

Kontrast in der Photographie

Forderung 0 – Unsere Erwartungen an die Kontrastreproduktion einer Photographie

Was erwarten wir von einem Photo? Wenn wir alle mehr oder weniger schrägen Vorgaben mal außen vor lassen, können wir uns sicher darauf einigen, daß ein Photo das Motiv A) realistisch und B) schön abbilden soll.

Um das Kriterium der Realitätsnähe zu erfüllen, muss der wahrgenomme-

ne Kontrast im Verhältnis 1:1 zum Motivkontrast stehen. Dass heißt was im Motiv doppelt so hell ist, muss auch in der Abbildung doppelt so hell erscheinen. Nun könnte man auf den ersten Blick meinen, daß die Tonwerte mit exakt den gleichen Leuchtdichten wie im Motiv reproduziert werden müssen, damit sich eine 100 %ige Entsprechung ergibt. Diese Forderung ist sehr schwer zu erfüllen, denn das wäre nur den Fall, wenn wir das Bild unter denselben Bedingungen betrachten, wie das Motiv. In der Regel schauen wir unsere Photos aber in der eher schlecht beleuchteten Stube am sonnenüberfluteten Rand des Grand Canyon an. Glücklicherweise ist diese Hürde kein Problem, denn in dieser Hinsicht ist es außergewöhnlich bequem, daß unser visuelles System die Objekte nicht anhand ihrer **absoluten Helligkeiten** einordnet, sondern daß ihm dazu die **relativen Helligkeiten** genügen.

Wir brauchen also nicht die Intensitäten 1:1 zu transportieren, sondern nur den Kontrast. Das heißt, was im Motiv doppelt so hell ist muss der Betrachter auch als doppelt so hell wahrnehmen. Die Tonwerte müssen also so transportiert werden, daß sie in der Wahrnehmung des Betrachters den gleichen Abstand zueinander aufweisen, wie im Motiv. Damit können

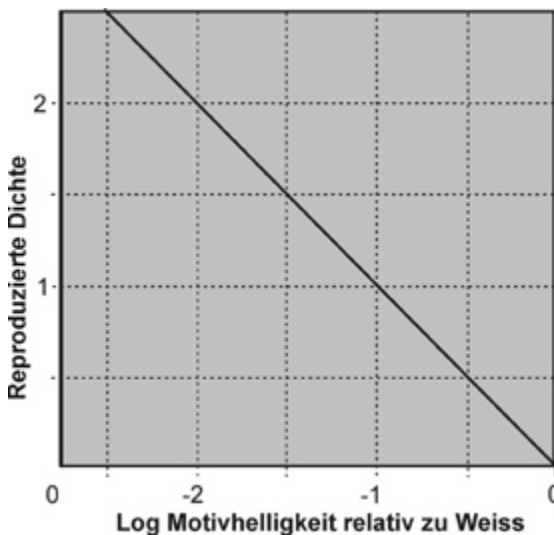


Abb. 25: Charakteristik-Kurve unterschiedliche Beleuchtung

wir den Eindruck der realen Szene erwecken, weil das visuelle System die Helligkeiten ebenfalls nur aus ihren Verhältnismäßigkeiten konstruiert.

Betrachten wir unsere Abbildung also unter Beleuchtungsbedingungen, die sich von denen der Originalszene nur im Hinblick auf die absolute Beleuchtungsintensität unterscheiden, so genügt es die Tonwerte mit relativem Abstand zum Ausgangspunkt Weiß zu reproduzieren. Abb. 25 illustriert diesen Zusammenhang. Die waagerechte x-Achse zeigt die logarithmischen Motivhelligkeiten relativ zu Weiß, an der senkrechten y-Achse finden wir die Dichtewerte.

Ein durchschnittliches Motiv weist einen Kontrastumfang von 400:1 auf, unsere Ausgabemedien können aber vielfach nur einen Dynamikbereich von 275:1 wiedergeben, weil sie keine ausreichende Maximaldichte erreichen. Daraus ist ersichtlich, daß die Forderung nach Kontrastreproduktion im Verhältnis 1:1 nicht für den gesamten Motivbereich erfüllt werden kann. Stattdessen müssen wir uns für einen korrekt reproduzierten Bereich – Schatten, Mitteltöne oder Lichter – entscheiden und den Kontrast an den beiden anderen Enden entsprechend absenken. In der Regel wird die Wahl auf die Mitteltöne fallen, denn wie wir im Abschnitt „Die

Mindestgröße der Helligkeitsunterschiede“ erfahren haben ist unser Unterscheidungsvermögen in den Bereichen mittlerer Helligkeit am ausgeprägtesten und läßt darüber und darunter sukzessive nach. Zudem werden wir sehen, daß die Forderung nach Komprimierung in den Schatten und Lichtern dem natürlichen Verhalten der AgX-Bildträger entspricht.

Faktoren, die wir zur Erfüllung der Forderung 0 berücksichtigen müssen

Faktor 1 – Streulicht

Als Streulicht bezeichnen wir in der Photographie jenen durch Reflexion verursachten diffusen Lichtanteil, der sich im Bild als gleichmäßiger Schleier bemerkbar macht. Er erhöht die Helligkeit an jedem Punkt und mindert deshalb den Kontrast. In der Abbildungskette spielt es an zwei Stellen eine wichtige Rolle, bei der Bildentstehung und bei der Bildbetrachtung. Im Fall der **Bildentstehung** sind die folgenden Faktoren relevant

Kontrast in der Photographie

Die Objektivbauart Im Objektiv wird das einfallende Licht unvermeidbar an den optischen Oberflächen und den Blendenlamellen gestreut. Deshalb lautet hier die Grundregel, daß die Optik so wenige Elemente wie möglich besitzen sollte, die zudem mit Anti-Reflexionsbeschichtung bedampft sein sollten, damit der Streulichtanteil möglichst gering ausfällt. Mechanische Bauteile sollten in Schwarz und mit matter Oberfläche ausgeführt sein.

Die Kamerabauart Innerhalb des Kameragehäuses entsteht Streulicht durch die einfache und mehrfache Reflexion am Verschuß und den zahlreichen weiteren Oberflächen der vorhandenen Bauteile. Dem wirkt auch hier die mattschwarze Ausführung der mechanischen Teile ein gutes Stück weit entgegen. Und selbstverständlich sollte das Kamerarinnere absolut lichtdicht sein, damit kein unfokussiertes Licht den Kontrast mindert. Aber selbst wenn Optik und Kameragehäuse nach allen Regeln der Kunst ausgeführt sind, reduziert dies den Streulichtanteil nicht völlig, so daß sich Motivhelligkeiten und Tonwerte nicht direkt entsprechen. Ein geringer Teil des fokussierten Lichts wird immer an den Objektivfassungen, evtl. vorhandenen Filtern oder der Oberflä-

che des Bildträgers selbst gestreut und sorgt dann für verminderten Kontrast. Streulicht ist auf Grund dessen nicht völlig auszuschalten und unabdingbarer Bestandteil jedes projizierten Bildes.

Die Motiveigenschaften Große Helligkeiten sorgen für viel Streulicht. Aus diesem Grund produzieren Motive mit großen Kontrastverhältnissen oder großen hellen Bildteilen auch viel Streulicht. Beispiele sind Schneefelder, Strandszenen oder High-Key Aufnahmen (hell in hell). Sie alle werden tendenziell zu einem hohen Streulichtfaktor führen.

Die Beleuchtung Gegenlichtmotive, in denen die Lichtquelle im Bildfeld liegt, bringen mehr Streulicht mit sich als Motive, die von vorn oder von der Seite beleuchtet werden.

Staub u.ä. Partikel Staub und Schmutzpartikel stellen reflektierende Oberflächen dar, die zwangsläufig Streulicht produzieren. Aus diesem Grund und um mechanische Schäden zu vermeiden, sollten alle Oberflächen und Innenteile des Aufnahmeapparats so staubfrei wie möglich sein.

In Zahlen fassen lässt sich das Maß des Streulichts mit dem

Streulichtfaktor. Er wird ermittelt, indem man das Kontrastverhältnis des Motivs durch das Kontrastverhältnis des Abbilds dividiert.

$$\text{Streulichtfaktor} = \frac{\text{Motivkontrast}}{\text{Abbildkontrast}}$$

Für ein Motiv mit dem Kontrast von 160:1 und dem Bildkontrast von 80:1 ergibt sich so ein Streulichtfaktor von

$$\text{Streulichtfaktor} = \frac{160:1}{80:1} = 2$$

Dieser Wert ist realistisch. Zahlreiche Versuche haben ergeben, daß der Durchschnittswert für aktuelle Kameras und Optiken bei gut 2,5 liegt. Dies ist auf normale Motivbedingungen bezogen, denn wie wir bereits gesehen haben spielen auch die Reflexionseigenschaften und Beleuchtungsverhältnisse eine Rolle. Je nachdem wie sie zusammenwirken, kann der Streulichtfaktor auf geringe 1,5 sinken oder bis auf 6 oder 8 ansteigen.

Der Streulichtanteil bei der **Bildbetrachtung** geht auf folgenden Zusammenhang zurück. Dichtewerte werden objektiv mit einem Densitometer ermittelt. Dies Gerät besitzt eine

Photozelle, mit der es das lotrecht von der Oberfläche des auszumessenden Objekts reflektierte Licht mißt. Nur dieser im 90° Winkel reflektierte Lichtanteil fließt in das Meßergebnis ein (Abb. 26 A). Dieser Messvorgang spiegelt aber nicht die Realität unseres Seherlebnisses wider. Denn unter normalen Betrachtungsbedingungen fällt nicht nur gerichtetes Licht aus einer einzigen Richtung auf die Bildoberfläche, sondern relevante Anteile kommen auch aus allen anderen Richtungen und werden dementsprechend auch von der Oberfläche diffus in alle anderen Richtungen reflektiert, ohne die Bildschicht passiert zu haben. Unabhängig davon, von wo wir das Bild betrachten, nehmen wir auch diesen diffusen Lichtanteil wahr, der sich als weißlicher Schleier bemerkbar macht und die wahrnehmbare Maximaldichte bzw. den Kontrast mindert (Abb. 26 B).

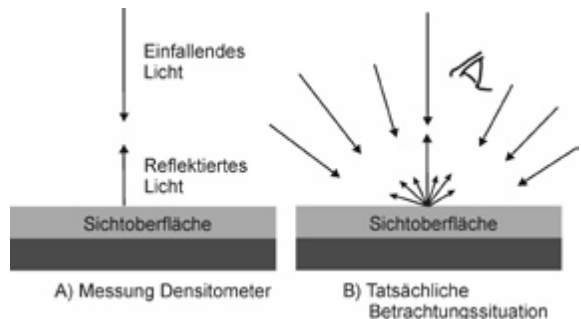


Abb. 26: Direkte und Diffuse Reflexion

Kontrast in der Photographie

Der diffus von der Oberfläche des Bildträgers (Papier oder Kunststoff) reflektierte Lichtanteil setzt sich aus drei Hauptkomponenten zusammen:

- Einem Teil, der von der Oberfläche der Emulsion reflektiert wird
- Einem Teil, der von den Stärke- und Silberkörnern der Emulsion zurückgeworfen wird
- Einem Teil, der von der Oberfläche des Papier- oder Kunststoffträgers reflektiert wird

Die zuletzt genannte Reflexionsquelle kann durch stärkere Belichtung und die dadurch bedingte größere Silbermenge in der Schicht nahezu eliminiert werden. Die beiden anderen Reflexionsarten bleiben davon aber unbenommen und beschränken die wahrnehmbare Maximaldichte. Sie wirken also, wie die Lichtstreuung bei der Aufnahme, vor allem auf die dunklen Bildbereiche.

Der Grad der Beeinträchtigung hängt im Wesentlichen von der Beschaffenheit der Oberfläche ab. Ist diese glänzend, so reflektiert sie das Licht beinahe nur direkt, d.h. es wird in demselben Winkel zurückgeworfen, in dem es einfällt. Dabei gelangt nur

wenig Licht ins Auge des Betrachters und die Kontrastminderung ist gering. Glänzende SW-Papiere besitzen nach der Entwicklung noch Silberkörner in ihrer Schicht, die das Licht im Bereich von 1 % streuen. Aus diesem Grund weisen sie in der Regel eine maximale Dichte von rund 2,1 auf. Glänzende Farbpapiere besitzen eine sehr dünne Emulsionsschicht, die nach der Entwicklung statt des Silbers nur noch Farbstoffwolken enthält. So wird das Licht kaum reflektiert und das verhilft diesen Papieren zu einer Maximaldichte von gut 2,5.

Matte Oberflächen reflektieren das Licht aufgrund ihrer speziellen Natur, der zum Erreichen des Effekts oft Stärkekörner beigemischt werden, fast nur diffus. So gelangt ein gut 4% großer Lichtanteil zurück zum Auge. Dies und die zusätzliche Reflexion an den im SW-Bereich vorhandenen Silberkörnern sorgen für vergleichsweise starke Kontrastminderung und eine Maximaldichte zwischen 1,3 und 1,6. Die aktuell besten Inkjet Papiere erreichen in Verbindung mit Farbstofftinten Maximaldichten von 2,7 bis 3,0.

Angewandt auf ein Motiv mit dem durchschnittlichen Kontrastwert von 160:1 bedeutet eine zusätzliche, gleichmäßig verteilte Einheit Streulicht, daß sich das Helligkeitsverhältnis auf 161:2 verändert. Dies kürzt sich auf rund

Faktoren, die wir zur Erfüllung der Forderung 0 berücksichtigen müssen
Faktor 2 – Umgebungshelligkeit

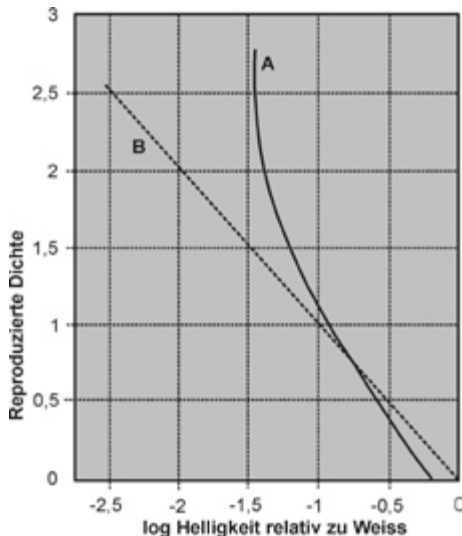


Abb. 27: Charakteristik-Kurve zur Kompensation des durchschnittlichen Streulichtanteils. Kurve A zeigt die Charakteristik die notwendig ist, um einen typischen Streulichtanteil zu kompensieren, so dass sich in einer durchschnittlich hellen Umgebung eine realistische Wahrnehmung der Tonwerte ergibt. Daß heißt der reproduzierte Kontrast entspricht 1:1 dem Motivkontrast (Kurve B) (8).

80:1 und stellt eine beachtliche Reduzierung dar. Bezogen auf die beiden Enden des Tonwertspektrums wirkt sich das Streulicht prozentual unterschiedlich aus: In den Schatten kann die zuvor beschriebene Helligkeitszunahme um eine Einheit den Wert verdoppeln während sie auf die Lichter bezogen nur einen Bruchteil des ur-

sprünglichen Werts darstellt. Das bei der Aufnahme entstehende Streulicht wirkt also überproportional stark auf die dunklen Bildbereiche. Aus diesem Grund muss die zur Kompensation notwendige Kontrastanhebung in den Lichtern (0,3), Mitteltönen (1,25) und Schatten (2,5) unterschiedlich groß sein. So ergibt sich eine Kurve, wie in Abb. 27, die den durchschnittlichen Streulichtwerten (Kamera- und Optik Streulichtanteil von 0,4 % des Bildweiß, einem durch die Vergrößerung bedingten Streulichtanteil von 9 % – obwohl dies bei der Ausgabe auf einem Tintenstrahldrucker oder Laserbelichter wegfällt – und einem bei der Betrachtung auftretenden Streulichtanteil von 2,7 %) Rechnung trägt.

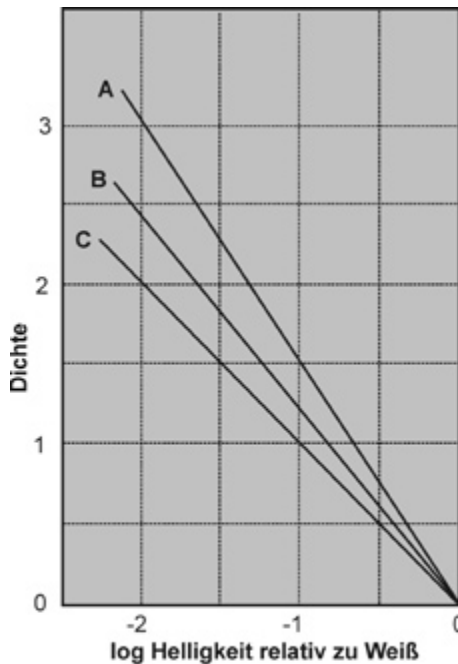
Faktor 2 – Umgebungshelligkeit

Der Abschnitt zur Mindestgröße der Helligkeitsunterschiede hat gezeigt, daß unsere Fähigkeit Helligkeitsunterschiede zu erkennen von der Umgebungshelligkeit abhängt. Ist diese gering, so ist auch unsere Unterscheidungsfähigkeit geringer als bei durchschnittlichlicher Tageshelligkeit. Wir können auch sagen unsere Kontrastempfindlichkeit läßt nach, wenn sich die Umgebungshelligkeit verringert. Dieser Umstand ist für die Kontrastreproduktion bedeutsam. Denn

Kontrast in der Fotografie

Bilder, die bei geringer Helligkeit betrachtet werden und so abgestimmt sind, daß der Kontrast 1:1 übertragen wird (d.h. ihre Charakteristik-Kurve steigt im 45° Winkel an), nehmen wir als flau und verwaschen wahr.

Der Fall, bei dem dieser Zusammenhang die größte Rolle



- A) Dunkle Umgebung $\gamma = 1,5$
- B) Gedämpft helle Umgebung $\gamma = 1,2$
- C) Durchschnittlich helle Umgebung $\gamma = 1,0$

Abb. 28: Charakteristik-Kurven zur Korrektur verschiedener Umgebungshelligkeiten (8).

spielt, ist die Betrachtung von Dias (oder auch Fernsehbildern bzw. Kinofilmen) in dunklen oder gedämpft hellen Umgebungen. Damit uns der Kontrast in diesen Fällen realistisch erscheint, muss er angehoben werden. Auf einen Gammawert von **1,25**, wenn das Dia mit der Lupe auf einem Leuchtpult betrachtet wird und die Betrachtungsumgebung aus dem Rest des Zimmers besteht dessen Helligkeit nur mäßig nach unten abweicht (wir dürfen das als **gedämpft helle Umgebung** bezeichnen). Die Betrachtungsbedingungen bei Fernsehern und Computermonitoren dürfen wir ähnlich ansetzen, so daß wir auch in diesen Fällen von einer gedämpft hellen Umgebung sprechen können, die durch einen Gammawert von 1,25 korrigiert werden kann. Betrachten wir das Bild dagegen in dunkler Umgebung, wie dies beim Projizieren von Dias auf eine Leinwand der Fall ist, so muss der Gammawert **1,5** betragen (dies bezeichnen wir dann als **dunkle Umgebung**). Nur in einer **durchschnittlich hellen Umgebung**, wie wir sie zum Betrachten von Prints herstellen sollten, ist ein Gamma von **1,0** richtig. – In diesem Zusammenhang liegt also der Grund dafür, daß Diafilme eine so steile Gradation und den damit einhergehenden geringen Belichtungsumfang aufweisen.



Abb. 29: Bildqualität 1



Abb. 30: Bildqualität 2

Die Kontrastvorgaben für diese unterschiedlichen Betrachtungsbedingungen hat **Emanuel Goldberg** (als Wissenschaftler und Geschäftsführer u.a. tätig bei *Zeiss Ikon*) bereits in den 30er Jahren des letzten Jahrhunderts aus den physiologischen Erkenntnissen abgeleitet. Sie sind als **Goldberg-Regel** oder **Goldberg-Gamma** bekannt.

Faktor 3 – Bildqualität

Welches der beiden oberen Bilder finden Sie besser? – Ich wette Sie stimmen auch für das Rechte und ich denke das liegt daran, weil das rechte Bild schärfer erscheint als das linke. Dies Urteil ist normal, denn wenn wir einmal von den Eigenschaften des Motivs absehen weisen alle Betrachter dem Schärfeindruck die größte Bedeutung für die wahrgenommene Bildqualität zu.

Kontrast in der Photographie

Was aber ist visuelle Schärfe? Die Helligkeit eines Lichtreizes können wir in cd/m^2 messen, seine Farbigkeit über die Wellenlängenstruktur bestimmen, aber Schärfe ist eine rein wahrgenommene Eigenschaft einer visuellen Szene, die wir nicht direkt bestimmen können. Sie liegt nur im Auge des Betrachters. Allgemein bezeichnen wir einen visuellen Eindruck als scharf, wenn die Objekte klar voneinander abgegrenzt sind. Damit ist visuelle Schärfe im Gegensatz zur geschmeckten oder gerochenen Schärfe der Schärfeeindruck, den wir an den Kanten und Grenzflächen zwischen den Objekten wahrnehmen. Der Schärfeeindruck ist umso größer je mehr dieser Kanten wir auffassen und je deutlicher sie sind, je größer also der Kontrast zwischen ihren beiden Seiten ist.

Damit haben wir ganz schnell einen kurzen Weg gezeichnet, auf dem wir die Bildqualität beeinflussen können: wir brauchen nur den Kontrast zu erhöhen. Genau das tun die großen Filmhersteller und sie sind gut damit gefahren Prints eine Kontraststeigerung von 15 % zukommen zu lassen. Bei Dias hat sich ein Wert von 10 % als ausreichend erwiesen. Mit diesen Werten ist sichergestellt, daß die Farbsättigung, die ebenfalls eine Rolle für die wahrgenommene Bildqualität spielt,

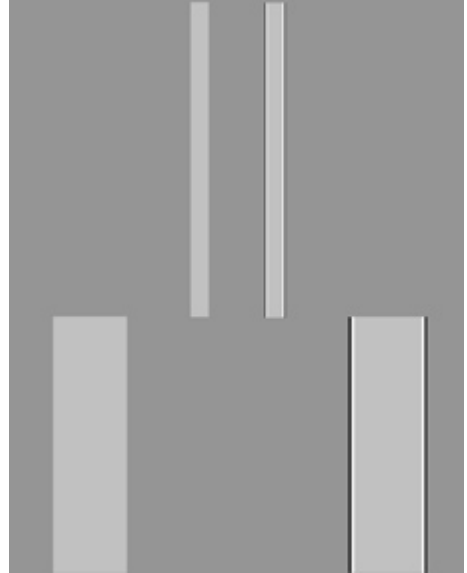


Abb. 31: Kontrasterhöhung und Schärfeeindruck. Auf der rechten Seite, wo der Kontrast des grauen Streifens durch die hinzugefügten weißen und schwarzen Streifen erhöht ist, nehmen wir eine schärfere Kante wahr.

im richtigen Maß angehoben wird. Denn in der Erinnerung erscheinen uns die Farben in der regel leuchtender, als sie es in Wirklichkeit waren.

Die resultierende Charakteristik

Alle genannten Faktoren laufen darauf hinaus, daß der photographische Prozess den Kontrast erst einmal verzerren muss, damit wir ihn wie

gefordert bzw. wie erwartet wahrnehmen. Jedes Kriterium erfordert für sich allein genommen eine mehr oder weniger große Kontrastanhebung. In der Summe ergeben sich für die verschiedenen Ausgabemedien folgende Gam-mawerte:

- **Farbprint: 1,3-1,4**
- **Dia: 1,8-2,0**