

VORSTUFE



VORSTUFE

1 Farbe sehen und messen

Die Rezeptoren des menschlichen Auges wandeln die einfallende Lichtenergie des Spektrums in elektrische Impulse um, die über die Nervenbahnen an das Gehirn weitergeleitet werden. Man unterscheidet zwischen verschiedenen Rezeptorenarten. Während die Stäbchen „farbenblind“ sind und nur hell oder dunkel unterscheiden können, gibt es bei den Zapfen drei verschiedene Arten (blau-, grün- und rotempfindliche), die das ganze Spektrum abdecken. Im Gehirn werden die Impulse der Zapfen und der Stäbchen zusammengeführt und interpretiert. Der Farbeindruck entsteht also erst im Gehirn durch Interpretation der Nervenimpulse.

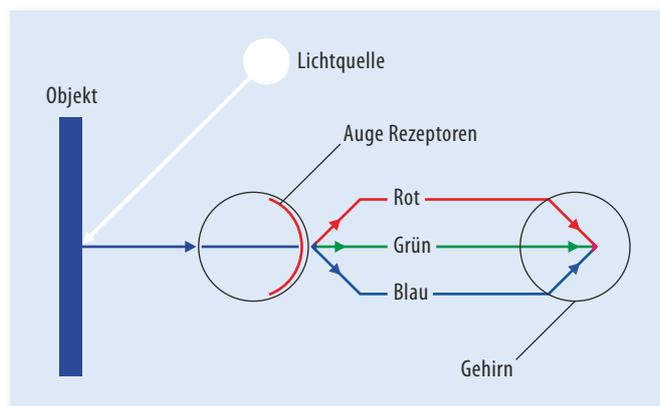
Die Farbe des Lichts wird durch die spektrale Zusammensetzung definiert. Bei natürlichem Sonnenlicht beeinflussen das Wetter sowie Jahres- und Tageszeit die Lichtstärke und die Färbung. Das Spektrum von Tageslicht und Glühlampen weist ein homogenes Spektrum auf, während Leuchtstoffröhren ein sehr inhomogenes Spektrum mit diversen Peaks besitzen. (Als Peak bezeichnet man in der Messtechnik einen plötzlichen Anstieg oder ein Maximum in einem Diagramm.)

Entsprechend der Lichtverhältnisse verändert sich demnach die spektrale Reflexion und damit die Farbempfindung.

Walter de Gruyter & Co. (Hrsg.), ISBN 3-11-008209-8: Manfred Richter Einführung in die Farbmessung (Kapitel 4 Wirkungsweise des Auges)

1.1 Das sichtbare Spektrum

Licht setzt sich aus der elektromagnetischen Strahlung der Wellenlängen im Bereich von 380 nm bis 780 nm (Nanometer) zusammen. Dieser wird als das sichtbare Spektrum (siehe Kapitel Kreation 3 Licht und Farbe) bezeichnet, welches



1-1: Prinzip des menschlichen Sehens

uns in seiner Gesamtheit als weißes Licht erscheint. Lässt man weißes Licht auf ein Prisma fallen, so kann man durch die Lichtbrechung das Spektrum sehen. Es reicht vom kurzwelligen Violett über Blau, Grün, Gelb, bis hin zum langwelligen Rot. An den langwelligen Rotbereich des Spektrums schließen sich die Infrarot- und an den kurzwelligen Blaubereich die Ultraviolettwellen an.

1.2 Einflüsse auf das Farbsehen

Das sichtbare Licht setzt sich aus verschiedenen Wellenlängen zusammen. Die Farbe von Gegenständen (Körperfarben) sehen wir, weil deren Oberflächen einen Teil des einfallenden Lichts zurückstrahlen (remittieren) und den anderen verschlucken (absorbieren). Gegenstände können natürlich nur die Wellenlängen des Spektrums remittieren, die im auftreffenden Licht (Umgebungslicht oder Lichtquelle) enthalten sind.

Die spektrale Zusammensetzung des natürlichen Lichts ist stark von der Tages- und Jahreszeit abhängig. Das Sonnenlicht erscheint uns morgens und abends rötlicher als mittags. Die kurzwelligen blauen Strahlen werden zu diesen Tageszeiten aufgrund des verlängerten Weges durch die Atmosphäre zur Erde stärker absorbiert und somit überwiegt der Rotanteil.

Bei der spektralen Zusammensetzung des künstlichen Lichts gibt es ebenso Unterschiede. Eine Glühlampe strahlt üblicherweise

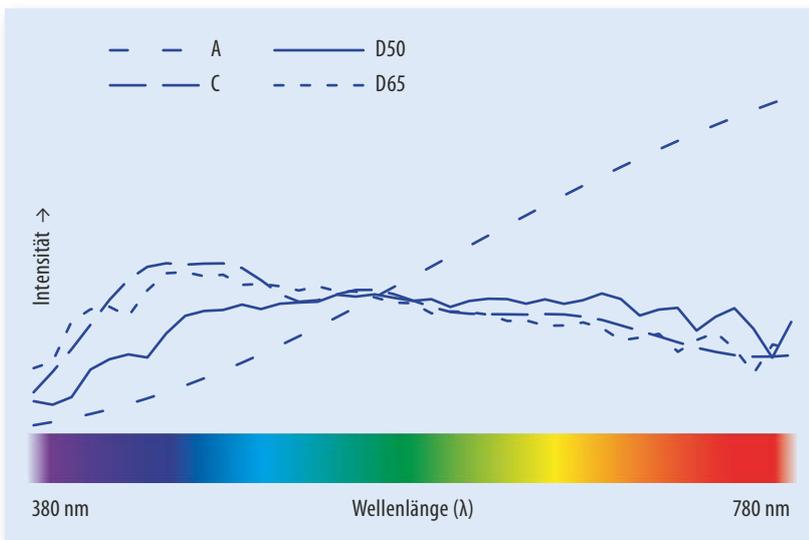
ein rötlicheres Licht aus als etwa eine Leuchtstoffröhre, die dagegen bläulicher wirkt. Betrachtet man eine Farbe unter diesen verschiedenen Lichtquellen, so kann man Unterschiede in der Wahrnehmung feststellen. Zur Beurteilung und zum Messen von Farbe wird eine genormte Lichtquelle benötigt, die das ganze sichtbare Spektrum möglichst gleichmäßig abdeckt.

1.2.1 Normlichtart D50 (Tageslicht)

Die spektrale Lichtverteilung von D50 entspricht dem Tageslicht bei bewölktem Himmel in Mitteleuropa mit einer Farbtemperatur von 5000 Kelvin. Das „D“ steht hier für „Daylight“ also Tageslicht. Wie alle mit „D“ beginnenden Normlichtarten beinhaltet auch D50 UV-Anteile die zwar nicht sichtbar sind, jedoch beim Messen selbstfluoreszierender Stoffe, wie sie zum Beispiel in einigen Papiersorten zum Einsatz kommen, benötigt werden.

Zur vergleichenden Betrachtung von Proof und Druck ist laut DIN/ISO 12647-1 die Normlichtart D50 vorgeschrieben. Dies ist besonders wichtig, da Proofdrucke die im Inkjet-Verfahren hergestellt wurden, sich zu Druckfarben oft metamer verhalten. Das heißt, unter bestimmten Lichtbedingungen sehen Proof und Druck gleich aus, während unter geänderten Lichtbedingungen Farbunterschiede sichtbar werden.

Neben der Lichtquelle hat auch die Umgebung Einfluss auf den Farbeindruck. Ein mittleres neutrales



1.2.1-1: Spektrum verschiedener Normlichtquellen;
 A = Glühlampenlicht (2 856 K), C = mittleres Tageslicht (6 774 K), D50 (5 000 K) und D65 (6 504 K)

Grau eignet sich am besten als Hintergrund beim Abmattern, während gesättigte bunte Farben in der Umgebung den Farbeindruck negativ beeinflussen.

1.2.2 Normlichtart D65 (Mittagslicht)

Diese Lichtart entspricht dem Mittagslicht und ist mit einer Farbtemperatur von 6500 Kelvin etwas bläulicher als D50.

Abbildung 1.2.1-1 zeigt die unterschiedlichen Intensitäten der Spektralanteile normierter Lichtquellen.

1.2.3 Absolutweiß

Absolutweiß, Messung von Bariumsulfat oder Magnesiumoxid, ist gewissermaßen ein Kalibrierungsstandard bei der Farbmessung mittels Spektralfotometer. Bei der Farbmessung setzt die Ermittlung der Normfarbwerte aus gemessenen Reflexionen oder Emissionen genormte Bedingungen voraus. Die meisten davon sind vom Gerätehersteller festgelegt oder so umgesetzt, dass sich der Benutzer darum nicht zu kümmern braucht. Drei Bedingungen sind jedoch bei der Messung von Körperfarben zumeist variabel und müssen vom Anwender eingestellt werden: der Weißbezug, die Lichtart und der Beobachter

(siehe 1.3.2 Normalbeobachter 2° sowie 1.3.3 Normalbeobachter 10°).

Im Normalfall werden farbmimetrische Werte auf „Absolutweiß“ bezogen. Die Kalibrierung erfolgt auf dem Weißstandard des Messgeräts, der seinerseits auf ein (theoretisches) Absolutweiß kalibriert ist. Im Gegensatz zur Densitometrie wird die Messung nur in Sonderfällen auf das Papier bezogen.

1.3 Normspektralwertfunktion

Die ins Auge gelangte Lichtmenge wird von den drei Rezeptoren (Zäpfchen) nach deren jeweiliger Empfindlichkeit in elektrische Impulse umgesetzt und vom Gehirn interpretiert. Diese Sehfunktion (Augenempfindlichkeit) ist individuell und kann sich von Mensch zu Mensch unterscheiden, wie Tests mit normalsichtigen Beobachtern zeigten. Um einen Standard zu schaffen, definierte die CIE (Commission Internationale de l’Eclairage) schon 1931 einen Beobachter, dessen Rezeptoren im Auge bestimmte Empfindlichkeiten aufwiesen, die denen eines durchschnittlichen Menschen entsprachen. Diese sogenannten Normspektralwerte gelten für eine bestimmte Wellenlänge des Lichts. Trägt man die Normspektralwerte über die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes auf, gelangt man zu

den Normspektralwertfunktionen (Empfindlichkeitsfunktionen) des CIE-Normalbeobachters. Da auch das Sichtfeld Einfluss auf den Farbeindruck hat, wurde ein 2°- und später auch ein 10°-Normalbeobachter definiert, deren Normspektralwertfunktionen sich leicht unterscheiden.

Der Seh- oder Betrachtungswinkel steht für die Relation zwischen der Größe und dem Abstand der betrachteten Farbfläche. Eine Fläche, die unter einem Betrachtungswinkel von 2° betrachtet wird, hat zum Beispiel bei einem Betrachtungsabstand von 30 cm einen Durchmesser von einem cm.

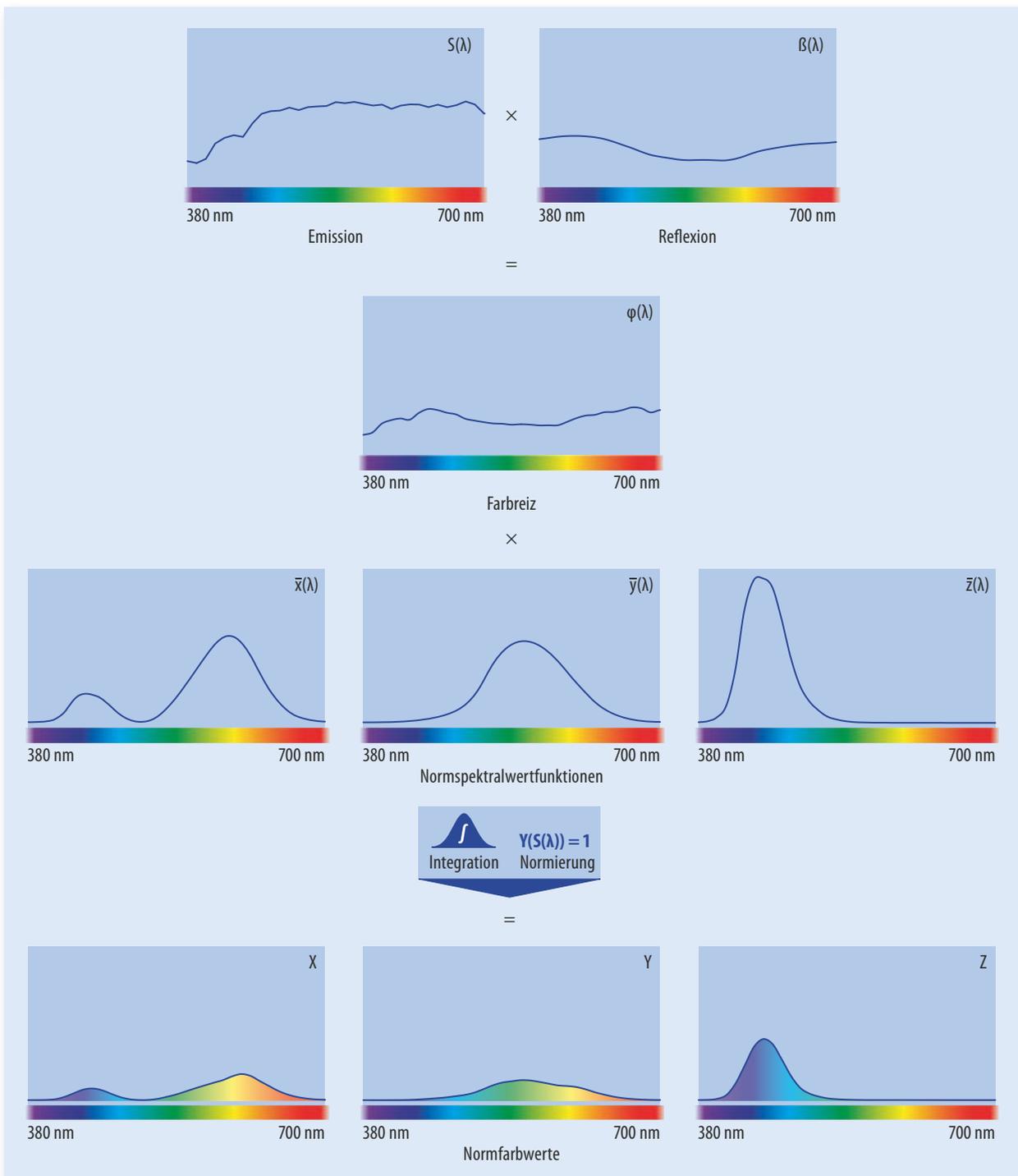
Die Normspektralwertfunktion wird als \bar{x} , \bar{y} und \bar{z} angegeben. Dabei stehen \bar{x} , \bar{y} und \bar{z} für die jeweilige Rezeptorempfindlichkeit des Normalbeobachters und λ für die Wellenlänge in Nanometer.

Walter de Gruyter & Co. (Hrsg.), ISBN 3-11-008209-8: Manfred Richter Einführung in die Farbmimetrik (Kapitel 7 Spektralwerte ff.)

1.3.1 CIE (Commission Internationale de l’Eclairage)

Die Commission Internationale de l’Eclairage (Internationale Beleuchtungskommission) ist eine gemeinnützige, technisch-wissenschaftliche, unabhängige Organisation, die sich der Kooperation sowie dem Informationsaustausch zwischen den Mitgliedsländern in den Belangen der Beleuchtung widmet. Entstanden ist die CIE vor ca. 90 Jahren aus dem Interesse von Einzelpersonen, die sich mit dem Thema Beleuchtung beschäftigten. Seit der Gründung ist die CIE zu einer professionellen Organisation herangewachsen und als feste Autorität auf dem Gebiet der Beleuchtung anerkannt.

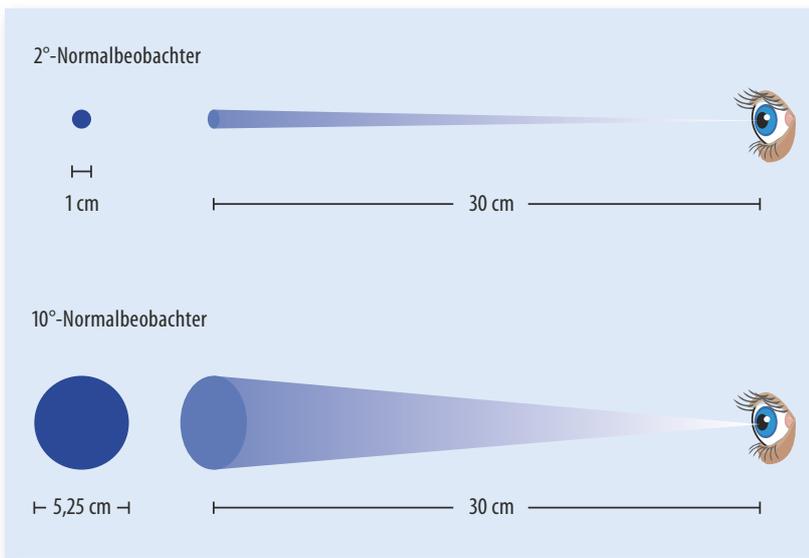
Als anerkannte Normeninstitution (z. B. von der ISO) entwickelt und veröffentlicht die CIE-Industrienormen sowie technische Dokumentationen, die wissenschaftliche und industrielle Aspekte der Anstrahlung, Optik und Beleuchtung beinhalten.



1.3-1: Errechnung der Normfarbwerte aus der Emissionsverteilung des Lichts (D50), dem Reflexionsspektrum einer Körperfarbe (Magenta) und den Normspektralwertfunktionen des 2°-Normalbeobachters.

Seit Mitte des Jahres 2005 bietet die CIE ihre technischen Normen zum Kauf im Webshop an, der über die Website www.cie.co.at erreichbar ist.

Standards, die durch die CIE erarbeitet und festgelegt wurden, sind z.B. der Normalbeobachter 2° und 10° oder die CIExy-Normfarbtafel, die in Fachkreisen auch als Schuhsohle bezeichnet wird.



1.3.2-1: Der Normalbeobachter 2° und 10°

1.3.2 Normalbeobachter 2°

Jeder Mensch verfügt über drei „Spektralwertfunktionen“ zur Bewertung von Rot, Grün und Blau. Bei farbnormalsichtigen Personen sind diese ähnlich. Allerdings werden Farben in Grenzbereichen unterschiedlich empfunden. Was in Frequenzbereichen für den einen noch bläuliches Grün ist, empfindet ein anderer bereits als grünliches Blau.

Die Fähigkeit des Menschen, Farben sehen und beurteilen zu können, ist also individuell verschieden. Aufgrund dieser Tatsache wurde nach umfangreichen Tests von der

CIE im Jahre 1931 ein idealer Beobachter definiert – der Normalbeobachter 2°. Für diesen Normalbeobachter 2° sind Spektralkurven festgelegt, die das Farbsehen eines durchschnittlich farbtüchtigen Betrachters repräsentieren.

Bei den Spektralwertkurven, entsprechend als Normspektralwertkurven bezeichnet, handelt es sich um Funktionen, die das Rot-, Grün- und Blauempfinden des Normalbeobachters wiedergeben. Dabei ist die Form der Kurve vom Betrachtungswinkel abhängig. Der Seh- und Betrachtungswinkel beschreibt die Relation zwischen der Größe einer Farbfläche und dem

Betrachtungsabstand. Bei dem 1931 festgelegten Betrachtungswinkel von 2° beträgt der Durchmesser einer aus einem Abstand von 30 cm betrachteten Fläche nahezu exakt einen Zentimeter.

Man hat sich für das Sichtfeld von 2° mittig zur Hauptblickrichtung entschieden, da die Farbwahrnehmung des Menschen aufgrund der Anzahl der Zapfen innerhalb dieses kleinen Bereichs am stärksten ist.

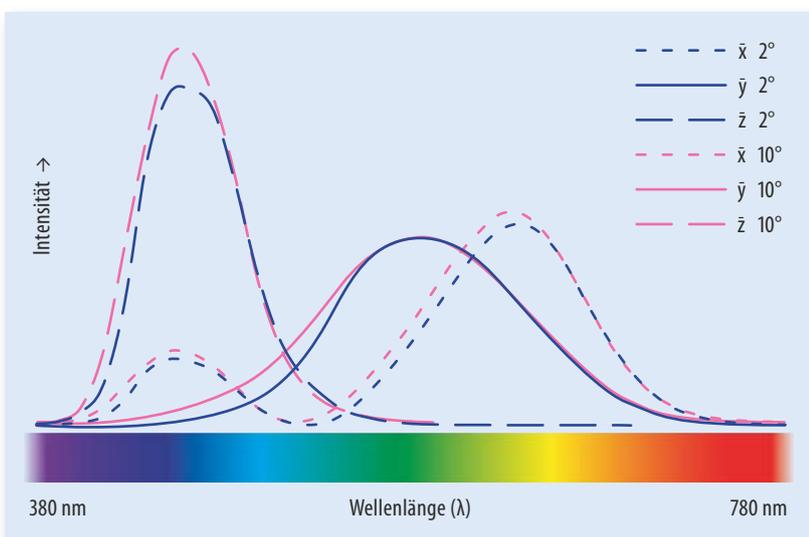
☐ Bundesverband Druck und Medien e.V. (Hrsg.): Messen in Vorstufe und Druck – Farben, Dichten, Tonwerte. Teil 1 – Messaufgaben, Messgeräte und Messverfahren (Exkurs 2-6: Vom farbmesstechnischen Normalbeobachter zur Normfarbtafel)

1.3.3 Normalbeobachter 10°

Das eingeschränkte Sichtfeld von 2° ist für die gewöhnliche Wahrnehmung des Menschen relativ klein ausgelegt. Im Jahr 1964 entwickelte man daher ein CIE-Normvalenzsystem (CIE 1964), das von einem Sichtfeld von 10° ausgeht und somit das typischere Sichtfeld des Menschen widerspiegelt – der Normalbeobachter 10°.

Bei dem 1964 festgelegten Betrachtungswinkel von 10° mittig zur Hauptblickrichtung beträgt der Durchmesser einer aus einem Abstand von 30 cm betrachteten Fläche 5,25 cm.

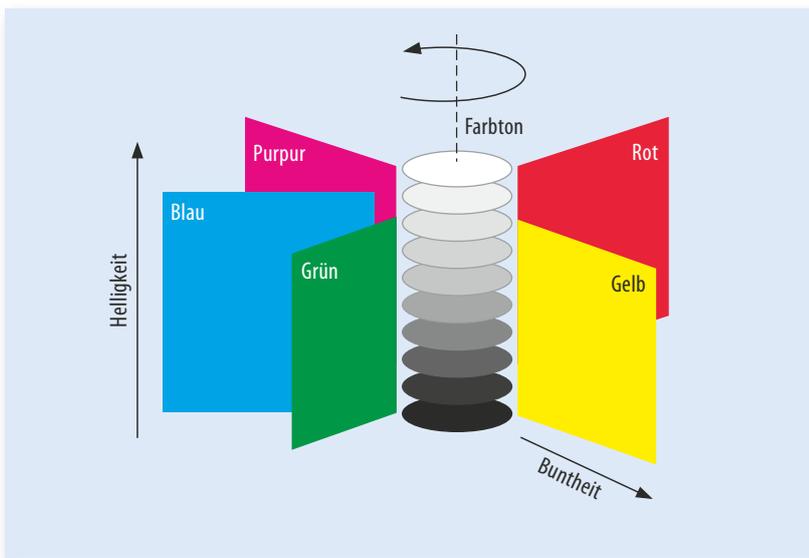
☐ Bundesverband Druck und Medien e.V. (Hrsg.): Messen in Vorstufe und Druck – Farben, Dichten, Tonwerte. Teil 1 – Messaufgaben, Messgeräte und Messverfahren (Exkurs 2-6: Vom farbmesstechnischen Normalbeobachter zur Normfarbtafel)



1.3.2-2: Die Normspektralwertkurven des 2° und 10° Normalbeobachters

1.4 Farbordnungssysteme

Farbordnungssysteme (auch Farbkennzeichnungssysteme genannt) sind Sammlungen von Farbmustern, die empfindungsgemäß gleichabständig (zum Beispiel nach Farbton, Sättigung und Helligkeit) klassifiziert sind. Farbordnungssysteme dienen der Veranschaulichung aller technisch realisierbaren Farbtöne und können daher bei der Auswahl einer bestimmten Farbe, als Vorlage



1.4-1: Räumliche Anordnung von Farbton, Buntheit und Helligkeit im Munsell-System

für den Druck, helfen. Bekannte Farbordnungssysteme sind die Farbkarte nach DIN 6164 oder das Munsell-System.

PANTONE oder HKS sind per Definition keine Farbordnungssysteme, weil sie nicht nach empfindungsmäßigen Größen angelegt wurden. Auch der CIELAB-Farbraum fällt nicht in diese Kategorie, da keine entsprechende Farbmustersammlung vorhanden ist.

1.4.1 CIE-Normvalenzsystem (Normfarbwerte X, Y, Z)

Nach der Theorie der additiven Farbmischung kann man mit den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau jede weitere Farbe mischen. Nimmt man diese drei virtuellen Primärlichtquellen, so lässt sich das Spektrum jeder beliebigen Probe nachstellen. Die Lichtmengen dieser virtuellen Lichtquellen werden als Normfarbwerte (X, Y und Z) bezeichnet.

Durch Multiplikation der Emissionsfunktion des eingestrahlten Lichtes (für Farbmessung D50) mit der Reflexionsfunktion einer Probe (zum Beispiel der gedruckten Farbe Magenta) erhält man die Farbreizfunktion (spektrale Verteilung des Lichts, welches von der Probe in das Auge oder Messgerät gelangt). Wird die Farbreizfunktion jetzt noch mit

jeder der drei Normspektralwertkurven (Rezeptorempfindlichkeit des Normalbeobachters) multipliziert und durch Integration die Fläche unter den drei neuen Kurven berechnet, muss dieser Wert nur noch mit einem Normierungsfaktor multipliziert werden, um die Normfarbwerte X, Y und Z zu erhalten.

Die Formel zur Berechnung sieht dann wie folgt aus:

$$X = k \times \int_{380}^{780} S(\lambda) \times \beta(\lambda) \times \bar{x}(\lambda) d\lambda$$

$$Y = k \times \int_{380}^{780} S(\lambda) \times \beta(\lambda) \times \bar{y}(\lambda) d\lambda$$

$$Z = k \times \int_{380}^{780} S(\lambda) \times \beta(\lambda) \times \bar{z}(\lambda) d\lambda$$

Dabei sind

X, Y, Z	die Normfarbwerte
k	der Normierungsfaktor
S(λ)	die spektrale Strahldichteverteilung des eingestrahlten Lichts (Emission)
β(λ)	die Reflexionsfunktion der betrachteten Farbe
$\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$	die Normspektralwertfunktionen

☐ Bundesverband Druck und Medien e.V. (Hrsg.): Messen in Vorstufe und Druck – Farben, Dichten, Tonwerte. Teil 1 – Messaufgaben, Messgeräte und Messverfahren (Exkurs 2-6: Vom farbmesstechnischen Normalbeobachter zur Normfarbtafel)

CIE-Normfarbtafel (Schuhsohle)

In einem Farbraum ist es möglich, die gemessenen Farbwerte grafisch darzustellen. Die Normfarbtafel, die in Fachkreisen aufgrund ihrer Form auch als „Schuhsohle“ bezeichnet wird, ist solch ein Farbraum. Zur Transformation der Normfarbwerte X, Y und Z auf die zweidimensionale Normfarbtafel benötigt man folgende Formel:

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

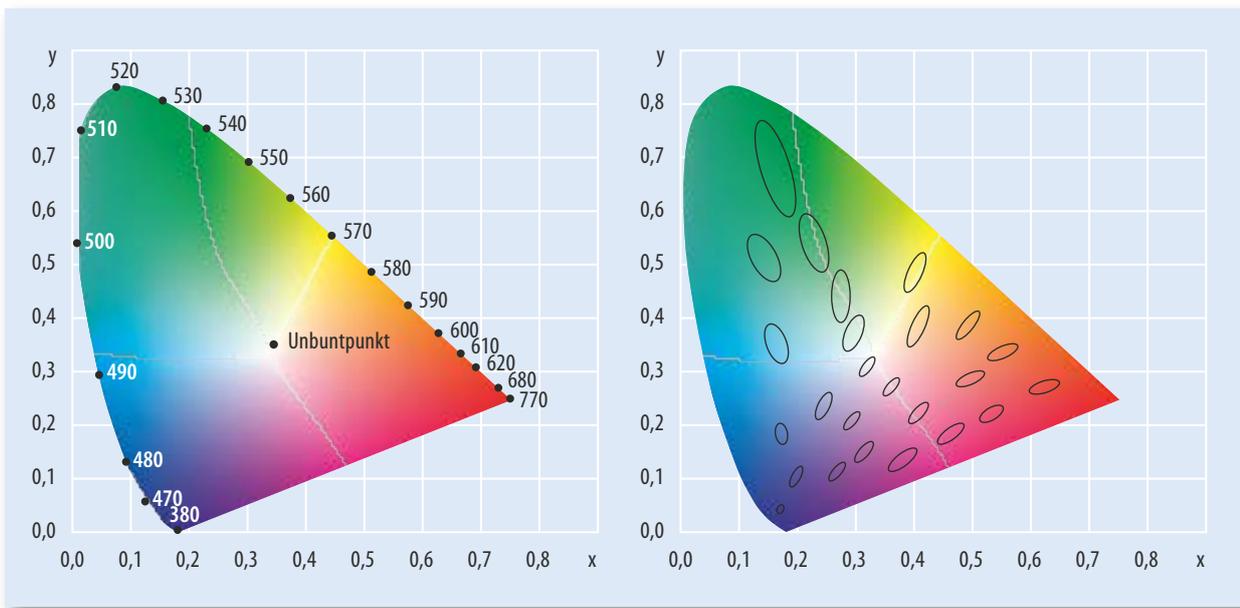
$$z = \frac{Z}{X + Y + Z}$$

Die so berechneten x- und y-Werte werden als Normfarbwertanteile bezeichnet, während der entsprechende Punkt in der Normfarbtafel Farbart genannt wird.

Begrenzt wird der Farbraum durch den Spektralfarbenzug, auf dem die reinen Farben zwischen 380 und 780 Nanometern liegen und dessen Form der einer Schuhsohle ähnelt. Alle sichtbaren Farben liegen innerhalb des Spektralfarbenzugs mit seiner Purpurlinie (so wird die Gerade zwischen 380 (Blauviolett) und 780 nm (Rot) bezeichnet). Dabei nimmt die Sättigung der Farben vom Spektralfarbenzug und der Purpurlinie zur Mitte hin ab. Die Lichtart, auf die sich das System bezieht, bestimmt den sogenannten Unbuntpunkt. Bei D50 liegt dieser auf den Koordinaten x = 0,346 und y = 0,358.

Erweitert man das System um die Helligkeitskomponente Y, erhält man den dreidimensionalen CIExyY-Farbraum.

In diversen Versuchsreihen bewies David L. McAdam, dass der CIE-xyY-Farbraum nicht empfindungsgemäß gleichabständig ist. Er ließ eine Vielzahl von Beobachtern Farbflächen mit jeweils geringfügig variierenden Farborten vergleichen und untersuchte, welche tatsächlich vorhandenen Farbunterschiede ein Beobachter noch wahrnehmen kann. Die nach ihm benannten



1.4.1-1: Links: CIE-Farbdreieck mit Spektralfarbenzug; Rechts: CIE-Farbdreieck mit MacAdam-Ellipsen

McAdam-Ellipsen zeigen den empfindungsgemäßen Abstand von Farbvariationen. Bei einem empfindungsgemäß gleichabständigen Farbraum würden sich, anstelle der Ellipsen mit unterschiedlichen Durchmessern, Kreise mit gleichem Durchmesser ergeben. Interessanterweise zeigt es sich, dass Menschen grüne Farben schlechter unterscheiden können, als rote oder blaue.

☞ Bundesverband Druck und Medien e.V. (Hrsg.): Messen in Vorstufe und Druck – Farben, Dichten, Tonwerte. Teil 1 – Messaufgaben, Messgeräte und Messverfahren (Exkurs 2-6: Vom farbmess-technischen Normalbeobachter zur Normfarbtafel)

Mittelpunktvalenz (Unbuntpunkt)

Die Lichtart, auf die sich das System bezieht, bestimmt den sogenannten Unbuntpunkt, der zum Beispiel bei Lichtart D50 auf den Koordinaten $x = 0,346$ und $y = 0,358$ der Normalspektralfarbtafel liegt. Der Unbuntpunkt ist der Punkt mit der geringsten Farbsättigung.

1.4.2 CIELAB

In Colormangement-Anwendungen wird meist der geräteunabhängige CIELAB-Farbraum zur Farbumrechnung genutzt. In diesem

Farbraum steht die L -Achse für die Helligkeit mit dem Wert 0 für Schwarz und 100 für die maximale Helligkeit. Die a -Achse ist die rot-grün Achse, wobei negative Werte ins Grün gehen und positive Werte ins Rot. Bei der b -Achse bilden negative Werte den Blaubereich, während positive Werte den Gelbbereich darstellen. Ist null der Wert der a - sowie der b -Achse, befinden wir uns exakt auf der unbunten L -Achse. Die Transformation von XYZ-Farbwerten zu CIELAB-Koordinaten ist in der DIN 6174 festgelegt.

Anstelle von Koordinaten kann jeder Punkt in der Ebene auch durch einen Winkel und den Abstand zur Mitte definiert werden. Ersetzt man also die Koordinaten der a - und b -Achse durch den Farbwinkel h (Hue) und die Sättigung C^* (Chroma), so erhält man den CIELCH-Farbraum. h steht für Hue also Farb- oder Buntton. Die a^* -Achse entspricht 0° für den Farbwinkel (h), dessen mathematisch positive Drehrichtung sich im Uhrzeigersinn bewegt.

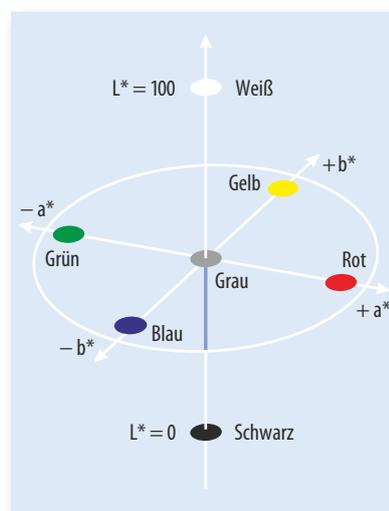
Der CIELAB-Farbraum ist empfindungsgemäß nicht ganz gleichabständig, was zu einer Reihe von Farbabstandsformeln führt.

☞ Bundesverband Druck und Medien e.V. (Hrsg.): Messen in Vorstufe und Druck – Farben, Dichten, Tonwerte. Teil 1 – Messaufgaben, Messgeräte und Messverfahren (Grundlagen der Farbmetrik)

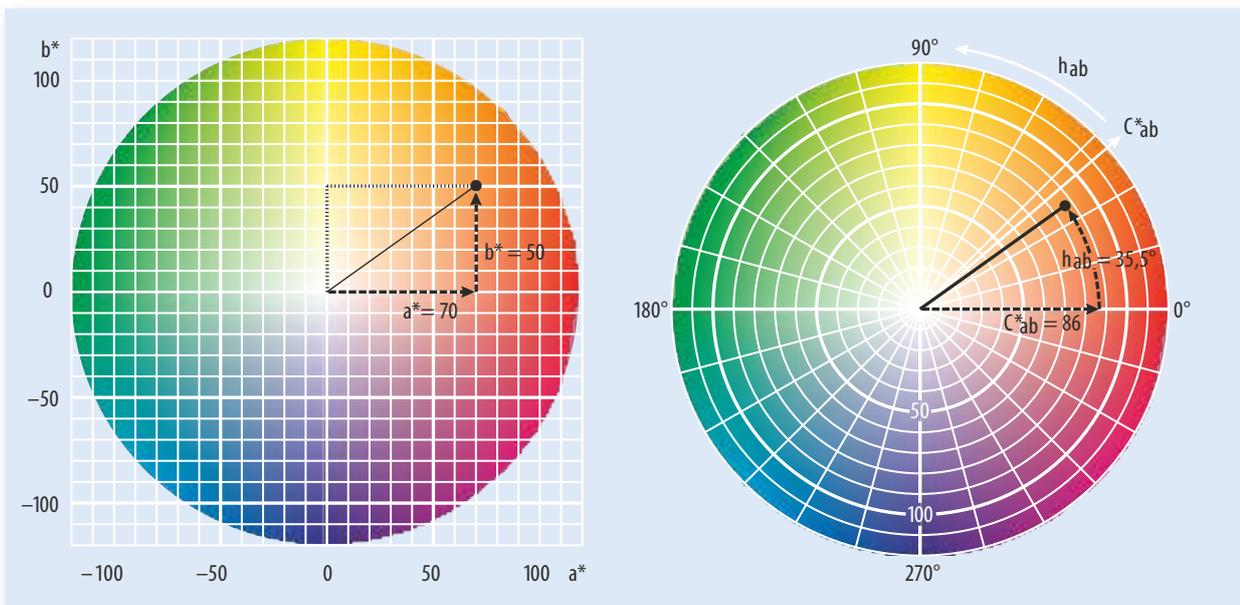
Farbabstandsrechnung

Die Differenz von Größen wird mit dem griechischen Zeichen Δ (= Delta), wie in der Physik üblich, beschrieben. In dreidimensionalen Farbräumen wie dem CIELAB-Farbraum wird der direkte Abstand zweier Punkte nach dem dreidimensionalen Satz des Pythagoras berechnet:

$$\Delta E_{76} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$



1.4.2-1: Schematische Darstellung des CIELAB-Koordinatensystems



1.4.2-2: Beim LCH-Farbraum werden an Stelle der kartesischen Koordinaten a^* und b^* (links) die Polarkoordinaten C^*_{ab} (Buntheit) und h_{ab} (Buntonwinkel) angegeben (rechts). Eingezeichnet ist jeweils die gleiche Farbe.

Der Wert entspricht der Länge der Verbindungsgeraden der beiden Farborte. Obwohl der Abstand zweier Farben mathematisch exakt zu bestimmen ist, kann derselbe errechnete Abstand zwischen zwei Farben unterschiedlich stark bewertet werden, da der Mensch für bestimmte Farben eine unterschiedliche Empfindlichkeit aufweist. So können wir geringste Abweichungen in Grautönen besser erkennen, während das Wahrnehmen einer Veränderung in den gesättigten Farben schwerer ist.

Diese unterschiedliche Empfindlichkeit beschreiben die sogenannten McAdam-Ellipsen. Wie die Abbildung zeigt, ist der Farbraum daher nicht wirklich empfindungsgemäß gleichabständig. Um diese Unzulänglichkeiten des CIELAB-Farbraums bezüglich der empfindungsmäßigen Gleichabständigkeit auszugleichen, wurden weitere Formeln entwickelt, die bekannteste ist die ΔE -2000-Formel ($\Delta = \text{Delta}$).

Wichtig ist also bei der Diskussion mit ΔE -Werten neben den verwendeten Messbedingungen (White-, Black- oder Selfbacking, verwendete Lichtart etc.) auch die verwendete Formel anzugeben. Nur so kann vermieden werden, dass „Äpfel mit Birnen“ verglichen werden.

☒ Bundesverband Druck und Medien e.V. (Hrsg.): Messen in Vorstufe und Druck – Farben, Dichten, Tonwerte. Teil 1 – Messaufgaben, Messgeräte und Messverfahren (Exkurs 2-9: Farbabstandsberechnung im CIELAB-Farbraum sowie Exkurs 2-10: Koordinaten und Abstandsberechnung im CIELCH-Farbraum)

Klassifizierung von Farbabständen

Das CIELAB-Farbsystem ist leider nicht empfindungsgemäß gleichabständig, was eine Klassifizierung von Farbabständen schwierig macht. Der Mensch empfindet einen Farbabstand von $\Delta E = 3$ in einem mittleren Grauton, im Vergleich zum selben Abstand in einem gesättigten Gelbton, als wesentlich stärker (beide nach der ΔE -76-Formel berechnet).

Diese Schwäche des CIELAB-Farbraums soll die komplexe ΔE -2000-Formel korrigieren. Da beide Formeln (ΔE 76 und ΔE 2000) zu unterschiedlichen Werten führen, ist es unumgänglich neben dem Farbabstandswert auch die Formel anzugeben. Die allgemeine Bewertung der Farbabstände wird häufig in Analogie zu den Schulnoten vorgenommen. Das heißt, ein Farbabstand von $\Delta E = 2$ ist gut.

1.5 Messgeräte

Generell unterscheidet man verschiedene Typen von Messgeräten. Densitometer findet man derzeit meist im Drucksaal zur Messung von Dichten, Spektrofotometer in der Qualitätssicherung und in der Vorstufe für die Farbmessung, wo auch Colorimeter zu finden sind. Wichtig ist, dass alle Messgeräte vor dem Gebrauch kalibriert werden, um ein aussagefähiges Ergebnis liefern zu können.

Neben der herstellereitigen Grundkalibrierung, die alle paar Jahre durchgeführt werden sollte, liegt jedem Messgerät üblicherweise ein Kalibrierungschart bei. Bei Densitometern findet man ein Chart mit gedruckten Volltönen der Farben Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz sowie die dazugehörigen Referenzwerte.

Dieses auf Papier oder Pappe gedruckte Chart altert unter Lichteinfluss und sollte daher im Dunkeln gelagert und ca. alle drei Jahre ausgetauscht werden.

Spektraldensitometer und Spektrofotometer werden auf eine Weißreferenz, meist eine Keramik, kalibriert. Da die Weißreferenz dem Gerät fest zugeordnet ist, darf diese nicht vertauscht werden.

1.5.1 Densitometer

Schon lange wird das Densitometer als Messgerät in der Filmherstellung (Durchlichtdensitometer) und im Drucksaal (Auflichtdensitometer) eingesetzt.

Ein klassisches Densitometer misst keine Farbe, sondern die Farbdichte von Auflichtvorlagen und Druck-Erzeugnissen (Auflichtdensitometer) oder die Transmissionsdichte von Durchlichtvorlagen wie Filmen (Durchlichtdensitometer).

Densitometer gibt es in verschiedensten Ausführungen, angefangen vom batteriebetriebenen Handdensitometer bis zu automatischen Densitometern, die einen Druckkontrollstreifen über die Seitenbreite messen und darüber die Farbzonen einer Druckmaschine steuern. Vor allem im Verpackungsbereich werden sogenannte X-Y-Densitometer, deren Messkopf an beliebiger Stelle eines Bogens automatisch messen kann, eingesetzt.

Seit die Bauteile von Spektralfotometern immer preiswerter werden, findet man zunehmend sogenannte Spektraldensitometer an der Druckmaschine. Spektraldensitometer sind technisch gesehen Spektralfotometer, deren Software einen mathematischen Filter verwendet, um aus dem gemessenen Spektrum Dichtewerte zu generieren. Meist lassen sich Spektraldensitometer mittels kostenpflichtiger Softwareupdates mit diversen Spektralfotometerfunktionen aufrüsten. Aufgrund ihres mathematischen Filters, der automatisch auf den sensibelsten Bereich des gemessenen Spektrums gesetzt werden kann, sind sie besser zur Messung von Schmuckfarben geeignet, als konventionelle Densitometer.

☒ Bundesverband Druck und Medien e.V. (Hrsg.): Messen in Vorstufe und Druck – Farben, Dichten, Tonwerte. Teil 1 – Messaufgaben, Messgeräte und Messverfahren (Kapitel 3.1.1 Funktion des Densitometers)

Grundlagen der Densitometrie

Die wesentlichen Bauteile eines Densitometers sind eine Lichtquelle, ein Empfänger und ein Rechner mit

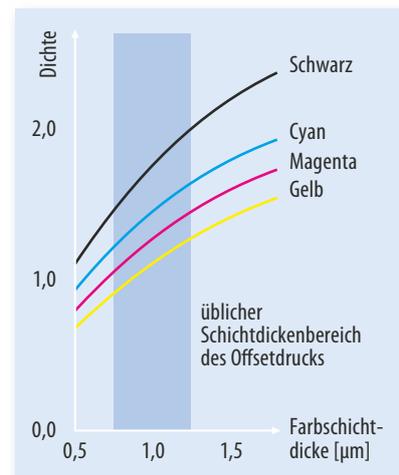
Anzeige. Bei Auflichtdensitometern kommen Rot-, Grün- und Blaufilter zur Messung von cyan-, magenta- und gelbfarbener Druckfarbe sowie ein visueller Filter für Schwarz hinzu.

Bei der Messung wird das Spektrum mithilfe des Komplementärfilters auf die relevanten Spektralbereiche eingeschränkt. In konventionellen Densitometern sind dafür optische Filter eingebaut, während Spektraldensitometer mathematische Filter verwenden, die optische Filter simulieren.

Geräte mit Polarisationsfilter erlauben es zusätzlich nasse wie trockene Druckfarben zu messen.

Durchlichtmessung

Bei der Durchlichtmessung wird die Probe (meist ein Film) zwischen die Lichtquelle und die Optik des Densitometers gelegt. Nachdem das Licht die Optik passiert hat, gelangt es auf die Fotodiode, die ein entsprechendes elektrisches Signal an den Rechner sendet. Dieser vergleicht das Signal mit dem Referenzsignal und errechnet die Dichte (Formel siehe Auflichtmessung).



1.5.1-2: Zusammenhang zwischen Farbschichtdicke und Farbdichte bei Skalenfarben

Die Referenz ist bei der Durchlichtmessung eine Messung ohne Probe. So kann entweder die Dichte der durchsichtigen Filmstelle, der so genannte „Schleier“, oder die Schwärzung des Films gemessen werden.

Durchlichtdensitometer können die Flächendeckung nach Murray-Davis aus der Dichte berechnen (siehe Auflichtmessung). Für diese Messung ist die Referenz jedoch



1.5.1-1: Bauformen von Densitometern: Durchlichtdensitometer (oben links), Handdensitometer (oben rechts, unten links), Scandensitometer zur Abtastung von Kontrollstreifenstücken (unten rechts)

nicht eine Messung ohne Probe, sondern eine durchsichtige Stelle auf dem Film.

Bei allen Messungen auf Film ist es wichtig, die Schichtseite zur Optik des Messgerätes auszurichten, um Einflüsse durch Reflexionen im transparenten Trägermaterial auf die Messung zu vermeiden. Die Schichtseite ist weniger glänzend und kann ggf. durch einen Kratztest identifiziert werden. (Dazu ritzt oder kratzt man leicht an einer für den Druckprozess irrelevanten Stelle des Films über die Oberfläche. Wurde beim Kratzen schwarze Schicht entfernt, handelt es sich um die Schichtseite.)

Auffichtmessung

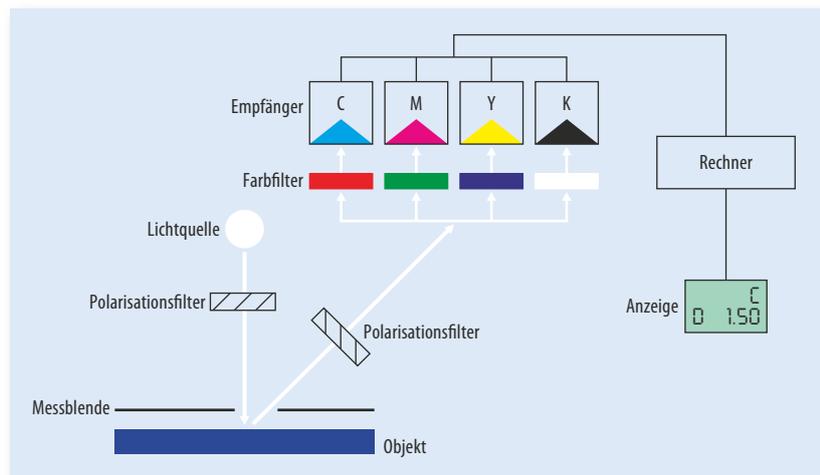
Die Lichtquelle eines Auffichtdensitometers strahlt durch eine Optik gebündelt auf eine Probe. Ein Teil des Lichtes wird, abhängig von Oberfläche und Farbschichtdicke, absorbiert, während der Rest remittiert wird. In einer Anordnung von 45° befindet sich ein weiteres Linsensystem, welches das remittierte Licht auf eine Fotodiode weiterleitet, wo es in elektrische Signale umgewandelt zu einem Rechner gelangt. Dieser vergleicht das elektrische Signal mit der Referenz (welche vor der Messung durch die Kalibrierung des Gerätes auf den Bedruckstoff definiert wurde) und errechnet die optische Dichte nach der folgenden Formel:

$$D = \lg \beta^{-1} \text{ (mit } \beta = I_0/I \text{)}$$

Teilt man das remittierte Licht der Farbprobe (I) durch das remittierte Licht des Bedruckstoffes (I₀) erhält man den Remissionsgrad Beta. Bildet man nun aus dem Umkehrwert von beta den dekadischen Logarithmus, so ist das Ergebnis die relative Dichte D.

Das Ergebnis wird als Zahlenwert mit einem Dezimalkomma auf dem Display wiedergegeben und ist eine dimensionslose Größe.

Densitometer können auch die Flächendeckung einer gerasterten Fläche angeben. Dazu werden die



1.5.1-3: Aufbau eines Densitometers

Dichtewerte einer Rasterfläche mit den Dichtewerten einer Volltonfläche nach der sogenannten Murray-Davis-Formal ins Verhältnis gesetzt:

$$A (\%) = \frac{1 - 10^{-D_R}}{1 - 10^{-D_V}} \times 100 \%$$

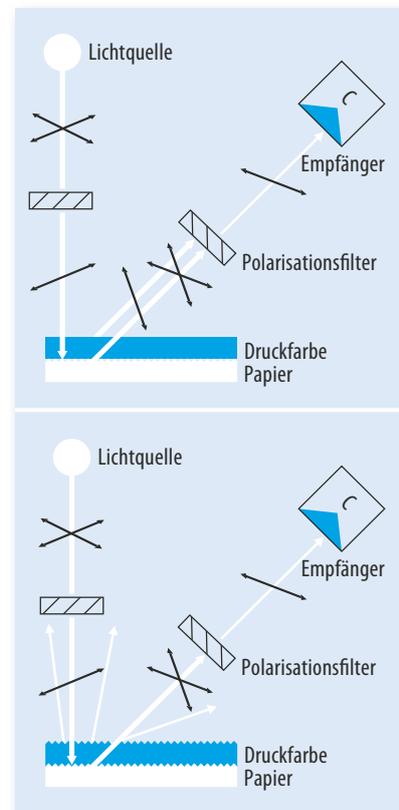
D_R = Dichte gemessen im Rasterfeld
 D_V = Dichte gemessen im Volltonfeld

die so ermittelte optisch wirksame Flächendeckung entspricht nicht der geometrischen Flächendeckung (Anteil von Rasterpunkten am Messfleck in Prozent) sondern beinhaltet auch Effekte wie den Lichtfang. Als Lichtfang bezeichnet man den Teil des Lichtes der zwar an einer unbedruckten Stelle in das Papier eindringt, aber durch Reflexion im Papier unter eine gedruckte Stelle (z.B. Rasterpunkt) gelangt und diese so größer erscheinen lässt (siehe Kapitel Druck und Veredelung 5.3 Optisch wirksame Flächendeckung).

☑ Bundesverband Druck und Medien e.V. (Hrsg.): Messen in Vorstufe und Druck – Farben, Dichten, Tonwerte. Teil 1 – Messaufgaben, Messgeräte und Messverfahren (Kapitel 3.1.1 Funktion des Densitometers)

Polarisationsfilter

Nasse Farbe besitzt eine glatte glänzende Oberfläche, da trockene Farbe sich stärker an die raue Papieroberfläche anschmiegt und daher weniger glänzt. Polarisationsfilter lassen von dem in verschie-



1.5.1-4: Wirkungsweise von Polarisationsfiltern im Strahlengang eines Densitometers. Auf der nassen Farboberfläche spiegeln reflektiertes Licht ändert seine Schwingungsrichtung nicht und wird daher vom zweiten Polarisationsfilter nicht durchgelassen (oben). Damit gelangt die gleiche Lichtmenge auf den Empfänger wie bei Messung der trockenen Farbe (unten).

dene Richtungen schwingenden Licht nur eine Schwingungsrichtung durch. Um den Einfluss des Glanzes (z.B. einer nassen Farbe) bei der densitometrischen Messung auszuschalten, setzt man

zwei um 90° zueinander verdrehte Polarisationsfilter in den Strahlengang. Der erste Polarisationsfilter nach der Lichtquelle lässt nur Strahlung in eine Richtung durch. Trifft diese Strahlung auf eine Probe, wird der glanzenerzeugende Teil direkt an der Oberfläche der Farbe mit gleicher Hauptschwingungsrichtung zurückgeworfen. Dieser Teil kann den zweiten um 90° gedrehten Polarisationsfilter, der vor dem Empfänger eingebaut ist, nicht passieren.

Das an der Oberfläche reflektierte Licht der nassen Druckfarbe, welches noch das ganze Farbspektrum der Lichtquelle hat und daher nicht zur Beurteilung der Farbschichtdicke beiträgt, geht also nicht in das Messergebnis ein.

Der andere Teil des Lichtes dringt in die Farbschicht ein, wo ein Teil des Spektrums absorbiert und diffus remittiert wird. Bei der Remission ändert sich die Strahlungs- und Schwingungsrichtung des Lichtes. Das Licht kann deshalb jetzt auch den zweiten Polarisationsfilter passieren und gelangt auf den Empfänger.

Bei sonst gleichen Bedingungen ergibt sich für nasse und trockene Druckfarbe dadurch annähernd der gleiche Messwert, wenn ein Polarisationsfilter eingesetzt wird. Gleichzeitig ist dieser Wert immer höher im Vergleich zu einer Messung ohne Polarisationsfilter, weil der Filter einen Teil der Strahlung nicht durchlässt.

1.5.2 Spektralfotometer

Spektralfotometer werden zur Messung von Körper- und Lichtfarben eingesetzt. Ein Spektralfotometer besitzt eine Lichtquelle zur Beleuchtung der Probe. Eine Optik und/oder Lichtleiterkabel führen das reflektierte und remittierte Licht weiter zu einem Monochromator. Dieser hat die Aufgabe, das Licht in sein Spektrum zu zerlegen und kann als Prisma oder optisches Gitter ausgeführt sein. Vom Monochromator aus gelangt das in sein Spektrum zerlegte Licht nun auf einen Sensor, der aus aneinandergereihten lichtempfindlichen Dioden besteht, die ein Signal an den Rechner senden. Die Dioden messen je nach Ausführung einen bestimmten Wellenlängenbereich. So findet man in den meisten Spektralfotometern Dioden mit einer Auflösung von 10 Nanometern.

Ein Rechner ermittelt aus den Signalen der Dioden das Spektrum und generiert daraus die Normfarbwerte X, Y und Z sowie die Koordinaten im CIELAB-Farbraum. Je nach Gerätesoftware lassen sich auch andere Informationen bis hin zur Dichte errechnen. Dabei ist zu berücksichtigen, ob mit oder ohne Polarisationsfilter gemessen wird (einige Geräte bieten die Möglichkeit einen Polarisationsfilter einzusetzen).

Bei der Messung von Selbstleuchtern – wie Monitore – bleibt die Lichtquelle des Spektralfoto-

meters ausgeschaltet. Damit die Messung nicht verfälscht wird, ist auf ein indirektes gedämpftes Licht zu achten.

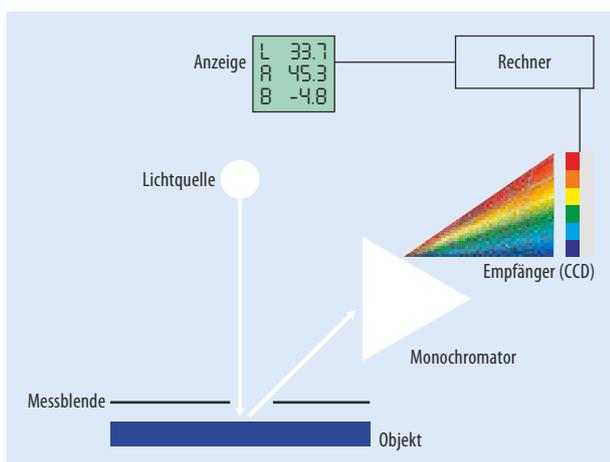
☑ Bundesverband Druck und Medien e.V. (Hrsg.): Messen in Vorstufe und Druck – Farben, Dichten, Tonwerte. Teil 1 – Messaufgaben, Messgeräte und Messverfahren (Kapitel 3.2 Farbmessgeräte)

1.5.3 Dreibereichsmessgeräte (Colorimeter)

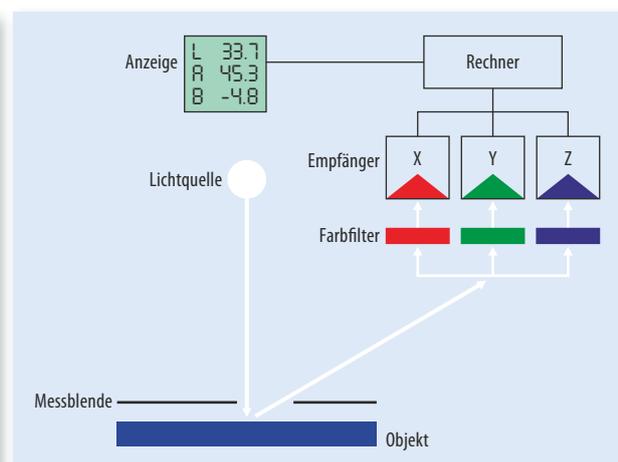
Dreibereichsmessgeräte sind Farbmessgeräte, die hauptsächlich zur Monitorkalibrierung eingesetzt werden. Sie besitzen eine Lichtquelle sowie drei dem Auge angepasste Farbfilter mit entsprechendem Empfänger bzw. Empfängern. Die Signale werden dann an einen Rechner weitergeleitet, der daraus die Normspektralwerte X, Y und Z generiert. Diese werden dann in das CIELAB-Farbsystem umgerechnet und ggf. auf einem Display ausgegeben.

Die Kunst bei der Konstruktion von Dreibereichsmessgeräten besteht darin, die Lichtquelle, Filter und Empfänger so aufeinander abzustimmen, dass sie die spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Auges nachstellen.

Daher sind Dreibereichsmessgeräte den Spektralfotometern bei der absoluten Farbmessung von Körperfarben (Proof und Druck) unterlegen, während sie sich recht gut eignen, um die scharfen Spektren von Computermonitoren zu messen.



1.5.2-1: Messprinzip eines Farbmessgerätes (Spektralfotometer)



1.5.2-2: Messprinzip eines Dreibereichs-Farbmessgerätes

2 Vorgaben für das Gestalten mit Farbe im Reproduktionsprozess

Bei der Gestaltung von Druckvorlagen müssen bereits in der kreativen Phase die speziellen Eigenarten des Reproduktionsprozesses, im speziellen des Druckverfahrens und des Bedruckstoffs berücksichtigt werden. Nicht jede Druckverfahren-/Bedruckstoffkombination hat die gleiche Auflösung (Problem: Haarlinien, kleine negativ Schriften) und auch der Farbumfang variiert stark. Im Folgenden finden Sie eine Aufstellung der wichtigsten Druckverfahren mit generellen Hinweisen auf spezielle Eigenarten. Diese Aufstellung kann nur einen groben Anhalt geben, weshalb es sich empfiehlt, die speziellen Möglichkeiten der individuellen Druckerei zu erfragen.

Siebdruck: Beim Siebdruck spielt der Bedruckstoff für die Gestaltung der Vorlage eine entscheidende Rolle. Da der Siebdruck fast alle Materialien bedrucken kann, ist es besonders schwer, allgemeingültige Empfehlungen zu geben. Generell lässt sich sagen, dass es schwierig ist, im Siebdruck feinste Raster, die ganze Tonwertskala und feinste Details wiederzugeben. Als Überfüllung wird mindestens 0,3 mm angegeben und es wird eine Linienstärke größer als 0,2 mm empfohlen. Bei besonderen Bedruckstoffen, wie Textilfahnen kann die minimale Linienstärke aber schnell 2 mm bis 3 mm betragen. In diesem Beispiel muss auch mit einem Farbzuwachs von 1 mm bis 2 mm gerechnet werden und aus dünnen Linien kann, aufgrund der groben Gewebestruktur, eine Wellenlinie werden.

Die bekannte Ausnahme von der Regel sind spezielle Siebdrucktechniken, die Raster bis 50 Linien pro cm für den CD- und DVD-Druck ermöglichen und auch keine Probleme haben, Details zu reproduzieren.

Bogen-Offsetdruck: mit dem richtigen Papier ein sehr präzises Druckverfahren. Optimale Ergebnisse erreicht der Bogen-Offsetdruck auf gestrichenen Bilderdruckpapieren.

	Offsetdruck	Zeitungs- offsetdruck	Tiefdruck	Flexodruck	Siebdruck
Rasterfrequenz [Linien/cm]	60	34 bis 48	70	40 bis 60	30 bis 40 bzw. 6 bis 29
Tonwertbereich [%]	3 bis 97	3 bis 85	5 bis 95	5 bis 94	3 bis 94 bzw. 10 bis 90
Max. Gesamtfarbauftrag [%]	350	240	340	320	300 bis 400

Überblick über die typischen Rasterfrequenzen und Tonwerte sowie den Gesamtfarbauftrag der Druckverfahren

Zeitungs-Offsetdruck: Der Zeitungsoffsetdruck arbeitet mit vergleichsweise groben Rastern auf saugfähigem Papier und hat daher Schwierigkeiten feinste Details darzustellen. Schriften um 6 Punkt sollten vermieden werden (besonders 6 Punkt Negativschriften!) und auch der Passer ist aufgrund der schnell laufenden Rotationen und der Papiereigenschaften schlechter als im Bogenoffset. Der maximale Gesamtfarbauftrag im Zeitungsoffset liegt bei 240 %.

Tiefdruck: Die farbführenden Näpfchen werden in einen Tiefdruckzylinder geätzt oder graviert. Dabei werden auch Volltonflächen und Schriften gerastert, was zu „Sägezahneffekten“ an Linien führen kann. Aus diesem Grund sind schmal laufende Schriften und Schriftschnitte mit Serifen zu vermeiden. Die kleinste empfehlenswerte positive Schrift liegt bei 6 Punkt, negative Schrift bei 7 Punkt. Motive mit feinen Strukturen können im Tiefdruck zur Moirébildung führen. Der erste druckende Tonwert liegt im Tiefdruck, je nach eingesetztem Bedruckstoff, bei 6 bis 10 %. Feinste Linienstärke ist ca. 0,2 mm bis 0,3 mm und der maximale Gesamtfarbauftrag sollte 340 % nicht übersteigen.

Flexodruck: Als Hochdruckverfahren sind die erhabenen Stellen der Druckform beim Flexodruck farbführend. Kleinste Spitzpunkte sind daher besonders gefährdet „abzubrechen“, was zu Verlusten in den Lichterbereichen eines Bildes

führen kann. Ähnlich wie beim Siebdruck, ist es auch im Flexodruck schwierig, feine Tonwertabstufungen zu reproduzieren.

Die folgende Checkliste soll dem Gestalter helfen, bereits in der Kreativphase Eigenheiten der Verfahren zu berücksichtigen und die Voraussetzung für eine reibungslose Produktion zu schaffen. Die entsprechenden Punkte sind mit der Druckerei für die jeweilige Maschinen-/Bedruckstoffkombination zu klären.

Checkliste

1. Tonwertzuwachs
2. Gesamtfarbauftrag
3. Rasterfrequenz
4. Tonwertumfang
5. Passergenauigkeit
6. Kleinste Schriftgröße positiv
7. Kleinste Schriftgröße negativ
8. Über-/Unterfüllung
9. Überdrucken/Aussparen
10. Spezielle Anforderungen der Druckweiterverarbeitung?

Anmerkung:
Die ersten zwei Punkte können mit einem entsprechendem ICC-Profil abgedeckt werden.

2.1 Skalen- und Schmuckfarben

Unter Skalenfarben versteht man die Grundfarben Cyan, Magenta und Gelb sowie Schwarz. Aus diesen Farben sind gerasterte Farbbilder aufgebaut. Auch ist es möglich, Schmuckfarben aus Skalenfarben aufzubauen, sofern die Farborte im Farbraum der Skalenfarben liegen.

Schmuckfarben sind speziell angemischte Farben. Bekannte Farbsysteme sind PANTONE, die HKS und die RAL-Farben. Oft werden Schmuckfarben als Firmenfarbe in Logos und Anzeigen verwendet.

Viele Schmuckfarben enthalten besondere Pigmente oder Pigmentmischungen. Der Tonwert solcher Farben liegt meist außerhalb des Skalen-Farbraums und kann daher nicht exakt mit Skalenfarben erreicht werden.

Zur Reproduktion eines Bildes benötigt man eine Druckmaschine mit vier Farbwerken für Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz. Jede weitere Schmuckfarbe, die nicht aus den Skalenfarben aufgebaut wird, benötigt ein weiteres Farbwerk. Sind nicht genügend Farbwerke vorhanden, muss das Produkt die Druckmaschine ein weiteres Mal durchlaufen, was mit hohen zusätzlichen Kosten verbunden ist.

Programme wie InDesign und QuarkXPress können Schmuckfarben automatisch aus den Skalenfarben aufbauen (separieren). Leider sind die im Programm hinterlegten Separationstabellen meist nicht optimal, weshalb man die Anteile der Skalenfarben an der Schmuckfarben Farbgebung vor der Ausgabe unbedingt darauf prüfen und ggf. korrigieren sollte.

☞ Bundesverband Druck und Medien e.V. (Hrsg.): Prozessstandard Offsetdruck-Wege zu konstanter Qualität von der Vorstufe zum Druckprodukt (Kapitel 8 Normdruckfarben)

2.2 Definieren von Über-/Unterfüllung

Wird ein Bild auf eine farbige Fläche platziert, muss diese ausgespart werden. Bei geringsten Passerdifferenzen erscheint jedoch an der Grenze zwischen Bild und Farbfläche ein weißer oder verfärbter Spalt, es „blitzt“. Passerdifferenzen entstehen zu Beispiel durch Dimensionsveränderungen des Papiers beim Kontakt mit Wasser (wie im Offsetdruck) oder durch die mechanischen Einwirkungen auf das Papier beim Druckvorgang.

Um das „Blitzen“ zu vermeiden, legt man eine Überfüllung der oben liegenden Teilfarbe oder eine Unterfüllung (man spricht auch vom Komprimieren) der darunter liegenden Teilfarbe an. Obwohl beide Varianten zum Einsatz kommen, spricht man nur von der Überfüllung. Durch den gewollten Übereinanderdruck von beiden Teilfarben im Randbereich erhält man einen leicht dunkel verfärbten Rand, der weniger auffällt als ein weißer Spalt.

Standard Layoutprogramme bieten die Möglichkeit eine Überfüllung in gewählter Stärke (abhängig von Druckverfahren und Bedruckstoff) automatisch zu generieren. Werden,

wie im Fall von QuarkXPress, diese Einstellungen nicht beim Generieren eines PDFs übernommen, benötigt man separate Programme, die diese Überfüllungen nachträglich im PDF vornehmen können.

● Praxismodul: P01-M09-Ueberfuellung.pdf

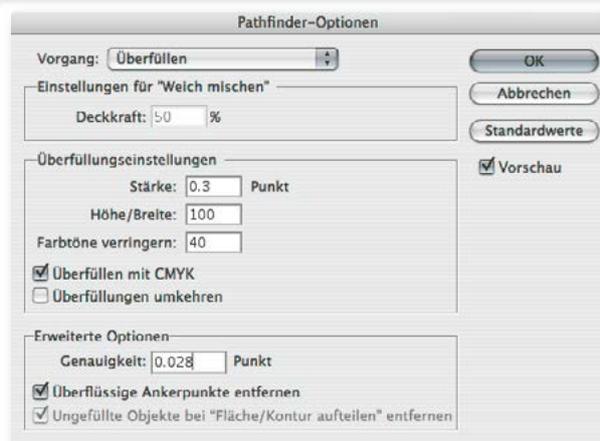
2.3 Überdrucken und Aussparen

Nahezu alle Druckverfahren arbeiten mit lasierenden Farben. Das heißt der Bedruckstoff, aber auch zuerst gedruckte Farben beeinflussen den Farbort der folgenden Farben. Drückt man zum Beispiel auf einen weißen Bedruckstoff eine magentafarbene Fläche und dann darauf einen Buchstaben in gelber Farbe, so wird dieser rot erscheinen. Um diesen Effekt zu vermeiden, muss das Magenta unter dem Buchstaben ausgespart werden. Bei Passerdifferenzen erscheint ein weißer oder verfärbter Spalt an der Grenze zwischen Buchstaben und Hintergrund, es kommt zum sogenannten „Blitzen“. In diesem Fall hilft die Überfüllungsfunktion. Kleine Schriften und Objekte werden durch die Überfüllung stärker beeinflusst, weil diese nicht an die Objektgröße gekoppelt ist.



2.2-1: Beim Überfüllen überlappt das Objekt den Hintergrund. Bei der Unterfüllung überlappt der Hintergrund das Objekt.

2.2-2: Fenster des Adobe-Illustrator-Pathfinder-Effekts „Überfüllen“. Im Gegensatz zu Filtern werden Effekte erst bei der Ausgabe eingerechnet.





2.4-1: Design-Element mit zirkulären Verläufen

2.4 Herstellen von Verläufen

Als Verlauf bezeichnet man den Übergang von Farben. Ein Verlauf kann sowohl vom Papierweiß zu einer Farbe, wie auch zwischen einer Vielzahl von Farben den Übergang bilden. Man unterscheidet zwischen linearen und zirkulären Verläufen.

Ursachen für „Abrisse“ oder „Stufen“ in Verläufen sind oft beim RIP zu finden, wenn die Auflösung des Belichters für die Rasterweite zu gering ist oder zu starke Korrekturkurven hinterlegt wurden. (siehe Abbildung 3.2-2 auf Seite 16, in diesem Kapitel)

2.5 Einsatz von Ebenen und Ebeneneffekten

Grafik-, Layout- und Bildbearbeitungsprogramme arbeiten mit Ebenen. Bei Collagen helfen Ebenen die einzelnen Bildteile auseinanderzuhalten und einzeln zu bearbeiten, ohne das Ganze aus dem Auge zu verlieren. Genauso wie Bilder lassen sich aber auch Objekte und Text über Ebenen auseinanderhalten.

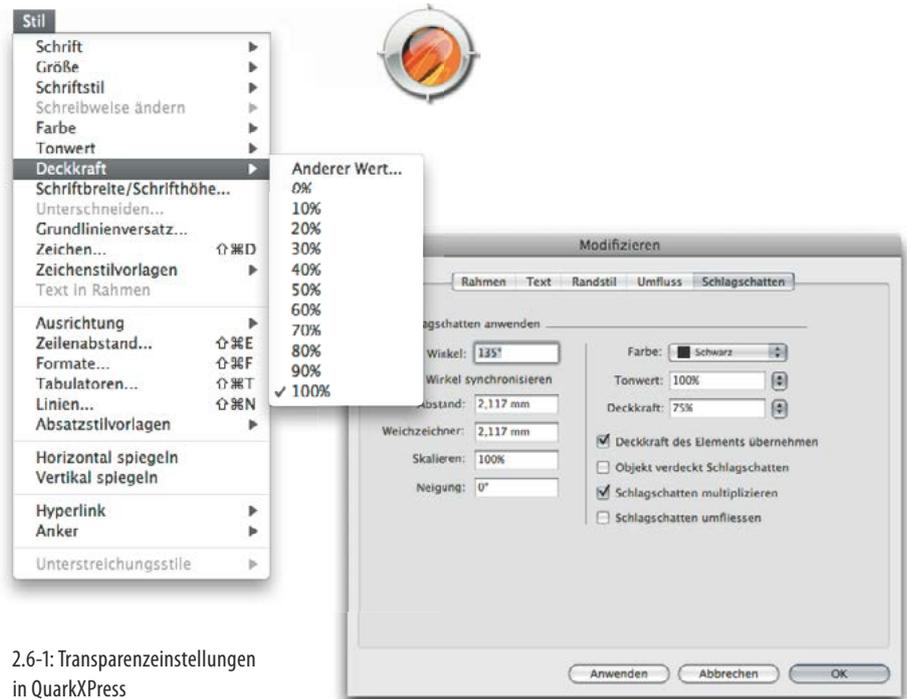
Ebenen lassen sich ein- und ausblenden, verschieben, kopieren, zusammenführen und auch in der Reihenfolge verändern.

Nicht alle Datenformate unterstützen Ebenen, so muss zum Beispiel eine Collage auf die Hintergrundebene reduziert werden, will man sie im JPEG-Format abspeichern.

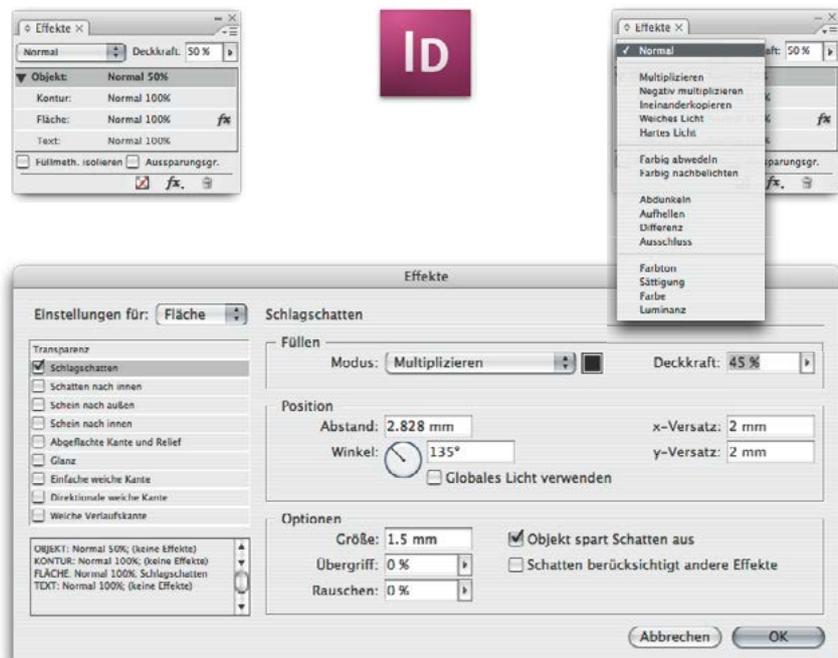
2.6 Einsatz von Transparenzen

Transparenzen bieten dem Designer vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten, wie weiche Schlagschatten, Verlaufs-kanten oder Grafiken mit Ebenen. Sowohl Adobe InDesign als auch QuarkXPress (ab Version 7) bieten die Option mit Transparenzen zu arbeiten. Neben der Deckkraft lassen sich weitere Eigenschaften wie wei-

che Kanten, Füllmethoden, Schlag-schatten etc. einstellen. Noch unterstützen einige Druckertreiber und Raster Image Prozessoren (RIPs) die Transparenzen nicht. Transparenzen können in den nativen Dateiformaten des Layoutprogramms gespeichert werden. Weitere Formate, die Transparenzen unterstützen sind EPS und TIFF sowie PDF ab Version 1.4 (Acrobat 5 PDF).



2.6-1: Transparenzeinstellungen in QuarkXPress



2.6-2: Transparenzeinstellungen in Adobe InDesign

2.7 Minimale Linienstärke

Die minimale Linienstärke ist hauptsächlich vom Druckverfahren und Bedruckstoff abhängig. Im Tiefdruck beträgt sie zum Beispiel 0,2 mm während im Siebdruck, abhängig vom Bedruckstoff, bis zu 3 mm als minimale Linienstärke angegeben werden. Im Offsetdruck liegt die minimale Linienstärke zwischen 0,08 mm und 1 mm (entspricht 0,227 pt bzw. 2,835 pt, pt ist die Abkürzung für Pica-Punkt – diese Einheit verbirgt sich meist am Computer hinter dem Begriff Punkt – entspricht 0,351 mm).

Allgemein ist man gut beraten, die Einstellung „Haarlinie“ nicht zu verwenden, da diese unabhängig vom Druckverfahren mit der kleinstmöglichen Darstellung des Belichtungsgerätes ausgegeben wird.

2.8 Duplex- und Mehrkanalbilder

Möchte man ein Graustufenbild weichzeichnen oder detailreicher darstellen, bietet sich die Möglichkeit an, es in ein Duplex- oder Mehrkanalbild umzuwandeln. Beim Duplexbild werden die Graustufen durch eine zweite (Schmuck-)Farbe ergänzt. Weitere Varianten sind Triplex- und Quadruplexbilder, die entsprechend durch zwei bzw. drei Farben ergänzt werden.

Das Bild wird durch Hinzufügen von Farben dunkler. Die Tonwertkurven der einzelnen Farbkanäle sind entsprechend anzupassen.

Auch sollten die Rasterwinkel der Schmuckfarben auf den Cyan- oder Magentawinkel gelegt werden, um eine Moirébildung zu vermeiden.

Duplexbilder werden meist im EPS-Format gespeichert, da das TIFF-Format keine Duplexbilder verarbeiten kann.

● Praxismodul: P02-M03-Duplex.pdf



0: 0 % 100: 98 %
50: 45 %



0: 0.5 % 100: 55 %
50: 15 %

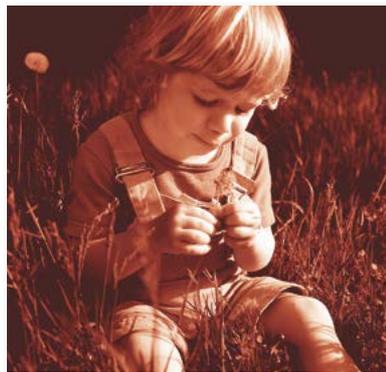


0: 0 % 50: 30 %
3: 3 % 100: 95 %



0: 0 % 100: 80 %
50: 35 %

2.8-1: Duplex-Bilder



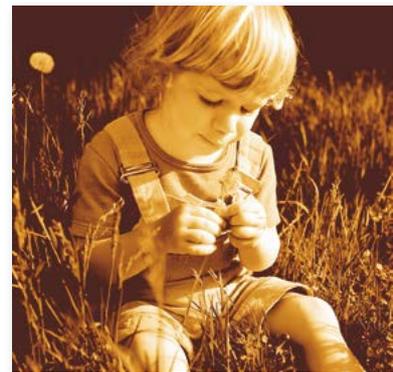
0: 0 % 90: 80 %
50: 20 % 100: 100 %



0: 0 % 100: 95 %
50: 60 %



0: 0 % 100: 70 %
40: 50 %



0: 0 % 80: 40 %
50: 5 % 100: 100 %



0: 0 % 50: 30 %
120: 12 % 100: 95 %



0: 0 % 100: 100 %
40: 60 %

2.8-2: Triplex-Bilder

3 Bildbearbeitung

Wird ein Bild in einem Programm bearbeitet, werden die digitalen Informationen wie Tonwertverteilung, Helligkeit etc. verändert. Durch das Löschen und Verändern der ursprünglichen Informationen kann das Bild optimiert werden. Um dennoch ein Maximum an Bildinformationen zu erhalten, müssen alle nötigen Bearbeitungsschritte in bestimmter Reihenfolge und Stärke ausgeführt werden. Eine Bildanalyse hilft, Bearbeitungsschritte und Stärke festzulegen.

☞ Midas Verlag ISBN 3-907020-31-6 (Hrsg.): Linnea Dayton und Jack Davis, Insiderbuch Photoshop

- Praxismodul: P02-M01-Graustufenbilder.pdf
- Praxismodul: P03-M02-Portraetfoto.pdf

3.1 Bildanalyse

Bevor es an die eigentliche Bildbearbeitung geht, muss geklärt werden, ob das Bild mit gerechtfertigtem Aufwand reproduktionsfähig gemacht werden kann. Wichtige Informationen sind Bildgröße und Auflösung, Schärfe und Details, der Farbraum, Farbumfang, Helligkeits-

verteilung und die Tonwertverteilung sowie mögliche Farbstiche.

Zur richtigen Einschätzung von Bildern benötigt man neben dem Bildbearbeitungsprogramm einen farbverbindlichen Monitor.

Soll eine Aufsichtsvorlage gescannt und bearbeitet werden, empfiehlt es sich, diese unter Normlichtbedingungen (D50) zu beurteilen.

3.2 Histogramme lesen und beurteilen

Ein entscheidendes Werkzeug zur Bildbeurteilung und -bearbeitung ist das Histogramm. Es stellt die Tonwertverteilung über die ganze reproduzierbare Skala dar und bietet die Möglichkeit neben Lichtern und Tiefen auch den Mitteltonbereich zu definieren. Die Höhe der Säule zeigt die Anzahl der Pixel für jeden der Tonwerte an. Ein normales Bild sollte den ganzen Tonwertumfang, angefangen bei einem reinen Weiß (rechts im Histogramm) bis zum Schwarz (links im Histogramm) abdecken. Werden nicht alle 256 Tonwerte abgedeckt, stellen sich der hellste Punkt des Bildes als helles Grau und der dunkelste Punkt als nicht richtig

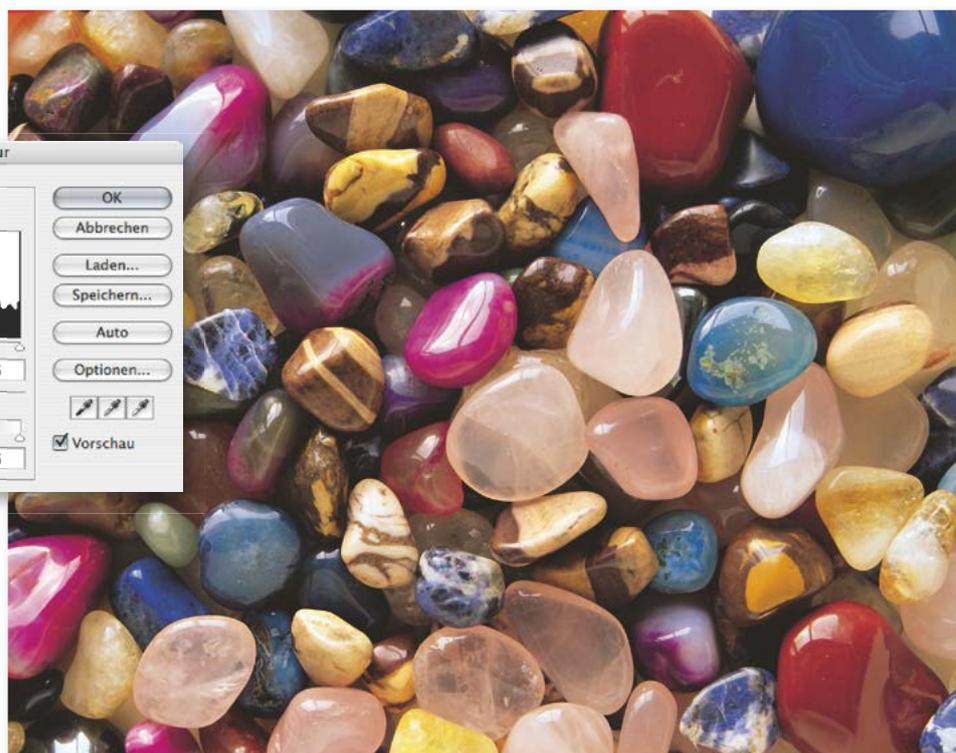
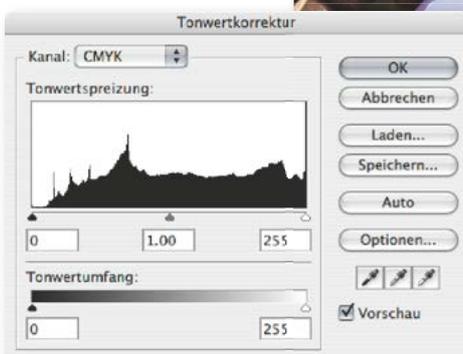


3.2-2: Übertriebene Tonwertkorrektur kann zu Tonwertabbrissen führen.

schwarz dar. Durch eine Spreizung der Tonwerte kann der Kontrast erhöht und können Farbstiche beseitigt werden, die aus einer unausgewogenen Helligkeitsverteilung in den Farbkanälen resultieren.

Übertreibt man die Tonwertkorrektur, zum Beispiel, weil das Bild nicht genügend Tonwerte aufweist, kommt es zu Tonwertabbrissen, die besonders in Verläufen auffallen.

3.2-1: Histogramme geben Auskunft über die Tonwertverteilung im Bild.



3.3 Farbkorrektur

Als Graubalance bezeichnet man die korrekten Anteile der Primärfarben eines Farbbildes. Verschieben sich die Anteile, so werden neutral graue Bildbestandteile farbig. Bilder, die eine falsche Graubalance haben zeigen Farbstiche. Diese lassen sich durch eine Bearbeitung der Gradationskurve, oder manchmal schon durch eine Anpassung der Tonwerte, beseitigen. Mit der Funktion „Farbbalance“ lässt sich im Adobe Photoshop über Regler ein Farbstich entfernen. Alternativ kann auch die Funktion „Variationen“ im Photoshop genutzt werden.



3.4-1: Mit dem Photoshop-Filter „Helligkeit interpolieren“ lassen sich schwache Moiréeffekte entfernen.

Sollen einzelne Farben verändert werden, bieten sich die selektive Farbkorrektur und die Veränderung von Farbton/Sättigung an. Mit Letzterem lässt sich zusätzlich die Sättigung von „flauen“ Bildern erhöhen.

● Praxismodul: P03-M03-Hauttoene.pdf

3.4 Retusche und Composing

Wenn ein Bild von möglichen Defekten (zum Beispiel Staub, Kratzern oder Beschädigungen) befreit wird, spricht man von einer Retusche. Im Photoshop werden dazu ähnliche Bildbereiche ausgewählt und mittels Kopierstempel-Werkzeug auf die defekten Pixelbereiche übertragen. In den neueren Versionen des Photoshop steht mit dem Bereichsreparatur-Pinsel ein sehr komfortables Werkzeug zur Retusche bereit.

Moirés entstehen durch das Überlagern regelmäßiger Strukturen und können zum Beispiel beim Scannen durch die Überlagerung von Bildinhalten und durch die Scannerauflösung entstehen. Am besten löst man das Problem durch entsprechende Einstellungen (Entrasterung) über die Scannersoftware.

Unter Composing versteht man das Zusammenfügen von Bildbereichen oder ganzen Bildern zu einem neuen Bild (Collage). Im Photoshop wird dazu mittels Auswahlwerkzeug (Auswahlrechteck, Lasso oder Zauberstab) die zusammen zu führenden Bereiche begrenzt und kopiert. Über die Funktion „Einfügen“ können diese Bereiche in ein beliebiges anderes Bild übernommen werden. Dabei sind Farbraum, Auflösung und Größe der Bilder zu beachten.

- Praxismodul: P02-M04-Beschneidungspfad.pdf
- Praxismodul: P02-M05-Komplexe-Freisteller.pdf
- Praxismodul: P03-M05-Bildmontage.pdf
- Praxismodul: P04-M04-Glastransparenz.pdf

4 Colormanagement

Colormanagement stimmt die individuellen Farbräume aller verwendeten Geräte, mit dem Ziel einer möglichst optimalen Reproduktion von Farbe, aufeinander ab. Dabei bildet das Color-Management-System die Schnittstelle zwischen allen verwendeten Geräte- und Systemfarbräumen.

In den 80er Jahren wurden die geschlossenen Reproduktionssysteme zunehmend von offenen Systemen auf PC oder Mac-Basis verdrängt. War es früher das Know-how des einzelnen Herstellers alle Komponenten aufeinander abzustimmen, muss diese Aufgabe heute vom Anwender übernommen werden. Um einen Reproduktionsarbeitsplatz aufzubauen, genügt es daher nicht, dass der Rechner den Monitor, Scanner und Proofdrucker ansteuern kann. Auch die Farbeigenschaften der Geräte müssen aufeinander abgestimmt werden. Dazu gab es diverse untereinander inkompatible Color-Management-System-Lösungen. Diese Situation führte 1993 zur Gründung des International Color Consortium (ICC) unter der Führung des deutschen Forschungsinstitutes Fogra. Mitglieder wie Adobe, Agfa, Apple, Linotype-Hell, Fogra, Kodak, Microsoft, Sun und andere Hersteller definierten den offenen ICC-Standard für Colormanagement, der sich bald etablierte.

Die Idee des Colormanagement ist es, Daten aus geräteabhängigen Farbräumen (Scanner, Digitalkamera ...) in einen geräteunabhängigen Farbraum zu überführen und damit geräteneutral zur Verfügung zu stellen. Aus diesem geräteneutralen Farbraum (CIELAB oder CIE XYZ) können die Daten dann wieder in einen beliebigen geräteabhängigen Farbraum (Monitor, Drucker ...) umgerechnet und farbverbindlich ausgegeben werden. Die Daten können medienneutral vor der Bearbeitung, oder für ein bestimmtes Ausgabegerät oder Druckverfahren aufbereitet, archiviert werden. Die Vor- und Nachteile der entsprechenden Workflow-Strategie werden im Kapitel Vorstufe 4.2 Workflow-Strategien (Binding) näher beleuchtet.

4.1 Grundlagen zum Colormanagement

Ein Colormanagement-System nach ICC-Standard besteht aus vier Komponenten: Dem Human Interface, Colormanagement Manager, Colormanagement Module und den ICC-Profilen.

Über das Human Interface, die Benutzerschnittstelle wird dem Color-Management-System mitgeteilt, welche Geräte und Profile verwendet werden. Der Colormanagement Manager koordiniert die Anfragen von Programmen, Eingaben über das Human Interface, das

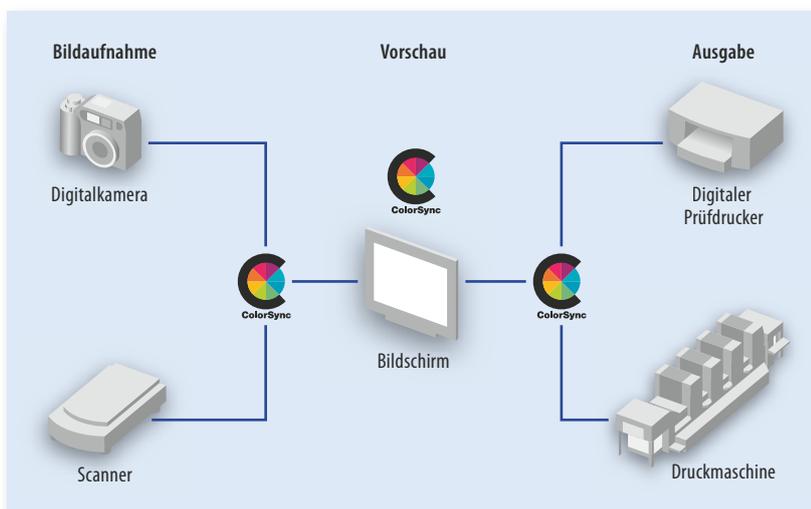
Color-Management-Module und die Profile. Zusätzlich führt es bei Bedarf lineare Farbraumtransformationen (zum Beispiel zwischen CIELAB und CIE XYZ) durch und entlastet damit die Color-Management-Module (CMM). Die CMM führt Farbraumkonvertierungen und Gamut-Mappings durch. Basis für alle Berechnungen sind die ICC-Profile, welche die Farbeigenschaften des jeweiligen Gerätes abbilden. Neben der Stabilität des Gerätes/ Prozesses ist die Qualität der Profile hauptverantwortlich für eine exakte Umrechnung.

4.2 Workflow-Strategien (Binding)

Im Produktionsprozess werden die Daten für das jeweilige Druckverfahren aufbereitet und separiert. Ab diesem Zeitpunkt sind die Daten nicht mehr medienneutral sondern an bestimmte Druckbedingungen gebunden. Je nach Zeitpunkt im Produktionsprozess unterscheidet man drei grundsätzliche Workflow-Strategien und bezeichnet diese als early (frühzeitig), intermediate (dazwischen liegend) oder late Binding (spät bindend).

Beim „Early Binding“ werden die Daten direkt nach der Bearbeitung (z.B. als letzter Schritt bei der Bildbearbeitung) vom Arbeitsfarbraum (RGB) in den kleineren Ausgabe-farbraum (meist CMYK) konvertiert. Weitere Bearbeitung oder Transformation in einen anderen Ausgabefarbraum sind nur mit Einschränkungen möglich. Das „Early Binding“ hat den Vorteil, dass die Daten nach der Bearbeitung fertig vorliegen und nicht mehr verändert werden müssen. Fehler durch eine Konvertierung mit falschen Einstellungen im Layoutprogramm oder Raster Image Prozessor (RIP) sind damit praktisch ausgeschlossen.

Die RGB-Daten werden bei der „Intermediate-Binding“-Strategie zunächst im Photoshop bearbeitet und medienneutral gespeichert. Das Layout- oder Grafikprogramm separiert das Dokument und speichert es im CMYK-Farbraum. Die Bilddaten stehen so weiterhin



4-1: Funktionsweise des Farbmanagements

medienneutral zur Verfügung, während die fertigen Dokumente bereits an bestimmte Druckbedingungen gebunden sind.

„Late Binding“ bedeutet, dass die Daten so lange wie möglich ausgabeneutral gehalten werden sollen. Die Daten werden nach der Bearbeitung im RGB-Arbeitsfarbraum oder sogar im CIELAB-Farbraum gesichert und erst kurz vor der Ausgabe, meist im Raster Image Prozessor (RIP), in den Ausgabefarbraum konvertiert. Die „Late-Binding“-Strategie kommt hauptsächlich zur Anwendung, wenn die Daten mehrfach (zum Beispiel in mehreren Druckverfahren und/oder multimedial) genutzt werden sollen, oder bei der Bearbeitung Details der Ausgabe noch ungeklärt sind.

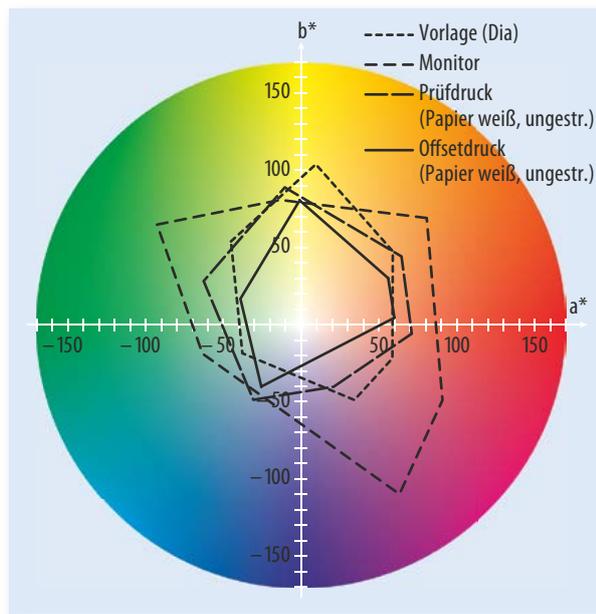
4.2.1 Gamut (Tonwert- und Farbumfang)

Alle darstellbaren Farben eines Ausgabegerätes bezeichnet man als Gamut- oder Farbumfang. Den größten Farbumfang haben CCD-Bildsensor basierte Systeme (CCD = charge coupled device) wie Digitalkameras und Scanner, gefolgt von Dias bzw. Fotomaterial. Auch der Farbumfang von Monitoren ist größer als der von Drucksystemen. Bei allen Drucksystemen hat neben der Farbe selbst auch der Bedruckstoff einen großen Einfluss auf den Farbraum.

Mittels Software lassen sich Farbräume miteinander vergleichen. Soll eine verlustfreie Konvertierung in einen anderen Farbraum vorgenommen werden, muss der Zielfarbraum den Ausgangsfarbraum komplett abdecken.

4.2.2 Farbrechner, Colormangement Module (CMM)

Das Colormangement Module (CMM) bekommt vom Color-Management-Manager alle zur Umrechnung benötigten Informationen wie die beteiligten Profile und Farben. Mithilfe der einprogrammierten Rechenalgorithmen konvertiert das Colormangement-Modul die



4.2.1-1: Unterschiedliche Gamuts

Farben. Je nach Hersteller können sich die Rechenalgorithmen unterscheiden und zu geringfügig anderen farblichen Ergebnissen führen.

ren lassen, kann es in speziellen Fällen (Konvertierung CMYK zu CMYK) Vorteile bieten, nicht in einen dreidimensionalen Farbraum (CIELAB, CIE XYZ) umzurechnen.

4.2.3 Farbverbindungsraum PCS (Profile Connection Space)

Möchte man Farben beliebiger geräteabhängiger Farbräume konvertieren, verbindet man diese mit einem geräteunabhängigen Farbraum, dem Profile Connection Space (PCS). Man konvertiert also die Farben aus dem geräteabhängigen Farbraum (zum Beispiel dem Scannerfarbraum) in den Farbverbindungsraum (L*a*b* oder XYZ) und dann weiter in einen beliebigen geräteabhängigen Farbraum (zum Beispiel den Monitorfarbraum oder den Druckerfarbraum). Dieser Farbverbindungsraum ist entweder der CIELAB-Farbraum oder, wie oft bei Monitorprofilen, der CIE XYZ-Farbraum. Beide Farbräume decken alle sichtbaren Farben ab. Die Farbwerte lassen sich einfach von einem in den anderen Farbraum konvertieren.

Device-Link-Profile verbinden zwei geräteabhängige Farbräume direkt ohne den Umweg über einen Farbverbindungsraum (siehe 4.3.1 Profilklassen, Device Link). Obwohl sich Device-Link-Profile nicht mit normalen ICC-Profilen kombinie-

4.3 ICC-Profile

Farbmetrische Geräteeigenschaften können in kleinen Dateien, so genannten ICC-Profilen, gespeichert werden. Das normale ICC-Profil setzt die geräte- und materialspezifischen RGB bzw. CMYK-Werte in Bezug zu einem geräteunabhängigen Farbraum. Aufbau und Form eines ICC-Profiles sind als offener Standard festgelegt. Jedes Profil besteht aus drei Hauptbereichen (Header, Tag Table und Tags). Im Header sind generelle Informationen zum Profil gespeichert. Hervorzuheben sind neben dem Gerätenamen und Hersteller die Profilkategorie (Eingabegerät, Monitor oder Ausgabegerät), das bevorzugte CMM, das Farbmodell (RGB, CMYK etc.), den geräteunabhängigen Farbraum zum Umrechnen (L*a*b* oder XYZ), die bevorzugte Verfahren zur Farbraumumrechnung (Rendering Intent) sowie der Weißpunkt der Beleuchtung (meist D50).

Der Tag Table ist das Inhaltsverzeichnis der speziellen Informationen (Tags). Tags sind zum Beispiel

Informationen über den Erzeuger des Profils oder die Profilbeschreibung, welche im Anwendungsprogramm angezeigt wird und nicht unbedingt mit dem Dateinamen des Profils identisch sein muss.

Profile enthalten neben dem allgemeinen Teil auch einen „privaten“ Bereich. Hier können weitere Daten abgelegt werden, die zu einer genaueren Umrechnung führen und nur genutzt werden, wenn zwei Profile des gleichen Herstellers an der Konvertierung beteiligt sind. In diesem Fall würden Scanner und Drucker von einem Hersteller zu besseren Ergebnissen führen, als die Kombination mit einem anderen Hersteller trotz vergleichbarer Geräteeigenschaften.

4.3.1 Profilklassen

Profile werden in sieben Klassen eingeteilt, die sich entsprechend der speziellen Anforderungen unterscheiden:

1. Display profiles (sind Darstellungsprofile für Monitore und Beamer)
2. Input profiles (für Eingabegeräte wie Scanner und Digitalkameras)
3. Output profiles (charakterisieren Ausgabegeräte wie Drucker und Druckprozesse)

4. Device link profiles (zur direkten Verbindung zweier Farbräume bei speziellen Aufgaben)
5. ColorSpace conversion profiles (für die Umrechnung von Farbräumen z. B. als Arbeitsfarbraum des Bildbearbeitungsprogramms)
6. Abstract profiles (für abstrakte benutzerdefinierte Farbräume)
7. Named color profiles (zur Definition von Sonderfarben wie PANTONE, HKS, RAL etc.)

Bildschirm (Display, Monitor)

Es gibt verschiedene Arten von Monitoren, die alle ihre Vor- und Nachteile haben.

Kathodenstrahlmonitore (CRT = Cathode Ray Tube) besitzen eine im Inneren der sichtbaren Scheibe fluoreszierende Substanzen (früher phosphorhaltig), die durch Elektronenbeschuss zum Leuchten angeregt werden. Jedes Pixel ist aus drei Leuchtpunkten (rot, grün und blau) aufgebaut, die sogenannten Tripel. Die Tripel werden zeilenweise nacheinander aktiviert, wobei die Geschwindigkeit von der Bildwiederholfrequenz abhängt.

Die chemische Zusammensetzung der fluoreszierenden Substanzen ist herstellerabhängig und hat maßgeblichen Einfluss auf den Farbraum des Monitors. Auch altern die

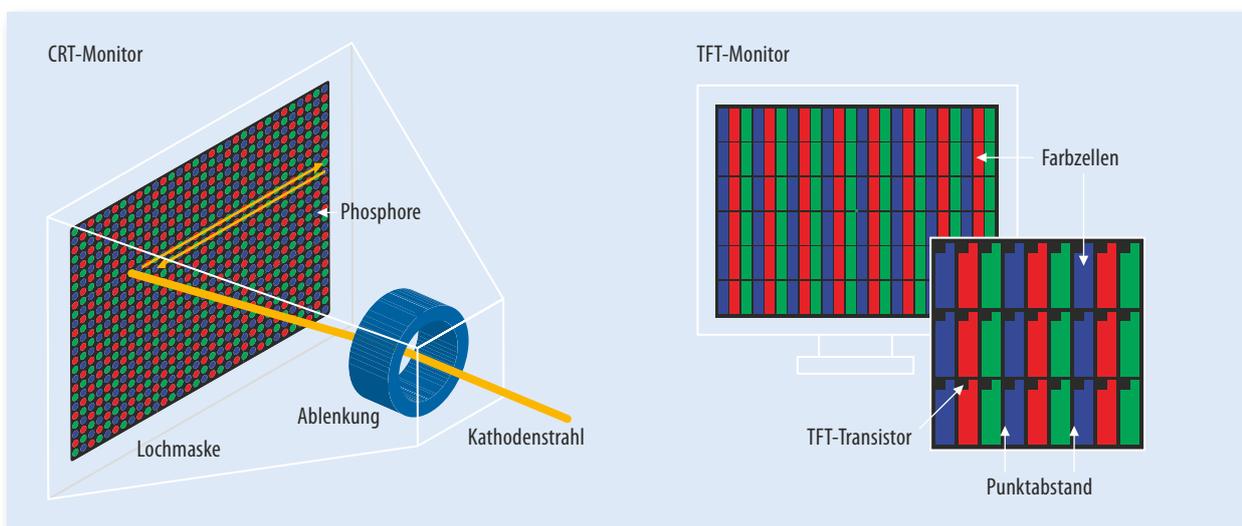
Substanzen, was zu einer Veränderung des Farbraums und der Helligkeit führt. Der Gammawert (Anpassung der Helligkeitskurve) eines CRT-Monitors liegt zwischen 1.5 und 3.5 (im Durchschnitt bei 2.2) und wird durch die Einstellung von Kontrast und Helligkeit beeinflusst.

Flüssigkristallmonitore (LCD = Liquid Crystal Display) nutzen kleine Flüssigkristalle um einzelne Bildpunkte auf dem Monitor darzustellen.

Jeder Bildpunkt besteht aus zwei Glasplatten (Substrate), die mit einer transparenten Elektroden-schicht überzogen sind. Beide Substratplatten sind zusätzlich mit Polarisationsfiltern beschichtet, die um 90° zueinander verdreht sind. Dazwischen befindet sich eine Schicht Flüssigkristalle definierter Dicke. Flüssigkristalle sind in der Lage, die Schwingungsebene des Lichtes je nach angelegter Spannung zu drehen. Jede einzelne Zelle arbeitet wie ein „spannungsgesteuertes Lichtventil“.

Zur Farbdarstellung werden drei Zellen mit jeweils einem Rot-, Grün- oder Blaufilter ausgerüstet und bilden gemeinsam einen Bildpunkt (Pixel) des Monitors.

Obwohl die ursprünglich monochrome LCD-Technik bereits seit den 70er Jahren bekannt ist, konnte erst mit der TFT-Technik (TFT = Thin Film Transistor) jede einzelne



4.3.1-1: Farberzeugung beim CRT- und TFT-Monitor

Zelle direkt angesteuert werden. Die notwendigen Transistoren werden dazu in einer speziellen Dünnschichttechnik auf den Kreuzungspunkten der einzelnen Zellen aufgebracht. Diese Technik wird als Aktiv-Matrix-Display oder TFT-Display bezeichnet.

Die Vorteile der TFT-Monitore gegenüber CRT-Monitoren sind das kontrastreiche, helle und scharfe Bild, welches bis in die Ecken ohne Verzerrung und flimmerfrei dargestellt wird. Durch die geringe Tiefe benötigen Flachbildschirme nur ein Drittel der Stellfläche gleichgroßer Röhrenmonitore und verbrauchen zudem weniger Energie. Auch die Emission von Wärme ist geringer und eine elektromagnetische Strahlung nicht messbar.

Diesen Vorteilen stehen systembedingte Nachteile, wie eine längere Reaktionszeit bei schnellen Bild- bzw. Kontrastwechseln, eine zum Teil unnatürlich wirkende Farbwiedergabe aufgrund nicht idealer Filter sowie der eingeschränkte Blickwinkel (je nach Betrachtungswinkel verändern sich Helligkeit, Farbe und Kontrast) gegenüber. Es steht zu erwarten, dass neue Techniken und Materialien die beschriebenen Nachteile verringern oder ganz beheben.

Abschnitt 4.5.2 Monitore profilieren beschreibt die Profilerstellung für Monitore.

Input (Scanner, Digitalkamera)

Scanner digitalisieren analoge Vorlagen wie Bilder (Fotos, Dias, etc.) zur weiteren Verarbeitung im Rechner. Die gestiegene Qualität der Flachbettscanner und der günstige Preis sorgen für eine weite Verbreitung und eine Verdrängung der teuren Trommelscanner. Beim Flachbettscanner wird die Vorlage flach auf den Träger aufgelegt, beleuchtet und von einer Reihe von CCD-Zellen (Charge Coupled Device) zeilenweise abgetastet. Die physikalische Auflösung resultiert aus der Auflösung der CCD-Zeile sowie der Mechanik, die diese Zeile über die Bildoberfläche bewegt. Auflösung ist ein Qualitätsmerkmal

von Scannern, das besonders bei Vergrößerungen (zum Beispiel von Farbdias) wichtig ist. Weitere Qualitätsmerkmale sind die Farbtiefe (Anzahl von Bits pro Farbe), Tonumfang (Farbraum des Scanners) und Schärfe. Weniger auffällig, aber für das Ergebnis ebenfalls relevant, ist das Scannerprogramm, welches neben der reinen Gerätesteuerung auch diverse Einstellmöglichkeiten für eine erste Bildoptimierung bereitstellt.

Ähnlich wie Scanner arbeiten auch Digitalkameras mit Charge-Coupled-Device-Zellen. Der Aufbau einer Digitalkamera entspricht in weiten Teilen dem einer konventionellen Kamera, bei der die Filmebene durch eine CCD-Matrix mit entsprechender Elektronik ersetzt wurde. Teure Studiokameras (Mittelformat) lassen sich sogar durch den Austausch der Rückwand zur Digitalkamera umrüsten. Auch wenn die Grenzen fließend sind, unterscheidet man zwischen preiswerten Consumer-Kameras für den Amateurbereich, System-Kameras für den Profibereich und den bereits angesprochenen Studiokameras mit höchster Auflösung und bester Bildqualität.

Wie bei der konventionellen Fotografie hat auch bei der Digitalfotografie die Optik der Kamera entscheidenden Einfluss auf das Ergebnis (die Brennweiten lassen sich übrigens nicht unbedingt vergleichen, vgl. Kapitel Kreation 2.6 Digitale Fotografie). Zusätzlich müssen bei der Digitalkamera die CCD-Zellen vor Wärme (wie sie zum Beispiel von einer Mini-Festplatte im Kameragehäuse ausgeht) und vor Staub (Thema Wechselobjektive) geschützt werden.

Die Vorteile der Digitalfotografie sind preiswerte, sofort verfügbare Bilder. Kosten und Zeit für Film, Entwicklung und Scannen entfallen, jedoch sind hochwertige Mittelformatkamera-Rückteile noch sehr teuer.

Output (Proof, Druckmaschine)

Zur Datenkontrolle und als Muster für den Druck wird ein Proof erstellt. Man unterscheidet zwischen einem Inhalt-Proof („Blaupause“), mit dem nur die Elemente einer Seite geprüft werden und dem farbverbindlichen Proof. Die einfachste Möglichkeit eines Inhalt- oder Content-Proofs ist die Darstellung auf einem Monitor, gefolgt von einem digitalen Ausdruck auf einem Laser- oder Inkjet-Drucker.

Im Gegensatz zu dem unverbindlichen Inhalt- oder Content-Proof ist das Kontraktproof als Vertragsgegenstand farbverbindlich und muss bestimmte Bedingungen erfüllen (siehe 7.5.2 Kontraktproofs nach MedienStandard Druck).

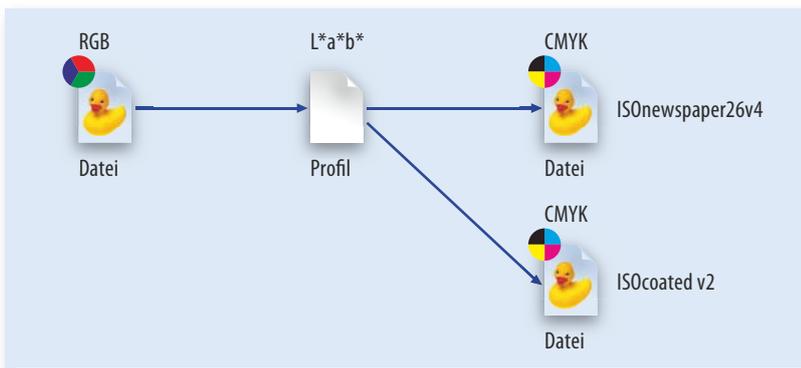
Ein farbverbindlicher Digitalproof kann entweder auf einem kalibrierten und profilierten Monitor angezeigt, oder auf einem kalibrierten und profilierten Farbdrucker ausgegeben werden. Der Farbdrucker muss neben einer gewissen Farbstabilität auch mindestens den Farbraum des zu simulierenden Druckverfahrens abdecken und entweder auf dem gleichen Bedruckstoff drucken oder die Bedruckstofffarbe simulieren können.

Der Ausdruck ist die aufwendigste Möglichkeit des Proofens. Ein guter Ausdruck bietet die größtmögliche Übereinstimmung zum späteren Druckergebnis, sofern gleiche Materialien und Verfahren eingesetzt werden.

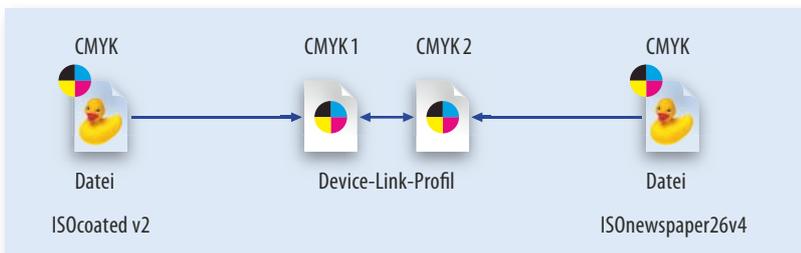
Device-Link (direkte Verrechnung)

Device-Link-Profile stellen eine Untergruppe von ICC-Profilen dar, welche zwei Gerätefarbräume in einem Profil miteinander verbinden. Jeder Farbe des einen Gerätefarbraums korrespondiert mit einer Farbe des anderen Gerätefarbraums, was bei Spezialanwendungen, wie der Umrechnung von CMYK zu CMYK, zu besseren Ergebnissen führt.

Eine Umwandlung von einem vierdimensionalen (CMYK) in einen dreidimensionalen Farbraum (CIE-LAB) ist immer mit Problemen bzw.



4.3.1-2: Profilkonvertierung über den L*a*b*-Verbindungsfarbraum



4.3.1-3: Farbkonvertierung mittels Device-Link-Profil

Ungenauigkeiten verbunden, da der Schwarzaufbau und unbunt aufgebaute Töne (CMK, CYK oder MYK) durch die Umwandlung zu CIELAB oder XYZ verändert werden.

Auch der Gesamtfarbauftrag kann mittels Device-Link-Profil angepasst werden, ohne dass die Farbtöne unterhalb der Gesamtfarbauftragsgrenze angepasst werden müssen. Die Gefahr, dass schwarze Schrift bei der Farbraumkonvertierung ganzer Dokumentseiten farbig aufgebaut wird, entfällt ebenfalls beim Einsatz von Device-Link-Profilen.

Anders als normale ICC-Profile können Device-Link-Profile nicht frei kombiniert werden, da Quell- und Zielfarbraum festgelegt sind. Man muss also für jede Anwendung ein eigenes Device-Link-Profil erzeugen.

4.3.2 Profilartern

Profile sind Dateien, die einen geräteabhängigen Farbraum (z.B. der Farbraum eines Druckers oder Monitors) mit einem geräteunabhängigen Farbraum (CIELAB oder CIE XYZ) verknüpfen.

Man unterscheidet Profile nach Matrix-Profilen, die einen Gerätefarbraum hauptsächlich mathematisch beschreiben, und Look-up-table-Profilen (LUT), die einen Gerätefarbraum mit vielen Stützpunkten in eine Tabelle (table) schreiben. Die kleineren Matrix-Profile brauchen mehr Rechenleistung und werden bei nichtlinearen Geräten schnell unpräzise, während die LUT-Profile mit zunehmender Anzahl an Stützpunkten präziser und größer werden. Die Werte zwischen den Stützpunkten werden auch bei den LUT-Profilen mathematisch errechnet (interpoliert).

Matrix-Profile

Matrixprofile werden für die Umrechnung zwischen dreidimensionalen Farbräumen verwendet (z.B. RGB, CIE XYZ, CIELAB, etc.).

Matrix-Profile basieren auf einer 3x3-Matrix, die bestimmte Farbwerte enthält, auf denen Kurvendefinitionen aufsetzen. Matrixoperationen liefern immer ein eindeutiges Ergebnis, das bedeutet: Das Ergebnis ist in beide Richtungen gleich. Ein Hin- und Zurücktransformieren führt also zu keinerlei Fehlern.

Obwohl Monitore eine wesentlich linearere Charakteristik als Drucksysteme aufweisen, sind sie nicht wirklich linear. Daher müssen nach der linearen Matrix-Operation zusätzliche Kurvendefinitionen (Tone Reproduction Curves (TRC)) zur Anwendung kommen. Matrixprofile punkten durch ihre kleine Dateigröße.

LUT-Profile (Look-up-table)

Look-up-table (LUT) sind mehrdimensionale Farbtabelle, die Farbwerte eines Farbraums mit denen eines anderen Farbraums kombiniert darstellen (zum Beispiel bestimmte Farbtöne eines CMYK-Gerätefarbraums und die dazugehörigen CIELAB-Farbwerte). Die Tabellen entsprechen einem dreidimensionalen Gittermodell, bei dem die Schnittpunkte jeweils die Farbkoordinaten beider Farbsysteme enthalten. Alle anderen Punkte im Gittermodell werden ausgehend von den bekannten Schnittpunkten bzw. Stützpunkten errechnet (interpoliert). Lassen sich Geräteeigenschaften mathematisch nicht optimal beschreiben, sind Look-up-table die bessere Wahl. Es gibt kleine Look-up-tables mit 8 Bit und 256 Farbabstufungen (lut8type) und große mit 16 Bit und 65 536 Farbabstufungen (lut16type), die eine entsprechende Dateigröße und höhere Präzision aufweisen.

Wie bei den Matrix-Profilen kommt auch bei LUT-Profilen eine mehrstufige Umrechnung zur Anwendung. Die Daten werden zunächst mit einer Tonwertreproduktionskurve (TCR) des Eingabekanals verrechnet, dann mit der LUT und wieder mit einer Tonwertreproduktionskurve (TCR) für den Ausgabekanal. Durch dieses Verfahren können nichtlineare Geräteeigenschaften, Tonwertkompressionen und Separationsaufbauten präzise beschrieben werden. Durch die Interpolation von Tonwerten ist bei LUT-Transformationen eine eindeutige Rücktransformation wie bei Matrix-Profilen nicht möglich. Auch ist das LUT-Profil wesentlich größer als ein Matrix-Profil und vergrößert die Bilddatei beim Anhängen (taggen) entsprechend.

4.3.3 Farbstandards und Arbeitsfarbräume

In den Anfängen des Desktop Publishing (DTP) stellte der Monitorfarbraum gleichzeitig den Arbeitsfarbraum dar, was zu unterschiedlichen Ergebnissen an verschiedenen Systemen führte. Heute kann der Arbeitsfarbraum frei gewählt und mit dem Profil des kalibrierten Monitors kombiniert werden. Das Ergebnis ist, den gleichen Arbeitsfarbraum vorausgesetzt, eine farbverbindliche Darstellung an allen Bildbearbeitungsplätzen. Der Arbeitsfarbraum sollte so gewählt werden, dass er zum einen den Zielfarbraum möglichst vollständig abdeckt und zum anderen nicht wesentlich größer ist, damit es bei 8-Bit-Farbcodierung nicht zu Tonwertabrissen nach der Separation kommt.

Bei der Separation werden die Daten für ein bestimmtes Druckverfahren aufbereitet. Jedes Druckverfahren hat technisch bedingt, spezielle Anforderungen wie einen speziellen Punktzuwachs, einen maximalen Gesamtfarbauftrag, etc. Viele dieser Faktoren sind auch vom Bedruckstoff und von der Farbe abhängig. So hat gestrichenes Papier aufgrund seiner Oberfläche einen höheren Gesamtfarbauftrag und geringeren Tonwertzuwachs als ungestrichenes Papier.

Neben diesen technisch bedingten Unterschieden gibt es zusätzlich regionale Unterschiede. Die Skalenfarben im Offsetdruck sind zum Beispiel in den USA anders definiert (SWOP-Standard) als in Europa bzw. Deutschland (ISO/ DIN 12647).

All diese Faktoren generieren einen bestimmten Druckfarbraum. Für die wichtigsten Druckverfahren und Materialkombinationen gibt es entsprechende Standardprofile, die von Verbänden und Interessengemeinschaften generiert werden und zur freien Verfügung im Internet stehen.

Druckbedingungen und die passenden ICC-Profile

Natürlich ist es möglich sich für seine speziellen Druckbedingungen ein eigenes Profil zu erstellen. In der Regel ist man aber mit einem Standardprofil besser bedient, da der Druckprozess und die eingesetzten Materialien gewissen Schwankungen unterliegen (Farbgebung, Farbwasserbalance, Farbwerkstemperatur ...), die nur über eine große Anzahl gemittelter Drucke eine zuverlässige Basis für ein Profil bilden. Auch sind die Standardprofile oft optimiert und vielfach erprobt. Sollte kein Standardprofil für die gewünschte Prozess- und Materialkombination verfügbar sein, muss man mit entsprechendem Aufwand ein neues Ausgabeprofil erzeugen.

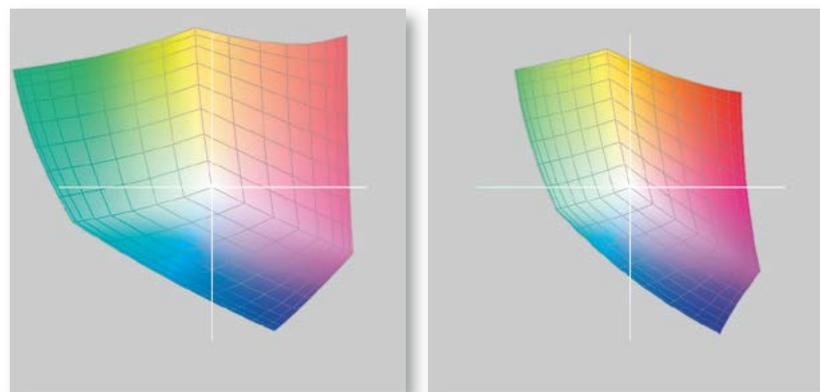
Fogra und Bundesverband Druck stellen zusammen mit der ECI Standardprofile für die wichtigsten Druckverfahren und Materialkombinationen zur Verfügung. Die Profilnamen sind wie folgt zu interpretieren:

Offsetdruck
(ISO, ohne Zusatz, Papierklasse):

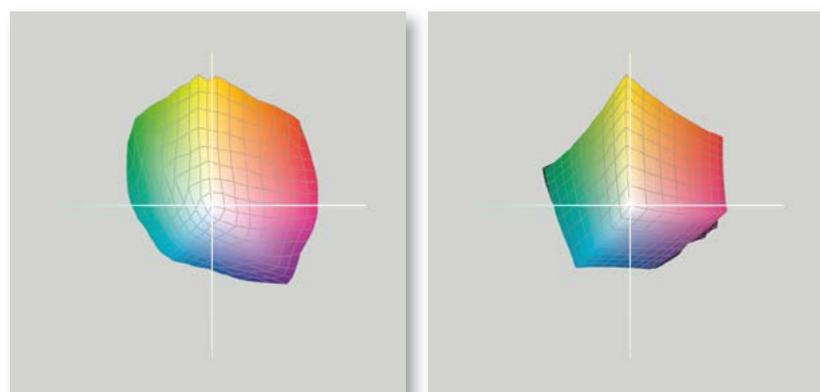
- ISOcoated_v2_eci.icc (max. Flächendeckung 330%, gestrichenes Papier, Papierklasse 1/2)
- ISOcoated_v2_300_eci.icc (max. Flächendeckung 300%, gestrichenes Papier, Papierklasse 1/2)
- ISOwebcoated.icc (gestrichenes Papier, Papierklasse 3, LWC)
- ISOuncoated.icc (ungestrichenes Papier, Papierklasse 4)
- ISOuncoatedyellowish.icc (ungestrichenes gelbliches Papier, Papierklasse 5)
- SC_paper_eci.icc (SC Papier, super calandered, satiniert),

Endlosdruck
(ISO, cof, Papierklasse):

- ISOcofcoated.icc (mattgestrichenes Papier)
- ISOcofuncoated.icc (ungestrichenes Papier)



4.3.3-1: Vergleich von eciRGB v2 (links) und sRGB (rechts)



4.3.3-1: Vergleich von ISO Coated v2 (links) und ISOnewspaper26v4 (rechts)

Die Profile findet man im Internet unter www.eci.org.

Speziell für Zeitungen findet man unter www.ifra.com die aktuellen 4c-Profile und Grauprofile.

Tiefdruck (PSR, gravure, Papierart):

- PSRgravureLWC.icc
(gestrichenes Papier mit geringem Flächengewicht)
- PSRgravureSC.icc
(superkalandriertes Papier)
- PSRgravureMF.icc
(mittelfeines Papier)

Die Standardisierung im Flexo- und Siebdruck ist derzeit noch nicht so weit fortgeschritten, dass Standardprofile verfügbar wären.

RGB-Farbräume (sRGB, Adobe RGB, eciRGB v2, ColorMatch RGB)

Neben standardisierten CMYK Farbräumen gibt es auch entsprechend standardisierte RGB-Farbräume. Die Wichtigsten werden im folgenden beschrieben und ihre Eignung als Arbeitsfarbraum erläutert.

Der sRGB-Farbraum ist ein kleiner Farbraum, der dem durchschnittlichen Monitorfarbraum von CRT-Monitoren entspricht. Mit einer Farbtemperatur von 6500K und einem Gamma von 2.2 ist er speziell für das Internet und Multimedia-Anwendungen konzipiert. Viele Digitalkameras arbeiten im sRGB-Farbraum.

ColorMatch RGB ist ein etwas größerer Farbraum als der sRGB-Farbraum und lehnt sich mit einer Farbtemperatur von 5000K sowie einem Gammawert von 1.8 an die Tonwertzunahme im Offsetdruck an.

Der Adobe RGB (1998) Farbraum ist noch ein wenig größer als sRGB und ColorMatch RGB und wird oft von professionellen Digitalkameras genutzt. Er hat eine Farbtemperatur von 6500K und einem Gamma von 2.2.

Die ECI stellt mit dem eciRGB v2 einen Farbraum zur Verfügung, der sich mit einer Farbtemperatur von

5000K als Arbeitsfarbraum für den Offsetdruck empfiehlt. Er deckt mit seiner Größe den Offsetdruck auf gestrichenem Papier fast vollständig ab. Doch die Größe des eciRGB-v2-Farbraumes, welche die meisten Monitorfarbräume übertrifft, birgt die Gefahr, dass sehr gesättigte Farben am kleineren Monitorfarbraum nicht dargestellt und damit Bilder nicht richtig eingeschätzt und bearbeitet werden können.

4.3.4 Erstellen von Profilen

Es gibt etliche Produkte zur Profilerstellung mit unterschiedlichem Funktionsumfang und unterschiedlicher Qualität. Neben der Software zur Profilerzeugung benötigt man ein Messgerät (Spektralfotometer oder Colorimeter), dessen Qualität ebenfalls in das Profil einfließt.

Als Voraussetzung für die Profilerstellung gilt, dass das zu charakterisierende Gerät optimal eingestellt (kalibriert) ist und dieser Zustand sich nicht verändert. Wird zum Beispiel nachträglich die Helligkeit oder der Kontrast eines Monitors geändert, ist das zuvor erstellte Profil hinfällig.

Analog dazu bereiten sehr dynamische Prozesse, wie der konventionelle Offsetdruck mit all seinen schwankenden Faktoren (Druckfarben, Farb-Wasserbalance, Temperatur, unterschiedliche Materialien mit verschiedenen Fertigungstoleranzen etc.) Probleme bei der Profilerstellung. Um einen entsprechenden Mittelwert zu bekommen, empfiehlt es sich eine möglichst große Basis von Charakterisierungsdaten verschiedener Materialkombinationen und „Maschinenzustände“ zur Profilerstellung zu nutzen.

Zur Profilerstellung wird ein Testchart als Druck ausgegeben und spektral vermessen. Jeder Softwarehersteller bietet ein eigenes Testchart an, aber es gibt mit dem IT8/7.3 (ISO 12642) und ECI 2002 (ISO 16614) auch unabhängige Testcharts, die von den meisten Programmen unterstützt werden. Die

Software vergleicht das Messergebnis mit den Referenzwerten und berechnet ein Profil für das Ausgabegerät (Proofdrucker, Druckmaschine...). Für dynamische Ausgabegeräte (wie den Offsetdruck) bietet die Software meist noch die Möglichkeit mehrere Messungen zu mitteln, um eine gute statistische Basis zu bekommen. Auch können Angaben zur Separation gemacht werden, wie sie im Abschnitt 4.3.4 Erstellen von Profilen, Separationseinstellungen beschrieben werden.

ECI 2002 Charakterisierungskarte (DIN 16614)

Im Jahr 2002 stellte eine Arbeitsgruppe der ECI ein erweitertes IT8/7 Testchart vor: das ECI 2002 Charakterisierungskarte. Es beinhaltet nicht nur die 928 Farbfelder des IT8/7.3 sondern weitere 557 Felder zur genaueren Charakterisierung. Das Ziel der ECI war es, neben einer exakteren Charakterisierung ein einheitliches Chart für alle Charakterisierungsprozesse und Profilierungsprogramme zu schaffen. Es ist unter www.eci.org im Downloadbereich in zwei Versionen frei verfügbar. Eine sortierte Version (Visual Layout) für Digitaldrucksysteme sowie eine gemischte Version (Random Layout) für konventionelle Druckprozesse stehen zur Auswahl. Beiden Versionen liegen die entsprechenden Referenzdateien bei.

Linearisierungstargets

Vor der eigentlichen Profilierung müssen Proofdrucker, die technisch bedingt keinen linearen Tonwertverlauf aufweisen, linearisiert werden. Meist bietet die mitgelieferte Software bereits einen „Linearisierungs- und/oder Profilierungsassistenten“ an, der den Benutzer durch den Linearisierungsprozess begleitet und auch das oftmals herstellereinspezifische Linearisierungstarget ausdrückt. Das Target besteht aus CMYK-Farbfeldern mit unterschiedlicher Flächendeckung zur Ermittlung einer Tonwertkurve für jeden Farbkanal. Nachdem das gedruckte Target getrocknet ist (ca. 30 Minuten bei Tintenstrahlsystemen), wird es spektralfotometrisch ver-

messen. Die Software berechnet aus den Messwerten die aktuellen Tonwertkurven und die Korrekturen zur Linearisierung. Gerade bei Inkjet-Druckern sollte zusätzlich ein Inklimit-Target zur Bestimmung des maximalen Farbauftrags für den jeweiligen Bedruckstoff gedruckt werden. Dieses wird nicht nur messtechnisch (maximale Dichte), sondern auch visuell beurteilt. Bei der visuellen Beurteilung wird festgestellt, bei welchem maximalen Farbauftrag feinste Nuancen sichtbar bleiben. Des Weiteren kann die kleinste lesbare Schriftgröße ermittelt werden.

Hardware-Anforderungen (Spektralfotometer)

Sowohl Dreibereichsmessgeräte (Colorimeter) wie auch Spektralfotometer können zur Monitorkalibrierung verwendet werden. Der Einsatzbereich der preiswerten Colorimeter erschöpft sich damit aber auch schon, während Spektralfotometer auch die Charakterisierungscharts aller Ausgabegeräte wie Proofdrucker und Druckmaschinen messen können.

Spektralfotometer gibt es in diversen Ausführungen, angefangen vom einfachen Handgerät für Einzelmessungen, über manuell geführte Geräte zur Messung ganzer Messstreifen bis hin zu automatischen Geräten, die ein komplettes Chart mit über 1000 Messfeldern in zehn bis 15 Minuten vermessen. Einige Geräte sind auf eine Aufgabe hoch spezialisiert, während andere universell einsetzbar sind. Auch die Preise sind entsprechend unterschiedlich. Preiswerte Colorimeter fangen bei ca. 300 Euro an und gute Spektralfotometer können durchaus 3000 bis 4000 Euro kosten. Daher sollte man sich vor der Anschaffung eines Spektralfotometers zunächst Gedanken über den Einsatzzweck machen, um das optimale Gerät für die individuellen Bedürfnisse zu finden.

Software-Anforderungen (Colormanagement-Software)

Hauptaufgabe einer Farbmanagement-Software ist es, Farbprofile zu erstellen und zu bearbeiten, Farbraum Umfangsanpassungen (Gamut mapping) vorzunehmen sowie Farbraumtransformationen durchzuführen.

Es gibt diverse Profilerstellungsprogramme auf dem Markt, die in verschiedenem Funktionsumfang für die jeweilige Zielgruppe angeboten werden. Daher gilt es zunächst die Geräte zu bestimmen, die profiliert werden sollen, um den Funktionsumfang der Software und des benötigten Messgerätes zu definieren. Preislich interessant sind sogenannte Bundle, die aus einem Software/Messgerätpaket bestehen.

Neben der Profilerstellung für diverse Ein- und Ausgabegeräte bieten einige Programme die Möglichkeit Messdaten zu vergleichen und zu vermitteln (ggf. gewichtet), Profile zu analysieren und bearbeiten und Empfehlungen zum Aufbau von Schmuckfarben geben. Auch der Sechsfarbedruck (Hexachrome) wird von einigen Produkten unterstützt.

Ist der Funktionsumfang einer Color-Management-Software noch leicht zu erkennen, ist es für einen Anwender nicht möglich die Qualität mit vertretbarem Aufwand zu ermitteln.

Folgende Qualitätskriterien seien hier dennoch genannt: akkurate Modulation der Messwerte, möglichst verlustfreie Hin- und Rücktransformation sowie glatte Verläufe ohne Abrisse.

Separationseinstellungen

Als Separation bezeichnet man die Farbraumkonvertierung in einen Ausgabefarbraum wie dem Offsetdruck. Wie bei einer konventionellen Separation mit Separationskurven, müssen bei der Separation mit ICC-Profilen die Separationseinstellungen abhängig vom Druckverfahren, Raster und eingesetzten Materialien gewählt werden. Hier werden die Separationseinstellun-

gen bereits bei der Ausgabeprofilierung in der jeweiligen Profilerstellungssoftware gemacht, was auch bedeutet, dass sich Umfang und Namen der Einstellmöglichkeiten je nach Software unterscheiden.

Abhängig von Druckverfahren und Papier wird der Gesamtfarbauftrag eingestellt. Theoretisch können von jeder Farbe 100 % übertragen werden, was praktisch bei den meisten Druckverfahren aber aufgrund von Farbnahmeverhalten (ist bereits eine Farbschicht gedruckt, wird die nasse Farbe die nächste Farbschicht schlechter annehmen als das unbedruckte Papier) und Ablege- bzw. Abschmierproblemen nicht möglich ist. Unter Ablegen versteht man die Übertragung von Farbe eines druckfrischen Bogens auf die Rückseite eines anderen Bogens (zum Beispiel im Stapel). Bei einem Abschmieren kommt noch eine Bewegung hinzu, sodass die Farbe verschmiert wird (zum Beispiel bei der anschließenden Weiterverarbeitung).

Auch kommt es bei hohen Farbschichtdicken leicht zu Farbführungs- und damit verbundenen Tonwertschwankungen.

Der Gesamtfarbauftrag beträgt für den Offsetdruck je nach Papiertyp 240 % (Zeitungsdruck) bis 330 % (Bogenoffsetdruck, gestrichenes Papier). Wird später das Profil zur Separation eingesetzt, begrenzt es die Farbmenge automatisch auf den einmal eingestellten Wert.

UCR- und GCR-Separation

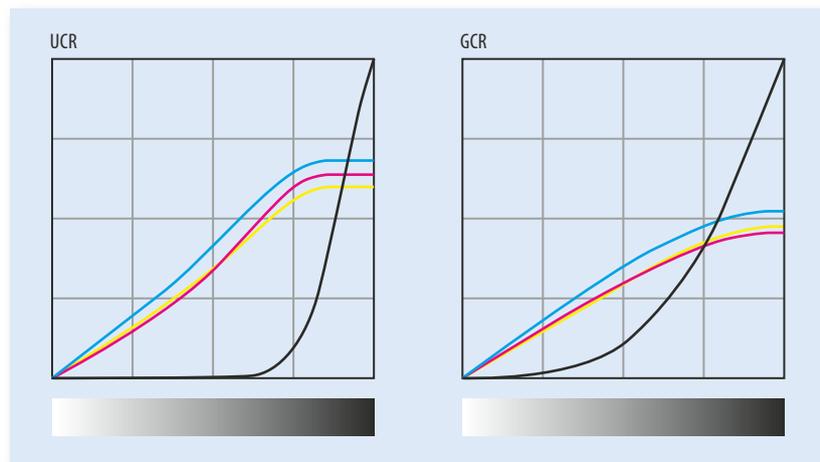
Mit Under Color Removal (UCR) und Gray Component Replacement (GCR) stehen zwei verschiedene Separationsmethoden zur Verfügung. Bei UCR, auch Unterfarbentfernung genannt, wird in dunklen Bildstellen, den sogenannten Tiefen, das Cyan, Magenta und Gelb reduziert und durch ein starkes Schwarz (Skelettschwarz) ersetzt. Theoretisch ergeben die drei Grundfarben im Übereinanderdruck zwar Schwarz, aber praktisch (aufgrund nicht idealer Pigmente sowie anderer Stoffe in der Druckfarbe) ergibt sich nur ein dunkles Braun.

Graue Flächen (Lichter und Mitteltonbereich) werden vom UCR nicht verändert und bestehen immer noch hauptsächlich aus Cyan, Magenta und Gelb. Da das menschliche Auge aber, gerade im Graubereich, minimale Abweichungen als Farbschwankung wahrnimmt, ist es für den Drucker genauso wichtig wie schwierig, hier die richtige Graubalance zu halten.

Eine GCR (Unbuntauflbau) Separation kommt dem Drucker in diesem Fall entgegen. GCR geht davon aus, dass gleiche Anteile aller drei Farben nur zur Verdunkelung des Farbtons beitragen und ersetzt im Extremfall (starkes GCR) alle gleichen Farbanteile durch Schwarz. Die Farbe sieht immer noch gleich aus, wird jedoch anders zusammengesetzt. (Beispiel Grau: im UCR $C = 25\%$, $M = 25\%$, $Y = 25\%$, $K = 0\%$ und im GCR $C = 0\%$, $M = 0\%$, $Y = 0\%$, $K = 25\%$. Dieses Zahlenbeispiel gilt nur für ideale Farben und muss bei realen Farben entsprechend der Graubalance angepasst werden). Damit reduziert GCR nicht nur den Gesamtfarbauftrag mit all seinen Problemen sondern spart auch Druckfarbe. Es sollte in diesem Zusammenhang nicht verschwiegen werden, dass ein zu starker GCR-Einsatz zu „grauen“ Hauttönen aufgrund fehlender Cyan-, Magenta- und Gelbanteilen führen kann. Da es keine verbindliche Definition zur Stärke des GCR in der Software gibt, hilft nur ausprobieren.

Manchmal wirken auch die dunkelsten Stellen im Bild blass, wenn sie nur aus Schwarz aufgebaut sind. Hier hilft Under Color Addition (UCA) auf deutsch Unterfarbengabe mit ein wenig bunter Farbe nach. Die Bilder ähneln nach der Buntfarbenaddition wieder mehr dem UCR-Ergebnis, benötigen aber auch wieder mehr Farbe.

Aus der Wahl des Farbaufbaus ergibt sich im Prinzip auch der Schwarzaufbau. Eine UCR-Separation hat ein kurzes schmales Schwarz (Skelettschwarz), um den Kontrast in dunklen Bildteilen zu verstärken, während eine GCR-Separation als



4.3.4-1: Schwarzaufbau bei Unterfarbentfernung (UCR) und Unbuntauflbau (GCR)

Ersatz entsprechender Buntfarben ein langes breites Schwarz aufweist. Das Skelettschwarz einer UCR-Separation beginnt später im Tonwert, als das lange breite Schwarz einer GCR-Separation. Üblicherweise kann der Einsatzpunkt des Schwarz als Prozentwert in der Software gewählt werden.

4.4 Rendering Intents

Bei der Überführung (Konvertierung) von Farben eines Farbraums in einen anderen Farbraum unterschiedlicher Größe und Form müssen einige Farben angepasst bzw. verändert werden. Dazu kann der Anwender einen von vier definierten „Rendering Intents“ entsprechend seiner Absicht wählen.

Mit Hilfe von Software kann man sich Farbräume zwei- oder sogar dreidimensional anzeigen lassen und miteinander vergleichen. Beim Vergleich von RGB-Farbräumen fällt auf, dass Eingabegeräte wie Scanner und Digitalkameras den größten Farbraum aufweisen, gefolgt von Fotomaterial wie Dias. Kleinere Farbräume besitzen Monitor und noch kleiner sind die Farbräume der Druckverfahren. Daraus ergibt sich, dass sich viele Farben eines digital oder analog aufgenommenen Bildes nicht im Druck reproduzieren lassen.

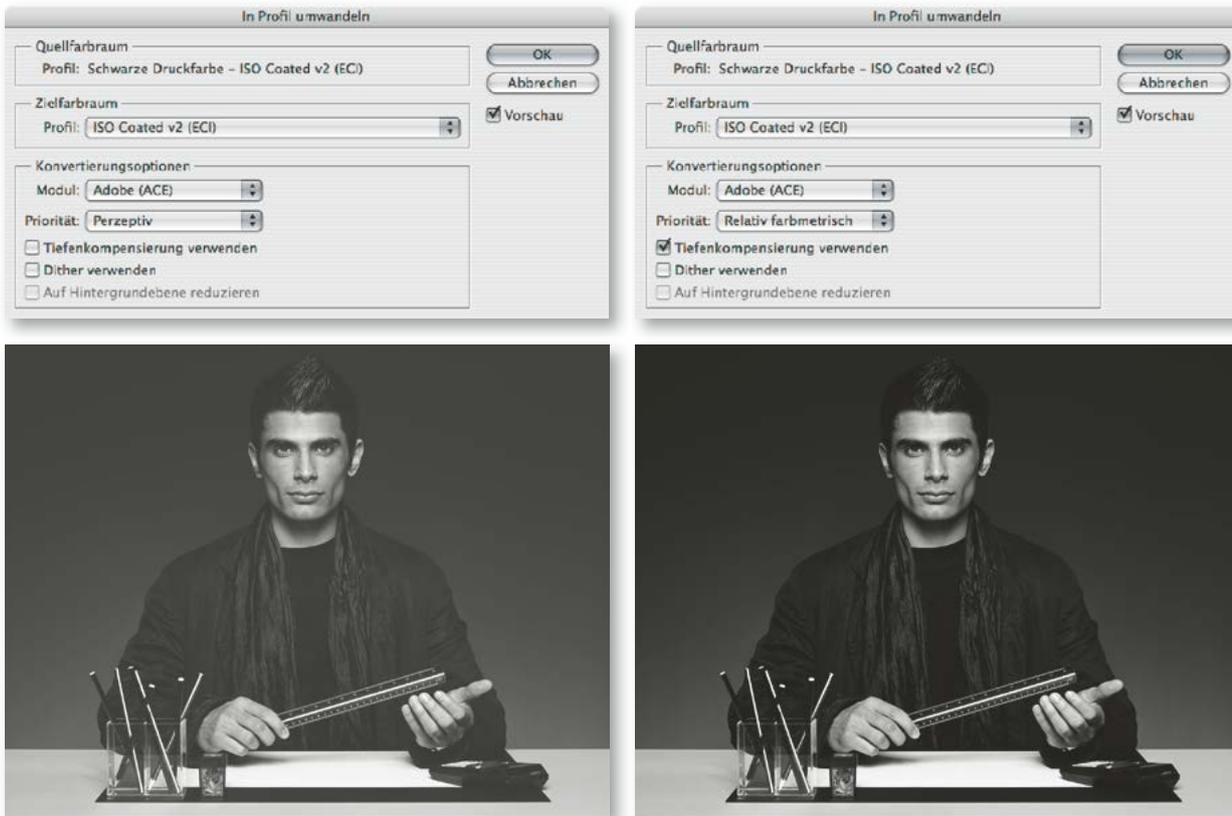
Die nicht reproduzierbaren Farben werden in den Zielfarbraum „verschoben“, was man als Gamut

Mapping bezeichnet. Entsprechend des Bildinhalts und der Absicht beim Konvertieren, gibt es vier verschiedene Arten des Gamut Mapping (Rendering Intent: perceptiv, Sättigung, relativ farbmetrisch und absolut farbmetrisch), die nachfolgend erklärt werden.

Wichtig bei der Konvertierung ist die Anpassung des Weißpunktes vom Quellfarbraum zum Zielfarbraum. Ohne diese automatische Anpassung im ICC-Profil würden entsprechende Farbwerte einfach entfallen. Für den Schwarzpunkt muss diese Automatik unter der Bezeichnung „Black Point Compensation“ manuell eingestellt werden.

Die Funktion „Helligkeitskompensation“ bewirkt die gleichmäßige Verteilung der Farbwerte zwischen dem Weißpunkt und dem Schwarzpunkt. Ist diese aktiviert, wird aus einem $L^* = 50$ wieder ein mittlerer Helligkeitswert.

● Praxismodul: P01-M06-RenderingIntents.pdf



4.4-1: Graustufen-Bild ohne Profil konvertiert mit perzeptivem Rendering Intent (links) und mit relativ farbmtrischem Rendering Intent in Verbindung mit Tiefenkompensierung (rechts)

4.4.1 Perzeptiv

Der perzeptive Rendering Intent bedeutet „fotografisch“ oder „wahrnehmungsgemäß“. Er verschiebt die Farborte aller Farbtöne eines Bildes, bis diese in den gewählten Zielfarbraum passen. Bei der Reproduktion von Bildern ist die exakte Wiedergabe einzelner Farben weniger wichtig als die Beziehung der Farben zueinander. Man nimmt daher bei Bildern den perzeptiven Rendering Intent, damit das Bild nach dieser Konvertierung farblich genau so ausgeglichen wirkt wie vorher, nur insgesamt etwas blasser.

4.4.2 Sättigung

Der Rendering Intent Sättigung bedeutet sättigungserhaltend. Er ist für Geschäftsgrafiken und Diagramme gedacht. Bei Präsentationen ist der eigentliche Farbort oft weniger wichtig als die Leuchtkraft der Farbe. So werden alle Farben möglichst gesättigt dargestellt, was nicht selten zu einer starken Veränderung des

Farbeindrucks führt. Für die Bildbearbeitung ist dieser Rendering Intent nicht zu empfehlen!

4.4.3 Relativ farbmtrisch

Beide farbmtrischen Rendering Intents (relativ und absolut farbmtrisch) geben die Farborte möglichst unverändert wieder. Nur Farben, die außerhalb des Zielfarbraums liegen, werden auf den nächstmöglichen Farbort im Zielfarbraum verschoben. Die gute Wiedergabe von Logos wird durch die Verschiebung von Farborten auf den Rand des Zielfarbraums erreicht aber mit entsprechendem Detailverlust erkauft.

Der relativ farbmtrische Rendering Intent setzt zusätzlich den Weißwert des Quellfarbraums auf den Weißwert des Zielfarbraums. So bleiben weiße Bildstellen als solche im Zielfarbraum erhalten.

Bei der Umrechnung von Bildern zwischen zwei annähernd gleichgroßen Farbräumen wie Scanner- oder Digitalkamerafarbraum zu

Monitorfarbraum wird der relativ farbmtrische Rendering Intent verwendet. Dieser kommt ebenfalls bei der Konvertierung von Grafiken und Logos zum Einsatz, um die Firmenfarbe möglichst gut zu reproduzieren.

Der relativ farbmtrische Rendering Intent wird auch zum Proofen ohne Papierweißsimulation (wenn zum Beispiel auf Auflagenpapier geprooft wird) eingesetzt.

Je nach Bildinhalt kann der relativ farbmtrische Rendering Intent mit aktivierter „Tiefenkompensierung“ als Alternative zum perzeptiven Rendering Intent bei der Bildreproduktion genutzt werden (siehe 4.4.5 Tiefenkompensierung und Dithering).

4.4.4 Absolut farbmetrisch

Der absolut farbmetrische Rendering Intent verändert keine Farben, die im Quell- wie Zielfarbraum darstellbar sind. Der Unterschied zum relativ farbmetrischen Rendering Intent besteht darin, dass der Weißpunkt nicht angepasst wird. Beim Proof wird so der Bedruckstoff mitsimuliert (ein gelbliches Zeitungspapier wird zum Beispiel auf dem weißen Proofpapier mittels Farbe nachgestellt).

Der Weißpunkt des Quellfarbraums muss immer im Zielfarbraum liegen, da dieser sonst auf dem Weißpunkt des Zielfarbraums abgebildet wird.

Der absolut farbmetrische Rendering Intent wird zum Proofen mit Papiersimulation verwendet.

4.4.5 Tiefenkompensierung und Dithering

Um die dunkelste (tiefste) Farbe des Quellfarbraums an die dunkelste Farbe des Zielfarbraums anzupassen, sollte die Funktion „Tiefenkompensierung“ aktiv sein. Der Weißpunkt wird bei der Verwendung von ICC-Profilen automatisch angepasst.

Zur Verbesserung der Farbgenauigkeit kann die Funktion „Dithering“ aktiviert werden. Ist es nicht möglich einen Farbton wiederzugeben, wird dieser bei aktivem Dithering aus zwei benachbarten Farbtönen zusammengesetzt, die reproduzierbar sind.

4.5 Profilierung von Monitoren und Scannern

Jeder Monitor hat individuelle Geräteeigenschaften, die durch unterschiedliche Komponenten, Produktionstoleranzen sowie seine Vergangenheit beeinflusst werden. Um diese abzubilden, wird ein ICC-Profil erstellt, welches den geräteabhängigen RGB-Farbraum des Monitors mit dem geräteunabhängigen XYZ-Farbraum verknüpft. Die RGB-Farben eines

Monitors kommen den XYZ-Farbwerten des gleichnamigen Farbsystems recht nahe, und werden daher mit einer Matrixoperation im XYZ-Farbsystem beschrieben. Neben den üblichen Einträgen wie Header, Tag Table, Copyright und Beschreibung beinhaltet ein Monitorprofil auch eine Beschreibung des Weißpunktes sowie der RGB-Farborde im XYZ-Farbraum und die dazugehörigen Gammakurven (Red, Green and Blue Trace) als Information zum Helligkeitsverlauf. Gemessene Stützpunkte sind die Basis für die Matrixoperation. Liegen keine Gammakurvenwerte vor, geht das System von einem linearen Verhalten aus.

Bei der Monitorprofilierung wird das ganze System, bestehend aus Monitor und Grafikkarte, profiliert. Wird die Grafikkarte getauscht oder der Monitor an einem anderen Rechner betrieben, empfiehlt es sich ein neues Monitorprofil zu erstellen.

Vor der Erstellung eines Profils muss der Monitor kalibriert werden. Für die Produktion von Druckprodukten sollten die Farbtemperatur auf 5000 Kelvin und der Gammawert auf 1.8 eingestellt werden. Zur Produktion von Multimedia-Produkten die Farbtemperatur auf 6500 Kelvin und der Gammawert auf 2.2 einzustellen, was dem sRGB-Farbraum bzw. einem durchschnittlichen unkalibrierten PC-Monitor entspricht. Die Hardwarekalibration direkt am Monitor oder der Grafikkarte ist einer Softwarelösung immer vorzuziehen, weil eine Software mithilfe einer Korrekturkurve die möglichen 256 Abstufungen pro Kanal auf eine geringere Anzahl umrechnet. (Zum Beispiel könnte der Wert 240 als Maximalwert definiert werden. Die Werte von 0–255 würden dann auf 0–240 reduziert, was sich unter Umständen in Form von Abrissen in Tonwertverläufen negativ auf die Bildqualität auswirkt).

4.5.1 Anforderungen an CM-fähige Monitore

An erster Stelle der Anforderungsliste für einen farbverbindlichen Monitor steht eine gleichmäßige Ausleuchtung und Farbwiedergabe. Der Monitor sollte eine möglichst hohe Leuchtdichte aufweisen (mindestens 120 cd/m²), denn die Helligkeit lässt mit zunehmenden Betriebsstunden nach. Es ist empfehlenswert Monitore an Bildbearbeitungsplätzen ca. alle drei Jahre zu ersetzen. Die ersetzten Monitore können für andere, nicht farbverbindliche Arbeitsplätze selbstverständlich weitergenutzt werden.

Kontrast und Farbtemperatur sollten einstellbar sein, wobei eine Farbtemperatur von 5000 K für den Druckbereich und 6500 K für den Multimediabereich empfohlen wird. Sollte eine Aufsichtsvorlage unter D50 Lichtbedingungen im Leuchtkasten weniger gelblich erscheinen als das Softproof am Monitor, so kann der Monitor auch auf einen Wert bis 6000K umgestellt und erneut charakterisiert werden.

Bei hochwertigen LCD-Monitoren ist eine hardwareseitige Gammakorrektur möglich, während es diese Option bei CRT-Monitoren nicht gibt. Generell sollte eine hardwareseitige Kalibrierung gegenüber einer Softwarelösung bevorzugt werden (siehe folgende Seite: Charakterisierung von Monitoren und Scannern).

Die UGRA hat mit dem Ugra Display Analysis und Certification Tool (UDACT) ein interessantes Werkzeug zur Prüfung und Zertifizierung der Farbverbindlichkeit des individuellen Monitors auf den Markt gebracht.

Aus ergonomischer Sicht sollte ein CRT-Monitor eine Bildwiederholfrequenz von mindestens 75 Hz bei der gewünschten Auflösung haben.

Für fast alle hochwertigen Monitore stellt der Hersteller ein Standardprofil für die Baureihe zur Verfügung. Für eine farbverbindliche Darstellung am Monitor ist aber ein selbst erstelltes Profil mit allen individuellen Einstellungen erforderlich.

4.5.2 Monitore profilieren (charakterisieren)

Um einen stabilen Arbeitszustand zu erreichen, benötigt ein Monitor ca. 30 Minuten nach dem Einschalten. Nach dieser Zeit kann mit der Kalibrierung und Charakterisierung eines Monitors begonnen werden.

Vor der Charakterisierung muss der Monitor nachkalibriert werden. Dazu wird die Farbtemperatur am Monitor auf 5 000 K (Druck) oder 6 500 K (Multimedia) und der Gammawert des Monitors auf 1.8 (Druck) oder 2.2 (Multimedia) gesetzt. Einige Programme bieten die Möglichkeit, alle Einstellungen wie Farbtemperatur, Gamma, Helligkeit und Kontrast messgerätegestützt durchzuführen. Ist der Monitor optimal eingestellt, dürfen die gewählten Einstellungen nachträglich nicht mehr verändert werden.

Um mit der Charakterisierung zu beginnen, schaltet man ggf. einen vorhandenen Bildschirmschoner aus und startet die Software zur Profilerstellung. Für ein optimales Ergebnis ist des Weiteren auf einen sauberen Bildschirm und gedämpftes Umgebungslicht zu achten. Bei einigen Monitoren kann zusätzlich eine Entmagnetisierung (Degauss) durchgeführt werden, um mögliche Einflüsse auf das Profil auszuschließen.

Alle auf dem Markt verfügbaren Produkte führen den Anwender menügesteuert bis zum fertigen Profil. Dabei werden farbige Flächen auf dem Monitor dargestellt und ausgemessen, bevor das Profil am Ende generiert wird. Eine exemplarische Vorgehensweise finden Sie im Praxisteil.

Abhängig von den monatlichen Betriebsstunden sollte alle 3 – 4 Monate ein neues Monitorprofil erstellt werden.

4.5.3 Anforderungen an CM-fähige Scanner

Die Qualität eines Scanners bestimmt sich aus der Auflösung, Farbtiefe, der Schärfe und dem Tonwertumfang. Die Farbtiefe (Anzahl an Bit pro Farbkanal) und der

Tonwertumfang (Gerätefarbraum) sind besonders wichtig für die Farb- reproduktion. Beide sollten möglichst groß sein, um Verluste durch die Bildbearbeitung zu minimieren.

4.5.4 Scanner profilieren (charakterisieren)

Scanner können nicht kalibriert werden, deshalb entspricht die Charakterisierung einer Kalibrierung. Wie beim Monitor benötigt auch die Lampe eines Scanners eine gewisse Aufwärmzeit (ca. 20 Minuten).

Vor der Charakterisierung ist die Sauberkeit des Vorlagenhalters und der Vorlage zu prüfen. Die Vorlage zur Charakterisierung ist ein Scannertarget, das als Aufsichtsvorlage auf Fotopapier (IT8.7/2) oder als Durchsichtsvorlage als Dia (IT8.7/1) verfügbar ist.

Das IT 8.7 genannte Scannertarget besteht aus 228 bis 264 Farbfeldern sowie 24 abgestuften Graufeldern. Mit Agfa, Fuji und Kodak bieten alle drei großen Filmmaterialhersteller ein IT 8.7 Chart an. Von Agfa und Kodak gibt es zu jeder Produktionscharge dieser Charts eine vermessene Referenzdatei mit den $L^*a^*b^*$ -Werten der Felder. Fuji vermisst jedes Chart individuell, was sich aber auch im Preis niederschlägt. Um Metamerie-Effekte zu vermeiden, sollte das passende Chart zum (hauptsächlich) genutzten Filmmaterial verwendet werden. Metamerie bedeutet, dass Farben unter bestimmten Lichtbedingungen gleich wirken, obwohl sie unterschiedliche spektrale Remissionskurven aufweisen (siehe Kapitel Druck und Veredelung 6.4 Metamerie).

Links unten auf dem Chart findet man das Produktionsdatum (Jahr und Quartal) mit dessen Hilfe die richtige Referenzdatei dem Chart zugeordnet werden kann. Trotz guter Lagerung (dunkel, nicht zu hohe Luftfeuchtigkeit) altern diese Charts und müssen ca. alle drei bis vier Jahre ersetzt werden.

Zur Scanner-Charakterisierung wird der schwarz umrandete Bereich des IT8.7 Chart mit der Grundeinstellung gescannt, die

später auch verwendet werden soll. Alle Korrekturfunktionen der Scannersoftware, wie Farb-, Kontrast- und Schärfekorrekturen sowie die Funktion „Enrasterung“ sind dabei auszuschalten. Der Scan erfolgt wie von der Software vorgegeben (Aufsicht meist 120 dpi, Durchlicht ca. 180 dpi) ohne Größenskalierung und wird, wenn nicht anders verlangt, als RGB im TIFF-Format abgespeichert.

In der Software zur Profilerstellung werden die Farbfelder der gescannten Datei mit den Messungen aus der mitgelieferten Referenzdatei verrechnet und das Profil für den Scanner und die gewählte Vorlagenart erzeugt. Je nach Software, besteht bei der Profilerstellung die Möglichkeit, die Profilgröße und damit die Genauigkeit des Profils zu wählen, sowie weitere Einstellungen vorzunehmen. Zum Schluss wird das Scannerprofil im entsprechenden Ordner abgelegt und steht dort für andere Programme wie Photoshop zur Verfügung.

4.6 Colormanagement-Einstellungen

Erst mit den korrekten Einstellungen im Betriebssystem und den Anwendungsprogrammen lässt sich Colormanagement richtig nutzen. Leider sind die Vorgaben in den Einstellungen (Defaulteinstellungen) meist allgemein gehalten und selten auf die speziellen Anforderungen der Bildbearbeitung für den Druckprozess abgestimmt. Daher ist es unumgänglich, die Einstellungen zu prüfen und ggf. anzupassen.

4.6.1 Betriebssystem-Einstellungen

Farbmanagement-Systeme sind heute Bestandteil des Betriebssystems. Daher arbeiten nur bestimmte Versionen von Farbmanagement-Systemen mit entsprechenden Versionen des Betriebssystems zusammen. Der vorgegebene Ordner für die ICC-Profile kann sich ebenfalls von Version zu Version unterscheiden und ist speziell unter Windows etwas versteckt.

Windows verfügt über das Colormanagement-System ICM (Image Color Matching), welches in der Version 1.0 von Kodak und in der 2.0 Version von Heidelberg entwickelt wurde.

ColorSync ist das Farbmanagement-System von Apple, das von Linotype-Hell (heute Heidelberg) geschrieben wurde. Die aktuelle Version unter Mac OS X bietet neben den Einstellungen der Profile auch die Möglichkeit, diese zu untersuchen und zu reparieren sowie unter dem Menüpunkt „Filter“ die Konvertierungseinstellungen für wiederkehrende Abläufe zu definieren.

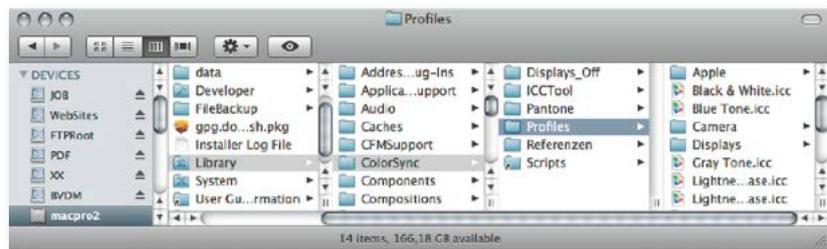
Die Idee der im Betriebssystem integrierten Colormanagement-Software ist es, dass Einstellungen zum Farbmanagement nur einmal zentral vorgenommen werden müssen und alle Programme darauf zugreifen können. Programme nutzen damit die gleichen Color Matching Modules (CMMs) und Profile zur Bildverarbeitung und Darstellung.

4.6.2 Software-Einstellungen

Erste Anwendungsprogramme übernehmen die Einstellungen der Colormanagement-Software im Betriebssystem bereits automatisch, während die Mehrzahl noch nach entsprechenden Einstellungen durch den Bediener verlangt. Im Allgemeinen lohnt ein Blick in die jeweiligen Farbmanagementsinstellungen zur Kontrolle, zumal einige Programme weiterführende Einstellungsmöglichkeiten bieten.

Farbeinstellungen in der Bildbearbeitungs-Software

Ein Beispiel für Einstellmöglichkeiten, die über die Farbmanagement-Software des Betriebssystems hinausgehen, ist Adobe Photoshop. Ab Version 5 bietet Photoshop eine Farbmanagementfunktionalität, die einen gewählten Arbeitsfarbraum unabhängig vom Monitorfarbraum zulässt. Auch die Optionen „Tiefenkompensierung“ und „Dithering“ (siehe Abschnitt 4.4.5



4.7-1: Speicherort der ICC-Profile unter Mac OS X

Tiefenkompensierung und Dithering in diesem Kapitel) sind sinnvolle Ergänzungen.

Eine Übung zur Einstellung von Photoshop befindet sich im Praxissteil.

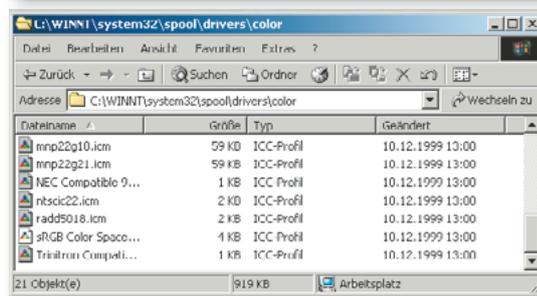
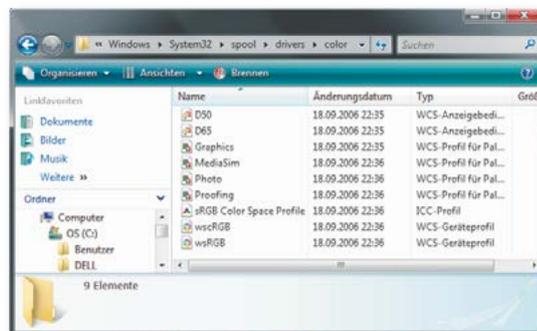
Farbeinstellungen in Satz-, Grafik- und Layoutsoftware

Auch Satz-, Grafik- und Layoutprogramme bemühen sich zunehmend um Farbmanagementfunktionalität. Dabei ist das Farbmanagement nicht immer direkt im Programm implementiert, sondern kann unter Umständen

über Erweiterungen eingebunden sein. Auf jeden Fall müssen die Farbeinstellungen geprüft und ggf. entsprechend der Workflowstrategie angepasst werden.

4.7 Arbeiten mit ICC Profilen

ICC-Profile beinhalten die Charakterisierungsdaten der am Prozess beteiligten Geräte und stellen die Basis des Colormanagement dar. Alle ICC-Profile müssen in einem bestimmten Ordner abgelegt sein, damit die Programme und die Farbmanagement-Software sie finden.



4.7-2: Speicherort der ICC-Profile unter Windows Vista (oben), Windows XP (Mitte) und Windows 2000 (unten)

Einige Programme, wie Photoshop, lesen die Profile nur beim Programmstart. Profile, die bei laufendem Programm in den entsprechenden Ordner gelangen, werden daher erst nach dem Schließen und erneuten Öffnen von Photoshop erkannt.

4.7.1 Zuweisen von Profilen

Beim Öffnen eines Dokumentes ohne angehängtem Profil muss zur Darstellung auf dem Monitor eine Annahme getroffen werden, soweit der Quellfarbraum nicht bekannt ist. Den RGB- oder CMYK-Dateien wird ein Profil als Quellfarbraum zugewiesen, welches dem Bildinhalt auf einem kalibrierten Monitor gerecht wird. Es empfiehlt sich die verbreiteten Profile Adobe RGB und sRGB bzw. ISOcoated v2 (ECI) für CMYK-Dateien zu testen. Auf jeden Fall ist das zugewiesene Profil beim Speichern anzuhängen, um diese Probleme bei folgenden Arbeitsschritten zu umgehen.

4.7.2 Profilkonvertierungen

Unter dem Begriff „Profilkonvertierung“ versteht man das Umrechnen von einem in einen anderen Farbraum. Programme wie Photoshop

bieten verschiedene Konvertierungsoptionen an. Eine Möglichkeit ist die Auswahl des Rechenalgorithmus der CMM (Color Matching Module). Da dieser für das Farbeergebnis mitverantwortlich ist und je nach Hersteller variiert, sollte man sich innerhalb eines Workflow auf die Verwendung der gleichen CMM einigen.

Hinter dem Begriff „Priorität“ versteckt sich die Wahl des Rendering Intent. Für die Umwandlung von RGB zu CMYK ist abhängig vom Bildinhalt entweder „Perceptive“ (Wahrnehmung), oder „relativ farbmetrisch“ mit Tiefenkompensierung, zu wählen. Zum Proofen wählt man „relativ farbmetrisch“ oder „absolut farbmetrisch“, wenn der Bedruckstoff mit simuliert werden soll. Weitere Einstellmöglichkeiten sind Tiefenkompensierung (Anpassung der Dichteumfänge von Quellfarbraum und Zielfarbraum) und Dither (verbesserte Darstellung von Verläufen), die im folgenden beschrieben werden.

4.7.3 Tiefenkompensierung und Dithering

Um alle Tonwertabstufungen zu erhalten, passt die aktivierte Tiefenkompensierung die Dichte-

umfänge von Quellfarbraum und Zielfarbraum einander an. Dithering verbessert die Darstellung von Verläufen und erzeugt glatte Tonwertverläufe. Stufen- und Streifenbildung wird bei der Konvertierung mit aktiviertem Dithering weitgehend vermieden.

4.7.4 Einbetten von Profilen (Speichern-Dialog)

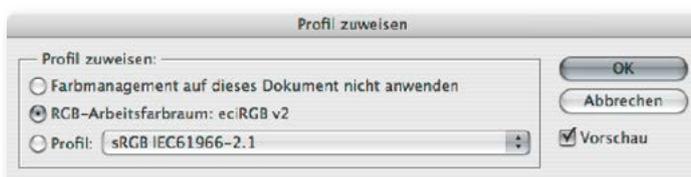
Beim Speichern von Bilddaten empfiehlt es sich, das Profil des Scanners, der Digitalkamera oder den Arbeitsfarbraum anzuhängen. Das eingebettete Profil ermöglicht die richtige Interpretation der RGB-Daten und damit ein farbverbindliches Arbeiten. Umständliche Absprachen bei der Dateiübergabe entfallen und das Bild kann farbverbindlich an einem profilierten Monitor betrachtet und bearbeitet werden. Dem großen Vorteil des farbverbindlichen Arbeitens steht eine größere Datenmenge gegenüber, da jede Datei um die Größe des eingebetteten Profils (ca. 1 kB bis 2 MB) wächst.

Hinweis: Beim späteren Öffnen und Abspeichern von Dateien ist darauf zu achten, dass das Programm nicht selbstständig ein falsches Profil (zum Beispiel das des eigenen Arbeitsfarbraumes) anhängt.

4.7.5 Proof-Ansicht und Separationsvorschau

Nach oder während der Bildbearbeitung im RGB-Modus kann man sich das Resultat im CMYK-Modus von Photoshop simulieren lassen. Voraussetzung dafür sind die richtigen Einstellungen sowie ein kalibrierter Monitor. Über die Einstellung „Farbproof“ im Menü „Ansicht“ wird das Ergebnis als Softproof simuliert. Gesamtfarbauftrag und CMYK-Zusammensetzung lassen sich zusätzlich im Info-Fenster anzeigen.

Nach der Konvertierung in den CMYK-Modus lassen sich einzelne Farbauszüge im Menü „Kanäle“ als Separationsvorschau betrachten.



4.7.1-1: Adobe-Photoshop-Dialog „Profil zuweisen“



4.7.2-1: Adobe-Photoshop-Dialog „In Profil umwandeln“

5 Datenanlieferung

Die kritischste Schnittstelle zwischen dem Kunden und der Druckerei ist die Datenanlieferung. Mangelhafte Dateien müssen oft unter erheblichem Aufwand (finanziell wie zeitlich gesehen) aufbereitet, oder nur mit qualitativen Einschränkungen reproduziert werden. Je kürzer der Zeitraum zwischen Datenanlieferung und Andruck ist, desto wichtiger wird eine gute Kommunikation im Vorfeld.

Zeitpunkt und Art (CD, DVD, DSL etc.) der Datenanlieferung sind genauso zu klären, wie das Datenformat (Empfehlung: PDF/X-4) mit allen Details (Auflösung, Schriften, Profile, Überfüllung, Beschnitt etc.). Eine gute Kommunikationshilfe ist der MedienStandard Druck. Er steht als PDF auf der Homepage des bvdm frei zur Verfügung und beinhaltet technische Richtlinien für Daten, Prüfdrucke und Filme.

Direkt nach dem Eingang der Daten sollten diese geprüft werden, um mögliche Probleme frühzeitig erkennen und noch reagieren zu können. Die Prüfung kann entweder manuell oder automatisch mittels Software erfolgen.

5.1 Datencheck (manuell)

Bei der manuellen Prüfung von Daten ist man gut beraten, diese in das PDF/X Format umzuwandeln. Grundlegende Probleme, wie fehlende Schriften, lassen sich dabei einfach erkennen. Liegen die Daten im PDF/X Format vor, können Prüfwerkzeuge wie PDF Inspector (Callas Software) oder PitStop (Enfocus) eingesetzt werden. Anhand eines konfigurierbaren Prüfprotokolls werden die PDF-Dateien bearbeitet und ein Prüfbericht geschrieben. Falls man die PDF-Dateien nicht manuell öffnen möchte, können auch Ordner zur Überwachung definiert und der Prozess automatisiert werden.

5.2 Datencheck (automatisiert)

Ein automatisierter Datencheck ist vor allem bei großen Datenmengen sinnvoll, wie sie zum Beispiel in Form von Anzeigen bei Tageszeitungen oder Zeitschriften anfallen. Hier helfen serverbasierte Programme wie Asura (OneVision) mit entsprechenden Prüfungsroutinen bis hin zu automatischen Anpassungen. Auch im Fall einer automatischen Anpassung und Korrektur der Daten durch die Software sollte der Kunde, falls Fehler aufgetreten sind, informiert werden, um beim nächsten Auftrag mangelhafte Dateien zu verhindern.

6 Colorserver

Um automatische Farbanpassungen durchzuführen, können sogenannte Colorserver eingesetzt werden. Meist wird ein Eingangsordner („in“) für die jeweilige Transformation angelegt, der vom Colorserver überwacht wird. Sollen zum Beispiel Digitalkamerabilder immer von RGB nach CMYK gewandelt werden, müssen diese nur im entsprechenden in-Ordner abgelegt werden. Der Colorserver schaut in definierten Zeitintervallen in den Ordner (Hotfolder), entdeckt neue Bilder und wandelt diese automatisch nach entsprechenden Vorgaben um. Auch Optionen wie Größe und/oder Auflösung verändern (skalieren) und schärfen können Colorserver übernehmen. Nach der Bearbeitung werden die Bilder in einem anderen Ausgangsordner („out“) gespeichert.

6.1 Farbtransformationen RGB → CMYK

Eine Farbtransformation von RGB nach CMYK wird über den Rendering Intent „relativ farbmetrisch“ mit Tiefenkompensierung oder „perzeptiv“ (wahrnehmungsorientiert) durchgeführt. Der Verbindungsfarbraum zwischen beiden Profilen ist dabei der CIELAB-Farbraum. Separationsparameter, wie Schwarzaufbau und Gesamtfarbauftrag kommen aus dem gewählten CMYK-Profil.

6.2 Farbtransformationen CMYK → CMYK

Bei der Umwandlung von CMYK zu CMYK über einen dreidimensionalen Verbindungsfarbraum (wie CIELAB) würde der Schwarzkanal verloren gehen. Deshalb bedient man sich für diese spezielle Anwendung eines Device-Link-Profiles. Durch die direkte Umwandlung von einem vierdimensionalen in einen anderen vierdimensionalen Farbraum werden nur die gewünschten Parameter (wie die Farbraumgröße oder der Gesamtfarbauftrag) verändert, während der Schwarzkanal proportional angepasst bzw. erhalten werden kann.

Meist werden Device-Link-Profile verwendet, um CMYK-Daten eines allgemeingültigen Profils an die individuellen Druckbedingungen anzupassen. Daher werden die meisten Device-Link-Profile von den Druckereien selbst mittels Profilierungssoftware erstellt.

7 Proof-Erstellung

Proofs werden hauptsächlich zur Kontrolle der Vorstufe eingesetzt, können aber auch dem Drucker als Farbvorlage dienen. Es gibt verschiedene Arten von Proofs.

Mit einem „Contentproof“ wird nur der Inhalt geprüft. Solch eine Prüfung kann als Softproof an einem unkalibrierten Monitor oder als Hardproof eines beliebigen Druckers vorgenommen werden. Zwar sind die Ergebnisse nicht farbverbindlich, aber für die Text- und Layoutkontrolle ausreichend.

Will man das Druckergebnis farbverbindlich vorwegnehmen, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Die aufwendigste Lösung ist der Andruck mit Originalpapier und -farbe.

Liegen Filme vor, kann ein Cromalin (DuPont) auf Auflagenpapier erstellt werden. Obwohl keine Schmuckfarben simuliert werden können, sind die so erzeugten Ergebnisse recht genau.

Proofs lassen sich mit geeigneter Software auch auf Tintenstrahldruckern ausgeben. Laserdrucker sind weniger geeignet, da sie wenig stabil sind und stark auf Luftfeuchtigkeits- und Temperaturschwankungen reagieren. Die Farbverbindlichkeit hängt bei diesen Geräten von vielen Faktoren, wie Software, Farbraum, Kalibrierung etc. ab. Nicht jedes System bietet des weiteren eine Rasterpunktsimulation zur Prüfung von Moirés.

Das Softproof am Monitor ist aufgrund nicht notwendiger Verbrauchsmaterialien eine preiswerte Lösung. Leider erreichen die Selbstleuchter nicht ganz den visuellen Eindruck einer Aufsichtsvorlage.

Zum Abmustern (Beurteilen) eines Proofs benötigt man neutral graue Wände und die richtigen Betrachtungsbedingungen (Normlicht D50). Optimal sind sogenannte Lichtboxen, die mit diversen Lampen für die richtige Ausleuchtung sorgen.

7.1 Hardcopy-Proofs

Die gängigste Methode zur Erstellung eines Hardcopy-Proofs erfolgt mittels Proofsoftware, RIP Drucker (derzeit meist Inkjet), Bedruckstoff und Farbe. Der Farbumfang des Druckers sollte möglichst groß sein, mindestens aber den Farbumfang des zu simulierenden Druckverfahrens aufweisen. Wichtig ist auch die Gerätestabilität (unter gleichen Bedingungen zeitlich konstante Druckqualität) damit das erstellte Profil möglichst lange den Eigenschaften des Druckers entspricht. Damit aus einem „normalen“ Drucker mit entsprechenden Eigenschaften ein Proofdrucker werden kann, muss der Drucker linearisiert und dann profiliert werden.

7.1.1 Linearisierung

Vor allem Tintenstrahldrucker besitzen systembedingt keine linearen Tonwerte. Durch die Linearisierung soll ein definierter und optimierter Zustand hergestellt werden, der

jederzeit wieder erreicht werden kann. Wichtig ist stufenlose Verläufe und Gleichabständigkeiten von Tonwertstufen über den gesamten Tonwertbereich zu erzielen. Gleichzeitig muss ein konstanter Farbauftrag, also eine Homogenität über den ganzen Bogen möglich sein. Je nach Hersteller kann sich der Vorgang der Linearisierung unterscheiden. Manchmal wird erst der Gesamtfarbauftrag ermittelt, bevor ein Testchart gedruckt und ausgemessen wird. Die Messwerte werden zur Linearisierung mit einer Referenzdatei verglichen und ausgewertet. Liegt das Ergebnis in einer definierten Toleranz, kann die Profilierung erfolgen.

Stellen sich im Laufe der Zeit geringe Farbabweichungen ein, kann mit einer Nachlinearisierung der optimierte Zustand wiederhergestellt werden.

7.1.2 Profilierung

Nach erfolgreicher Linearisierung wird ein Testchart ausgegeben. Fast jeder Hersteller von Profilierungssoftware hat eigene Testcharts entwickelt. Meist wird zusätzlich das standardisierte IT8.3 Chart (928 Farbfelder) und neuerdings auch das ECI-2002-Target (1.485 Farbfelder) unterstützt. Das gedruckte Chart wird auf weißem Hintergrund (white backing) zugunsten brillanterer Farben farbmetrisch vermessen und bildet die Basis für das Profil. Die Profilierungssoftware generiert entsprechend der Einstellungen aus den Messungen das Geräteprofil. Neben der Anzahl der Messfelder und der Software ist die Genauigkeit des Messgerätes für die Qualität des Profils verantwortlich.

7.1.3 Simulation

Zur Simulation des Auflagendruckes wird eine RGB-Datei mit Hilfe des „photographic“ Rendering Intent in den CMYK-Farbraum der Druckmaschine transformiert. In einem weiteren Schritt werden die CMYK-Daten mit dem „absolut

farbmetrischen“ Rendering Intent in den CMYK-Farbraum des Proofdruckers überführt. Dabei bleiben die Farborte und der Weißpunkt des Bedruckstoffes erhalten. Das Resultat ist eine Simulation des Druckergebnisses.

7.2 Anforderungen an Proofmedien

Das Substrat des Proof sollte im Idealfall mit dem Bedruckstoff der Auflage identisch sein, zumindest diesem nahe kommen. Bei den meisten Digitalproofsystemen ist dies allerdings verfahrensbedingt nicht möglich. So sind viele der Bedruckstoffe z.B. nicht geeignet in einem Inkjet-Proofverfahren zu werden. Trotzdem sind natürlich durch entsprechende Anpassung z.B. über die Verwendung von ICC-Profilen beim Proofen aussagefähige Proofs möglich. Wichtige Eigenschaften, die den visuellen Eindruck beeinflussen, sind Färbung, Oberfläche (Glanz), optische Aufheller, Lichtechtheit und Alterungsbeständigkeit (Fading) sowie Metamerie (Farben können unter bestimmten Lichtbedingungen gleich wirken, obwohl sie unterschiedliche spektrale Remissionskurven aufweisen (siehe Kapitel Druck und Veredelung 6.4 Metamerie).

7.3 Soft-Proofs

Jeder kalibrierte und profilierte Monitor kann als Softproof verwendet werden. Dazu wird, wie beim Hard-Proof, eine RGB-Datei mit Hilfe des „photographic“ Rendering Intent in den CMYK-Farbraum der Druckmaschine transformiert. In einem weiteren Schritt werden die CMYK-Daten mit dem „absolut farbmetrischen“ Rendering Intent in den RGB-Farbraum des Monitors überführt. Der Weißpunkt wird, wie auch die anderen Farborte, bei der Umrechnung erhalten und simuliert den Bedruckstoff.

Obwohl der Farbumfang eines guten Monitors wesentlich größer ist, als der, der meisten Druckverfahren,

kann es bestimmte Bereiche (vor allem im Grün-, Cyan- und Blaubereich) geben, die der Monitorfarbraum nicht abdeckt bzw. nicht darstellen kann. Auch ist der visuelle Eindruck des Monitors (Selbsteleuchter, additive Farbmischung) möglicherweise ein wenig anders. Empfehlenswert sind daher ein indirektes, gedämpftes Licht und keine gesättigten Farben im Umfeld, um den visuellen Eindruck nicht zu verfälschen.

7.4 Remote-Proofs (Hard-/Soft-Proofs)

Wenn eine Datei elektronisch zu einem entfernten Druckort geschickt wird, bietet sich ein Remote-Proof an. Dabei wird die Datei nicht wie üblich gedruckt und versendet, sondern auf dem Proofdrucker des Empfängers ausgegeben. Aufgrund unterschiedlichster Proofsysteme, eingesetzter Materialien sowie Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Lichtverhältnisse ...) wird das Proof bei jedem Empfänger unterschiedlich sein. Werden die vorgegebenen Toleranzen dabei nicht überschritten, stellen die leichten Unterschiede kein Problem dar.

7.5 Proofkontrolle (QM) und Proofstandards

Grundsätzlich ist der Ugra/Fogra-Medienkeil CMYK-TIFF, zur Proofkontrolle zu verwenden. Der Keil wird einfach auf dem Dokument platziert, mitgeprooft, und ausgemessen. Referenzdaten und Messdaten werden miteinander verglichen und als Protokoll dem Proof mitgegeben. Ist die Abweichung in der Toleranz, gilt das Proof als farbverbindlich.



7.5.1-1: Altona Test Suite – Anwendungspaket

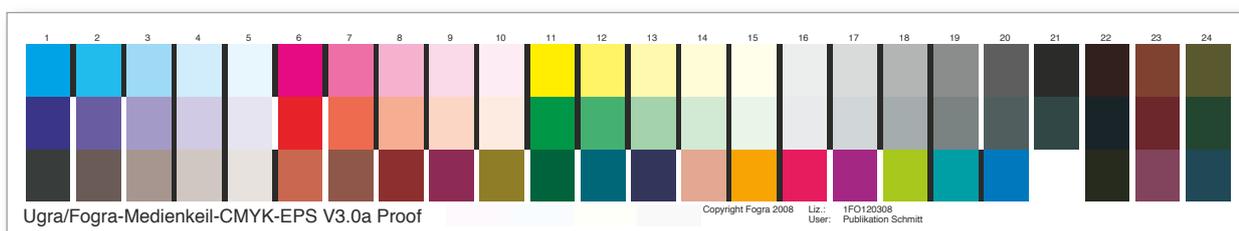
Laut ISO 12647-7 muss auf jedem farbverbindlichen Proof ein Kontrollelement unter den simulierten Bedingungen ausgegeben werden. Dieses Element muss bestimmte Prüffelder, wie Sie auf dem Ugra/Fogra-Medienkeil CMYK-TIFF zu finden sind, beinhalten. Die Qualität eines Proofs lässt sich damit jederzeit messtechnisch prüfen.

7.5.1 Altona Test Suite

Die im Februar 2004 auf den Markt gebrachte Altona Test Suite ist eine Gemeinschaftsentwicklung von bvdm, ECI (European Color Initiative), EMPA/Ugra und Fogra. Sie dient der Prozesskontrolle, der Prüfung der PDF-X3-Kompatibilität von Workflows und der An-

passung von Proofsystemen an den Prozessstandard Offset. Die Altona Test Suite besteht aus drei Testformen (Measure, Visual und Technical) sowie Referenzdrucken für den Offsetdruck auf verschiedenen Papierklassen. Die Altona-Measure-Testform liegt als PDF-1.3-Datei vor und dient der messtechnischen Beurteilung, während die Altona Visual als Proofausgabe zum optischen Vergleich mit den beiliegenden Referenzdrucken gedacht ist. RIP-Funktionen wie die Ausgabe von Zeichensätzen und das Überdrucken werden mit der Altona-Technical-Testform geprüft.

In der Aktualisierung von 2005 wurde die Altona Test Suite um den Bereich Zeitungsdruck und Tiefdruck ergänzt. Des Weiteren wurden die Offsetdruck- und Endlosdruckdateien überarbeitet.



7.5-1: Auf einem Prüfdruck muss ein Ugra/Fogra-Medienkeil CMYK stehen, dessen Farbwerte den Sollwerten des Referenzdruckverfahrens entsprechen.



7.5.2-1: Medienstandard Druck

7.5.2 Kontraktproofs nach MedienStandard Druck

Ein Kontraktproof nach MedienStandard Druck simuliert das Druck-Ergebnis und ist für den Fortdruck verbindlich. Eine Kontrollzeile auf dem Proof gibt Auskunft über Dateinamen, Datum und verwendetes Profil. Als Nachweis, dass dieses Proof tatsächlich zur Simulation des entsprechenden Druckprozesses geeignet ist, müssen nach ISO 12647-7 bestimmte Testelemente unter den gleichen Bedingungen auf dem selben Bogen mitgedruckt werden. Alle in der ISO geforderten Elemente findet man im Ugra/Fogra Medienkeil CMYK. Dieser kann jederzeit ausgemessen und mit den entsprechenden Werten für das Druckverfahren verglichen werden. Die Messwerte werden in eine Exceldatei, die mit dem Ugra/Fogra Medienkeil geliefert wird, eingelesen und automatisch ausgewertet.

Die mittlere Abweichung zu den Vorgaben darf maximal $\Delta E = 4$ betragen, die maximale Abweichung $\Delta E = 10$, die maximale Abweichung der Primärfarben $\Delta E = 5$ und die Abweichung vom Papierton höchstens $\Delta E = 3$. Bei Bedarf kann die Exceldatei als Beleg bzw. zur Kommunikation mit dem Kunden genutzt werden.

Bereits in den Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) der Druckerei sollte ein auftragsbestä-

tigendes Proof nach MedienStandard Druck gefordert werden. Der Papiertyp (1 und 2 gestrichenes Papier über 70g/m², 3 LWC Papier, 4 ungestrichenes Papier [weiß] und 5 ungestrichenes Papier [gelblich]) sollte zudem in der Auftragsbestätigung vermerkt werden, damit das Proof mit dem korrekten Profil erzeugt wird.

Der MedienStandard Druck steht zum freien Download auf der Homepage des bvdM (www.bvdM-online.de/Aktuelles/Downloads.php) und der Ugra/Fogra Medienkeil ist über die Fogra (www.fogra.org) zu beziehen.

7.5.3 Prüfdrucksystem-Zertifizierung (Fogra)

Die Fogra zertifiziert selbst Proofsubstrate, das Proofsyste me und die Prooferstellung. Das Proofsubstrat wird für definierte Druckprozesse und Papierklassen zertifiziert, während das Proofsyste m für bestimmte Druckbedingungen zertifiziert wird. Werden Proofsubstrat und -system auf Herstellerwunsch zertifiziert, so ist das Zertifikat für die Prooferstellung ein Angebot an einzelne Betriebe. Mittels Ugra/Fogra Medienkeil prüft die Fogra das Proofergebnis nach MedienStandard Druck und erstellt bei Konformität ein entsprechendes Zertifikat. Alle Zertifikate werden zusätzlich unter www.fogra.org veröffentlicht.

8 Druckformherstellung

Nachdem die Daten für das entsprechende Druckverfahren aufbereitet wurden und im richtigen Format vorliegen, kann die Druckformherstellung beginnen. Als wichtigstes Druckverfahren wird exemplarisch im weiteren der Offsetdruck beschrieben. Die Druckform arbeitet im wahrsten Sinne des Wortes „digital“ im Offsetdruck. Das heißt, es gibt farbführende und nicht farbführende Bereiche auf der Druckform. Die Daten müssen dazu in einen Raster Image Prozessor (RIP) in Bitmaps (jeder Bildpunkt kann nur schwarz oder weiß sein) zerlegt werden. Beim Computer-to-Film Verfahren (CtF) werden die Daten auf einen Filmbelichter geschickt. In einem Kopierrahmen wird der

belichtete und entwickelte Film dann auf eine Druckplatte gelegt (Schicht auf Schicht) und unter Vakuum belichtet. Das Vakuum sorgt für einen engen Kontakt zwischen Druckplatte und Film während der Belichtung und soll Unterstrahlung vermeiden. Nach der Entwicklung ist die Druckplatte einsatzbereit.

Zunehmend wird die CTF-Produktion vom Computer-to-Plate-Verfahren (CtP) abgelöst. Durch das direkte Belichten der Druckplatte in einem CtP-Belichter entfallen Materialkosten und Arbeitszeit für die Filmherstellung und die Plattenkopie. Voraussetzung für CtP ist eine digitale Ganzseitenmontage und die Möglichkeit, ein Content- oder Inhaltproof zu erstellen. Satzfehler lassen sich sonst erst auf der teuren Druckplatte feststellen. Bei den sogenannten „prozesslosen Platten“ entfällt zudem die Entwicklungsmaschine mit der dazugehörigen Chemie. Diese Technik ermöglicht es auch, Druckmaschinen zu konstruieren, die direkt im Druckwerk Platten belichten (Computer-to-Press).

8.1 Rasterpunktformen, Rasterfrequenz, Rasterwinkelung

Ab einer bestimmten Distanz kann das menschliche Auge kleinste Details nicht mehr erkennen. Da es im Offsetdruck nicht möglich ist, Halbtöne zu drucken, simuliert man diese durch viele kleine Rasterpunkte. Abhängig von der Rasterpunktgröße und dem Betrachterabstand kann das Auge die einzelnen Punkte nicht mehr wahrnehmen und erkennt einen Halbton. Um die Täuschung möglichst perfekt zu machen, müssen Rasterpunktform, -frequenz und -winkel optimal auf das Druckverfahren und den Betrachtungsabstand abgestimmt sein.

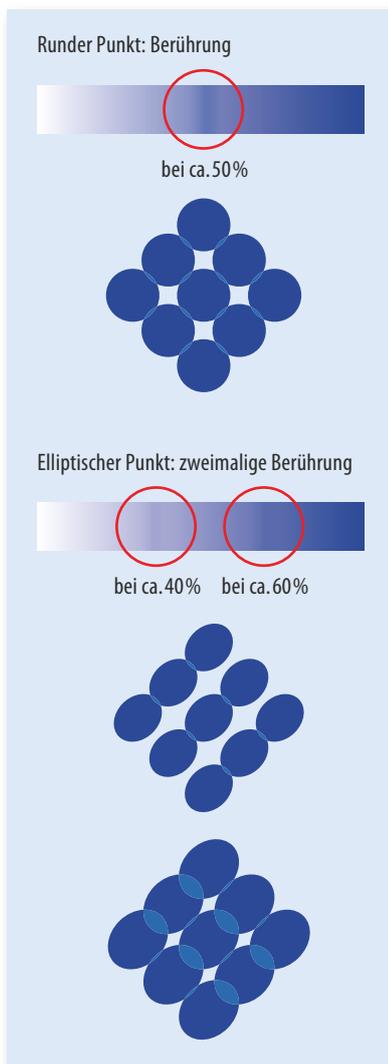
Beim Amplituden modulierten Raster (AM) gibt es einen festen Abstand zwischen den Rasterpunkten, der als Rasterfrequenz bezeichnet wird. Die Größe der einzelnen Rasterpunkte ist variabel und führt zu mehr oder weniger Flächende-

ckung. Bei einer quadratischen und runden Punktform treffen sich die Rasterpunkte beim AM-Raster ab ca. 40 % bis 50 % Flächendeckung. An den Stellen, an denen sich die Rasterpunkte berühren, führt eine verstärkte Verknüpfung (Polymerisation) bei positiv arbeitenden Druckplatten zu einem Tonwertsprung. Dieser ist bei den erwähnten Punktformen besonders groß, da er in alle vier Richtungen (oben, unten, rechts und links) zur gleichen Zeit auftritt.

Abhilfe schafft der elliptische Punkt (gemäßigter Kettenrasterpunkt), dessen Punktschluss zunächst bei ca. 40 % in der einen Richtung und später bei ca. 60 % Tonwertzuwachs in der anderen Richtung stattfindet. Obwohl es zweimal zum Punktschluss kommt, wird dieser kaum wahrgenommen, da der Tonwertsprung jeweils nur halb so stark ausfällt.

Die Rasterfrequenz ist der Abstand von Mitte zu Mitte der einzelnen Rasterpunkte. Je feiner die Rasterfrequenz, desto schwieriger ist es einzelne Rasterpunkte bei gleichem Betrachterabstand zu erkennen und desto mehr Details können reproduziert werden. Limitierende Faktoren sind Belichter- und Plattenauflösung sowie das Druckverfahren und der Bedruckstoff.

Durch Interferenzen von Rasterfrequenz und Motiv kann es zum Moirè kommen. Besonders Strukturen wie Stoffe, Gardinen oder Netze im Motiv können in Verbindung mit dem Amplituden modulierten Raster eine störende Struktur im Bild zeigen. Um diesem entgegen zu wirken, werden die einzelnen Farben (Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz) unterschiedlich gewinkelt. Laut DIN/ISO 12647-2 wird die dominierende Farbe (je nach Motiv Cyan oder Magenta) auf 45° oder 135° gelegt. Der Abstand zwischen Cyan, Magenta und Schwarz muss jeweils 60° betragen und Gelb sollte 15° von der nächsten Farbe entfernt sein. Ein typisches Beispiel für ein „warmes“ Motiv ist demnach Magenta 135°, Cyan 15°, Gelb 0° und Schwarz 75°.



8.1-1: Punktschluss beim runden und elliptischen Rasterpunkt

8.2 AM- und FM-Raster

Beim Amplituden modulierten Raster ist der Abstand von Mitte zu Mitte der Rasterpunkte über die Rasterfrequenz festgelegt und die Flächendeckung wird mit der Punktgröße gesteuert. Anders beim Frequenz modulierten (FM) Raster. Hier wird bei gleicher Punktgröße die Anzahl an Rasterpunkten pro Fläche variiert, um eine entsprechende Flächendeckung zu erreichen. Beim FM-Raster können Moiré-Erscheinungen durch unregelmäßige Anordnung der Rasterpunkte weitgehendst vermieden werden. Auch in detailreichen Bildmotiven hat die FM-Rasterung Vorteile, während glatte Flächen und Mitteltonbereiche unter Umständen ungleichmäßig erscheinen können. Der kleine Rasterpunkt des FM-Rasters verlangt nach einem sehr stabilen Prozess, da Probleme wie zum Beispiel Schieben und Doublieren aufgrund der vielen kleinen Rasterpunkte wesentlich stärker sichtbar werden.

8.3 Tonwertübertragung (Unterschiede CTF/CTP)

Ein Belichter mit einer Auflösung von 2540 dpi (entspricht 1000 Linien/cm) hat eine theoretische Laserspotgröße von 10 µm. Ein runder Laserspot generiert einen Kreis und verhindert damit eine Vollfläche beim Aneinandersetzen dieser Kreise. Um eine geschlossene Vollfläche zu erreichen, muss der Laserspot also größer sein und in den Randbereichen überlappen. Dadurch wächst aber auch der belichtete Bereich, was bei positiv arbeitenden Medien (Film oder Platte) zu einem Tonwertzuwachs und bei negativ arbeitenden Medien zu einem Tonwertverlust führt.

Verstärkt wird dieser Effekt noch durch die gaußsche Energieverteilung des Lasers und den damit verbundenen Polymerisationen im Randbereich. Besonders bei CTP-Platten auf Fotopolymerbasis sind entsprechend starke Effekte zu finden.

Die Filmbelichtung ist mit vergleichsweise geringen Tonwertveränderungen verbunden, sodass erst der Kopperahmen mit möglicher Unterstrahlung die Tonwerte stärker beeinflusst. Generell kann man sagen, dass Computer to Film (CtF) zu anderen Tonwertveränderungen führt als Computer to Plate (CtP). Ein kombinierter CtF und CtP Betrieb ist daher immer schwierig. Meist besitzen konventionelle Druckplatten zudem eine andere Wasserführung im Druck als CtP-Platten, was Einfluss auf den Tonwertzuwachs in der Druckmaschine hat.

8.4 Tonwertbereiche

Der Tonwertbereich einer Druckvorlage reicht von theoretischen 0 % bis 100 % (Vollton). Je nach Druckverfahren und eingesetzten Materialien sind aber nicht alle theoretisch möglichen Stufen reproduzierbar. Oft ist der erste druckende Punkt nicht bei 1 % sondern erst bei 3 % bis 5 % und auch in den Tiefen kann sich bereits bei 90 % eine Vollfläche ergeben. Daher ist es besonders wichtig alle Prozesse zu optimieren, sodass nur physikalische Grenzen, wie Material und Verfahren, nicht aber Verfahrensfehler, wie ein falsch fokussierter Laser oder Schieben und Doublieren in der Druckmaschine, den Tonwertbereich einschränken. Können prozessbedingte Probleme ausgeschlossen werden, bietet der Raster Image Prozessor (RIP) die Möglichkeit Tonwertkurven über Korrekturkennlinien innerhalb bestimmter Grenzen anzupassen.

8.5 Korrekturkennlinien und Anpassungsgrenzen im CTP

Gerade neuere Raster Image Prozessoren (RIPs) bieten die Möglichkeit mittels Korrekturkennlinien die Tonwertkurve anzupassen. Verfahrens- und materialbedingte Veränderungen der Tonwerte lassen sich innerhalb bestimmter Grenzen damit ausgleichen. Werden die besagten Grenzen überschritten, findet man Tonwertabrisse in

Verläufen. Die Fogra rät in ihrem Bericht „Optimale Qualität in der Druckformherstellung mit CtP-Systemen“ nicht mehr als 5 % Tonwertveränderung am RIP vorzunehmen. Dieser Wert ist als Empfehlung zu verstehen und kann durch Aktivieren der „Extra Graustufen Funktion“ und/oder entsprechender Belichterauflösung nach oben verschoben werden.