

Digitale Fotografie für Pathologen

1. EINLEITUNG

- Die Hauptaufgabe beim Fotografieren pathologischer Objekte besteht darin, mit den Fotos zu informieren, "zu bilden", einen Zustand dokumentieren. Dazu benötigen wir technisch einwandfreie Aufnahmen z.B. für Veröffentlichungen, Vorträge und/oder für Vorlesungen. Im fotografischen Sinne wollen wir also ein "Zweckfoto" - ein Dokumentarfoto erstellen.
- Um demjenigen/derjenigen, den/die es im Sektionssaal trifft, eine kleine Einführung für das, was zu tun ist, um technisch einwandfreie Fotos zu erhalten, zu geben, ist das folgende gedacht.

2. NAHAUFNAHME

- Je näher man mit der Kamera - wir gehen im Folgenden von einer Spiegelreflexkamera aus - an den Aufnahmegegenstand heranrückt, desto größer wird dieser auf dem Film abgebildet (logisch, nicht wahr?).
- Mit "Normalobjektiven" - im Kleinbildbereich sind dies Objektive mit 50 mm Brennweite - kann man maximal bis zu 60 cm an ein Objekt heranrücken, dann wird es unscharf. Bei diesen Abständen wird das Objekt der fotografischen Begierde etwa 1/10tel verkleinert dargestellt. Viele unserer Motive - zum Beispiel der Tumor am Lidrand, die nekrotische Nierenpapille - würden wir bei diesen Maßstäben auf der Fotografie kaum oder gar nicht erkennen. Wir müssen also näher ran. Das gelingt mit Normalobjektiven nur dadurch, dass wir einen Sammellinse vor dem Objektiv anbringen, Zwischenringe zwischen Objektiv und Kamera setzen oder - in jedem Fall besser - ein spezielles Objektiv, ein sogenanntes Makroobjektiv benutzen. Makroobjektive erlauben es im Allgemeinen bis zum Maßstab 1:2, einige sogar bis 1:1 zu fotografieren. Mit Hilfe spezieller, zusätzlicher Konverter kann man sogar zu einer vergrößernden Darstellung bis etwa 3:1 kommen. Die meisten Bilder die Pathologe aufnimmt, sind als Makro- oder Nahaufnahmen aufzufassen.
- Die Abgrenzung zwischen Nah- und Makroaufnahme ist strittig: Aufnahmen bis zum Maßstab 1:1 könnten als Nahaufnahmen betrachtet werden, Aufnahmen, bei denen das Objekt vergrößert dargestellt wird als Makroaufnahmen und Aufnahmen über 20facher Vergrößerung als Mikroaufnahmen.
- Um nun technisch perfekte Fotos zu erhalten - und nur solche sind akzeptierbar - gilt es ein paar fotografische Gesetzmäßigkeit zu kennen und zu berücksichtigen.

3. BELICHTUNG

- Die Grundvoraussetzung für ein technisch vollkommenes Bild, sei es ein Negativ, ein Dia oder eine Datei auf einer Speicherkarte, ist die richtige Belichtung. Ein Bild ist dann richtig belichtet, wenn genau die Menge Licht durch das Objektiv kommt, die notwendig ist, um in den Tiefen (den dunkelsten Stellen des Bildes) und in den Lichtern (den hellsten Bildanteilen) noch genügend Zeichnung zu erzielen. Logisch, nicht wahr?
- Die richtige Belichtung hängt nun von mehreren Faktoren ab:

3.1. Die Licht-Empfindlichkeit...

- ...wird in Zahlen ausgedrückt, die sich an der Kamera einstellen lässt. Das System der "Empfindlichkeitszahlen" ist international vereinheitlicht und wird in ISO-Werten (International Standard Organization) ausgedrückt. An älteren „Analog“-Kameras, sind teilweise noch die älteren Standards ASA (American

Standard Association) oder DIN (Deutsche Industrie-Norm; bei uralten Kameras sind sie auch noch als Grad DIN oder Zehntel Grad DIN bezeichnet) einzustellen. ISO und ASA sind äquivalente Werte, während DIN von anderen Ausgangswerten ausgeht. Das ISO/ASA-System beruht auf einer arithmetischen Skala, bei der eine Verdoppelung der Empfindlichkeit, durch die Verdoppelung des ISO/ASA-Wertes ausgedrückt wird. Bei den DIN-Zahlen wird eine Verdoppelung der Empfindlichkeit mit der Zunahme um drei Werte angezeigt.

- Als niederempfindlich gilt z.B. eine Empfindlichkeit von 25 ISO (entspricht 15 DIN). Eine jeweils doppelte Empfindlichkeit ist demnach 50 ISO (18 DIN), 100 ISO (21 DIN), 200 ISO (24 DIN) oder 400 ISO (27 DIN). Als Zwischengrößen sind noch 64 ISO (19 DIN) und 1000 ISO (31 DIN) oder gar 1600 ISO üblich.
- Prinzipiell gilt: Je geringer die Empfindlichkeit ist, desto größer ist seine "Schärfe". Besser spricht man "Auflösungsvermögen". Das Auflösungsvermögen gibt an, wieviele Linien pro mm noch getrennt wiedergegeben werden (z.B. 120 Linien/mm). Weiterhin gilt, dass je lichtempfindlicher ein Film ist, desto gröber ist das Silberkorn im Schicht und bei Digitalsystem erhöht sich das Rauschen.
- Noch ein Wort zur Farbempfindlichkeit: Diese wird als Farbtemperatur in Kelvin gemessen. Die "normalen" Farbfilme oder Kamera-Chips sind auf die "Farbtemperatur" des Mittagssonnenlichts optimiert. Das heißt, bei Licht mit dieser Farbtemperatur sind farbstichfreie Aufnahmen möglich. Farbtemperatur meint folgendes: wird ein schwarzer Körper erhitzt, so strahlt er bei einer Temperatur zwischen 5600 °K und 5800 °K Licht aus, das in etwa dem Mittagssonnenlicht entspricht, also rein weiß ist. Bei Temperaturen zwischen 2600 °K und 3400 °K kommt ein gelblich-rötliches Licht heraus, das dem normaler Glühbirnen, bzw. dem einer aufgedrehten Mikroskoplampe entspricht; weshalb wir bei Aufnahmen am Mikroskop auch oft sogenannte Kunstlichtfilme (Kodachrome 64 Tungsten) einsetzen, die auf diese Farbtemperatur optimiert sind, oder an der Digitalkamera die Farbtemperatur auf 3200 °K einstellen. Übliche Kunstlichtröhren (Neonröhren) senden ein leicht grünliches Licht aus.

3.2. Die Blende...

- ...ist eine variable Öffnung (eine Irisblende), die im Objektiv sitzt und die Lichtmenge reguliert, die auf den Film/Chip fällt. Sie ist eine Aperturblende, d.h. sie beschneidet die ins Objektiv einfallenden Lichtstrahlen so, dass die Helligkeit, nicht aber der Bildausschnitt verändert werden. Die Blendenwerte werden in diesen komischen gebrochenen Zahlen auf dem Objektiv dargestellt ($f/2.8$, $f/4$, $f/16$, etc). Diese $f/$ Zahl steht in Beziehung zur Brennweite und ist eine logarithmische Reihe für die gilt: Je größer die Zahl, desto mehr Licht fällt auf den Film.
- Die übliche Blendenwerte sind: 1, 1.4, 2.0, 2.8, 4, 5.6., 8, 11, 16, 22 und 32.
- Dadurch dass die Blendenstufen Logarithmen zur Basis 2 sind, verdoppelt sich von Blendenstufe zur nächste Blendenstufe die durchgelassene Lichtmenge: Also eine Blende von 2,8 läßt doppelt so viel Licht durch wie die nächste Blende 4.
- Eine Veränderung der Blendenöffnung regelt nicht nur die Lichtmenge, die auf den Film fällt, sondern hat auch Auswirkungen auf die Bildschärfe: Je kleiner die Blendenöffnung (also je größer die Blendenzahl) desto mehr vom Hinter- und Vordergrund eines scharfgestellten Objektes wird scharf abgebildet; das nennt man Tiefenschärfe, manche auch Schärfentiefe (siehe dort)

3.3. Die Belichtungszeit...

- ...wird in einer geometrischen Reihe in Bruchteilen von Sekunden gemessen: 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 125, 250, 500, 1000. 1 bedeutet $1/1$ s, $2=1/2$ s, $4=1/4$ s usw. Die Verschlusszeiten werden am Kameragehäuse eingestellt. Von Belichtungszeit zu Belichtungszeit verdoppelt sich die Lichtmenge. Also: 30 ($=1/30$ s) läßt doppelt soviel Licht auf den Film wie 60 ($1/60$ s).
- Cave: Meistens steht bei der Belichtungszeitreihe noch ein B dabei. Dieses B bedeutet mitnichten Blitz; B meint Offenstellung, das heißt: wenn B eingestellt ist, bleibt der Verschluss so lange geöffnet, wie der Auslöser gedrückt wird!!!!
- Für Blitzaufnahmen wird üblicherweise nichts eingestellt - die Kameraautomatik weiß in diesem Fall meist das richtige. Falls wirklich einmal "manuell" geblitzt werden soll, die Verschlussgeschwindigkeit auf $1/30$ oder $1/60$ stellen, diese Zeiten nennt man Synchronisationszeiten. Sie sind bei allen Kameras wichtig, die mit Schlitzverschlüssen die Belichtungszeit verwirklichen; darunter fallen die meisten Spiegelreflexkameras, einige Sucherkamera und einige 6x6-Kameras (diese benutzen teilweise einen sogenannten Zentralverschluss im Objektiv).
- Der Schlitzverschluss besteht aus zwei Rollos, die unmittelbar vor dem Film/Chip sitzen und nach dem Auslösen vor dem Film/Chip bewegt werden. Der erste Rollo gibt das Bildfeld frei, der zweite verdeckt es wieder. Die Zeit, in der der zweite Rollo dem ersten folgt ist die eigentliche Belichtungszeit. Beide Rollos bilden dadurch eine Art Lichtschlitz bestimmter Breite zwischen sich, der über den Film wandert und ihn sukzessive belichtet: Bei etwa $1/60$ s beträgt die Schlitzbreite 36 mm; bei $1/125$ s ist der Schlitz etwa 7 mm breit, bei $1/250$ s etwa 3,5 mm usw. $1/60$ s und länger sind also "Offenzeiten" bei denen das ganze Bildfeld freigegeben wird. Und nur bei den Offenzeiten kann geblitzt werden; das sind die sogenannten Blitzsynchronisationszeiten (je nach Kameramodell zwischen $1/60$ und $1/250$ s).

4. DER FOKUS

4.1. Scharfstellen

4.1.1. Autofokus

Die meisten - nicht alle - modernen Spiegelreflexkameras kommen aus Japan, weisen einen hohen Anteil an Plastik auf und stellen sich automatisch scharf; letzteres nennt man Autofokus. Neben einfachen System, die alles, was sich im Sucherzentrum befindet scharfstellen, gibt es auch fortgeschrittene Systeme, die die Augenbewegungen des Betrachters und damit das Objekt, das er im Sucher fixiert, scharf stellt.

Im Makrobereich kann es bei diesen Kameras allerdings Probleme mit der Scharfstellung geben: Da im Nahbereich oft düstere Verhältnisse herrschen (es ist im Sektionssaal nun mal nicht so hell wie Mittags in der Sonne) kann die CPU der Kamera oft vertikale Linien (für die CPU der Kamera das Kriterium zum Scharfstellen) nicht mehr unterscheiden und weiß nicht, was oder wohin sie scharfstellen soll. Für Übersichtsaufnahmen einer Leber dürfte es noch reichen, eine formatfüllende Abbildung von Leberläppchen dürfte schon größere Probleme machen.

4.1.2. Manuelles Scharfstellen

Mit dieser Methode dürften Sie in allen Zweifelsfällen richtig liegen, zumal das Objekt unserer fotografischen Begierde nicht mehr weglaufen kann (nun ja, meisten nicht). Sie kucken also durch den Sucher und drehen so lange am Objektiv bis das Objekt oder der Teil des Objekts, der von Interesse ist, scharf ist. Einfach, nicht wahr?

4.2. Die Tiefenschärfe

Die Tiefenschärfe - manchmal auch Schärfentiefe genannt, ohne dass ein Begriff der bessere wäre, bezeichnet den Bereich vor und hinter dem scharf eingestellten Motivanteil, der auch noch scharf abgebildet wird.

Je näher Sie allerdings Ihrem Motiv auf die Serosa rücken, desto größer wird der Abbildungsmaßstab und desto geringer wird die Tiefe des Raumes, den das Objektiv scharf abbildet. Bei einem Makro-Objektiv mit 50 mm Brennweite kann bis zu einem Maßstab von 1:2 bzw. 1:1 das Objekt der Begierde abgebildet werden; bei Blende 16 haben wir dann in diesem extremen Nahbereich noch eine Tiefenschärfe von etwa ± 6 bzw. ± 2 mm vor und hinter dem scharf eingestellten Motivanteil.

Widerstehen Sie der Versuchung weiter abzublenden und versuchen Sie mit dieser Blende auszukommen; eine weitere Verkleinerung der Blende führt zu Beugungserscheinungen am Spalt (der Irisblende). Rein rechnerisch kann die Förderliche Blende über folgende Formel bestimmt werden:

$$fB = u / 1,22 \times \lambda \times (m+1)$$

dabei sind fB=förderliche Blende, u= Zerstreungskreis (Durchmesser der Kreisfläche, die von unserem Auge noch als Punkt wahrgenommen wird; etwa 0,016 mm); λ =Wellenlänge von 550 nm; m=Abbildungsmaßstab.

5. GESTALTUNG

Sie müssen weder ein Ernst Haases noch ein Edward Steichens oder ein Andreas Feininger sein, um passable Fotos hinzukriegen. Der wichtigste Schritt hin zu einer "umwerfenden" Aufnahme, ist die sorgfältige Präparation des Aufnahmegegenstands:

5.1. Überflüssiges Gewebe

das heißt nicht interessierende Anteile oder Teile, die das Objekt unserer fotografischen Begierde verdecken oder verunzieren, wird brutal aber glattrandig abgeschnitten.

5.2. Remodelling

Mit Hilfe von Bleiklötzchen, Papierknäueln, Kanülen, Händen von Hilfspersonen und Ähnlichem muß manchmal das Objekt "(re-)modelliert" werden.

Denken Sie daran: auch Supermodels werden mit solchen Hilfsmitteln optimal fotografiert werden (nun ja, vielleicht weniger mittels Bleiklötzchen oder Kanülen).

5.3. Größenmaßstab

Lineale oder ähnlich "objektive" Meßeinrichtungen verschandeln die Aufnahme mehr als sie nutzen. Also: bitte weglassen.

Die meisten der potentiellen Bildbetrachter wissen durchaus wie groß eine Katzenniere ist. Wollen Sie durch Größe beeindrucken, nennen Sie die HöhexBreitexTiefe und das Gewicht des Objekts.

Als höchste der Gefühle legen Sie zum Größenvergleich Ihren Zimmerschlüssel, Ihr Feuerzeug o.ä. daneben.

5.4. Die Objektumgebung...

...muß klinisch sauber sein. Eine der schwierigsten Forderungen, ich weiß. Aber im Sektionssaal gibt es fließendes Wasser (nur kaltes nehmen, bitte) und Papierhandtücher zum Abtrocknen.

Bei der Gelegenheit: Einmalhandschuhe enthalten meist Talkum. Und Talkum gibt "wunderbare" Fingerabdrücke auf der Kamera, dem Objektiv und dem Blitzgerät.

5.5. Reflexionen....

- ...auf dem Objekt vermeiden. Natürlich neigen frische Präparate zum Glänzen ("feucht, glatt und glänzend"). Dagegen hilft:
- Oberfläche mit Papiertücher abtrocknen
- Objekt für 2-4 Minuten in Formalin tauchen, dannach abtrocknen: Die Farbe bleibt erhalten, aber die Oberfläche wird matter.
- Raumbeleuchtung ausschalten.
- Polfilter auf Ringblitz und Analysator aufs Objektiv kann Abhilfe schaffen. Aber die Lichtreduktion kann Probleme beim Scharfstellen bereiten.
- Bei kleineren Objekten, können mit einem "Lichtzelt" Reflexionen verhindert werden. Dazu entfernt man den Boden eines rein weißen Jogurt-Bechers, plaziert diesen über das Objekt, bringt ein oder zwei Blitzgeräte wenige cm neben/vor die Becherwand und fotografiert von oben in den Becher rein.

5.6. Bildhintergrund

Der beste Hintergrund ist der, den man nicht sieht oder der nicht auffällt. Gänzlich ungeeignet sind der metallische Sektionstisch (Blitzreflexionen) oder der gekachelte Fußboden, auch wenn die "Kachel-Kästchen" recht nett aussehen. Deshalb:

1. **Transilluminationseinrichtung** ("Lichtwanne") - leider sehr teuer oder wie erwähnt für entsprechend kleine Objekte einen rein-weißen, bodenlosen Jogurtbecher.
2. Nasser **schwarzer Samtstoff** - weniger teuer und wiederverwendbar. Muß allerdings flüssigsterilisiert werden, was die Lebensdauer doch rasch verkürzt.
3. **Wasserbecken** - kann zu spektakulären Fotos á la Lennart Nilsson führen. Lohnt sich aber nur bei Objekten mit "feinfädigen" Strukturen: Eihäute, Mukosa, Zottengelenk, villösen Veränderungen. Geduld ist wichtig. Keine Bewegung darf das Wässerchen trüben. Das Objekt am Boden des Wassergefäßes fixieren.
4. **Kunststoffplatte/Metallplatte** mit dunkelgrüner oder schwarzer Färbung. Leider sickert meist Gewebeflüssigkeit/Blut aus dem Objekt in die Umgebung und es ist ein feucht-glänzender Rand unschön auszumachen.
5. **Fotokarton/Farbpapier** - nur einmal benutzbar, zieht leicht Feuchtigkeit aus dem Objekt, was zu unschönen Rändern führt. Schwarzer Karton vermeidet dies teilweise.
6. **Papierhandtuch** - typisches Zeichen für Amateure.

5.7. Beleuchtung

Wichtig ist, dass das Objekt gleichmäßig ausgeleuchtet ist. Das heißt, dass keine Schlagschatten oder zu starke Kontraste das Erkennen von Konturen und Strukturen erschwert. Um dies zu erreichen muß entweder mit zwei Fotolampen, die in einem Winkel $<40^\circ$ und gleichen Abständen das Objekt von links und rechts beleuchten. Fotolampen senden in der Regel "warmes" Licht aus, so dass entweder mit sogenannten Konversionsfiltern oder mit Kunstlichtfilmen gearbeitet werden muß. Eine Abhilfe schaffen hier Blitzgeräte: Entweder auch hier zwei Blitzgeräte die von links und rechts in einem Winkel $<40^\circ$ einstrahlen. Übliche Blitzgeräte haben den Nachteil, dass sie nicht beliebig nahe eingesetzt werden können (ca. 50 cm) und dass nicht alle Kameras eine exakte Blitzsteuerung von zwei Blitzgeräten ermöglichen. Daher ist gerade im Nahbereich ein Ringblitz quasi die einzige professionelle Lösung, die den Vorteil hat, dass man auch aus der Hand und direkt am und im Kadaver fotografieren kann. Ringblitze ermöglichen schattenloses Licht

bei voller Schärfe und originaler Farbtreue. Um bei glänzenden Oberflächen Reflexionen zu vermeiden, sollte zusätzlich ein ringförmiger Polarisationsfilter für das Blitzgerät und ein Analysator fürs Objekt verwendet werden. Allerdings kann dann der Sucher so stark abgedunkelt erscheinen, dass eine einwandfreie Scharfeinstellung sehr erschwert wird. Andererseits kann durch gezielten Einsatz eines zusätzlichen Blitzes - z.B. als Gegenlichtquelle oder steil von oben - ein Bild akzentuieren.

Da die Leuchtzeit eines Blitzgerätes je nach Modell und möglicher Kamerasteuerung zwischen 1/1000 und unter etwa 1/50.000 Sekunde beträgt, spielt auch die Verwacklungsgefahr durch versehentliche Einstellung langer Belichtungszeiten keine Rolle. Nur zu kurze Zeiten stellen sich dann als unbelichtete Streifen im Bild dar (schwarze Streifen im Dia oder weiße Streifen im Negativ).

Blitzlicht hat im Vergleich zum Tageslicht allerdings ein paar Einschränkungen: Ein Blitz ist kein Tiefenstrahler! Auf geblitzten Bildern ist der Hintergrund immer dunkel. Das kann uns bei Nahaufnahmen allerdings nur recht sein, da so Störendes eliminiert wird und nur das Wichtige im Vordergrund deutlich wird. Die Blitzwirkung ist zum Zeitpunkt der Aufnahme nicht kontrollierbar.

6. FILME

Auch wenn Filme heute eher exotisch sind, ein paar Hinweise können im Falle eines Falles hilfreich sein.

Am Namen eines Filmes läßt sich in der Regel ablesen, ob es ein Umkehrfilm (Diafilm) oder ein Farbnegativfilm ("Bilderfilm") ist: XX-Chrome = Diafilm (Bsp. Ektachrome, Kodachrome, Fujichrome, Agfachrome); aber auch: Kodak Elite II XX-Color = Bilderfilm (Kodakcolor, Fujicolor, Agfcolor) aber auch andere Namen: Kodak Gold, Agfa Ultra, Agfa Optima, Fuji Superia

6.1. Umkehrfilm (Diafilme)

Hier haben sich die Filme, die mit dem Kodak E6 Verfahren entwickelt werden weltweit durchgesetzt. Diese Filme haben den weitest möglichen Einsatzraum: Dias für Vorträge und Vorlesungen und mehrere Verfahren für Papierbildabzüge. Und spezielle Diascanner bringen die Bilder auch schnell in den PC.

6.2. Farbnegativfilme

Ermöglichen Papierbilder je nach Objektivgüte bis zur Postergröße. Allerdings nur dafür. Ein Umkopieren auf Diafilm oder ein Abfotografieren ist zwar prinzipiell möglich, allerdings meist grottenschlecht, so dass Sie dies am besten wieder vergessen. Deutlich besser geeignet sind Scanner, die womöglich noch die Magentafarbe des Negativfilms automatisch kompensiert.

6.3 Schwarz-Weiß-Filme

Manche Publikationsorgane, leider sehr viele, verlangen Schwarz-Weiß-Vorlagen. Leider auch ein Ergebnis der Entprofessionalisierung der Druckindustrie. Waren vor Jahr und Tag in den Druckereien noch Reprofotografen am Werk, die es problemlos schafften, aus einem Farb-Dia ein Schwarz-Weiß-Bild in allen erwünschten Größen, Tönen und Kontrasten herzustellen, sitzen heute Angelernte hinter großen Monitoren und erfreuen sich an tollen Desktop-Publishing-Programmen, nur - Druckvorlagen suffizient zu bearbeiten, das haben sie nie gelernt.

Betrachten wir zunächst die Unterschiede zur herkömmlichen Kamera mit Film

7. Der Bildsensor

Anstelle eines Films sind in Digitalkameras sogenannte Bildsensoren anzutreffen. In den meisten Digitalen findet man CCD-Sensoren (Charge Coupled Devices), seltener werden CMOS-Sensoren (Complementary Metal Oxide Semiconductor) eingesetzt. Gemeinsam ist beiden Sensorentypen, dass sie aus vielen kleinen Dioden zusammengesetzt sind, in denen das eintreffende Licht Elektronen freisetzt. Die Anzahl der freigesetzten Elektronen entspricht der eingefallenen Lichtmenge und kann als elektrische Spannung gemessen werden. Bei CCDs werden Ladungen der nebeneinanderliegenden Dioden in Reihe gemessen, bei CMOS liegen unter jeder Diode die entsprechenden Messwandler.

Ein Problem ist: die Photodioden können zwar Helligkeit messen, sind aber farbenblind. Dies wird nun technisch so gelöst, dass die Dioden einen Farbfilter bekommen. Und zwar schachbrettartig jeweils eine Diode mit einem Rot-, eine Diode mit einem Grün- und eine Diode mit einem Blaufilter. Da das menschliche Auge Grüntöne deutlich besser wahrnimmt, besteht das Diodenschachbrett aus doppelten so vielen Grün- wie Rot- oder Blaufilter. Aus den Informationen nebeneinanderliegender rot-, grün- und blauempfindlichen Dioden errechnet die Kameraelektronik schließlich einen Pixel. Die Anzahl der Pixel bestimmt das Auflösungsvermögen der Kamera. Da die Bildsensoren vergleichsweise klein sind, liegen die Bildpunkte sehr eng zusammen: je größer die Auflösung, desto enger liegen die Bildpunkte. Dadurch steigen jedoch die Qualitätsansprüche an das Auflösungsvermögen eines Objektivs.

7.1 „Brennweitenverlängerung“

Im Vergleich zur Bildfläche beim Kleinbildfilm (24x36 mm) sind die Bildflächen der meisten Bildsensoren kleiner. Dadurch wird der Erfassungswinkel des Objektivs kleiner, woraus sich faktisch ein Brennweitenverlängerungsfaktor ergibt. Nur wenige, digitale Spiegelreflexkameras bieten Vollformat-Bildsensoren, die zu keiner Brennweitenverlängerung führen.

7.2 Seitenverhältnis der Bilder

Etwas ungewohnt ist das Seitenverhältnis der aufgenommenen Bilder. Beim Kleinbildformat von 24x36 mm ist das Verhältnis der Seiten 2:3. Bei den digitalen Fotos ist dies meistens 3:4, wie sich aus nachfolgenden Beispielen ergibt.

7.3 Kontrastumfang

Kontrastumfang - von Fotografen gerne auch Objektumfang genannt - ist das Verhältnis zwischen der dunkelsten und der hellsten Stelle im aufzunehmenden Objekt. Übliche fotografische Aufnahmesituationen weisen Objektumfänge von 1:16 (z.B. flauer Nebelmittag) bis zu 1:64 (z.B. Morgendämmerung) auf. Sonnenauf- oder abgänge können allerdings Objektumfänge von bis zu 1:125 aufweisen. Moderne Digitale dürften Objektumfänge bis zu 1:64 relativ problemlos verkraften, neigen jedoch bei zu hohen Objektumfängen zu "digitalen" Entscheidungen, so dass unter Umständen die Motivschatten "absaufen" und keine Zeichnung mehr aufweisen.

Wie in der analogen Fotografie auch, sollte man Umfänge >1:32 meiden (z.B. durch Aufhellblitze), wenn man noch vernünftige Prints herstellen will.

Bei Mikroskopaufnahmen spielt dies kaum eine Rolle: Hier haben wir es normalerweise mit Objektumfängen zwischen 1:2 bis 1:5 zu tun; diese Umfänge schaffen Digitale allemal.

7.4 Speichern der Bilder

Hat die Digi ein Bild aufgenommen, muss dieses ja irgendwo gespeichert werden. Die Hersteller haben uns nun mit einer Vielzahl unterschiedlicher und – natürlich – meist untereinander nicht kompatibler Speicherkarten konfrontiert. Folgende Speichermedien haben sich zur Zeit etabliert:

7.4.1 Compact Flash (CF)

CF's sind am weitesten verbreiteten Medien. Es gibt CF's in fast jeder beliebigen Speichergröße in zwei Bauformen: Compact-Flash vom Typ I (CF I) mit ca. 3mm Dicke, und CF's vom Typ II mit ca. 5 mm Dicke. Hitachi/IBM haben sogar CF II-Minifestplatten ("Microdrive") auf den Markt bebracht, die Speicherkapazitäten von 1 bis 4 GB haben. Mit diesen Speichermedien dürften nun Kapazitätsprobleme ein Ende haben. Ein Problem sei jedoch nicht verschwiegen: Festplatten verbrauchen mehr Strom und sollen auch etwas langsamer beim Speichern sein.

7.4.2 MultiMedia Card (MMC), Secure Digital Card (SD)

Diese finden sich meist in den Mini-Digis. Sie sind ausgeprochen winzige Speichermedien, die als MultiMedia Card (MMC) bzw. als dazu kompatible Secure Digital Card (SD) erhältlich sind, zu einem vergleichweisen hohen Preis. Die MMC scheint zur Zeit auszusterben und wird wohl in Zukunft von der SD ersetzt werden.

7.4.3 Smart Media Karten (SM oder SSFDC)

Mit diesem Kartenformat kommen immer weniger Kameras auf den Markt. Die üblichen Speichergrößen liegen bei 64 oder 128MB.

7.4.4 xD-Picture Card ("extrem Digital Card")

Relativ neu ist die von Olympus und Fujifilm entwickelte xD-Picture Card. Diese soll die SmartMedia Karte ablösen.

7.4.5 Memory-Stick

Der Memory-Stick ist eine (teure) Erfindung von Sony und derzeit auch nur in Produkten von Sony zu finden.

Kriterien zum Kauf einer Sektions-Kamera

- **Makroqualität:** Die meisten "Digis" weisen relative gute Makroeigenschaften auf; d.h. Abbildungsmaßstäbe von 1:2 sind nicht selten. K.O.-Kriterium wird dann aber der Autofokus. Im extremen Nahbereich und bei schlechten Lichtverhältnissen trennt sich die Spreu schnell. Sinnvoll ist hier nur eine SLR-Kamera mit manuellen Scharfstellenmöglichkeiten und einem Makroobjektiv.
- **Bildqualität:** Die Qualität der erzeugten Bilder hängt nicht nur von der Pixelanzahl ab, sondern - wie bei den analogen Kameras auch - von der Qualität der optischen Systeme. Von einem Super-Mega-Giga-Zoom, das von extremen Weitwinkel bis zu extremen Tele alles kann, sollte man nicht unbedingt hohe Schärfleistungen erwarten.
- **Pixelquantität:** Will man die Bilder ausdrucken oder ausbelichten lassen, sollte die Auflösung mindestens bei 2 Megapixel liegen, darunter lohnt es sich nicht wirklich.

Es kommt aber immer auf den Betrachtungsabstand an: Das Foto von einer 3-5 Megapixelkamera vergrößert auf Größe DIN A0 mag durchaus scharf erscheinen, wenn man es aus 3 m Abstand betrachtet. Geht man allerdings näher ran, werden die einzelnen Pixel sichtbar.

8. Quellen fotografischer Weisheiten

Wichtig

Die Nennung eines Markennamens bedeutet nicht, dass ausgerechnete diese Marken das Beste seien; ich habe hier nur meine zugegebenermaßen sehr subjektiven Eindrücke wiedergeben.

Für Hinweise auf Fehler oder auf Fehlendes bin sehr dankbar.

Auch andere Erfahrungen, Tips und/oder Techniken sind höchst willkommen.

Anregungen zu dieser Seite entnahm ich den Tips von [Ed Uthman](#), der diese auch regelmäßig in die Newsgruppe news:sci.med.pathology postet.