



1.0 LICHT

Die Bedeutung des Lichts für die Fotografie wird noch immer häufig unterschätzt. Dabei machen nicht die edlen Objektive oder die neuesten Kamerasensoren das Bild, sondern das Licht. Wenn das Licht nicht gut gewählt oder gesetzt ist, sieht sogar die Toskana eher mau aus. Wenn das Licht aber stimmt, dann können selbst Zwiebschalen magisch erscheinen. In diesem Kapitel finden Sie anfangs zur Motivation eine kleine Bildersammlung zum Thema Licht und lernen dann die physikalischen und technischen Grundlagen kennen. Auf einige Formeln konnten wir nicht verzichten, aber das Gros haben wir für interessierte Leser im Anhang Symbole und Abkürzungen versteckt. Weiterhin finden Sie in den Anhängen eine umfangreiche Aufgabensammlung mit Lösungen.



1.1

WARUM LICHT FÜR UNSERE WAHRNEHMUNG SO WICHTIG IST

Zum Thema Licht kann man viel schreiben, aber eindrücklicher und nachhaltiger ist es, einfach Bilder zu zeigen. So startet auch unsere Vorlesung Technische Fotografie an der Hochschule Aschaffenburg mit einer Bilderschau mit rund 50 Bildpaaren. Die Paare bestehen aus einem Foto unter eher uninteressantem Licht und einem Foto unter liebevoll gesetztem oder gewähltem Licht. Wo immer es möglich war, sind beide Bilder mit der gleichen Kamera und mit dem gleichen Objektiv entstanden.

Dann diskutieren wir gemeinsam, was das jeweils für ein Licht ist und wie die Wirkung ist. Einige Beispiele aus der Sammlung habe ich hier eingefügt, die komplette Galerie finden Sie online unter www.fotopraxis.net/2015/04/24/workshop-licht/

Dort können Sie bei Interesse auch die Exif-Daten rechts unten bei den Bildern einsehen.

In der Vorlesung diskutieren wir zu jedem Bild die folgenden Fragen:

- Welche Version wirkt ästhetischer (interessanter, vorteilhafter) und warum?
- Welches Licht wird verwendet?
- Wo befinden sich die Lichtquellen?
- Welche Eigenschaften haben die Lichtquellen?
- Welche Eigenschaften des Motivs werden durch das Licht hervorgehoben, welche werden in den Hintergrund gedrängt?

Versuchen Sie es einmal selbst. Als Hilfestellung kann man die Glanzlichter in den Augen und auf glänzenden Oberflächen analysieren und die Schatten untersuchen. Rasch kommt man dann darauf, dass das Licht optimal gewählt oder gesetzt ist, wenn es die vorteilhaften Attribute der Szene hervorhebt und die unvorteilhaften verschwinden lässt.

Die Schlagschatten (die Schatten des Objekts auf dem Untergrund) und die Schattierungen (die Schattenverläufe auf dem Objekt selbst) helfen uns zusätzlich, auch in der flachen, zweidimensionalen Abbildung die Form des Motivs zu erfassen. Wenn das Licht aus der Richtung der Kamera kommt, entstehen weniger hilfreiche Schatten. Für eine räumliche Wirkung sollten daher die Schatten eher in Richtung des Betrachters fallen, nicht zu kontrastreich und nicht zu kurz sein. Transluzente Motive sollten nach Möglichkeit mit Gegenlicht beleuchtet werden, Motive mit interessanten (geprägten, gravierten, gebürsteten) Oberflächen eher mit Streiflicht und so weiter.

Der Sinn dieser Übung ist, den Studierenden von Anfang an die Wichtigkeit des Lichts vor Augen zu führen und damit auch das Interesse an den technischen Grundlagen zu wecken.



1.2 WELCHE EIGENSCHAFTEN LICHT HAT

Anhand der Bilderschau im letzten Abschnitt kann man bereits so gut wie alle Eigenschaften des Lichts zusammentragen. Die wichtigsten Kenngrößen einer Lichtquelle sind die Intensität, die Farbe oder Temperatur und die Gerichtetheit. In der Physik spricht man vom Lichtstrom, vom Spektrum und von der Diffusität. In diesem Abschnitt gehen wir von einer punktförmigen und rundumstrahlenden Lichtquelle aus. Im nächsten Abschnitt zu den Lichtformern wird das Licht dann auch mittels Reflektoren und Diffusoren hinsichtlich der Diffusität verändert.

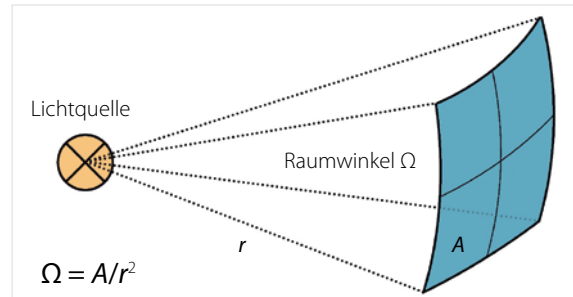


Abb. 1 | Vom Lichtstrom gelangt man auf die Lichtstärke durch den Bezug auf einen Raumwinkel.

Lichtstrom, Lichtstärke, Leuchtdichte, Beleuchtungsstärke, Belichtung

Im Bereich der elektromagnetischen Wellen ist für die Fotografie nur das schmale Band des sichtbaren Lichts von 380 bis 780 Nanometer relevant. Entsprechend wurden abweichend von den allgemeinen Strahlungsgrößen die photometrischen Größen eingeführt. Grundlage für diese Größen ist die **spektrale Hellempfindlichkeit** $V(\lambda)$ des menschlichen Auges in Abhängigkeit von der Wellenlänge λ .

Das Maximum dieser Hellempfindlichkeitsfunktion liegt bei $\lambda_0 = 555 \text{ nm}$ und wird gleich 1 gesetzt. Diese Funktion geht in das **photometrische Strahlungsäquivalent** K folgendermaßen ein: $K(\lambda) = K_m \cdot V(\lambda)$. Hierin ist K_m der Maximalwert von $K(\lambda)$ bei 555 nm (683 Lumen pro Watt). Der sichtbare **Lichtstrom** Φ_v in Lumen ergibt sich damit aus der Gesamtheit der elektromagnetischen Strahlungsleistung, dem **Strahlungsfluss** Φ_e , durch eine Multiplikation mit K zu: $\Phi_v = \Phi_e K(\lambda)$.

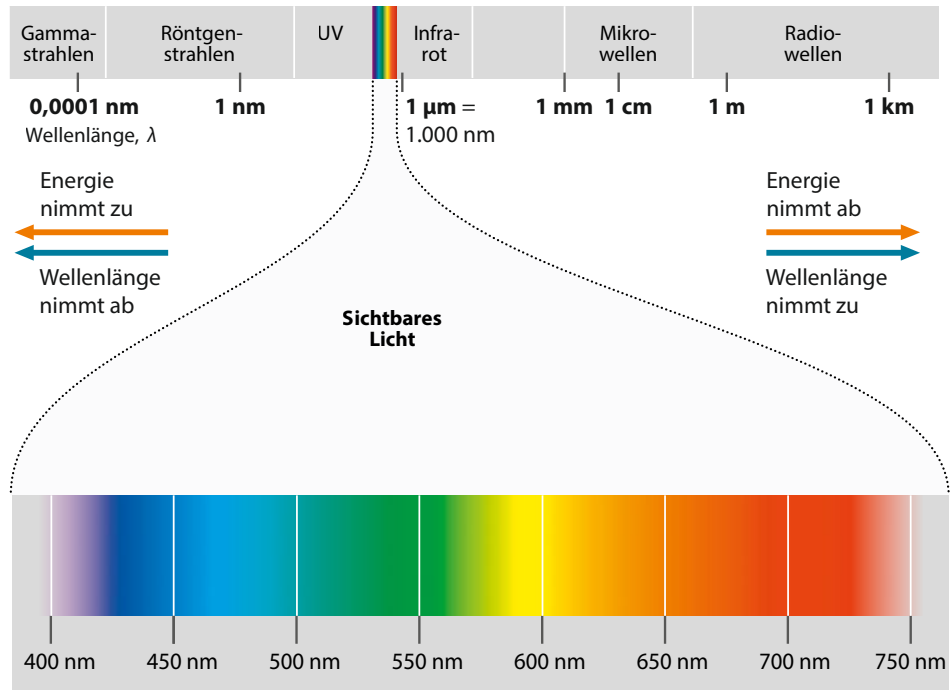
Mit der Einführung des Lichtstroms lassen sich weitere Größen definieren wie die **Lichtstärke** I (unter Bezug auf einen Raumwinkel, Einheit [Candela, cd]), die **Leuchtdichte** L (unter Bezug auf eine strahlende Fläche, [cd/m²]), die **Beleuchtungsstärke** E_v (Bezug auf eine bestrahlte Fläche, [Lux, lx]) sowie die **Belichtung** H als Produkt aus Beleuchtungsstärke und Belichtungszeit t_e (Einheit [Lux · Sekunde]). Formeln und Details hierzu finden sich bei Bedarf im Symbolverzeichnis im Anhang.

Lichtspektren

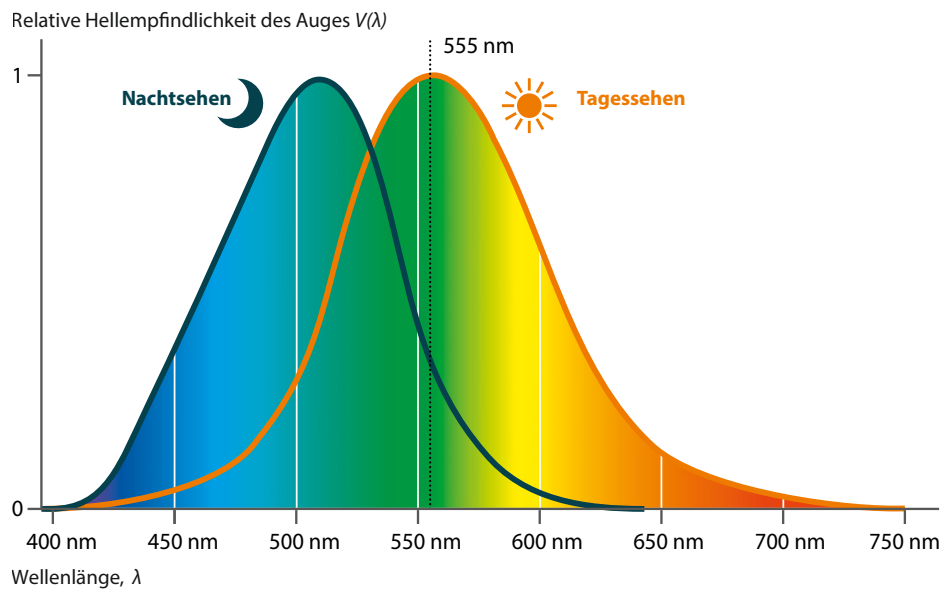
Als eine Eigenschaft des Lichts wurde die Farbe oder Temperatur genannt – Licht kann rot, grün, gelb, orange, und auch warm und kalt erscheinen. Diese Art der Beschreibung ist nicht wirklich exakt, und so zieht der Fotograf die Kennlinie zur spektralen Verteilung vor, um Lichtquellen zu beurteilen. Je nach Spektrum kann das Licht für die Fotografie gut oder weniger gut geeignet sein. Folgendes ist bei Kunstlicht relevant:

- Das Spektrum sollte dem Tageslichtspektrum ähnlich sein, denn nur dann kann man die Kunstlichtquelle problemlos mit Tageslicht kombinieren. Xenonblitze oder auch Gasentladungslampen weisen in dieser Hinsicht gute Spektren auf.
- Wenn das Spektrum vom Tageslichtspektrum abweicht, so sollte eine der beiden Lichtquellen mit Filtern angleichbar sein. In der Filmindustrie wird häufig Halogen- oder Glühwendellicht mit einer Farbtemperatur von 3.200 Kelvin eingesetzt. Wenn weiteres Licht mit Tageslichttemperatur beteiligt ist, dann kann es mit Orangefiltern von 5.500 Kelvin auf 3.200 Kelvin gebracht werden.
- Das Spektrum sollte idealerweise gleichförmig und ohne Abrisse erscheinen. Xenonblitze und Gasentladungslampen (Beamer-Lampen) sind hier wieder sehr gut geeignet, wohingegen Fluoreszenzlichtquellen und Leuchtdioden schlechter abschneiden (siehe aber auch Teil II, Abschnitt 2.4).

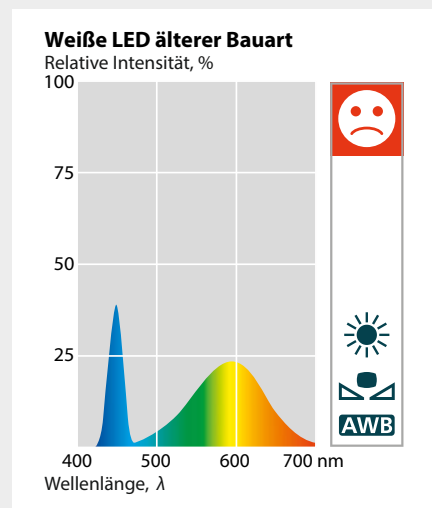
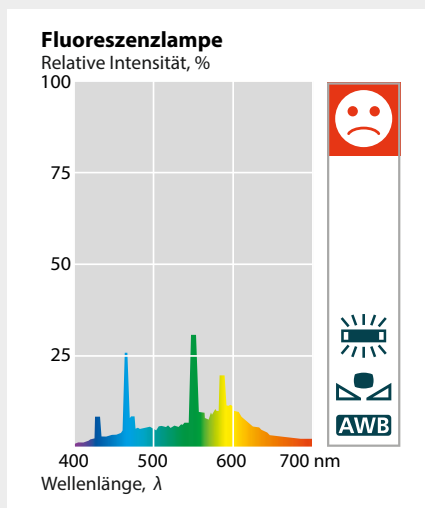
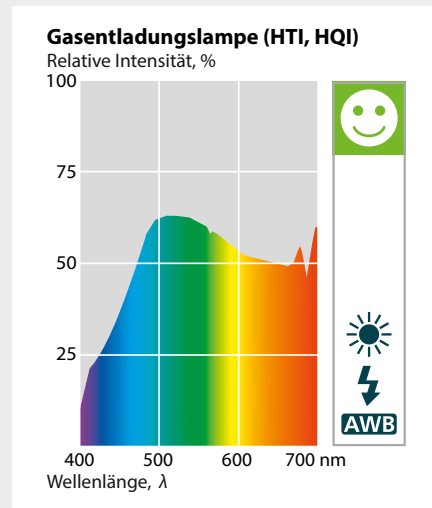
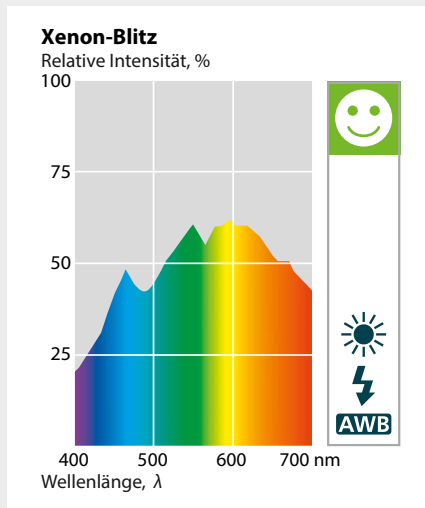
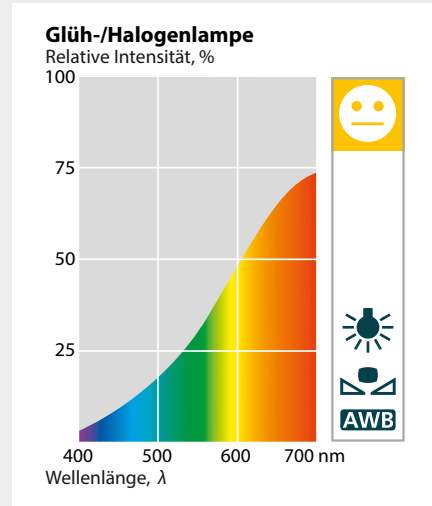
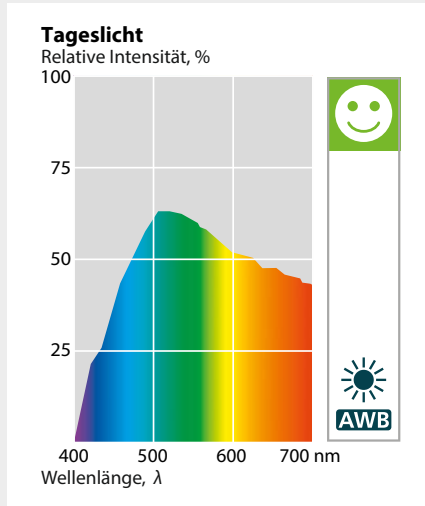
Elektromagnetisches Spektrum



Tag- und Nachtsehen



Lichtspektren



Weißabgleich:

-  Automatisch
-  Tageslicht
-  Kunstlicht
-  Fluoreszenzlicht
-  Blitz
-  Manuell

Glühwendellampen zeigen zwar keine Abrisse, allerdings fehlt es ihnen an Blauanteil.

Der menschliche Sehsinn kann sich automatisch an verschiedene Lichtquellen anpassen, und so erscheint uns eine Buchseite unter der Halogennachttischlampe (nahezu) weiß. Die Kamera kann hierfür einen automatischen Weißabgleich berechnen oder die Einstellung dem Fotografen überlassen. Dieser stellt dann eine Vorgabe wie Kunstlicht, Fluoreszenzlicht, Schatten oder Blitzlicht ein. Links in den Bildern sehen Sie einen Vergleich verschiedener Lichtquellen mit den jeweiligen Optionen zum Weißabgleich.

Abstandsgesetz

Im letzten Abschnitt wurde zur Definition der Beleuchtungsstärke Bezug genommen auf eine bestrahlte Fläche. In diesem Flächenbezug verbirgt sich auch das sogenannte Abstandsgesetz oder „Inverse Square Law“ (siehe auch die Abbildungen). Das Abstandsgesetz besagt, dass die Beleuchtungsstärke im Umfeld eines punktförmigen Rundumstrahlers nicht linear mit dem Abstand r abnimmt, sondern quadratisch. Sie ist damit umgekehrt proportional zum quadrierten Abstand:

$$E_v \propto \frac{1}{r^2} \quad (1.1)$$

Wenn man das Licht zuerst in einem Meter Abstand von der Lichtquelle misst und dann in zwei Metern Abstand, dann ist die Beleuchtungsstärke nicht auf 50 %, sondern auf 25 % gefallen – ein Zusammenhang, den man als Fotograf erst nach und nach verinnerlicht. In den Schaubildern sehen Sie, wie sich der Einfluss des Abstandsgesetzes bemerkbar macht und wie man es für sich nutzen kann.

Der Lichtwert, „The Missing Link“

Die eingeführten lichttechnischen Größen begegnen dem Fotografen selten in Reinform, sondern fast immer in Form des sogenannten Lichtwerts. Der Lichtwert LW oder Exposure Value EV (umgangssprachlich auch als

Blende oder engl. stop bezeichnet) kennzeichnet Kombinationen aus Blende, Belichtungszeit und ISO-Wert.

Ein ganzer Schritt in der Lichtwertreihe bedeutet eine Verdopplung oder Halbierung der Lichtmenge auf dem Sensor beziehungsweise – bei Einbezug des ISO-Wertes – der Amplitude des Ausgangssignals des Sensors.

Der Lichtwert wird fast immer als relatives Maß verwendet, indem man die Lichtwertreihe stufenweise hinauf oder hinab steigt. Wie dies geschieht, zeigen Ihnen die Rechenbeispiele in den folgenden Abschnitten. Tatsächlich existiert aber auch ein absoluter Bezug zur Leuchtdichte und zur Beleuchtungsstärke. Der absolute Zusammenhang zwischen Leuchtdichte L und Lichtwert EV ist:

$$L = 2^{EV-3} \quad (1.2)$$

Der Zusammenhang zwischen Beleuchtungsstärke E_v und Lichtwert EV ist:

$$E_v = 2,5 \cdot 2^{EV} \quad (1.3)$$

Merke: Der Lichtwert EV wird gebräuchlicherweise ohne Einheit verwendet und nicht-kursiv geschrieben.

Die nun notwendige Blendenzahl und ISO-Verstärkung finden Sie detailliert erklärt in den Kapiteln zur Optik und Kameratechnik. Hier führen wir die zwei Größen nur kurz ein, um damit die letzten zwei Lichtwertformeln notieren zu können. Diese zwei Formeln ermöglichen den Brückenschlag zwischen der Lichtphysik und dem fotografischen Handwerkzeug:

$$EV = \log_2 \frac{k^2}{t_e} \quad (1.4)$$

Hierin ist: k : Blendenzahl, einheitenlos (Beispiele: 0,7 / 1,0 / 1,4 / 2,0 / 2,8 ...; die fotografische Blende wird mit größer werdender Blendenzahl k enger) und t_e : Belichtungszeit.

Quadratisches Abstandsgesetz

1

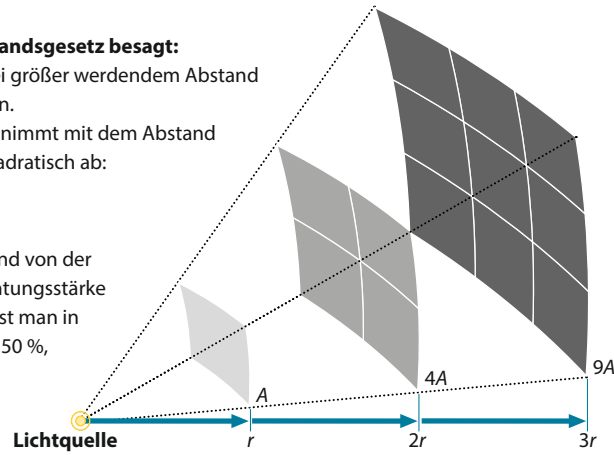
Das quadratische Abstandsgesetz besagt:

Das Licht verteilt sich bei größer werdendem Abstand auf viel größeren Flächen.

Die Beleuchtungsstärke nimmt mit dem Abstand nicht linear, sondern quadratisch ab:

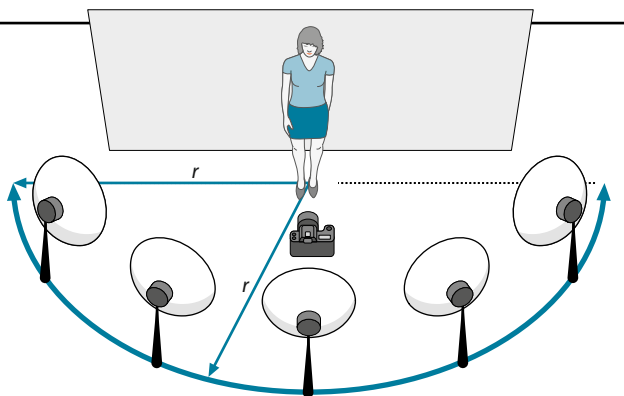
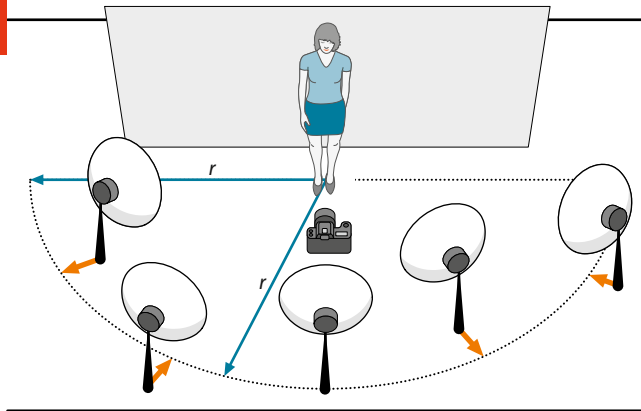
$$E_v \propto 1/r^2$$

Wenn man in 1 m Abstand von der Lichtquelle eine Beleuchtungsstärke von 100 % misst, so misst man in 2 m Abstand nicht etwa 50 %, sondern nur 25 %.

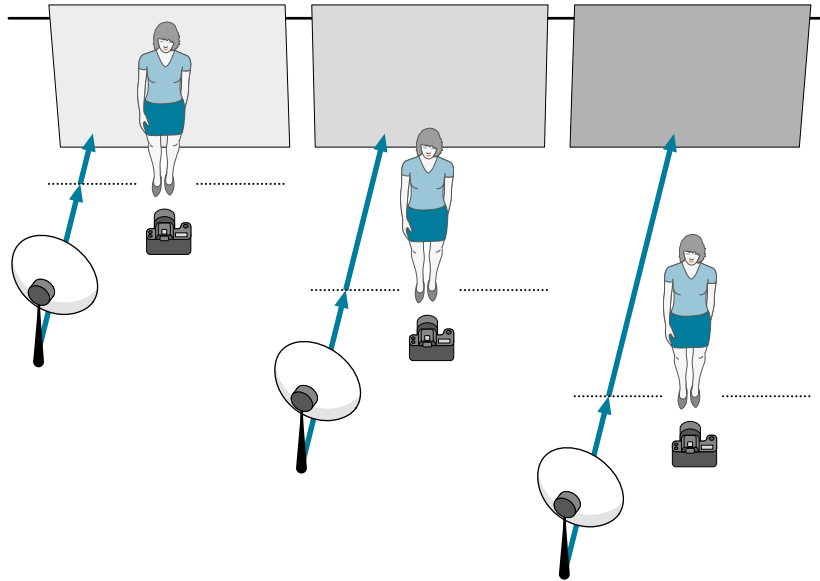


2

Schnell merkt der Fotograf, dass es ratsam ist, eingemessene Lichter nur noch in Kreisbahnen um die Szene zu bewegen, um die Belichtung nicht zu verändern.



- 3** Mit dem **Abstandsgesetz** kann man den Hintergrund leicht von Weiß, nach Grau, nach Schwarz ändern – schlicht durch eine Änderung des Abstands.



- 4** Eine raffiniere Anwendung des **Abstandsgesetzes**: Wenn man bei dieser Gruppenaufnahme den Lichtabstand vergrößert, so wird der relative Abfall der Beleuchtungsstärke von der linken Person zur rechten kleiner. Der Nachteil ist der erhöhte Bedarf an Blitzenergie.

