

Theorie-Kurs Sensitometrie

In diesem Kurs lernen Sie, mit welchen Parametern Photomaterialien gekennzeichnet werden und wie man sie ermittelt.

Teil 1: Einführung

Teil 2: Eintesten von Filmen

Teil 3: Eintesten von Papieren

Teil 4: Die Gradation bei Filmen und Papieren

Teil 5: Der Kopierumfang von Photopapieren

Der Kopierumfang von Photopapieren gibt Auskunft darüber, wie Dichtedifferenzen eines Negativs im Positiv wiedergegeben werden. Vereinfacht ausgedrückt: ein Negativ mit einer Dichtedifferenz von 1.2 muss auf ein Photopapier vergrößert werden, welches auch eine Dichtedifferenz von 1.2 wiedergeben kann. Ist der Kopierumfang des Papiers kleiner oder größer als die Dichtedifferenz des Negativs, ist keine korrekte Wiedergabe der Negativdichten zu erwarten.

Sicher ist diese Erläuterung wohl bekannt. Sie wird stets aufgeführt, wenn von richtiger Gradationswahl die Rede ist. Es ist üblich von den Gradationsziffern zu sprechen. Diese Ziffern von 00 bis 5, oder die Begriffe extraweich bis ultrahart o.ä. sind geläufig, sagen aber eigentlich recht wenig aus. Wer besser informiert sein will, besorgt sich technische Informationen von den Herstellern, in denen aufgelistet ist, welcher Kopierumfang, welcher Gradationsziffer zugeordnet wird. Das ist durchaus hilfreich und kann Arbeit ersparen.

Sinnvoller wäre jedoch, wie in der ISO Norm 6846 beschrieben, wenn der ISO-Kopierumfang

Der Kopierumfang von Photopapier

Egal ob Gradationswandel-Papier oder solches mit Festgradation: die Angaben wie „Gradation 3“ oder „Normal“ sind wenig konkret und vor allem von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich festgelegt. Erst der Kopierumfang in ISO R liefert verlässliche Werte.

mit in die Papierbezeichnung einbezogen würde - etwa nach folgendem Muster: „ISO R120“ oder „ISO-Kopierumfang 120“. Dies gilt entsprechend für die Angaben zu den Gradationswandel-Filtern - ILFORD beschriftet von 00 bis 5, die Kopierumfänge entnimmt man wiederum dem Datenblatt des entsprechenden Papiertyps.

Der ISO R-Wert

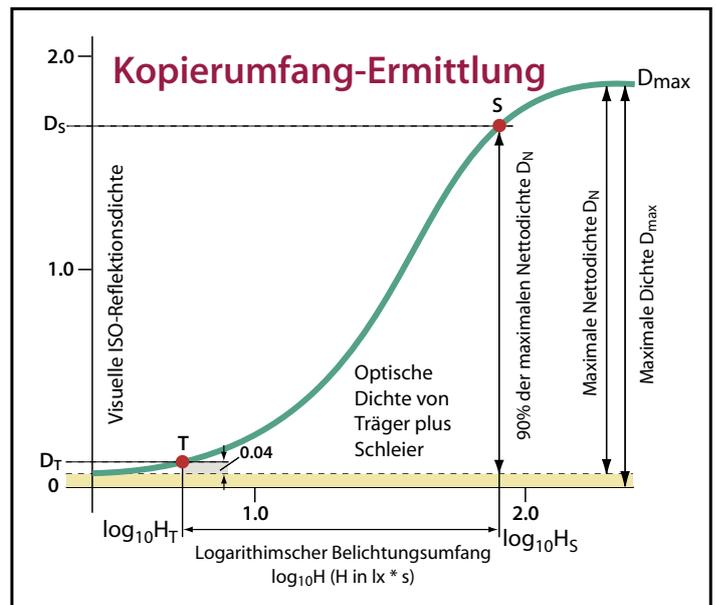
Dividiert man die Zahl 120 aus dem obigen Beispiel durch 100, so ergibt sich 1.20. Der Wert 1.20 ist der Kopierumfang dieses bestimmten Papiers. Es kann eine Negativdichtedifferenz von 1.20 wiedergeben.

Die Tabelle der ISO-Norm reicht von R40 bis R190. Der Buchstabe „R“ steht für Range und bedeutet Bereich.

Ermittlung des Kopierumfangs nach ISO

Ein Stufengraukeil wird im Kon-

takt mit dem zu untersuchenden Papier belichtet und nach Standard entwickelt. Die Belichtungszeiten müssen zwischen 0.1 und 10 Sekunden liegen. Die Verarbeitung erfolgt bei völliger Dunkelheit.



Die Messung der optischen Dichten an den Proben erfolgt mit einem Densitometer.

Der ISO-Kopierumfang ist von der Formel abgeleitet:

$$\text{ISO-Kopierumfang} = 100(\log_{10} H_S - \log_{10} H_T)$$

H_S = die Belichtung, die erforderlich ist, um eine optische Dichte von 0,90 der maximalen Nettodichte D_N zu erzeugen.

H_T = die Belichtung, die erforderlich ist, die optische Dichte von 0.04 über Träger plus Schleier zu erzeugen.

Die Punkte S und T entsprechen im allgemeinen den größten und kleinsten Belichtungen, die ein Papier durch ein durchschnittliches Negativ erhält, wenn eine gute Kopie hergestellt werden soll.

Die Differenz ($\log_{10} H_S - \log_{10} H_T$) wird logarithmischer Belichtungsumfang (LER) genannt.

Soweit die Theorie. In der Praxis herrschen andere Verhältnisse: Bei Vergrößerungen wird z.B. das Negativ durchleuchtet; nur Kontaktabzüge entstehen in direktem Kontakt mit dem Photopapier. Wichtige Einflußgrößen sind dabei das Vergrößererlicht, das mehr oder weniger stark gerichtet ist, oder das unvermeidliche Streulicht. Aber auch die Laborbeleuchtung, die Länge der Belichtungszeit sowie Zustand und Alter von Photoschicht und -chemikalien hinterlassen ihre Spuren. Kurz: Die gleichen Verhältnisse wie in den Meßlabors der Papierhersteller trifft man selten oder nie an.

Hersteller von Meßgeräten empfehlen zur Gradationsermittlung oft, die hellste und die dunkelste gerade noch durchgezeichnete Stelle in einem Negativ zu messen. Aus dieser gemessenen Dichtedifferenz ermittelt das Messgerät die entsprechende Gradationszahl. Dies funktioniert natürlich nur, wenn im Gerät Tabellen gespeichert sind, auf die der Rechner zugreifen kann.

Eine andere Möglichkeit der Gradationsbestimmung ist die Auswahl aus mitgelieferten Tabellen oder Rechenscheiben.

Das sind Arbeitsweisen, die in der Praxis sicher ihre Berechtigung haben. Es geht alles relativ schnell und die Ergebnisse sind ausreichend.

Die Angaben der Papierhersteller, ob Gradationsziffer oder ISO-Kopierumfang, stellen für die Praxis immer nur Anhaltswerte dar.

Nur wer alle subjektiven Faktoren seines Labors mit in seinem Standard erfasst, wird wiederholbar präzise Ergebnisse erreichen.

Den Kopierumfang eines bestimmten Photopapiers ermitteln.

Durch die richtige Wahl des Negativs kann der Arbeitsaufwand zur Ermittlung des Kopierumfangs von Photopapier gering gehalten werden.

Wichtig ist, dass die Flächen unterschiedlicher Dichte im Negativ groß genug sind, damit sie richtig beurteilt oder mit einem Messgerät gemessen werden können.

Die Dichten im Negativ sollten von „fast völlig transparent“ (Schleier und Unterlage) bis zum „fast total schwarz“ (reichlich überbelichtet) reichen. Ausgedrückt in Zahlen bedeutet dies Dichten von etwa 0.20 bis etwa 1.80.

Unsere Targets sind dafür bestens geeignet, von „Schleier plus Unterlage“ bis Dichte 1.80 mit einer Keilkonstanten von Dichte 0.15. (Siehe Infokasten am Ende dieses Artikels).

Diese Graukeile, im Format Kleinbild und Mittelformat, sind auf handelsübliche Schwarzweiss-Negativfilme (nicht auf klare Folie) belichtet und konventionell entwickelt. Das bedeutet, dass bei der Eichung

bereits Korn und Grundfärbung des Filmträgermaterials mit berücksichtigt werden. Außerdem sind die Graustufen um die Bildmitte herum im Kreis angeordnet, so dass ein eventueller Lichtabfall des Vergrößerers die Eichung nicht verfälscht.

Das Negativ wird bei einer gewählten Vergrößerereinstellung (übliche Arbeitsblende, mittleres Format) und einer mittleren Belichtungszeit auf das zu prüfende Photopapier belichtet.

Die Entwicklung erfolgt nach dem eigenen Standard (Verdünnung, Temperatur, Bewegung). Wichtig ist, dass die Papiere immer ganz ausentwickelt werden. Verkürzte Entwicklung führt fast immer zu schlechterer Wiedergabequalität.

Die Belichtungszeit wird an die Entwicklungszeit angepasst, nicht umgekehrt.

Der Entwickler sollte nicht absolut frisch sein. Schon nach 2 bis 3 Blatt 13x18cm hat er seine anfängliche Aggressivität abgelegt und verhält sich bereits weitgehend „normal“.

Sind die Testbelichtungen gewässert und getrocknet, beginnt die Auswertung.

Am Papier wird untersucht welche Stelle eine Dichte von 0.04 über Papierweiß und welche Stelle 0.9 x Maximaldichte ($0.9 \times 2.10 = 1.89$) aufweist.

Wer ein Reflexions-Densitometer besitzt, wird innerhalb kürzester Zeit diese Stellen finden.

Wer visuell entscheiden muss, sucht eine Stelle, deren Grauton gerade eben über dem Papierweiß liegt. Der Grauwert 0.9 x Maximaldichte ist ein Schwarz, das gerade noch einen Hauch Zeichnung aufweist.

Das Auffinden dieser Stellen ist

für ungeübte oft schwierig, vor allem dann, wenn die Beleuchtung im Labor nicht ausreicht; oft sind nach einem langen Labortag die Augen zu stark ermüdet. Man sollte deshalb die Beurteilung bei Tageslicht oder unter einer Normlichtquelle, einer Leuchtstoffröhre mit einer Farbtemperatur von 5000 K, vornehmen.

Sind am Papier die gesuchten Stellen (wie beschrieben 0.04 und 1.89) eindeutig festgelegt, werden am Negativ auch diese Stellen gemessen (z.B. 0.35 helle Stelle, 1.28 dunkle Stelle). Die beiden Negativdichtewerte werden voneinander subtrahiert, und die errechnete Differenz (z.B. $1.28 - 0.35 = 0.93$) ist der Kopierumfang des geprüften Papiers.

Wird unser Graustufenkeil verwendet, liest man die entsprechenden Dichtewerte einfach ab; Zwischenwerte können gut geschätzt werden.

In unserem Beispiel kam ein Papier zur Verwendung, das vom Hersteller mit R90 oder R100 bezeichnet wurde. Aber dies ist nur ein Anhaltswert, denn der Kopierumfang wird von vielen Faktoren beeinflusst.

Dazu gehören die Lichtcharakteristik des Vergrößerers (hartes Kondensorlicht oder weiches Licht aus einer Mischkammer), hart oder weich arbeitende Entwickler verschiedener Verdünnung, Streulicht oder zu helles Laborlicht falscher Wellenlänge, überlagerte Photopapiere, erschöpfte Chemie, zu lange Belichtungszeiten.

Zur Bestimmung der Negativdichte eignen sich am besten Meßgeräte, die am Grundbrett des Vergrößerers, also im projizierten Bild, messen - so wer-

den die meisten Einflußgrößen mit erfaßt. Entsprechende Geräte sind von FEM-Kunze oder Kaiser erhältlich. Messungen mit einem Durchlicht-Densitometer erfordern dagegen immer eine Umrechnung an die Charakteristik des Vergrößerers.

Die hohe Qualität einer Vergrößerung, bei der die Negativdichte optimal an den Kopierumfang des Papiers angepaßt wurde, ist augenfällig.

Ist der Kopierumfang des Papiers für das jeweilige Negativ zu groß, wirkt der Print fade und verwaschen grau.

Ist der Kopierumfang zu gering, saufen die dunkleren Partien des Prints ab, die Schatten laufen zu.

Aus diesem Grund lohnt es sich, die beschriebenen Eicharbeiten zur Ermittlung des Kopierumfangs für jede Papiersorte (Gradationsziffer) sorgfältig durchzuführen.

Das Thema ist schwarzweiss, dann sollten unsere Prints auch schwarz und weiß sein.

Fußnote für Handarbeiter

Hitzige Diskussionen entstehen immer dann, wenn man die Frage aufwirft, ob der Laborant ein Meßgerät einsetzen soll, oder ob man genausogut zum Ziel kommt, wenn „nach Sicht“ gearbeitet wird.

Es gibt sicher Spezialisten, die kein Messgerät benutzen und sehr gute Ergebnisse erzielen. Sei es aus Überzeugung, oder wie bei gestressten Laborprofis, aus Zeitmangel.

Die Fähigkeit ein Negativ visuell exakt zu beurteilen und die richtigen Entscheidungen für die Weiterverarbeitung zu treffen, wird erst nach einer langen Übungszeit erreicht - der Gele-

genheitsprinter wird dieses Ziel nie erreichen.

Für die meisten heißt „nach Sicht“ arbeiten, sich über Probestreifen an den idealen Print heranzutasten.

Zuerst wird die korrekte Belichtungszeit bestimmt, danach folgt das Anpassen der Negativdichtedifferenz an den erforderlichen Kopierumfang des Photopapiers.

Es ist sehr hilfreich, wenn die Negative möglichst gleichmäßig belichtet und entwickelt sind. Ist das nicht der Fall, sollten etwa 3 Gruppen von Negativen zusammengestellt werden, um so mit den aufwendig ermittelten Grundwerten (Belichtungszeit für eine bestimmte Vergrößerereinstellung, Kopierumfang des Papiers) gleich mehrere ähnliche Negative im gleichen Maßstab zu vergrößern. Also z.B. eine Gruppe Negative mit den „großen Kontrasten“, eine Gruppe mit „geringeren Kontrasten“ und eine weitere Gruppe mit „mittleren Kontrasten“.

Für normale Verarbeitung gilt:

Negative mit großem Kontrast werden auf Papiere mit großem Kopierumfang, das heißt auf Papiergradation 0 oder 1 vergrößert.

Negative mit geringem Kontrast werden auf Papiere mit kleinem Kopierumfang, das heißt Papiergradation 4 oder 5 vergrößert. Mittlere Kontraste passen auf Papiergradation 2 bis 3.

Was ist das für eine Logik?

Großer Kontrast erfordert großen Kopierumfang beim Photopapier. Warum ist dann die Gradationsziffer klein, z.B. 0 oder 1?

Kleiner Kontrast erfordert kleinen Kopierumfang, warum ist dann die Gradationsziffer groß, z.B. 4 oder 5 ?

Die neue Methode der Papierkennzeichnung beschreibt unmissverständlich den Zusammenhang zwischen Negativkontrast und Kopierumfang des Papiers.

Grosse Negativkontraste erfordern großen Kopierumfang, also R120 bis R150.

Geringe Negativkontraste verlangen geringen Kopierumfang, also R40 bis R60.

Mittlere Negativkontraste passen auf Papier mit Kopierumfang R80 bis R110

Diese Auflistung ist allerdings sehr subjektiv, denn wer weiß schon, wie die Begriffe großer, mittlerer und geringer Kontrast im Negativ von den Laboranten interpretiert werden.

Solange Negative „nach Sicht“ bewertet werden, ist die optimale Auswahl des Papiers mit dem richtigen Kopierumfang, mit sehr viel Arbeit verbunden.

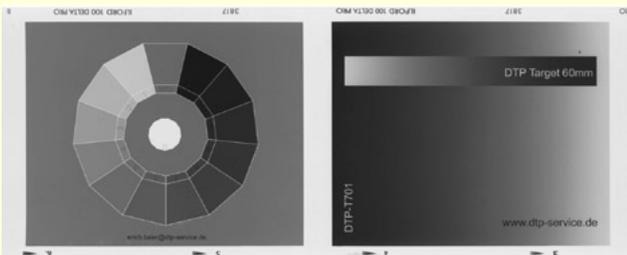
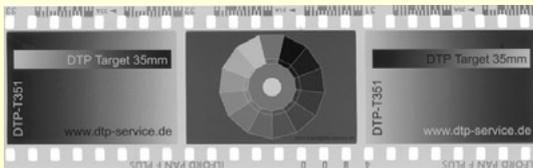
Erich Baier

Anmerkung der Redaktion:

Erich Baier hat sich in seinem Text überwiegend auf Papiere mit fester Gradation bezogen. Seine Aussagen gelten selbstverständlich auch für Papiere mit variabler Gradation. Der Kontrastumfang wird dabei

durch Filter (Folienfilter, Mischkopf mit Gradationswandel- oder Colorfiltern) festgelegt. Der Hersteller des Papiers gibt im Datenblatt an, mit welchem Filter welcher R-Wert erreicht wird. Diese Angaben können nur Annäherungen sein. Genauere Werte lassen sich nach der vorstehenden Anleitung auch hier ermittelt. Das gilt sowohl für Folienfilter als auch für Filterköpfe. Speziell bei Einsatz von Farbmischköpfen sind die in den Datenblättern abgedruckten Filtertabellen recht ungenau. Mit der beschriebenen Methode sind Sie in der Lage, eine genauere Zuordnung der Filterdichten (Y, M) Ihres Gerätes zu den R-Werten einer Papiersorte zu finden.

Präzise Graustufen-Keile von Erich Baier



Der Autor dieser Serie, Erich Baier, stellt auf digitalem Wege sehr präzise Durchsichts-Graustufenkeile her.

Die 13 Stufen des Keils sind mit 0.15 logD abgestuft. Der Bereich reicht von 0 - 1.80 logD.

Die Dichtesegmente sind in der Bildmitte angeordnet, um Fehler durch einen möglichen Lichtabfall des Vergrößerers auszuschließen.

Die Ziffern 0-12 der Graustufen helfen beim Ermitteln der optimalen Belichtungszeit und Papiergradation.

Die Graustufenkeile sind auf KB-Film und auf Rollfilm 120 erhältlich.

Sie erhalten sie im PHOTOTEC Online-Shop (www.phototec.de) unter Messen&Schalten >Meßzubehör.