



Belichtungsmessung

Allgemeines

Um das richtige Blenden- und Zeitpaar einstellen zu können, muss man was über die Helligkeit des Motivs wissen.

Diese Information weiß man entweder aus Erfahrung oder man misst die Helligkeit.

Dazu verwendet man einen Belichtungsmesser.

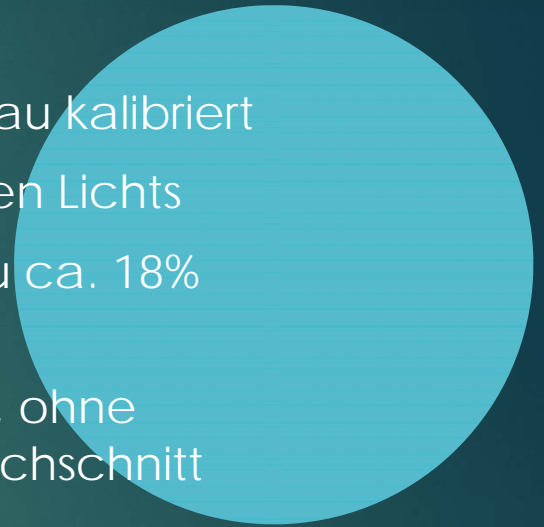
Das kann, wie im Bild, ein extra Gerät oder in der Kamera eingebaut sein.



Mittleres Grau



- ▶ Alle Belichtungsmesser sind von Werk aus auf mittleres Grau kalibriert
- ▶ eine Fläche mittleren Graus reflektiert 18% des einfallenden Lichts
- ▶ Mittleres Grau entspricht dem Licht, welches einen Film zu ca. 18% belichtet
- ▶ D.h. wenn man ein Bild mit Hilfe eines Belichtungsmessers, ohne spezielle Messcharakteristik belichtet, wird der Film im Durchschnitt zu 18% belichtet.
- ▶ 18% -> da die Helligkeit logarithmisch skaliert wird





Mittleres Grau


- ▶ Man verwendet für die Belichtungsmessung diesen mittleren Wert, da abhängig vom Filmmaterial oder vom digitalen Sensor, der Belichtungsumfang, also das Verhältnis von maximal und minimal darstellbarer Helligkeit, unterschiedlich groß sein kann.
- ▶ Für die Erklärung wird von einem Belichtungsumfang von 8 Blendenstufen ausgegangen. Dieser kann einen Kontrastumfang von mindestens 1:256 darstellen. Dies bedeutet, dass reines Weiß auf dem Foto 256-mal heller ist, als tiefes Schwarz, was 8 LW (Lichtwert oder Blenden) Unterschied entspricht.

Belichtung	Verhältnis	LW	Name	RGB-Wert
0%	1:1	- 4	Schwarz	0; 0; 0
18%	1:46	0	Mittleres Grau	127; 127; 127
100%	1:256	+ 4	Weiß	255; 255; 255

Messmethoden




Selenzelle / Selen-Belichtungsmesser

- ▶ Selenzellen sind nichts anderes als Solarzellen, erzeugen also abhängig von der Helligkeit Strom
 - ▶ Dieser kann z.B. direkt zur Auslenkung des Zeigers genutzt werden
 - ▶ benötigen keine Batterie
 - ▶ sind aber nur bei relativ hellen Lichtverhältnissen einsetzbar
 - ▶ können ihre Charakteristik mit der Zeit verändern
 - ▶ besitzen annähernd eine spektrale Empfindlichkeit wie das Auge und benötigen daher keinen Farbfilter
- 

Messmethoden



CdS (Cadmiumsulfidschicht)

- ▶ Diese ist in einem Fotowiderstand als Band zwischen zwei Kupferkämmen angebracht
 - ▶ Cadmiumsulfid ist ein Kristall welches bei Lichteinfall Elektronen frei gibt
 - ▶ Dadurch verringert sich der elektrische Widerstand und es kann mehr Strom fließen
 - ▶ Die Widerstandsänderung ist von der Menge des einfallenden Lichts abhängig
 - ▶ Zum Betrieb wird eine Batterie benötigt
 - ▶ Der Widerstandsverlauf von Fotowiderständen ist stark nichtlinear, so dass oft keine Bereichsumschaltung nötig ist
 - ▶ besitzen annähernd eine spektrale Empfindlichkeit wie das Auge und benötigen daher keinen Farbfilter
- 

Messmethoden

SBC (Silicon Blue Cell)

- ▶ Hierbei handelt es sich um eine Fotodiode, d.h. um ein elektronisches Bauelement
- ▶ Lässt in eine Richtung (Gleich-)Strom passieren und sperrt in die andere Richtung
- ▶ Die Sperrwirkung lässt nach, umso mehr Licht auf das Bauteil fällt
- ▶ Man legt in Sperrrichtung eine Gleichspannung an und misst, wie viel Strom auf der anderen Seite ankommt.
- ▶ Einer Silizium-Fotodiode muss hingegen ein Tageslichtfilter vorgesetzt sein, um diese an die spektrale Empfindlichkeit anzupassen beziehungsweise deren höhere Empfindlichkeit im Rot- und Infrarotbereich zu kompensieren.
- ▶ Moderne Belichtungsmesser verwenden eine SBC, da diese eine hohe Empfindlichkeit hat und sich auch für Blitzmessungen eignen. Die dazu verwendete Elektronik ermöglicht es auch, den Messwert zu speichern.

Bauformen



- ▶ Handgeräte
- ▶ In Kameras integrierte

- ▶ *Außen*

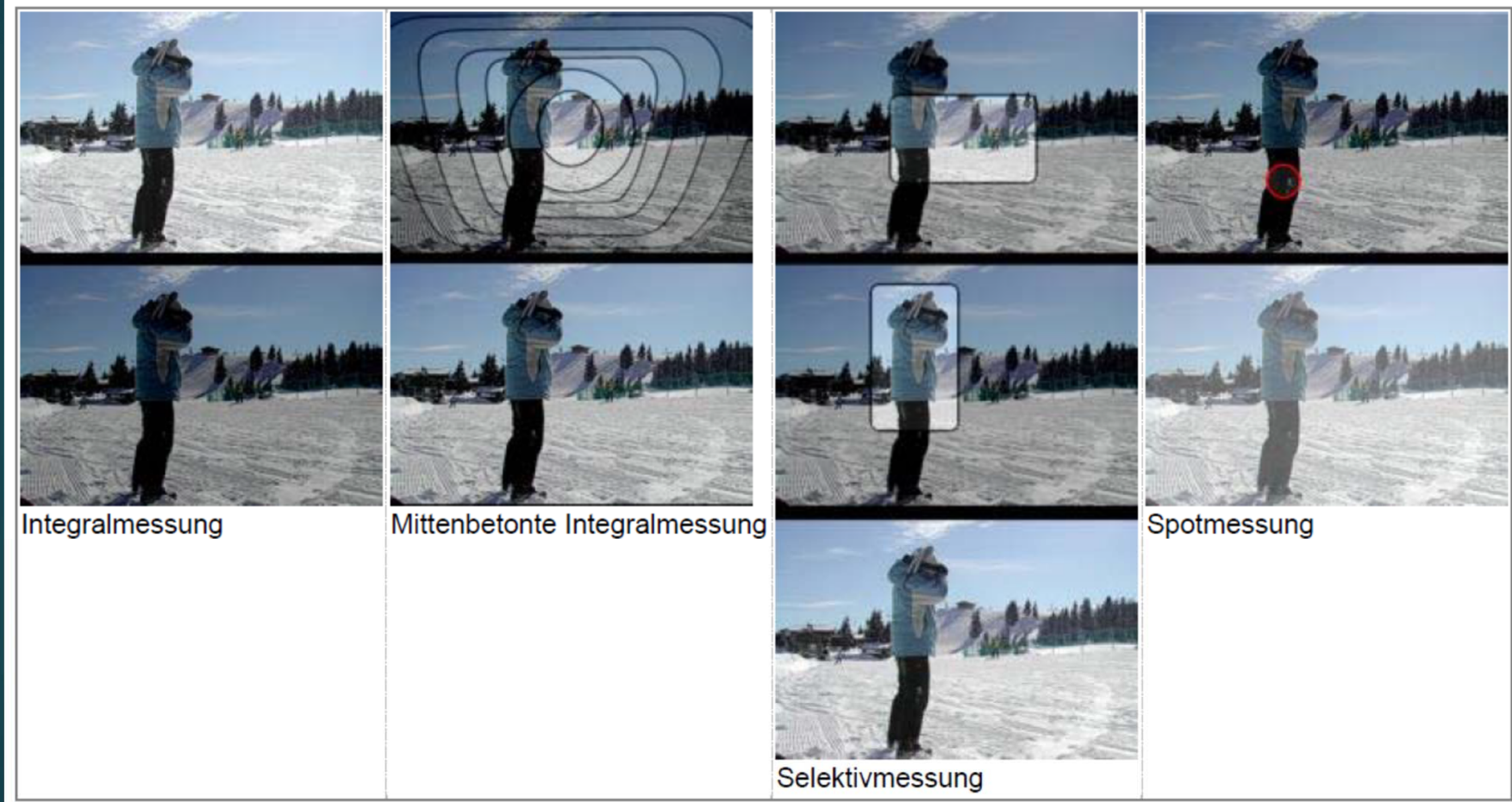
- ▶ Bei einfachen Kameras mit Belichtungsmesser ist dieser außen angebracht.
- ▶ Der Sensor liegt vorne am Objektiv
- ▶ über eine einfache Elektronik wird die Blende und/ oder die Belichtungszeit gesteuert.
- ▶ Diese Anordnung ist im Prinzip eine Kombination aus Kamera und Handbelichtungsmesser



- ▶ *TTL (through the lens)*

- ▶ Das zur Verfügung stehende Licht wird hinter dem Objektiv in der Kamera gemessen.
- ▶ Ermöglicht es, genau das Licht zu messen, welches dann beim Auslösen den Film belichtet
- ▶ Die Messzelle kann dabei an verschiedenen Stellen im Strahlengang liegen (Spiegel, Sucher, Mattscheibe, Kameraboden usw.).
- ▶ Wichtig ist nur, dass ein kleiner Teil des Lichts abgezweigt und auf die Zelle reflektiert wird.

Messcharakteristik





Messcharakteristik

Integralmessung

- ▶ Ein Messzelle "sieht" grundsätzlich nur Hell und Dunkel. Im einfachsten Fall wird dabei das gesamte einfallende Licht aufsummiert und gemessen.
- ▶ Aus diesem Messwert und der Filmempfindlichkeit werden dann Belichtungszeit und Blende so errechnet, dass in der Summe ein mittleres Grau auf dem Film entsteht.
- ▶ Dies bedeutet, dass, egal ob man auf eine weiße oder auf eine schwarze Wand misst, immer eine mittelgraue Fläche auf dem Film entsteht.
- ▶ Oder anders erklärt: Die Kamera errechnet aus dem einfallenden Licht eine mittlere Helligkeit und belichtet so, dass diese in der Mitte des Belichtungsspielraums des Filmes liegt. Diese Art der Messcharakteristik nennt man Integralmessung.
- ▶ Bei obigem Beispiel wurde eine Person im Schnee mit dieser Messmethode abgelichtet. Da der helle Schnee das Bild dominiert, muss die Kamera das Bild recht kurz belichten, damit im Durchschnitt ein mittelgraues Bild heraus kommt.



Messcharakteristik

Mittenbetonte Integralmessung

- ▶ Hier wird genauso, wie bei der Integralmessung das einfallende Licht aufsummiert, nur dass der Bereich in der Mitte höher gewichtet wird, als der Randbereich.
- ▶ Dies kommt daher, da sich die interessanten Objekte meist in der Bildmitte befinden und durch diese Methode besser belichtet werden.
- ▶ Diese und die folgenden zwei Messcharakteristiken funktionieren nur, wenn der Strahlenteiler dort sitzt, wo auch das Bild scharf zu sehen ist, also direkt an der Mattscheibe.
- ▶ Zur Veränderung der Messcharakteristik kann die Mattscheibe bzw. der Strahlenteiler ausgetauscht werden, da es von diesem abhängt, wie viel Licht er von der jeweiligen Stelle des Bildes zur Fotozelle hin umlenkt.
- ▶ D.h. bei der Mittenbetonten Integralmessung wird er mehr Licht aus dem zentralen Bereich auf die Zelle lenken, als aus dem Randbereich.
- ▶ Für das SchneeBild bedeutet das: da das Hauptmotiv noch leicht außerhalb der Mitte ist, wird das Bild immer noch unterbelichtet.



Messcharakteristik

Selektivmessung

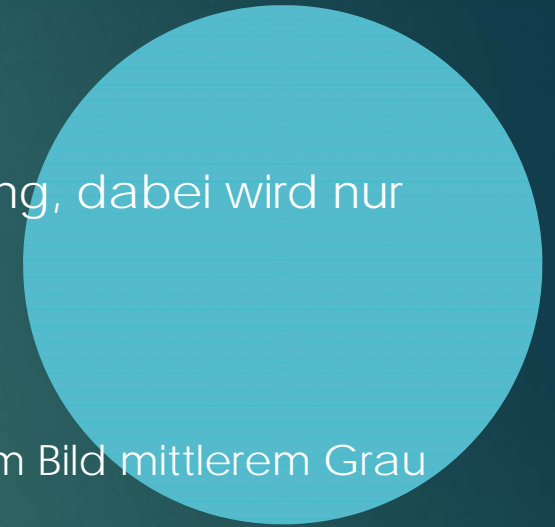
- ▶ Will man genau auf eine kleine Fläche des gesamten Bildes belichten, weil eben nur die von Interesse ist, kann man auf die sog. Selektivmessung zurückgreifen. Dabei wird nur eine kleine Fläche in der Mitte des Sucherbildes gemessen, der Randbereich wird nicht beachtet.
- ▶ Im Beispiel ist es natürlich sinnvoll, die Kamera erst so zu halten, dass das Hauptmotiv sich im Messfeld befindet, den Messwert zu speichern, die Kamera wieder so zu drehen, wie man es für das Bild braucht und dann auszulösen.



Messcharakteristik

Spotmessung

- ▶ Die Spotmessung ist die verschärfte Form der Selektivmessung, dabei wird nur auf einen Punkt des Objektes gemessen.
- ▶ Diese Methode kann man hauptsächlich für zwei Arten der Belichtungseinstellung verwenden:
 - ▶ Wenn am Objekt eine kleine Fläche vorhanden ist, die auf dem Bild mittlerem Grau entsprechen soll.
 - ▶ Wenn man den hellsten und den dunkelsten Punkt misst und dann daraus eine mittlere Belichtung errechnet und diese dann manuell einstellt.
- ▶ Für obiges Beispiel wurde auf die dunkle Hose gemessen. Das hat natürlich zur Folge, dass diese grau und der Rest überbelichtet wurde.





Messcharakteristik

Matrixmessung

- ▶ Die Matrixmessung ist die modernste Art der Belichtungsmessung und setzt voraus, dass mehrere Messzellen verwendet werden. Häufig ist diese Art der Belichtungsmessung bei Digitalkameras anzutreffen, da diese über ein CCD verfügen, was im Prinzip nichts anderes ist, als eine Platte mit sehr vielen, kleinen Belichtungsmessern.
- ▶ Bei dieser Messcharakteristik wird das Bild in einzelne Flächen unterteilt, die dann als Matrix über das Bild verteilt sind, und die Helligkeit in jeder einzelnen dieser Flächen gemessen. Daraus kann man jede der vorher genannten Messcharakteristiken nachempfinden, in dem man die Helligkeitswerte der einzelnen Flächen verschieden bewertet. Dabei muss dann bei der Selektiv- oder Spotmessung der Messbereich nicht in der Mitte des Bildes liegen, sondern kann frei gewählt werden.
- ▶ Moderne Kameras vergleichen die gemessene Helligkeitsmatrix mit in der Kamera gespeicherten Matrizen und können dadurch die aktuelle Belichtungssituation erkennen und entsprechende Werte für die Belichtung errechnen. Das heißt, die Kamera erkennt, ob es sich um eine Nachtaufnahme, ein Bild im Schnee oder einen Sonnenuntergang handelt und wählt eine richtige Belichtung.
- ▶ Manchmal sind manuelle Korrekturen erforderlich.



Allgemeine Infos

- ▶ CCD- und CMOS-Kameras benötigen keinen separaten Belichtungsmesser, da sie die Beleuchtungsstärke anhand ihrer Bildsensoren ermitteln können.
- ▶ Blitzbelichtungsmesser messen nicht die Beleuchtungsstärke, sondern die Lichtmenge, die auf sie trifft, indem sie das Integral der Beleuchtungsstärke während der Zeit des Blitzes bilden. Sie benötigen daher eine Synchronisierung zum Blitzgerät: entweder synchronisieren sie sich selbst bei Beginn des Blitzes, oder sie besitzen einen Synchronanschluss, um den Blitz über ein Kabel auszulösen.
- ▶ Spiegelreflexkameras mit Innenmessung besitzen einen Fotoempfänger im Strahlweg hinter der Blende. Sie können daher objektivunabhängig die Beleuchtung messen. Sie besitzen eine mit der Belichtungszeit und der Filmempfindlichkeit korrigierte Mittenanzeige mit Leuchtdioden oder einem in das Sucherbild eingeblendeten Zeiger.
- ▶ Automatische Kameras können überdies häufig die Blitzenergie während der Aufnahme anhand der vom Objekt reflektierten Lichtmenge steuern. Sie beenden den Blitz, wenn genügend Licht zurückgeworfen wurde.

Belichtungsregelung am Beispiel der Canon 5D Mark IV

- ▶ **Messverfahren:**
ca. 150.000 Pixel RGB+IR Messsensor; 252-Zonen-Messsystem. EOS iTS (Intelligent Subject Analysis System)
(1) Mehrfeldmessung (mit beliebigem AF-Messfeld verknüpfbar)
(2) Selektivmessung in Suchermitte (ca. 6,1 % des Bildfeldes)
(3) Spotmessung: zentrale Spotmessung (ca. 1,3 % des Bildfeldes), AF-verknüpfte Spotmessung nicht verfügbar
(4) Mittenbetonte Integralmessung
- ▶ **Helligkeits-Messbereich:** LW 0 - 20 (bei 23 °C, ISO100, mit Mehrfeldmessung)
- ▶ **AE-Speicherung:** automatisch: in One-Shot AF mit Mehrfeldmessung nach Abschluss der Entfernungseinstellung.
manuell: über die AE Lock-Taste in den Modi P, Tv und Av
- ▶ **Belichtungskorrektur :** ± 5 Blenden in halben oder Drittelstufen (kombinierbar mit AEB)
- ▶ **Belichtungsreihen (AEB):** ± 3 LW in halben oder Drittelstufen
- ▶ **Anti-Flacker-Aufnahmen:** ja, Flacker-Erkennung bei einer Frequenz von 100 Hz oder 120 Hz. Dabei kann die maximale Geschwindigkeit für Reihenaufnahmen abnehmen.
- ▶ **ISO-Empfindlichkeit:** Auto 100-32.000 (in Drittelstufen oder ganzen Stufen)
ISO kann erweitert werden auf L: 50, H1: 51.200, H2: 102.400