

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 Begriff Gradation ist englisch und heißt „Stufengang, Abstufung“. In der Fotografie beschreibt Gradation, wie unterschiedliche Helligkeitswerte (Tonwerte), eines Objekts in Schwärzung bzw. Grauwerte umgesetzt werden.

Mit dem Gamma-Wert läßt sich diese Gradation auch in Zahlen fassen: Das Gamma ist der Richtungsfaktor des geradlinigen Teils der Schwärzungskurve und läßt Rückschlüsse auf die gesamte Verarbeitungskette zu.

Je nach Verlauf und Form der Schwärzungskurve spricht man von steiler, harter Gradation (großer Gammawert), oder flacher, weicher Gradation (kleiner Gammawert). Entspricht der Verlauf der Schwärzungskurve einer Geraden von 45 Grad, werden die Tonwerte theoretisch identisch wiedergegeben.

Der Gamma-Wert läßt sich durch folgende Formel rechnerisch ermitteln:

Gamma (Negativ) =
 $\frac{\text{Dichtedifferenz im Negativ}}{\text{Dichtedifferenz in der Vorlage}}$

Gamma (Positiv) =
 $\frac{\text{Dichtedifferenz am Positiv}}{\text{Dichtedifferenz im Negativ}}$

Gamma oder Beta? Das ist hier die Frage

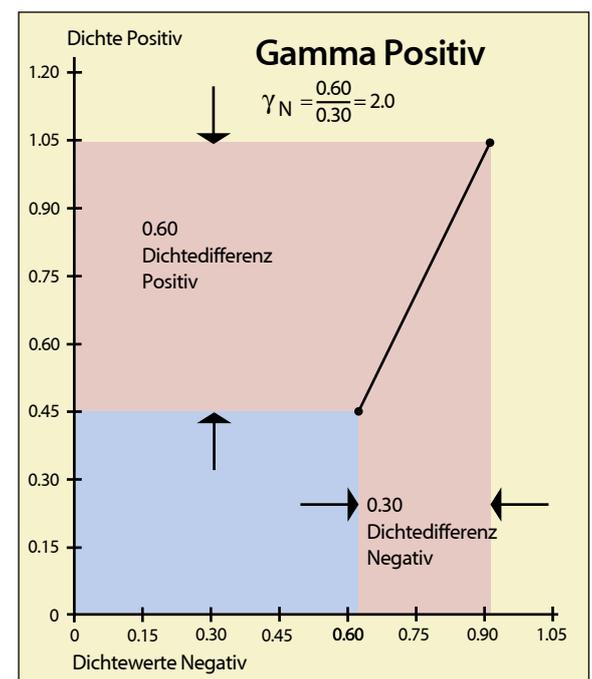
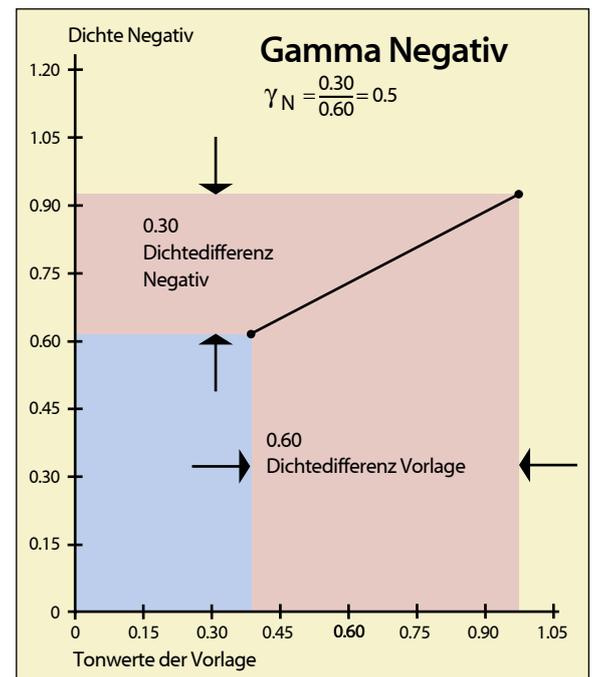
Der Gamma-Wert eines Materials zeigt an, wie es die Helligkeitswerte eines Objekts in Schwärzung umsetzt. Er ist aber nicht in der Lage, die Schwärzungskurve von Filmen oder Papieren genau zu beschreiben. Hier kommt der Beta-Wert ins Spiel.

Zur Ermittlung des Negativ-Gamma werden zum Beispiel an einem abzufotografierenden Positiv-Graukeil zwei Punkte gemessen, die im geradlinigen Teil der Dichtekurve liegen. Allerdings nimmt man nicht die absolut hellsten oder dunkelsten Punkte sondern besser: eine Blende über mittlerem Grau und eine Blende unter mittlerem Grau.

Dieselben Punkte werden am Negativ gemessen. In unserem Beispiel (siehe Grafiken) kommt man zu folgenden Werten:

•**Vorlage:** helle Stelle ist Dichte 0.45, dunkle Stelle ist Dichte 1.05. Die Differenz aus beiden Messwerten ist 1.05 minus 0.45 = 0.60.

•**Negativ:** helle Stelle ist Dichte 0.63, dunkle Stelle ist Dichte 0.93. Die Differenz aus beiden Messwerten ist 0.93 minus 0.63 = 0.30.



Daraus ergibt sich als Formel:

$$\text{Gamma (Negativ)} = 0.30/0.60 = 0.50$$

Zur Positiv-Gamma-Ermittlung werden an der fertigen Vergrößerung mit einem Reflexionsdichtemessgerät zwei Punkte wie oben beschrieben gemessen.

Im Idealfall wären die Dichten auf der Vergrößerung identisch mit den Dichten der Vorlage. Also wäre die Dichtedifferenz am Positiv auch 0.60.

Dann ist:

$$\text{Gamma (Positiv)} = 0.60/0.30 = 2.00$$

Im Idealfall erwarten wir, dass ein fotografiertes Objekt später auf der fertigen Vergrößerung die Helligkeitsverhältnisse bei der Aufnahme 1:1 wiedergibt.

Das heißt in der Zahlensprache, die Tonwerte würden von der Aufnahme bis zum fertigen Print im Verhältnis 1 : 1 wiedergegeben.

Mathematisch sieht das so aus:

$$\text{Gamma (Gesamt)} =$$

$$\text{Gamma Negativ } 0.50 \times$$

$$\text{Gamma Positiv } 2.00 = 1.00$$

In der Praxis ist das Gesamtgamma von 1.00 nicht realistisch: Sehgewohnheiten, Streulicht, und andere Unwägbarkeiten lassen dies nicht zu. Klar aber ist: Wenn das Gesamt-Gamma immer 1.00 sein soll, erfordert ein kleines Negativ-Gamma immer ein größeres Positiv-Gamma und umgekehrt.

Deshalb werden Negativfilme meist zu einem Gamma kleiner 1.0, Papiere zu Werten größer 1.0 entwickelt. Damit wird die Kopierbedingung wieder erfüllt. Ein wesentlicher Nachteil des

Gamma-Wertes ist, daß die Dichtekurven von Fotoschichten nicht immer einen ausgeprägt geradlinigen Kurventeil aufweisen, wie er zur Ermittlung des Gamma-Wertes nötig ist. Ist der geradlinige Teil zu kurz oder nicht eindeutig in seiner Richtung, können unterschiedlich steile Teilbereiche zur Festlegung dieses Wertes herangezogen werden. Die Folge davon ist, daß für unterschiedliche Kurvenbereiche auch verschiedene Gamma-Werte (Steilheiten) berechnet werden können.

Außerdem ist es in der Kopierpraxis üblich, den gesamten Schwärzungsbereich, also auch Schwelle und Schulter der Kurve zur Bildwiedergabe zu nutzen. Gerade diese noch fein differenzierten Grenzbereiche

geringer Dichte an der Schwelle, oder noch durchgezeichneter Partien in der Kurvenschulter, machen Vergrößerungen oft besonders aussagekräftig. Aus diesen Argumenten ist ersichtlich, daß der Gamma-Wert zur unmißverständlichen Beschreibung des Charakters einer Fotoschicht nicht taugt, weil zu viele Möglichkeiten einer individuellen Interpretation gegeben sind.

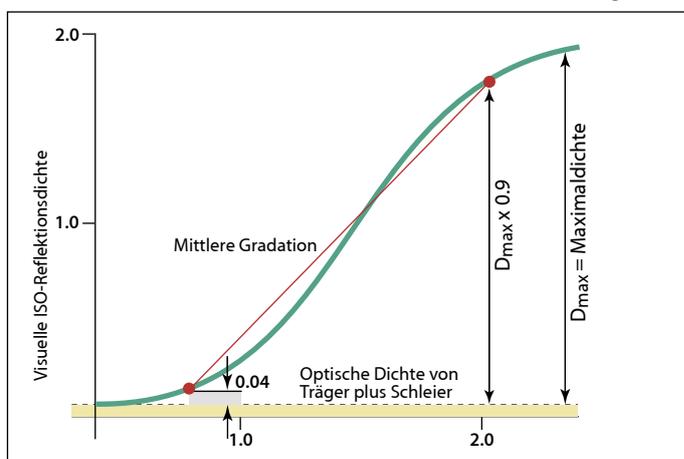
Der Beta-Wert oder auch mittlere Gradation, mittlere Steilheit oder Gradient genannt, läßt dagegen keine Fehldeutungen zu. Er ignoriert den Verlauf der Schwärzungskurve (sie kann gewölbt sein oder durchhängen); entscheidend sind nur die Eckpunkte. Die Beschreibung

der Dichtekurve ist hier ebensovienig komplett, stellt aber einen akzeptablen Kompromiß dar. Der Knackpunkt dabei ist, daß es in diesem Fall um die unmißverständliche Definition der Richtung der Kurve geht.

Wie wird der Beta-Wert ermittelt?

Zur Ermittlung des Beta-Wertes muß folgende exakte Methode angewendet werden - zum Beispiel beim Fotopapier:

- Der erste Punkt liegt an der Kurve bei 0.04 Dichteeinheiten über Schleier und Unterlage.



- Den zweiten Punkt findet man an der Kurve bei Maximaldichte mal 0.9 ($D_{\max} \times 0.9$).

- Zwischen diesen beiden Punkten wird eine Gerade gezogen und der Neigungswinkel dieser Geraden in üblicher Weise über die Winkelfunktion ermittelt. Damit ist der Beta-Wert bestimmt.

Die Frage, welcher von beiden Werten nun der praxisnähere ist, sollte man nicht überbewerten, zumal in der Praxis zwischen beiden oft gar nicht unterschieden wird. Film- und Papierhersteller verwenden mitunter auch eigene Firmenstandards zur Beschreibung Ihrer Produkte. So verwendet etwa Kodak den Kontrast-Index, der dem Beta-Wert sehr ähnlich ist.

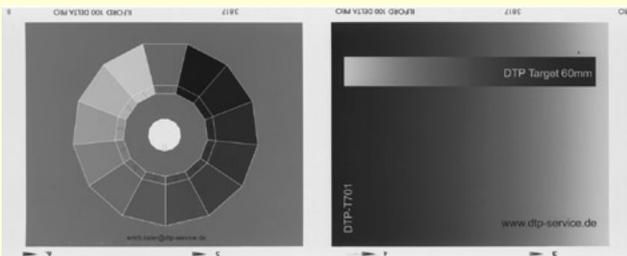
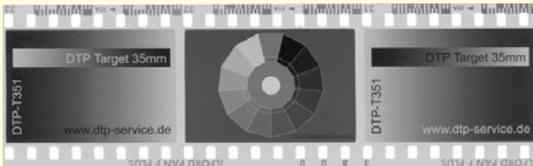
Praktikern sei wegen der einfacheren Durchführung die Gamma-Wert-Methode, wie oben beschrieben, empfohlen. Neugierigen Theoretikern legen wir den arbeitsreichen Vergleich der beiden Möglichkeiten ans Herz.

Nach diesen Ausführungen wird allerdings deutlich, daß zum Beispiel „Gradation 3“, als Beschreibung für die Eigenschaften, den Charakter eines Fotopapiers „mittlerer Gradation,“ nur eine sehr vage Definition ist.

Um ein Fotopapier zu beschreiben (und dessen Vermögen, Tonwerte wiederzugeben), ist der Kopierumfang die entscheidende Größe. Mehr darüber in der nächsten Folge.

Erich Baier

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.