

Farbwiedergabeindex

Der Farbwiedergabeindex beschreibt die Genauigkeit der Farbwiedergabe unter einer Normlichtquelle

Der Farbwiedergabeindex ist ein Maß dafür, welche Farbunterschiede sich bei der Betrachtung unter dem zu prüfenden Betrachtungslicht im Vergleich zu der entsprechenden Referenzlichtquelle (z. B. Normlicht D50) ergeben. Entsprechend den Vorschriften von CIE 13.3 werden anhand von acht Testfarben mit definierten spektralen Reflexionseigenschaften ebenso viele spezielle Farbwiedergabeindizes bestimmt. Dazu werden zunächst aus den Spektren der beiden Lichtarten und der Testfarben jeweils die Farborte der Testfarben errechnet. Aus der Differenz des mit dem Prüflicht und dem Referenzlicht ermittelten Farbortes wird anschließend für jede einzelne Testfarbe der spezielle Farbwiedergabeindex bestimmt. Die Indizes der acht Farben gehen dann zu jeweils einem Achtel in den allgemeinen Farbwiedergabeindex ein. Ein Indexwert von 100 steht für die bestmögliche Übereinstimmung mit der Normlichtart.

Metamerieindex

Metamere Farben sehen nur unter bestimmten Beleuchtungsbedingungen identisch aus

Von Metamerie spricht man, wenn zwei Farben unter einer bestimmten Lichtart identisch, unter anderen Lichtarten jedoch unterschiedlich erscheinen (bedingt gleiche Farben). Dieses Phänomen kann beim Vergleich von zwei oder mehreren Farbproben auftreten, die mit unterschiedlichen Farbmitteln (Pigmente, Farbstoffe) hergestellt wurden, also beispielsweise beim Einrichten des Auflagedrucks nach einem Digital-Prüfdruck. Ursache sind geringe Unterschiede in den Reflexionsspektren der Farben. Farbunterschiede zwischen Vorlage und Druck können dann allein durch den Wechsel der Lichtquelle entstehen. Von einer für die standardisierte Druckproduktion geeigneten Betrachtungslichtquelle ist daher zu fordern, dass die Metamerie gegenüber der Normlichtart möglichst gering ausfällt.

Der Metamerieindex von Lichtquellen wird anhand von acht Testfarbenpaaren bestimmt

Das Maß für die Metamerie ist der Metamerieindex. Er wird nach der Norm ISO 23603 bestimmt. Dabei kommen insgesamt acht Testfarbenpaare zum Einsatz, von denen sich fünf bei der Bestrahlung mit sichtbarem Licht und drei bei UV-Licht metamer verhalten. Die unter dem zu prüfenden Licht festgestellten Farbabstände im sichtbaren Bereich werden zum visuellen Metamerieindex MI_{vis} zusammengefasst. Je kleiner der Wert, desto besser.

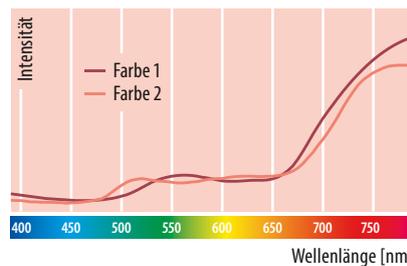
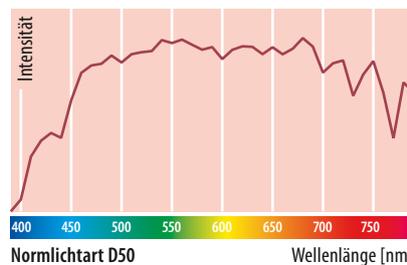
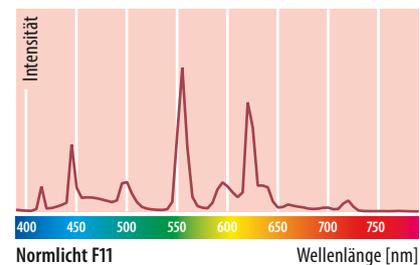


Abbildung A-25: Reflexionsspektren eines olivgrünen metameren Farbenpaares (oben). Während beide Farben unter der Lichtart D50 gleich erscheinen, zeigt sich unter der Lichtart F11 (Dreibanden-Leuchtstoffröhre TL 84 mit einer ähnlichsten Farbtemperatur von 4000 K, die sehr häufig als Bürolicht eingesetzt wird) ein deutlicher Farbunterschied (hier nur zur Veranschaulichung).



$\Delta E = 0,00$

| Farbe 1 | Farbe 2 |
|---------------|---------------|
| $L^* = 35,99$ | $L^* = 35,99$ |
| $a^* = -0,56$ | $a^* = -0,56$ |
| $b^* = 23,63$ | $b^* = 23,63$ |



$\Delta E = 5,45$

| Farbe 1 | Farbe 2 |
|---------------|---------------|
| $L^* = 36,87$ | $L^* = 35,86$ |
| $a^* = -4,82$ | $a^* = 0,54$ |
| $b^* = 25,58$ | $b^* = 25,43$ |

ISO 13655 beschreibt vier Messmodi, die sich in Bezug auf Messlicht und optische Filter unterscheiden

Die aktuelle Fassung der ISO 13655 unterscheidet bei der Reflexionsmessung vier unterschiedliche Messmodi (M0 bis M3 – siehe Tabelle A-19). Frühere Ausgaben der Norm sahen lediglich einen einzigen Modus vor, der heute mit M1 bezeichnet wird. Als Lichtart für die Messlichtquelle ist dort D50 vorgesehen. Entsprechende LED-Lichtquellen stehen für die Farbmessung in der Druckindustrie zwar bereits zur Verfügung, die Geräte sind aber noch wenig verbreitet. Stattdessen werden in den meisten Fällen Glühlampen verwendet, die ein Lichtspektrum ähnlich der Normlichtart A (Farbtemperatur: 2856 K) abstrahlen. Dies entspricht dem neu in die Norm aufgenommenen Messmodus M0. Um zu erreichen, dass die Messwerte trotzdem möglichst gut denen entsprechen, die sich bei der Messung mit D50 ergäben, wird im Messgerät eine rechnerische Korrektur durchgeführt, sofern dort vom Anwender D50 als Bezugslichtart gewählt wurde.

| Messmodus | Messlicht | Filter | Typische Anwendung |
|-----------|---|--|---|
| M0 | A (2856 K ± 100 K) | – | Farbmessung (heute üblich und empfohlen) |
| M1 | D50 | – | Farbmessung (erste Geräte verfügbar) |
| M2 | Kontinuierliche Spektralverteilung zwischen 420 nm und mindestens 700 nm (z. B. Lichtart A) | UV-Sperrfilter (alternativ: kein UV im Messlicht) | Farbmessung: Ermittlung des Aufhellungsgrads von Papieren und dessen Einfluss auf die Färbung (durch Vergleich mit Modus M0/M1) |
| M3 | Kontinuierliche Spektralverteilung zwischen 420 nm und mindestens 700 nm (z. B. Lichtart A) | Polarisationsfilterpaar (gekreuzte Anordnung im eingestrahlenen und reflektierten Licht) | Dichtemessung Für spezielle Zwecke der Farbmessung, z. B. bei farbraumerweiternden Intensivskalen, Metalleffektpigmentfarben und Farbrezeptierung. |

Tabelle A-19: In ISO 13655 vorgesehene Messmodi

Optische Aufheller in Papieren und der unbekannte UV-Anteil von Messlichtquellen verursachen Messunsicherheiten

Wie gut diese Umrechnung funktioniert, hängt vor allem davon ab, ob und in welcher Menge die zu messende Probe fluoreszierende Bestandteile aufweist. Dazu zählen in erster Linie die in vielen Papieren enthaltenen optischen Aufheller (siehe Abschnitt A3.2.3). Optische Aufheller sind Substanzen, die Strahlung im UV-Bereich aufnehmen und im sichtbaren Wellenlängenbereich (Blau) wieder abgeben. Dieser Effekt wird von den Papierherstellern genutzt, um die ursprünglich eher gelbliche Papierfärbung durch verstärkte Reflexion von blauen Lichtanteilen weißer erscheinen zu lassen. Da aber normalerweise weder der Aufhelleranteil des Papiers noch der UV-Anteil des zur Messung verwendeten Lichts bekannt ist, kann keine exakte Aussage darüber getroffen werden, wie hoch der Anteil der im blauen Wellenlängenbereich reflektierten Strahlung unter Lichtart D50 tatsächlich sein müsste. Verschiedene Messgeräte liefern bei optisch aufgehellten Papieren folglich voneinander abweichende Farborte. Die Messwertunterschiede können leicht bis zu $\Delta E^*_{ab} = 3$ betragen, wobei sich das Problem mit zunehmendem Aufhelleranteil verstärkt. Kritisch wird das vor allem bei ungestrichenen Papieren, die tendenziell stärker aufgehellt sind als gestrichene Qualitäten.

Werden stark aufgehellte Papiere im Messmodus M1 gemessen, weicht der Messwert stark von der empfundenen Färbung ab

Bei der Messung im Modus M1, bei der die optischen Aufheller durch den höheren UV-Strahlungsanteil im Messlicht angeregt werden, zeigen stark aufgehellte Papiere in der Regel einen bläulichen Farbort als bei Messmodus M0. Die Übereinstimmung des Messergebnisses mit der vom Betrachter empfundenen Färbung wird dadurch – zumindest wenn unter den Bedingungen der bis 2009 noch gültigen Fassung der Norm ISO 3664 abgemustert wird (siehe hierzu Abschnitt A2.2) – eher geringer. Da diese Normlichtquellen heute noch weit verbreitet und die Zusammenhänge zwischen Betrachtungs- und Messergebnissen mit den neuen Lichtquellen noch kaum untersucht sind, wird die Messung mit M1 für die üblichen Messaufgaben bei der Prozesskontrolle zurzeit noch nicht empfohlen.

ECI-Monortestbild

Das ECI-Monortestbild zeigt die Eignung eines Bildschirms zur farbkritischen Betrachtung von Bildern

Mit dem ECI-Monortestbild lässt sich überprüfen, ob sich ein Monitor prinzipiell zur farbkritischen Beurteilung von Bildern eignet oder nicht. Sind die Möglichkeiten der Monitor-Grundeinstellungen ausgeschöpft, und das Testbild zeigt noch immer ein unbefriedigendes Ergebnis, so sollte der Monitor nicht zur Bildbearbeitung, zur Farbkontrolle oder zur Anzeige von Farbvorlagen genutzt werden. Das Testbild liegt in gängigen Monitorauflösungen als BMP- und TIFF-Datei für Windows- bzw. Macintosh-Rechner vor, wo es als Hintergrundbild verwendet werden soll. Es enthält folgende Kontrollfelder:



Abbildung A-100: ECI-Monortestbild

- grauer Hintergrund ($R = G = B = 127$) zur Kontrolle der Gleichmäßigkeit über das Bildschirmformat,
- Lichter- und Tiefenkontrollfeld zur Beurteilung von Helligkeit und Kontrast,
- Gradationsfeld zur Prüfung des Gammawertes,
- Verlaufsgraukeil zur Kontrolle auf Abrisse,
- Unbunt-Stufenkeil zur Prüfung auf Farbstiche.

Fogra-Monortestbilder

Mit den Fogra-Monortestbildern lassen sich Betrachtungswinkelabhängigkeit und Homogenität prüfen sowie verschiedene Bildfehler feststellen

Die in einer PDF-Datei zusammengestellten 15 Fogra-Monortestbilder liegen in einer Auflösung von 1920×1200 Pixeln vor und eignen sich zur visuellen Beurteilung der Betrachtungswinkelabhängigkeit und Homogenität von Monitoren. Mit der Kontrollbilderserie können außerdem Pixelfehler, Lichteinbrüche an den Bildrändern sowie die Neigung eines Monitors erkannt werden, einen über längere Zeit dargestellten statischen Bildinhalt nach dem Bildwechsel noch für eine Weile als Geisterbild im neuen Motiv anzuzeigen.

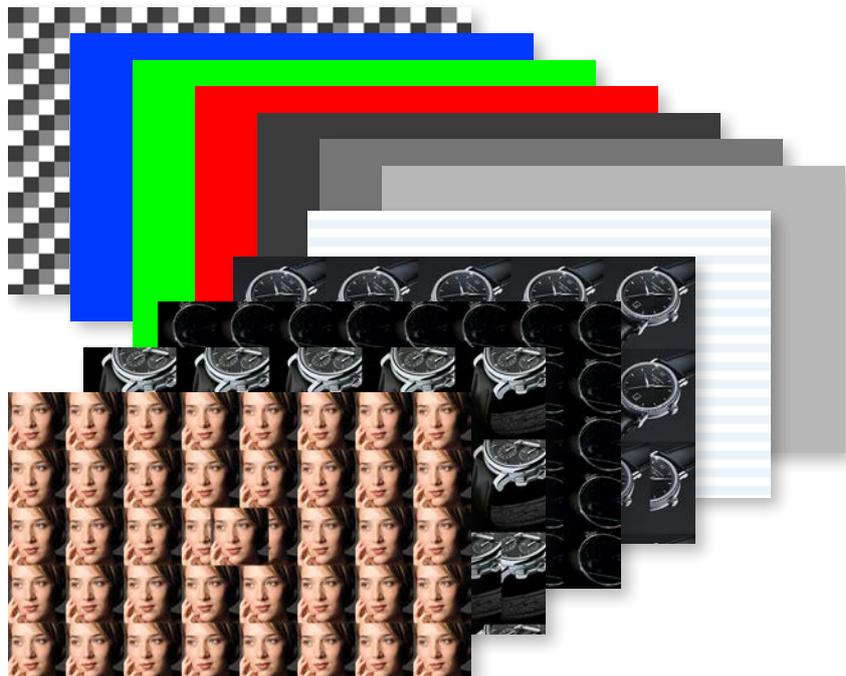


Abbildung A-101: Fogra-Monortestbilder (Auswahl)

3.2.3 Optische Aufheller in Druckpapieren

Durch optische Aufheller wird der Weißgrad von Papieren gesteigert

Seit einigen Jahren werden Papiere für den Offsetdruck bei ihrer Herstellung in zunehmendem Maße mit optischen Aufhellern versehen, um einen höheren Weißgrad zu erzielen. Aus dem Alltag ist dieser Effekt beispielsweise von Waschmitteln bekannt. Beimengungen von Aufhellersubstanzen dienen dort dazu, den Weißgrad heller Textilien zu erhalten bzw. zu steigern. In der Papierindustrie ersetzen die vergleichsweise kostengünstigen Substanzen teilweise die erheblich teureren Weißpigmente. Bei der Kontrolle und Steuerung von Druckprozessen verursachen optische Aufheller jedoch gravierende Probleme.

Optische Aufheller absorbieren Licht im UV-Spektrum und reflektieren es im blauen Wellenlängenbereich

Optische Aufheller absorbieren eingestrahlt Licht im unsichtbaren UV-Wellenlängenbereich und reflektieren stattdessen im sichtbaren blauen Spektralbereich zusätzliche Lichtanteile. Manche aufgehellte Papiere fluoreszieren so intensiv, dass sie insgesamt mehr blaues Licht reflektieren als eingestrahlt wurde; sie mutieren in diesem Spektralbereich scheinbar zum Selbstleuchter. Beim direkten Vergleich wirken aufgehellte Papiere in der Wahrnehmung des Betrachters weniger gelblich und vergraut als Papiere, die lediglich gebleicht wurden. Allerdings lässt der geschilderte Effekt im Laufe der Zeit nach. Vor allem unter Lichteinfluss weisen die Aufhellersubstanzen eine geringe Beständigkeit auf; der durch ihre Zersetzung verursachte Rückgang der blauen Reflexionsanteile führt dann allmählich zum Vergilben und zur Verminderung der Papierhelligkeit.

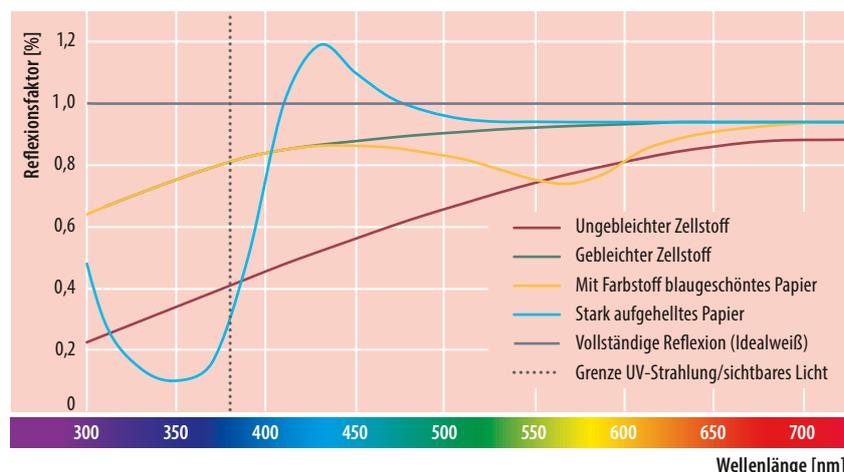


Abbildung A-139: Bei der Papierproduktion dienen verschiedene Maßnahmen dazu, den Weißgrad zu erhöhen: Durch Bleichen des Zellstoffs wird seine Reflexion im gesamten sichtbaren Spektrum gesteigert, am stärksten im blauen Spektralbereich. Die Blauschönung des Papiers mit Nuancierfarbstoffen bewirkt, dass sich die Reflexion im Spektrum zwischen Grün und Orange verringert – das Papier wirkt dadurch zwar nicht mehr so gelblich, gleichzeitig reduziert sich jedoch die Helligkeit. Optische Aufheller erhöhen hingegen bei entsprechender Anregung im unsichtbaren UV-Wellenlängenspektrum die Reflexion von blauem Licht. Stark aufgehellte Papiere reflektieren in diesem Bereich mehr Licht als dort eingestrahlt wird.

Auswirkungen optischer Aufheller auf die Ergebnisse der Prozesskontrolle

Optische Aufheller verursachen Probleme bei der visuellen und messtechnischen Prozesskontrolle

Für die Kontrolle und Steuerung von Druckprozessen ist die Anwesenheit optischer Aufheller im Papier aus verschiedenen Gründen problematisch. Eine Schwierigkeit besteht darin, dass weder bei der Farbmessung noch beim Betrachten von Prüfdrucken und Auflagendruckten der Anteil des eingestrahlt UV-Lichts bekannt ist. Nominell wird zwar jeweils mit Lichtart D50 bestrahlt, in der Praxis sind jedoch keine Lichtquellen verfügbar, deren Spektralverteilung exakt D50 entspricht (siehe hierzu auch Abschnitt A2.2.1). Die in der Druckindustrie verwendeten Farbmessgeräte beleuchten mit einem Glühlampenlicht, das eher die Charakteristik von Lichtart A besitzt, also einen im Vergleich zu D50 relativ geringen UV-Anteil aufweist. Die Umrechnung auf D50 erfolgt anschließend durch die Gerätesoftware. Abstimmleuchten strahlen meist mehr UV-Licht ab als Farbmessgeräte, insbesondere, wenn sie bereits die 2009 ver-

Ziel der wahrnehmungsbezogenen Farbumfangsanpassung ist es, den Gesamteindruck eines Bildes trotz der großen Unterschiede zwischen Quell- und Zielfarbraum möglichst gut zu erhalten. Farben, die vor der Komprimierung visuell unterscheidbar waren, sollen es auch nachher noch bleiben. Alle natürlichen Farben des Quellfarbraums werden bunttonrichtig, aber mit eingeschränktem Kontrast (Sättigungsverlust) wiedergegeben. Auf die exakte Wiedergabe von Logofarben usw. wird bei dieser Umrechnungsmethode also zugunsten des Gesamteindrucks verzichtet. Andererseits ist die wahrnehmungsbezogene Farbumfangsanpassung die einzige Möglichkeit, stark gesättigte Bildfarben im Zielfarbraum überhaupt noch unterscheidbar darzustellen.

Die wahrnehmungsbezogene Farbumfangsanpassung wird hauptsächlich bei der Farbseparation von Bildern angewandt, d.h. bei der Umrechnung zwischen einem RGB-Eingabe- bzw. Arbeitsfarbraum und einem CMYK-Ausgabefarbraum. Welche Farbraumbereiche von den drei Transformationsschritten jeweils betroffen sind und wie die Umrechnung genau zu erfolgen hat, ist allerdings nicht allgemein festgelegt (z. B. in einer ISO-Norm), sondern bleibt den Herstellern der Profilierungssoftware vorbehalten und kann bei der Profilerzeugung teilweise durch den Anwender gesteuert werden. Infolgedessen ergeben Farbseparationen mit unterschiedlichen Druckprofilen mitunter deutlich voneinander abweichende Ergebnisse, selbst wenn die ICC-Profile von den gleichen Charakterisierungsdaten erzeugt wurden.

Durch die wahrnehmungsbezogene Farbumfangsanpassung geht die in gesättigten Farben des Quellfarbraums vorhandene Zeichnung in kleineren Zielfarbräumen nicht verloren

Weil Standards fehlen, hängen die Ergebnisse der wahrnehmungsbezogenen Umrechnung stark vom Programm und den Benutzereinstellungen ab, mit denen das ICC-Profil erzeugt wird



Abbildung B-14: Ergebnisse der Farbseparation durch zwei ICC-Profile (abwechselnde Diagonalstreifen). Beide ICC-Profile beruhen auf der Charakterisierungsdatei FOGRA39, wurden aber mit unterschiedlichen Profilierungsprogrammen und teilweise (u.a. softwarebedingt) abweichenden Benutzereinstellungen erzeugt. Die Bilddaten lagen ursprünglich im ECI-RGB-Farbraum vor und wurden wahrnehmungsbezogen in den Zielfarbraum umgerechnet.

Sättigungserhaltende Farbumfangsanpassung

Die sättigungserhaltende Farbumfangsanpassung zielt darauf ab, die außerhalb des Zielfarbraumes liegenden Farben des Quellfarbraumes in möglichst hoher Sättigung wiederzugeben. Dafür werden Buntton- und Helligkeitsänderungen der Farben bewusst in Kauf genommen. Deswegen wird diese Art der Farbumfangsanpassung in der Druckindustrie praktisch nicht angewandt. Sie wird in erster Linie bei der Projektion von Präsentationsgrafiken oder Diagrammen eingesetzt, wo es weniger auf den exakten Buntton, sondern vielmehr auf kräftige Farben ankommt. Die Ergebnisse der Farbumfangsanpassung sind wiederum herstellereinspezifisch bzw. hängen von den bei der Profilerzeugung gewählten Benutzereinstellungen ab.

Die sättigungserhaltende Umrechnung kann nur verwendet werden, wenn es auf den Buntton nicht ankommt

PDF/X-1a und PDF/X-3 basieren auf PDF 1.3 oder auf PDF 1.4

Neben PDF/X-1a, PDF/X-3 und PDF/X-4 gibt es noch weitere PDF/X-Varianten, die allesamt in der Normenreihe ISO 15930 beschrieben sind, während ISO 15929 die Anwendung von PDF/X-Standards grundsätzlich behandelt. Den Standards PDF/X-1a und PDF/X-3 sind jeweils zwei Normteile gewidmet. Die auf der PDF-Version 1.3 (Adobe Acrobat 4) basierenden Teile 1 und 2 für PDF/X-1a bzw. PDF/X-3 wurden aus Gründen der Kompatibilität mit älteren Programmversionen und Arbeitsabläufen beibehalten, obwohl die Spezifikationen nach Verfügbarkeit der PDF-Version 1.4 (Acrobat 5) überarbeitet wurden und im Jahr 2003 als Teil 4 bzw. Teil 6 der Norm neu erschienen. Das ebenfalls 2003 auf der Basis von PDF 1.4 genormte Format PDF/X-2 (ISO 15930-5) lässt im Gegensatz zu PDF/X-1a und PDF/X-3 Seiteninhalte zu, die nicht Bestandteil der Datei selbst sind, sondern ähnlich wie in einem OPI-Arbeitsablauf per Referenzierung angebunden werden. Für die PDF-Version 1.3 kam dieses PDF/X-Format nicht über das Stadium eines Normentwurfes hinaus (ISO/DIS 15930-2). PDF/X-2 hat letztlich keine praktische Bedeutung erlangt – ISO 15930-5 wurde im Jahr 2011 wieder zurückgezogen.

PDF/X-4 wird PDF/X-3 voraussichtlich ablösen

Ende 2007 erschienen die Normteile 7 und 8 der ISO 15930, in denen die auf PDF 1.6 (seit Adobe Acrobat 7) basierenden neuen Formate PDF/X-4 und PDF/X-5 mit jeweils zwei bzw. drei Unterformaten spezifiziert sind. Auch das in ISO 16612 genormte PDF/VT für den Druck variabler Daten basiert auf diesen Spezifikationen. Zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Handbuches sind in den Druckbetrieben jedoch noch viele Hard- und Softwareapplikationen im Einsatz, welche PDF/X-4 und PDF/X-5 nicht unterstützen. Auf mittlere Sicht dürfte sich jedoch PDF/X-4 als Nachfolger für das Datenformat PDF/X-3 etablieren. PDF/X-5 steht eher in der Tradition von PDF/X-2. Neben den Neuerungen von PDF/X-4 sind dort auch unvollständige Dateien mit Referenzierungen auf externe Grafikobjekte zugelassen. Außerdem können Objekte in Gerätefarbräumen mit mehr als vier Kanälen enthalten sein (z. B. Hexachrome). Eine Übersicht über alle aktuellen PDF/X-Varianten gibt Tabelle B-5.

| PDF/X-Variante | 1a | 2 | 3 | 4 | 4p | 5n | 5g | 5pg |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Teil der Norm ISO 15930 (Jahr der Veröffentlichung) | 1 (2001)/ 4 (2003) | 5 (2003) ¹ | 3 (2002)/ 6 (2003) | 7 (2007) | 7 (2007) | 8 (2007) | 8 (2007) | 8 (2007) |
| PDF-Version | 1.3/1.4 | 1.4 | 1.3/1.4 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |
| CMYK, Grau, Sonderfarben | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Medienneutrale Farben | - | - | + | + | + | + | + | + |
| N-kanalige Daten (z. B. Hexachrome) | - | - | - | - | - | + | - | - |
| Transparenzen, Ebenen, JPEG2000, OpenType, 16-Bit-Bilddaten, ICC-V4-Profil | - | - | - | + | + | + | + | + |
| Referenz auf ICC-Profil für Ausgabeabsicht | - | - | - | - | + | - | - | + |
| Referenz auf externe Grafikobjekte | - | + | - | - | - | - | + | + |

¹ Norm wurde 2011 zurückgezogen.

Tabelle B-5: Übersicht über aktuell gültige PDF/X-Varianten. Nur die drei hervorgehobenen Varianten PDF/X-1a, PDF/X-3 und PDF/X-4 werden aktuell zum Einsatz in einer nach diesem Handbuch standardisierten Druckproduktion empfohlen.

PDF/X-Daten garantieren kein fehlerfreies Ausgabeergebnis

PDF-Dateien können über die Preflight-Funktion in Adobe Acrobat (ab Version 6) auf Konformität mit PDF/X-Standards überprüft und bei Eignung als PDF/X abgespeichert werden. Obwohl die Arbeit mit PDF/X-Dateien viele potenzielle Probleme vermeidet, ist sie kein Garant für fehlerfreie Ausgabeergebnisse. So beinhaltet das PDF/X-Konzept beispielsweise keine Mindestanforderung an die Bildauflösung, da eine sinnvolle Festlegung nur möglich ist, wenn Bildinhalt und Rasterung bekannt sind (siehe unten). Genau so wenig gibt es in den PDF/X-Spezifikationen Regelungen zum Umgang mit Haarlinien, fehlerhafter Schriftersetzungen (durch Courier) bei der PDF-Erzeugung, JPEG-Artefakten in den Bilddaten oder (ab PDF/X-3) zu Anzahl und Qualität der verwendeten ICC-Profile. Um diesbezügliche Probleme zu vermeiden, wurden von verschiedenen Organisationen (z. B. Ghent Working Group, PDFX-ready) Voreinstellungen und Prüfprofile für die PDF-Erzeugung entwickelt, die für definierte Anwendungsfälle weitergehende Regelungen zur automatisierten Verarbeitung und Prüfung der Dokumentdaten enthalten.

Um sicherzugehen, dass der Monitor eine ausreichende Konstanz der Farbwiedergabe aufweist, ist in regelmäßigen Abständen messtechnisch zu überprüfen, ob die wiedergegebenen Farben den im Monitor-ICC-Profil hinterlegten Farbarten entsprechen. Dies geschieht in der Regel mithilfe der Prüfroutinen der Profilierungssoftware. Um stabile Messwerte zu erhalten, sollte das Farbmessgerät bereits etwa 10 Minuten vor Beginn der Messung zum Aufwärmen auf die Monitoroberfläche aufgesetzt werden – es sei denn, es handelt sich um ein Gerät der neuesten Generation, das über eine Wärmekompensation verfügt bzw. Telemessungen erlaubt. Ansonsten können Messwertabweichungen auftreten, die bis um $\Delta E^*_{ab} = 3$ betragen. Neu eingerichtete Monitorproof-Systeme sind zunächst in kürzeren Intervallen zu prüfen, mindestens einmal wöchentlich. Erweist sich das System nach einem Zeitraum von mehreren Wochen als ausreichend konstant, kann die Zeitspanne zwischen den Kontrollen auf maximal einen Monat verlängert werden. Lässt die Langzeit-Farbstabilität zu wünschen übrig, müssen Grundeinstellung und Profilierung des Systems unter Umständen sogar in kürzeren Abständen erneut durchgeführt werden.

Die Konstanz der Farbwiedergabe muss regelmäßig überprüft werden

Absolute Helligkeit

Die absolute Helligkeit des Monitors wird durch seine maximale Leuchtdichte angegeben. Um eine vergleichende Abmusterung mit einem Druckbogen durchführen zu können, der mit der durch ISO 3664 vorgeschriebenen Beleuchtungsstärke von $500 \text{ lx} \pm 125 \text{ lx}$ bestrahlt wird, sind Leuchtdichten zwischen 150 cd/m^2 und 200 cd/m^2 erforderlich. Ansonsten erscheint die Papierweißsimulation am Monitor als zu gelb.

Ist die Maximalhelligkeit zu niedrig, wird das Papierweiß zu gelblich simuliert

BEISPIEL

Monitor-Leuchtdichte bei hoher Beleuchtungsstärke

Im Drucksaal wäre es grundsätzlich wünschenswert, den Monitor zur Farbmusterung bei voller Beleuchtungsstärke der Normlichtquelle ($2000 \text{ lx} \pm 500 \text{ lx}$) betreiben zu können, um die Beleuchtung beim Einrichten nach Monitorproof nicht auf 500 lx dimmen zu müssen. Folgt man der Faustregel

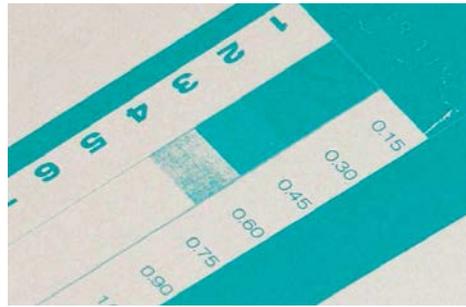
$$\text{Leuchtdichte des Monitors} \approx \frac{\text{Beleuchtungsstärke des Normlichts}}{3}$$

so wäre dazu mindestens eine Monitor-Leuchtdichte von ca. 500 cd/m^2 erforderlich. Tatsächlich werden heute bereits TFT-Monitore angeboten, die maximale Leuchtdichten von ca. 700 cd/m^2 besitzen. Diese Monitore sind aber noch nicht in der Lage, den Farbraum eines standardisierten Drucks auf gestrichenem Bilderdruckpapier vollständig darzustellen. Müssen jedoch ausschließlich kleinere Druck-Farbräume wiedergegeben werden, wie beispielsweise an den Leitständen von Zeitungsdruckmaschinen, kann ohne Reduzieren der Beleuchtungsstärke durchaus eine qualifizierte Farbmusterung vorgenommen werden.



Abbildung B-75: Beim Zeitungsdruck wird die Monitorproof-Abmusterung oft bei voller Beleuchtungsstärke vorgenommen. Der beim Coldset-Rollenoffsetdruck auf Zeitungspapier vergleichsweise niedrige Farbumfang erlaubt die dazu erforderliche hohe Monitor-Leuchtdichte.

Abbildung B-122: Auf Fotopolymer-Druckplatten mit vernetzender Schicht wird mit einem Halbtonkeil geprüft, ob die Bebilderungsenergie ausreicht, um die erforderliche Auflagenstabilität zu gewährleisten.



Um einen stabilen Rasterpunkt auf der Druckplatte zu erzeugen, sind mindestens vier Belichterpixel erforderlich. Das bedeutet bei der heute zur Verfügung stehenden Technologie für den kleinsten sicher auf die Druckplatte übertragbaren Punkt eines nichtperiodischen Rasters einen Mindest-Punktdurchmesser von $20 \mu\text{m} \pm 2 \mu\text{m}$ (2×2 Belichterpixel mit ca. $10 \mu\text{m}$ Durchmesser – siehe auch Abschnitt B.2.2).

Ein stabiler Rasterpunkt setzt sich aus mindestens vier Belichterpixeln zusammen

Entwicklung

Die Druckplattenentwicklung hat zu garantieren, dass von denjenigen Stellen, die im Druck keine Farbe annehmen sollen, die Druckplattenschicht vollständig entfernt wird. Eine unzureichende Entwicklung kann im Druck zum Tonen und zu überhöhten Tonwerten führen. Umgekehrt dürfen die farbführenden Stellen nicht angegriffen werden, etwa durch eine zu hohe Reaktivität des Entwicklers. Die Folge wären Tonwertverluste. Nicht immer ist allerdings die Entwicklung die Ursache für eine unzureichende Entschichtung der Druckplatten. Bei Positiv-Druckplatten kann dafür auch eine zu niedrige Bebilderungsenergie verantwortlich sein.

Die Entwicklung muss die Schichtfreiheit der Druckplatte in den feuchtmittelführenden Partien garantieren

Die Herstellerempfehlungen bezüglich pH-Wert, Leitwert, Temperatur, Regeneratuzugabe, Durchlaufgeschwindigkeit der Druckplatten usw. sind in jedem Fall zu befolgen. Ganz besonders muss auf die Sauberkeit des Entwickleraggregates und die korrekte Einstellung der Bürsten und Walzen geachtet werden. Trotz all dieser Maßnahmen können Probleme auftreten, wenn der Druckplatten-Durchsatz gering ist. In diesem Fall kann es sich lohnen, immer möglichst viele Druckplatten direkt hintereinander zu produzieren und zwischen den Produktionsphasen jeweils die Entwicklungsschemie abzulassen. Wird das Entwickleraggregat für mehr als eine Stunde nicht genutzt, sollten vor dem erneuten Beginn der Produktion ein bis zwei unbeschädigte Ausschuss-Druckplatten durch das Aggregat geführt werden, um Reaktivität und Umwälzung des Entwicklers anzustoßen.

Bei zu geringem Durchsatz können trotz Befolgung aller Herstellerempfehlungen Schwierigkeiten auftreten

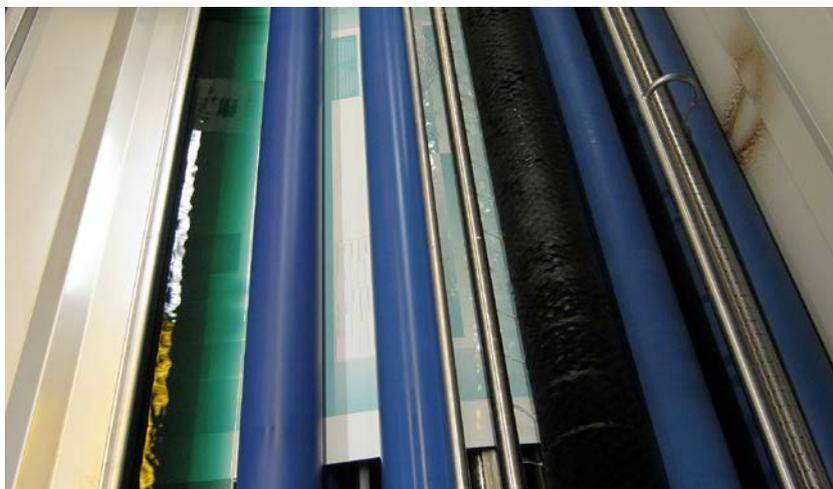


Abbildung B-123: Die Reaktivität des Entwicklers, die Durchlaufgeschwindigkeit der Druckplatte, die korrekte Einstellung von Bürsten und Walzen sowie die Sauberkeit des Entwicklungsaggregats sind Voraussetzungen für einwandfreie Entwicklungsergebnisse.

Abhängigkeit der trocknungsbedingten Farbortänderungen vom Papierglanz

BEISPIEL

Abbildung B-194 zeigt am Beispiel von vier Bilderdruckpapieren mit unterschiedlichem Glanz, wie stark sich die Primärfarben in nassem und trockenem Zustand unterscheiden. Bei den ersten beiden Bedruckstoffen handelt es sich um matt gestrichene, bei den letzten beiden um glänzend gestrichene Papiere. Der Glanz des ersten Papiers liegt allerdings mit 8,5 erheblich niedriger als der in Abschnitt D1.1.2 angegebene Richtwert für den Standard-Papiertyp 2. Bei solchen Papieren muss damit gerechnet werden, dass die trocknungsbedingten Helligkeits- und Buntheitsverluste nicht vollständig durch eine höhere Farbführung zu kompensieren sind, sodass die Volltonfärbung auf dem trockenen Druck gegebenenfalls außerhalb der in Abschnitt D1.5.2 aufgeführten Toleranzen liegt. Vor allem die Primärfarbe Schwarz ist davon betroffen, deren Helligkeit dann deutlich oberhalb des Sollwertes liegen kann.

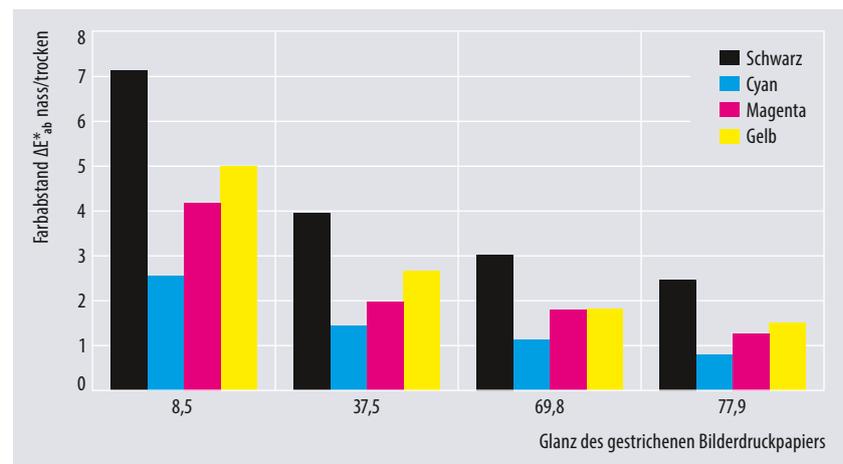


Abbildung B-194: Abhängigkeit der trocknungsbedingten Farbortänderungen vom Glanz des Bedruckstoffs am Beispiel von vier Bilderdruckpapieren (Messbedingung entsprechend ISO 8254-1: TAPPI-Methode. Datenquelle: Literaturstelle [69], siehe Abschnitt D4.3).

Einflussfaktoren auf Trocknungseffekte sind noch nicht vollständig bekannt

Durch Drucktests kann man im Einzelfall das genaue Ausmaß von Trocknungseffekten ermitteln

Farbortänderungen an Drucken sind nicht zwangsläufig auf Trocknungsphänomene zurückzuführen

Das Ausmaß der Farbortänderungen hängt aber nicht allein vom Papier, sondern auch von den Trocknungseigenschaften der jeweils verwendeten Druckfarben ab. So wurde bei Druckversuchen beobachtet, dass eine Druckfarbe, die auf Naturpapieren gravierende Farbveränderungen zeigte, bei gestrichenen Papieren ihren Farbort kaum änderte. Andere Druckfarben reagierten genau entgegengesetzt. Letztlich sind die Abhängigkeiten zwischen Bedruckstoff- und Druckfarbeneigenschaften einerseits und den trocknungsbedingten Farbortänderungen andererseits derzeit noch zu wenig erforscht, um sie in Form mathematischer Gleichungen formulieren zu können.

Werden beim Druck unbekanntes Material verwendet, stellt sich somit das Problem, die farblichen Auswirkungen der Trocknung vorherzusagen. Dies ist nur durch Auswertung eines Test- oder Andrucks möglich, bei dem die entsprechende Materialkombination eingesetzt wird. Der damit verbundene Aufwand ist jedoch bei einmalig oder voraussichtlich nur selten verwendeten Papieren und Druckfarben in der Regel unwirtschaftlich. Kommen in einer Druckerei hingegen bestimmte Papier-Druckfarbe-Kombinationen sehr häufig zum Einsatz, kann es ratsam sein, hierfür Färbungsstandards zu erzeugen und dabei auch die durch Trocknung verursachte Farbortänderung zu ermitteln. Die dazu erforderlichen Maßnahmen werden in Abschnitt B4.6 beschrieben.

Beim Druck mit UV-reaktiven Druckfarben sind naturgemäß keine Nass-/Trocken-Effekte zu berücksichtigen, da der Trocknungsvorgang bereits abgeschlossen ist, bevor der Druckbogen bzw. die Bahn die Maschine verlässt. Gleiches sollte man eigentlich auch beim Heatset-Rollenoffsetdruck annehmen. Dennoch wurden dort schon Farbortänderungen festgestellt, die nach dem Druck auftraten. Es wird vermutet, dass diese Farbdrift auf eine allmähliche Verflüchtigung der nach der Trocknung auf die Bahn aufgespritzten Silikon-Emulsion zurückzuführen ist, wodurch sich der Glanz der Farbschicht reduziert. Verallgemeinerungsfähige Erkenntnisse liegen zu dieser

1.1.2 Messung und visuelles Urteil

Ohne Messtechnik wären industrielle Fertigungsprozesse nicht beherrschbar. Das gilt selbstverständlich auch für die Druckproduktion. Die Messtechnik dient hier dazu, die Beurteilung und Steuerung der Druckqualität über die gesamte Prozessstrecke hinweg unabhängig vom subjektiven Empfinden des jeweiligen Betrachters vorzunehmen. Dennoch muss man konstatieren, dass Mess- und Betrachtungsergebnis mitunter voneinander abweichen, ohne dass dies allein einer subjektiven Fehleinschätzung (z. B. aufgrund einer Farbenfehlsichtigkeit des Betrachters oder störender Einflüsse des Betrachtungsumfelds) zuzuschreiben wäre.

Messung und visuelle Beurteilung korrelieren nicht immer vollständig miteinander



Abbildung C-9: Standardisierte Druckproduktion funktioniert nicht ohne Messtechnik. Doch identische Messwerte auf Vorlage und Druck garantieren keine unterschiedslose Farbwiedergabe.

Ursachen von Abweichungen zwischen Messwerten und visueller Bewertung

Diskrepanzen zwischen den Ergebnissen von Messung und Betrachtung, die beim Vergleich von Prüfdruck und Offsetdruck auftreten, führen in der Praxis besonders häufig zur Verunsicherung. Die Bewertungsunterschiede können auf die nachfolgend beschriebenen Ursachen zurückzuführen sein. Diese treten im Normalfall gemeinsam auf, sodass der Einfluss eines bestimmten Faktors durch den Anwender nur schwer abzuschätzen ist.

Die Gründe für Abweichungen von messtechnischer und visueller Bewertung sind vielfältig

Bedruckstoffunterschiede

Die wenigsten Prüfdrucksysteme erlauben es, das Auflagenpapier zu bedrucken. Färbung, Oberflächeneigenschaften (z. B. Glanz) und Opazität von Prüfdrucksubstrat und Auflagenbedruckstoff unterscheiden sich dann, auch wenn die jeweils geltenden Toleranzen keine allzu großen Unterschiede zulassen. In nahezu allen weißen Auflagenpapieren werden optische Aufheller verwendet, um den Weißgrad zu steigern. Diese führen aber zu Unterschieden zwischen gemessenem und empfundenem Farbort (siehe hierzu ausführlich die Abschnitte A3.2.2 und A3.2.3). Ist der Aufhelleranteil zu groß, werden die in Abschnitt D1.1.2 angegebenen Toleranzen für die Papierfärbung sogar überschritten.

Färbung, Oberfläche und Opazität des Prüfdrucksubstrats und des Auflagenbedruckstoffs weichen meist voneinander ab

Glanzunterschiede der Bedruckstoffe beeinflussen bis zu einem gewissen Grad auch den Glanz der aufgedruckten Farben und können – in starker Abhängigkeit vom jeweiligen Betrachtungswinkel – Bewertungsunterschiede in Bezug auf die Bunttheit und Helligkeit des Sujets verursachen (Näheres hierzu siehe Abschnitt A3.2.1 und A3.2.2). Außerdem bewirken unterschiedliche Opazitäten von Prüfdrucksubstrat

Unterschiede in Glanz und Opazität führen zu Diskrepanzen zwischen gemessener und empfundener Buntheit bzw. Helligkeit

1.2.1 Die Schwankungstoleranz als statistische Größe

Beim Fortdruck sind die zulässigen Abweichungen der Fortdruckexemplare vom Abstimmexemplar durch Schwankungstoleranzen begrenzt. Im Gegensatz zur Abweichungstoleranz sind die Werte für die Schwankungstoleranz nicht als höchste zulässige Abweichung vom Sollwert (dem Messwert des Abstimmexemplars) zu verstehen, sondern müssen im Sinne einer einfachen statistischen Standardabweichung normalverteilter Messwerte vom Sollwert aufgefasst werden. Nachfolgend wird am Beispiel der Prüfung einer Druckauflage auf Tonwertschwankungen erläutert, welcher Grundgedanke hinter dieser Interpretation der Schwankungstoleranz steckt und welche Konsequenzen daraus für die übrigen mit Schwankungstoleranzen versehenen Messgrößen – die Volltonfärbung und die Spreizung im Mittelton – zu ziehen sind.

Schwankungstoleranzen sind die einfache Standardabweichung normalverteilter Messwerte vom Sollwert

Normalverteilung der Tonwerte um den Sollwert

Ausgangspunkt für die Bewertung der Tonwertschwankungen einer Druckauflage ist die Annahme, dass die auf den einzelnen Exemplaren gemessenen Werte um den auf dem Abstimmexemplar ermittelten Sollwert näherungsweise normalverteilt sind. Von dieser Voraussetzung geht man in der Qualitätssicherung immer dann aus, wenn Produktionsschwankungen auf einer großen Zahl von Einflüssen beruhen und sich nicht mehr auf einzelne Einflussfaktoren zurückführen lassen, sodass die Schwankungen letztlich Zufallscharakter aufweisen. Die Normalverteilung lässt sich grafisch durch eine Kurve veranschaulichen, die nach dem Mathematiker Carl Friedrich Gauß auch als Gaußsche Glockenkurve bezeichnet wird. Die Fläche unter der Gaußkurve, die zwischen zwei auf der waagerechten Achse abgetragenen Werten liegt (mathematisch: das Integral von Wert a bis Wert b), entspricht der Häufigkeit, mit der ein Wert auftritt, der innerhalb dieser festgelegten Grenzen liegt (siehe Abbildung C-15).

Die beim Auflagedruck zu erwartenden Tonwertschwankungen lassen sich durch die Gaußkurve veranschaulichen

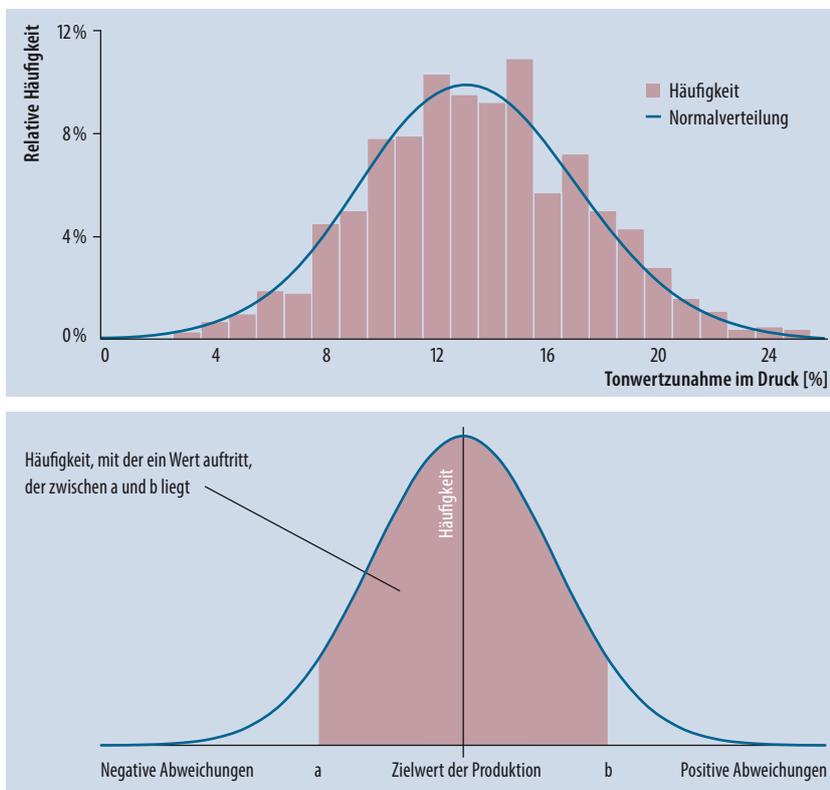


Abbildung C-15: Häufigkeitsverteilung der Messwerte einer Auflage mit näherungsweise normalverteilten Tonwerten und Gaußsche Glockenkurve (oben). Für die Qualitätssicherung ist es weniger interessant, wie häufig ein bestimmter Messwert auftritt. Vielmehr geht es um die Frage, wie viele Messwerte innerhalb bestimmter – hier mit a und b bezeichneter – Toleranzgrenzen liegen (unten).

1.3.1 Festlegen der Prüfkriterien

Bevor mit einer Qualitätsprüfung überhaupt begonnen werden kann, muss zunächst Klarheit herrschen, welche Gütekriterien als Bewertungsmaßstab dienen sollen (siehe Abbildung C-27). Wird beanstandet, dass das gelieferte Produkt den in diesem Handbuch beschriebenen Qualitätsanforderungen nicht genügt, so ist als erstes die Frage zu beantworten, ob die in Abschnitt D1.5 aufgeführten Sollwerte bzw. Toleranzen für das Druckprodukt überhaupt anwendbar sind oder nicht.

Nicht in jedem Fall kann der ProzessStandard Offsetdruck als Referenz für die Qualitätsprüfung herangezogen werden

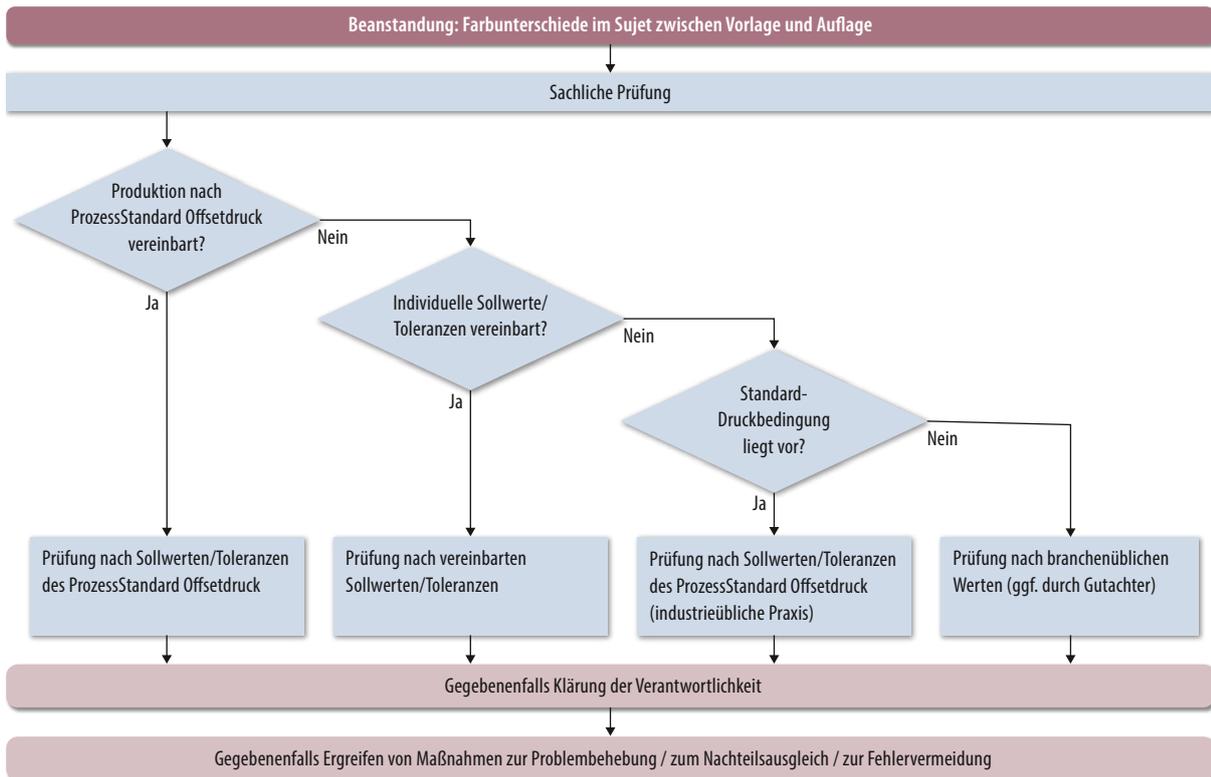


Abbildung C-27: Auswahl der Gütekriterien für die technische Prüfung einer Beanstandung

Grundsätzlich sind für die Qualitätsüberprüfung jene Sollwerte und Toleranzen maßgebend, die vor Produktionsbeginn vereinbart wurden – seien es nun die in diesem Handbuch aufgeführten oder individuell verabredete Werte, die z. B. bei abweichender Farbreihenfolge, Verwendung von Sonderfarben oder synthetischen Bedruckstoffen festgelegt werden sollten. Eine Vereinbarung über individuelle Vorgabewerte liegt auch dann vor, wenn der Kunde bei einer Druckabnahme durch seine Unterschrift ein Exemplar (OK-Exemplar) zur Referenz für den Fortdruck erklärt hat. (Falls dafür jedoch der für eine stabile Farbe-Feuchtmittel-Balance zur Verfügung stehende Spielraum der Farb- und Feuchtmittelführung verlassen werden muss, ist der Auftraggeber auf diesen Umstand hinzuweisen. Die in diesem Handbuch aufgeführten Toleranzen verlieren dann nämlich ihre Gültigkeit.) Sofern der Druckbetrieb vor der Produktion leichtfertig oder wider besseres Wissen Qualitätsversprechen abgegeben hat, muss er sich an seinen Zusagen messen lassen, auch wenn sich deren Einhaltung im Nachhinein als objektiv unmöglich erweist.

Für die nachträgliche Qualitätsbeurteilung sind die Sollwerte/Toleranzen maßgebend, die vor Beginn der Produktion vereinbart wurden

Gab es hingegen im Vorfeld keine Übereinkunft über die anzulegenden Qualitätskriterien, so wird man bei der Prüfung von der branchenüblichen Praxis ausgehen. Entsprach die Druckbedingung (zum Begriff siehe Abschnitt A1.2) bei der Produktion einer der in Abschnitt D1.1 festgelegten Standard-Druckbedingungen, so sind die Prüfkriterien eindeutig definiert, denn die in Abschnitt D1.5 aufgeführten Sollwerte und Toleranzen repräsentieren die Ergebnisse, die von sorgfältig arbeitenden Druckbetrieben erwartet werden können, und sind deshalb als Referenz heranzuziehen.

Bei standardisierten Druckbedingungen repräsentieren die Sollwerte und Toleranzen des ProzessStandard Offsetdruck die branchenübliche Praxis

2.3 Stellenwert der Dokumentation für die Qualitätssicherung

Eine ausschließlich auf mündlichen Anweisungen und Überlieferungen basierende Qualitätssteuerung ist zum Scheitern verurteilt. In Schriftform abgefasste Dokumente dienen einerseits als verbindliche Richtschnur für die durchzuführenden Qualitätssicherungsmaßnahmen und andererseits in Form von Qualitätsaufzeichnungen als unverzichtbare Instrumente zur Fehleranalyse und Qualitätsverbesserung.

Schriftliche Aufzeichnungen sind für die Qualitätssicherung unerlässlich

Das Qualitätsregelwerk

Die Aufzeichnungen der erstgenannten Kategorie bilden das Regelwerk für die Qualitätssicherung, das z. B. in Form eines Qualitätsmanagement-Handbuches und/oder einer Reihe von Arbeitsanweisungen vorliegt. Der Vorteil einer schriftlichen Fixierung besteht darin, dass die benötigten Informationen jederzeit abgerufen werden können und in Zweifels- oder Streitfällen absolute Klarheit über die anzuwendenden Qualitätskriterien, Methoden und Kommunikationswege herrscht. Gleichzeitig wird damit der hohe Stellenwert der Qualitätssicherung im Unternehmen betont und im Bewusstsein der Mitarbeiter verankert. Das Qualitätsregelwerk sollte insbesondere folgende Informationen enthalten:

Das Qualitätsregelwerk ist die jederzeit verfügbare, verbindliche Referenz für die Qualitätssicherung

- die angestrebten Qualitätsziele, z. B. in Form von Sollwerten und Toleranzen,
- die technische Beschreibung der zum Erreichen und zur Kontrolle der Qualitätsziele durchzuführenden Prozeduren,
- die Qualitätssicherung betreffende organisatorische Regelungen (z. B. Informationspflichten und Entscheidungswege).

In die Dokumentation der Qualitätsziele und Produktionsmethoden fließen bei standardisierten Druckbedingungen die in diesem Handbuch genannten Werte und Prozeduren ein; die Regelungen sind aber in den meisten Fällen im Hinblick auf betriebsindividuelle Gegebenheiten zu verfeinern. So sollten beispielsweise Arbeitsanleitungen gezielt auf die jeweils verfügbaren Betriebsmittel (Maschinen, Materialien, Messgeräte usw.) zugeschnitten werden (siehe Beispiel). Bei vom Standard abweichenden Produktionsbedingungen können die in diesem Handbuch beschriebenen Methoden der Qualitätskontrolle und -steuerung zum Vorbild für die Formulierung eigener Regelungen dienen. Hinsichtlich der festzuschreibenden organisatorischen Regelungen sei auf die in Abschnitt C.2.2 skizzierten Fragestellungen verwiesen.

Die im Qualitätsregelwerk niedergelegten Anweisungen sollen die betriebsindividuellen Gegebenheiten widerspiegeln



Abbildung C-34: Das Qualitätsmanagement-Handbuch enthält das Regelwerk für die Qualitätssicherung. Alle im Unternehmen verwendeten Exemplare sind stets aktuell zu halten.

Kissprint

Vollflächendruck ohne Feuchtung mit so geringer Beistellung, dass die Fläche nur zu ca. 50 % ausdruckt.

Kolorimeter

↓Dreibereichs-Farbmessgerät

Kontrollbild

↓Kontrollmittel zur visuellen Beurteilung eines oder mehrerer Prüf↓parameter. Die Bildinformation kann rasterlos oder gerastert vorliegen. Motiv bzw. Datenformat und ↓Farbraum sind vom jeweiligen Kontrollzweck abhängig. Im einfachsten Fall kann ein Kontrollbild aus einer homogenen Fläche oder einem Verlauf bestehen.

Kontrollblock

Zweidimensionale Anordnung von ↓Kontrollfeldern

Kontrollfeld

Fläche, auf der zu Prüfzwecken ein oder mehrere ↓Druckbildelemente angeordnet sind.

Kontrollmarke

Markierung oder Skala zur Ortsfestlegung oder -kontrolle. Beispiele für Kontrollmarken sind Passkreuze, Noniusregelskalen, Falz- und Schneidmarken.

Kontrollmittel

Gattungsname für ↓Kontrollmarken, ↓Kontrollfelder, ↓Kontrollstreifen, ↓Kontrollblöcke, ↓Kontrollbilder und ↓Testformen. Allgemein versteht man unter einem Kontrollmittel ein ↓Sujet, das physisch oder in Dateiform in einem definierten, auf den Kontrollzweck abgestimmten Zustand vorliegt. Es durchläuft eigenständig oder in ein Dokument eingebunden einen ↓Prozess und wird dabei den jeweiligen Bearbeitungen unterzogen. Die durch diese Bearbeitungen bewirkten Veränderungen sind dann am Ausgabeergebnis des Kontrollmittels visuell und/oder messtechnisch zu erkennen.

Kontrollstreifen

Eindimensionale Anordnung von ↓Kontrollfeldern

Koordinaten, kartesische

In einem kartesischen Koordinatensystem stehen alle Koordinaten senkrecht aufeinander.
→ Polarkoordinaten

Kopierkennlinie

↓Druckplattenkennlinie einer konventionell kopierten Druckplatte.

L**L***

↓CIELAB-Farbmaßzahl für die Lage eines ↓Farbortes auf der ↓Helligkeitsachse des ↓CIELAB-Farbraumes. L* kann Werte zwischen 0 (Schwarz) und 100 (Weiß) annehmen. Der Abstand zweier Farben entlang der L*-Achse wird mit ΔL^* bezeichnet.

Mit L* wird auch die ↓Gradation eines Monitors bzw. eines ↓Arbeitsfarbraums bezeichnet, die eine visuell gleichabständige Abstufung der Ausgabewerte entsprechend der Helligkeitsachse des CIELAB-Farbraums erzeugt.

Lasur

Vermögen einer ↓Druckfarbe, Licht zu absorbieren, ohne es zu streuen. Eine vollständig lasierende Druckfarbe hellt eine dunklere Druckfarbe (z. B. Schwarz) nicht auf, wenn sie darüber gedruckt wird.

LCD-Monitor

Flüssigkristall-Bildschirm (LCD = Liquid Crystal Display), bei dem die darzustellende Farbe durch je drei nebeneinander liegende Farbzellen pro ↓Pixel erzeugt wird. Bei den heutigen LCDs handelt es sich um sogenannte ↓TFT-Monitore (TFT = Thin Film Transistor), bei dem jedes eigene Unterpixel durch einen eigenen Transistor angesteuert wird.
→ CRT-Monitor

Leerfeld

↓Kontrollfeld, welches das unbedruckte bzw. unbeschichtete ↓Substrat zeigt. Es besitzt die verfahrensbedingt niedrigste optische ↓Dichte.

Leuchtdichte L [cd/m²]

(englisch: Luminance)

Verhältnis der von einer leuchtenden Fläche ausgestrahlten Lichtstärke I [cd] zur Größe der Fläche A [m²]:

$$L \text{ [cd/m}^2\text{]} = \frac{I \text{ [cd]}}{A \text{ [m}^2\text{]}}$$

Lichtart

Strahlung mit bestimmter Spektralverteilung in einem Wellenlängenbereich, in dem sie die Farbe eines Gegenstandes beeinflussen kann. Die Lichtart kann auch über eine ↓Farbtemperatur beschrieben werden. So entspricht zum Beispiel die Lichtart ↓D50 einem Tageslicht mit der Farbtemperatur 5000 K.