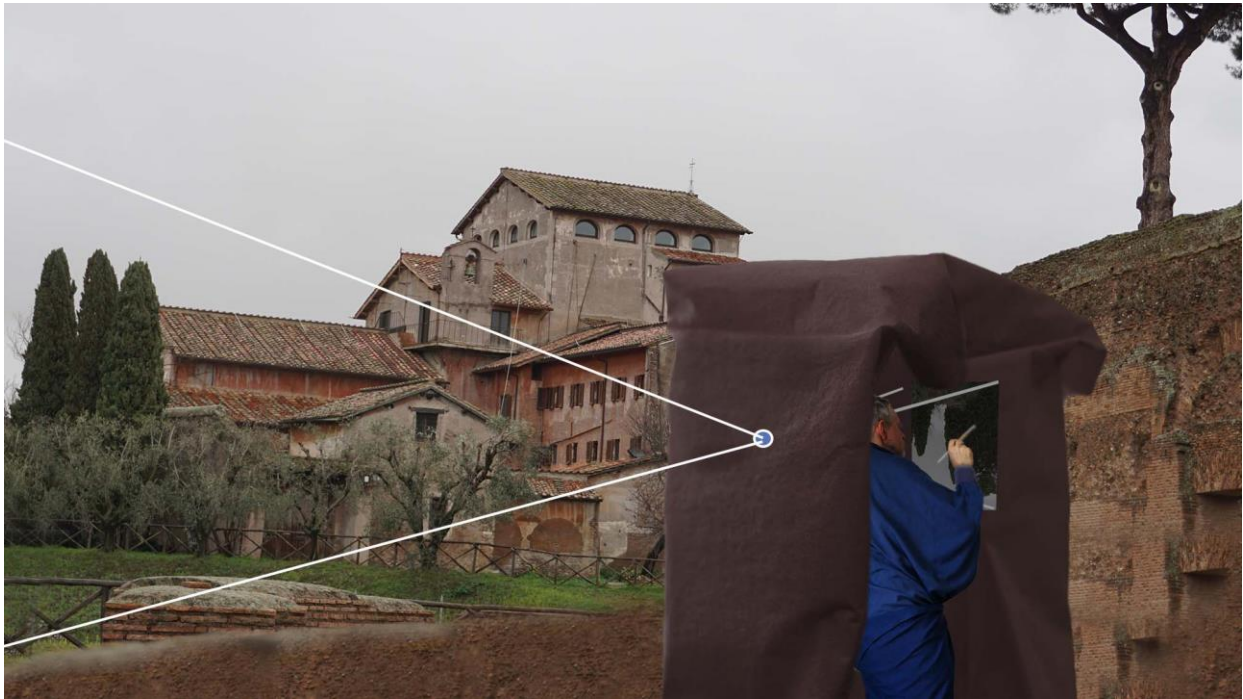


## Die Idee von der Kamera

Die ersten Kameras für die Aufnahme von Fotos entstanden auf der Basis der Camera Obscura, einem Hilfsmittel für Zeichner und Maler, um perspektivisch richtig die Realität abbilden zu können. Frühe Beobachtungen der alten Griechen hatten das Phänomen bereits registriert. Wenn Lichtstrahlen durch ein winziges Loch in einen dunklen Raum fallen, so wird die Wirklichkeit auf dem Kopf stehend, drinnen im dunklen Raum abgebildet.



Die Camera Obscura (ab ca. 1300) waren Zelte, Kabinen, Kutschen, kurzum kleine Räume, die innen dunkel waren mit einem winzigen Loch zu einer Seite hin. Zeichner und Maler konnten innen dann die Wirklichkeit auf einer Leinwand oder einem Papier abgebildet sehen und nachzeichnen.

Eine weitere Erfindung, die Vorläufer der späteren Filmprojektionen werden sollte, war die Laterna Magica, eine Art Diaprojektor mit einem Objektiv und einer Petroleumlampe als Lichtquelle. Damit wurden auf Glas gemalte Bilder auf Jahrmärkten und anderen Orten projiziert.

Die ersten Fotoapparate waren also miniaturisierte Camera Obscuras mit einer Lochblendenöffnung und statt der Leinwand mit Silber beschichteten Metall,- oder Glasplatten.

Man wusste nämlich, dass Silberteilchen sich durch Lichteinfall schwärzten. Mittels eines chemischen Prozesses konnte man diese Schwärzung noch verstärken (Entwicklung) und anschließend abschließen (Fixieren) um keine weitere Belichtung mehr zuzulassen.

## Das Lichtproblem

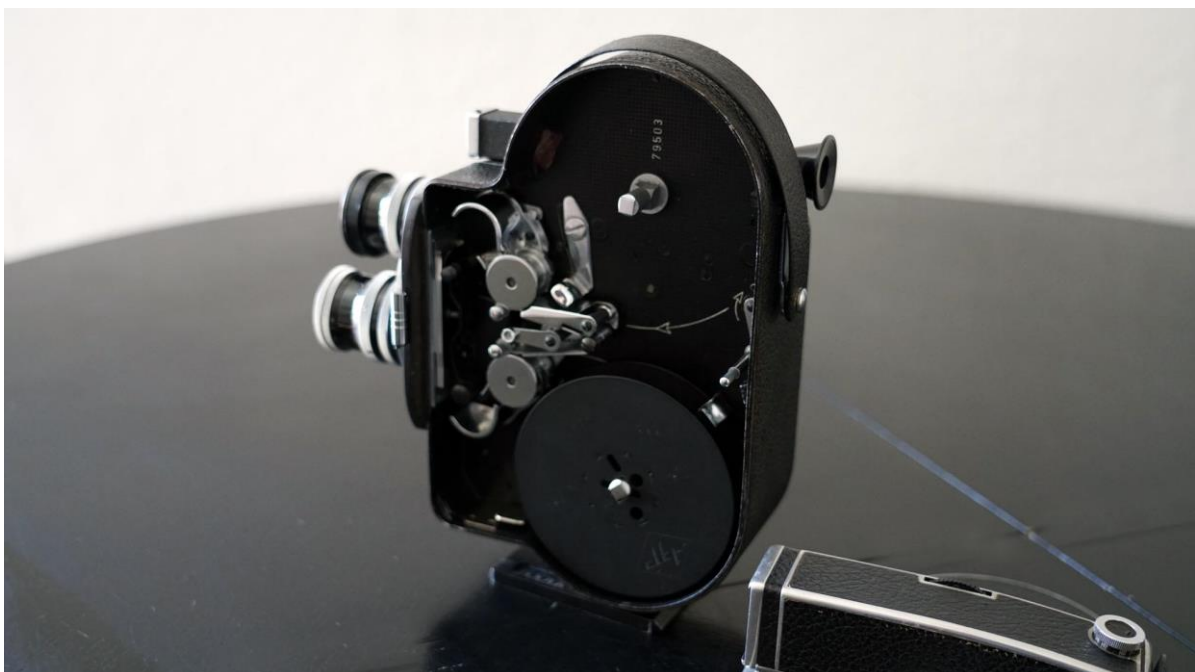
Es zeigte sich, dass die winzige Lichtöffnung es zwar erlaubte, die Welt scharf abzubilden, dass aber um die Silberschicht auf den Glasplatten ausreichend belichten zu können, sehr lange Zeit notwendig war. 10 und mehr Minuten waren die Regel, so lange können Menschen für Portraitaufnahmen schwer ruhig bleiben.

Man fand zwar auch heraus, dass größere Silberteilchen mehr Licht einsammeln konnten, als feinere, doch das hatte den Nachteil, dass man auf den Fotos und auch später beim Bewegtbild, diese Silberteilchen als Filmkorn deutlich erkennen konnte. Aber die Erkenntnis, dass größere Fläche des einzelnen Filmkorns mehr Lichtempfindlichkeit bedeutet, findet ihre Entsprechung in heutigen Kamerasensoren.

Deshalb nutzte man für die Weiterentwicklung der Kameras eine weitere Erfindung, das Objektiv. Dieses erlaubte es nämlich, mit größeren Öffnungen Licht in die Kamera zu lassen und durch Verschieben einzelner Linsen trotzdem scharf zu stellen. Objektive wurden also schon bald Standard für Fotoapparate.

## Die bewegten Bilder

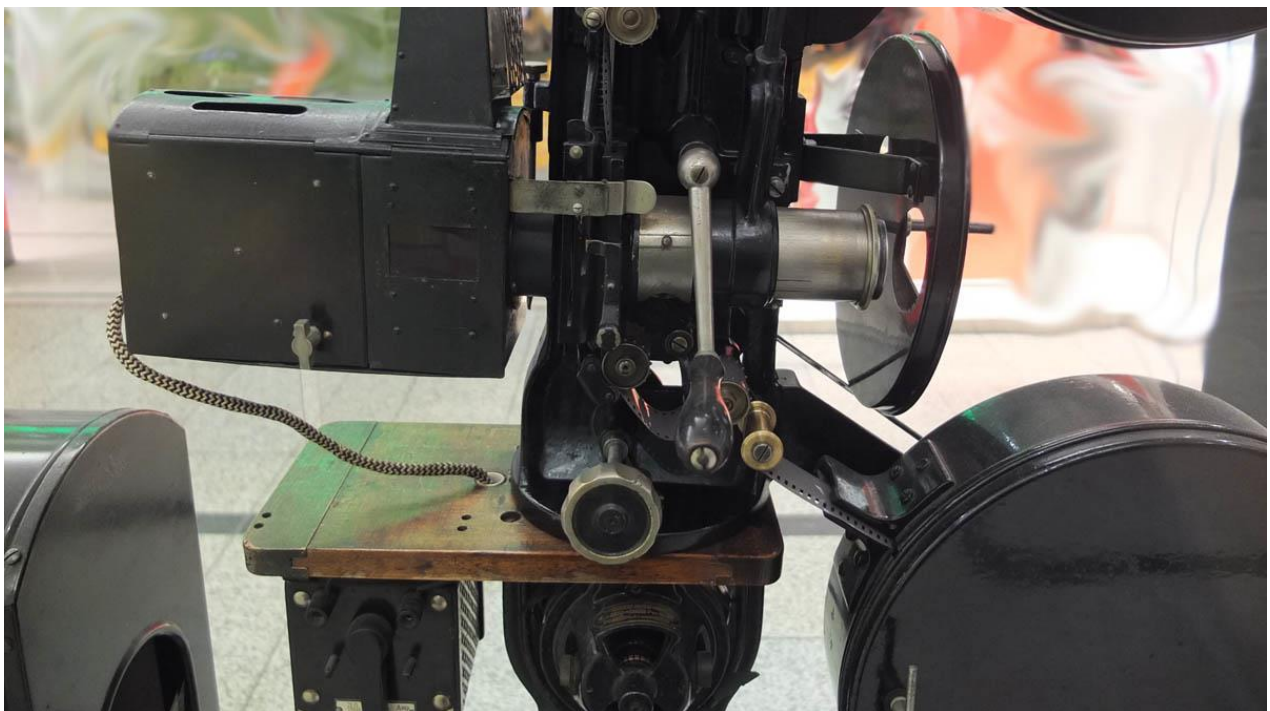
Nachdem die Fotografie nach und nach immer komfortabler funktionierte, machten sich Erfinder rund um den Erdball Gedanken, wie man auch bewegte Aufnahmen machen könnte. Durch verschiedene Geräte wie das Zoetrope und Serienaufnahmen mit Fotokameras wusste man, dass etwa 16 Bilder pro Sekunde nötig waren, um den Eindruck von fließenden Bewegungsabläufen zu erzielen. Leute wie die Lumiere Brüder, die Gebrüder Skladanowksi oder auch Edison arbeiteten parallel an Lösungen, Filme aufzunehmen und wieder abzuspielen. Als Trägermaterial für die Bildstreifen, welche durch Kamera und Abspielgerät oder Projektor liefen, diente anfänglich Papier.



## Der Filmstreifen

Da Papier kein stabiles Trägermaterial war, rückte die Erfindung von George Eastman, bald in den Fokus der Filmpioniere. Er hatte für seine Fotoapparate, die er Kodak nannte, eine Neuerung entwickelt. Er goss feine Silberpartikel, die in Gelatine gelöst waren, auf transparente Kunststofffolien aus Nitrozellulose. So brauchte man keine Glasplatten mehr zum Fotografieren.

Er befüllte seine Fotoapparate mit 1-2 Meter langen Streifen dieser fotoempfindlichen Filme. Die Kunden liehen einen Apparat aus, fotografierten, bis der Film voll war und brachten ihn dann wieder zu Eastman. Der gab ihnen einen anderen Apparat mit frischem Filmmaterial und das belichtete Material entwickelte er für die Kunden.



Thomas Edison, der von dieser Erfindung erfuhr, traf sich mit Eastman und beauftragte ihn, perforierte Filmstreifen für ihn herzustellen. Der Abstand, den er Eastman mit Daumen und Zeigefinger zeigte, wurde zu der bis heute gültigen Norm für den analogen Film,- es waren 35 mm Breite für die Filmstreifen.

Die maximale Länge, die Eastman fertigen konnte, war begrenzt durch die Größe seiner Halle. Dort konnte er maximal auf 60 Metern Tische zum Gießen der Emulsion nebeneinanderstellen. Dies war die Limitierung für die frühen Kamerafilme.

Auf diese Weise wurden verschiedene frühe Technologien zusammengefasst, um daraus die ersten Laufbildkameras zu bauen.

Im Zuge der technischen Verbesserungen erhöhte man die Anzahl der Bilder pro Sekunde auf 24 (später für das Fernsehen auf 25) und man unterbrach bei der Projektion den Lichtstrahl durch die Umlaufblende mehrmals, um eine höhere



Flimmerfrequenz zu erzielen. Das hatte einen ähnlichen Effekt wie höhere Bildfrequenzen bei heutigen Bildschirmen,- der Bildeindruck wurde ruhiger.

### Video wird heute digital aufgezeichnet

Wer heute professionell oder semi-professionell Video aufzeichnet, tut dies digital. Nach einer drei Jahrzehnte langen Phase analoger Videoaufzeichnung (1 Zoll, Betacam SP etc.) und dann digitaler, auf Band gestützter Aufnahme findet man als Medium heute vor allem Flash-Speicher vor.

Während früher Videokassetten (z.B. HDV, HDCam, DVCPRO HD) und spezielle DVDs (Professional Disk) auch gleichzeitig zur Archivierung dienten, muss man bei Flash-Speicherkarten stets die Aufnahmen (Files) auf eine Festplatte umkopieren.

Bei längeren Drehs braucht man also stets eine separate Festplatte oder SSD und ein Lesegerät für die Speicherkarten. Manche Kameras erlauben es auch, dass man direkt eine Festplatte / SSD per USB oder Firewire anschließt und die Daten überspielt.



SD-Speicherkarten sind recht preiswert, P2 Karten von Panasonic oder Sonys SXS Karten waren da schon deutlich teurer, dafür aber auch robuster. Neueste, ultraschnelle SD und CF Karten sind hingegen wieder sehr teuer.

### Hintergründe Digitales Video

Die vielen verschiedenen Beeinflussungen, Fehlerquellen und Widrigkeiten bei der analogen Videoaufzeichnung machen den Wunsch der Anwender und Entwickler verständlich, diese Signale digital aufzeichnen zu wollen. Vor allem der Gedanke endlich die Kopierverluste bei Schnitt und Bearbeitung der Videoprogramme los zu

werden, war bestechend. 1987 entwickelte Sony das erste professionelle digitale Videoformat. D 1

Doch es zeigte sich wie schon zur Anfangszeit des analogen Videos, dass die Datenmengen den Erfindergeist vor eine schwere Probe stellten. Unsere üblichen 5 MHz Bandbreite eines PAL Fernsehsignals in einer Sekunde (bei 8 Bit Wortbreite) machen eine Bandbreite von 40 MHz erforderlich. Pro Sekunde entsteht eine Datenmenge von ca. 11 MBytes / sec.

Wer schon einmal nachgeschaut hat, wie groß etwa eine Schreibmaschinenseite als Word-Datei ist, der kann sich vorstellen, wie viele Seiten Text mit 11 Mbyte gespeichert werden könnte. Das sind 1000 Seiten Text, die in einer Sekunde über den Bildschirm rauschen. Und dabei sprechen wir nur von der alten 4:3 PAL Fernsehnorm. HD-Systeme haben deutlich mehr Bildpunkte und entsprechend höhere Datenmengen.

## **Datenreduktion**

Solche großen Datenmengen sind aber selbst mit der aktuellsten Technik nicht sinnvoll handhabbar. Das Schlüsselwort lautet, wie so oft: Datenkompression und Datenreduktion.

Verfahren von MPEG1 bis MPEG4 oder die heutigen H264, H265 etc. erlauben es, die Datenmenge um das 20 bis 100 fache zu verringern, je nach Verfahren und Grad sind diese Reduzierungen mehr oder weniger sichtbar. Die Namen für die verschiedenen Codecs variieren, aber dahinter liegen zumeist die gleichen Verfahren.

## **Speichermedien**

Die Canon Legria oder eine kleine Sony zeichnet auf SD-Karten und Sony Memory-Sticks auf und kann bis zu 64 GB handhaben. Das ist eine ganze Menge, da die Kamera ja nur komprimiert, also nicht in RAW aufzeichnen kann. Höherwertige Videokameras, Mirrorless und DSLR können auch in RAW aufzeichnen, bei höchster Qualitätsstufe mit großer Farbtiefe häufig aber nur auf ein externes Speicherlaufwerk, welches über HDMI angeschlossen werden muss.

## **Objektive**

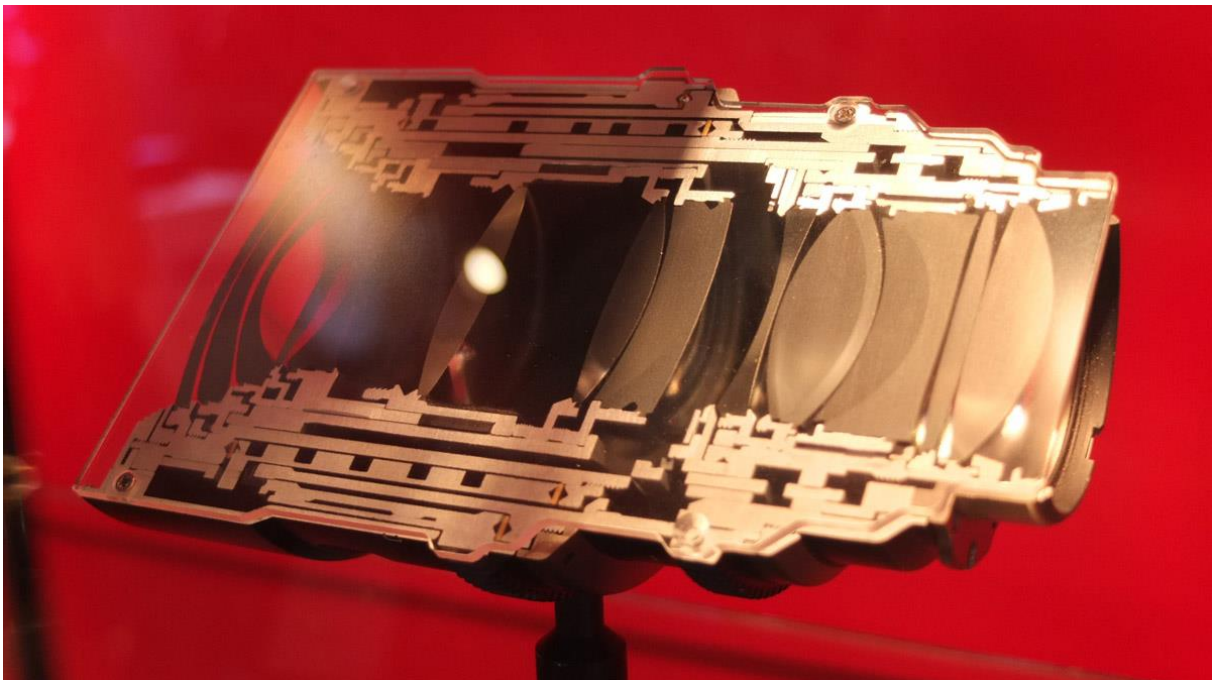
Hochwertige Objektive sind oft teurer als die Kameras selber, mit denen man dreht. Es gibt Objektive, da kostet ein einzelnes Exemplar 30.000 Euro.

Alle Objektive haben mehr oder weniger starke Abbildungsfehler. Dazu gehören solche Dinge wie die Sphärische Aberration, die chromatische Aberration, Verzeichnungen und mehr. Der Aufwand, diese Abbildungsfehler zu korrigieren ist recht hoch und verteuert die Objektive erheblich. Inzwischen werden diverse Abbildungsfehler von den Prozessoren der Kameras herausgerechnet.



Ein wichtiger Unterschied bei Objektiven ist die Frage, ob es sich um Festoptiken oder Zoomoptiken handelt. Festobjektive sind genau für die eine Brennweite, für die sie bestimmt sind, optimiert.

Zoomobjektive kombinieren die Linsen verschiedener Brennweiten miteinander. Deshalb können sie nur Kompromisse sein. Andererseits bieten sie den Vorteil, dass man, ohne Objektiv wechseln zu müssen (was Zeit kostet und das Risiko von Staub, der auf den Sensor gelangt, in sich birgt) mit verschiedenen Brennweiten arbeiten kann.





Gerade für dokumentarische Arbeiten bieten sich Zoomobjektive an. Dort fehlt einfach die Zeit, dauernd die Objektive zu wechseln, um eine andere Brennweite nutzen zu können.

Bestimmte Arbeitsprozesse hochwertiger Objektive müssen auch heute noch von Hand gemacht werden. Oberflächenbeschichtungen, man nennt sie auch Vergütungen, sollen ungewollte Reflexe und Lens-Flare in den Objektiven verringern.

## Mount & Auflagemaß

Im Laufe der Weiterentwicklung von Kameras haben sich unterschiedlichste Befestigungssysteme herauskristallisiert. Das lag auch daran, dass jeder Hersteller seine eigenen Mounts favorisierte. Es begann mit C-Mount über Arri Standard, Arri Stahlbajonnet über PL-Mount, RED Mount und Andere.

Der Abstand zwischen dem Objektiv-Mount und dem Sensor oder der Filmebene nennt man Auflagemaß. Spiegelreflexkameras, die dazwischen noch Platz für einen rotierenden oder hochklappenden Spiegel brauchen, haben ein langes Auflagemaß. Mirrorless Kameras brauchen diesen Abstand nicht und haben ein kurzes Auflagemaß. Das hat viele Vorteile für die Bildqualität und für die Möglichkeit, Adapter auf andere Objektivsysteme zu verwenden.

So können die Lichtstrahlen bei einem kurzen Auflagemaß eines Objektivs gerader auf die Fotodioden auf dem Sensor treffen. Das erhöht die Lichtempfindlichkeit und verbessert die Aufnahme.



Da genügend Platz zum Auflagemaß anderer Objektivsysteme vorhanden ist, kann man an Mirrorless Kameras nahezu alle anderen Objektive adaptieren.

## CCD & CMOS Chips



CCDs und CMOS Chips sind Aneinanderreihungen von winzigen lichtempfindlichen Dioden. Die Größe des Kamerasensors beeinflusst unter Anderem die Lichtempfindlichkeit, das Bildrauschen und die Schärfentiefe. Wenn man große Fotodioden verwendet, haben diese mehr Fläche zum einsammeln von Licht zur Verfügung, - sie sind dadurch lichtempfindlicher. Allerdings kann man dann auch nicht so viele von ihnen auf einem Sensor unterbringen, die Bildauflösung ist also geringer.

Unabhängig von der Anzahl der Fotodioden spielt auch die Größe des Chips für verschiedene Qualitätsparameter eine Rolle. Etwa für den begehrten Kino-Look, die geringe Schärfentiefe, ist ein großer Kamerachip ideal. Allerdings ist es teurer, größere Chips herzustellen, weshalb die meisten Consumer-Videokameras eher kleine Chips besitzen.

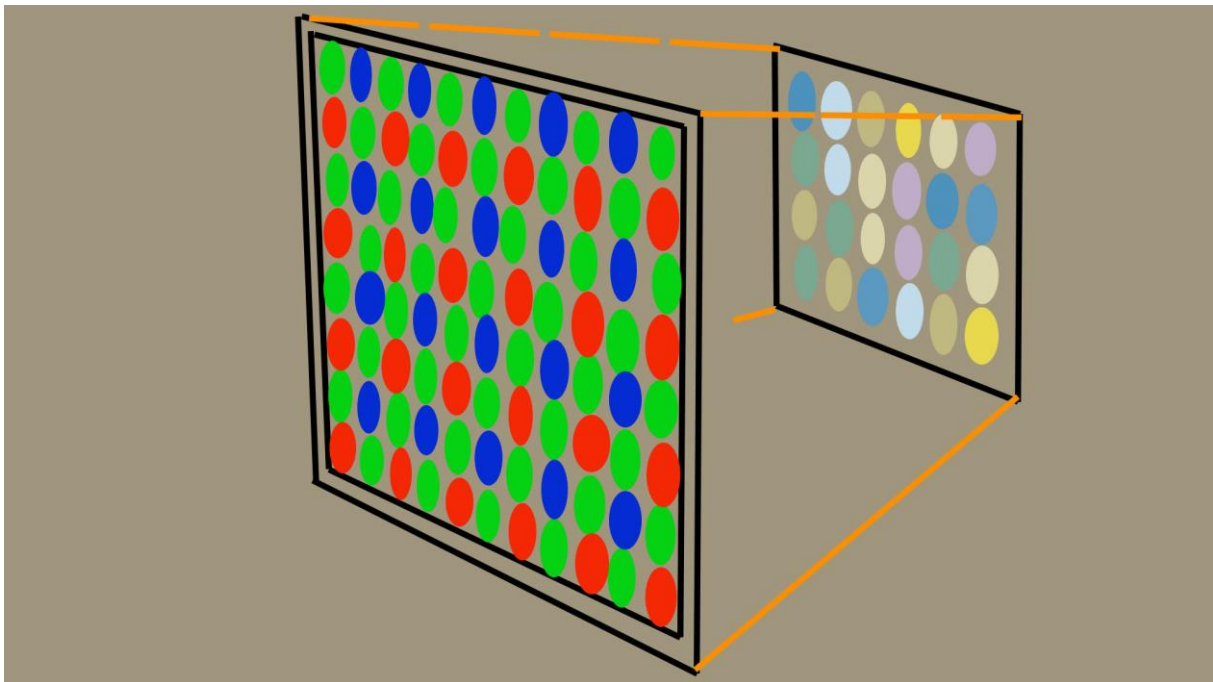
## Farbe und Bildsensoren

Die einzelnen Fotodioden sind eigentlich nicht für eine bestimmte Farbe empfindlich. Um sie für eine Farbe empfindlich zu machen, müssen Filter zwischen das Objektiv und den CCD Chip eingebaut bzw. aufgedruckt werden. Je nachdem, um welche Art von Kamera es sich handelt, wird die Filterung für einen ganzen Chip (bei 3-Chip Kameras) oder auf Pixel-Basis (bei Ein-Chip Kameras) vorgenommen.

Ein-Chip Kameras nehmen die Erfassung der Farben auf einem einzigen Sensor vor. Tatsächlich werden je vier Pixel zum Ermitteln der Farbauszüge für einen Bildpunkt erfasst. Von den vier verwendeten Pixeln werden meistens zwei für Grün, und je eines für Blau und Rot verwendet. Das liegt daran, dass



der Mensch für Grün besonders empfindlich und dessen akkurate Wiedergabe deshalb besonders wichtig ist.



Manche Profikameras arbeiten, wie erwähnt, auch noch mit drei Chips. Das Bild wird hinter der Optik durch ein Prisma in drei identische Bilder gesplittet und verteilt sie durch drei Filter der Primärfarben auf drei CCD Sensoren. Eine Elektronik kann so abgeglichen werden, dass die verschiedenen Farbauszüge in Helligkeit und Schwarzwert in einem natürlichen Verhältnis zu einander stehen.

Der Vorteil von 3-Chip Kameras ist, dass man sauberere Farbinformationen auslesen kann, der Nachteil, dass sie größer sind und dass etwas Licht durch das Prisma und teildurchlässige Spiegel Licht verloren geht.

## Die Kameras

### Wenig Licht

Im Prinzip ist die Empfindlichkeit der Chips extrem hoch. Bereits geringstes Licht, also einzelne Photonen können als Licht wahrgenommen werden und ein Bild erzeugen. In Wirklichkeit gibt es aber in den Halbleitern auch unerwünschte freie Elektronen, die ein Grundrauschen dem Bildsignal hinzufügen.

Das ist die untere Grenze der Empfindlichkeit, welche von den Kameraherstellern festgelegt wird. Das Grundrauschen ist übrigens auch abhängig von der Arbeitstemperatur. In einer kalten Umgebung ist es niedriger, in Wärme (Sommer etc.) ist es höher. Das Grundrauschen verdoppelt sich etwa alle 10 Grad.



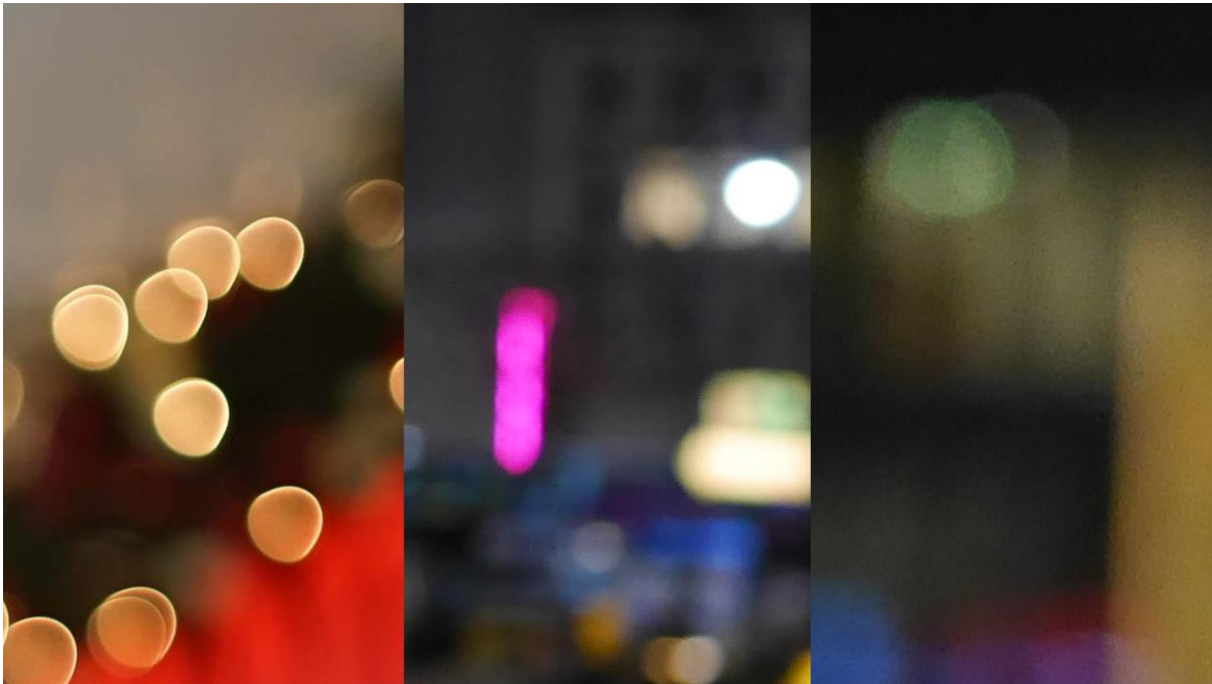
Größe der Chips: Größere Chips (mit entsprechend größeren einzelnen Fotodioden) müssen das Signal nicht so sehr verstärken, sie haben einen besseren Signal-Rauschabstand. Kleine Chips arbeiten mit kleineren empfindlichen Flächen und liefern weniger Spannung. Diese muss also bei wenig Licht höher verstärkt werden, was das Rauschen erhöht.

In hochwertigen digitalen Videokameras laufen aus diesem Grund, und um das interne Processing zu kühlen, Lüfter. Diese können aber zeitweise während der Aufnahme verstummen, um den Ton nicht zu beeinträchtigen.

### **Einfluss nehmen auf die Bildwirkung**

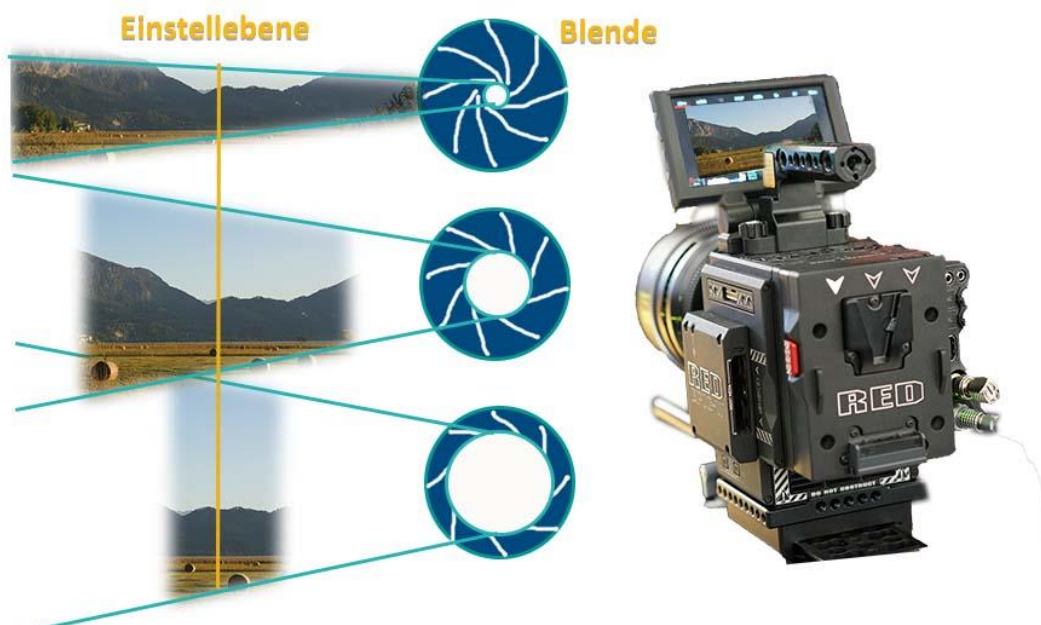
Will man einzelne Personen oder Objekte von einem möglicherweise unruhigen oder bunten Hintergrund abheben, so ist eine geringe Schärfentiefe hierfür sehr nützlich. Unter Schärfentiefe verstehen wir den Bereich vor und hinter der Ebene, auf die wir scharf stellen, der immer noch scharf aussieht. Nicht ganz unwichtig ist in diesem Zusammenhang auch, wie ein Objektiv die Unschärfe etwa im Bildhintergrund darstellt. Die Japaner verwenden dafür den Begriff Bokeh und meinen damit die Schönheit der Unschärfe, welche ein Objektiv mit Hilfe der Glasqualität und vor allem auch der Form der Blende erzeugen kann.

Die Schärfentiefe selbst ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Den ersten haben wir schon erwähnt, ein großer Kamerachip. Je größer das Aufnahmeformat ist, desto geringer ist die Schärfentiefe. Dies kann man also nur beim Kauf der Kamera beeinflussen.



Ein weiterer Faktor ist die Brennweite. Je länger die Brennweite, desto geringer die Schärfentiefe. Wenn wir uns mit der Kamera von den zu drehenden Personen entfernen und sie per Teleobjektiv näher heranholen, wird der Schärfentiefebereich ebenfalls geringer, der Hintergrund hinter den Personen unschärfer.

Ein weiterer Faktor ist die Blende. Je größer die Blendenöffnung des Objektivs, desto geringer ist die Schärfentiefe. Möchte man, obwohl die Helligkeit eine kleine Blende erfordert, eine große Blendenöffnung erzielen, kann man einen ND-Filter in den Lichtweg einschwenken oder vor das Objektiv schrauben bzw. in die Matte Box einsetzen, dann reduziert dieser die Lichtmenge und die man kann größerer Blendenöffnung drehen. Auch das reduziert die Schärfentiefe.





Will man mit Kameras mit einem kleinen Sensor eine geringe Schärfentiefe erzielen, muss man also mit längerer Brennweite (also Tele) und mit großer Blendenöffnung drehen.

Der jeweilige Bereich der Schärfentiefe in Abhängigkeit von der Blende kann aus Tabellen, die es zu jedem Objektiv gibt, abgelesen werden oder mit den Einzeichnungen auf dem Ring der Blende am manuellen Objektiv eingeschätzt werden. Hier eine Tabelle, welche aufzeigt, wie groß der Schärfentiefe Bereich bei 5 Metern Entfernung bei den verschiedenen Blendenöffnungen eines 35mm Nikon Objektivs ist.

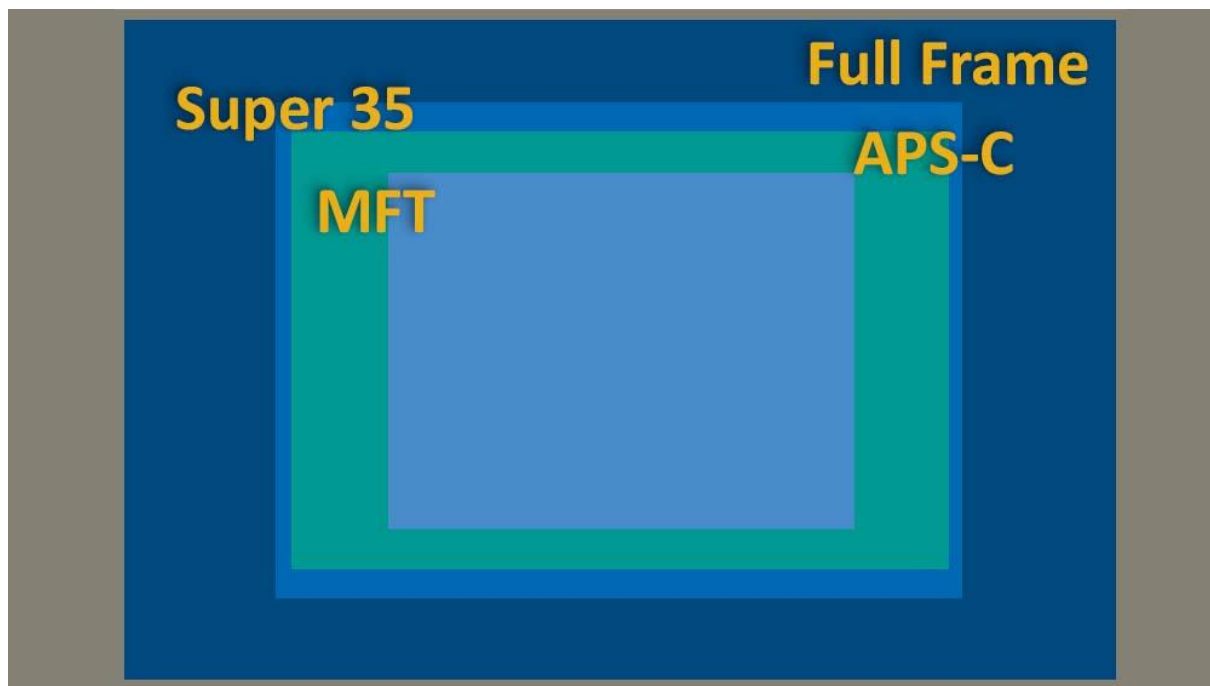
Objektiv: Nikkor 35mm 1:1,8											
Blende	1,8		5,6		8		11		22		
	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	von	bis	
Abstand Einstellebene 5 Meter	4,61	5,46	3,91	6,92	3,58	8,28	3,24	11	2,39	∞	

Ein weiterer Faktor, der die Schärfentiefe beeinflusst ist die Entfernung zum Objekt. Je näher es sich an dem Objektiv der Kamera befindet, desto geringer ist der Schärfentiefe Bereich. Man kann das ganz gut daran erkennen, dass auf dem Schärfering eines Objektivs ein viel größerer Einstellbereich für geringe Entfernungen reserviert ist, als für große Entfernungen.

### Überblick über die verschiedenen Aufnahmeformate



Wie wir wissen, haben große Sensoren viele Vorteile gegenüber kleinen Sensoren, da wäre neben der geringeren Schärfentiefe die zumeist höhere Auflösung und auch eine höhere Lichtempfindlichkeit zu nennen. Andererseits erhöht die Größe des Sensors die Kosten und auch das Kameragehäuse-Volumen. Die wichtigsten Formate für Sensoren sind Arri LF, Full Frame, Super 35, APS-C und MFT.



Wenn man Objektive, die für Vollformat gerechnet sind (also in der Regel Fotoobjektive älterer oder auch neuer Vollformat DSLR) für Kameras mit kleineren Sensoren verwendet, ändert sich die Wertigkeit des Objektivs in Bezug auf die Brennweite.

Es wird nur ein kleinerer Teil des abgebildeten Bildwinkels verwendet, das ist dann so, als hätte man ein Objektiv mit einer längeren Brennweite verwendet. Eine Normalbrennweite bei Spiegelreflex wird so bei kleineren Sensoren zu einem Teleobjektiv. Der sogenannte Crop-Faktor drückt aus, um wieviel die Brennweite verlängert wird.

Film / Sensorgröße	65 mm	Kleinbild-Full Frame	APS-C	MFT
Crop-Faktor	0,6	1	1,4	2
Normal-Brennweite Equivalent	78mm	50mm	35mm	25mm

## Licht Gedanken

Wer mit Kameras fotografiert oder filmt, wird sehr rasch schmerzlich feststellen, dass unser Auge doch weit mehr Helligkeitsunterschiede verarbeiten kann, als Filmmaterial und dieses wiederum immer noch mehr Helligkeitsunterschiede als digitales Video. Der Kontrastumfang, den wir mit einer Kamera aufnehmen können ist viel geringer als der, den wir sehen können.



Um die Begrenztheit der verschiedenen Aufnahmemedien (Dynamikumfang, Verfügbare Blendenstufen) zu überwinden müssen wir versuchen, die Lichtverhältnisse am Aufnahmemotiv in einen Rahmen zu „übersetzen“, der die gewünschte Lichtstimmung für den Sensor und den Kameraprozessor aufnehmbar macht.

Ganz gleich ob wir ein komplett eigenes Licht im Studio erschaffen, oder ob wir am Drehort vorhandene Lichtsituationen ergänzen, wir haben es stets mit gestaltetem Licht zu tun. Der Versuch, Festlegungen für die Lichtführung bei Film und Fernsehen zu treffen, ist ähnlich verwegen, als wolle man Malern die Farben und Pinsel vorschreiben, mit denen sie arbeiten sollten.

## Was Licht leistet

Es hilft, neben der Hilfe, den Kontrastumfang des Aufnahmemotivs etwas kamerafreundlicher zu machen, die Räumlichkeit darzustellen, Objekte besser aussehen zu lassen, Strukturen hervorzuheben, es erzeugt Stimmungen und es hilft Personen zu charakterisieren.



## **Belichtung Manuell oder Automatisch?**

Auch wenn die heutigen Kameras über diverse Messfelder (Mehrzonenmessung) hinweg die Helligkeit messen und daraus recht gültige Mittelwerte errechnen, so kann dennoch keine Belichtungsautomatik allen Lichtsituationen gerecht werden. Das Problem ist einfach, dass die Kamera nicht weiß, was sie aufnimmt. Und speziell die Frage, welche Belichtung von uns gewünscht wird, was wir als richtig empfinden, kann die Kamera schon gar nicht beantworten.

Die Belichtungsautomatik einer Kamera kann nicht wissen, welches Helligkeitsniveau Bildbestimmend ist. Leider ist der Belichtungsumfang der Videokameras deutlich geringer als der unseres Auges (und auch geringer als der von Filmmaterial). Bei vielen Lichtsituationen (z.B. Person vor hellem Hintergrund oder Häuserdächer und Sonnenuntergang) muss deshalb entschieden werden, was richtig belichtet sein soll. Entweder die Person oder der Hintergrund wird richtig belichtet.

Die Automatik reagiert zudem undifferenziert darauf, wenn sich im Bild die Helligkeit aus welchem Grund auch immer verändert. Selbst wenn Sie eine Totale drehen und jemand geht im Vordergrund durchs Bild, fängt die Automatik unter Umständen an, bereits die Belichtung zu verändern, das Bild wird je nach Kleidung der Person heller oder dunkler. Kaum ist sie vorbei, stellt die Belichtungsautomatik sich wieder auf den Hintergrund ein.

Um derartige Belichtungswillkür zu verändern, ist es sinnvoll, bei gleichbleibenden Lichtverhältnissen die Belichtungsmessung automatisch vorzunehmen und dann auf manuell umzustellen, damit die gefundene Belichtung beibehalten bleibt. Vorsicht, dass Sie nicht vergessen bei Lichtveränderung neu einzustellen. Bei einigen Kameras gibt es auch eine "Hold" Position beim Belichtungsumschalter, der verhindert, dass man versehentlich an das Belichtungsrad oder die +- Taster kommt. Wenn man an die falschen Taster kommt und ungewollt die Blende ändert kann man sich die Aufnahmen ruinieren.

Bei Aufnahmen für professionelle Verwendung sieht es amateurhaft aus, wenn sich in der laufenden Aufnahme die Bildhelligkeit verändert, die Belichtung pumpt. Andererseits kann aber eine Automatik den Kameramann entlasten und liefert in der Mehrzahl der Fälle akzeptable Ergebnisse. Speziell im dokumentarischen Bereich, wo gar keine Zeit vorhanden ist, auszuleuchten und das Licht sorgsam einzurichten, und wenn kein Kameraassistent zur Verfügung steht, ist Belichtungsautomatik sinnvoll. Es sind vor allem die besonderen Lichtsituationen, die eine manuelle Belichtung überlegen machen.

## **Belichtung & Messung**

Wie stellen wir eigentlich fest, wie viel Helligkeit zum Belichten unseres Sensors oder Filmmaterials optimal ist. Also so, dass wir weder unter-, noch überbelichten? Analoge Filmmaterialien und Kamerasensoren haben jeweils eine spezifische Empfindlichkeit. Bei Videokameras ist das in der Regel der niedrigste Wert, den man im Menü unter Empfindlichkeit einstellen kann, typischerweise 400 oder 800 ISO. Mit dieser Angabe können Belichtungsmesser, Spotmeter und andere

Lichtmessinstrumente die richtige Belichtung für den jeweiligen Sensor / Filmmaterial bestimmen.

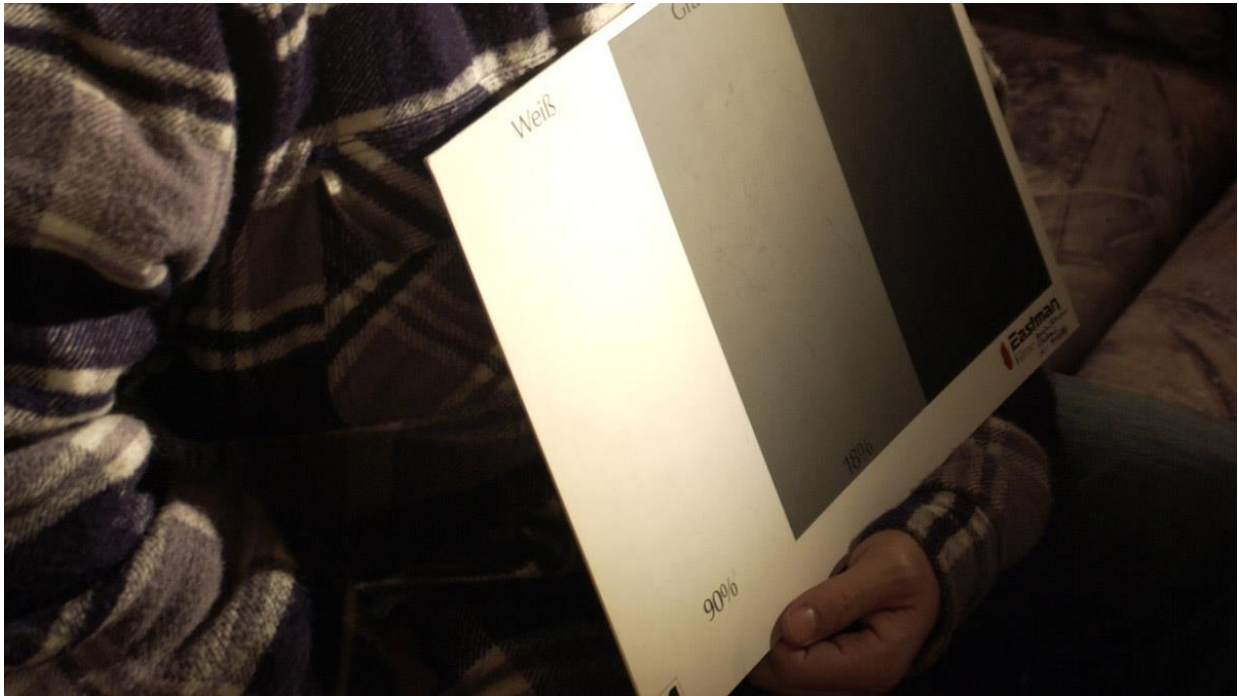


Bei den klassischen Belichtungsmessern ist übrigens der Sekonic aus Japan besonders beliebt. Er kommt gänzlich ohne Batterien aus und kann deshalb auch im Regenwald oder der Arktis problemlos zum Einsatz kommen.

Natürlich kommt es eigentlich auch darauf an, was man überhaupt aufnimmt. Schließlich ist es das reflektierte Licht, welches durch ein Objektiv auf unseren Kamerasensor oder Film fällt. Und bestimmte Farben reflektieren mehr, andere weniger. Um für Belichtungsmesser eine gewisse Norm zu finden, hat man unterschiedlichste Objekte in verschiedensten Örtlichkeiten hinsichtlich ihrer Reflektion ausgemessen und jeweils Mittelwerte gebildet. Erstaunlich oft kam dabei ein Wert um die 18% an Reflexion heraus.

Auf diesen wurden Belichtungsmesser und so genannte Graukarten geeicht. Bei einem Belichtungsmesser sitzt vor der lichtempfindlichen Fozelle eine Plastikkalotte, die das auftreffende Licht aus vielen Richtungen bündelt und davon 18 % auf die Fozelle lässt. Beim Spotmeter misst man am Aufnahmeobjekt mit dem Spotmeter eine Graukarte, die genau 18 % Licht reflektiert.

Man kann also entweder mit einem Belichtungsmesser und einer Kalotte (vom Objekt oder der aufgenommenen Person in Richtung Kamera messen) oder aber mit einem Spotmeter und einer Graukarte (aus Richtung der Kamera die Graukarte, die sich am Objekt oder vor dem Gesicht des aufzunehmenden Menschen befindet, messen) die richtige Blende für die Video,- oder Filmkamera ermitteln. Voraussetzung ist, dass man dem Belichtungsmesser oder dem Spotmeter die Empfindlichkeit (ISO) mitgeteilt hat.



Viele Kameras, vor allem DSLR und Mirrorless messen selbst das Licht. Dabei messen sie das reflektierte Licht an verschiedensten Messpunkten im Bild und errechnen einen Mittelwert. Das funktioniert in vielen Fällen sehr gut, lediglich wenn man sehr ungleiche Lichtverteilung im Motiv hat, etwa bei einer Bühnensituation und hellen Spots auf einzelnen Personen, kommt es zu Fehlmessungen. Dann ist es sinnvoll, in der Kamera auf Spotmessung umzuschalten und die Belichtung nur auf dem bildwichtigen Teil, in der Regel eine Person, zu messen.





## Vorwarnsystem Zebra

Videokameras haben als Frühwarnsystem vor Überbelichtungen die sogenannte Zebra Einstellung eingebaut. Diese legt im Sucher über jene Bildteile, die drohen zu clippen (Überbelichtung), eine Schraffur. Nun kann man das Zebra auf unterschiedliche Werte einstellen. Steht es auf 100 %, dann heißt es, dass alle schraffierten Bildteile fast schon überbelichtet sind. Besser ist es, das Zebra auf 70 % zu stellen, dann wird man vorgewarnt, bevor die betreffenden Stellen überbelichtet sind. Hat man 70 % eingestellt, so bedeutet das, dass einzelne wenige Bildteile mit leichtem Zebra nicht schlimm sind.

## Scopes



Digitale Kameras oder auch externe Videomonitor bieten verschiedene Anzeigen an, welche uns helfen, die Belichtung unserer Aufnahmen zu beurteilen.

### Waveform

Die wohl bekannteste Anzeige zu Belichtungs-, und Bildkontrolle. Der Waveform-Monitor zeigt die Informationen an, die der Sensor liefert. Es gibt hier verschiedene Varianten, zumeist betrachtet man grafisch die Luminanz (=Helligkeits) verteilung. Die dunklen Werte sind unten dargestellt, die hellen Werte oben. Der Waveform Monitor zeigt die Helligkeitsverteilung im ganzen Bild von links nach rechts, also horizontal an.

Damit bietet diese Anzeige eine Art abstrakte Übersetzung des tatsächlichen Bildes in Helligkeitsverteilungen. So kann man recht leicht erkennen, an welchen Stellen im Gesamtbild Bereiche sind, die möglicherweise zu hell oder zu dunkel sind.

Auch kann man über den Abstand von den untersten zu den obersten Anzeigewerten den Kontrast im Motiv erkennen und steuern, je größer der Abstand, desto höher ist der Kontrast. je kleiner der Abstand, desto geringer ist der Kontrast. Links gibt es in der Regel eine Skala die bis 100, 120 oder mehr Prozent reicht. im Bereich der Schatten gibt es Anzeigen die mit 0 beginnen, andere gehen auch bis Minus 20 und mehr Prozent. (Siehe HDR)

## RGB Parade

Dabei handelt es sich im Grunde genommen auch um einen Waveform Monitor, allerdings aufgeteilt in die drei additiven Grundfarben, Rot, Grün und Blau. Hier wird also die Helligkeitsverteilung in den drei Farbkanälen angezeigt. Ansonsten gelten die gleichen Definitionen wie für den Waveform Monitor. Diese Anzeige macht Probleme mit Farbstichen oder dem Weißabgleich leichter sichtbar.

Auch kann es sein, dass in speziellen Situationen eigentlich nur ein Farbbereich clipt, dann kann man gezielt in diesem Farbkanal versuchen, im Motiv oder durch Filter das Problem zu korrigieren.

## Vectorskope

Eigentlich eine Anzeige aus alten Fernsehzeiten, doch für einen schnellen Überblick vor allem was die Farbe angeht, nach wie vor sehr gut geeignet. Hier wird die Farbe als Kreis dargestellt, wobei die verschiedenen Richtungen auch für die verschiedenen Farben stehen und die Auslenkung vom Zentrum des Kreises aus zeigt deren Sättigungsgrad an. So entsteht so etwas wie eine Wolke, die zu verschiedenen Richtungen Ausbuchtungen hat. Je weiter diese vom Zentrum des Kreises zum äußeren Rand des Kreises ausgedehnt ist, desto stärker ist die Farbsättigung in dem jeweiligen Farbbereich.

## Histogramm

Man sollte es nicht mit einer Waveform Anzeige verwechseln, denn es zeigt etwas gänzlich anderes an. Während und der Waveform-Monitor die Verteilung von Helligkeitswerten über das ganze Bild hinweg anzeigt, liefert uns das Histogramm ähnlich wie ein Balkendiagramm die prozentuale Verteilung der unterschiedlichen Helligkeitsstufen. Die horizontale Ebene repräsentiert also nicht das tatsächliche Bild von links nach rechts, sondern die prozentualen Anteile unterschiedlicher Helligkeitswerte.

Man kann also über Balken ablesen, wie viel Prozent einer bestimmten Helligkeit in dem Bild als Summe vorkommen, also ob es viele helle, viele mittlere oder viele Dunkle Anteile im Bild gibt. Von links nach rechts werden links die Schwärzen und rechts die Lichter, dazwischen alle Mittelwerte, Grautöne etc. dargestellt. Die horizontale (X) Achse zeigt also die Luminanz des Bildes von tiefstem Schwarz am linken Rand bis zu reinem Weiß am rechten Rand. Die Skala in der Vertikalen, also von Oben nach unten repräsentiert, ja nach Wortbreite des Videosignals die Helligkeitsstufen. Das Ansteigen auf der vertikalen (Y) Achse gibt die relative Menge für die gegebene Luminanz an. Bei 8 Bit also 255 Helligkeitsstufen.

Wir können also nicht erkennen, wo im Bild mögliche Problemfelder sind, sondern nur, wie viele dunkel oder hell und wie viele davon prozentual im Bild vorhanden sind. Gibt es besonders hohe Balken links am Rand der Anzeige, weiß man, dass das Bild besonders dunkel ist, gibt es viele hohe Balken rechts, ist das Bild besonders hell. Aber man kann eben nicht identifizieren, welche Bildelemente konkret die Problembereiche sind. Manchmal sind das ja nur einzelne Elemente im Bild, die zu hell sind, etwa ein Reflex auf einer Vase, die es zu finden gilt.

Man kann das Histogramm durchaus verwenden um zu kontrollieren, dass weder die Schwärzen noch die Lichter zum linken oder rechten Rand hin gequetscht werden, sondern möglichst gut auf der Horizontalen platziert sind. Die Balken sollten im Idealfall also weder an den linken noch an der rechten Bildrand gedrückt sein. So kann man sicherstellen, dass nichts verloren geht.

### **Viel Licht** Maximale Helligkeit.

Die maximale Helligkeit ist von der Fähigkeit des Sensors abhängig, Ladung zu halten. Wenn zu viel Licht auf den Sensor trifft, so läuft er quasi über, das Bild brennt in ein flächiges Weiß aus. Wenn diese Überladung zu groß ist, so kann davon der gesamte Informationstransport im Chip betroffen sein und es kommt zu vertikalem Smear Effekt. Man kann diesen Fehler reduzieren durch besonderes Chip-Design und Entladungswege.

### **Aufnahmefehler**

Es gibt diverse Fehler, die sich unangenehm in den Aufnahmen bemerkbar machen, die man vermeiden kann. Sie haben alle mit den technischen Gegebenheiten bei der Aufnahme zu tun und können, wenn man einige Punkte bei der Aufnahme beachtet, durchaus vermieden werden.

#### **Moiré-Effekt**

Das beginnt schon mit der Wahl der Kleidung unserer ProtagonistInnen. Karierte Kleidung kann zum sehr unangenehmen Moiré-Effekt führen. Der entsteht immer dann, wenn mehrere Raster aufeinandertreffen. Etwa das Raster, welches die Fotodioden auf dem Kamerasensor bilden und jenes, was die Karos auf der Kleidung bilden. Ergebnis sind irgendwelche Phantom-Strukturen im Bild, die sich auch nicht mehr nachträglich entfernen lassen.

#### **Shutter-Effekt**

Dieser Bildfehler hat etwas mit der Bildwechselfrequenz zu tun oder der Auflösung von Bewegungen. Bei schnellen Bewegungen bzw. Veränderungen im Bild, etwa bei Schwenks oder seitlichen Fahrten kann es sein, dass die Aufnahmen eine Art Stroboskopeffekt haben. Die Bewegungen wirken nicht flüssig, sondern abgehackt. Man kann dies durch eine höhere Bildwechselfrequenz beheben oder indem man langsamer schwenkt bzw. die Personen sich langsamer durchs Bild bewegen.

## Lens Flare / Streulicht

Ein ebenfalls häufiger Fehler tritt immer dann auf, wenn Lichtquellen wie die Sonne oder Scheinwerfer in das Objektiv hineinleuchten. Dann entsteht eine Reflexion auf der Frontlinse des Objektivs, welche dazu führt, dass an diesen Stellen der Kontrast schlechter wird. Das bedeutet, es gibt kein echtes Schwarz mehr, sondern nur noch aufgehellte dunkle Töne.

Um dies zu verhindern, nutzt man Sonnenblenden, Kompendien, Matte Boxen, French Flags, hochvergütete Objektive etc. um das Streulicht zu verhindern.



Manchmal ist Streulicht aber auch gefragt, bei Science-Fiction, bei Crime, Horror usw. Dann lässt man bewusst Lichtquellen in das Objektiv hineinleuchten und wählt unter Umständen auch ältere Objektive, die nicht so hochwertig vergütet sind aus.

Es gibt sogar Tendenzen bei Herstellern wie Zeiss, eigene Objektivreihen heraus zu bringen, bei denen Lens Flare aus gestalterischen Gründen wieder möglich und sogar in gewissen Grenzen steuerbar ist.