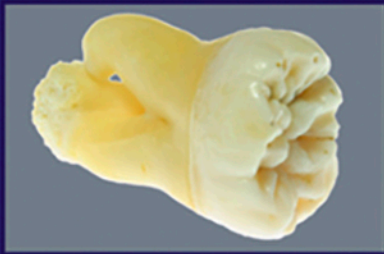


Weisser/Steinhauser/Mautner

Handbuch der dentalen Fotografie



Weisser/Steinhauser/Mautner

Handbuch der dentalen Fotografie



Verlag Neuer Merkur GmbH

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

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

© 2008 Verlag Neuer Merkur GmbH

Verlagsort: Postfach 60 06 62, D-81206 München

Alle Urheberrechte vorbehalten. Vervielfältigungen bedürfen der besonderen Genehmigung.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmung und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Alle in dieser Veröffentlichung enthaltenen Angaben, Ergebnisse usw. wurden vom Autor nach bestem Wissen erstellt und von ihm und dem Verlag mit größtmöglicher Sorgfalt überprüft. Gleichwohl sind inhaltliche Fehler nicht vollständig auszuschließen. Daher erfolgen alle Angaben ohne jegliche Verpflichtung oder Garantie des Verlages oder des Autors. Sie garantieren oder haften nicht für etwaige inhaltliche Unrichtigkeiten (Produkthaftungsausschluss). Im Text sind Warennamen, die patent- oder urheberrechtlich geschützt sind, nicht unbedingt als solche gekennzeichnet. Aus dem Fehlen eines besonderen Hinweises oder des Zeichens ® darf nicht geschlossen werden, es bestehe kein Warenschutz.

Wolfgang Weisser/Matthias Steinhauser/Wilfried Mautner

Handbuch der dentalen Fotografie

ISBN 978-3-937346-25-0 – 1. Auflage 2008

Layout: Dagmar Papic/Karin Hirl/Peter Hänsler

Druck: Kessler Druck + Medien, Bobingen

Vorwort

Der Umgang mit Kamera und Computersoftware ist heutzutage keine Hexerei mehr und kann in relativ kurzer Zeit erlernt werden. Einstellungen an der Kamera vorzunehmen, sind mit Hilfe des Handbuches und weiterführender Buchlektüre sowie dem unerschöpflichen Wissen aus dem Internet ein Kinderspiel. Die Beherrschung des Computers und der notwendigen Software setzen allerdings viel Geduld voraus, um sich das notwendige Know-how anzueignen. Auch hierzu gibt es viel unterstützende Literatur.

Das Autorenteam hat die Gebiete der Kamerahandhabung, des Zubehörs und der Bildbearbeitung am Computer in eigenständigen Kapiteln behandelt. In diesen Kapiteln werden jedoch nur die Grundkenntnisse aufgezeigt, über die der Hobbyfotograf wie auch der Profi Bescheid wissen sollte. Zur Vertiefung dieses Wissens wird auf weiterführende Literatur verwiesen, die in Internetforen oder in Buchhandlungen erworben werden kann.

Der Schwerpunkt dieses Buches konzentriert sich auf das hervorragende Bildmaterial,

das anhand guter und weniger guter Beispiele den oft kompliziert erscheinenden und doch so einfachen Weg aufzeigt, die gewünschten Motive und kreativen Ideen in optimaler Form zu verwirklichen. Die zahlreichen Beispiele der sehr ästhetisch präsentierten zahntechnischen Arbeiten können als Vorlage für eigene, vielfältige Kreationen im zahntechnischen Bereich dienen, um die Zusammenarbeit von Zahn-techniker, Zahnarzt und dem Träger des Zahnersatzes zu unterstützen und zu erleichtern.

So lassen die Autoren die Bilder selber sprechen, durch die Formen des natürlichen Designs, die Ästhetik des Motivs in Kombination mit Hintergrund und Umgebung und der Detailgenauigkeit. Damit bewahrheitet sich der bevorzugte Satz von Wolfgang Weisser:

„Ein Bild sagt mehr als tausend Worte.“

Peter Hänssler
Verlag Neuer Merkur

6 Widmung

Widmen möchte ich meinen Teil dieses Buches meinem lieben Schatz Anita, schon allein deshalb, dass es sie gibt und dafür, dass sie immer für mich da ist.

Matthias Steinhauser

Inhalt

Vorwort	5	2	Kameraeinstellungen	33
Inhalt	7	2.1	Die wichtigsten Kamerafunktionen	34
1 Die Kamera	11	2.1.1	Allgemeine Funktionen	34
1.1 Geschichte	11	2.1.2	Programmmodus/Programmautomatik	35
1.1.1 Die Lochkamera	11	2.1.3	Blendenvorwahl/Zeitautomatik	35
1.1.2 Das Objektiv	14	2.1.4	Zeitvorwahl/Blendenautomatik	36
1.1.3 Die Konstruktion des Bildes	15	2.1.5	Manueller Modus	36
1.2 Kamerasysteme	17	2.1.5.1	Manuelle Nachführmessung	37
1.2.1 Analog – Digital	17	2.1.6	Manueller Blitzmodus	37
1.2.2 Typische Kamerasysteme	18	2.1.6.1	Manuelle Vorwahl von Blende und Blitzsynchronzeit	38
1.3 Digitalfotografie	20	2.1.7	Automatischer TTL-Blitzmodus	38
1.3.1 Die wichtigsten Unterschiede zwischen Digital- und Analogfotografie	20	2.1.8	Grundeinstellungen im Bild	39
1.3.1.1 Sofortige Bildverfügbarkeit	20	2.2 Belichtung	48	
1.3.1.2 Individueller Weißabgleich	20	2.2.1	Belichtungsparameter	48
1.3.1.3 Bildformat bzw. Seitenverhältnis	20	2.2.1.1	Die manuelle Belichtungskorrektur	49
1.3.1.4 Bildsensorgröße → Äquivalenzbrennweite	21	2.2.2	Verlängerungsfaktor	52
1.4 Digitalkameras	24	2.2.3	Blende	53
1.4.1 Die Auflösung	25	2.2.3.1	Einfluss der Blende auf den Zerstreuungskreis	55
1.4.2 Die Auslöseverzögerung	26	2.2.4	Öffnungsverhältnis (Lichtstärke)	57
1.4.3 Die Objektivqualität	26	2.2.5	Brennweite	57
1.4.3.1 Das Zoom	27	2.2.5.1	Normalbrennweite	57
1.4.3.2 Makro	28	2.2.5.2	Äquivalenzbrennweite	58
1.4.4 Manuelle Einstellmöglichkeiten	28	2.2.6	Schärfentiefe	59
1.4.4.1 Fokussierung bzw. Einstellung der Entfernung	28	2.2.6.1	Unschärfe- bzw. Zerstreuungskreis- durchmesser	61
1.4.4.2 Belichtung – die Einstellung von Blende und Belichtungszeit	29	2.2.6.2	Schärfezentrum	63
1.4.5 Aufsteckschuh für externe Blitzgeräte	30	2.3 Weißabgleich	65	
1.4.6 Der Kamera-Akku	30	2.3.1	Der Weißabgleich bei der Digitalkamera	66
1.4.7 Speicherkarten	30	2.3.2	Kontrolle des Weißabgleichs durch das Repro einer Farbtesttafel	67
1.4.8 Sonstiges	31	2.3.3	Auswirkungen in der Praxis	68
		2.3.4	Farbverschiebungen gezielt eingesetzt	69
		2.3.5	Bildbeispiele	70

8 Inhalt

2.4	Die optische Abbildung	76	3.4.4	Praktische Anwendung	111
2.4.1	Filmformat (Bildsensorgröße)	76	3.5	Sonstiges Zubehör	125
2.4.2	Der Abbildungsmaßstab	77	3.5.1	Tasche	125
2.4.3	Bildkreis	79	3.5.2	Ersatzakku	126
3	Die Kameraausrüstung	81	3.5.3	Speicherkarten	126
3.1	Objektive	82	3.5.4	Stativ	126
3.1.1	Das Normalobjektiv	82	3.5.4.1	Das Dreibein-Stativ	126
3.1.2	Weitwinkelobjektive	83	3.5.4.2	Das Einbein-Stativ	127
3.1.3	Teleobjektive	84	3.5.4.3	Das Schulter-Stativ	128
3.1.4	Zoomobjektive	84	3.5.4.4	Das Brust-Stativ	128
3.1.5	Makroobjektive	84	3.5.5	Nützliches Zubehör	128
3.1.6	Telekonverter	85	4	Der Computer für die Bildbearbeitung	131
3.1.7	Die Objektivauswahl der Autoren	85	4.1	Der PC	132
3.1.7.1	Empfehlung von Wilfried Mautner	85	4.1.1	Der Prozessor	132
3.1.7.2	Empfehlung von Matthias Steinhauser	86	4.1.2	Der Arbeitsspeicher	132
3.1.7.3	Empfehlung von Wolfgang Weisser	87	4.1.3	Die Festplatte	132
3.2	Filmmaterial	89	4.1.4	Die Grafikkarte	134
3.2.1	Reprobeleuchtung und Leuchtkasten mit genormten Tageslichtlampen	89	4.1.5	CD- und/oder DVD-Brenner	135
3.2.2	Das Arbeiten mit Farbtesttafeln	90	4.2	Eingabegeräte	135
3.3	Lichtführung	92	4.2.1	Die Tastatur	135
3.3.1	Die Praxis	93	4.2.2	Die Maus	135
3.3.2	Belichtungsmesser	94	4.2.3	Grafiktablett mit Stifteingabe	136
3.3.2.1	Die Belichtungsmessung mit der Graukarte	94	4.3	Weitere Computer-Ausstattung	136
3.3.2.2	Indirekte Lichtmessung mit der Graukarte	95	4.3.1	USB-Anschlüsse	136
3.3.2.3	Praktische Anwendung	98	4.3.2	FireWire	136
3.3.3	Farbtemperatur	99	4.4	Peripherie-Geräte	137
3.3.3.1	Farbetemperatur und Lichtfarbe	99	4.4.1	Kartenlesegerät	137
3.3.3.2	Farbetemperaturmessung	99	4.4.2	Scanner	137
3.3.3.3	Miredwert	100	4.4.3	Drucker	138
3.3.4	Filter	101	4.4.3.1	Tintenstrahldrucker	138
3.3.4.1	Filter und Licht	101	4.4.3.2	Farblaserdrucker	138
3.3.4.2	Filterprogramm	101	4.5	Internet	139
3.4	Lichtquellen	105	4.6	Sicherheit	139
3.4.1	Dauerlichtquellen	105	4.7	Updates	139
3.4.2	Blitzgeräte	106	4.8	Antiviren-Programm	140
3.4.3	Praktischer Geräteinsatz	106	4.9	Firewall	140

4.9.1	Desktop-Firewall	140	5.6.6	Retuschieren	163
4.9.2	Hardware-Firewall	140	5.6.7	Schärfen	164
4.9.2.1	Der Router	141			
4.9.2.2	Die Funktion der Firewall	141	6	Angewandte Fotografie	169
4.10	Datensicherung	141	6.1	Naturfotografie	170
4.11	Informationsbeschaffung	142	6.2	Sachfotografie	171
			6.2.1	Modellvorbereitung	171
5	Bildbearbeitung	145	6.2.2	Zahntechnische Dokumentation	171
5.1	Einführung	146	6.2.3	Hintergrund	172
5.1.1	Bildbearbeitungsprogramme	146	6.2.4	Anordnung – Ausrichtung	173
5.1.2	Grafik-Betrachter, Archivierungs-Programme	147	6.2.5	Schatten und Licht	173
5.1.3	Sonderprogramme	148	6.2.6	Effekte	174
5.2	Datenformate	148	6.2.7	Requisiten	175
5.2.1	JPEG	148	6.2.8	Beispielanwendungen	177
5.2.2	TIFF	149	6.2.9	Digital contra analog	196
5.2.3	BMP	149	6.3	Makrofotografie	201
5.2.4	GIF	150	6.3.1	Abbildungsmaßstab	201
5.2.5	PNG	150	6.3.2	Schärfentiefe	201
5.2.6	RAW	150	6.3.3	Förderliche Blende	202
5.3	Farbmanagement	151	6.3.4	Praktische Anwendung	203
5.3.1	Das Licht in der Fotografie	151	6.3.4.1	Zähne	203
5.3.2	Druckfarben	152	6.3.4.2	Technik	204
5.3.3	Die Farbmodelle	153	6.3.4.3	Geräte	207
5.4	Auflösung	156	6.3.5	Makrozubehör	207
5.4.1	Abhängigkeit der Bildauflösung	156	6.4	Mundfotografie	210
5.4.2	Monitоруауflösung	156	6.4.1	Aufnahmen ohne Mundspiegel	211
5.4.3	Auflösung des ausgedruckten Papierabzugs	156	6.4.2	Aufnahmen ohne Mundspanner	212
5.4.4	Praxistauglichkeit	156	6.4.3	Aufnahmen mit Mundspanner	216
5.4.5	Pixel	158	6.4.4	Aufnahmen mit Mundspiegel	217
5.4.6	dpi	159	6.5	Andere Fotografiebereiche	223
5.5	Bildformate	159	6.5.1	Standardsicht	223
5.6	Bearbeitung	159	6.5.2	s/w-Aufnahmen	243
5.6.1	Ausschnitt	159	6.5.3	Dokumentation in der Operationsfotografie	243
5.6.2	Histogramm	160	6.5.4	Porträtfotografie	255
5.6.3	Gradation	161	6.6	Fehler und Verbesserungsvorschläge	257
5.6.4	Kontrast	162	6.6.1	Arbeiten mit Ringblitz	258
5.6.5	Sättigung	162	6.6.2	Arbeiten mit Lateralblitz	263
			6.6.3	Arbeiten mit Lateralblitz, abgesoftet	266

10 Inhalt

6.7	Schnittbilder	281
6.7.1	Lichtführung	281
6.7.1.1	Auflicht	281
6.7.1.2	Durchlicht	281
6.7.1.3	Eigenstrahlung	283
6.7.2	Beispielanwendungen	284
7	Kleines Lexikon fotografischer Fachbegriffe	287
	Danksagung	302
	Autoren	305
	Stichwortverzeichnis	306



Die Kamera

1.1 Geschichte

1.1.1 Die Lochkamera

Die Lochkamera hat in der Entwicklung der Fotografie eine große Bedeutung. Die Erkenntnisse ihrer Anwendung ermöglichen es, logische Folgerungen für den praktischen Einsatz der *richtigen* Kameras zu ziehen.

Die Lochkamera besteht aus einem lichtdichten Kasten, an dessen Vorderseite sich ein kleines Loch befindet. Durch dieses Loch wird das Bild des fotografierten Gegenstands auf die Rückwand des Kastens projiziert. Dieses Bild steht, genau wie bei einer regulären Kamera, auf dem Kopf. Die Lichteintrittsöffnung muss verschließbar sein, damit das Bild nur während der Belichtung auf die Rückwand projiziert wird. An dieser Rückwand befindet sich der Film. Damit ist die Kamera bereits fertig. Da die Lochkamera kein Objektiv und somit keine Brennweite besitzt, wird der Abbildungsmaßstab über die Bildweite definiert.

Mit einem lichtundurchlässigen Schuhkarton, der an einer Seite ein winziges Loch besitzt und an dessen anderer Innenseite ein Film oder ein Fotopapier angebracht ist, besitzt man bereits eine funktionierende Kamera.

Lichtstrahlen breiten sich im Raum geradlinig aus. Befindet sich nun ein Objekt vor der Lochkamera, wird jeder einzelne Objektpunkt durch das Loch hindurch an einer einzigen Stelle als Bildpunkt auf die Filmebene projiziert. Im theoretischen Idealfall wird das Loch so groß gewählt, dass durch dieses winzige Loch auch nur ein *einzelner Licht-*

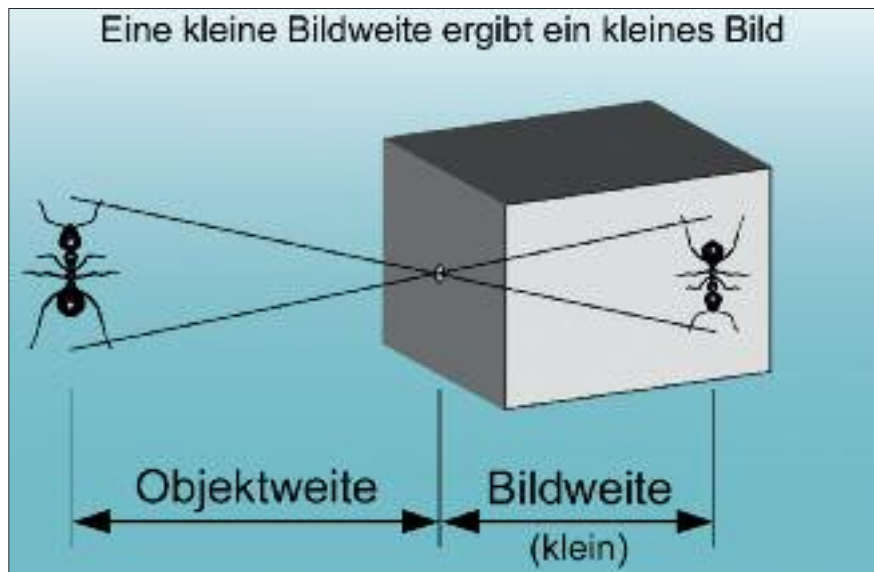


Abb. 1.1 Bei einer Lochkamera mit einer kleinen Bildweite erhält man ein kleines Bild.

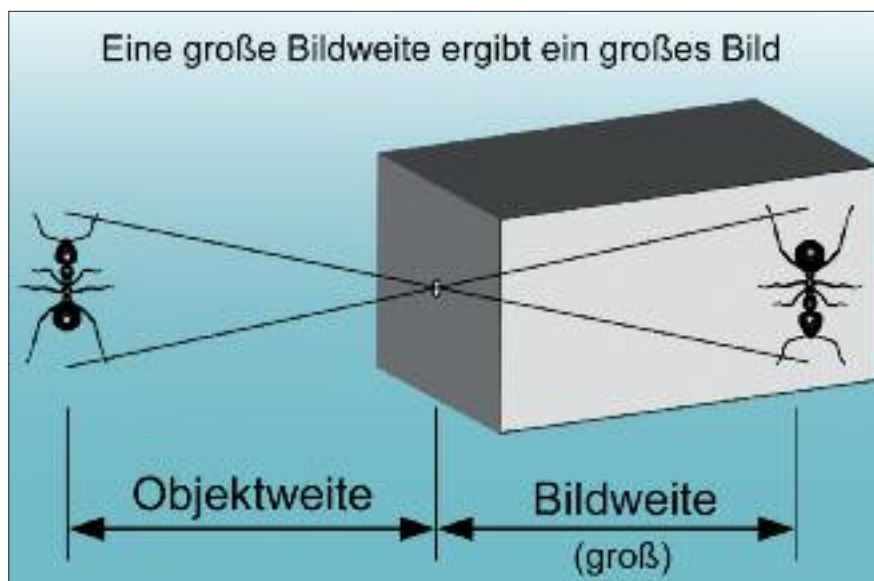


Abb. 1.2 Bei einer Lochkamera mit einer großen Bildweite erhält man ein großes Bild.

strahl auf die Bildebene fallen kann. Dadurch wird quasi der ganze Objektraum scharf auf der Filmebene abgebildet und man erhält theoretisch eine unendlich hohe Schärfentiefe (siehe Kapitel 2.2.6). Außerdem sind die Abbildungsleistung und das Auflösungsvermögen durch den Wegfall des Objektivs enorm hoch. Die Lochkamera hat durch diese Eigenschaften also einen großen Vorteil. Die Bildgröße des Objekts ergibt sich bei der Lochkamera aus der Bildweite. In **Abbildung 1.1** ist eine Lochkamera mit einer kleinen Bildweite abgebildet. Dadurch erhält man einen relativ *kleinen* Abbildungsmaßstab. Ist ein größerer Abbildungsmaßstab gewünscht, wird einfach die Bildweite vergrößert. **Abbildung 1.2** veranschaulicht dies in einfacher Weise. Durch die vergrößerte Bildweite werden die einzelnen Lichtstrahlen weiter *aufgefächert* und man erhält ein großes Bild.

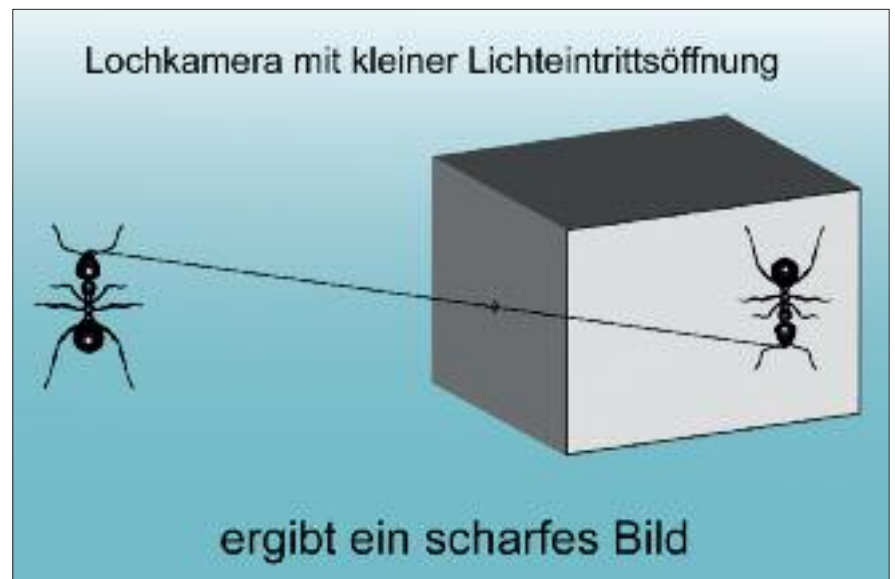
Durch das winzige Loch fällt nur sehr wenig Licht. Deshalb besitzt die Lochkamera eine sehr geringe *Lichtstärke*. Deswegen erhält man sehr lange Belichtungszeiten. Wird das Loch vergrößert, damit mehr Licht einfallen kann, entsteht jedoch ein gravierender Nachteil: Wegen des vergrößerten Lochs wird das Bild unscharf. Wird wie in **Abbildung 1.3** durch das winzige Loch ein Objektpunkt nur an einer einzelnen Stelle auf der Bildebene abgebildet, so zeigt **Abbildung 1.4**, dass bei einem größeren Loch jeder einzelne Objektpunkt an mehreren Orten auf der Bildebene abgebildet wird. Durch die runde Lichteintrittsöffnung wird also jeder Bildpunkt *kreisförmig* auf der Bildebene abgebildet. Man spricht hier von einem so genannten Unschärfekreis oder Zerstreuungskreis. Je größer das Loch an der Lochkamera, desto größer ist der Zerstreuungskreis.

In der Praxis wird bei der Lochkamera der Lochdurchmesser in Abhängigkeit der Bildweite so groß gewählt, dass man ein einigermaßen vernünftiges

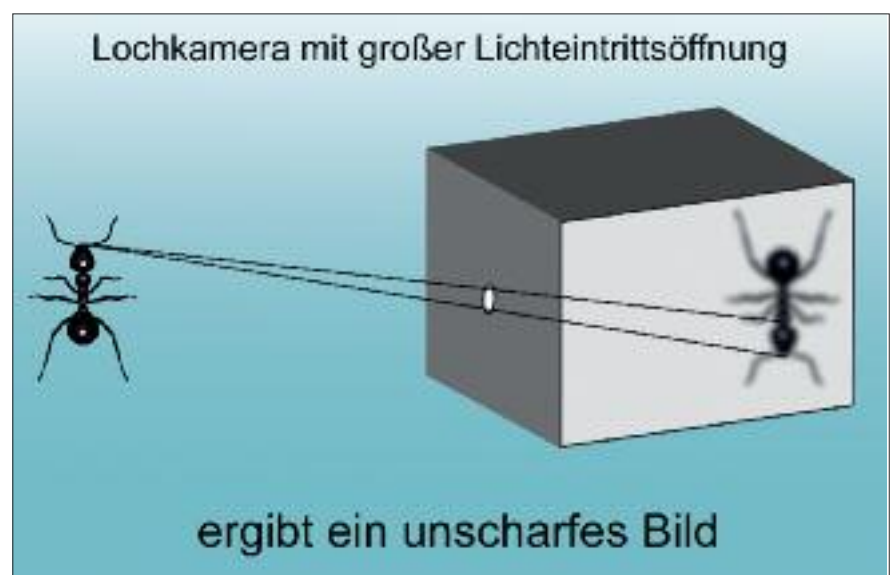
Verhältnis zwischen der *Lichtstärke*, dem Zerstreuungskreis und dem Abbildungsmaßstab erhält.

Wozu benötigt man an der Kamera überhaupt ein Objektiv?

Die Notwendigkeit eines Objektivs liegt darin, dass die Lochkamera zwei gravierende Nachteile besitzt. Der größte ist, wie bereits angesprochen, die extrem geringe Lichtstärke des *Objektivs* (hier:



■ **Abb. 1.3** Ein kleines Loch ergibt ein scharfes Bild.



■ **Abb. 1.4** Ein großes Loch ergibt ein unscharfes Bild.

14 Die Kamera – Kapitel 1

das winzige Loch). Durch dieses kleine Loch kann nur sehr wenig Licht auf die Filmebene fallen. Dadurch erhält man Belichtungszeiten von wenigen Minuten bis hin zu mehreren Stunden. Ebenfalls erhält man wegen dieser winzigen Öffnung durch Beugungserscheinung des Lichts eine so genannte *Beugungsunschärfe*, also eine Minderung der Schärfe über das gesamte Bild. Auf die Beugungserscheinung wird an dieser Stelle nicht näher eingegangen.

Um den Nachteil der geringen Lichtstärke der Lochkamera zu umgehen, wird in der Fotografie anstatt des Lochs ein Objektiv eingesetzt. Vereinfacht gesagt ist ein Objektiv nichts anderes als eine große Lichteintrittsöffnung, welche die *Eigenschaften* eines kleinen *Lochs* besitzt.



! **Abb. 1.5** Das vorliegende Objektiv besitzt eine *Brennweite* von 50 mm und eine *Lichtstärke* von 1 : 1,4.

1.1.2 Das Objektiv

Der Urvater des Objektivs ist das Brennglas bzw. die Lupe, die Briefmarkensammler auf dem Schreibtisch liegen haben. Abgesehen von der schlechten optischen Qualität und der daraus resultierenden unzureichenden Abbildungsqualität kann man theoretisch jede Lupe als Fotoobjektiv benutzen. In der Praxis werden jedoch hochwertige Linsenkonstruktionen zum Erzielen höchster Abbildungsqualitäten eingesetzt. Außerdem besitzt jedes Objektiv eine Blende, welche die wirksame Lichteintrittsöffnung verändern kann.

Ein Objektiv hat zwei wichtige Kenngrößen. Diese beiden Kenngrößen sind auf jedem Objektiv eingraviert bzw. aufgedruckt. Es handelt sich dabei um die *Brennweite* und die so genannte *Lichtstärke* (**Abb. 1.5**).

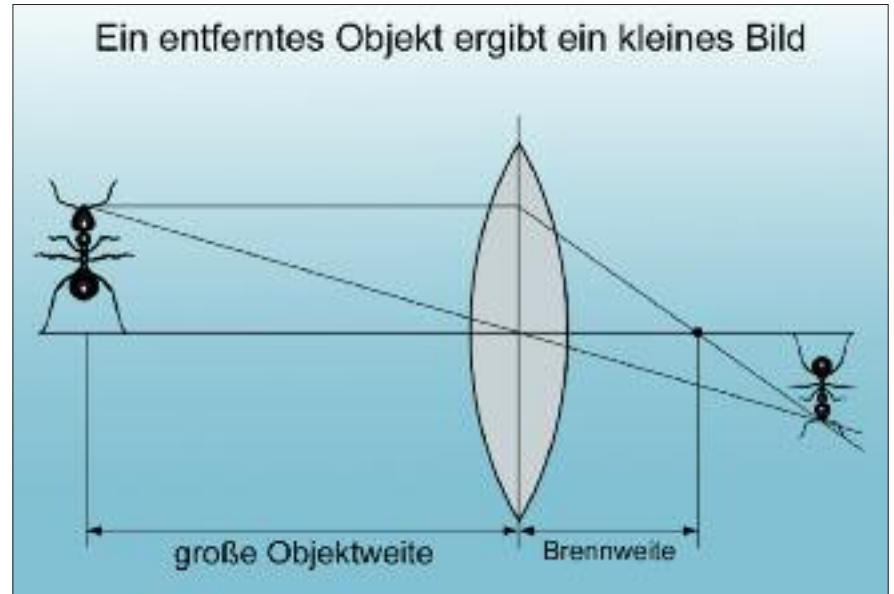
1.1.3 Die Konstruktion des Bildes

An einem Objektiv kann man von drei Lichtstrahlen problemlos ohne Berechnung vorhersagen, wie diese verlaufen. In der Praxis werden davon allerdings meist nur zwei Strahlen verwendet, da hiermit bereits ein Bild konstruiert werden kann. Der erste Strahl fällt parallel zur optischen Achse in das Objektiv ein und wird dann durch den Brennpunkt geleitet. Der zweite Strahl, der durch das *optische Zentrum* des Objektivs fällt, wird nicht gebrochen. Durch den entstehenden Schnittpunkt kann zeichnerisch das Bild ermittelt werden, welches von dem Objektiv erzeugt wird.

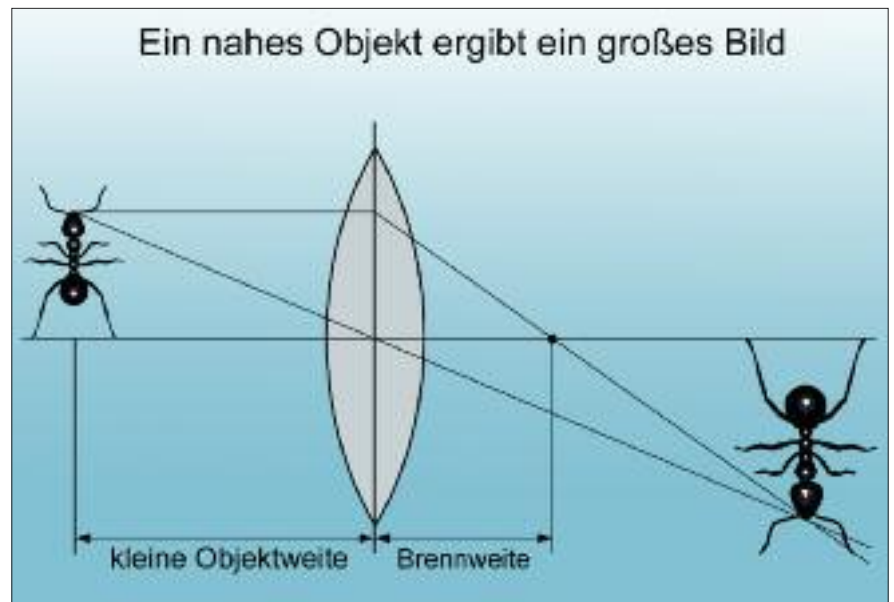
Hierzu zwei Beispiele: Im ersten Beispiel ist ein Objekt im Fernbereich zu sehen (**Abb. 1.6**). Durch die große Objektweite wird auf der Bildebene ein relativ kleines Bild erzeugt. Das zweite Beispiel zeigt dagegen das Objekt im Nahbereich (**Abb. 1.7**). Obwohl dieses Objektiv die gleiche Brennweite wie das Objektiv in **Abbildung 1.6** besitzt, wird durch die kleine Objektweite ein deutlich größeres Bild auf die Bildebene projiziert. Ebenfalls ist zu erkennen, dass ein Objektiv im Nahbereich einen wesentlich größeren Objektivauszug als im Fernbereich aufweist.

Daraus ist abzuleiten, dass im Nahbereich das Objektiv stärker ausgezogen wird. Außerdem wird das Objekt im Nahbereich größer abgebildet. Dies ist auch an der Kamera zu erkennen. Bei der Entfernungseinstellung des Objektivs auf unendlich ist das Objektiv maximal *hereingeschraubt*. Je weiter im Nahbereich fokussiert wird, desto weiter wird das Objektiv wieder *herausgeschraubt*. Bei Objektiven mit Innenfokussierung geschieht dies allerdings im Verborgenen.

Wie wirkt sich die verwendete Brennweite auf die Abbildung aus? Ein weiteres Beispiel erläutert dies in eindrucksvoller Weise. **Abbildung 1.8** zeigt



■ **Abb. 1.6** Ein entferntes Objekt ergibt ein kleines Bild (kurzer Objektivauszug).



■ **Abb. 1.7** Ein nahes Objekt ergibt ein großes Bild (langer Objektivauszug).

16 Die Kamera – Kapitel 1

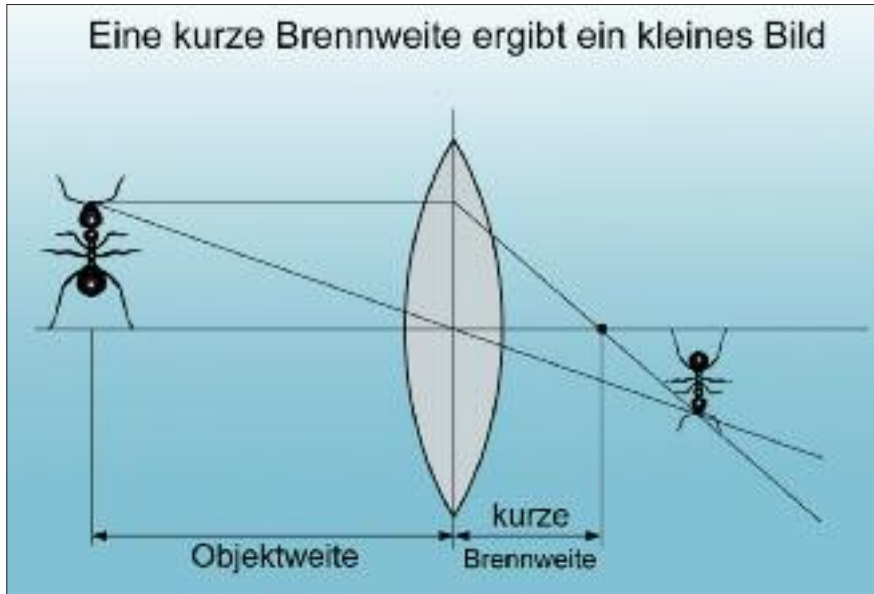


Abb. 1.8 Ein Objektiv mit einer kurzen Brennweite erzeugt ein kleines Bild.

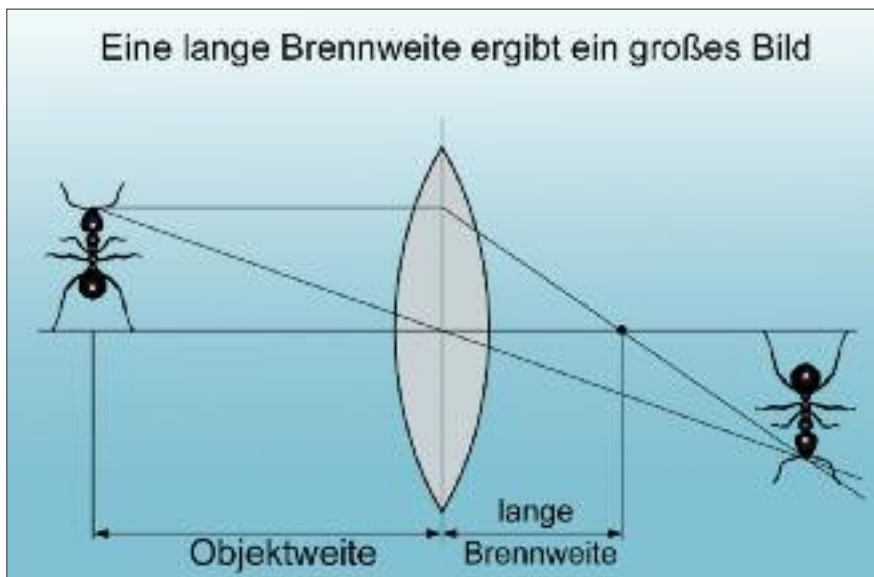


Abb. 1.9 Ein Objektiv mit einer langer Brennweite erzeugt ein großes Bild.

ein Objektiv mit einer kurzen Brennweite. Dadurch wird ein kleines Bild auf der Bildebene abgebildet.

Abbildung 1.9 zeigt ein Objektiv mit einer langen Brennweite. Obwohl die Objektweite in **Abbildung 1.8** und **Abbildung 1.9** gleich gewählt ist, erzeugt das Objektiv mit der längeren Brennweite in **Abbildung 1.9** das größere Bild.

Ein Objektiv mit einer langen Brennweite bildet im Gegensatz zu einem Objektiv mit einer kurzen Brennweite bei gleicher Objektweite ein größeres Bild auf dem Film ab.

Dies ist auch der Grund dafür, dass Digitalkameras mit kleinem Bildsensor deutlich kürzere Brennweiten aufweisen als die bekannten Kleinbildkameras mit einem relativ großen Filmformat. Siehe dazu Kapitel 2.2.5.2 *Äquivalenzbrennweite*.

Neben dem Objektiv ist das Kameragehäuse ein weiteres Bauteil der Kamera. Das Kameragehäuse ist ein lichtdichter Kasten, in dem sich der Film bzw. der Bildsensor befindet. Außerdem sitzt dort der Verschluss, mit welchem die Belichtungszeit gesteuert wird. Die Hauptaufgabe des Kameragehäuses ist, eine korrekte Belichtung des Films bzw. des Bildsensors zu erreichen. Dazu steuert das Kameragehäuse mit Hilfe des eingebauten Belichtungsmessers die wirksame Blendenöffnung (Arbeitsblende) sowie die Verschlusszeit (Belichtungszeit).

1.2 Kamerasysteme

1.2.1 Analog – Digital

Aufnahmetechnisch gesehen spielt es in der Fotografie eigentlich keine große Rolle, ob man analog oder digital arbeitet. In der Analogfotografie (**Abb. 1.10**) wird ein Film verwendet, in der Digitalfotografie ist ein Bildsensor für die Bilderfassung zuständig. Die Gesetze der technischen Optik gelten für beide Systeme gleich. Die augenblickliche Bildkontrolle bzw. die sofortige Datenverfügbarkeit macht die Digitalkamera für die Dentalfotografie allerdings unersetzlich. Da der Unterschied der Bildqualität bei der hier erforderlichen endgültigen Bildgröße praktisch nicht mehr zu erkennen ist, ist die Digitalfotografie in der Dentalfotografie uneingeschränkt zu empfehlen.

Die verfügbaren Digitalkameras können in der Dentalfotografie grob in drei Kategorien eingeteilt werden. In der ersten Kategorie befinden sich die Sucherkameras (**Abb. 1.11**), bei denen die Festlegung des Bildausschnitts im Nahbereich wegen der nicht zu vermeidenden Parallaxe ausschließlich über den Monitor erfolgt.

Die zweite Kategorie gehört den *Pseudo-Spiegelreflexkameras*. Diese Kameras (egal welcher Marke), bei welchen das pixelige Monitorbild einfach in den *optischen* Sucher eingespiegelt wird, lassen die Bildbeurteilung der Schärfe nur unzureichend zu. Hier wird in aller Regel mit dem Autofokus scharfgestellt. Dieser Autofokus benötigt bei vielen Kamerasystemen sehr viel Licht. Deshalb wird hier oftmals mit den handlichen LED-Ringleuchten gearbeitet. Der Autofokus ist aber im Nahbereich meist überfordert. Speziell in der Mundfotografie pendelt der Fokus permanent zwischen Lippen,



Abb. 1.10
Hochwertige analoge Spiegelreflexkameras verlieren in der Dentalfotografie leider immer mehr an Bedeutung.



Abb. 1.11
Digitale Sucherkameras mit der Bildausschnittswahl über den Monitor werden meist mittels Autofokus scharfgestellt.



Abb. 1.12
Digitale Spiegelreflexkameras mit optischem Sucher ermöglichen die exaktere visuelle Scharfeinstellung durch den manuellen Fokus.

Schneidezähnen und dem Gaumenzäpfchen hin und her. Außerdem wird durch das ständige Fokussieren der Abbildungsmaßstab immer wieder verändert. Des Weiteren verbrauchen diese Kameras deutlich mehr Strom als die Spiegelreflexkameras, da der stromfressende Monitor permanent eingeschaltet ist.

18 Die Kamera – Kapitel 1

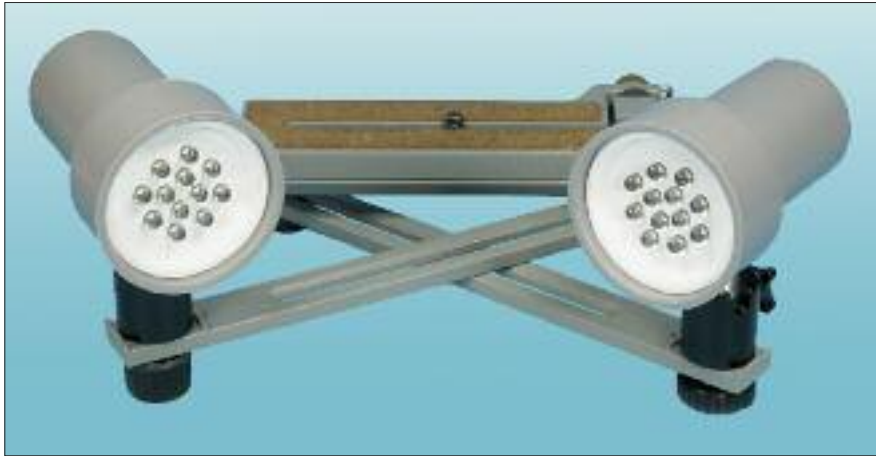


Abb. 1.13 Weißes LED-Licht unterstützt vornehmlich Kamerasysteme, die mit dem Autofokus betrieben werden.



Abb. 1.14 Wenn es auf viel Licht ankommt, ist das Blitzgerät die richtige Wahl.

Zur dritten Kategorie gehören die reinrassigen Spiegelreflexkameras mit (tatsächlichem) optischem Sucher (Abb. 1.12). Diese Kameras, egal welcher Marke, eignen sich hervorragend zur visuellen Schärfenkontrolle und werden vornehmlich manuell scharfgestellt. Dabei wird mittels der Entfernungseinstellung der Abbildungsmaßstab, respektive der Bildausschnitt, gewählt und anschließend durch Abstandsänderung zum fotografierten Objekt die Schärfe eingestellt. Anhand der visuellen Kontrolle durch den optischen Sucher kann das Schärfzentrum dabei punktgenau festgelegt werden. Somit sind diese Kameras jedem Autofokus überlegen.

1.2.2 Typische Kamerasysteme

Als zusätzliche Lichtquelle sind bei den Sucherkameras ein LED-Ringlicht oder die hier abgebildete LED-Stereo-Leuchte (Abb. 1.13) geeignet, alternativ dazu können auch Zangen- oder Ringblitz eingesetzt werden. Bei der Spiegelreflexkamera arbeitet man, bedingt durch die dort erforderliche stärkere Ausleuchtung (größerer Bildsensor), vornehmlich mit dem Zangen- oder Ringblitz (Abb. 1.14).

Das einzige analoge Kamerasystem, das in der Dentalfotografie sinnvoll eingesetzt werden kann, ist die Spiegelreflexkamera. Bei diesem System wird das Objekt durch das Kameraobjektiv hindurch betrachtet und es ist eindeutig erkennbar, was fotografiert wird. Dies ist bei Sucherkameras nicht der Fall. Eine analoge Dentalkamera sollte folgende Features besitzen:

- solide, manuell fokussierbare Spiegelreflexkamera (im Nah- und Makrobereich ist eine Autofokuskamera eher hinderlich bzw. ungeeignet),
- optisches Zubehör für einen Abbildungsmaßstab bis etwa 1 : 1,
- Programmautomatik,
- Zeitautomatik zur Blendenvorwahl (Festlegung der Schärfentiefe),
- manuelle Einstellmöglichkeit,
- Belichtungskorrektur,
- handlich und nicht zu schwer,
- Blitzschuhanschluss für Systemblitzgerät,
- dazu passender Ring- oder Zangenblitz mit manueller Einstellung und TTL-Blitzfunktion.

Folgende Funktionen sind nicht zwingend notwendig, aber äußerst sinnvoll:

- Abblendetaste zur Kontrolle der Schärfentiefe,
- automatischer Filmtransport,
- automatische Blendenreihenfunktion,
- Gittermattscheibe zur einfachen Einhaltung der Symmetrie,
- Normbuchse für leistungsstarkes Blitzgerät (z. B. Studioblitz),
- Okularverschluss oder Abdeckung,
- Anschlussmöglichkeit für Drahtauslöser oder elektrisches Auslösekabel,
- Selbstauslöser.

Eine digitale Kamera sollte folgende Features besitzen:

- erste Wahl: solide Spiegelreflexkamera mit optischem Sucher (mit der Möglichkeit der manuellen Scharfstellung),
- zweite Wahl: alternativ dazu Sucherkamera oder Pseudo-Spiegelreflexkamera mit exaktem und schnellem Autofokus (Digitalzoom ist nicht empfehlenswert!),
- optisches Zubehör für einen Abbildungsmaßstab von etwa 1 : 2 bis 1 : 1 (abhängig von der Bildsensorgröße),

- Auflösung abhängig vom Qualitätsanspruch, ab ca. sechs Megapixel,
- Akkubetrieb, stromsparendes Modell kaufen,
- Programmautomatik,
- Zeitautomatik zur Blendenvorwahl (Festlegung der Schärfentiefe),
- manuelle Einstellmöglichkeit,
- Belichtungskorrektur,
- handlich und nicht zu schwer,
- Blitzschuhanschluss für Systemblitzgerät,
- dazu passender Ring- oder Zangenblitz mit manueller Einstellung und TTL-Blitzfunktion.

Folgende Funktionen sind nicht zwingend notwendig, aber äußerst sinnvoll:

- Abblendetaste zur Kontrolle der Schärfentiefe,
- Gittermattscheibe zur einfachen Einhaltung der Symmetrie,
- Normbuchse für leistungsstarkes Blitzgerät (z.B. Studioblitz),
- Okularverschluss oder Abdeckung,
- Anschlussmöglichkeit für Drahtauslöser oder elektrisches Auslösekabel,
- Selbstauslöser.

1.3 Digitalfotografie

1.3.1 Die wichtigsten Unterschiede zwischen Digital- und Analogfotografie

1.3.1.1 Sofortige Bildverfügbarkeit

Die sofortige Ergebniskontrolle sowie Bild-datenverfügbarkeit der Digitalkamera bringt einen unschätzbaren zeitlichen und wirtschaftlichen Vorteil, den kein analoges Kamerasystem ermöglichen kann.

Jeder Fotograf kennt die Situation, dass er ein Motiv fotografieren kann oder muss, das später so nie wieder zur Verfügung steht.

Bei der Analogfotografie musste man einige Tage abwarten, um das Ergebnis zu sehen. Sicherlich kann kein Fotograf von sich behaupten, dass er von dem Ergebnis immer nur begeistert war, das er dann zu sehen bekam.

Mit der Digitaltechnik kann man beim Fotografieren derartig unwiederbringlicher Motive schon wesentlich beruhigter zur Sache gehen. Doch was man auch hier unbedingt beachten sollte: Das Bild auf dem kleinen Kameramonitor kann allenfalls als erste *Grobkontrolle* angesehen werden. Die *Endkontrolle* darf erst auf dem Computermonitor vorgenommen werden, denn insbesondere die Schärfe einer Aufnahme wird erst in der Vergrößerung sichtbar.

1.3.1.2 Individueller Weißabgleich

Farbstiche, die man durch die Verwendung von Kunstlicht, wie z. B. Glühlampen oder Leuchtstofflampen, erhält, können bei der Digitalkamera mit Hilfe des so genannten Weißabgleichs auf einfache Weise vermieden werden.

Um farbneutrale Aufnahmen mit der Digitalkamera zu erstellen, sollte der Weißabgleich grund-

sätzlich durch Messung eines genormten Referenzobjekts, wie z. B. einer Graukarte oder eines reinweißen Fotokartons, durchgeführt werden.

Wie bei allen anderen Automatikfunktionen gilt auch hier: Die Verwendung des automatischen Weißabgleichs ist eine Notlösung, die meistens zwar zu einigermaßen brauchbaren Ergebnissen führt, jedoch fast nie das bestmögliche Ziel erreicht. Lediglich bei der Blitzlichtfotografie ist der Weißabgleich durch die Vorauswahl der Einstellung *Blitzlicht* meist ohne Abstriche in Ordnung.

1.3.1.3 Bildformat bzw. Seitenverhältnis

Die Bildformate (Höhe und Breite) einiger Digitalkameras sowie der Computermonitore unterscheiden sich von denen der klassischen Fotografie. Dies hat beim Ausbelichten der Bilder auf Fotopapier einen wesentlichen Einfluss.

Wenn also ein Digitalbild, das im Seitenverhältnis von 3 : 4 aufgenommen wurde, auf Fotopapier mit dem Seitenverhältnis von 2 : 3 ausbelichtet werden soll, muss man es vorher mit einem Bildbearbeitungsprogramm auf das entsprechende Format ausschneiden. Nur so kann der Fotograf im Vorfeld den gewünschten Bildausschnitt exakt wählen, denn sonst kann es passieren, dass man auf dem Papierabzug entweder weiße Ränder oder abgeschnittene Bildteile erhält.

Manche Digitalkameras haben einen Bildsensor, dessen Seitenverhältnis 2 : 3 beträgt, andere Kameras erlauben teilweise eine Formatanpassung.

Beispiele

Ein herkömmliches Foto im Postkartenformat (10 x 15 cm = das am weitesten verbreitete Bildformat) hat ein Seitenverhältnis von 2 : 3 (**Abb. 1.15**). Der Computerbildschirm (typische Einstellung 768 x 1024 Pi-



Abb. 1.15 Das Papierbild hat ein Seitenverhältnis von 2 : 3.

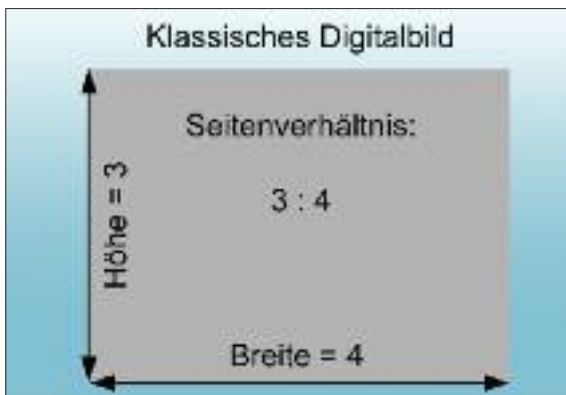


Abb. 1.16 Digitalkameras haben oft ein Seitenverhältnis von 3 : 4.

xel) und die meisten Digitalkameras haben dagegen ein Seitenverhältnis von 3 : 4 (Abb. 1.16).

1.3.1.4 Bildsensorgröße → Äquivalenzbrennweite

Weil die Digitalkameras in aller Regel kleinere Bildsensoren als das Referenzfilmformat der analogen Kleinbildkamera aufweisen, benötigt man bei der Bewertung der effektiven Brennweite den entsprechenden Brennweitenverlängerungsfaktor (Cropfaktor), um die entsprechende Äquivalenzbrennweite zu erhalten.

Als Referenzbrennweite im analogen Bereich verwendet man die Brennweite von Kameras mit dem Kleinbild-Filmformat von 24 x 36 mm.

Mit der Größe des effektiven Bildsensors lässt sich der Brennweitenverlängerungsfaktor errechnen, was schließlich zur Ermittlung der reellen Objektivbrennweite führt.

Am häufigsten verbreitet sind Sensoren, die einen Brennweitenfaktor von ungefähr 1,6 aufweisen (hierzu siehe auch Kapitel 1.4.8 Sonstiges).

1.3.1.5 Histogrammfunktion

Die korrekte Belichtung kann an der Digitalkamera nicht nur anhand der Beurteilung des Monitors erfolgen, sondern auch mit Hilfe der Histogrammfunktion.

Speziell bei sehr hellem Umgebungslicht ist eine Aufnahme auf dem Kameramonitor sehr schlecht zu beurteilen. Das Histogramm hingegen ist aufgrund seiner zweifarbigen Darstellung schwarz/weiß oder blau/weiß) trotzdem noch immer gut zu erkennen.

Die Histogrammfunktion stellt die Helligkeitsverteilung eines Bildes dar. Es wird in einem kleinen Ausschnittrahmen auf dem Kameramonitor in Form eines gebirgeähnlichen Diagramms dargestellt. Dieses Diagramm setzt sich aus feinen einzelnen senkrechten Balken zusammen. Die Balken geben (von ganz links = schwarz über alle Zwischenstufen bis ganz rechts = weiß) die Häufigkeit der einzelnen Graustufen wieder.

Ein vollständig schwarzes Bild hätte nur einen einzigen Balken mit einem maximalen Ausschlag am linken Rand des Histogramms. Besäße ein Histogramm eine ganz gleichmäßige Verteilung von tiefstem Schwarz bis hellstem Weiß mit allen dazwischen liegenden Werten, würde das Bild einen optimalen Farb- oder Grauverlauf zeigen. Normalerweise hat ein Histogramm zahlreiche Zacken oder sanfte Kurven; bestimmte Helligkeitswerte kommen in dem Bild also häufiger vor als andere.

22 Die Kamera – Kapitel 1



Abb. 1.17 Das korrekt belichtete Bild.



Abb. 1.18 Die überbelichtete Aufnahme.



Abb. 1.19 Die unterbelichtete Fotografie.

Fotos mit überwiegend hellen Anteilen weisen in der rechten Hälfte ausgeprägte *Hügel* im Histogramm auf, Fotos mit großen Schattenanteilen oder von überwiegend dunklen Motiven haben ihren Schwerpunkt eher im linken Teil des Histogramms.

Zu diesem Beispiel sind drei Abbildungen gezeigt. Hier wurden jeweils zwei Wachszähne auf einem grauen Fotokarton (ungefähr mittleres Grau) abgelichtet. Das erste Bild wurde korrekt belichtet (**Abb. 1.17**). Die nächsten beiden Aufnahmen zeigen jeweils eine überbelichtete (**Abb. 1.18**) sowie eine unterbelichtete (**Abb. 1.19**) Fotografie.

Zur Analyse bedient man sich vornehmlich der Histogrammfunktion an der Kamera, um das Bild sofort nach der Aufnahme zu analysieren und ge-

gebenenfalls wiederholen zu können. Zur besseren Erläuterung wurde in diesem Fall das Histogramm der Bildbearbeitungssoftware aufgerufen und anschließend ein Screenshot des Monitorbilds erstellt. Die nächsten drei Abbildungen zeigen die Histogrammanalyse der vorigen Aufnahmen: Auf **Abbildung 1.20** sieht man das Histogramm der korrekt belichteten Aufnahme. Der große *Balken* (Peak) der grauen Unterlage sitzt richtigerweise ungefähr in der Mitte des Diagramms. Der kleine *Berg* rechts daneben zeigt die Helligkeitsverteilung der hellen Wachszähne.

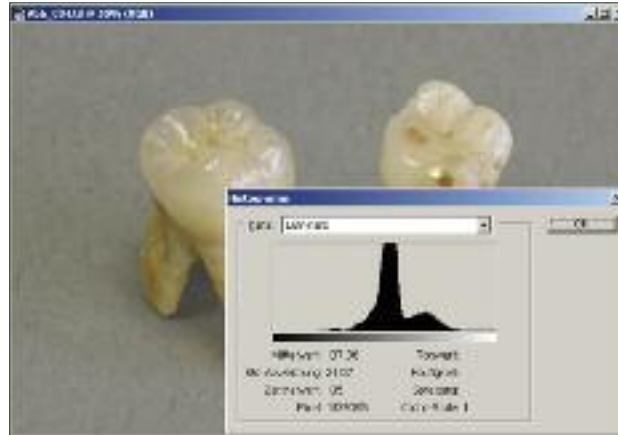
Das Histogramm der überbelichteten Aufnahme ist auf **Abbildung 1.21** eindrucksvoll zu erkennen. Der Balken der grauen Unterlage ist viel zu weit nach rechts gerückt und der kleine Berg der überbelichteten Wachszähne wurde schon über die rechte Begrenzung der Anzeige hinausgeschoben. Ein klares Indiz dafür, dass schon einzelne Bildteile deutlich überbelichtet wurden.

Die Unterbelichtung wird dagegen in **Abbildung 1.22** aufgezeigt. Der Balken der grauen Unterlage sitzt jetzt viel zu weit links im Histogramm und der kleine Berg der hellen Wachszähne sitzt schon fälschlicherweise links von der Mitte.

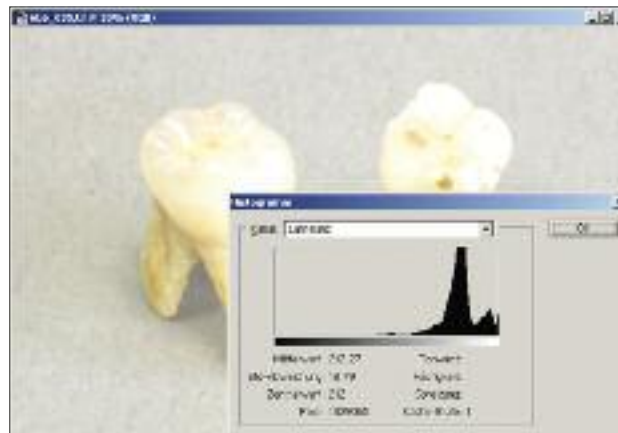
Tipps zur Beurteilung des Histogramms

Man sollte sich die Histogramme von korrekt belichteten Aufnahmen sorgfältig einprägen. Speziell das Wissen, an welcher Stelle im Histogramm helle Untergründe (z. B.: weißer Fotokarton) ein mittleres Grau (z. B.: grauer Fotokarton), sowie dunkle Hintergründe (z. B.: schwarzer Fotokarton) erscheinen sollen, minimiert das Risiko falsch belichteter Aufnahmen deutlich.

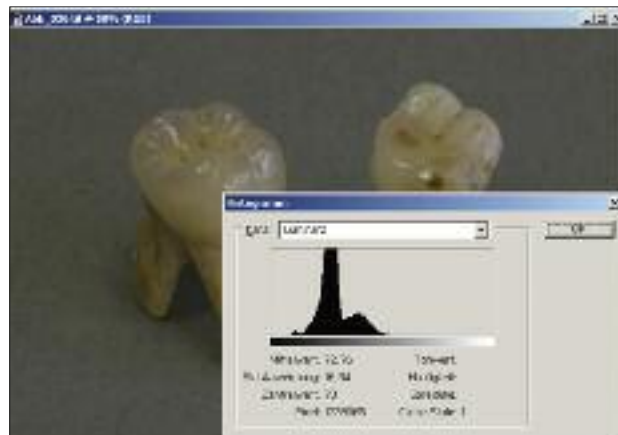
Ebenso sollte man sich das Histogramm bestimmter Standardfotografien wie z. B. einzelner Zähne (formatfüllender Zahnanteil) sowie Mundaufnahmen (Kombination helle Zähne und rotes Zahnfleisch) sorgfältig einprägen. Die Nuancen von z. B. hellen oder dunklen Zähnen dürfen hierbei nicht vernachlässigt werden.



■ Abb. 1.20 Der große Peak der grauen Unterlage sitzt richtigerweise ungefähr in der Mitte.



■ Abb. 1.21 Der kleine *Berg* der überbelichteten Wachs-zähne ist bereits außerhalb des möglichen Kontrastumfangs.



■ Abb. 1.22 Das Histogramm der unterbelichteten Aufnahme spricht für sich selbst.

24 Die Kamera – Kapitel 1

I Tab. 1.1
Tabelle mit den wichtigsten Unterschieden zwischen Analog- und Digitalfotografie.

Parameter	Analogkamera	Digitalkamera
Bildkontrolle (Verfügbarkeit)	erst auf dem entwickelten Film – nach Stunden oder Tagen	nach wenigen Sekunden bzw. Minuten a) sofortige Grobkontrolle am Kameramonitor b) Feinkontrolle am Computermonitor gleich nach Übertragung der Bilder an den Computer
Weißabgleich durch	Filter vor dem Objektiv	Messung, Vorauswahl oder Automatik
Seitenverhältnis	2 : 3	2 : 3 oder 3 : 4
Film- bzw. Bildsensorformat	meist 24 x 36 mm	unterschiedlich, meist kleiner als das Kleinbildformat
Notwendige Brennweite abhängig von	Filmformat	Bildsensorformat
Auflösung abhängig von	Filmformat (Empfindlichkeit des Filmmaterials)	Auflösung des Bildsensors
Filmempfindlichkeit	filmabhängig	kann vorgewählt und von Aufnahme zu Aufnahme geändert werden
Schärfentiefe	wegen größeren Filmformats in aller Regel etwas geringer	wegen kleineren Bildsensors in aller Regel etwas größer
Histogrammfunktion	–	ja

1.4 Digitalkameras

Alle Fakten, Ausstattungsmerkmale, Preis- und Maßangaben innerhalb dieses Kapitels unterliegen einem hohen Verfallswert, denn wie sich in der Vergangenheit gezeigt hat, vervielfachen sich Rechnerleistung, Speicherkapazität, aber auch Anforderungen an die Hardware innerhalb weniger Jahre. Schon beim Schreiben dieses Buches mussten verschiedene Fakten bereits mehrfach aktualisiert werden. Insofern wird darauf verwiesen, dass nachfolgend der technische Stand von 2005 beschrieben wird.

Je nachdem, welchem Zweck die Digitalfotografie dienen soll, kann eine Empfehlung bezüglich der Auswahl der einzelnen Komponenten sehr unterschiedlich ausfallen. Insofern ist es zunächst einmal wichtig, sich vor dem Kauf einer entsprechenden Ausrüstung über deren Einsatzzwecke Gedanken zu machen.

Die digitalen Bilder werden genutzt für:

- a) privates Fotoalbum, kombiniert mit gelegentlichen Aufnahmen im Labor/in der Praxis zur internen Dokumentation,
- b) hauptsächlich berufliche Zwecke, gelegentliche Vergrößerungen,