

# **Es werde Licht!**

**Reinhard Wagner**





# Vorwort

Das Lichtbuch ist eigentlich als "Oly-Blitzbuch" aus der Taufe gehoben worden. Monatelang habe ich überlegt, wie und mit was ich anfangen soll. Schließlich habe ich mir Nischkes "Blitz-Fotoschule" von 1991 durchgeblättert und festgestellt - so geht das nicht. Das andere "Standardwerk", Professionelle Beleuchtungstechnik von Marchesi, hat zwar auf dem Cover eine Olympus-Kamera abgebildet - spannenderweise ist das Bild von Herrn Nischke - aber bereits auf Seite 9 erklärt der Autor, "Das Objektiv nimmt keinen wesentlichen Einfluss auf die Bildaussage". Auf Seite 10 geht es los mit der Entstehung des Lichts. Es folgen krude Aussagen zu Wellenoptik und schwarzen Strahlern bei denen elegant Max Planck ignoriert wird. Man sollte eben nur Dinge erklären, die man verstanden hat. Es ist auch die Frage, ob man als Fotograf mit der Korpuskulartheorie von Newton vertraut sein muss.

Ich habe also beschlossen, mich an der Praxis zu orientieren. Technisches Verständnis ist notwendig, Fotografie ist nun mal ein technischer Vorgang. Aber man kann es auch übertreiben.

In diesem Buch wird nicht gegendert. Das hat nichts damit zu tun, dass ich ein Alter Weißer Mann bin, sondern weil es für Gendersprache bis heute keine allgemeingültigen Regeln gibt. Also werden in diesem Buch generische Maskulina und Feminina verwendet, wo beide Geschlechter gemeint sind. Wie es eben in der deutschen Sprache so vorgesehen ist.

Eigentlich sollte dieses Buch irgendwann fertig sein und dann auf den Markt kommen. Ein japanischer Kamerahersteller hat mir einen Strich durch die Rechnung gemacht und jetzt ist es eben ein "Crowdfunding-Projekt" mit dem ich versuche, das Geld für meinen Anwalt zusammenzubekommen.

An dem Buch wird dauernd weitergearbeitet. Und sobald wieder ein Kapitel fertig ist, wird es eingebaut und die Leser über pen-and-tell informiert. Einfach Update runterladen. Weiterlesen.

Rocksdorf September 2024

Reinhard Wagner

## Vorwort zu 0.010

Alles noch mal überarbeitet und die nächsten Artikel projektiert und angefangen. Dabei wurde eine Inhaltsübersicht verwendet, die von 2010 stammt und damals mit der oly-e-Community entwickelt wurde. Allerdings ging es damals nur um die technischen Aspekte, weniger um fotografische Themen. Diese Struktur wird also nur den ersten Teil des Buches bestimmen. Natürlich ist Theorie und Praxis nicht zu trennen. Ohne Bezug zur Praxis ist die Theorie nichts wert. Andersrum genauso. Also: erst die Theorie verinnerlichen, ich versuche es unterhaltsam zu machen, dann Lichtsetups aufzubauen. Denn jeder Lichtraum ist anders und selbst wenn man in zwei Umfeldern das gleiche Motiv mit den gleichen Blitzköpfen und dem gleichen Licht auf den Millimeter genau nachbaut, wird das Ergebnis nie identisch sein. Da braucht nur das eine Studio einen Meter breiter sein als das andere. Und gelegentlich macht bereits das Schwenken einer Softbox um zwei Zentimeter den Unterschied zwischen Top und Flop.

Dezember 2024

Reinhard Wagner

## Vorwort zu 0.020

Das umfangreichste Kapitel ist dazu gekommen: die Kameraeinstellungen. Fast 40 Seiten. Und immer bin ich noch nicht einmal beim allerersten

Die in diesem Buch verwendeten Markennamen sind im Allgemeinen eingetragene Warenzeichen und deshalb nicht frei.

Es wird keine Gewähr für die Richtigkeit und Verwendbarkeit der in diesem Dokument verbreiteten Informationen gegeben.

Redistribution untersagt.

Verwenden Sie dieses PDF wie ein Buch: Wenn sie es weitergeben, löschen Sie ihre eigene Kopie.

Alle Rechte Vorbehalten.

Verlag Reinhard Wagner

90602 Pyrbaum

Version 1.000



Lichtsetup a la Blitzkochbuch angekommen.

Das nächste Kapitel wird dem RC-System gewidmet sein. Aber das wird auch wieder dauern - wenn auch nicht so lange wie dieses Kapitel.

Mai 2025

Reinhard Wagner

## Vorwort zu 1.000

Zwischenzeitlich war besagter Kamerahersteller wieder so freundlich, mir diverse anwaltliche Schreiben zukommen zu lassen. Das hat mich in der Kreativität etwas behindert und so ist es November geworden, bis die Version 1.0 des Lichtbuches fertig ist.

Mittlerweile sind es richtig viele Seiten geworden und es geht mir ähnlich wie seinerzeit bei der "Meisterschule". Mir fällt einfach nichts mehr ein, was ich noch schreiben müsste.

Ich hoffe, ich habe die allermeisten Fragen geklärt und habe die allermeisten Typos gefunden.

Rocksdo0rf November 2025

# Inhalt

Vorwort . . . . .	3
Vorwort zu 0.010 . . . . .	3
Vorwort zu 0.020 . . . . .	3
Vorwort zu 1.000 . . . . .	4
Inhalt . . . . .	5
Licht. . . . .	7
Etwas Physik . . . . .	7
Etwas mehr Physik und Physiologie . . . . .	8
Das Objektiv. . . . .	9
Das Licht kommt auf den Sensor... . . . . .	11
...und wird weiterverarbeitet. . . . .	12
Wärmebilder und Schwarzlicht. . . . .	13
Dauerlichtquellen . . . . .	15
Sonne, Mond und Sterne . . . . .	15
Lichtspektrum und Farbtemperatur. . . . .	16
CRI, Ra, Ri, TLCI, TM_30-15 . . . . .	18
Farbtemperatur . . . . .	20
Aktive Lichtquellen. . . . .	22
Natürliche Lichtquellen . . . . .	22
Scheinwerfer . . . . .	26
Kleinlampen. . . . .	34
Blitzgeräte: Systemblitze . . . . .	45
Die Leitzahl . . . . .	46
Systemblitze . . . . .	47
Wie funktioniert TTL? . . . . .	48
Kleine Übersicht an Systemblitzen. . . . .	48
Blitzwiederholfrequenz . . . . .	50
Aufbau eines Blitzes . . . . .	51
FP-Sync. . . . .	53
FP-TTL . . . . .	54
Blitzen mit Farbfolien. . . . .	55
Eingebaute Blitze . . . . .	57
Blitzgeräte: Studioblitze . . . . .	59
Hersteller . . . . .	59
Technische Merkmale . . . . .	61
Steuerung über Synchronkabel . . . . .	61
Steuerung über Funkauslöser . . . . .	61
Die Blitzleistung. . . . .	65
Farbtemperatur von Studioblitzen . . . . .	66
Strombedarf von Studioblitzen. . . . .	68
Einstelllicht . . . . .	68
Generatoren und Kompaktblitze . . . . .	70
Die Kamerabedienung . . . . .	71
Natürliche Lichteffekte. . . . .	72
Natürliches Licht, aber geplant . . . . .	79
Weißabgleich . . . . .	79
Lichtstrahlen . . . . .	80
Polarlichter . . . . .	81
Nebel und Dunst . . . . .	83
Gegenlicht . . . . .	84
LensFlares . . . . .	85
Die Kameraeinstellungen. . . . .	86
Natürliches Licht und Kunstlicht . . . . .	88
Leuchttürme . . . . .	88
Lampen und Abendhimmel . . . . .	89
Umgebungslicht und Blitz. . . . .	92
Belichtungszeit = X-Sync . . . . .	92
FP-Blitz . . . . .	94
Wenig Umgebungslicht und Blitz . . . . .	99
Lichtstimmung mit Blitz. . . . .	99
Zappenduster mit Blitz . . . . .	105
Studiosetup . . . . .	105
Kameraeinstellungen . . . . .	107
Das Olympus RC-System . . . . .	109
Reichweite. . . . .	109
Aktivierung und Betrieb . . . . .	111
Passive Lichtquellen . . . . .	113
Reflektoren . . . . .	113
Fotoreflektoren . . . . .	114
Spiegel . . . . .	115
Metalloberflächen . . . . .	116
Wände und Decken . . . . .	117
Abschatter . . . . .	119
Verwendung . . . . .	119
Lichttoter Raum . . . . .	120
Farbige Abschatter. . . . .	122
Abschatter in speziellen Formen. . . . .	123
Lichtformer . . . . .	125
Styroporplatte . . . . .	125
Schirmreflektoren . . . . .	126
Schirmdiffusoren . . . . .	127
Softboxen . . . . .	128
Striplights . . . . .	130
Wabenspots . . . . .	132
Standardreflektoren . . . . .	134
Beauty Dish . . . . .	134
Flügeltor . . . . .	136
Fresnelvorsatz. . . . .	136
Studioausstattung . . . . .	137
Quadratmeter . . . . .	138
Farbe . . . . .	141
Heizung . . . . .	142
Gaffer-Tape . . . . .	143
Sicherheitsnadeln und Wäscheklammern . . . . .	144
Ventilatoren . . . . .	144
Nebelmaschinen . . . . .	146
Balken und "Poles" . . . . .	147
Spielzeug . . . . .	148
Schaffell und Sitzsack. . . . .	148
Sofa . . . . .	149
PC . . . . .	150
Stereoanlage . . . . .	151
Stativ. . . . .	152
Schminksachen . . . . .	152
Kleiderfundus . . . . .	153
Schaufensterpuppe . . . . .	154



Deckenaufhängung . . . . .	155
Leiter und Galerie . . . . .	156
Molton. . . . .	157
Hintergrundsysteme . . . . .	158
Backdrops . . . . .	159
Hohlkehle . . . . .	160
Plastikblumen. . . . .	161
Geschirr . . . . .	161
Getränke . . . . .	162
Altes Radio . . . . .	163
Luftballons . . . . .	163
Musikinstrumente. . . . .	164
Werkzeug . . . . .	166
Toilette . . . . .	168
Umkleidekabine. . . . .	168
Aerosole und Staub . . . . .	169
Aerosole. . . . .	170
Staub . . . . .	172
Studiosetups . . . . .	175
Leuchtender Hintergrund. . . . .	177
Hintergrund Highlight. . . . .	180
Startblock mit Vierflügeltor . . . . .	183
HighKey. . . . .	185
Drummer im Lichtmix. . . . .	188
Frau mit Radio . . . . .	191
Dame mit Stuhl . . . . .	193
Dame mit Stuhl II . . . . .	195
Der Exorzist . . . . .	196
Mann im Nebel . . . . .	199
Frau im Gegenlicht . . . . .	201
Mission Impossible . . . . .	202
Frau im Bett. . . . .	204
Frau im Weinkeller . . . . .	207
Frau am Sekretär . . . . .	209
Events . . . . .	211
Available Light . . . . .	211
Im Graben. . . . .	212



# Licht

OM-5, 20mm, 0,77s, f/4, ISO 200. U-Bahnröhre in Nürnberg.

## Etwas Physik

Licht ist ein ziemlich interessante Geschichte. Wie das genau funktioniert, darüber wird seit Jahrhunderten geforscht. So genau weiß das noch niemand. Man weiß schon ziemlich viel, aber eben noch nicht alles. Das Problem ist, dass Licht gleichzeitig elektromagnetische Welle und Teilchen ist. Es ist also einerseits ein Photon und andererseits reine Energie. Ein Teilchen wird durch eine Blende nicht gebeugt - also in seiner Flugrichtung abgelenkt - eine Welle aber schon.

Die Energie einer Lichtwelle wird vor allem durch die Frequenz bestimmt - die Amplitude kann man nicht verändern. Bei Musik kann man den Verstärker aufdrehen und dadurch die Amplitude der Schallwelle vergrößern - es wird lauter. Das geht bei Licht nicht. Sie müssen mehr Photonen losschicken, damit es heller wird. Oder die Wellenlänge verkürzen bzw die Frequenz erhöhen. Je kürzer die Wellenlänge desto energiereicher die Strahlung. UV-B mit Wellenlängen zwischen 280 nm<sup>1</sup> und 315 nm verursacht Sonnenbrand.

Unser Auge ist so gebaut, dass es Licht mit Wellenlängen zwischen 380 nm und 780 nm wahrnehmen kann. Für die Kategorie überflüssiges Wissen: Das sind 384 Terahertz bis 789 Terahertz. Rundfunk ist übrigens auch eine elektromagnetische Welle. Das Ultrakurzwellenband reicht von

1

nm: Nanometer. Millionstel Millimeter

30 Megahertz bis 300 Megahertz und Wellenlängen zwischen einem und zehn Metern.

Überraschung: Wärmestrahlung - das, was das Kaminfeuer so wärmend macht, ist Infrarot. Wellenlängen von 780 nm bis 30.000 nm = 0,03 mm. Also am anderen Ende dessen, was wir sehen können. Warum gibt es dann zwar Infrarotgrills, aber keine UV-Grills, wenn die UV-Strahlung doch viel energiereicher ist? Einerseits gibt's sowas - nennt sich Sonnenstudio. Und andererseits hat das im Freien ein paar Nachteile. Es wird nicht nur das Grillgut gebrillt, sondern auch der Grillmeister. Und es kann sein, dass die starke UV-Lampe Insekten anzieht. UV kurzer Wellenlängen erzeugt Ozon - auch nicht gesund. Dazu kommt, dass man nicht so ohne weiteres intensive UV-Strahlung erzeugen kann. Effektive UV-Lampen sind Lichtbogenschweißgeräte.

Das nächste Problem ist, dass UV-Strahlung unterhalb 200nm das Grillgut nicht verbrutzelt, sondern ionisiert. Das erzeugt keine Röstaromen. Dafür wird das Grillgut auf der Oberfläche desinfiziert, Eiweiße werden denaturiert und pflanzliche Zellen werden zerstört. Und alles Plastik in der Umgebung des Grills altert rapide.



E-M1III, 27mm, 0,5s, f/2, ISO 3200.  
"Schwarzlichtshoot" mit UV-Schminke. Diese Schminke wird durch UV-Licht zum Leuchten angeregt. Es gibt Schminken auf Fett- und Wasserbasis. Vor dem Autragen auf die Haut unbedingt die Inhaltsstoffe checken und auf eventuell kritische Allergene überprüfen. Die meisten Farben sind allerdings harmlos.

## Etwas mehr Physik und Physiologie

Der Unterschied zwischen sichtbarem Licht und nicht sichtbarem Licht ist also vor allem die Wellenlänge. Und da es Tiere gibt, die UV oder IR sehen können und Menschen nach bestimmten Augenoperationen auch nahe UV sehen können - sie nehmen das als "milchiges Blau" wahr - ist "sichtbares Licht" eher eine relative Angabe.

Unterschiedliche Menschen nehmen Farben unterschiedlich wahr. Es geht dabei nicht mal um klassisch "farbenblinde" Personen, die eine Rot/Green-Schwäche haben, sondern generell nehmen Menschen Farbe unterschiedlich wahr. Etwa zehn Prozent der Männer und ein Prozent der Frauen<sup>2</sup> haben eine angeborene Farbenfehlwahrnehmung. Und selbst Menschen, deren Augen eigentlich alle Farben perfekt wahrnehmen können, haben oft Probleme, Farben korrekt zu erkennen oder zu vergleichen. "Farbsicherheit", also die Fähigkeit, qualifiziert Farben zu beurteilen, ist für Drucker eine Einstellungsvoraussetzung und gar nicht so häufig.

2 Es geht hier um genetische Männer und Frauen. Die subjektive Wahrnehmung des eigenen Geschlechts hat keinerlei Auswirkungen auf die Ausbildung des Auges oder auf den Erbgang, in dem die Fehlwahrnehmung vererbt wird.

Und natürlich gibt es Personen, die Töne oder Gerüche als Farbe wahrnehmen. Synästhesie nennt man das und etwa 5 Prozent der Menschen hat das in der einen oder anderen Form.

Umgekehrt ist mittlerweile nachgewiesen, dass Farben beim Betrachter körperliche Reaktionen auslösen können. Nach dem Neuanstrich einer Intensivstation konnte der Medikamentenbedarf um 30% gesenkt werden.

Prinzipiell ist es also so, dass die Beurteilung von Farben von Fotos eine ziemlich subjektive Sache ist. Es gibt Menschen, denen die typisch blau-lila-Färbung von Hauttönen in Schattenbereichen bei automatischem Weißabgleich nicht auffällt, weil sie diesen "Look" gewöhnt sind - und andere, die da Zustände bekommen.

E-M1II, 1/4000s, f/2, 95mm, ISO 200. Links Weißabgleich Auto, rechts Weißabgleich Schatten.



## Das Objektiv.

Wir reden hier noch nicht über "Farbmanagement", also die konsistente Darstellung von Farben im kompletten Produktionsprozess.

Es geht jetzt erst einmal darum, wie das Licht in der Kamera landet. Im Prinzip ist Glas für Licht durchlässig. Und zwar - in Grenzen - auch für Licht mit Wellenlängen im UV- und IR-Bereich. Und hier wird es dann chemisch, denn schon der Begriff "Glas" bedeutet landläufig etwas, das durchsichtig ist, rein technisch aber einen Stoff, der beim Abkühlen aus der Schmelze zwar halbwegs fest wird, aber nicht kristallin. Es ist, technisch gesehen, eine unterkühlte Schmelze und kann dadurch sogar fließen. Das passiert bei normalen Temperaturen aber so langsam, dass man ein Objektiv schon ein paar Millionen Jahre liegen lassen muss, damit die Frontlinse nach unten fließt.

Die technischen Eigenschaften von Glas können in weiten Grenzen bei der Produktion bestimmt werden.

Objektive sind heutzutage nicht nur dafür zuständig, einfach das Licht, das vom Motiv kommt, auf den Sensor zu leiten, sondern sollen auch die Farbwiedergabe beeinflussen.

Ein simples Problem dabei ist zum Beispiel, dass unterschiedliche Wellenlängen in Glas unterschiedlich stark gebrochen werden. Rot wird anders gebrochen als Blau. Der Effekt: die Rotanteile sind scharf, die Blauanteile nicht. Wenn man den Fokus verstellt, ist Blau scharf, rot aber nicht. Die Lösung, man nimmt mehrere Linsen, so dass diese Fehler wieder ausgeglichen werden. Wenn das nicht gelingt, spricht man von Chromatischen Aberrationen (CAs) oder eben Farbfehlern. Diese werden wieder differenziert in Farblängsfehler und Farbquerfehler. Farblängsfehler sind im ganzen Bild zu sehen und machen sich meist durch lila Ränder vor- und hinter der Fokusebene bemerkbar. Farbquerfehler liefern die berühmten lila/grünen Ränder an harten Kontrastkanten, die bevorzugt am Bildrand bei diagonal verlaufenden Ästen auftauchen.



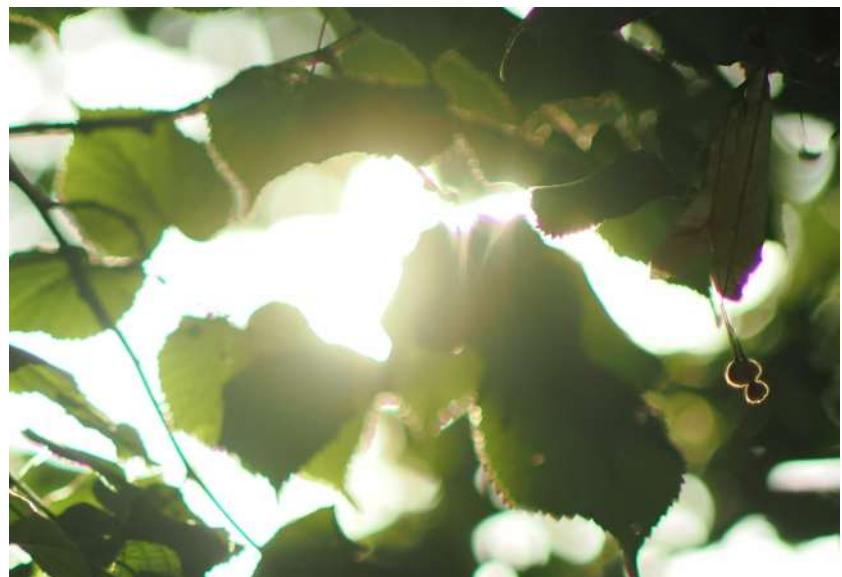
OM-1, 1/250s, f/8, 50mm, ISO 200. Links das TTArtisan 50mm f/1,2, rechts das Olympus 50mm Makro f/2. Identischer Weißabgleich. Gerade bei Chinaobjektiven sollte man die Farbwiedergabe überprüfen.



Objektivkonstruktion ist also immer ein Kompromiss aus Aufwand und Ergebnis. Man kann mit genügend Aufwand ziemlich perfekte Objektive bauen - die aber dann halt riesig, schwer und absurd teuer werden. Olympus hat seinerzeit beim OM-System versucht, die Qualität mit möglichst wenig Linsen zu erreichen und damit die Objektive möglichst leicht zu bauen. Einer der Kompromisse dabei: man hat die Objektive auf die damals verfügbaren Sensoren optimiert: Filmmaterial. Und da es keinen Autofokus gab, waren die Bilder gerade bei Sportaufnahmen eigentlich immer ziemlich unscharf. Da ist es nicht sonderlich aufgefallen, wenn die Objektive keine knackende Schärfe in der Schärfeebelebene geliefert haben - im Gegenteil. Hätten sie das getan, wäre aufgefallen, dass der Fokus daneben war. Einfach mal einen Bildband der Olympiade 1972 zur Hand nehmen. Die ganzseitigen Bilder sind von einer technischen Qualität, die sich heutzutage kein Hobbyist in einem Forum mehr trauen dürfte ohne dass alle ihn verdächtigten, Ausschnittvergrößerungen von Handybildern zu posten.

Wenn wir also über Licht in der Kamera sprechen, ist immer auch wichtig, zu berücksichtigen, was das Objektiv mit dem Licht macht, bevor es in der Kamera landet. Hochwertige Objektive versuchen das Licht möglichst so hinten abzuliefern, wie es vorne reinkommt. Etwas Billigere tun so, als wäre das Objektiv ultrascharf, indem sie Kontrastkanten verstärken. Da Schärfe Kantenkontrast ist, wirken diese Objektive härter und schärfender. Sie verlieren allerdings Details, denn im Extremfall macht so ein Objektiv aus einer tatsächlichen Hellgrün/Dunkelgrün-Kante eine Schwarz/Weiß-Kante. Knackscharf aber die Farbinformation ist halt flöten. Gerne bricht dann die Auflösung zusammen sobald die Frequenz der Hell/Dunkel Kanten so hoch ist, dass das Objektiv keine Schwarz/Weiß-Kanten mehr reinpacken kann.

Farbfehler. Der dünne Ast links hat heftige grüne Ränder, das Blatt rechts oben, lila Ränder. Bei manuellen Objektiven werden diese Farbfehler nicht in der Kamera korrigiert, bei digitalen Objektiven meistens schon. Allerdings geht das nicht verlustfrei. Die farbigen Ränder werden einfach durch hellgraue Ränder ersetzt. "Fotozeitschriften" behaupten dann, sie könnten keine CAs sehen. Meistens haben sie einfach nur nicht das unkorrigierte RAW angekuckt.



Dann liefert das Objektiv beim Wald im Hintergrund keine Blattstruktur mehr, sondern nur noch Matsch.

Man sollte sich also die verwendeten Objektive ansehen und sich überlegen, ob diese für die geplanten Motive geeignet sind. Gerne werden billige aber lichtstarke China-Linsen für Porträts eingesetzt - weil die Hersteller das so bewerben. Das Problem: das funktioniert bei den Musterfotos prima, weil da die Person in der Mitte platziert ist und das Katzenaugenbokeh wie ein Heiligenschein um den Kopf herum kreist. Sobald man den Kopf aus der Mitte in den goldenen Schnitt schieben will, stimmt die Schärfe nicht mehr und das Bokeh "eiert" auf einmal.

Da Objektive ein sehr langes, eigenes Kapitel sind, gibt es ein eigenes Buch dazu: "Objektive für FT und mFT", in dem diese Probleme behandelt werden. In diesem Buch über Licht geht es darum, dass Sie wissen, was Sie für einen Flaschenboden da vorne an Ihre Kamera geschraubt haben, welche Eigenschaften sie hat und an welchem Eck sie dabei aufpassen müssen.



Eine große Glaskugel funktioniert tatsächlich als Objektivversatz. Diese Glaskugel ist nicht etwa ein Weitwinkel oder Fisheye, sondern ein Fernobjektiv mit etwa 100mm Brennweite. Das Bild auf dem Sensor leidet natürlich unter Streulicht und Fehllicht, was man dadurch verbessern kann, dass man einen MMF montiert und die Glaskugel direkt darauf legt. Wenn man in die Glaskugel selbst kuckt, bekommt man natürlich eine Art Fisheye-Bild gezeigt. (Hier Burg Meersburg)

## Das Licht kommt auf den Sensor...

Das Licht kommt also durch das Objektiv und wird dort mehr oder weniger gut fokussiert und landet in der Kamera.

Ganz nebenbei<sup>3</sup> ist das Objektiv dafür gar nicht so wichtig. Eine vor dem Bajonett gehaltene Glaskugel oder ein Bierdeckel mit Loch funktioniert dafür auch. Wenn es einfach nur um Licht geht, gar nicht um ein erkennbares Motiv, braucht es nicht einmal das.

Würde das Licht einfach auf dem Sensor landen, bekämen wir - Überraschung - kein Farbbild. Denn die Photodioden, aus denen der Sensor besteht, können nur eines: Lichtenergie aufnehmen. Welche Wellenlänge das Licht hat, ist der Photodiode ziemlich egal. Die nimmt alles, ob Infrarot oder Ultraviolet. Haben wir also sehr viel Infrarot, weil man gerade ein Lagerfeuer fotografiert, dann kommt ziemlich viel Strahlung am Sensor an.

Da UV aber normalerweise nicht sichtbar ist und Infrarot auch nicht und man ja nur das wiedergeben will, was sichtbar ist, packt man vor den Sensor zwei Filter: Eine UV-Sperre und eine IR-Sperre. Der Filter lässt also

<sup>3</sup> Vom Hölzchen zum Stöckchen. Ist Ihnen sicher schon aufgefallen, dass hier immer wieder Einschübe mit komplett unnützem Wissen kommen. Das verfolgt eine ausgefeilte Strategie um nützliche aber langweilige Fakten an lustige Geschichten zu packen, die man sich besser merken kann. Ankermethode. Man muss fest dran glauben, dass das funktioniert, dann tut es das.

nur Licht zwischen 380 nm und 780 nm durch. Ein sogenannter "Bandpass". Und schon besteht das Lagerfeuer nur noch aus dem rot-gelben sichtbaren Anteil und man sieht auch noch ein paar blaue Flämmchen.

Das ist etwas, das Astrofotografen nervt, weil für sie gerade die nicht sichtbaren Spektren spannend sind und die deshalb gerne diesen Bandpass ausbauen lassen. Sie haben dann eine "Full-Spektrum-Kamera", die nur eben zum normalen Knipsen nicht mehr taugt, weil im Gebirge zu viel UV die Bilder blau macht und eine Kerze zu viel Rot liefert.

Der Bandpass der meisten Kameras ist allerdings so gebaut, dass er bereits ab etwa 550nm langsam zumacht, die Empfindlichkeit sinkt ab da ab, bei 650nm lassen sie oft nur noch ein Drittel des Lichtes durch.

Andere, die Infrarot fotografieren wollen, wollen das ganze sichtbare Licht gar nicht haben und ersetzen diesen Bandpass durch einen Filter, der nur Infrarot durchlässt, also alle Wellenlängen, die kürzer sind als 700 nm sperrt. (Aus ästhetischen Gründen wird kein 780 nm-Filter verbaut. Dadurch ist noch ausreichend Struktur aus dem Bereich des sichtbaren Lichts vorbanden.)

Nachdem das Licht durch das Filterpaket gekommen ist, landet es aber auch nicht auf dem Sensor - sondern muss erst noch durch Farbfilter vor den einzelnen Pixeln. Erst durch diese Farbfilter wird überhaupt erst ein Farbbild möglich. Trotzdem liefert der Sensor zuerst einmal ein reines Schwarz/weiß-Bild, denn die einzelne Photodiode weiß immer noch nichts von Farbe.

Dieses Schwarz/Weiß-Bild wird als "RAW" gespeichert. Zusammen mit dem Schwarz/Weiß-Bild wird für jedes Pixel mitgeschrieben, ob es unter einem roten, blauen oder grünen Farbfilter gelegen hat.



Ein RAW vor und nach dem Demosaicing und der Gammakorrektur. Links hat jedes Pixel den originalen Helligkeitswert und die Farbe des Farbfilters. Da es doppelt so viele grüne Farbfilter gibt, als rote oder blaue Pixel, ist das Bild knallgrün. Und da noch keine Gamma-korrektur stattgefunden hat, ist es dunkel.

## ...und wird weiterverarbeitet.

Beim "Entwickeln" des RAWs wird nun zuerst jedem Graustufenpixel ein Farbwert zugewiesen - rot/grün/blau. Da es doppelt so viel grüne Pixel gibt wie rote oder blaue, ist das resultierende Bild extrem grünstichig und scheinbar viel zu dunkel.

Beim Demosaicing, einem mathematischen Prozess, wird nun jedem einzelnen Pixel eine endgültige Farbe und nach der Gammakorrektur auch eine Helligkeit zugewiesen.

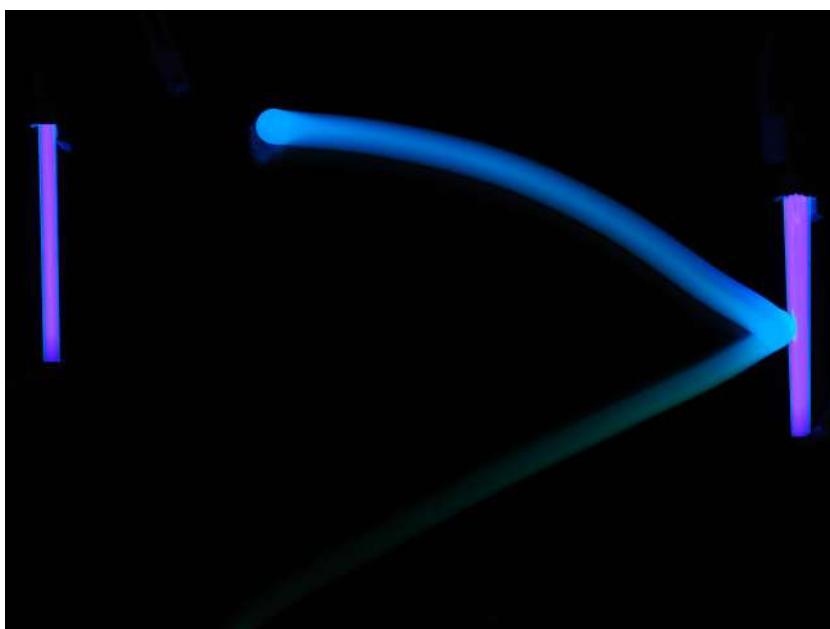
Dieser Demosaicing-Prozess ist es, an dem gedreht wird, wenn das Bild aus dem RAW aufgehellt oder ein anderer Weißabgleich zugewiesen wird. Dieses Demosaicing ist die Kernfunktion eines RAW-Konverters. Das macht jeder anders, so dass Bilder, die aus Lightroom kommen, anders aussehen als die Bilder, die die Kamera direkt liefert. Denn auch die Kamera hat so eine Demosaicing-Rechenmaschine drin.

Und wieder ist es praktisch, wenn man weiß, was der RAW-Konverter des geringsten Misstrauens mit den Daten anstellt. Denn der kann alles

mögliche machen. Der kann die Bildgeometrie verbiegen, entrauschen oder nicht, buchstäblich Strukturen in ausgebrannten Wolken dazuerfinden und die Farben komplett verändern. Denn, RAWs sind Graustufenbilder, die man sich normalerweise nicht ansehen kann. Es braucht immer eine Rechenvorschrift, die aus diesen Daten ein ansehbares Bild produziert. Dazu kommt noch, dass diese Helligkeitsdaten bereits in der Kamera geändert wurden. Das ist nicht so, dass da einfach die Anzahl der Elektronenladungen aus der Diode ausgelesen und in eine Datei geschrieben wird. Da wird fleißig manipuliert um Grundrauschen zu minimieren oder zum Beispiel auch Randabschattungen von Objektiven zu kompensieren.

Eine Photodiode kann etwa 250.000 bis 500.000 unterschiedliche Werte liefern, in die 12bit der Olympus-RAWS passen aber nur 4096 unterschiedliche Werte hinein. Entsprechend bastelt sich der Rechenknecht aus dem, was die Diode liefert, etwas zusammen, was vermutlich so aussieht, wie das Motiv vor der Kamera, das man auf einem normalen Monitor anzeigen und mit normalen Druckern auch zu Papier bringen kann.

Auch hier: lernen Sie ihren RAW-Konverter kennen, lernen Sie, bei welchen ISOs die Dynamik leidet. Durch die Entrauschungsprogramme kann man heutzutage auch mit ISO 25600 fotografieren und da körnt nichts mehr. Aber die Dynamik liegt eben bei so hohen ISOs nur noch bei vier oder fünf Blendenstufen und wenn das Weiß ausgefressen und das Schwarz abgesoffen ist, dann ist da auch nichts mehr, das man retten kann.



*E-M5II, Basisbelichtungszeit 1/2s, f/7,1, 31mm, ISO 200. LiveComposite-Pong. Links und rechts eine Schwarzlichtröhre - es war nur eine Röhre, eben zweimal aufgenommen - und dazwischen eben der Ball.*

## Wärmebilder und Schwarzlicht

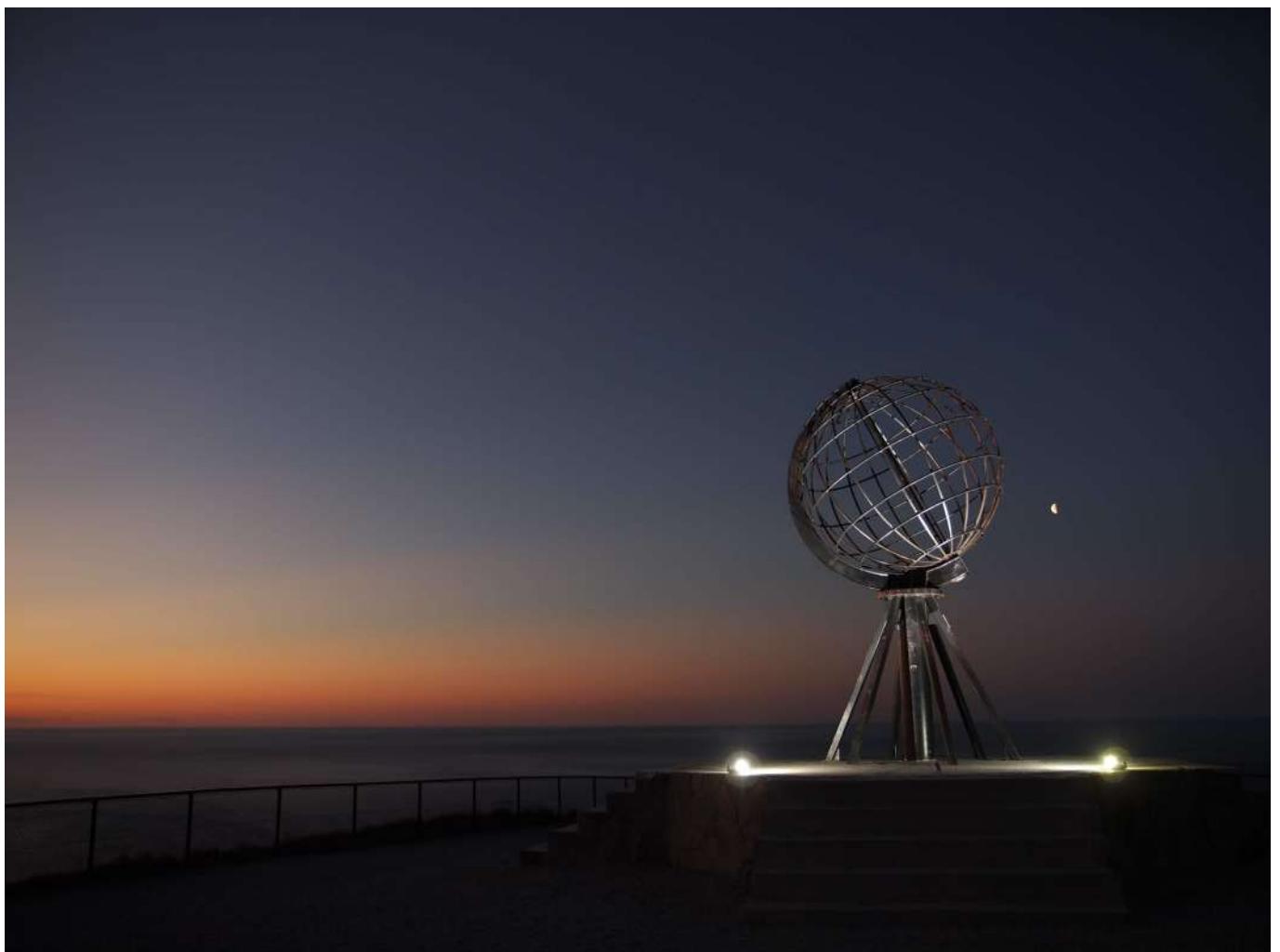
Wärmebildkameras erfordern andere Sensoren, die behandeln wir hier nicht.

Und zum Schluss gibt es noch Leute, die ihren Sensor durch einen "Hochpassfilter" zur UV-Kamera umbauen. Das ist noch mal ein besonderes Hobby, weil viele moderne Objektive überhaupt kein UV-Licht mehr durchlassen. Da gibt's ganze Foren im Internet, in denen diskutiert wird, welches Objektiv für die UV-Fotografie geeignet ist, und welches nicht. UV-Bilder sehen vergleichsweise unspektakulär aus, weil nur wenige Gegenstände UV-Licht reflektieren. Einige Insekten oder zum Beispiel Sonnenblumen.

Das wiederum hat nichts mit der Schwarzlichtfotografie zu tun, bei der man eine UV-Lampe dazu benutzt, Farben zum Leuchten anzuregen. Auch wenn das gelegentlich als "UV-Fotografie" bezeichnet wird. Es gibt auch "UV-Schminke" - damit kann man wilde Masken schminken, die dann unter UV-Licht anfangen geheimnisvoll zu leuchten.

Wärmebildfotografie, Infrarotfotografie, Astrofotografie mit Full-Spektrum-Kameras und auch echte UV-Fotografie werde ich in diesem Buch nicht behandeln. Für all diese Fotografie braucht man spezielle Kameras und ohne ausführliche Nachbearbeitung am PC geht da eigentlich nichts.

Die Fotografie unter Schwarzlicht werde ich aber nochmals ansprechen.



# Dauerlichtquellen

## Sonne, Mond und Sterne

Es klingt trivial. Natürlich machen Lichtquellen hell. Die Qualität des Lichts kann aber durchaus differieren. Nun werden oft "gute" und "schlechte" Lichtquellen unterschieden. "Gut" sei die Sonne, weil sie ein vollständiges Spektrum emittiere, "Schlecht" seien LED-Taschenlampen.

Wie immer, es kommt drauf an, was man damit beleuchten will. Und oft genug denkt man, man arbeite unter Sonnenlicht, aber in Wirklichkeit kommt das meiste Licht von reflektierenden Flächen. Es ist sogar ausgesprochen selten, dass man tatsächlich ausschließlich mit einer direkten Lichtquelle fotografiert. Ein starker Verfolger im Theater vor schwarzem Bühnenhintergrund ist etwa eine solche Lichtquelle. Oder falls man auf dem Mond fotografiert. Da reflektiert zwar der Mondboden auch etwas, aber das direkte Sonnenlicht ist da so hart, dass bei Streiflicht tatsächlich tiefschwarze Schatten entstehen - was uns hilft, bei Halbmond schöne Strukturen auf der Monooberfläche zu fotografieren.

Wir haben es also in den allermeisten Fällen mit Mischlicht zu tun. Licht, das sich aus verschiedenen Lichtquellen und Reflexionsflächen speist.

Ein Fenster zum Beispiel ist eine Lichtquelle. Da kommt Licht in den Raum. Nun kann die Sonne direkt ins Fenster scheinen. Das ergibt ein sehr hartes Licht, weil die Sonne parallele Lichtstrahlen liefert. (Die Sonne ist so weit entfernt, dass man die Lichtstrahlen als für unsere Zwecke parallel annehmen kann.). Kleidet man nun den Raum, in dem das Fenster ist, komplett mit schwarzem Molton aus, hat man so was ähnliches wie einen

*E-5, 14mm, 1/160s, f/2, ISO 100. Halbmond am Nordkapp. Aufnahme von 2011 mit zwei Funkblitzen zur Beleuchtung des Monuments.*

lichttoten, reflexionsfreien Raum. Mache ich nun mit dem direkten Sonnenlicht, das durch's Fenster einfällt, ein Porträt, bekomme ich ultraharte Schatten ins Gesicht. Wie von einem Verfolger im Theater.

Was passiert, wenn sich nun eine Wolke vor die Sonne schiebt, oder der Himmel komplett bewölkt ist? Dann scheint für das Fenster nicht mehr die Sonne, sondern der gesamte, bewölkte Himmel. Es kommt also Licht aus allen Himmelsrichtungen auf das Fenster und damit erreicht das Licht jeden Winkel des Raumes, der vom Fenster aus erreichbar ist. Ja, es wird insgesamt dunkler, aber auf einmal wirkt das Fenster nicht mehr wie ein Verfolger, sondern wie eine Softbox. Je größer das Fenster, desto weicher das Licht auf die porträtierte Person.

Auch aus diesem Grund hat man lange Zeit Stores vor die Fenster gehängt. Die weißen Vorhänge mildern das direkte Sonnenlicht ab und sorgen für vorteilhaftere Beleuchtung im Raum, weil eben nicht mehr nur das Fenster leuchtete, sondern die riesige Softbox, die vor dem Fenster hing.

Eine der Kernkompetenzen eines Fotografen ist es, zu beurteilen, mit welchen Lichtquellen er es zu tun hat und welche davon er beeinflussen kann.

Im Folgenden werden Lichtquellen aufgezählt und mit ihren besonderen Eigenschaften charakterisiert. Diese Aufzählung ist natürlich absolut nicht abschließend, denn da alles, was man sieht, entweder leuchtet oder Licht reflektiert, kann eine Aufzählung rein prinzipiell nicht vollständig sein.

## Lichtspektrum und Farbtemperatur

Licht hat eine Intensität und ein Spektrum. Die Intensität ist einfach: Es kann heller oder dunkler sein. Das Spektrum ist im Prinzip auch einfach: Licht besteht ja aus elektromagnetischer Strahlung unterschiedlicher Wellenlängen, und wenn in einem bestimmten Bereich alle Wellenlängen vertreten sind, spricht man von einem kontinuierlichen Spektrum.

Warum ist das kontinuierliche Spektrum wichtig? Wenn eine Lichtquelle eine bestimmte Farbe - eine bestimmte Wellenlänge - nicht beinhaltet, dann bleibt ein Gegenstand, der diese Farbe reflektiert, farblos.

Besonders schön ist das bei den gelben Straßenlampen zu bewundern, die überhaupt nur gelb leuchten. In diesem Licht ist eben alles Gelb. Auch wenn es eigentlich Grün oder Blau ist.

Sehr viel subtiler ist das bei Kerzenlicht. Kerzenlicht macht nicht nur romantische Stimmung, sondern auch schöne Haut. Wie dieses? Kerzenlicht emittiert kein kontinuierliches Spektrum, sondern vor allem rote und gelbe Wellenlängen. Blau fehlt fast völlig. Dinge die eigentlich blau sind - zum Beispiel die blauen Anteile in Hauttönen, die vor allem mit Hautunreinheiten und venösem Blut zu tun haben, können kein Licht mehr reflektieren. Die Haut sieht reiner und faltenfreier aus. Kerzenlicht macht jünger.

E-M5, 15s, f/4, 14mm, ISO 200. Straße auf Teneriffa mit orangener Straßenbeleuchtung. Der Weißabgleich in der Kamera ist hier zum Scheitern verurteilt. Nachträglich kann man über eine Graupunktsbestimmung noch so etwas Ähnliches wie Farben herzaubern, aber das Grün wird nicht gut und die Rose nicht rot und überdie Farbe des Himmels kann man diskutieren.

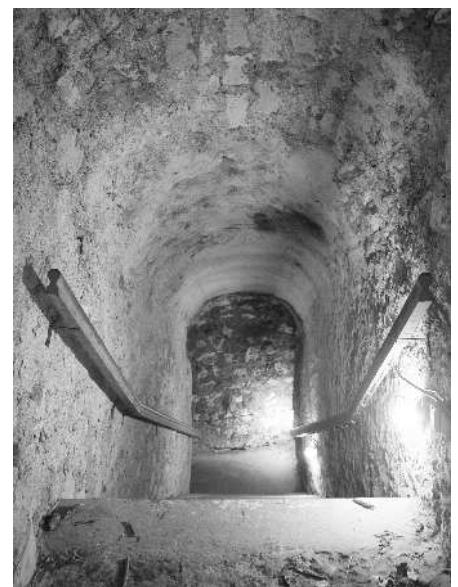




Kleines Problem bei grob unvollständigen Spektren: Ein Weißabgleich klappt nicht. Weder ein automatischer, noch ein Weißabgleich mit einer Graukarte. Eben, weil Farben fehlen. Denn ein Weißabgleich in der Kamera baut eigentlich darauf auf, dass der Durchschnitt aller Farben Grau ist. Und die Farbbebalance wird so verschoben, bis das gewährleistet ist. Fehlen nun in erheblichem Umfang Farben, klappt das eben nicht.

Und deshalb muss man darauf achten, dass man möglichst mit Lichtquellen arbeitet, die ein vollständiges Spektrum aufweisen. Und wenn sie dieses nicht tun, wie ein Lagerfeuer oder eben Kerzenlicht, dass man Strategien entwickelt, entweder den Farbstich kreativ einzubauen, oder trotz allem zu halbwegs farbähnlichen Bildern zu kommen. Beim Lagerfeuer ist der Griff zum Farbgestalter eine Idee. Damit kann über eine Verschiebung der Farbbebalance zum Blau genau die Blauanteile zum Bild hinzufügen, die das Lagerfeuer nicht hergibt - und schon hat man Bilder, die zumindest halbwegs farbrichtig aussehen.

E-M1II, 21mm, f/2, 1/6s, ISO 3200. Lagerfeuer bei Mondenschein. Links Weißabgleich Auto mit warmen Farben aus. Mitte: CWB 2400 Kelvin, rechts Weißabgleich Auto mit Farbgestalter auf Blau. Der richtige Weißabgleich bei Feuer kann von 2000 bis 2900 Kelvin gehen. Teilweise geht es ohne Farbgestalter nicht. In Innenräumen kann da auch noch vagabundierendes Licht dazwischenfunkeln.



OM-1, 19mm, f/2,8, 1/6s, ISO 200. Monoton mit Rotfilter in der Kamera. Weißabgleich von links nach rechts: 3000 K, WB Auto, 7500 K. Abgang in die Kasematten von Festung Rothenberg. Beleuchtung durch LED, die einen Grünstich aufweisen.



E-M5, 12mm, f/4, 1/200s, ISO 200. RGB-Blitzen am Strand von Zingst. Drei Funkblitze mit blauer, grüner und roter Farbfolie.

## CRi, Ra, Ri, TLCI, TM\_30-15

Es gibt für die Güte des Spektrums eine Reihe "Maßzahlen". Der Bekannteste ist der Color Rendering Index. Der wird mittlerweile auf fast jeder LED angegeben. Frühe LEDs oder Taschenlampen hatten einen CRI von 60, vor zehn Jahren waren Hersteller von Videoleuchten schon stolz, wenn sie einen CRI von >80 angeben konnten. Mittlerweile sollte es eigentlich mindestens 95 sein.

Diese verschiedenen Indizes werden unterschiedlich ermittelt.

Grundlage ist der Ra, der "Referenzindex allgemein". Dabei werden acht genormte Farben mit der Lampe beleuchtet und gemessen, was zurückkommt und das wiederum mit einem Sollwert verglichen, der in den 30er Jahren des letzten Jahrhunderts festgelegt wurde. Die Farben sind Altrosa, Senfgelb, Gelbgrün, Hellgrün, Türkisblau, Himmelblau, Asterviolett und Fliederviolett. Stimmen die Farbtöne der aktuellen Lampe und des knapp 100 Jahre alten Referenzwertes bei allen acht Farben überein, so liegt der Ra bei 100.

Für die Farbtemperatur 2700K wurde als Referenz eine Glühbirne verwendet. Ein Ra von 100 bedeutet also nicht etwa, dass alle Farben super wiedergegeben werden, sondern dass die Farben so wiedergegeben werden, wie sie bei Beleuchtung mit einer Glühbirne vor hundert Jahren wiedergegeben worden sind. Diese Glühbirne hatte vergleichsweise wenig blaue und violette Anteile und gerade bei Farbtönen, die bereits ins nahe UV gehen, liefert diese Glühbirne so gut wie gar nichts.

Der "CRi" ist nun nichts anderes als der englische Ausdruck für den Ra.

Für höhere Ansprüche gibt es sechs weitere Farben im "R<sub>i</sub>": Gesättigtes Rot, Gelb, Grün und Blau. Dazu Rosa (Hautfarbe) und Blattgrün. Ein "R<sub>i</sub>" wird aber überhaupt nicht angegeben. Beim "R<sub>i</sub>" wird eine einzelne der 14 Farben mit dem Index angegeben. Also zum Beispiel "R<sub>12</sub>". Das ist der Index für gesättigtes Blau und da wird dann der entsprechende Wert angegeben. Es kann sein, dass der R<sub>12</sub> 100 beträgt und der R<sub>11</sub> für gesättigtes Grün negativ ist, wenn etwa eine Diode mit monochromatischem Licht verwendet wird. Da beim Ra die acht Werte der Einzelfarben aufaddiert werden und dann der Durchschnitt gebildet wird, ist es problemlos möglich, dass auch eine Lichtquelle mit einem Totalausfall bei zwei Farben noch einen Ra von 75 erreicht.

Der Ra wurde seinerzeit vor allem für die Beurteilung der Lichtqualität von Leuchtstoffröhren entwickelt. Bei LEDs, die im Prinzip auch acht definierte Lichtfarben emittieren können - und auf allen anderen Farben blind sind - stellte sich bald heraus, dass der Ra untauglich war.

Vom Nationalen Institut für Standards und Technologien der USA wurde deshalb der CQS entwickelt, der Color Quality Scale, der 15 statt 8 Farben enthält und aus den 15 Farben ein quadratisches Mittel und nicht ein arithmetisches Mittel bildet.

Leider wird der CQS bei kaum einem Leuchtmittel angegeben.

Etwas weiter verbreitet ist der TLCI-2012 oder auch kurz TLCI. Der wurde von der Europäischen Rundfunkunion entwickelt und verwendet 24 Farben. Dieser Wert wird mittlerweile oft angegeben.

Der GAI - Gamut Area Index - hat einen anderen Ansatz. Er verwendet zwar die acht Farben aus dem Ra, aber eben nicht die einzelnen Farben, sondern das CIE1931-Chart. Dort werden die acht Referenzfarben lokalisiert, miteinander verbunden und der dadurch definierte Oktaeder (mehr so ein kartoffelförmiges Etwas) als Referenz verwendet. Dazu als Referenzlichtquelle Tageslicht.

Nun wird die in Frage stehende Lichtquelle gemessen und die Fläche, die das resultierende Spektrum im Vergleich zur Originalfläche einnimmt. Wird die Oktaeder-Kartoffel völlig abgedeckt, haben wir einen GAI von 100. Eben 100%. Ein Ra von 100 hat auch einen GAI von 100 zur Folge. Ist das also das Gleiche? Nein, der GAI ist eine Maßzahl für die Sättigung der Farben. Es gibt Lichtquellen mit einem GAI von 120, die stark übersättigte Farben liefern. Ein GAI-Wert ist also nur in Verbindung mit einem Ra-Wert sinnvoll. Der GAI-Wert wurde vor allem für Museen entwickelt, die feststellten, dass ihre wunderbaren Bilder unter Kunstlicht ziemlich flau aussahen. Stark sättigende Lichtquellen mit hohem GAI behoben dieses Problem. Für Fotografie ist ein zu hoher GAI-Wert eher negativ.

Der TM-30-15-Wert wurde von der IES (Illuminating Engineering Society) veröffentlicht. Der TM-30-15-Wert verwendet Sonnenlicht als Referenz und insgesamt 99 Farben. Diese werden nicht im zweidimensionalen CIE 1931 Farbraum dargestellt, sondern im dreidimensionalen CAM02-UCS Farbraum. Der TM-30-15 wurde 2015 vorgestellt. Mittlerweile gibt es TM-30-18, das die Änderungen der CIE zur Farbtreue von 2017 berücksichtigt.

Beim TM-30-15 gibt es zwei Werte, den Gamut-Index  $R_g$  und den Fidelity-Index  $R_f$ . Beide haben idealerweise den Wert 100. Der Gamut-Index gibt an, wie gesättigt die Farben sind und entsprechend kann dieser Index auch über 100 liegen. Der Fidelity Index ist ähnlich wie der  $R_a$  ein Index, wie genau die 99 Referenzfarben wiedergegeben werden. Der TM-30-15 ist sozusagen ein weit verbesserter  $R_a$  mit einem weit verbesserten GAI. Sowohl Fidelity Index als auch Gamut-Index sollten möglichst weit über 90 liegen. Die bereits angesprochenen LED-Taschenlampen haben oft einen Gamut-Index von knapp 100, weil sie Grün stark sättigen. Dafür bricht der Fidelity-Wert gerne auf unter 70 ein. Eine Messung bei einer Taschenlampe

Links: Beleuchtung mit Taschenlampe. Harter Grünstich. Rechts Beleuchtung mit Blitzanlage. Jede Taschenlampe hat einen anderen Stich. Mal Grün, mal Blaugrün. Das ist auch mit Graukarte und Bildbearbeitung nur schwer zu korrigieren.



ergab einen  $R_a$  von 70 aber einen Fidelity Index von 68.

In der Praxis kann man Glück haben, wenn ein CRI angegeben ist. Lediglich wirklich hochwertige Lampen werden mit TM-30-15 angegeben.



PEN-F, 2s Basisbleichtungszeit, f/5,6, 45mm, ISO 200, Live Composite. Blitzeinschlag am Sender Dillberg. Weißabgleich Auto. Unten: Weißabgleich Leuchtstoffröhre.

## Farbtemperatur

Spektrum und Farbtemperatur sind übrigens zwei paar Stiefel. Sobald nicht mehr alle Wellenlängen im Licht vorhanden sind, ergibt der Begriff "Farbtemperatur" keinen Sinn mehr. Blitze - die vom Himmel runter mit Donner und so - etwa sind Gasentladungen und haben nur ein sehr begrenztes Spektrum. Blitze sind hell - aber sie haben keine wirklich definierte Farbe. Meistens erscheint das Licht auf Fotos Lila, aber man kann das auch in Blau oder in einer anderen Farbe haben - je nach Geschmack und eingestelltem Weißabgleich.

Was ist dann nun Farbtemperatur? Das ist die Temperatur eines theoretischen schwarzen Gegenstandes, der genau dieses Licht ausstrahlt, eines "schwarzen Strahlers". Den gibt es nicht, nicht mal die Sonne emittiert Strahlung wie ein "schwarzer Strahler", und bei den meisten Lichtquellen muss man noch irgendwo einzelne Dellen im Spektrum ausgleichen, aber der Begriff hat sich etabliert und wird mangels besserer Lösung eben verwendet.

Hier ein paar Farbtemperaturen für Lichtquellen, die als Presets in der Kamera einstellbar sind.