfach mit Grundkenntnissen am Computer nachzubearbeiten und problemlos im internet zu veröffentlichen. Zur Nachbearbeitung von Filmmaterial ist ein Labor notwendig und spezielle Kenntnisse, die weit weniger verbreitet sind als die für die Nutzung eines Computers. Zudem besteht ein Grundbedürfnis, das Bildergebnis direkt nach der Aufnahme zu kontrollieren, was bei Digitalkameras sehr einfach möglich ist, bei analogen Kameras Tage dauern kann. Unsinnige Ergebnisse können bei Digitalkameras zudem gleich gelöscht werden und kosten faktisch kein Geld, es kann beliebig probiert werden, bis ein brauchbares Bild entstanden ist. Bei einer analogen Kameras sind dies kostspielige Blindversuche, weil jeder Film Geld kostet und einmal gemachte Aufnahmen nicht wieder rückgängig zu machen sind. Das dürften die Hauptgründe dafür sein, warum digitale Kameras die analogen innerhalb weniger Jahre vom Markt verdrängt haben.

### 13.1 Bilderfassung und Speicherung

Bei einer analogen Kamera findet die Erfassung und Speicherung auf farbempfindlichem Filmmaterial (in Grauwerten, auf Farb- oder Infrarotfilm) statt. Gegen Ende des letzten Jahrhunderts war das Medium Film zum Speichern von Bildinformation praktisch ausgereizt, eine etablierte Technik, die über Jahrzehnte ausreifen konnte. Der in die Kamera eingelegte Film entscheidet über Empfindlichkeit, trägt wesentlich zur Auflösung des Bildergebnisses bei und entscheidet, ob das Ergebnis in Grauwerten vorliegen wird oder mit Farbinformation oder gar in einem ganz anderen Spektralbereich liegt wie bei Infrarotaufnahmen. Bei hoher Empfindlichkeit ist der Film grobkörniger, hat also eine schlechtere Auflösung. Die Struktur an der Auflösungsgrenze ist ein Zufallsmuster, da

die lichtempfindlichen Körner im Film zufällig angeordnet sind. Die Auflösungsgrenze fällt also immer als Zufallsrauschen der Bildinformation auf.

Beim Farbfilm liegen die Schichten für die verschiedenen Farben hintereinander, die Entscheidung für einen Farbfilm führt also nicht zwangsläufig zu einer Verschlechterung der Auflösung. Allerdings sind Filme ohne Farbinformation tendenziell empfindlicher, es wird also weniger Licht benötigt, um eine korrekte Belichtung zu erreichen. Typisch kann in der Größenordnung von 10% des einfallenden Lichtes vom Film wirklich genutzt werden, die Effizienz ist also nicht sonderlich hoch.

Nach einer Aufnahme wird der Film mechanisch per Kurbel oder mit einem Motor weitertransportiert. Für die neue Aufnahme steht also komplett neues, unbenutztes lichtempfindliches Material zur Verfügung. Dies stellt sicher, dass eventueller Staub oder Störungen durch den Weitertransport für die nächste Aufnahme beseitigt sind. Der Filmtransport erzeugt allerdings geringe Menge Abrieb. Nach einigen tausend Aufnahmen sollte der Bereich mit dem Film hinter dem Verschluss also gereinigt werden, was relativ einfach mit sauberer Druckluft oder einem Pinsel möglich ist.

Ist ein Film mit typisch 20 bis 40 Aufnahmen komplett belichtet, so ist dieser zu entwickeln, entweder selbst oder von einem Labor. Es benötigt also Zeit, bis das Ergebnis betrachtet werden kann. Eine direkte Kontrolle während der Aufnahme ist nicht möglich. Die Entdeckung von Fehlern liegt also zumeist zeitlich weit weg von der Entstehung des Bildes. In einer komplizierten Aufnahmesituation kann der Photograph also nur vorsorglich eine Reihe von Aufnahmen mit Variation der kritischen Parameter machen, um dann nach der Entwicklung aus dieser Serie wenige brauchbare Ergebnisse als gut auszuwählen. Allerdings drängt dies auch dazu, sorgfältiger und vorausschauender zu fotografieren und sorgfältiger zu gestalten, was auch einen positiven Einfluss auf die Bildqualität haben kann. Die mit jeder Aufnahme verbundenen Kosten schränken aber auch wieder die Experimentierfreudigkeit ein.

Bei einer Digitalkamera hingegen ist ein lichtempfindlicher Sensor eingebaut. Bei den Spiegelreflexkameras, die heute typisch zu erwerben sind, kann damit gut im sichtbaren Bereich fotografiert werden. Zwar können diese Bilder nachträglich in Grauwerte umgewandelt werden, was aber nicht optimal ist, weil es auch spezielle Sensoren gibt, die nur die Intensität des Lichtes aufnehmen und keine Farbinformation und damit sehr viel empfindlicher sind als Sensoren, die Farbinformation aufnehmen. Für Aufnahmen in anderen spektralen Bereichen ist für optimale Ergebnisse ebenfalls eine Spezialkamera mit einem dafür ausgelegten Sensor notwendig, vor allen, weil bislang die Sensoren anders als die Filme bei gängigen Kameramodellen nicht austauschbar sind. Zwar gibt es auch Filter, die es bei einigen Kameras erlauben, auch Aufnahmen im Infrarotbereich zu machen, allerdings ist dies mehr ein Mangel des in der Kamera eingebauten Sensors, denn für normale Aufnahmen wird der Infrarotanteil unerwünscht sein und sollte eigentlich herausgefiltert werden. Wird nun ein Filter vor das Objektiv geschraubt, welcher den sichtbaren Bereich sperrt, wird nur infrarotes Licht durchgelassen und die Restempfindlichkeit des Sensors in diesem Bereich ermöglicht dann eine Aufnahme, allerdings mit geringer Empfindlichkeit und hohem Rauschen. Eine Spezialkamera wäre hingegen so ausgelegt, daß sie im Infrarotbereich empfindlich ist - oder aber nur Lichtintensität aufzeichnet und keine Farbinformation und dann eben mit einem geeigneten Filter bestimmt wird, welcher Wellenlängenbereich bei der jeweiligen Aufnahme durchgelassen wird. Die Digitalkamera erweist sich also als relativ unflexibel was die Frage anbelangt, ob in Farbe im sichtbaren Bereich, in Grauwerten oder im infraroten Bereich Aufnahmen gemacht werden sollen. Da die meisten Photographen heute zumeist aber ohnehin Farbaufnahmen im sichtbaren Bereich machen wollen, können sie mit diesem Nachteil gut leben.

Alltagstaugliche Sensoren sind erst in diesem Jahrtausend aufgekommen. Es handelt sich also noch keineswegs um eine ausgereifte Technik. Da gibt es noch viel Raum für Verbesserungen und Steigerung von Empfindlichkeit oder Auflösung.

Zumeist wird heute ein Sensor mit Bayer-Matrix verwendet. Der Sensor besteht aus einzelnen, regelmäßig angeordneten Pixeln. Das Muster ähnelt dem eines Schachbrettes. Dabei sind zwei grüne Pixel, ein roter und ein blauer jeweils im Quadrat angeordnet. Diese Struktur wiederholt sich. Zudem sind die einzelnen Pixel elektronisch anzuschließen, technisch ist das einfacher von der Seite, wo das Licht einfällt, reduziert damit natürlich die Gesamtfläche, die lichtempfindlich ist. Es gibt allerdings auch Sensoren, die von hinten verschaltet sind. Zudem werden Mikrolinsen eingesetzt, um möglichst viel Licht für den jeweilige Pixel zu sammeln. An sich sind die Pixel etwa gleich empfindlich für alle Wellenlängen von infrarot bis ultraviolett (andere Wellenlängenbereiche werden ohnehin durch das Glasmaterial des Objektivs gefiltert). Um eine Farbinformation zu bekommen, erhält also jeder Pixel einen Filter, der nur das gewünschte Licht durchlässt. So kann man grob abschätzen, dass bei einem Farbsensor mit Bayer-Matrix etwa drei Viertel des roten Lichtes, drei Viertel des blauen und die Hälfte des grünen Lichtes nicht genutzt werden. Zusammen mit den Verlusten durch die Verschaltung ergibt sich so, dass bei farbempfindlichen Sensoren nur 20 bis 25 Prozent des einfallenden Lichtes für die Aufnahme genutzt werden können. Sensoren ohne Farbfilter können hingegen über 90 Prozent des einfallenden Lichtes nutzen.

Mit in der Digitalkamera eingebauten Prozessoren wird so aus der Information der einzelnen Pixel das Bild interpoliert. Dies kann einige Artefakte hervorrufen, weil die Sensorfläche ja längst nicht überall für die Farbe des Lichtes empfindlich ist, die gerade dort auf den Sensor trifft. Besonders bei Motiven mit starken Kontrasten und Strukturen, die zufällig nahezu zum Schachbrettmuster der Sensorenpixel ausgerichtet sind, kann die Interpolation also Ergebnisse liefern, die deutlich vom Motiv abweichen.

Prinzipiell könnte mit einer Anordnung in Bienenwabenform sowohl die Auflösung verbessert werden, als auch die Effizienz der Mikrolinsen, auch Artefakte ließen sich so reduzieren. Solche Bauformen sind derzeit allerdings nicht verfügbar. Die Herstellung der Sensoren wäre vermutlich deutlich aufwendiger, ebenso die Algorithmen, um dann wieder Bilder zu erzeugen, die sich auf Monitoren darstellen lassen oder auch drucken lassen, wo ja auch immer eine schachbrettartige Anordnung von Pixeln realisiert ist.

Bei einer alternativen Bauart wird ausgenutzt, dass die Eindringtiefe des Lichtes in den Sensor von der Wellenlänge abhängt, ähnlich wie beim Film liegen die farbempfindlichen Teile also hintereinander, es wird also keine Bayer-Matrix benötigt und keine Filterung. Prinzipiell kann ähnlich wie beim farbenempfindlichen Sensor nahezu das gesamte einfallende Licht genutzt werden. Kameras mit diesem Typ von Sensor werden derzeit von Sigma angeboten, sind derzeit aber technisch noch weniger ausgereift als die mit Bayer-Matrix und noch nicht für das Kleinbildformat verfügbar.

Anders als etwa bei Solarzellen wird die Energie des Lichtes bei den Sensoren nicht in elektrische Energie umgewandelt und so ein Signal erzeugt. In einem einfachen Modell kann man sich eher vorstellen, daß der Akku der Kamera ein Reservoir für Energie ist, wie eine Talsperre ein Reservoir für Wasser ist. Jeder Pixel ist in dem Bild ein Ventil, bei dem über die auftreffende Lichtmenge gesteuert wird, wie weit es auf ist. Bei geöffnetem Ventil, wenn also Licht auf den Pixel fällt, fließen Elektronen in ein kleines pixeleigenes Reservoir. Über weitere Elektronik kann nun geschaltet werden, ob der Pixel überhaupt auf Licht reagieren soll und wann die Elektronen in seinem Reservoir ausgelesen werden sollen. Wie bei analogen Kameras wird aber bei technisch aktuellen digitalen Spiegelreflexkameras die Belichtungszeit immer noch mit einem mechanischen Verschluss gesteuert

und nicht über die eine elektronische Ansteuerung des Sensors. Dies gibt es bei einigen etwas älteren digitalen Spiegelreflexkameras auch, ebenso wie bei Kompaktkameras. Die permanente Beleuchtung des Sensors erzeugt aber Probleme durch zusätzliche Abwärme und bei intensiven Motivbestandteilen wie der Sonne auch unerwünschte Artefakte (englischer Fachbegriff: Blooming), weswegen die elektronische Zeitsteuerung des Sensors in technisch aktuellen Kameras allenfalls noch ergänzend zum mechanischen Verschuß verwendet wird, meist ist der Sensor aber gar nicht mehr zeitkritisch gesteuert oder nur noch beim sogenannten 'Live-view' oder dem Video-Modus, auf den dann die Störungen und Artefakte begrenzt sind, während für die Photos selbst der mechanische Verschuß die Belichtungszeit bestimmt.

Nun muß dieses 'Pixel-Ventil' nicht unbedingt perfekt dicht sein oder eine Fehlfunktion aufweisen, so daß auch zusätzlich zu der lichtabhängigen Elektronenmenge weitere Elektronen gesammelt werden können, die also gar nicht vorhandenes Licht vortäuschen. Dieser Effekt tritt für jeden Pixel unabhängig auf, hängt aber von Umwelteinflüssen, besonders der Temperatur des Sensors ab, bei hoher Temperatur ist die Menge fehlerhaft gesammelter Elektronen größer. Um möglichst wenig fehlerhafte Elektronen zu sammeln, wird daher das Pixelreservoir direkt vor jeder Aufnahme geleert und möglichst schnell nach der Aufnahme ausgelesen. Die Menge der falschen Elektronen steigt damit grob proportional zur verwendeten Belichtungszeit, bei langen Belichtungszeiten wird also mehr von diesem Grundrauschen aufgesammelt als bei kurzen Belichtungszeiten.

Dies ist ein gänzlich anderer Effekt als der bekannte Schwarzschild-Effekt bei Filmmaterial, der dafür sorgt, daß bei langen Belichtungszeiten der Film etwas unempfindlicher ist als angegeben, also etwas großzügiger belichtet werden muß, als mit dem Belichtungsmesser bestimmt. Da dies ein systematischer Fehler ist, kann der erfahrene Photograph dies gut ausgleichen. Das Rauschen des Sensors ist hingegen ein zufälliger Fehler, der nur teilweise von der Kamera ausgeglichen werden kann, indem ein Durchschnittswert vom gemessenen abgezogen wird.

So oder so ist die Information aus dem Pixel auszulesen, der Betrieb des Sensors und vor allem das Auslesen benötigt also Energie. Diese resultiert letztlich in Abwärme im Sensor. Wärme, ob nun durch das Auslesen oder aus der Umgebung, führt zu zusätzlichem Rauschen, ist also unerwünscht, aber auch unvermeidbar. Der Effekt kann allerdings durch sinnvollen Umgang mit der Kamera reduziert werden. Auch die Empfindlichkeit wird über die Auslesespannung gesteuert. Hohe Empfindlichkeit führt also zwangsläufig zu mehr Rauschen. Die Pixelgröße entscheidet hingegen über die Empfindlichkeit bei gleicher Auslesespannung. Bei einem großen Pixel fällt mehr Licht ein, das Rauschen des Lichtes selbst wird damit besser gemittelt. Große Pixel sind also gut für scharfe, rauscharme Bilder. Entweder ist bei gleicher Auslesespannung mehr Licht pro Pixel da und sorgt damit für ein besseres Bild mit weniger Rauschen oder die Auslesespannung kann reduziert werden, um bei gleichem Signal das Ausleserauschen zu reduzieren. Der Abstand zwischen den Pixeln entscheidet hingegen über die Auflösung des Sensors. Ein kleiner Abstand sorgt also für hohe Auflösung. Ideal sind daher Sensoren mit relativ großen, dicht gepackten Pixeln.

Analoges Filmmaterial wird nicht ausgelesen, hat also auch kein Problem mit dem Auslöserauschen und ist auch nicht so empfindlich auf die Umgebungstemperatur, wenngleich eine hohe Umgebungstemperatur bei diesem irgendwann auch zu chemischen Veränderungen führen kann, allerdings eher erst bei Temperaturen, die auch dem Photographen schon unangenehm sein dürften. Dafür ist das Filmmaterial immer empfindlich, nicht nur während der Aufnahme. Wird die Kamerarückwand geöffnet, während sich der Film nicht in der Filmdose befindet, ist der Film nicht mehr brauchbar. Auch Röntgenstrahlung, etwa bei der Gepäckdurchleuchtung am Flughafen, kann den Film in der Dose belichten, weswegen man diese gerne in vergoldeten oder verbleiten Tüten transportiert. Ähnliches gilt für radioaktive Strahlung. Starke Strahlung kann natürlich auch dem Sensor und der

Elektronik einer digitalen Kamera und auch dem Speichermedium ein vorzeitiges Ende bereiten, ist aber nicht so wahrscheinlich, daß die Kamera solcher Strahlung ausgesetzt wird. Auf Reisen braucht man allerdings auch seine digitale Kamera nicht röntgen zu lassen oder diese etwa zu einer Kernspintomographie mitnehmen, die der Kamera und der Speicherkarte vermutlich auch nicht bekommen wird.

Ein Problem kann sich bei digitalen Sensor zudem ergeben, wenn mittels sogenanntem 'Live-view' permanent direkt der Sensor auf dem Monitor der Kamera angeguckt wird, statt den optischen Sucher zu verwenden. Bei dieser Betriebsart wird der Sensor ständig mit Licht beleuchtet und ausgelesen, es wird somit deutlich mehr Abwärme produziert als bei einer einzelnen Aufnahme. Auch der Monitor sorgt für weitere Abwärme. All dies erhöht wiederum das Rauschen des Sensors - ebenso wie eine allgemein hohe Umgebungstemperatur.

Der Sensor der Digitalkamera ist also viel temperaturempfindlicher als klassisches Filmmaterial, erzeugt zudem selbst eine Menge Abwärme. Kühlung ist aufwendig und steht einem mobilen Einsatz entgegen. Prinzipiell ist es bei Studioaufnahmen aber natürlich möglich, die Kamera zu kühlen und damit das Rauschen zu minimieren.

Reihenaufnahmen produzieren ebenfalls eine Menge Abwärme, daher ist meist die Menge der Bilder einer Serie von der Kamera automatisch begrenzt. Das Problem ergibt sich bei analogen Kameras nicht, dafür ist dort der mechanische Transport des Films zeitkritisch, während das Auslesen des Sensors einer Digitalkamera mit leistungsfähigen Prozessoren und Zwischenspeichern heute meist weniger problematisch ist, bei etwas älteren Digitalkameras aber ebenfalls zeitkritisch sein kann. Zeitkritisch für Reihenaufnahmen ist auch das Abspeichern der Bilder. Zum einen müssen die Prozessoren der Kamera die Bilder schnell verarbeiten können, aber auch schnell abspeichern. Dazu können auch spezielle schnelle Speicherkarten erforderlich sein, mit denen dann die Kamera aber auch zusammenarbeiten können muss.

Der Sensor ist natürlich bei jeder Aufnahme derselbe. Staub kumuliert mit der Zeit auf ihm. Auch Pixelfehler können bei langer Betriebsdauer zunehmen. Die Reinigung des Sensors ist kompliziert und kann leicht zu Schäden am Sensor führen, daher empfehlen die Kamerahersteller, dies professionellem Personal zu überlassen. Faktisch ist dies ein bislang ungelöstes Problem von Digitalkameras mit Wechseloptik. Obgleich die Hersteller bei neueren Modellen versuchen, dies Problem mit Reinigungsmechanismen zu reduzieren, die versuchen, den Staub vom Sensor zu schütteln, funktioniert diese einfache Reinigung natürlich nicht perfekt. Helfen könnte letztlich nur eine komplette Verkapselung des Bereiches mit Verschluss und Sensor, etwa mit einem leicht zugänglichen und leicht zu reinigenden Zwischenfenster zwischen Spiegel und Verschluss. Allerdings ist dort der Platz sehr knapp - weswegen man gespannt sein kann, wie sich das Problem in Zukunft entwickelt.

Die Aufnahmen werden nach der Bearbeitung in den kameraeigenen Prozessoren dann auf einer wechselbaren Speicherkarte abgelegt. Ist die Staubverteilung oder die Verteilung von Fehlern den Prozessoren bekannt, können diese dies auf Kosten des Rauschens herausrechnen. Ist der Kamera ferner bekannt, welche Fehler das verwendete Objektiv hat, kann dies ebenfalls auf Kosten des Rauschens herausgerechnet werden. Dies ist nur teilweise ein Vorteil. Denn die Notwendigkeit dafür ist teilweise dadurch bedingt, dass bei den digitalen Sensoren das Licht möglichst senkrecht auf den Sensor fallen muss, bei Filmmaterial ist dies weniger kritisch. Gerade in den Randbereichen sind damit Probleme des Objektivs bei Digitalkameras eher sichtbar als bei solchen mit Filmen, erfordern also eher eine Korrektur.

Die Größe der Speicherkarte und die Anzahl der Pixel pro Bild und das Bildmotiv selbst entscheiden dann darüber, wie viele Bilder die Digitalkamera aufnehmen kann, bevor die Speicherkarte gewechselt

oder geleert werden muss. Speicherkarten sind wiederverwendbar, es treten also keine Kosten auf, wenn sie voll sind. Die Bilder müssen nur an einem anderen Ort untergebracht werden, dann kann es weitergehen. Somit kann der Photograph also recht unbelastet experimentieren und kann auch Schnappschüsse in beliebiger Anzahl machen und dann zum selbstbestimmten Zeitpunkt nachgucken und entscheiden, welche Aufnahmen behalten werden sollen und welche gelöscht werden. Beides kann an der Kamera selbst durchgeführt werden oder auch erst später unabhängig von der Kamera am Computer.

Die Vorschau auf dem kleinen Monitor der Kamera mit eingebauter Vergrößerungsfunktion ermöglicht es, sich die Bilder direkt nach der Aufnahme anzusehen und so gegebenenfalls bei unveränderlichen Motiven zu korrigieren und erneut bessere Aufnahmen zu machen. Experiment statt aufwendige Berechnung der korrekten Belichtung kann so eine Menge Zeit und Nerven sparen und fördert den Zugang zur Photographie auch für Menschen, die sich mit der Thematik nicht auskennen und nur das Bildergebnis nach ästhetischen Gesichtspunkten bewerten können. Diesen fällt es natürlich deutlich leichter, anhand des direkt sichtbaren Bildergebnisses mit weiteren Versuchen bessere Resultate zu erzielen, als bei Kameras mit Film vorsorglich nach Schätzung Reihenaufnahmen durchzuführen. Der Lerneffekt ist größer, wenn das Ergebnis sichtbar ist, wenn die Aufnahmebedingungen noch präsent sind.

Während es analoge Spiegelreflexkameras eigentlich durchgängig im Kleinbildformat gibt, sieht dies bei digitalen Spiegelreflexkameras anders aus. In der Anfangsphase war es sehr schwierig bis unmöglich, so große Sensoren fehlerfrei herzustellen, weswegen die digitale Photographie zunächst eher bei Kompaktkameras und etwas später dann auch bei den etwas höherwertigen 'Bridge'-Kameras eingesetzt wurde. Als Kompromiss kamen dann Spiegelreflexkameras mit kleineren Sensoren auf den Markt. Nun kann man sich diesen kleineren Sensoren auf verschiedene Weise für den Vergleich mit dem Kleinbildformat nähern. Eine korrekte und recht leicht verständliche Methode besteht darin, sich einfach vorzustellen, dass der kleinere Sensor sich mittig im gedachten Kleinbildformat befindet. Der Rand wird also beschnitten, das Bildfeld ist kleiner. Der für die Sensoren ohnehin etwas problematischere Randbereich wird ausgespart. Weil man mit den kleinen Sensoren immer nur einen Ausschnitt abbildet, ist dies besonders beim Einsatz von Weitwinkelobjektiven besonders störend, weil es dort ja gerade darauf ankommt, möglichst viel abzubilden und nicht nur den mittleren Bereich. Daher wurden für Kameras mit solchen Sensoren insbesondere spezielle Weitwinkelobjektive konstruiert, die dieses Problem kompensieren und die für Kameras mit Kleinbildformat nicht brauchbar sind.

In diesem Bereich wird auch viel mit 'crop'-Faktoren und akrobatischen Umrechnungen argumentiert, um Vergleiche mit dem Kleinbildformat zu ermöglichen, die Vergleiche hinken aber oft im Detail und in der Berechnung einiger bildwirksamer relevanter Größen. Daher ist es genauer, von dem Bild auszugehen, dass nur ein Ausschnitt in der Mitte des Kleinbildformates aufgenommen wird. Wer an das Kleinbildformat gewöhnt ist, muss sich da etwas umgewöhnen, auch weil oft bei solchen Kameras mit kleinem Sensor das Sucherbild entsprechend kleiner ist.

Mittlerweise bieten einige Hersteller aber auch digitale Kameras im Kleinbildformat an. Weil der Sensor deutlich größer ist als der mit den kleineren, sogenannten APS- oder APS-C-Sensoren, haben solche Kleinbildformatkameras entweder eine deutlich höhere Empfindlichkeit durch größere Pixel oder entsprechend mehr Pixel oder eine Variation dieser Parameter. Einfach ausgedrückt gibt es einfach mehr Sensorfläche, also kann auch mehr Licht einfallen, was genutzt werden kann, um qualitativ-technisch bessere Bilder zu produzieren. Das trifft allerdings nur so einfach zu, wenn beim kleinen wie beim großen Sensor ansonsten die gleiche Technik verwendet wird, ansonsten können weitere Unterschiede in der Sensortechnik diesen Effekt noch überlagern.

Aus der kleineren Fläche ergeben sich jedenfalls ähnlich wie bei den Kompaktkameras mit noch kleineren Sensoren eher Probleme mit dem Rauschen oder der geringeren Empfindlichkeit bei gleichem Rauschen. Bei gleichem Objektiv werden die Randprobleme durch schrägen Lichteinfall allerdings eher vermieden, so dass für das Kleinbildformat entweder sehr gute Objektive verwendet werden sollten oder eben bei den kleineren Sensoren preisgünstige spezielle Objektive verwendet werden können, um letztlich auch mit dem kleineren Ausschnitt auf ähnliche Randprobleme zu stoßen.

Die Vorteile der Kameras mit kleinen Sensoren liegen also vor allem beim Preis. Wirklich kompakter und leichter sind diese Kameras auch nicht, schon weil sie die gleichen oder zumindest sehr ähnliche Objektive verwenden. Eine Gewichts- und Größenoptimierung ergibt sich erst mit einem neueren Kameratyp, bei dem komplett auf optischen Sucher und Spiegel verzichtet wird. Erster Anbieter ist da Panasonic. Durch den kleineren Sensor und das Einsparen des Spiegelkastens ist es bei diesen Kameras auch möglich, für die kleineren Sensoren wirklich optimierte Objektive zu konstruieren, die kleiner und leichter als die von Kleinbildformatkameras sind. Allerdings ist man bei diesen Kameras dann gezwungen, den kleineren Sensor über einen Monitor zu betrachten, mit den oben geschilderten Nachteilen bei einem solchen Vorgehen. Das ist natürlich nicht für alle Anwendungen optimal, kann aber eine Lücke füllen, wenn 'Bridge'-Kameras nicht reichen, Wechseloptik notwendig ist, Kameras mit Kleinbildformat samt zugehöriger Objektive aber als zu groß oder schwer für die gewünschte Anwendung angesehen werden.

Ein besonderes Problem der digitalen Datenaufnahme im Allgemeinen kann man unter dem Stichwort 'Abtastproblem' zusammenfassen. Bei einem digitalen Sensor wirkt sich das so aus, daß die Pixel nicht wirklich den kompletten Sensor abdecken, zwischen zwei Pixeln sind kleine Zwischenräume, insbesondere an den Ecken, auch werden dort die Mikrolinsen nicht so effektiv funktionieren wie in der Mitte des Pixels. Der Sensor ist also zwischen den Pixeln mehr oder weniger blind. Wird zudem eine Bayer-Matrix verwendet, so ist ein Pixel jeweils nur für einen Teilbereich des sichtbaren Lichtes empfindlich. Dies bedeutet letztlich, daß nur etwa 20 Prozent der Sensorfläche für rotes Licht empfindlich ist, 20 Prozent für blaues und 40 Prozent für grünes. Fimmaterial ist hingegen praktisch überall empfindlich und weist keine blinden Stellen auf.

Ist das Bild eines sehr hellen (einfarbigem) Motivbestandteiles nun also sehr klein und wird zufällig an eine dafür blinde Stelle des Sensors abgebildet, so kann es passieren, daß dieses Objekt gar nicht auf dem Bild erscheint oder mit viel geringerer Helligkeit als realistisch ist. Bei analogem Filmmaterial wird solch ein kleines Objekt dann eher breiter, etwa in Korngröße des Filmmaterials abgebildet, also im Zweifelsfalle eher verbreitert als gar nicht dargestellt. Wo gibt es so kleine Motivbestandteile? Sterne etwa, die digital aufgenommen bunter erscheinen können, als sie in Wirklichkeit sind - oder eben auch gar nicht auf dem Bild erscheinen, wenn sie auf einen blinden Fleck abgebildet werden.

## 13.2 Auflösung und Maximale Bildgröße

Bei analogen Kameras hängt die Auflösung oder die maximale Bildgröße ohne sichtbares Rauschen vom Filmmaterial ab. Mit normalempfindlichem, normalkörnigem Film (100 ISO) aufgenommene Dias können jedoch problemlos auf eine Kantenlänge von ein oder zwei Metern projiziert werden. Entsprechend lassen sich von Negativen und Dias Papierabzüge in ähnlicher Größe erstellen. Mit sehr feinkörnigem Film, welches eine niedrigere Empfindlichkeit hat (etwa 25 ISO) lassen sich gar Phototapeten erstellen, die ganze Zimmerwände dekorieren können.

Bei Filmmaterial macht sich die Auflösungsgrenze als Zufallsrauschen der Bildinformation bemerkbar. Teilweise wird besonders grobkörniger Film oder Papier verwendet, um dies als stilistisches Mittel einzusetzen. Auch bei starken Vergrößerungen, die das Rauschen sichtbar machen, wird dies also nicht generell als störend empfunden, das ist etwas anders als bei dem regelmäßigen Schachbrettmuster der digitalen Bilder, welches meist als sehr störend empfunden wird, wenn es sichtbar wird.

Bei Digitalkameras ist die Auflösung gegeben durch den Abstand der Pixel zueinander. Bei der Verwendung einer Bayer-Matrix ist die Auflösung für rote und blaue Pixel also um einen Faktor 1.4 schlechter als für grüne.

Generell ist bei der Auflösung zwischen verschiedenen Betrachtungssituationen zu unterscheiden. Dabei wird immer davon ausgegangen, dass das Bild (projiziert oder auf Papier oder Monitor) ohne weitere Hilfsmittel angesehen wird.

In der einen Situation verkürzt der Betrachter den Abstand zum Bild so weit, bis sein Auge gerade noch scharf sehen kann. In dieser Betrachtungssituation können auch Menschen mit sehr guten Sehvermögen keine Strukturen mehr auflösen, die unter 0.1mm liegen, das erreichen meist nur Kinder, wo die Akkomodation des Auges optimal funktioniert. Ältere Menschen erreichen eher Werte um 0.2 mm bis 0.4 mm.

In der anderen Betrachtungssituation wird davon ausgegangen, dass der Betrachter den Abstand zum Bild so wählt, dass dieses komplett sichtbar ist. Der Betrachtungsabstand steigt also mit der Bildgröße. Entscheidend ist hierbei also nur der Betrachtungswinkel, nicht die absolute Größe des Bildes. Das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges liegt bei etwa 0.5' bis 1', entsprechend also 1 mm auf 3 bis 6 m. Als Faustformel wird in der Photographie verwendet, dass in einer solchen Situation etwa 1/1500 der Bilddiagonale aufgelöst werden können. Das wird praktisch von jedem Filmmaterial erreicht und auch von digitalen Kameras, bei denen die kürzere Seite des Bildformates mindestens tausend Pixel erreicht.

In der ersten Betrachtungssituation oder bei Vergrößerungen, besonders bei der Betrachtung und Vergrößerung von digitalen Aufnahmen auf dem Monitor eines Computers, können deutlich höhere Auflösungen relevant sein. Typisch sind heute Sensoren mit in der Größenordnung von 4000 Pixeln pro Seitenlänge (bei kleinen Sensoren oder großen Pixeln eher für die lange Seite, bei großen Sensoren oder kleinen Pixeln eher für die kurze Seite). Bei Monitoren mit einer typischen Auflösung von 4 Pixeln pro Millimeter entsprechen 4000 Pixel also etwa einer Bildgröße von einem Meter, mehr als die meisten Monitore haben, es ist also nicht das komplette Bild darstellbar, die meisten Monitore kommen nicht über eine Darstellung von 2000 Pixeln insgesamt hinaus. Drucker haben hingegen eher eine Auflösung von 12 bis 24 Pixeln pro Millimeter, also ergeben die 4000 Pixel eine Bildgröße zwischen einem Drittel bis einem Sechstel Meter, das liegt typisch im Bereich von Papierabzügen. Für das menschliche Auge reicht allerdings wie oben beschrieben eine etwas geringere Auflösung, so dass eine Bildgröße von etwa einem Meter noch sinnvoll sein kann, ohne Artefakte der Pixelstruktur mit dem bloßen Auge erkennen zu können.

Während Negative oder Dias immer gleich groß sind, also das Kleinbildformat von 36mm mal 24mm, beschreibt sich die Größe von digitalen Bildern eher in Bytes als in Längenmaßen. Es werden etwa ein bis zwei Byte pro Pixel benötigt, das ergibt also bei einem Sensor mit 20 Millionen Pixeln eine Dateigröße von 20 bis 40 Megabyte. Allerdings ist diese Information komprimierbar. Oft wird das Bild mit verlustbehafteter Komprimierung im Format JPEG/JFIF abgespeichert, wobei man dann für solch ein Bild je nach Motiv bei der typischen Kompression durch die Kamera auf eine Größe von 2 bis 10 Megabyte kommt (ein stark verrauschtes Bild enthält dabei wenig redundante Information

und ist schlecht komprimierbar). Die Speicherkarten liegen von den Längenabmessungen in der gleichen Größenordnung wie das Kleinbildformat, je nach Speicherkapazität kann man auf ihnen jedoch hunderte von Bildern abspeichern.

### 13.3 Bildkontrolle und Bildverfügbarkeit

Wie im vorherigen Abschnitt schon angedeutet, muss bei analogen Kameras der Film komplett belichtet werden und wird dann entwickelt. Erst danach ist das Bildergebnis sichtbar und kontrollierbar. Je nach Aktivität des Photographen können so zwischen einem Tag und Wochen oder Monaten zwischen der Aufnahme und der ersten Betrachtung liegen. Insbesondere bei den längeren Zeiträumen sind Details über die Aufnahmesituation bereits vergessen, sofern nicht sorgfältig anderweitig notiert. Das erschwert das Lernen über die Kontrolle des Bildergebnisses und erfordert mehr Disziplin und Planung beim Photographieren als die unmittelbare Verfügbarkeit des Bildergebnisses bei der Digitalkamera. Digitalkameras zeichnen zudem die meisten technischen Daten wie Belichtungszeit, Blendenzahl, Empfindlichkeit, Brennweite, Blitzgerätnutzung, Datum und Zeit und Kamera-Typ, Pixelgröße etc. automatisch mit dem Bild als sogenannte EXIF-Daten auf, was dem Photographen die manuelle Aufzeichnung und Zuordnung erspart - mit Zubehör können sogar die per GPS ermittelten Koordinaten des Aufnahmeortes ermittelt und automatisch aufgezeichnet werden, um eine spätere Kontrolle und Zuordnung zu erleichtern. Bei analogen Kameras wurde bestenfalls über eine spezielle Rückwand Datum und Uhrzeit auf die Aufnahme belichtet, um die Zuordnung zu verbessern.

Bei Digitalkameras kann das Bildergebnis im Bedarfsfalle in einer grob aufgelösten Vorschau, dem sogenannten 'Live-view' auch bereits vor der Aufnahme beurteilt werden, ebenso wie danach. Im Bedarfsfalle kann nach jedem einzelnen Bild dieses an einen Computer übertragen werden, bei einigen Modellen sogar mit Zubehör drahtlos per Funk. Eine ähnliche Übertragung des 'Live-views' gestattet es auch, das Bildergebnis relativ einfach aus der Ferne zu beurteilen und die Kamera per Fernbedienung auszulösen. Bei analogen Kameras kann zumindest die Fernübertragung des Sucherbildes heute ebenfalls mit speziellem Zubehör erreicht werden, welches das Sucherbild aufzeichnet und überträgt, eignet sich auch für das Sucherbild von digitalen Spiegelreflexkameras und kann Vorteile gegenüber dem 'Live-view' haben, weil dabei die Spiegelreflexkamera im normalen Betriebsmodus ist.

Die direkte Kontrolle des Bildergebnisses bei Digitalkameras ermöglicht es, bei sich nicht allzu schnell ändernden Szenarien Fehler zu korrigieren und weitere Aufnahmen mit optimierten Einstellungen zu machen. Dies war bei analogen Kameras allenfalls bei Sofortbildkameras möglich, deren Ergebnisse aber nicht mit denen von Spiegelreflexkameras vergleichbar sind und einem relativ schnell bemerkbaren Alterungsprozeß unterlagen.

Der Kontrollmonitor der Digitalkamera reicht allerdings keinesfalls aus, um das komplette Bild mit voller Auflösung anzuzeigen, entweder ist eine stark komprimierte Vorschau zu sehen oder ein kleiner Ausschnitt des Bildes, die Anzeige ist zwischen den beiden extremen in Zwischenstufen einstellbar. Das Bild des 'Live-view' entspricht zudem nicht exakt dem Betriebsmodus für die Aufnahmen, somit kann 'Live-view' bereits helfen, Kontrastprobleme und massives Rauschen des Sensors zu identifizieren und zu vermeiden, bevor eine Aufnahme gemacht wird, aber nur die detaillierte Untersuchung des Bildes nach der Aufnahme kann zeigen, wo Probleme im Detail auftreten - immerhin ist es anders als bei analogen Kameras bei digitalen überhaupt möglich, Eigenschaften des Sensors schon vor oder direkt nach der Aufnahme auf Probleme mit dem jeweiligen Motiv hin zu untersuchen. Bei

analogen Kameras muß sich der Photograph hingegen auf seine Erfahrung verlassen und gegebenenfalls vorsorglich Reihenaufnahmen mit verschiedenen Parameterkombinationen durchführen, um problematische Situationen zu meistern. Bei sich zügiger ändernden Szenarien ist dies allerdings auch bei der digitalen Photographie notwendig, um nicht den 'richtigen Moment' zu verpassen. Bei einmaligen Schnappschüssen ist hingegen natürlich immer Glück oder Erfahrung des Photographen notwendig, um gleich bei der ersten und einzigen Aufnahme ein gutes Resultat zu erzielen. Hier hilft es bei Digitalkameras auch, das Bild im Rohdatenformat der Kamera aufzunehmen, weil sich bei diesem später leichte Über- oder Unterbelichtungen noch ohne nennenswerte Qualitätsverluste kompensieren lassen. Letzteres kann bei Filmmaterial eine individuelle Behandlung im Entwicklungslabor erfordern oder bei einem Dia kann die Belichtung in einer Duplizierungseinheit vom Photographen später nachkorrigiert werden.

### 13.4 Präsentationsmöglichkeiten

Hinsichtlich der Darstellung von Präsentation des Bildergebnisses gibt es diverse Unterschiede je nach verwendeter Technik.

Direkt und notfalls ohne weitere Hilfsmittel ist das Dia zugänglich, zur Betrachtung wird nur eine Lichtquelle benötigt, etwa heller Tageshimmel oder eine andere diffuse Lichtquelle mit sonnenähnlichem Spektrum, um das Dia im Durchlicht zu betrachten. Als einfaches Hilfsmittel zur Vergrößerung ist eine Lupe geeignet oder für Details gar ein Lichtmikroskop. Die gängige Methode der Präsentation erfordert allerdings einen Projektor mit eigener Lichtquelle, mit dem dann das Dia auf eine geeignete Projektionsfläche abgebildet wird. Auch solche Projektoren sind technisch eher einfach und naheliegend, ermöglichen zudem die Präsentation des Dias in voller Auflösung. Die technischen Hilfsmittel sind also einfach und überschaubar. Es braucht keinen großen technischen oder kulturellen Hintergrund, um Dias zu betrachten.

Negative im Durchlicht anzusehen, ist zwar auch möglich, da aber die Intensitäten invertiert sind und die Farben vertauscht, ist das Ergebnis eher unbefriedigend. Negative werden typisch dafür verwendet, um mit speziellen optischen Aufbauten lichtempfindliches Papier zu belichten. Dies geschieht in Photolaboren. Je nach frei wählbarer Größe der belichteten Fläche des Papiers kann sich so auch eine Darstellung in voller Auflösung ergeben. Das Bild auf Papier kann dann mit einfachen Lichtquellen im Auflicht betrachtet werden und erfordert dann keine weiteren Hilfsmittel mehr.

Bei digitalen Bildern erfordert die Darstellung deutlich mehr technischen Aufwand. Praktisch sind immer Computer/Prozessoren mit speziellen Programmen notwendig, um ein Bild darzustellen. Eine Darstellung kann mit Druckern, Monitoren und Projektoren erreicht werden. Die Auflösung von Druckern ist hoch genug, um das komplette Bild in voller Auflösung darzustellen, zumeist wird dafür farbige Tinte auf dafür geeignetes Papier gespritzt. Die maximal erzielbare Bildgröße richtet sich nach der Größe des Druckers und des Papiers. Für den Hausgebrauch sind Drucker erhältlich, die DIN A4 bedrucken können. Es gibt allerdings auch Drucker, die DIN A0 oder sogar größer drucken können.

Monitore haben meist deutlich weniger Pixel zur Darstellung, als in einem digitalen Bild verfügbar sind, typisch sind horizontale Kantenlängen in der Größenordnung von 1000 bis 2000 Pixeln. Zudem ist das Aspektverhältnis anders als beim typischen 3:2-Format einer Spiegelreflexkamera - gängig sind 4:3, 16:10 oder 16:9. Die Entwicklung der Monitorhersteller geht derzeit mehr in Richtung 16:9, was für die Darstellung von digitalen Bildern eher suboptimal ist. Somit ist es bei der Betrachtung

auf dem Monitor also notwendig, das Bild entweder zu verkleinern, bis es komplett sichtbar wird, oder sich nur Ausschnitte anzusehen.

Anders als Diaprojektoren haben spezielle (Video-)Projektoren für digitale Bilder deutliche Probleme mit der Auflösung, was daran liegt, daß nicht nur einfache Optik verwendet wird, sondern daß entweder ein Zwischenbild ähnlich einem Dia dynamisch mit digitaler Elektronik im Projektor erzeugt werden muß oder aber das Bild direkt pixelweise projiziert wird. Zwischenbild oder Projektion sind also pixelweise aufzubauen, was eine entsprechend aufwendige Elektronik und Optik beziehungsweise Optoelektronik im Projektor erfordert. Gängig sind Projektoren, die bestenfalls das für Videos gut geeignete HDTV-Format schaffen. Das Aspektverhältnis ist dann 16:9 und es werden 1920 mal 1080 Pixel dargestellt, also ähnlich wie bei den Monitoren ein kleiner Ausschnitt in voller Auflösung oder ein verkleinertes Gesamtbild mit ungenutzten Rändern, weil das Aspektverhältnis nicht paßt.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, daß für den Zugang zur Bildinformation bei digitalen Bildern erheblicher technischer Aufwand notwendig ist. Einzig bei den gedruckten Papierbildern ist der Zugang ähnlich einfach wie der bei den Papierabzügen von Negativen. Zur Erzeugung einer Darstellung aus dem Originalbild ist jedoch immer Computertechnik notwendig. Dem Datenträger ist nicht wie etwa bei einem Dia unmittelbar anzusehen, was er enthält. Somit muß formal gesprochen großes kulturelles und technisches Wissen implizit vorhanden sein, um die Bildinformation sichtbar zu machen. Implizit bedeutet hier allerdings, daß dies auch in Form geeigneter Geräte vorliegen kann und nicht explizit bei dem vorhanden sein muß, der sich die Bilder angucken will.

## 13.5 Filter

Der Anwendungsbereich von analogen Kameras ist hinsichtlich des Spektrums des Lichtes deutlich breiter als das einer digitalen Kamera mit fest eingebautem Sensor, der für Farbaufnahmen im sichtbaren Bereich optimiert ist.

Demzufolge sollte eigentlich bereits der Kamerahersteller der digitalen Kamera dafür sorgen, dass Licht außerhalb des sichtbaren Bereiches, also insbesondere infrarotes und ultraviolettes, gefiltert werden, bevor dies den Sensor erreicht. Weil teilweise aber auch Objektive verwendet werden, die auch noch für analoge Kameras mit ihrem breiteren Anwendungsspektrum ausgelegt sind, muss der Photograph da häufig nachbessern, insbesondere was die Sperrung von ultraviolettem Licht anbelangt. Wer im sichtbaren Licht photographieren will, dem ist zumeist ein Ultraviolet-Sperrfilter bei beiden Technologien zu empfehlen - oft dient dieser gleichzeitig als Schutz des teuren Objektivs.

Auch sonst wirken Filter bei beiden Systemen ähnlich. Allerdings kann es bei Polarisationsfiltern bei beiden Systemen Konflikte mit dem Autofokus und anderen Sensoren geben, weswegen da den Hinweisen im Handbuch zu folgen ist, oft wird dort dann ein zirkularer Polarisationsfilter empfohlen.

Wenn überhaupt über den Ultraviolet-Sperrfilter hinaus gefiltert werden soll, sollte dies eher durch einen aufgeschraubten Filter als per Nachbearbeitung erfolgen. Bei Polarisationsfiltern ist der Effekt ohnehin nicht mit Nachbearbeitung zu erreichen, weil das aufgenommene Bild keine Information über die Polarisation des Lichtes enthält. Bei spektralen Filtern ist wiederum die Technik, wie Farbinformation in der Aufnahme gespeichert wird, so weit weg von der realen Verteilung des Motivs, daß eine definierte Filterung vor der Aufnahme immer besser ist als eine Nachbearbeitung. Zumal ist dann die Belichtung gleich auf das gefilterte Motiv ausgelegt, eine nachträgliche Bearbeitung

bringt immer Qualitätseinbußen mit sich und ist bei Negativen bei der Erstellung von Papierabzügen aufwendig und bei Dias unüblich.

Im letzten Jahrhundert, teils auch unter dem Einfluss von Drogen wie LSD, sind auch spezielle Effektfiler auf dem Markt aufgetaucht, die demzufolge auch thematisch eher einen sehr begrenzten Einsatzbereich haben - diese sind natürlich auch bei beiden Kameratypen einsetzbar und auch bei der digitalen Nachbearbeitung nur schwer mit einfachen Computerprogrammen zu simulieren. Andererseits bieten einige Computerprogramme ähnlich ausgefallene psychedelische Effekte an, die sich dann natürlich eher für die Nachbearbeitung empfehlen und bei analogen Aufnahmen nicht verfügbar sind.

Bei den meisten Objektiven werden die Filter vorne am Objektiv in eine Schraubfassung geschraubt. Dabei ist der Filterdurchmesser relevant. Größere Filter können einfach mit Adaptern angeschraubt werden, kleinere als der Filterdurchmesser des Objektivs sind nur sehr eingeschränkt brauchbar, es ist bei diesen sorgfältig zu testen, ob sie nicht den Randbereich des Bildes abschatten. Bei einigen Weitwinkelobjektiven und Fischaugenobjektiven kann sich der Einsatz von Filtern auch ausschließen, weil die vorderste Linse aus dem Objektivtubus vorsteht.

Besonders bei lichtstarken Teleobjektiven mit großer Frontlinse kommen statt der Schraubfilter eher Steckfilter zum Einsatz, die dann an geeigneter Stelle in einen Schacht im Strahlengang geschoben werden.

### **13.6 Bildbearbeitung an der Kamera**

Bei analogen Kameras ist keine Bildbearbeitung mit der Kamera selbst möglich. Bei einer digitalen Kamera kann vor der Aufnahme der Aufnahmemodus gewechselt werden oder ein Weißabgleich vorgenommen werden, um die Interpretation der Sensordaten durch die kameraeigenen Prozessoren zu optimieren. Einmal abgesehen von der Einstellung der Empfindlichkeit haben Einstellungen vor der Aufnahme aber keinen oder nur wenig Einfluß darauf, was oder wie der Sensor das Bild aufnimmt. Die Kamera bearbeitet vielmehr eher das Bild erst nach dem Auslesen aus dem Sensor. Etwa führt eine geringer eingestellte Auflösung nicht dazu, daß das Auslöserauschen reduziert wird, weil die einzelnen Pixel immer einzeln ausgelesen werden und erst danach gegebenenfalls im Prozessor im Rahmen der Interpolation gemittelt werden. Auch Einstellungen wie die Photographie in Grauwerten betreffen nur die Nachbearbeitung der Aufnahme nach der Belichtung und führen zu keiner optimierten Aufnahme selbst, wie das der Fall ist, wenn bei einer analogen Kamera ein für die Anwendung optimiertes Filmmaterial verwendet wird. Viele dieser Bearbeitungsmöglichkeiten an der digitalen Kamera sind also eher als Spielerei für den Laien anzusehen, die in der Praxis ansonsten praktisch nicht gebraucht werden.

Auch andere Bearbeitungsmöglichkeiten an der Kamera sind zwar teilweise möglich, lassen sich aber letztlich besser mit Programmen mit ähnlichen Funktionen auf dem Computer durchführen, weil dort einfach der größere Monitor eine bessere Kontrolle zulässt und kein Zeitdruck besteht wie in vielen Aufnahmesituationen. Um beste Resultate zu erzielen, empfiehlt es sich also, an der Kamera möglichst wenige Manipulationen des Bildergebnisses zuzulassen. Ausnahmen sind der Weißabgleich und die Berücksichtigung von Objektivfehlern und Sensorfehlern im Rahmen der Interpolation und die Kompression im Rahmen der Erstellung eines JPEG/JFIF. Ist eine Bearbeitung des Bildes geplant, lohnt es sich jedenfalls immer, das Bild im Rohdatenformat abspeichern zu lassen, weil dies weitergehende Bearbeitungen bei geringeren Qualitätsverlusten zulässt als das JPEG/JFIF.

Allerdings benötigt die Bearbeitung der Rohdatendatei auch speziellere Programme, die solch ein herstellereigenes Format überhaupt interpretieren können.

## 13.7 Weitergehende Bildbearbeitung

Grundlage der Bildbearbeitung bei Filmmaterial sind die entwickelten Negative oder Dias. Diese dienen ähnlich wie die Bilder im Rohdatenformat der digitalen Kamera als Ausgangsmaterial für die Arbeit nach der Belichtung. Solches Ausgangsmaterial beinhaltet immer die meiste Information, daher sollte dies immer der Ausgangspunkt für jegliche Nachbearbeitung sein, weil jeder weitere Bearbeitungsschritt Qualitätseinbußen mit sich bringt.

Auch bereits bei der Entwicklung der Negative und Dias können allerdings Optimierungen durchgeführt werden, etwa wenn der gesamte Film absichtlich oder versehentlich mit der falschen Einstellung für die Empfindlichkeit belichtet wurde. Dias eignen sich ferner auch zur direkten Ansicht mit Projektoren oder Lupen, Leuchttischen etc und benötigen nicht unbedingt eine Nachbearbeitung.

Die Bildbearbeitung bei Filmmaterial und bei digitalen Formaten ist ansonsten grundverschieden.

Beim Filmmaterial kann etwa lichtempfindliches Photopapier belichtet werden. Die Eigenschaften des Papiers und die Art der Belichtung entscheiden über das Endergebnis. Typisch können hier ferner Masken eingesetzt werden und Farbfilter, Mehrfachbelichtungen mit mehrere Motiven und Photomontagen, die ganze Palette, die bei der Reproduktion im Labor an klassischer Optik und Wellenoptik verfügbar ist.

Die Nachbearbeitung von digitalem Material findet am Computer statt und benötigt keine speziellen Geräte wie die Nachbearbeitung von Filmmaterial im Labor. Spezielle Programme sind allerdings notwendig, um die proprietären Rohdatenformate der Kamerahersteller zu verarbeiten und zu konvertieren. Die gegebenenfalls von der Kamera ebenfalls oder alternativ erstellten Bilder im Format JPEG/JFIF sind hingegen mit vielen Programmen darstellbar und verarbeitbar, weil es sich dabei um einen gut implementierten internationalen Standard handelt. Allerdings beinhaltet ein JPEG/JFIF weniger Information als das Rohdatenformat und eignet sich daher deutlich schlechter für eine Nachbearbeitung, ist also eher als Endergebnis geeignet.

Für die Nachbearbeitung von digitalen Bildern bietet sich alles an, was die Mathematik zu bieten hat, neben einfachen Änderungen an der Helligkeit oder der Farbverteilung, auch Drehungen im Farbraum sind das auch Matrixtransformationen der zweidimensionalen Ebene (insbesondere Drehung, Scherung, Translation, Skalierung, Spiegelung, aber auch beliebige Matrizen ohne besonderen Namen).

Auch eine Mittelung über verschiedene Bilder oder Motive ist hier leicht möglich, was bei analogen Kameras eher über Mehrfachbelichtungen desselben Filmmaterials erfolgt oder eben später bei der Erstellung des Papierabzuges durch Mehrfachbelichtung. Digitale Kameras verfügen daher anders als manche analoge Kamera gar nicht mehr über eine Funktion, eine Doppelbelichtung vorzunehmen. Die Bildinformation wird immer zügig nach der Aufnahme aus dem Sensor ausgelesen.

Als weitere bedeutende Möglichkeit sei die Faltung genannt, mit der können Kontraste erhöht oder vermindert werden und weitere beliebige Operationen durchgeführt werden, wo der Ergebnispixel jeweils aus dem Ursprungspixel und den umgebenden Pixeln berechnet wird.

Andere Verfahren widmen sich eher spezifischen Problemen der Photographie wie der Identifizierung von roten Augen bei schlechten Blitzlichtaufnahmen und der lokalen Reduktion des Rotanteils in diesen Bildbereichen oder der Identifizierung und Elimination von Artefakten des Sensors ('Hot-Pixel' etc).

Bei einer anderen Variante der Nachbearbeitung dient als Vorlage eine Serie von Bildern, die verschieden belichtet wurden. Über die einzelnen Bilder wird dann gewichtet gemittelt. Damit gelingt es, den Eindruck zu erwecken, daß die Kamera einen höheren Dynamikumfang hat als wirklich vorhanden ist. Es gibt auch Kamerahersteller, die eine ähnliche Funktion bereits in Kameras eingebaut haben. Der Hintergrund dafür ist, daß das menschliche Auge eine logarithmische Intensitätsempfindlichkeit hat, Filmmaterial und auch digitale Sensoren außerhalb des Sättigungsbereiches aber ungefähr linear auf einen Intensitätsanstieg reagieren. Dem Auge fällt es daher relativ leicht, in einer Umgebung mit dunklen und hellen Partien Feinheiten in beiden Bereichen zu erkennen, ist also in der Lage, große Kontrastunterschiede zu verarbeiten. Bei einem Photo hingegen geht dies nur sehr eingeschränkt, entweder der helle Teil wird überbelichtet oder der dunkle unterbelichtet. Im jeweils fehlbelichteten Teil sind keine Feinheiten mehr zu erkennen. Bei einer Reihe von unterschiedlich belichteten Bildern kann man nun gewichtet über die Einzelbilder so geschickt mitteln, daß eine nichtlineare Dynamik entsteht, also sowohl im dunklen als auch im hellen Bereich noch Details erkennbar ist. Dies läßt sich gar ins Surrealistische steigern, über das hinaus, was man mit bloßem Auge in der Szenerie der Aufnahme gesehen hätte. Der Übergang vom korrigierten Photo zu einem Bild oder Kunstwerk, welches kein Photo mehr ist, ist hier fließend.

Eine Variante davon wird auch gerne verwendet, um unbewegliche Objekte von beweglichen zu separieren, etwa in einer Stadt Bauwerke von Passanten oder Autobahnen von den darauf fahrenden Autos. Durch die Mittelung kann es so gelingen, die beweglichen Anteile des Motives herauszumitteln. Bei der Aufnahme am Strand mit Wellen bewirkt die Mittelung eher eine diffuse, nebelartige Darstellung der Wellen im ansonsten scharf abgebildeten Umfeld des Strandes.

Die andere Anwendung der Nachbearbeitung mit eine Serie von Aufnahme als Ausgangsmaterial betrifft das Problem der begrenzten Schärfentiefe bei Photos mit Objektiven. Das Problem tritt übrigens nicht bei Lochkameras auf, die sind für alle Objekte des Motivs gleich scharf oder unscharf. Nun kann eine Serie aufgenommen werden, wo zwischen zwei Aufnahmen der Schärfentiefebereich um ein kleines Stück verlagert wird, so daß mit etwas Überlapp im Wesentlichen ein anderer Bereich des Motives scharf abgebildet wird. Mittels Fouriertransformation kann aus solch einer Photoserie dann ein Bild berechnet werden, welches über den ganzen Bereich der Photoserie scharf ist. Dies ist besonders in der Makrophotographie attraktiv, kann aber auch anderweitig relevant sein. Auch hier ist das (zumeist sehr eindrucksvolle) Ergebnis kein Photo im eigentlichen Sinne mehr, kann aber sehr viele Details vermitteln, ähnlich wie eine detaillierte Zeichnung des Motivs oder eine Computergraphik.

Auch nichttriviale Transformationen und Kombinationen von Bildern sind möglich, Verwendung von Texturen und groben Bildmanipulationen, die im Ergebnis dem *Cadavre Exquis* des Surrealismus ähneln.

Einige Anwendungen der Nachbearbeitung von digitalen Aufnahmen gehen also deutlich darüber hinaus, was typisch für Filmmaterial realisiert wird. Einiges davon geht so weit darüber hinaus, daß das Ergebnis kein Photo mehr ist, sondern eine Computergraphik mit photographischem Ausgangsmaterial.

Bekannte, gemeinhin verfügbare Programme zur Interpretation und Manipulation von Rohdatenformaten diverser Kamerahersteller sind etwa UFRaw oder Rawstudio. Die Kamerahersteller bieten

zudem meist auch gleich mit der Kamera Programme an, die mit dem jeweiligen Rohdatenformat der Kamera etwas anfangen kann. Oft sind jedoch nicht für jedes Betriebssystem Programmversionen verfügbar, oder solche, die etwa in Java realisiert sind und damit unabhängig vom Betriebssystem nutzbar sind - oder auch als Quelltext einer Standardprogrammiersprache wie ansi-C vorliegen, damit sie der Anwender selbst kompilieren kann.

Für Standardformate wie JPEG/JFIF oder auch PNG gibt es hingegen zahlreiche Programme zur Bildbearbeitung, besonders bekannt und für verschiedene Betriebssysteme frei verfügbar ist etwa GIMP (GNU Image Manipulation Program). Daneben gibt es diverse weitere kommerzielle Programme wie etwa Photoshop, die jedoch nur eingeschränkt nutzbar sind, weil sie nur auf bestimmten Betriebssystemen laufen.

## 13.8 Geräusentwicklung

Geräusentwicklungen ergeben sich bei den Kameras vor der Auslösung durch den Autofokus, sofern vorhanden. Hinzu kommt gegebenenfalls noch der Bildstabilisator im Objektiv (oder in der Kamera, je nach Konstruktion).

Bei einfacheren Modellen von digitalen Kompaktkameras kann der Verschluss anders konstruiert sein als bei Spiegelreflexkameras und kann daher geräuschlos sein - bei einigen Kompaktkameras kann aber eine synthetisches Auslösegeräusch über einen Lautsprecher abgegeben werden.

Spiegelreflexkameras haben immer einen mechanischen Verschluss, der hörbar ist, dazu kommt das Geräusch des hochklappenden Spiegels.

Bei analogen Kameras mit motorischem Filmtransport ist zudem auch dies noch eine Geräuschquelle.

Wer also möglichst leise photographieren will, hat mit digitalen Spiegelreflexkameras nur leichte Vorteile gegenüber motorisierten analogen Kameras. Geräuschquellen wie Autofokus und Bildstabilisator lassen sich natürlich bei beiden Typen deaktivieren. Bei einigen Kameramodellen lässt sich auch der Spiegel arretieren. Verbleibt der mechanische Verschluss, der allerdings nicht allzu laut ist.

## 13.9 Verwendung von Blitzgeräten

Moderne Blitzgeräte haben verschiedene Betriebsmodi. Beim manuellen Modus stellt der Photograph alles selbst ein, muß also anderweitig herausbekommen, wie korrekt belichtet wird. Beim Automatikbetrieb verwendet das Blitzgerät einen eigenen Sensor, um eine korrekte Belichtung zu gewährleisten, berücksichtigt dabei aber nicht, wie die Kamera ausgerichtet ist und ob da vielleicht aufgrund von Filtern oder Auszugsverlängerungen Korrekturen notwendig sind. Die letzte Verfeinerung ist die Belichtungsmessung mit der Kamera direkt durch das Objektiv, damit alle Korrekturen automatisch berücksichtigend. Für die ersten beiden Modi muß die Kamera nur das Blitzgerät auslösen, das klappt eigentlich immer, Einschränkungen folgen im weiteren Text. Ob die Belichtungsmessung durch die Kamera erfolgen kann, hängt von Kamera und Blitzgerät ab, weniger davon, ob mit Film oder digital photographiert wird.

Hinsichtlich der Verwendung von Blitzgeräten im manuellen und automatischen Betrieb gibt es nur geringfügige Unterschiede zwischen Digitalkameras und analogen Kameras. Allenfalls weil

Digitalkameras generell durch die Möglichkeit des digitalen Datenaustausches kommunikationsfreudiger sind, findet man hier öfter die Möglichkeit realisiert, daß zusätzlich zu den Standardkontakten (Mittenkontakt, Rundkontakt), weitere Kontakte zum digitalen Datenaustausch existieren, die von entsprechend ausgerüsteten Blitzgeräten mit eigenem Prozessor genutzt werden können, um etwa Informationen über Empfindlichkeit, Blende, Blitzbereitschaft etc auszutauschen. Leider sind weder die Kontakte für digitalen Datenaustausch noch das Datentransferprotokoll standardisiert, jeder Hersteller kocht sein eigenes Süppchen. Fremdanbieter von Blitzgeräten wie Metz, Cullmann, Biora, Dörr, Marumi, Yongnuo etc haben es schwer, die Protokolle experimentell zu bestimmen und nachzubilden (englisch: reverse engineering), um entsprechende Systemblitzgeräte passend zu einer Kamera eines bestimmten Herstellers anzubieten, wohingegen die Blitzgeräte der Kamerahersteller nicht immer alle Funktionalitäten der Blitzgeräte der Fremdhersteller bieten und sich erst recht nicht eignen, um zusammen mit Kameras anderer Hersteller verwendet zu werden.

Wird allerdings nur der Mittenkontakt oder der Rundkontakt verwendet, muß die Kamera diesen 'nur' mit dem Außenleiter kurzschließen, um den Blitz auszulösen. Sämtliche Einstellungen sind an Kamera und Blitz getrennt vorzunehmen. Auch hier liegt wieder die Tücke im Detail. Blitzgeräte arbeiten mit Hochspannung und ein Standard, welche Spannung da maximal auf dem Kontakt zur Kamera liegen darf und von dieser kurzgeschlossen werden darf, ist erst spät festgelegt worden, auf nicht mehr als 24V. Blitzgeräte dürfen also nicht mehr als 24V auf die Leitung legen und Kameras müssen mindestens 24V auf diesen Anschlüssen vertragen. Bei mechanischen Kameras war diese sogenannte Zündspannung des Blitzes für die Kamera ziemlich egal, weil sie keine Elektronik enthielt. Die Gesundheitsgefährdung für den Photographen durch Hochspannung wurde vor allem dadurch ausgeschlossen, daß dieser von der Gefahr wußte und sich gehütet hat, die Kontakte anzufassen, wenn das Blitzgerät angeschaltet war. Bei ersten Kameras mit Mikroprozessor wie der Canon AE-1 war man sich dieser Problematik natürlich bewußt und hat entsprechende Hochspannungsschaltkreise für den Blitzkontakt eingebaut.

Moderne Blitzgeräte bleiben also sicher immer unter den 24V. Schon weil sie selbst Mikroprozessoren für den Automatikbetrieb eingebaut haben, wird da sorgfältig der Hochspannungskreis von der sonstigen Elektronik getrennt. Allerdings halten sich wiederum auch nicht alle Kamerahersteller an den von ihnen selbst festgelegten Standard. Besonders bei günstigen Modellen findet man Hinweise, daß diese auch bereits bei niedrigeren Spannungen zerstört werden können. Die teureren Modelle haben hingegen nach wie vor einen Schutz eingebaut, der auch höhere Spannungen erlaubt (Canon EOS 5D II etwa bis zu 250V; bei einfacheren Modellen von Canon wurde aber auch schon von 6V (!) berichtet - und Canon gehört mit zu den Herstellern, die den Standard auf eine Verträglichkeit der Kameras auf mindestens 24V festgelegt haben...). Sicherheitshalber sind also immer die Handbücher von Blitz und Kamera einzusehen, gegebenenfalls die Zündspannung des Blitzes nachzumessen, wenn keine Daten vorliegen, bevor ein alter Blitz an eine Digitalkamera angeschlossen wird, sonst kann das erste Photo mit Blitz das letzte für die Kamera sein - innerhalb der Garantiezeit kann es sich natürlich auch lohnen, es einfach mit einem Blitz zu probieren, der nicht mehr als 24V Zündspannung hat, ohne auf Hinweise auf mangelhafte Absicherungen in der Kamera gezielt zu achten. Bei Zweifeln hinsichtlich des Blitzgerätes bietet der Zubehörhandel allerdings auch für wenige Euro Adapter, die zuverlässig den Stromkreis des Blitzgerätes von dem der Kamera oder eines ähnlich sensiblen Funkfernauslösers trennen. Mit solch einem Adapter können dann auch problemlos sehr alte Blitzgeräte verwendet werden, die eine Zündspannung von mehrere hundert Volt haben können, solange man die Finger von dem Kontakt des Blitzgerätes läßt, wenn es eingeschaltet ist.

Beim Automatikbetrieb erfolgt die Belichtungsmessung über einen Sensor des Blitzgerätes und nicht über die Kamera. Da die Parameter kompatibel zu denen von analogen Kameras gewählt wurden, ergeben sich da für die Belichtung keine Probleme. Nur wenn kein Kleinbildformatsensor eingebaut ist, ergeben sich andere Brennweitenbereiche, für die das Blitzgerät das Motiv gut ausleuchtet, entsprechend eine andere Einstellung des Zoomreflektors des Blitzgerätes, sofern vorhanden.

Bei der Belichtungsmessung durch das Objektiv (TTL, englisch; Through the Lens) ergeben sich allerdings grobe Inkompatibilitäten. Bei analogen Kameras erfolgte da die Belichtungsmessung anhand des Lichtes, welches vom Filmmaterial reflektiert wurde. Die Kamerahersteller geben sich darin einig, daß das vom Sensor reflektierte Licht für einen solchen Betrieb ungeeignet ist. Bei den analogen Kameras wird dem Blitzgerät einfach ein Signal gesendet, um den Blitz abzuschalten, wenn genug Licht auf dem Film angekommen ist.

TTL bei Digitalkameras funktioniert anders. Für diese Betriebsart sind immer Blitzgeräte notwendig, die den proprietären Modus der Kamera kennen und sich daran anpassen können. Dies sind sogenannte Systemblitzgeräte, für die jeweils angegeben ist, für welche Kameras welcher Hersteller sie sich eignen. Bei Metz gibt es bei einigen Blitzgeräten auch Adapter (SCA), die getauscht werden können, um dasselbe Blitzgerät mit Kameras verschiedener Hersteller zu verwenden. SCA ist eigentlich ein Standard, Metz ist aber derzeit wohl die einzige Firma, die ihn nutzt. Allerdings bietet Metz auch nicht für alle alten SCA-Blitzgeräte einen aktuellen Adapter, so daß man die verfügbaren Funktionen auch an neuen Digitalkameras nutzen könnte.

Bei den digitalen TTL-Varianten werden Bruchteile von Sekunden vor dem Öffnen des Verschlusses Testblitze ausgesendet und die Ergebnisse der Belichtungsmessung mit und ohne Blitz werden von der Kamera verrechnet, um dem Blitzgerät mitzuteilen, wieviel Licht benötigt wird. Dies erleichtert es auch, wenn mit dem Blitz nur aufgehellt werden soll, also sowohl Blitz als auch Umgebungslicht nennenswert zur Belichtung beitragen. Wie der Blitz die erforderliche Lichtmenge verfügbar macht, hängt vom Betriebsmodus ab. Im normalen Betriebsmodus wird innerhalb der Blitzsynchronzeit der Blitz gezündet und abgeschaltet, wenn genug Licht abgegeben wurde. Dies entspricht in etwa dem Modus mit analogen Kameras. In einem relativ neuen Betriebsmodus (Hochgeschwindigkeitssynchronisation; HSS) ist es alternativ möglich, an der Kamera kürzere Verschußzeiten zu verwenden, wobei dann das Blitzgerät bei niedrigerer maximaler Intensität einen trickreich langgezogenen Blitz mit passender, variabler, aber zeitlich ziemlich gleichbleibender Intensität aussendet, der also so lange an ist, wie sich der Verschuß bewegt. Diesen Modus gibt es nur bei TTL mit digitalen Kameras und Vorblitz und ist auch nicht bei allen Kameras und Blitzgeräten verfügbar. Dieser Modus wird oft eingesetzt, um mit kurzen Verschußzeiten und offener Blende eine geringe Schärfentiefe zu erzielen, aber dennoch bei gleichzeitig vorhandenem Hauptlicht Schattenpartien mit dem Blitz aufzuhellen. Der Modus eignet sich nur bedingt, um Bewegungen einzufrieren. Zu dem Zwecke haben die Blitzgeräte bei Bedarf zumeist wesentlich kürzere Leuchtzeiten im normalen Modus als mit dem Verschuß der Kamera Belichtungszeiten erreicht werden können.

Ein weiterer Vorteil von Vorblitzen bei digitalen Systemen ist, daß über zusätzliche Vorblitze ein Hauptblitzgerät diverse Informationen mit Gruppen von Nebenblitzgeräten austauschen kann, um so die Belichtung von mehreren Blitzgeräten gleichzeitig zu organisieren. Das kann nur sinnvoll über Vorblitze funktionieren, nicht durch ein Abschaltsignal der Kamera, wenn genug Licht vorhanden ist, weil das Abschaltsignal den Nebenblitzgeräten nicht drahtlos mitteilbar ist. Vorblitze wären prinzipiell technisch auch bei analogen Kameras möglich, was aber zur Zeit ihrer Entstehung noch nicht üblich war.

Beim digitalen TTL ergeben sich durchaus auch einige Probleme, allerdings nicht zwangsläufig durch die Methode an sich, sondern eher dadurch, daß zugehörige leistungsfähige Programme in den Digitalkameras versuchen, den Typ des Motivs zu identifizieren und so die Belichtung noch weiter zu optimieren, indem bei der Belichtungsmessung so gewichtet wird, wie es zum mutmaßlich erkannten Motivtyp passend erscheint. Was passend ist und was ein relevanter Motivtyp, entscheiden indes die Entwickler der Kamera - und die verraten nicht, was sie da genau reingebastelt haben. Auch berücksichtigen die nicht alle Arten von Motivtypen und die Kamera wird auch nicht immer erkennen, was dem Photographen nun wirklich wichtig ist. Daher ist für den Photographen kaum nachvollziehbar, wie die Belichtungsdaten exakt zustande kommen. Analoge Kameras haben sich da eher mit einer Integralmessung oder mittenbetonten Integralmessung begnügt. Im Durchschnitt bringt das schlechtere Ergebnisse, aber da war für den erfahrenen Photographen anhand des Motivs leichter abzuschätzen, was zu korrigieren ist. Dies ist bei der komplexen, undurchsichtigen Programmgewichtung nicht möglich. Der unbedarfte Nutzer kann bei unproblematischen Motiven sicher von der Erfahrung der Entwickler profitieren. Bei problematischen Motiven kann es jedoch sinnvoller sein, die Kamera auf eine integrale Messung umzuschalten, oder auf eine Spotmessung, soweit dies möglich ist. Bei letzteren läßt sich zumindest genauer abschätzen, wie korrigiert werden muß, um zu einem brauchbaren Ergebnis zu kommen.

### **13.10 Duplikate**

Oft steht im Raum, Bilder für andere Leute kopieren zu lassen, damit man die Bilder so weitergeben kann.

Negative oder Dias von Filmen sind Unikate. Zwar ist es mit passendem Makrozubehör recht einfach, von Dias Duplikate zu erstellen, bei jeder Duplizierung ergeben sich aber kleine Änderungen und im Durchschnitt Qualitätsverluste. Von Negativen und Dias können ferner im Labor (Papier-)Abzüge gemacht werden, was natürlich immer das Risiko in sich birgt, dass das Original dabei zu Schaden kommt.

Bei digitalen Dateien gibt es auf der Informationsebene keinen Unterschied zwischen Original und Duplikat, insofern ist ein digitales Bild auf dem Computer in beliebiger Zahl und recht einfach zu duplizieren. Das Bild kann auch als digitale Information sehr einfach durchs Internet verschickt werden oder auf diversen Medien abgespeichert werden.

Ist eine Verbreitung von Bildern erwünscht, ist das digitale Format folglich ideal. Anders hingegen, wenn es unerwünscht ist, dass ein einmal veröffentlichtes Bild sich unkontrolliert weiterverbreitet. Bei einmal (im Internet) veröffentlichten Bildern ist eine unkontrollierte Verbreitung immer sehr leicht möglich, jeder kann solche Bilder ohne Qualitätsverlust kopieren und weiterverbreiten. Dies ist zwar gemäß Urheberrecht ohne Erlaubnis des Urhebers (und gegebenenfalls abgebildeter Personen) nicht erlaubt, aber rein technisch kein Problem.

### **13.11 Archivierung, Lagerfähigkeit**

Die langfristige Archivierung von Information ist ein generelles Problem. Jede Form von Speichermedien kann leicht zerstört werden.

Filmmaterial hat sich allerdings zur Langzeitarchivierung bewährt. Dazu ist dieses entsprechend zu lagern. Für mit Dias und Negativen vergleichbare Mikrofiche/Mikrofilme wird etwa eine optimale Lagerung bei 21 Grad Celsius, 50% Luftfeuchte, ohne Licht vorausgesetzt, dann werden etwa Haltbarkeiten im Bereich von 500 Jahren angesetzt. Bei so langer Lagerung können sich allerdings Farbverschiebungen ergeben, die aber zumeist durch Nachbearbeitung wieder einigermaßen kompensierbar sind. Eine schlechte Lagerung und dabei mögliche Zersetzung des Materials durch Lebewesen wie Pilze und Bakterien oder durch permanente Beleuchtung können die Lebenserwartung allerdings drastisch verkürzen. Auch für Laien dürfte es im gemäßigten Klima von Mitteleuropa allerdings problemlos möglich sein, Filmmaterial so zu lagern, dass auch noch Enkeln oder Urenkeln des Photographen Dias oder Negative von Abbildungen der Großeltern des Photographen gezeigt werden können. Weil es sich allerdings bei dem Filmmaterial um Unikate handelt, kann ein Brand oder Wasserschaden leicht zu einem Totalverlust des gesamten Archivs führen. Optimal ist für Filmmaterial also eine Lagerung unter optimalen, möglichst konstanten Bedingungen. Der Archivar hat also eher dafür zu sorgen, dass nichts mit dem Material angestellt wird, um es zu konservieren.

Materialien, auf denen digitale Information abgespeichert werden, sind deutlich sensibler. Disketten und Festplatten sind empfindlich auf Magnetfelder und mechanische Stöße, dazu kommen ähnliche Risiken durch schlechte Lagerungsbedingungen wie Temperatur, Luftfeuchte und Lebewesen wie bei Filmmaterial. Da diese Medien allerdings generell gekapselt sind, ist der Einfluss von sichtbarem Licht weniger relevant für die Zerstörung des Materials. Möglich ist allerdings, daß die Speichermedien einer schleichenden chemischen Degeneration unterliegen.

Selbstgebrannte CDs, DVDs etc. haben oft nur eine Haltbarkeit von wenigen Jahren aus ähnlichen Gründen. Weil sie nicht gekapselt sind, fördert Licht die Zersetzung, auch die mechanische Zerstörung durch Kratzer tritt häufig auf. Schlecht eingestellte Brenner können zudem die Lesbarkeit auf anderen CD/DVD-Laufwerken erschweren. Bei den anders hergestellten Musik-CDs etwa kann hingegen bei guter Pflege bereits eine Haltbarkeit über einige Jahrzehnte beobachtet werden.

Festspeicher wie Speicherkarten, USB-Sticks und Festkörperlaufwerke sind darüber hinaus auch unempfindlich gegen mechanische Stöße, wegen ihrer Kapselung ist auch der Einfluss von Licht nicht relevant und diese Medien sind deutlich unempfindlicher gegen elektromagnetische Störungen als Disketten und konventionelle Festplatten. Mit diesen Medien kann man vermutlich mehrere Jahrzehnte überbrücken.

Anders als bei der analogen Speicherung von Information geht bei digitaler Information ein Schaden am Speichermedium meist mit einem Totalverlust der Information einher, die Information ist nach einem Schaden gar nicht oder nur sehr schwer rekonstruierbar. Gemeinsam ist allen Speichermedien für digitale Information weiterhin, dass sie meist nicht für dauerhafte Archivierung ausgelegt sind und daher die langfristige Haltbarkeit der Materialien schlecht bis gar nicht untersucht ist.

Ein mit digitalen Informationen neu auftretendes Problem liegt darin, dass die digitale Information auch wieder mit Programmen auf einem Computer gelesen werden können muss. Speichermedien von vor einigen Jahrzehnten (Lochkarten, Lochstreifen, Disketten, Magnetbänder etc) sind bereits heute kaum noch von modernen Computern lesbar. Zur Archivierung von digitaler Information gehört also auch die Archivierung der Lesegeräte, der Computer und der Programme zum Lesen der Information. Ferner werden digitale Informationen immer in speziellen Dateiformaten abgelegt, die ebenfalls noch interpretierbar sein müssen. Auch solche Programme sind zu archivieren.

Weil die Archivierung und Instandhaltung von alten Computern und Lesegeräten meist auf längere Sicht nicht praktikabel ist, sind die Informationen regelmäßig auf neue Datenträger zu kopieren. Meist wird dieselbe Information mehrfach auf unterschiedlichen Datenträgern abgelegt, um Totalver-

lust zu vermeiden, wenn ein Datenträger beschädigt wird. Bei Unsicherheit über die Zukunft von Speichermedien bietet sich auch eine Archivierung auf unterschiedlichen Speichermedien an, um das Risiko von Datenverlusten zu reduzieren.

Zeichnet sich ab, dass ein verwendetes Format in Zukunft von neuen Programmen nicht mehr interpretierbar sein wird, was bei Photos etwa bei den proprietären Rohdatenformaten der Kamerahersteller wahrscheinlich ist, sind die Dateien in Formate zu konvertieren, die in Zukunft auch noch lesbar sein werden.

Archivierung digitaler Information bedeutet also permanente Pflege des Datenbestandes, regelmäßiges Umkopieren auf neue Datenträger und Beobachtung aktuell und in Zukunft noch interpretierbarer Dateiformate. Sie beinhaltet auch die Fähigkeit, gegebenenfalls möglichst verlustfrei in ein anderes Dateiformat zu konvertieren, wenn einem alten in Zukunft das Aus droht.

Während Archivierung analoger Daten also eher Inaktivität fordert, ist die Archivierung von digitalen Daten geprägt von regelmäßiger Aktivität und Pflege des Datenbestandes. Dies wird allerdings teilweise erleichtert durch die einfache und verlustfreie Kopierbarkeit und Duplizierbarkeit digitaler Information zwischen verschiedenen Datenträgern.

In der Praxis zeigt sich allerdings auch, dass vieles gar keine Archivierung wert ist. Da erweist sich der beschriebene automatische Verlust ungepflegter digitaler Daten auch als Befreiung von nicht mehr benötigten Altlasten - so können sich viele Photographen die Bewältigung und Pflege der eigenen photographischen Vergangenheit ersparen, indem sie sich dem natürlichen Lauf der Dinge nicht entgegenstellen und den schleichenden Datenverlust alter Photos einfach akzeptieren.

### **13.12 Stromversorgung**

Beim Energiebedarf ergeben sich große Unterschiede zwischen analogen und digitalen Kameras. Anfang bis Mitte des letzten Jahrhunderts waren Kameras weitgehend mechanisch und der Energiebedarf wurde mechanisch durch die Bemühungen des Photographen gedeckt.

Durch Sensoren zur Belichtungsmessung ergab sich dann erstmals Bedarf für eine eigene Energieversorgung in Form einer Batterie, der Energiebedarf ist weiterhin als sehr bescheiden anzusehen. Die Hauptarbeit hat immer noch der Photograph aufzubringen. Aufkommender motorisierter Filmtransport ist immer zusätzlich und optional zum mechanischen durch den Photographen und hat eine separate Energieversorgung, oft durch Mignon-Zellen oder -Akkus.

Mit der Canon AE-1 wurde 1976 erstmals eine Kamera mit elektronischer Steuerung und Mikroprozessor angeboten, was die Spiegelreflexkameras revolutionierte, aber auch die Energieversorgung relevanter werden ließ. Allerdings wurde schon bei dieser ersten Kamera dieser Generation auf Effizienz Wert gelegt, so daß auch diese mit einer relativ kleinen Batterie auskommt.

Erhöhter Energiebedarf kam erst mit Einführung neuer Systeme auf, die Autofokus anboten. Für den Antrieb des Autofokus-Motors wird deutlich mehr Energie benötigt als für die Belichtungsmessung oder das Auslösen des Verschlusses. Auch dieser Energiebedarf kann noch mit kleineren Batterien oder Akkus abgedeckt werden. Auch die regelmäßig verbauten LCD-Anzeigen solcher Kameras arbeiten relativ energieeffizient.

Erst die digitalen Sensoren zusammen mit einem Monitor auf der Kamerarückseite führten dazu, dass der Energiebedarf von Spiegelreflexkameras drastisch anstieg. Bei einigen Modellen sind auch kleine Blitzgeräte eingebaut, auch Lichter als Einstellhilfen für den Autofokus.

Glücklicherweise gab es auch auf anderen Gebieten (etwa bei Notebooks und Mobiltelefonen) Bedarf an effizienten Akkus, was auch Fortschritte auf diesem Gebiet zur Folge hatte, so daß Digitalkameras heute meist mit effizienten Li-Ionen-Akkus arbeiten. Leider sind dies keine allgemein gebräuchlichen Standardakkus, sondern meist spezifisch für den Hersteller oder gar das Modell, daher relativ teuer.

Als vorteilhaft erweist sich immerhin, dass der Akku wiederaufladbar ist, während für die analogen Kameras meist Batterien verwendet wurden. Je nachdem, ob insbesondere der Monitor auf der Kamerarückseite verwendet wird oder ein möglicherweise eingebautes Blitzgerät, ist die mit einem Akku erreichbare Anzahl von Bildern stark unterschiedlich, 100 bis 1000 sind plausible Werte und charakteristisch für einen Akku mit niedriger Kapazität und großen Energiebedarf auf der einen Seite oder einem Akku mit großer Kapazität und effizientem Gebrauch der Kamera auf der anderen.

Ein Reserveakku ist empfehlenswert. Bei den meisten Akku-Typen ist es aus verschiedenen Gründen hilfreich, den Akku erst wieder aufzuladen, wenn dieser leer ist, etwa weil sich sonst die Kapazität des Akkus verringert oder der Akku nur eine begrenzte Anzahl von Ladevorgängen verträgt. Auch ohne Nutzung verringert sich mit der Zeit die im Akku verfügbare Energie. Zudem ist die Kapazität temperaturabhängig, verringert sich mit geringer Umgebungstemperatur. Zwar heizen der Sensor und der Monitor Kamera und Akku automatisch durch ihre Abwärme, aber auch nur, wenn sie angeschaltet sind. Ein dicht am Körper getragener Reserverakku ist auch draußen im Winter hingegen in einem guten Leistungszustand.

Aufgrund der Eigenschaften der Akkus ist es also nicht optimal, diesen vor jedem Phototermin neu und unabhängig vom aktuellen Ladezustand zu laden. Ein Reserverakku mit einer Energiekapazität genug für 1000 Aufnahmen wird den meisten Photographen hingegen ausreichen, um zu vermeiden, daß mitten im Phototermin die Energie vorzeitig ausgeht.

Ähnliche Tips gelten auch für Batterien oder Akkus für analoge Kameras, allerdings heizt dort die Kamera nicht den Akku oder die Batterie. Temperaturabhängig ist aber auch die Leistungsbereitschaft von Batterien, so daß sich auch dort bei kalten Wetter ein Wechsel lohnen kann, bei dem sich dann eine anscheinend erschöpfte Batterie in wärmerer Umgebung wieder erholt und anschließend weiter verwendet werden kann.



## 14 Hinweise zum Kauf einer Kamera

Ich möchte hier einiges loswerden, wenn es um den Kauf einer Kamera geht. In diesem Fall natürlich, auf was man achten sollte, wenn man an einer digitalen Spiegelreflexkamera interessiert ist. Bitte beachte, dass dies nur Dinge sind, die aus meiner Erfahrung wichtig sind. Für jeden ist etwas anderes wichtig. Daher könnt ihr eure Fragen gerne in der Diskussion stellen, wenn noch etwas unklar sein sollte. Oder ihr schreibt mich einfach an: Engima<sup>1</sup> 11:10, 13. Feb. 2011 (CET)

### 14.1 Online oder im Laden?

Es ist wichtig, dass die Kamera nicht nur gut aussieht, sondern auch etwas kann. Und das kann man per Internet nur sehr schwer bestätigen. Am besten ist es, in einen Laden zu gehen, das Gerät einmal in den Händen zu halten um zu prüfen ob sie gut in der Hand liegt und man kann die Kamera auch gleich einmal Testen.

### 14.2 Welche Motiv-Einstellungen soll die Kamera haben?

Eine Kamera sollte ein Universal-Gerät sein. Daher kauft eine Kamera mit einigen Motiv-Einstellungen. Also zum Beispiel Portrait, Landschaft, Nachtfoto, Makro, usw. Denn man soll eine Kamera für verschiedene Dinge verwenden können. Ob man jetzt seine eigene Sammlung fotografiert weil man sie digitalisieren möchte, oder weil man in einer Hochzeit Fotos machen will - es ist immer wichtig, genug Einstellungen zu haben. Wer jedoch seine Kamera nur für einen bestimmten Zweck benötigt, sollte sich trotzdem gut beraten lassen, welche Kamera, für die gewünschte Aufgabe geeignet ist.

### 14.3 Objektive

Zum Fotografieren mit einer richtigen Spiegelreflexkamera benötigt man auch natürlich verschiedene Objektive. Am besten ist es, wenn du dir zuerst das Standard-Objektiv kaufst. Meist ist das ein Objektiv im Bereich 18 bis 55mm. Das sollte für den normalen Gebrauch vollkommen Reichen. Wer Panorama-Bilder schießen möchte, braucht ein Weitwinkelobjektiv. Der Nachteil bei diesen Objektiven ist meist der Preis. Und man sollte sich schon beim Kauf der Kamera für ein gutes Model entscheiden. Denn eine schlechte Kamera macht mit einem guten Objektiv keine besseren Bilder. Wichtig ist vor allem die richtige Beratung. Am besten man geht zu einem Hersteller und lässt sich dort beraten, bevor man zu einem Händler geht, der sein Geld damit verdienen will. Denn

---

<sup>1</sup> <http://de.wikibooks.org/wiki/Benutzer%3AEngima>

jede Kamera ist anders und verhält sich Individuell. Man sollte sich entweder vor dem Kauf neuer Objektive das passende Objektiv ausleihen und ausprobieren oder zumindest schon ein ziemlich guter Fotograf sein. Denn der Preis sagt meistens schon alles.

## **14.4 Zubehör**

Achte darauf, dass du dir nicht nur die Kamera, das Objektiv und den Akku mit dem jeweiligen Ladekabel kaufst. Du benötigst einen Reserveakku und mindestens zwei weitere Objektive (z.B. das Weitwinkelobjektiv und das Makroobjektiv). Nützlich ist aber auch ein Teleobjektiv. Die Objektive sind vor allem deswegen wichtig, weil du sicher verschiedenste Objekte fotografieren wirst, wofür du verschiedene Einstellungen benötigst. Der Nachteil an der ganzen Sache ist, dass du Objektive nicht unter 500 Euro bekommen wirst. Außer du siehst dich um, ob du ein Gebraucht-Objektiv findest, dass deinen Kriterien entspricht.

## **14.5 Megapixel und Megaschärfe**

Man kann eine 2 und eine 4 Megapixel-Kamera nicht vergleichen. Denn hierbei handelt es sich um Bildergebnisse die sich kaum unterscheiden. Es müsste eine Verdoppelung oder eine Vervierfachung der Megapixel sein, um wirklich merkbare Unterschiede festzustellen. Bei den kleinsten Modellen erreicht man mittlerweile schon die 8 Megapixel-Marke. Jedoch haben diese Kamera einen extrem kleinen Chip. Damit kann man zwar Posterdrucke erstellen, jedoch muss man damit Bildrauschen akzeptieren. Es kommt also auf die Größe des lichtempfindlichen Chips an, wie scharf das Foto wirklich wird. Um wirklich gute Ergebnisse für sehr große Drucke zu erstellen, wäre eine Kamere mit 10 bis 16 Megapixel empfehlenswert. Weiters sind diese Fotos dann auch für eine Ausschnittsvergrößerung zu haben. Und eines muss man im Vorweg sagen: Wer nicht die recht feinen Möglichkeiten der nachträglichen Scharfzeichnung in der Bildbearbeitung bewusst einsetzt, wird die Vorteile zusätzlicher Megapixel ohnehin nicht ausnutzen.

## 15 Anfängerkameras

Spiegelreflexkameras sind oft nicht so einfach zu bedienen wie einfache Digitalkameras. Aber stimmt das wirklich? Nicht mehr. Denn die meisten Kamera-Typen bieten verschiedenste Funktionen an, um dem Anfänger oder Einsteiger die professionelle Luft atmen lassen. Ob dies nun der Guide-Modus ist, der die Bedienung vereinfacht, oder die Automatik-Funktion (die bei vielen Kameras trotzdem schwer zu bedienen ist). Ich stelle euch nun Kameras verschiedener Preisklassen und Marken vor, damit Du einen Überblick hast, welche Kamera für dich in Frage kommt. Natürlich schreibe ich zu jeder Kamera eine kleine Erklärung dazu, welche Vor- und Nachteile die Kamera für Anfänger hat.

### 15.1 Nikon

Nikon ist der derzeit erfahrenste Hersteller für Spiegelreflexkameras die eine sehr hohe Qualität besitzen und auch sehr benutzerfreundlich sind. Jedoch ist der Nachteil bei diesem Hersteller, dass die Kameras nicht gerade günstig sind. Die meisten Kameras von Nikon verbrauchen sehr viel Speicherplatz, im Gegensatz zu vielen anderen Marken-Modellen mit der gleichen Qualität. Die Modelle haben im Standard mindestens 12 Motiv-Einstellungen die miteinander kombiniert werden können, und vier Neben-Einstellungen wie "Einzelbilder", "Serienbilder", "Timer" und den "Quick-Modus". Nikon unterstützt auch für alle Modelle ein GPS-Modul, um GEO-Daten auf den Fotos zu speichern.

#### 15.1.1 D3100



Abb. 135

Ein sehr bekanntes Modell von Nikon ist das Modell D3100. Vor allem wegen seinem einfachen Guide-Modus. Aber man einiges über die technischen Daten der Kamera selbst, damit Du einen

kleinen durchblick hast. Die Kamera hat eine Sensor mit 14,2 Megapixel, Guide Modus<sup>1</sup>, und für Videos eine Auflösung von 1920x1080 Pixel. Meiner Meinung nach ist diese Kamera ein Beispiel dafür, dass Spiegelreflexkameras auch einfach sein können. Durch einfachen Knopfdruck auf (+/-) kann man die Belichtungszeit einfach verändern. Weiters besitzt die Kamera einen Live-View Modus. Das bedeutet, dass man das Motiv schon vor der Aufnahme auf dem Bildschirm sieht, und man nicht dauernd durch den Sucher sehen muss. Durch einen kleinen Hebel an der Menüführung kann man zwischen Einzelfoto, Serienfotos, Timer und Quick wechseln. Auch ein GPS-Empfänger kann an das Gerät angeschlossen werden. Mit dieser Kamera werden vor allem die Hobby-Fotografen Spaß haben. Egal in welchen Bereichen, diese Kamera ist für alle Anfänger und Einsteiger ausgerichtet. Der Nachteil dabei ist die Dateigröße der Bilder. Hier sind sie bis zu 3 Mal so groß, wie auf anderen Modellen. **Derzeitiger Preis: 549,95 Euro**

### 15.1.2 D7000



Abb. 136

Bei den Anfängerkameras bei Nikon, ist diese Kamera die, mit der höchsten Qualität. Mit ganzen 16,2 Megapixel, Doppel-SD-Speicherkartenfach, AF-System mit 39 Messfeldern und noch vieles mehr. Bei diesem Modell ist der große Unterschied zur D3100, dass diese keinen Guide-Modus besitzt. Das heißt man muss sich wirklich das Handbuch nehmen und durchhackern, um den Automatik-Modus richtig zu benutzen. Jedoch, wenn man sich für Kameras interessiert, wird das, das geringste Problem sein. Mit dieser Kamera ist es möglich Filme in 1920x1080 Pixel oder kleiner aufzunehmen, auch bietet sie einen Autofokus während der Filmaufnahme sowie die Möglichkeit ein externes Mikrofon anzuschließen. Diese Kamera eignet sich für Leute, die schnell gute Fotos haben wollen. Durch den doppelt Möglichen Speicher, braucht man sich auch keine Sorgen machen, dass der Speicher sich zu schnell auffüllt. **Derzeitiger Preis: 1.099 Euro**

---

<sup>1</sup> <http://de.wikibooks.org/wiki/Fotografie%2F%20Guide-Modus>

### 15.1.3 D90



**Abb. 137**

Die Nikon D90 besitzt einen CMOS-Sensor mit ganzen 12,3 Megapixel. Der Vorteil bei dieser Kamera ist zusätzlich, dass die Software so eingestimmt ist, dass es kaum zu Bildrauschen kommen kann. Wie auch bei der D3100 sind hier HD-Videos im Motion-JPEG-Format möglich. Weiters besitzt die Kamera einen hochauflösenden Bildschirm mit 920.000 Bildpunkten. Ein Vorteil bei dieser Kamera ist, dass die Bilder direkt auf der Kamera durch einen leistungsstarken Prozessor bearbeitet werden können. Jedoch setzt der Editor einige Erfahrungen voraus. Die Qualität der Fotos ist wie bei der D7000 wie auch bei der D3100 ähnlich. Diese Kamera ist vor allem für die Leute gedacht, die einfach eine hohe Bildqualität haben wollen bzw. ihre Fotos als Poster drucken lassen wollen. **Derzeitiger Preis: 649 Euro**

### 15.1.4 D5000



Abb. 138

Die Nikon D5000 besitzt ein kleines Extra. Und zwar einen aufklappbaren und drehbaren LCD-Monitor. So kann man den Bildschirm, wenn man ihn nicht benötigt, umdrehen, um Strom zu sparen. Er dreht sich dann automatisch ab. Wenn es um die Bildbearbeitung auf der Kamera geht, besitzt dieses Anfänger Modell der Nikon Serie die umfangreichste Bearbeitungssoftware. Weiters gibt es insgesamt 19 verschiedene Motiv-Programme bei denen viele kombinierbar sind. Ebenfalls gibt es den Live-View Modus und die HD-Video-Funktion. Diese Kamera ist eher für die Leute gedacht, die sich gerne mit der Manipulation von Bildern interessieren. Oder als "private" Kamera für Urlaube, Feste usw. Die Qualität der Fotos sind jedoch nur mittelprechtig. Trotzdem ist diese Kamera vom Gewicht auch das leichteste Modell der Anfänger-Nikon-Serie. **Derzeitiger Preis: 499 Euro**

### 15.1.5 D3000

Die letzte Nikon-Kamera die ich hier Vorstelle, ist die D3000. Diese Kamera hat den kleinsten Sensor mit nur 10,2 Megapixel Auflösung. Dafür besitzt sie 11 Messfelder und ein 3D-Tracking für gestochen scharfe Bilder. Das 3D-Tracking misst die Entfernung 3-Dimensional ab und stellt den Fokus automatisch ein (nicht zu verwechseln mit dem Auto-Fokus, bei dem meistens ein Lichtstrahl die Entfernung zum Objekt misst). Ein großer 3 Zoll LCD-Bildschirm macht die Handhabung einfacher. Wie auch bei der D3100 besitzt auch dieses Modell einen Guide-Modus. So ist es möglich, durch einen Assistenten, der sich direkt auf der Kamera befindet, tolle Fotos zu machen. Diese Kamera richtet sich an alle, die einfach nur Fots machen wollen, ohne große Ansprüche auf die Kamera zu stellen. Trotzdem bekommt sie einen großen Pluspunkt, für die Benutzerfreundlichkeit. **Derzeitiger Preis: min. 510 Euro**

## 15.2 Canon

Canon Kameras haben meist eine sehr gute Bildqualität für verschiedenste Situationen und Motive. Jedoch ist der Nachteil (auch der einzige der mir bekannt ist), dass die Benutzerfreundlichkeit nicht so ausgereift ist wie bei anderen Herstellern. Die Bilder benötigen trotz ihrer Größe sehr wenig Speicherplatz. Auch die Motiv-Einstellungen sind sehr individuell einstellbar. Es macht richtig Spaß mit dieser Kamera zu fotografieren. Meine Erfahrung mit Canon ist eine positive. Über den Preis lässt sich jedoch streiten.

### 15.2.1 EOS 500D



Abb. 139

Mit einer Auflösung von knappen 15 Megapixel, ist diese Kamera ein echtes Geschoss. Auch ist es damit möglich, 1080p HD-Movies zu drehen. Durch einen Lichtstabilisator (Software-Seitig) werden weniger beleuchtete Motive automatisch aufgehellt. Diese Funktion muss man jedoch extra in den Einstellungen einschalten. Dieses Modell besitzt auch einen Pufferspeicher von 170 Bildern. Das bedeutet, dass man für 170 Fotos einen internen Speicher besitzt. Auch hier ist der Live-View-Modus einsetzbar. Auf dem Markt ist diese Spiegelreflexkamera, im Gegensatz zu vielen anderen, auch recht günstig zu haben. Das liegt daran, dass an der Software sehr gespart wurde. So fallen viele Motiv-Programme weg. Schade, aber für einen Hobby-Fotografen reicht diese Kamera auf jeden fall aus. **Derzeitiger Preis: 699 Euro**

### 15.2.2 EOS 1100D

*Kein Foto vorhanden*

Dies ist der Nachfolger der EOS 1000D. Mit ganzen 12,2 Megapixel schießt man gestochen Scharfe Fotos. Auch HD-Videos sind mit dieser Kamera möglich. Und es gibt nichts, was hier nicht möglich ist. Mit ganzen 270.000 Bildpunkten besetzten LCD-Bildschirm, kann man im Live-View-Modus nichts verpassen. Bei dieser Kamera werden vor allem die Neueinsteiger eine Freude haben. Durch meine Erfahrung, weiß ich, dass diese Kamera weniger für Poster gedacht ist, sondern für "normale" Fotos. Auch wenn sie eine sehr große Auflösung bereitstellt. **Derzeitiger Preis: 399 Euro**

### 15.2.3 EOS 550D



Abb. 140

Du willst nicht einfach nur Bilder machen, sondern große Poster oder Plakate gestalten? Dann ist die EOS 550D genau die richtige Kamera für dich. Mit mehr als 18 Megapixel Auflösung, Serienaufnahme mit 3,7 Bilder pro Sekunde und Aufnahme von HD-Videos. Es ist Möglich, ein externes Mikrofon anzuschließen. Mit der alternativen Firmware MagicLantern<sup>2</sup> bekommt die Kamera Videofunktionalitäten die man sonst nur in weitaus teureren Kameras findet. Das Standard-Objektiv besitzt eine 7-Fache Telewirkung. Die Kamera ist mit einem Quick-Control-Bildschirm ausgestattet. Das ist so etwas ähnliches wie der Guide-Modus bei Nikon. Also wunderbar für Anfänger gedacht. **Derzeitiger Preis: 550 Euro**

---

<sup>2</sup> <http://magiclantern.wikia.com>

## 15.3 Panasonic

### 15.3.1 Lumix DMC-L10



**Abb. 141**

Die Kamera besitzt einen Sensor mit 11,8 Megapixel. Der Bildschirm ist drehbar und mit Live-View ausgestattet. Bei den Serienfotos macht das Gerät bis zu 3 Bilder pro Sekunde. Ebenfalls maximal 3 Bilder pro Sekunde, wenn Du das Bild im RAW-Format speicherst. Durch den Venus-Engine-Prozessor III erreicht sie eine wunderbare Leistung. Weiters ist die Kamera mit einem Weißabgleich, Ultraschall-Vibrationen (um den Schmutz vom Spiegel zu bekommen) und eine bewegliche Linse, die Erschütterungen sofort ausgleicht. Das ist eine Beginner-Kamera in der Extra-Klasse. Jedoch ist der Nachteil bei dieser Kamera, wie auch bei den anderen von Panasonic, dass die meisten zusätzlichen Objektive preislich erst ab 1.000 Euro beginnen. Darunter ist nichts bei diesem Hersteller zu haben.  
**Aktueller Preis: min. 999 Euro**

### 15.3.2 Lumix L1



Abb. 142

Diese Kamera ist eine Anfänger-Kamera in der Luxusklasse. optischer Bildstabilisator, bewegliche Linse um Erschütterungen auszugleichen, Weißabgleich, Autofokus, Belichtung und digitale Aufhellung, Farb- und S/W-Einstellungen und ein Prozessor, mit einer hohen Leistung, um nicht nur perfekte Bilder zu schießen, sondern auch für die Leistung des Gerätes zu verbessern. Insgesamt besitzt diese Kamera 19 verschiedene Programme die miteinander kombinierbar sind. Man kann den Fokus natürlich auch - wie bei allen anderen Kameras - auch einfach Manuell einstellen. Durch ein kleines Rad am Objektiv. Die Lumix L1 ist mit einem Staubfilter ausgestattet. Ebenfalls wie die DMC-L10 mit einer Ultraschall-Vibration. **Aktueller Preis: 1.499 Euro**

## 15.4 Samsung

### 15.4.1 GX-20



Abb. 143

Dieses Modell ist ausgestattet mit verschiedensten Digitalen Filtern, Weißabgleich, Bildstabilisator (leider keine bewegliche Linse, um starke Erschütterungen auszugleichen). Der Sensor besitzt über 14,6 Millionen Bildpunkte. Es gibt einen Serienbild-Modus mit 15 Bildern in der Sekunde bei dann allerdings nur 1,5 Megapixeln pro Bild. Fraglich, ob ein DSLR-Einsteiger sowas braucht. Im edlen Design liegt die Kamera sehr gut in der Hand. Durch Knopfdruck kann die Belichtungszeit kinderleicht verändert werden. Diese Kamera ist auch mit einem Staubschutz ausgestattet, damit beim wechseln des Objektivs kein Staub in das Gehäuse gelangt. Denn Staub ist für den Sensor der Hauptfeind schlechthin. Der Vorteil bei Samsung ist, dass wirklich alle Hergestellten Samsung-Objektive auf diese Kamera passen. Dafür ist der Preis ganz stolz: **1.399 Euro**



# 16 Profikameras

## 16.1 Nikon

Nikon ist derzeit der erfahrenste Hersteller wenn es um die Produktion und um die Bedienungsfreundlichkeit von Spiegelreflexkameras geht. Jedoch sind die Profi-Geräte nicht so zahlreich ausgestattet wie die Anfänger-Geräte. Sie haben zwar mehr Funktionen (die man alle manuell Einstellen muss), aber keinen Guide-Modus<sup>1</sup> wie man ihn von den Anfängern Geräten kennt. Auch funktioniert die Automatik-Einstellung ganz anders als bei den Einsteiger-Geräten. Ich stelle euch mal die aktuellsten 4 Nikon-Kameras vor. Bitte beachtet, dass diese Kameras wirklich **nichts für Anfänger** sind. Ihr Braucht dazu viel Erfahrung mit der manuellen Steuerung der Kamera.

### 16.1.1 D3X



Abb. 144

Mit ganzen 24,5 Megapixel ist die Auflösung fast doppelt so hoch, wie bei den Einsteigergeräten. Die Fotos können mit einem extra entwickelten Editor direkt auf der Kamera bearbeitet werden. In der Serienbild-Aufnahme sind bis zu 7 Bilder pro Sekunde möglich. Mit der Live-View kann man das Motiv schon vor der Aufnahme betrachten. Die Auslöseverzögerung beträgt nur 40ms. Das Gehäuse besteht aus einem sehr harten Material: Magnesiumlegierung. Das, für mich persönliche, tolle an

<sup>1</sup> <http://de.wikibooks.org/wiki/Fotografie%2F%20Guide-Modus>

dieser Kamera ist, dass man die Fotos über WLAN Kabellos auf den PC übertragen kann. Das Modell besitzt über 51 Messfelder, erkennt Gesichter automatisch und hat zwei Fächer für CF-Karten. Ein HDMI-Ausgang ist ebenfalls vorhanden. Je nachdem, wozu man eine solche Kamera verwendet, ist diese Kamera eigentlich in jeder Situation eine gute Wahl. **Derzeitiger Preis: 8.999 Euro**

### 16.1.2 D3S



Abb. 145

Dieses Modell besitzt über 12,1 Megapixel Auflösung. Bei Serienaufnahmen sind bis zu 9 Bildern pro Sekunde möglich. Genauso wie bei der D3X ist ein Kamera-Interner Editor vorinstalliert. Die Auslösung (auch Spiegelschlag genannt) wurde durch verschiedenste Techniken gedämpft. So ist sie sehr leise beim Abdrücken. Wie auch die D3X besitzt auch die D3S einen HDMI-Ausgang und die Fotos können ebenfalls per WLAN auf den PC übertragen werden. Dies ist eine Profi-Kamera, eigentlich die abgespeckte Version der D3X, aber dafür macht sie wirklich gute Fotos. Habe sie selbst auch schon getestet und bin damit eigentlich recht zufrieden. Jedoch ist die Bedienung dieser Kamera sehr schwer: Wer also keine Erfahrung mit der manuellen Einstellung einer Kamera hat, sollte sich nicht diese Kamera kaufen. **Derzeitiger Preis: 4.459,99 Euro**

### 16.1.3 D700



Abb. 146

Kommen wir zur nächsten Kategorie der Profi-Geräten von Nikon. Zum Beispiel die 12,1 Megapixel Kamera D700. Ist ebenfalls eine abgespeckte Version der D3S. Der Unterschied dabei ist diesmal nicht die Auflösung, sondern der Prozessor. Die Bilder können nicht oder nur sehr umständlich auf der Kamera bearbeitet werden. Bei Serienaufnahmen schafft dieses Modell gerade einmal 5 Aufnahmen in der Sekunde. Der Bildschirm ist mit über 910.000 Bildpunkten bestückt und besitzt einen Betrachtungswinkel von 170°. Auch hier gibt es einen Live-View-Modus. Diese Kamera hat insgesamt 51 Messfelder. Im großen und ganzen ist es eine qualitativ hochwertige Kamera - wenn man sich damit auskennt. **Derzeitiger Preis: min. 1.939 Euro**

### 16.1.4 D300S



**Abb. 147**

Wie auch bei den anderen Kameras von Nikon, darf ich wieder wiederholen, dass die D300S eine abgespeckte Version der D3S ist. Zwar mit 12,3 Megapixel Auflösung, leise Auslösung und zwei Speicherfächer für CF und SD-Karten. Bei Serienfotos schafft diese Kamera sogar 7 Bilder pro Sekunde. Man kann damit auch Filmen (jedoch ist ein externes Mikrofon erforderlich). Durch D-Lighting ist die Kamera fähig, eine Farbkorrektur während der Aufnahme vorzunehmen bzw. schon im Live-View. Das besondere an dieser Kamera ist das Sensorreinigungssystem. Das verhindert, dass der Sensor von Staub und Schmutz befallen wird. **Derzeitiger Preis: 1.249 Euro**

## 16.2 Canon

### 16.2.1 EOS 1DS



Abb. 148

Mit satten 21 Megapixel und einer 14 Bit-Bildverarbeitung ist diese Kamera einer der Extraklasse. Auch besitzt dieses Gerät zwei DIGIC III Prozessoren die eine hohe Leistung versprechen. Ein zuverlässiger und guter Weitbereich-Fotos lädt zum Fotografieren ein. Dieses Gerät besitzt, wie auch die meisten EOS-Geräten ein integriertes Reinigungssystem. Auch besitzt die EOS 1DS einen 3 Zoll großen Bildschirm. So macht das arbeiten mit dem Live-View-Modus erst so richtig Spaß. Mit einer Auflösung von maximal 5616x3744 kann man viel erwarten. Bei Serienbildern macht dieses Gerät bis zu 3,7 Bilder pro Sekunde. **Derzeitiger Preis: 5.989,90 Euro**

## 16.3 Panasonic

## 16.4 Samsung



## 17 GPS-Gerät



Abb. 149

Es gibt zum Beispiel von Nikon (natürlich auch von Canon, Panasonic und Co.) GPS-Empfänger. Diese GPS-Geräte werden oben auf den Blitzaufsatz gesteckt. Mit einem Kabel wird das Gerät dann mit der Kamera nochmals verbunden. Die Aufgabe dieses Gerätes ist, die GEO-Koordinaten zu erfassen, und nach der Aufnahme des Fotos in der Datei zu speichern. So kann das Foto am Computer einem bestimmten Ort zugewiesen werden. Das ist vor allem für die Leute interessant, die sich gerne in der Welt bewegen und die Fotos auf einer Karte zuordnen wollen. Zum Beispiel auf Google Maps oder ähnlichem. Dieses Gerät kostet um die 200 Euro aufwärts.



## 18 Autoren

<b>Edits</b>	<b>User</b>
3	CommonsDelinker <sup>1</sup>
2	Dirk Huenniger <sup>2</sup>
19	Doktorchen <sup>3</sup>
43	Engima <sup>4</sup>
3	Geitost <sup>5</sup>
75	Infostudent <sup>6</sup>
2	Jan <sup>7</sup>
16	Juetho <sup>8</sup>
3	Klaus Eifert <sup>9</sup>
7	Medvedev <sup>10</sup>
2	Mjchael <sup>11</sup>
4	NeuerNutzer2009 <sup>12</sup>
1	RaumfahrtIngenieur <sup>13</sup>
2	Smurfix <sup>14</sup>
1	ThePacker <sup>15</sup>
1	ZepDonald <sup>16</sup>

- 
- 1 <http://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Benutzer:CommonsDelinker>
  - 2 [http://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Benutzer:Dirk\\_Huenniger](http://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Benutzer:Dirk_Huenniger)
  - 3 <http://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Benutzer:Doktorchen>
  - 4 <http://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Benutzer:Engima>
  - 5 <http://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Benutzer:Geitost>
  - 6 <http://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Benutzer:Infostudent>
  - 7 <http://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Benutzer:Jan>
  - 8 <http://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Benutzer:Juetho>
  - 9 [http://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Benutzer:Klaus\\_Eifert](http://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Benutzer:Klaus_Eifert)
  - 10 <http://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Benutzer:Medvedev>
  - 11 <http://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Benutzer:Mjchael>
  - 12 <http://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Benutzer:NeuerNutzer2009>
  - 13 <http://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Benutzer:RaumfahrtIngenieur>
  - 14 <http://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Benutzer:Smurfix>
  - 15 <http://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Benutzer:ThePacker>
  - 16 <http://de.wikibooks.org/w/index.php?title=Benutzer:ZepDonald>



# Abbildungsverzeichnis

- GFDL: Gnu Free Documentation License. <http://www.gnu.org/licenses/fdl.html>
- cc-by-sa-3.0: Creative Commons Attribution ShareAlike 3.0 License. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>
- cc-by-sa-2.5: Creative Commons Attribution ShareAlike 2.5 License. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>
- cc-by-sa-2.0: Creative Commons Attribution ShareAlike 2.0 License. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/>
- cc-by-sa-1.0: Creative Commons Attribution ShareAlike 1.0 License. <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/1.0/>
- cc-by-2.0: Creative Commons Attribution 2.0 License. <http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>
- cc-by-2.0: Creative Commons Attribution 2.0 License. <http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/deed.en>
- cc-by-2.5: Creative Commons Attribution 2.5 License. <http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/deed.en>
- cc-by-3.0: Creative Commons Attribution 3.0 License. <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.en>
- GPL: GNU General Public License. <http://www.gnu.org/licenses/gpl-2.0.txt>
- LGPL: GNU Lesser General Public License. <http://www.gnu.org/licenses/lgpl.html>
- PD: This image is in the public domain.
- ATTR: The copyright holder of this file allows anyone to use it for any purpose, provided that the copyright holder is properly attributed. Redistribution, derivative work, commercial use, and all other use is permitted.
- EURO: This is the common (reverse) face of a euro coin. The copyright on the design of the common face of the euro coins belongs to the European Commission. Authorised is reproduction in a format without relief (drawings, paintings, films) provided they are not detrimental to the image of the euro.
- LFK: Lizenz Freie Kunst. <http://artlibre.org/licence/lal/de>
- CFR: Copyright free use.

- EPL: Eclipse Public License. <http://www.eclipse.org/org/documents/epl-v10.php>

Copies of the GPL, the LGPL as well as a GFDL are included in chapter Licenses<sup>17</sup>. Please note that images in the public domain do not require attribution. You may click on the image numbers in the following table to open the webpage of the images in your webbrowser.

---

<sup>17</sup> Kapitel 19 auf Seite 283

1	Semp <sup>18</sup>	
2	Infostudent <sup>19</sup>	cc-by-sa-3.0
3	Vwpolonia75 <sup>20</sup> (Jens K. Müller)	GFDL
4	Jean-Babtiste Sabatier-Blot (1801-1881). Original uploader was Cybershot800i <sup>21</sup> at de.wikipedia <sup>22</sup>	PD
5	Gerhard Missbach <sup>23</sup>	PD
6	Galio <sup>24</sup> 01:53, 4 January 2008 (UTC)	GFDL
7	André Karwath aka Aka <sup>25</sup>	cc-by-sa-2.5
8	Stefan Kühn <sup>26</sup>	GFDL
9		GFDL
10	Rama <sup>27</sup>	cc-by-sa-2.0
11	Martinmaniac <sup>28</sup> at en.wikipedia <sup>29</sup>	PD
12	Tanya sanderson	PD
13	Jerzy Jalocha N	PD
14	Jerzy Jalocha N	PD
15	Original uploader was Asb <sup>30</sup> at de.wikipedia <sup>31</sup>	GFDL
16	Tatoute <sup>32</sup> and Phrood <sup>33</sup>	GFDL
17	Quark67 <sup>34</sup>	
18	Quark67 <sup>35</sup>	cc-by-sa-2.5
19	Friedrich Graf <sup>36</sup> 21:33, 24. Jul. 2008 (CEST) (Transferred by Natr <sup>37</sup> /Original uploaded by Mir <sup>38</sup> )	cc-by-sa-2.0
20	Originally by MalteAhrens <sup>39</sup> at de.wikipedia <sup>40</sup> . Vectorization by User:SidShakal <sup>41</sup>	PD
21		PD
22	{{Creator:Franz Marc	

- 18 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ASemp>  
19 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AInfostudent>  
20 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AVwpolonia75>  
21 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AUser%3ACybershot800i>  
22 <http://de.wikipedia.org>  
23 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AGmd>  
24 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AGalio>  
25 <http://de.wikibooks.org/wiki/user%3AAka>  
26 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AStefan%20K%FChn>  
27 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ARama>  
28 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Aen%3AUser%3AMartinmaniac>  
29 <http://en.wikipedia.org>  
30 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AUser%3AAsb>  
31 <http://de.wikipedia.org>  
32 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ATatoute>  
33 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3AUser%3APhrood>  
34 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Afr%3AUser%3AQuark67>  
35 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Afr%3AUser%3AQuark67>  
36 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3ABenutzer%3AFriedrich%20Graf>  
37 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ANatr>  
38 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AMir>  
39 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AUser%3AMalteAhrens>  
40 <http://de.wikipedia.org>  
41 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ASidShakal>

	PD [ http://www.reproarte.com/cuadro/Franz_- Marc/Zorro+azulnegro/7156.html]	
23		PD
24		PD
25		PD
26	{{Creator:Vincent van Gogh PD {{unknown}}	
27	Robert S. Donovan <sup>42</sup> from Anderson, SC, USA	cc-by-2.0
28	Original uploader was Anton <sup>43</sup> at de.wikipedia <sup>44</sup> . Later version(s) were uploaded by Phrood <sup>45</sup> at de.wikipedia <sup>46</sup> .	GFDL
29	Anastasius zwerg	GFDL
30	André Karwath aka Aka <sup>47</sup>	cc-by-sa-2.5
31	Хрюша <sup>48</sup>	cc-by-sa-3.0
32	C-M <sup>49</sup>	GFDL
33		GFDL
34	en:User:Cburnett <sup>50</sup>	GFDL
35	Tkgd2007, Ū <span>𐄂</span> <span>𐄃</span>	GFDL
36		
37	Pierre Bauduin	cc-by-sa-3.0
38	Christian Jansky (User:Tschaensky <sup>51</sup> )	cc-by-sa-3.0
39	Thomas Bazelak	GFDL
40	Johann H. Addicks - addicks@gmx.net. Original uploader was -jha <sup>52</sup> at de.wikipedia <sup>53</sup>	GFDL
41	Ralf Roletschek <sup>54</sup>	GFDL
42	JJ Harrison <sup>55</sup> (jjharrison89@facebook.com <sup>56</sup> )	
43	Jailbird <sup>57</sup>	PD
44	Jailbird <sup>58</sup>	cc-by-sa-2.0

42 <http://www.flickr.com/people/10687935@N04>

43 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AUser%3AAnton>

44 <http://de.wikipedia.org>

45 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AUser%3APhrood>

46 <http://de.wikipedia.org>

47 <http://de.wikibooks.org/wiki/user%3AAka>

48 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AChriusha>

49 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AC-M>

50 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Aen%3AUser%3ACburnett>

51 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ATschaensky>

52 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AUser%3A-jha->

53 <http://de.wikipedia.org>

54 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AUser%3ARalf%20Roletschek>

55 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AJJ%20Harrison>

56 <mailto:jjharrison89@facebook.com>

57 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AJailbird>

58 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AJailbird>

45	smial <sup>59</sup>	cc-by-sa-2.0
46	Stefan-Xp <sup>60</sup>	GFDL
47	Kuebi <sup>61</sup> = Armin Kübelbeck	cc-by-sa-3.0
48	Kuebi <sup>62</sup> = Armin Kübelbeck	cc-by-sa-3.0
49	Kuebi <sup>63</sup> = Armin Kübelbeck	cc-by-sa-3.0
50	Kuebi <sup>64</sup> = Armin Kübelbeck	cc-by-sa-3.0
51	Kuebi <sup>65</sup> = Armin Kübelbeck	cc-by-sa-3.0
52	Kuebi <sup>66</sup> = Armin Kübelbeck	cc-by-sa-3.0
53		GFDL
54		GFDL
55	Kuebi <sup>67</sup>	GFDL
56		GFDL
57		GFDL
58	Original uploader was Cbuckley <sup>68</sup> at en.wikipedia <sup>69</sup> Later versions were uploaded by Dicklyon <sup>70</sup> at en.wikipedia <sup>71</sup> .	GFDL
59		GFDL
60		
61		
62		
63		
64	Leander Schiefer LeSch <sup>72</sup> 15:57, 6. Apr. 2008 (CEST). Original uploader was LeSch <sup>73</sup> at de.wikipedia <sup>74</sup>	cc-by-sa-2.0
65	Leander Schiefer LeSch <sup>75</sup> 07:10, 12. Mai 2008 (CEST). Original uploader was LeSch <sup>76</sup> at de.wikipedia <sup>77</sup>	cc-by-sa-2.0
66	Leander Schiefer LeSch <sup>78</sup> 07:11, 12. Mai 2008 (CEST). Original uploader was LeSch <sup>79</sup> at de.wikipedia <sup>80</sup>	cc-by-sa-2.0
67	smial <sup>81</sup> (talk <sup>82</sup> )	cc-by-sa-2.0

- 59 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ASmial>
- 60 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AStefan-Xp>
- 61 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AKuebi>
- 62 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AKuebi>
- 63 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AKuebi>
- 64 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AKuebi>
- 65 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AKuebi>
- 66 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AKuebi>
- 67 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AKuebi>
- 68 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Aen%3AUser%3ACbuckley>
- 69 <http://en.wikipedia.org>
- 70 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Aen%3AUser%3ADicklyon>
- 71 <http://en.wikipedia.org>
- 72 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3ABenutzer%3ALeSch>
- 73 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AUser%3ALeSch>
- 74 <http://de.wikipedia.org>
- 75 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3ABenutzer%3ALeSch>
- 76 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AUser%3ALeSch>
- 77 <http://de.wikipedia.org>
- 78 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3ABenutzer%3ALeSch>
- 79 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AUser%3ALeSch>
- 80 <http://de.wikipedia.org>
- 81 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ASmial>
- 82 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%20talk%3ASmial>

68	smial <sup>83</sup> (talk <sup>84</sup> )	cc-by-sa-2.0
69	smial <sup>85</sup> (talk <sup>86</sup> )	cc-by-sa-2.0
70	Original uploader was Mactographer <sup>87</sup> at en.wikipedia <sup>88</sup>  (Original text : <i>David Ball</i> <sup>89</sup> )	GFDL
71	André Karwath aka Aka <sup>90</sup>	cc-by-sa-2.5
72	Alexander Stübner. Original uploader was Alex Stue <sup>91</sup> at de.wikipedia <sup>92</sup>	cc-by-sa-2.0
73	Alexander Stübner. Original uploader was Alex Stue <sup>93</sup> at de.wikipedia <sup>94</sup>	cc-by-sa-2.0
74		
75	Rfc1394 <sup>95</sup>	PD
76		cc-by-sa-2.5
77		
78	Drew Dexter <sup>96</sup>	GFDL
79	Original uploader was Focus mankind <sup>97</sup> at de.wikipedia <sup>98</sup>	GFDL
80	Original uploader was Smial <sup>99</sup> at de.wikipedia <sup>100</sup>  (Original text : <i>Smial</i> <sup>101</sup> )	cc-by-sa-2.0
81	Euku <sup>102</sup>	GFDL
82	kriplozoik	GFDL
83	Original uploader was Curtis Newton <sup>103</sup> at de.wikipedia <sup>104</sup>	PD
84	Thomas Steiner <sup>105</sup>	GFDL
85	Florian Schott	GFDL
86	Stephen Noschilla <sup>106</sup>	GFDL
87	Smial <sup>107</sup> . Original uploader was Smial <sup>108</sup> at de.wikipedia <sup>109</sup>	cc-by-sa-2.0

- 83 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ASmial>  
84 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%20talk%3ASmial>  
85 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ASmial>  
86 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%20talk%3ASmial>  
87 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Aen%3AUser%3AMactographer>  
88 <http://en.wikipedia.org>  
89 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Aen%3AUser%3AMactographer>  
90 <http://de.wikibooks.org/wiki/user%3AAka>  
91 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AUser%3AAlex%20Stue>  
92 <http://de.wikipedia.org>  
93 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AUser%3AAlex%20Stue>  
94 <http://de.wikipedia.org>  
95 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ARfc1394>  
96 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AIch>  
97 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AUser%3AFocus%20mankind>  
98 <http://de.wikipedia.org>  
99 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AUser%3ASmial>  
100 <http://de.wikipedia.org>  
101 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3ABenutzer%3ASmial>  
102 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AEuku>  
103 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AUser%3ACurtis%20Newton>  
104 <http://de.wikipedia.org>  
105 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3ABenutzer%3AThire>  
106 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ASStephen%20Noschilla>  
107 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3ABenutzer%3ASmial>  
108 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AUser%3ASmial>  
109 <http://de.wikipedia.org>

88	Uncopy <sup>110</sup>	PD
89		
90		GFDL
91	Matthias Süßen	GFDL
92	Túrelío <sup>111</sup>	cc-by-sa-2.5
93	smial <sup>112</sup>	
94	Ralf Roletschek <sup>113</sup> (talk <sup>114</sup> ) - Fahrradtechnik auf fahrradmonteur.de <sup>115</sup>	
95	Toni Grappa <sup>116</sup>	GFDL
96	Toni Grappa <sup>117</sup>	GFDL
97	Kresspahl <sup>118</sup>	GFDL
98	Ad Meskens <sup>119</sup>	GFDL
99	{{unknown	PD
100	marya <sup>120</sup>	cc-by-2.0
101	Dixflips <sup>121</sup>	PD
102		GFDL
103	Edal <sup>122</sup> Anton Lefterov	GFDL
104	Marcus	cc-by-sa-1.0
105	Dirk Ingo Franke <sup>123</sup>	GFDL
106		PD
107	Thomas Wolf (Der Wolf im Wald <sup>124</sup> )	cc-by-sa-3.0
108	Berthold Werner <sup>125</sup>	PD
109	Berthold Werner <sup>126</sup>	PD
110		GFDL
111	Crux <sup>127</sup>	cc-by-sa-2.5
112	Paulo Barcellos Jr. <sup>128</sup>	cc-by-sa-2.0
113	Elmschrat <sup>129</sup>	GFDL
114	Nina-no <sup>130</sup>	cc-by-sa-2.5
115	Romangerner <sup>131</sup>	cc-by-sa-3.0
116	Marsilius	GFDL

110 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AUncopy>

111 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AT%FArelío>

112 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ASmial>

113 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ARalf%20Roletschek>

114 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%20talk%3ARalf%20Roletschek>

115 <http://www.fahrradmonteur.de>

116 [http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AToni\\_grappa](http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AToni_grappa)

117 [http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AToni\\_grappa](http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AToni_grappa)

118 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AKresspahl>

119 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AAdMeskens>

120 <http://flickr.com/photos/35237093637@N01>

121 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ADixflips>

122 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AEdal>

123 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ASouthgeist>

124 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ADer%20Wolf%20im%20Wald>

125 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ABerthold%20Werner>

126 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ABerthold%20Werner>

127 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ACrux>

128 <http://www.flickr.com/people/paulobar/>

129 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AElmschrat>

130 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ANina-no>

131 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ARomangerner>

117		
118	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> <p>[[Creator: Sophie Gengembre Anderson PD [http://www.artrenewal.org/asp/database/image.asp?id=9920 Art Renewal Center]</p> </div>	
119	Clivictim	cc-by-sa-3.0
120	[[Creator: Joseph Kriehuber	PD
121		
122		PD
123	Ybou photos <sup>132</sup> from St-Léonard de Portneuf, Québec, Canada	cc-by-sa-2.0
124	David Evers <sup>133</sup> from Amsterdam, Netherlands	cc-by-2.0
125	3268zauber <sup>134</sup>	cc-by-sa-3.0
126	Metalheart <sup>135</sup>	GFDL
127	Keith Weller	PD
128	Getüm <sup>136</sup> •••@ <sup>137</sup> . Original uploader was Getüm <sup>138</sup> at de.wikipedia <sup>139</sup>	cc-by-sa-3.0
129	Original uploader was Klaus Wagner <sup>140</sup> at de.wikipedia <sup>141</sup>	GFDL
130	Mark Schellhase <sup>142</sup>	GFDL
131	Roger McLassus	GFDL
132	Marlon Felipe <sup>143</sup>	GFDL
133	[[creator: Edward Curtis	PD
134	Steffi <sup>144</sup> , upload by Herrick <sup>145</sup>	cc-by-2.0
135	Nikon Polska	cc-by-2.0
136	Bernie <sup>146</sup>	PD
137	Zacke82 <sup>147</sup>	PD
138	pauk	cc-by-sa-3.0
139	decltype <sup>148</sup>	cc-by-sa-3.0
140	Benoît Marchal <sup>149</sup>	cc-by-sa-2.0
141	Rama <sup>150</sup>	cc-by-sa-2.0
142	Rama <sup>151</sup>	

132 <http://www.flickr.com/photos/54207906@N03>

133 <http://www.flickr.com/people/31216636@N00>

134 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3A3268zauber>

135 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AMetalheart>

136 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3ABenutzer%3AGet%FCm>

137 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3ABenutzer%20Diskussion%3AGet%FCm>

138 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AUser%3AGet%FCm>

139 <http://de.wikipedia.org>

140 <http://de.wikibooks.org/wiki/%3Ade%3AUser%3AKlaus%20Wagner>

141 <http://de.wikipedia.org>

142 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AMschel>

143 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AMarlon%20Felippe>

144 <http://www.flickr.com/people/23648747@N00>

145 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AHerrick>

146 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AWilder%20Kaiser>

147 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AZacke82>

148 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ADecltype>

149 <http://flickr.com/photos/22973135@N03>

150 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ARama>

151 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ARama>

---

143	Destione	cc-by-sa-2.0
144	Rama <sup>152</sup>	cc-by-sa-2.0
145	Rama <sup>153</sup>	cc-by-sa-2.0
146	Rama <sup>154</sup>	cc-by-sa-2.0
147	ShakataGaNai <sup>155</sup>	
148	Rama <sup>156</sup>	
149	Marufish <sup>157</sup>	cc-by-sa-2.0

---

152 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ARama>

153 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ARama>

154 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ARama>

155 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3AShakataGaNai>

156 <http://de.wikibooks.org/wiki/User%3ARama>

157 <http://www.flickr.com/people/8819274@N04>



# 19 Licenses

## 19.1 GNU GENERAL PUBLIC LICENSE

Version 3, 29 June 2007

Copyright © 2007 Free Software Foundation, Inc. <<http://fsf.org/>>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed. Preamble

The GNU General Public License is a free, copyleft license for software and other kinds of works.

The licenses for most software and other practical works are designed to take away your freedom to share and change the works. By contrast, the GNU General Public License is intended to guarantee your freedom to share and change all versions of a program—to make sure it remains free software for all its users. We, the Free Software Foundation, use the GNU General Public License for most of our software; it applies also to any other work released this way by its authors. You can apply it to your programs, too.

When we speak of free software, we are referring to freedom, not price. Our General Public Licenses are designed to make sure that you have the freedom to distribute copies of free software (and charge for them if you wish), that you receive source code or can get it if you want it, that you can change the software or use pieces of it in new free programs, and that you know you can do these things.

To protect your rights, we need to prevent others from denying you these rights or asking you to surrender the rights. Therefore, you have certain responsibilities if you distribute copies of the software, or if you modify it: responsibilities to respect the freedom of others.

For example, if you distribute copies of such a program, whether gratis or for a fee, you must pass on to the recipients the same freedoms that you received. You must make sure that they, too, receive or can get the source code. And you must show them these terms so they know their rights.

Developers that use the GNU GPL protect your rights with two steps: (1) assert copyright on the software, and (2) offer you this License giving you legal permission to copy, distribute and/or modify it.

For the developers' and authors' protection, the GPL clearly explains that there is no warranty for this free software. For both users' and authors' sake, the GPL requires that modified versions be marked as changed, so that their problems will not be attributed erroneously to authors of previous versions.

Some devices are designed to deny users access to install or run modified versions of the software inside them, although the manufacturer can do so. This is fundamentally incompatible with the aim of protecting users' freedom to change the software. The systematic pattern of such abuse occurs in the area of products for individuals to use, which is precisely where it is most unacceptable. Therefore, we have designed this version of the GPL to prohibit the practice for those products. If such problems arise substantially in other domains, we stand ready to extend this provision to those domains in future versions of the GPL, as needed to protect the freedom of users.

Finally, every program is restricted constantly by software patents. States should not allow patents to threaten development and use of software on general-purpose computers, but in those that do, we wish to avoid the special danger that patents applied to a free program could make it effectively proprietary. To prevent this, the GPL assures that patents can not be used to render the program non-free.

The precise terms and conditions for copying, distribution and modification follow. TERMS AND CONDITIONS 0. Definitions.

"This License" refers to version 3 of the GNU General Public License.

"Copyright" also means copyright-like laws that apply to other kinds of works, such as semiconductor masks.

"The Program" refers to any copyrightable work licensed under this License. Each license is addressed as "you", "Licensees" and "recipients" may be individuals or organizations.

To "modify" a work means to copy from or adapt all or part of the work in a fashion requiring copyright permission, other than the making of an exact copy. The resulting work is called a "modified version" of the earlier work or a work "based on" the earlier work.

A "covered work" means either the unmodified Program or a work based on the Program.

To "propagate" a work means to do anything with it that, without permission, would make you directly or secondarily liable for infringement under applicable copyright law, except executing it on a computer or modifying a private copy. Propagation includes copying, distribution (with or without modification), making available to the public, and in some countries other activities as well.

To "convey" a work means any kind of propagation that enables other parties to make or receive copies. Mere interaction with a user through a computer network, with no transfer of a copy, is not conveying.

An interactive user interface displays "Appropriate Legal Notices" to the extent that it includes a convenient and prominently visible feature that (1) displays an appropriate copyright notice, and (2) tells the user that there is no warranty for the work (except to the extent that warranties are provided), that licensees may convey the work under this License, and how to view a copy of this License. If the interface presents a list of user commands or options, such as a menu, a prominent item in the list meets this criterion. 1. Source Code.

The "source code" for a work means the preferred form of the work for making modifications to it. "Object code" means any non-source form of a work.

A "Standard Interface" means an interface that either is an official standard defined by a recognized standards body, or, in the case of interfaces specified for a particular programming language, one that is widely used among developers working in that language.

The "System Libraries" of an executable work include anything, other than the work as a whole, that (a) is included in the normal form of packaging a Major Component, but which is not part of that Major Component, and (b) serves only to enable use of the work with that Major Component, or to implement a Standard Interface for which an implementation is available to the public in source code form. A "Major Component", in this context, means a major essential component (kernel, window system, and so on) of the specific operating system (if any) on which the executable work runs, or a compiler used to produce the work, or an object code interpreter used to run it.

The "Corresponding Source" for a work in object code form means all the source code needed to generate, install, and (for an executable work) run

the object code and to modify the work, including scripts to control those activities. However, it does not include the work's System Libraries, or general-purpose tools or generally available free programs which are used unmodified in performing those activities but which are not part of the work. For example, Corresponding Source includes interface definition files associated with source files for the work, and the source code for shared libraries and dynamically linked subprograms that the work is specifically designed to require, such as by intimate data communication or control flow between those subprograms and other parts of the work.

The Corresponding Source need not include anything that users can regenerate automatically from other parts of the Corresponding Source.

The Corresponding Source for a work in source code form is that same work. 2. Basic Permissions.

All rights granted under this License are granted for the term of copyright on the Program, and are irrevocable and exclusive; the stated conditions are met. This License explicitly affirms your unlimited permission to run the unmodified Program. The output from running a covered work is covered by this License only if the output, given its content, constitutes a covered work. This License acknowledges your rights of fair use or other equivalent, as provided by copyright law.

You may make, run and propagate covered works that you do not convey, without conditions so long as your license otherwise remains in force. You may convey covered works to others for the sole purpose of having them make modifications exclusively for you, or provide you with facilities for running those works, provided that you comply with the terms of this License in conveying all material for which you do not control copyright. Those thus making or running the covered works for you must do so exclusively on your behalf, under your direction and control, on terms that prohibit them from making any copies of your copyrighted material outside their relationship with you.

Conveying under any other circumstances is permitted solely under the conditions stated below. Sublicensing is not allowed; section 10 makes it unnecessary. 3. Protecting Users' Legal Rights From Anti-Circumvention Law.

No covered work shall be deemed part of an effective technological measure under any applicable law fulfilling obligations under article 11 of the WIPO copyright treaty adopted on 20 December 1996, or similar laws prohibiting or restricting circumvention of such measures.

When you convey a covered work, you waive any legal power to forbid circumvention of technological measures to the extent such circumvention is effected by exercising rights under this License with respect to the covered work, and you disclaim any intention to limit operation or modification of the work as a means of enforcing, against the work's users, your or third parties' legal rights to forbid circumvention of technological measures. 4. Conveying Verbatim Copies.

You may convey verbatim copies of the Program's source code as you receive it, in any medium, provided that you conspicuously and appropriately publish on each copy an appropriate copyright notice; keep intact all notices stating that this License and any non-permissive terms added in accord with section 7 apply to the code; keep intact all notices of the absence of any warranty; and give all recipients a copy of this License along with the Program.

You may charge any price or no price for each copy that you convey, and you may offer support or warranty protection for a fee. 5. Conveying Modified Source Versions.

You may convey a work based on the Program, or the modifications to produce it from the Program, in the form of source code under the terms of section 4, provided that you also meet all of these conditions:

\* a) The work must carry prominent notices stating that you modified it, and giving a relevant date. \* b) The work must carry prominent notices stating that it is released under this License and any conditions added under section 7. This requirement modifies the requirement in section 4 to "keep intact all notices". \* c) You must license the entire work, as a whole, under this License to anyone who comes into possession of a copy. This License will therefore apply, along with any applicable section 7 additional terms, to the whole of the work, and all its parts, regardless of how they are packaged. This License gives no permission to license the work in any other way, but it does not invalidate such permission if you have separately received it. \* d) If the work has interactive user interfaces, each must display Appropriate Legal Notices; however, if the Program has interactive interfaces that do not display Appropriate Legal Notices, your work need not make them do so.

A compilation of a covered work with other separate and independent works, which are not by their nature extensions of the covered work, and which are not combined with it such as to form a larger program, in or on a volume or a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the compilation and its resulting copyright are not used to limit the access or legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. Inclusion of a covered work in an aggregate does not cause this License to apply to the other parts of the aggregate. 6. Conveying Non-Source Forms.

You may convey a covered work in object code form under the terms of sections 4 and 5, provided that you also convey the machine-readable Corresponding Source under the terms of this License, in one of these ways:

\* a) Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by the Corresponding Source fixed on a durable physical medium customarily used for software interchange. \* b) Convey the object code in, or embodied in, a physical product (including a physical distribution medium), accompanied by a written offer, valid for at least three years and valid for as long as you offer spare parts or customer support for that product model, to give anyone who possesses the object code either (1) a copy of the Corresponding Source for all the software in the product that is covered by this License, on a durable physical medium customarily used for software interchange, for a price no more than your reasonable cost of physically performing this conveying of source, or (2) access to copy the Corresponding Source from a network server at no charge. \* c) Convey individual copies of the object code with a copy of the written offer to provide the Corresponding Source. This alternative is allowed only occasionally and noncommercially, and only if you convey the object code with such an offer, in accord with subsection 6b. \* d) Convey the object code by offering access from a designated place (gratis or for a charge), and offer equivalent access to the Corresponding Source in the same way through the same place at no further charge. You need not require recipients to copy the Corresponding Source along with the object code. If the place to copy the object code is a network server, the Corresponding Source may be on a different server (operated by you or a third party) that supports equivalent copying facilities, provided you maintain clear directions next to the object code saying where to find the Corresponding Source. Regardless of what server hosts the Corresponding Source, you remain obligated to ensure that it is available for as long as needed to satisfy these requirements. \* e) Convey the object code using peer-to-peer transmission, provided you inform other peers where the object code and Corresponding Source of the work are being offered to the general public at no charge under subsection 6d.

A separable portion of the object code, whose source code is excluded from the Corresponding Source as a System Library, need not be included in conveying the object code work.

A "User Product" is either (1) a "consumer product", which means any tangible personal property which is normally used for personal, family, or household purposes, or (2) anything designed or sold for incorporation into a dwelling. In determining whether a product is a consumer product, doubtful cases shall be resolved in favor of coverage. For a particular product received by a particular user, "normally used" refers to a typical or common use of that class of product, regardless of the status of the particular user or of the way in which the particular user actually uses, or expects to use, or is expected to use, the product. A product is a consumer product regardless of whether the product has substantial commercial, industrial or non-consumer uses, unless such uses represent the only significant mode of use of the product.

"Installation Information" for a User Product means any methods, procedures, authorization keys, or other information required to install and execute modified versions of a covered work that is User Product from a modified version of its Corresponding Source. The information must suffice to ensure that the continued functioning of the modified object code is in no case prevented or interfered with solely because modification has been made.

If you convey an object code work under this section in, or with, or specifically for use in, a User Product, and the conveying occurs as part of a transaction in which the right of possession and use of the User Product is transferred to the recipient in perpetuity or for a fixed term (regardless of how the transaction is characterized), the Corresponding Source conveyed under this section must be accompanied by the Installation Information. But this requirement does not apply if neither you nor any third party retains the ability to install modified object code on the User Product (for example, the work has been installed in ROM).

The requirement to provide Installation Information does not include a requirement to continue to provide support service, warranty, or updates for a work that has been modified or installed by the recipient, or for the User Product in which it has been modified or installed. Access to a network may be denied when the modification itself materially and adversely affects the operation of the network or violates the rules and protocols for communication across the network.

Corresponding Source conveyed, and Installation Information provided, in accord with this section must be in a format that is publicly documented (and with an implementation available to the public in source code form), and must require no special password or key for unpacking, reading or copying. 7. Additional Terms.

"Additional permissions" are terms that supplement the terms of this License by making exceptions from one or more of its conditions. Additional permissions that are applicable to the entire Program shall be treated as though they were included in this License, to the extent that they are valid under applicable law. If additional permissions apply only to part of the Program, that part may be used separately under those permissions, but the entire Program remains governed by this License without regard to the additional permissions.

When you convey a copy of a covered work, you may at your option remove any additional permissions from that copy, or from any part of it. (Additional permissions may be written to require their own removal in certain cases when you modify the work.) You may place additional permissions on material, added by you to a covered work, for which you have or can give appropriate copyright permission.

Notwithstanding any other provision of this License, for material you add to a covered work, you may (if authorized by the copyright holders of that material) supplement the terms of this License with terms:

\* a) Disclaiming warranty or limiting liability differently from the terms of sections 15 and 16 of this License; or \* b) Requiring preservation of specified reasonable legal notices or author attributions in that material or in the Appropriate Legal Notices displayed by works containing it; or \* c) Prohibiting misrepresentation of the origin of that material, or requiring that modified versions of such material be marked in reasonable ways as different from the original version; or \* d) Limiting the use of that material for publicity purposes of names of licensors or authors of the material; or \* e) Declining to grant rights under trademark law for use of some trade names, trademarks, or service marks; or \* f) Requiring indemnification of licensors and authors of that material by anyone who conveys the material (or modified versions of it) with contractual assumptions of liability to the recipient, for any liability that these contractual assumptions directly impose on those licensors and authors.

All other non-permissive additional terms are considered "further restrictions" within the meaning of section 10. If the Program as you received it, or any part of it, contains a notice stating that it is governed by this License along with a term that is a further restriction, you may remove that term. If a license document contains a further restriction but permits relicensing or conveying under this License, you may add to a covered work material governed by the terms of that license document, provided that the further restriction does not survive such relicensing or conveying.

If you add terms to a covered work in accord with this section, you must place, in the relevant source files, a statement of the additional terms that apply to those files, or a notice indicating where to find the applicable terms.

Additional terms, permissive or non-permissive, may be stated in the form of a separately written license, or stated as exceptions; the above requirements apply either way. 8. Termination.

You may not propagate or modify a covered work except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to propagate or modify it is void, and will automatically terminate your rights under this License (including any patent licenses granted under the third paragraph of section 11).

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, you do not qualify to receive new licenses for the same material under section 10.9. Acceptance Not Required for Having Copies.

You are not required to accept this License in order to receive or run a copy of the Program. Ancillary propagation of a covered work occurring solely as a consequence of using peer-to-peer transmission to receive a copy likewise does not require acceptance. However, nothing other than this License grants

you permission to propagate or modify any covered work. These actions infringe copyright if you do not accept this License. Therefore, by modifying or propagating a covered work, you indicate your acceptance of this License to do so. 10. Automatic Licensing of Downstream Recipients.

Each time you convey a covered work, the recipient automatically receives a license from the original licensors, to run, modify and propagate that work, subject to this License. You are not responsible for enforcing compliance by third parties with this License.

An "entity transaction" is a transaction transferring control of an organization, or substantially all assets of one, or subdividing an organization, or merging organizations. If propagation of a covered work results from an entity transaction, each party to that transaction who receives a copy of the work also receives whatever licenses to the work the party's predecessor in interest had or could give under the previous paragraph, plus a right to possession of the Corresponding Source of the work from the predecessor in interest, if the predecessor has it or can get it with reasonable efforts.

You may not impose any further restrictions on the exercise of the rights granted or affirmed under this License. For example, you may not impose a license fee, royalty, or other charge for exercise of rights granted under this License, and you may not initiate litigation (including a cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that any patent claim is infringed by making, using, selling, offering for sale, or importing the Program or any portion of it. 11. Patents.

A "contributor" is a copyright holder who authorizes use under this License of the Program or a work on which the Program is based. The work thus licensed is called the contributor's "contributor version".

A contributor's "essential patent claims" are all patent claims owned or controlled by the contributor, whether already acquired or hereafter acquired, that would be infringed by some manner, permitted by this License, of making, using, or selling its contributor version, but do not include claims that would be infringed only as a consequence of further modification of the contributor version. For purposes of this definition, "control" includes the right to grant patent sublicenses in a manner consistent with the requirements of this License.

Each contributor grants you a non-exclusive, worldwide, royalty-free patent license under the contributor's essential patent claims, to make, use, sell, offer for sale, import and otherwise run, modify and propagate the contents of its contributor version.

In the following three paragraphs, a "patent license" is any express agreement or commitment, however denominated, not to enforce a patent (such as an express permission to practice a patent or covenant not to sue for patent infringement). To "grant" such a patent license to a party means to make such an agreement or commitment not to enforce a patent against the party.

If you convey a covered work, knowingly relying on a patent license, and the Corresponding Source of the work is not available for anyone to copy, free of charge and under the terms of this License, through a publicly available network server or other readily accessible means, then you must either (1) cause the Corresponding Source to be so available, or (2) arrange to deposit yourself of the benefit of the patent license for this particular work, or (3) arrange, in a manner consistent with the requirements of this License, to extend the patent license to downstream recipients. "Knowingly relying" means you have actual knowledge that, but for the patent license, your conveying the covered work in a country, or your recipient's use of the covered work in a country, would infringe one or more identifiable patents in that country that you have reason to believe are valid.

If, pursuant to or in connection with a single transaction or arrangement, you convey, or propagate by procuring conveyance of, a covered work, and grant a patent license to some of the parties receiving the covered work authorizing them to use, propagate, modify or convey a specific copy of the covered work, then the patent license you grant is automatically extended to all recipients of the covered work and works based on it.

A patent license is "discriminatory" if it does not include within the scope of its coverage, prohibits the exercise of, or is conditioned on the non-exercise of one or more of the rights that are specifically granted under this License. You may not convey a covered work if you are a party to an arrangement with a third party that is in the business of distributing software, under which you make payment to the third party based on the extent of your activity of conveying the work, and under which the third party grants, to any of the parties who would receive the covered work from you, a discriminatory patent license (a) in connection with copies of the covered work conveyed by you (or copies made from those copies), or (b) primarily for and in connection with specific products or compilations that contain the covered work, unless you entered into that arrangement, or that patent license was granted, prior to 28 March 2007.

Nothing in this License shall be construed as excluding or limiting any implied license or other defenses to infringement that may otherwise be available to you under applicable patent law. 12. No Surrender of Others' Freedom.

If conditions are imposed on you (whether by court order, agreement or otherwise) that contradict the conditions of this License, they do not excuse you from the conditions of this License. If you cannot convey a covered work so as to satisfy simultaneously your obligations under this License and any other pertinent obligations, then as a consequence you may not convey it at all. For example, if you agree to terms that obligate you to collect a royalty for further conveying from those to whom you convey the Program, the only way you could satisfy both those terms and this License would be to refrain entirely from conveying the Program. 13. Use with the GNU Affero General Public License.

Notwithstanding any other provision of this License, you have permission to link or combine any covered work with a work licensed under version 3 of the GNU Affero General Public License into a single combined work, and to convey the resulting work. The terms of this License will continue to apply to the part which is the covered work, but the special requirements of the GNU Affero General Public License, section 13, concerning interaction through a network will apply to the combination as such. 14. Revised Versions of this License.

The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the GNU General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Program specifies that a certain numbered version of the GNU General Public License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that numbered version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Program does not specify a version number of the GNU General Public License, you may choose any version ever published by the Free Software Foundation.

If the Program specifies that a proxy can decide which future versions of the GNU General Public License can be used, that proxy's public statement of

acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Program.

Later license versions may give you additional or different permissions. However, no additional obligations are imposed on any author or copyright holder as a result of your choosing to follow a later version. 15. Disclaimer of Warranty.

THIS IS NO WARRANTY FOR THE PROGRAM, TO THE EXTENT PERMITTED BY APPLICABLE LAW. EXCEPT WHEN OTHERWISE STATED IN WRITING THE COPYRIGHT HOLDERS AND/OR OTHER PARTIES PROVIDE THE PROGRAM "AS IS" WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EITHER EXPRESSED OR IMPLIED, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. THE ENTIRE RISK AS TO THE QUALITY AND PERFORMANCE OF THE PROGRAM IS WITH YOU. SHOULD THE PROGRAM PROVE DEFECTIVE, YOU ASSUME THE COST OF ALL NECESSARY SERVICING, REPAIR OR CORRECTION. 16. Limitation of Liability.

IN NO EVENT UNLESS REQUIRED BY APPLICABLE LAW OR AGREED TO IN WRITING WILL ANY COPYRIGHT HOLDER, OR ANY OTHER PARTY WHO MODIFIES AND/OR CONVEYS THE PRO-

## 19.2 GNU Free Documentation License

Version 1.3, 3 November 2008

Copyright © 2000, 2001, 2002, 2007, 2008 Free Software Foundation, Inc. <<http://fsf.org/>>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed. 0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference. 1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains in its document the copyright holder's saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A Secondary Section is named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The Invariant Sections are certain Secondary Sections whose titles are designated in the notice that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, presented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text nearest the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

The "publisher" means any person or entity that distributes copies of the Document to the public.

A section Entitled XYZ means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that

GRAM AS PERMITTED ABOVE, BE LIABLE TO YOU FOR DAMAGES, INCLUDING ANY GENERAL, SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES ARISING OUT OF THE USE OR INABILITY TO USE THE PROGRAM (INCLUDING BUT NOT LIMITED TO LOSS OF DATA OR DATA BEING RENDERED INACCURATE OR LOSSES SUSTAINED BY YOU OR THIRD PARTIES OR A FAILURE OF THE PROGRAM TO OPERATE WITH ANY OTHER PROGRAMS), EVEN IF SUCH HOLDER OR OTHER PARTY HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES. 17. Interpretation of Sections 15 and 16.

If the disclaimer of warranty and limitation of liability provided above cannot be given local legal effect according to their terms, reviewing courts shall apply local law that most closely approximates an absolute waiver of all civil liability in connection with the Program, unless a warranty or assumption of liability accompanies a copy of the Program in return for a fee.

END OF TERMS AND CONDITIONS How to Apply These Terms to Your New Programs

If you develop a new program, and you want it to be of the greatest possible use to the public, the best way to achieve this is to make it free software which everyone can redistribute and change under these terms.

translates XYZ into another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as Acknowledgements, "Dedications", Endorsements, or "History"). To "Preserve the Title" of a section XYZ when you modify the Document means that it remains a section Entitled XYZ according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties; any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License. 2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies. 3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document. 4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

\* A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission. \* B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement. \* C. State on the Title Page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher. \* D. Preserve all the copyright notices of the Document. \* E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices. \* F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below. \* G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice. \* H. Include an unaltered copy of this License. \* I. Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous section. \* J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions if they were based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or for the original publisher of the version it refers to gives permission. \* K. For any section Entitled Acknowledgements or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section

To do so, attach the following notices to the program. It is safest to attach them to the start of each source file but most effectively state the extension of warranty; and each file should have at least the "copyright" line and a pointer to where the full notice is found.

<one line to give the program's name and a brief idea of what it does.> Copyright (C) <year> <name of author>

This program is free software; you can redistribute it and/or modify it under the terms of the GNU General Public License as published by the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or (at your option) any later version.

This program is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU General Public License along with this program. If not, see <<http://www.gnu.org/licenses/>>.

Also add information on how to contact you by electronic and paper mail.

all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein. \* L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles. \* M. Delete any section Entitled Endorsements. Such a section may not be included in the Modified Version. \* N. Do not retile any existing section to be Entitled Endorsements to conflict in title with any Invariant Section. \* O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled Endorsements, provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties—for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. You may add a passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version. 5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled Acknowledgements, and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled Endorsements. 6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document. 7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an aggregate if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate. 8. TRANSLATION

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

"The Library" refers to a covered work governed by this License, other than an Application or a Combined Work as defined below.

An "Application" is any work that makes use of an interface provided by the Library, but which is not otherwise based on the Library. Defining a subclass of a class defined by the Library is deemed a mode of using an interface provided by the Library.

If the program does terminal interaction, make it output a short notice like this when it starts in an interactive mode:

<program> Copyright (C) <year> <name of author>; This program comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY; for details type 'show w'. This is free software, and you are welcome to redistribute it under certain conditions; type 'show c' for details.

The hypothetical commands 'show w' and 'show c' should show the appropriate parts of the General Public License. Of course, your program's commands might be different; for a GUI interface, you would use an "about box".

You should also get your employer (if you work as a programmer) or school, if any, to sign a "copyright disclaimer" for the program, if necessary. For more information on this, and how to apply and follow the GNU GPL, see <<http://www.gnu.org/licenses/>>.

The GNU General Public License does not permit incorporating your program into proprietary programs. If your program is a subroutine library, you may consider it more useful to permit linking proprietary applications with the library. If this is what you want to do, use the GNU Lesser General Public License instead of this License. But first, please read <<http://www.gnu.org/philosophy/why-not-lgpl.html>>.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title. 9. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, or distribute it is void, and will automatically terminate your rights under this License.

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, receipt of a copy of some or all of the same material does not give you any rights to use it. 10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License or any later version applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document specifies that a proxy can decide which future versions of this License can be used, that proxy's public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Document. 11. RELICENSING

"Massive Multiauthor Collaboration Site" (or "MMC Site") means any World Wide Web server that publishes copyrightable works and also provides prominent facilities for anybody to edit those works. A public wiki that anybody can edit is an example of such a server. A "Massive Multiauthor Collaboration" (or "MMC") contained in the site means any set of copyrightable works thus published on the MMC site.

"CC-BY-SA" means the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 license published by Creative Commons Corporation, a not-for-profit corporation with a principal place of business in San Francisco, California, as well as future copyleft versions of that license published by that same organization.

Incorporate means to publish or republish a Document, in whole or in part, as part of another Document.

An MMC is eligible for relicensing if it is licensed under this License, and if all works that were first published under this License somewhere other than this MMC, and subsequently incorporated in whole or in part into the MMC, (1) had no cover texts or invariant sections, and (2) were thus incorporated prior to November 1, 2008.

The operator of an MMC Site may republish an MMC contained in the site under CC-BY-SA on the same site at any time before August 1, 2009, provided the MMC is eligible for relicensing. ADDENDUM: How to use this License for your documents

To use this license in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

Copyright (C) YEAR YOUR NAME. Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation, with Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the "with ... Texts." line with this:

with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.

A "Combined Work" is a work produced by combining or linking an Application with the Library. The particular version of the Library with which the Combined Work was made is also called the "Linked Version".

The "Minimal Corresponding Source" for a Combined Work means the Corresponding Source for the Combined Work, excluding any source code for portions of the Combined Work that, considered in isolation, are based on the Application, and not on the Linked Version.

## 19.3 GNU Lesser General Public License

GNU LESSER GENERAL PUBLIC LICENSE

Version 3, 29 June 2007

Copyright © 2007 Free Software Foundation, Inc. <<http://fsf.org/>>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

This version of the GNU Lesser General Public License incorporates the terms and conditions of version 3 of the GNU General Public License, supplemented by the additional permissions listed below. 0. Additional Definitions.

As used herein, "this License" refers to version 3 of the GNU Lesser General Public License, and the "GNU GPL" refers to version 3 of the GNU General Public License.

The “Corresponding Application Code” for a Combined Work means the object code and/or source code for the Application, including any data and utility programs needed for reproducing the Combined Work from the Application, but excluding the System Libraries of the Combined Work. 1. Exception to Section 3 of the GNU GPL.

You may convey a covered work under sections 3 and 4 of this License without being bound by section 3 of the GNU GPL. 2. Conveying Modified Versions.

If you modify a copy of the Library, and, in your modifications, a facility refers to a function or data to be supplied by an Application that uses the facility (other than as an argument passed when the facility is invoked), then you may convey a copy of the modified version:

\* a) under this License, provided that you make a good faith effort to ensure that, in the event an Application does not supply the function or data, the facility still operates, and performs whatever part of its purpose remains meaningful, or \* b) under the GNU GPL, with none of the additional permissions of this License applicable to that copy.

### 3. Object Code Incorporating Material from Library Header Files.

The object code form of an Application may incorporate material from a header file that is part of the Library. You may convey such object code under

terms of your choice, provided that, if the incorporated material is not limited to numerical parameters, data structure layouts and accessors, or small macros, inline functions and templates (ten or fewer lines in length), you do both of the following:

\* a) Give prominent notice with each copy of the object code that the Library is used in it and that the Library and its use are covered by this License. \* b) Accompany the object code with a copy of the GNU GPL and this license document.

### 4. Combined Works.

You may convey a Combined Work under terms of your choice that, taken together, effectively do not restrict modification of the portions of the Library contained in the Combined Work, and reverse engineering for debugging such modifications, if you also do each of the following:

\* a) Give prominent notice with each copy of the Combined Work that the Library is used in it and that the Library and its use are covered by this License. \* b) Accompany the Combined Work with a copy of the GNU GPL and this license document. \* c) For a Combined Work that displays copyright notices during execution, include the copyright notice for the Library among these notices, as well as a reference directing the user to the copies of the GNU GPL and this license document. \* d) Do one of the following: o 0) Convey the Minimal Corresponding Source under the terms of this License, and the Corresponding Application Code in a form suitable for, and

under terms that permit, the user to recombine or relink the Application with a modified version of the Linked Version to produce a modified Combined Work, in the manner specified by section 6 of the GNU GPL for conveying Corresponding Source. o 1) Use a suitable shared library mechanism for linking with the Library. A suitable mechanism is one that (a) uses at run time a copy of the Library already present on the user's computer system, and (b) will operate properly with a modified version of the Library that is interface-compatible with the Linked Version. \* e) Provide Installation Information, but only if you would otherwise be required to provide such information under section 6 of the GNU GPL, and only to the extent that such information is necessary to install and execute a modified version of the Combined Work produced by recombining or relinking the Application with a modified version of the Linked Version. (If you use option 4d0, the Installation Information must accompany the Minimal Corresponding Source and Corresponding Application Code. If you use option 4d1, you must provide the Installation Information in the manner specified by section 6 of the GNU GPL for conveying Corresponding Source.)

### 5. Combined Libraries.

You may place library facilities that are a work based on the Library side by side in a single library together with other library facilities that are not Applications and are not covered by this License, and convey such a combined library under terms of your choice, if you do both of the following:

\* a) Accompany the combined library with a copy of the same work based on the Library, uncombined with any other library facilities, conveyed under the terms of this License. \* b) Give prominent notice with the combined library that part of it is a work based on the Library, and explaining where to find the accompanying uncombined form of the same work.

### 6. Revised Versions of the GNU Lesser General Public License.

The Free Software Foundation may publish revised and/or new versions of the GNU Lesser General Public License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns.

Each version is given a distinguishing version number. If the Library as you received it specifies that a certain numbered version of the GNU Lesser General Public License “or any later version” applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that published version or of any later version published by the Free Software Foundation. If the Library as you received it does not specify a version number of the GNU Lesser General Public License, you may choose any version of the GNU Lesser General Public License ever published by the Free Software Foundation.

If the Library as you received it specifies that a proxy can decide whether future versions of the GNU Lesser General Public License shall apply, that proxy's public statement of acceptance of any version is permanent authorization for you to choose that version for the Library.