

Richtlinie

# **Technische Prüfung von Bogendrucksystemen mit elektrofotografischer Druckbildübertragung**

Dezember 2018



**bvdm.**

## Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkung .....	3
2	Allgemeines .....	5
2.1	Anwendungsbereich .....	5
2.2	Grundlegende Begriffe .....	5
3	Testformen, Druck und Probennahme .....	6
3.1	Testform 1 – Prüfen der Farbwiedergabe.....	7
3.2	Testform 2 – Prüfen der Farbschwankungen.....	10
3.3	Testform 3 – Prüfen von Streifenbildung, Detailschärfe und Kantenwiedergabe .....	12
3.4	Testform 4 – Prüfen der Homogenität .....	14
3.5	Testform 5 – Prüfen der Gradation.....	15
3.6	Testform 6 – Geometrieprüfungen .....	17
4	Messtechnik .....	19
5	Auswertung der Druckproben und Berechnung der Kennwerte.....	21
5.1	Prüfen der Farbwiedergabe.....	22
5.1.1	Farbgenauigkeit.....	22
5.1.2	Reproduzierbarkeit.....	24
5.1.3	Wiedergabe von Sonderfarben.....	25
5.2	Prüfen der Farbschwankungen .....	27
5.2.1	Farbkonstanz über die Druckauflage .....	27
5.2.2	Gleichmäßigkeit der Färbung über das Druckformat .....	28
5.3	Prüfen von Streifenbildung, Detailschärfe und Kantenwiedergabe .....	30
5.3.1	Streifenbildung.....	30
5.3.2	Detailschärfe .....	31
5.3.3	Wiedergabe von Kanten.....	33
5.4	Prüfen der Homogenität .....	35
5.5	Prüfen der Gradation .....	37
5.5.1	Tonwertauflösung .....	37
5.5.2	Wiedergebarer Tonwertbereich.....	38
5.6	Geometrieprüfungen .....	40
5.6.1	Bildpasser.....	40
5.6.2	Maßhaltigkeit der Farbauszüge.....	41
5.6.3	Positioniergenauigkeit Simplex.....	42
5.6.4	Positioniergenauigkeit Duplex.....	44
6	Literatur.....	46
	Impressum .....	47

# 1 Vorbemerkung

Die vorliegende Richtlinie liefert ein Konzept, um Qualitätsparameter von Bogendrucksystemen mit elektrofotografischer Druckbildübertragung objektiv zu bewerten. Anbieter und (potenzielle) Nutzer verfügen damit erstmals über eine systemübergreifend anwendbare Grundlage, um sich über wesentliche Eigenschaften der Drucksysteme zu verständigen:

- Anbieter können anhand der vorgegebenen Qualitätsparameter konkrete Spezifikationen für ihre Drucksysteme kommunizieren.
- Nachfrager können ihr Anforderungsprofil eindeutig definieren und passende Drucksysteme anhand der von den Anbietern kommunizierten Spezifikationen identifizieren.
- Beide Parteien können durch eine technische Abnahmeprüfung nach dieser Richtlinie sicherstellen, dass das gelieferte Drucksystem im Hinblick auf die zuvor vereinbarten Eigenschaften (Kennwerte) keine Mängel aufweist.

## Prüfmethoden

Die Richtlinie beschreibt Methoden, mit denen sich die Drucksysteme im Hinblick auf Farbwiedergabe, Farbschwankungen, Bildqualität und Geometrie charakterisieren lassen. Sie allein erlauben zwar keine vollständige Beschreibung der Druckqualität, spiegeln aber die wichtigsten Eigenschaften in den beschriebenen Kategorien wider. Welche Bedeutung diese Eigenschaften im Alltagseinsatz der Drucksysteme für die Produktqualität besitzen, wird für jeden einzelnen Prüfparameter erläutert.

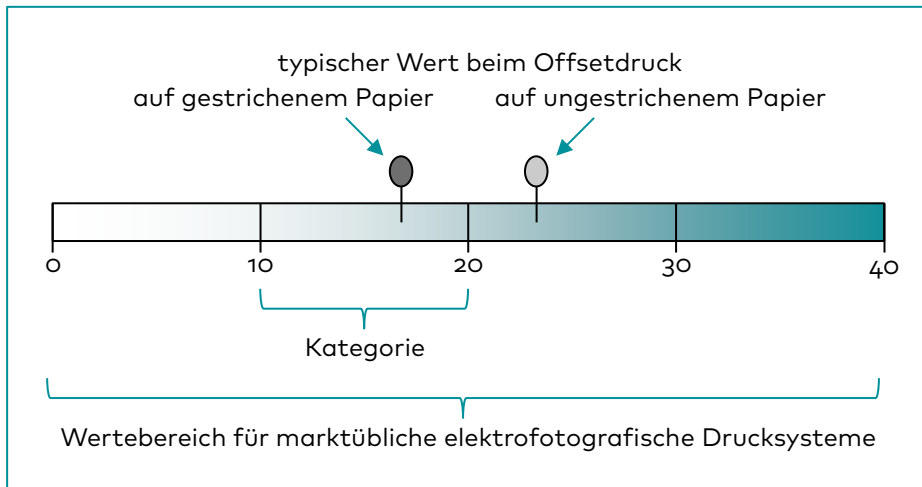
Die Prüfvorschriften basieren größtenteils auf internationalen Standards, deren Vorgaben speziell für diesen Anwendungszweck angepasst wurden. Andere Methoden wurden eigens für diese Richtlinie oder im Rahmen anderer Forschungsprojekte entwickelt [1]<sup>1</sup>. Sie wurden zwar auf den elektrofotografischen Druck abgestimmt, können aber auch auf andere Druckverfahren übertragen werden, solange es sich um einen vierfarbigen Bogendruck im Format von ca. DIN A3 handelt.

## Einordnung der Prüfergebnisse

Diese Richtlinie enthält keine Sollwerte, weil sich die Anforderungen der Anwender an Druckqualität und Preis der Drucksysteme stark unterscheiden und sich das Angebot an Drucksystemen entsprechend breit ausdifferenziert. Stattdessen ist für jede Kenngröße das Qualitätsspektrum der marktüblichen Drucksysteme als Wertebereich angegeben. Die Wertebereiche sind jeweils in geeignete Kategorien unterteilt, denen sowohl visuelle Erkennbarkeitsschwellen als auch vorhandene Messungenauigkeiten zugrunde liegen. So lange zwei Kennwerte der gleichen Kategorie zugeordnet werden können, stehen sie dementsprechend für ein vergleichbares Qualitätsniveau. Abbildung 1 veranschaulicht die in dieser Richtlinie gewählte Darstellungsweise zur Einordnung der Prüfergebnisse.

---

<sup>1</sup> Zahlenangaben in eckigen Klammern verweisen auf die in Abschnitt 6 angegebenen Quellen.



**Abbildung 1: Beispielhafte Darstellung einer Skala zur Einordnung von Prüfergebnissen**

Zur besseren Orientierung sind darüber hinaus typische Ergebnisse für einen Bogenoffsetdruck aufgeführt. Sofern beim jeweiligen Prüfkriterium sinnvoll, wird dabei zwischen dem Druck auf gestrichenen und ungestrichenen Papieren unterschieden. Die Werte basieren auf Druckversuchen, Forschungsprojekten, Standards, Richtlinien und Erfahrungswerten. Damit sie mit den Kennwerten des Digitaldrucks direkt vergleichbar sind, beziehen sie sich auf das A3-Format bzw. eine Auflagenhöhe von 100 Exemplaren. Bei der Betrachtung der Werte muss allerdings beachtet werden, dass in der Praxis auch beim Offsetdruck bessere oder schlechtere Ergebnisse auftreten können, als in der vorliegenden Richtlinie angegeben.

### Durchführen der Prüfungen

Einige der in Abschnitt 5 beschriebenen Auswertungen erfordern spezielle Messsysteme (vgl. Abschnitt 4) oder Programme (MATLAB), die normalerweise in Druckereien nicht zur Verfügung stehen. In den meisten Fällen wird es daher erforderlich sein, die Systemprüfung mit externer Unterstützung durchzuführen. Die Beratungsgesellschaften der Druck- und Medienverbände und die Fogra bieten entsprechende Dienstleistungen an (Kontakt: [www.bvdm-online.de/bvdm/landesverbaende](http://www.bvdm-online.de/bvdm/landesverbaende) bzw. [www.fogra.org](http://www.fogra.org)).

## 2 Allgemeines

### 2.1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt für Bogendrucksysteme mit elektrofotografischer Druckbildübertragung (Trocken- oder Flüssigtoner) und einem maximalen Druckbogenformat von ca. DIN A3 (typisch: SRA3 = 320 mm × 450 mm), bei denen die Ausgabe über vier Farbkanäle (CMYK) erfolgt.

Es ist darüber hinaus möglich, einzelne Prüfmethode auch auf Rollensysteme und/oder andere Arten der Druckbildübertragung (z. B. Inkjetdruck) anzuwenden bzw. für solche Anwendungsfälle anzupassen. Die Ausführungen in dieser Richtlinie beziehen sich jedoch ausschließlich auf den im ersten Absatz festgelegten Anwendungsbereich.

### 2.2 Grundlegende Begriffe

Um Missverständnisse zu vermeiden, ist nachfolgend die Bedeutung einiger Begriffe erklärt, die in dieser Richtlinie verwendet werden:

Gerätemodus	Modus des Drucksystems, in dem Druckbildelemente, die in der Datei in den Primärfarben-Volltönen Cyan, Magenta, Gelb oder Schwarz angelegt wurden, im Druck ausschließlich mit den Farben Cyan, Magenta, Gelb bzw. Schwarz erzeugt werden. Es darf keine Vermischung der Farbkanäle durch Farbmanagement auftreten.
Simulationsmodus	Modus des Drucksystems, in dem durch Anwendung von Farbmanagement eine durch ein ICC-Profil bzw. durch eine Charakterisierungsdatei beschriebene Farbwiedergabe möglichst genau erzielt wird. Dabei werden die Volltöne des Zielfarbraums in der Regel durch Mischung zweier oder mehrerer Farbkanäle erzeugt.
medienabsolut („side-by-side“)	Art der vergleichenden Farbeurteilung zwischen einer Probe und einer Vorlage, bei der die jeweiligen Weißpunkte unberücksichtigt bleiben. Eine medienabsolute Bewertung ist nur sinnvoll, wenn Probe und Vorlage einen identischen oder zumindest nahezu identischen Weißpunkt besitzen.
medienrelativ	Art der vergleichenden Farbeurteilung zwischen einer Probe und einer Vorlage, die auf die jeweiligen Weißpunkte bezogen ist. Auf diese Weise können Druckergebnisse auch dann sinnvoll miteinander verglichen werden, wenn Probe und Vorlage unterschiedliche Weißpunkte besitzen.

### 3 Testformen, Druck und Probennahme

Die folgenden Unterabschnitte 3.1 bis 3.6 beschreiben die zum Prüfen der Drucksysteme erforderlichen Testformen. Sie können unter [www.fogra.org](http://www.fogra.org) (FograCert/Druck/Systemprüfung Digitaldruck) und [www.bvdm-online.de](http://www.bvdm-online.de) (Themen/Technik+Forschung/Richtlinien und Handreichungen) heruntergeladen werden. Sie sind im Format SRA3 (320 mm × 450 mm) angelegt.

Die Testform-Dateien liegen i. d. R. als PDF-Dokumente vor. Einzelne Testformen müssen gegebenenfalls entsprechend der nachfolgenden Anleitungen noch vorbereitet bzw. angepasst werden. In diesen Fällen stehen offene Dateien (InDesign) zur Verfügung. Alle Testformen sind bei der Ausgabe möglichst mittig auf dem zur Verfügung stehenden Bedruckstoffformat zu platzieren.

Je nach Testform unterscheiden sich

- die bei der Druckausgabe zu wählenden Einstellungen,
- die Zahl der zu druckenden Exemplare sowie
- Art und Umfang der Stichproben für die Auswertung.

Entsprechende Vorgaben finden sich ebenfalls in den Abschnitten 3.1 bis 3.6.

### 3.1 Testform 1 – Prüfen der Farbwiedergabe

#### Zweck der Testform

Testform 1 dient dazu, die nachfolgend aufgeführten Farbwiedergabe-Parameter zu prüfen:

- Farbgenauigkeit (siehe Abschnitt 5.1.1),
- Reproduzierbarkeit (siehe Abschnitt 5.1.2),
- Wiedergabe von Sonderfarben (siehe Abschnitt 5.1.3).

#### Aufbau der Testform

Abbildung 2 zeigt den Aufbau der Testform, die folgende Kontrollmittel enthält:

- Testtafel ① nach ISO 12642-2:2006 [2],
- Platzhalter für fünf individuell festzulegende Sonderfarben ②,
- Optional ein parallel zur langen bzw. kurzen Formatkante platzierter Fogra-Medienkeil CMYK V3.0 ③ (kann vom Anwender im Bedarfsfall für zusätzliche Auswertungen platziert werden).

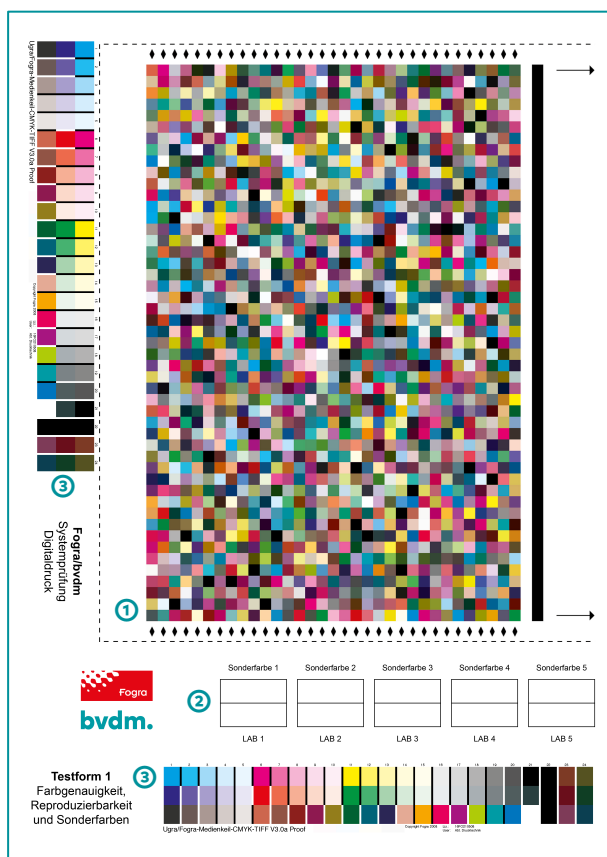
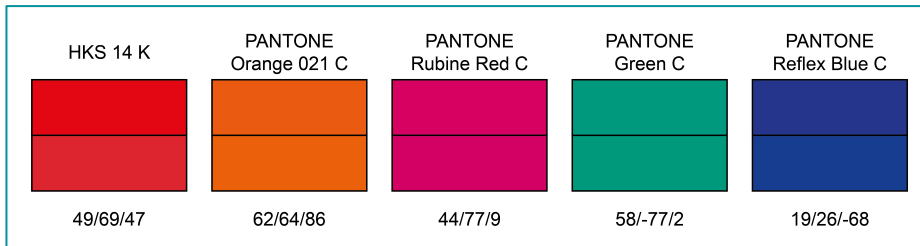


Abbildung 2:  
Testform 1 zum Prüfen  
der Farbwiedergabe.  
① Testtafel nach  
ISO 12642-2,  
② Platzhalter für indi-  
viduell festzulegende  
Sonderfarben,  
③ Fogra-Medienkeil  
CMYK V3.0 (optional).

#### Vorbereiten der Testform

Die Testform liegt als InDesign-Datei vor und muss zur Prüfung von Sonderfarben speziell vorbereitet werden. Hierzu enthält sie Platzhalter ② für fünf

individuell festzulegende Sonderfarben. Die Platzhalter bestehen aus zweigeteilten Farbfeldern. Die oberen Hälften sind mit den offiziellen Bezeichnungen der jeweiligen Sonderfarben, aber deutlich abweichenden Alternativbeschreibungen im CIELAB-Modus zu füllen. In die unteren Hälften sind hingegen unbekannte Farbnamen mit den gewünschten Farborten als Alternativbeschreibungen einzufügen. Die Farbfelder können im Anschluss ober- bzw. unterhalb mit den Bezeichnungen der Sonderfarben und den gewünschten Farborten beschriftet werden. Ein Beispiel zeigt Abbildung 3.



**Abbildung 3: Beispiel für die mit fünf Sonderfarben ausgefüllten Platzhalter © auf der Testform 1.**

Soll ein physikalisches Farbmuster (beispielsweise aus einem Farbfächer) beim Ausdruck der Sonderfarben reproduziert werden, empfiehlt es sich, den entsprechenden Farbort einzumessen. Ansonsten kann der gewünschte Sollwert aus einer Datenbank entnommen oder frei definiert werden. Sowohl gedruckte Farbfächer als auch die CIELAB-Farbdefinitionen in den Sonderfarben-Bibliotheken der Drucksysteme und den Farbpaletten der Layout-, Grafik- und Bildbearbeitungsprogramme können sich allerdings deutlich unterscheiden. Beim Festlegen der Farben für die Sonderfarben-Prüfung sollte deshalb berücksichtigt werden, welche Vorgaben für die Wiedergabe von Sonderfarben üblicherweise in der Tagesproduktion gelten.

Im Anschluss muss eine Referenz-Druckbedingung festgelegt werden, die beim Druckvorgang farblich simuliert werden soll. Hierbei kann es sich um eine Standarddruckbedingung (beispielsweise aus dem Offsetdruck) oder eine frei definierte Druckbedingung handeln. Deren Farbwiedergabe muss in Form eines ICC-Profiles beschrieben sein, das als „Output Intent“ beim Erzeugen der PDF/X4-Testdatei verwendet wird.

### **Ausgeben der Testform und Probennahme**

Vor der Ausgabe von Testform 1 muss das zu prüfende Drucksystem gemäß Herstellerangaben kalibriert werden. Dies betrifft insbesondere die Einstellung der Volltonfärbung und der Gradation. Des Weiteren ist ein geeignetes Medienprofil einzusetzen. Hierbei kann es sich entweder um ein herstellerseitig hinterlegtes Profil oder ein auf den vorliegenden Bedruckstoff abgestimmtes Profil handeln.

Die Testform ist mit einer Auflagenhöhe von zehn Exemplaren einseitig im Simulationsmodus zu drucken. Anschließend werden mit der um 180° gedrehten Testform erneut zehn Exemplare gedruckt. Das jeweils letztgedruckte Exemplar wird für die Auswertung verwendet.



Soll die Reproduzierbarkeit geprüft werden, kann die Testform nach dem Versuchsprogramm nach der gleichen Prozedur zu einem späteren Zeitpunkt erneut ausgegeben werden. Dabei ist zu beachten, dass das Ergebnis entscheidend davon abhängt, ob bzw. wann das Drucksystem zwischen dem ersten und dem nachfolgenden Druck der Testform erneut justiert wurde.

Justiervorgänge werden entweder manuell ausgelöst oder erfolgen automatisch. Im zweiten Fall können die Intervalle meist vom Bediener vorgegeben werden. Es existieren aber auch Drucksysteme, bei denen der Bediener keinen Einfluss auf den Zeitpunkt der Justierungen besitzt. In manchen Fällen ist nicht einmal bekannt, wann sie stattfinden.

Für die Reproduzierbarkeitsprüfung müssen der zeitliche Ablauf und die Vorgabe von Justierintervallen folglich sorgfältig geplant werden. Je nach gewünschter Erkenntnis und systemseitiger Möglichkeiten sind verschiedene Szenarien für die wiederholte Ausgabe von Testform 1 denkbar:

- unmittelbar vor einem Justiervorgang,
- unmittelbar nach einem Justiervorgang,
- zu einem festgelegten Zeitpunkt, unabhängig von zwischenzeitlichen Justiervorgängen.

## 3.2 Testform 2 – Prüfen der Farbschwankungen

### Zweck der Testform

Testform 2 dient dazu, Farbschwankungen

- über das Druckformat (siehe Abschnitt 5.2.1) und
- über die Druckauflage (siehe Abschnitt 5.2.2)

zu prüfen.

### Aufbau der Testform

Abbildung 4 zeigt den Aufbau der Testform. Sie enthält 36 identisch aufgebaute Messfeldgruppen, die in sechs Zeilen und sechs Spalten angeordnet sind. Jede Gruppe besteht aus acht Messfeldtriplets mit

- den Primärfarben Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz,
- den Sekundärfarben Rot, Grün und Blau sowie
- einem aus den drei Buntfarben aufgebauten Schwarz,

jeweils in den Tonwertstufen 20 %, 50 % und 100 %.

Abbildung 5 veranschaulicht den Aufbau der Messfeldgruppen.

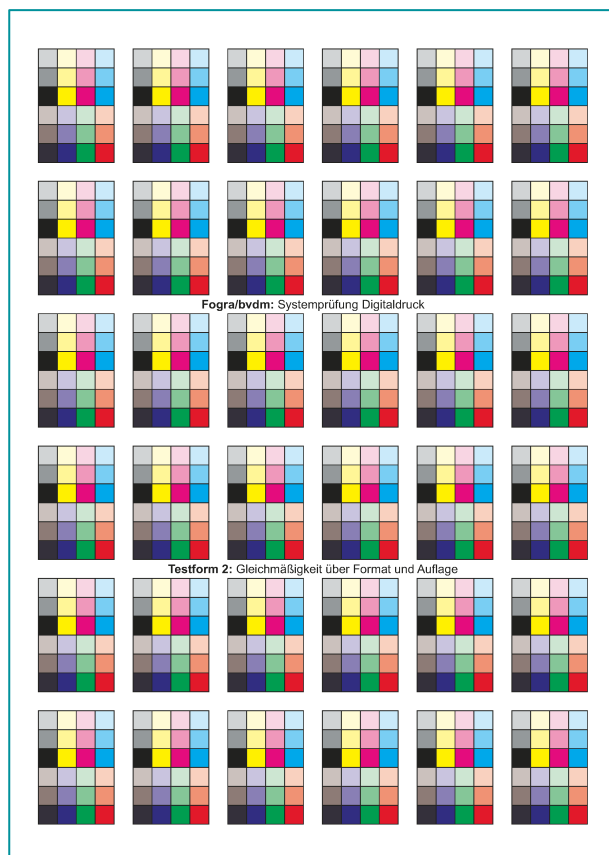


Abbildung 4:  
Testform 2 zum Prüfen  
der Farbschwankungen.

### Ausgeben der Testform und Probennahme

Die Testform wird einseitig mit einer Auflage von 200 Exemplaren im Simulationsmodus gedruckt.

Von den ersten 100 Exemplaren werden 20 nach dem Zufallsprinzip gezogen und für die Auswertung bereitgestellt. Die zweiten 100 Drucke werden nur dann herangezogen, wenn eine Beeinflussung der erzielten Ergebnisse durch eine automatische Justierung während des Druckvorgangs vermutet wird (siehe Abschnitt 5.2.1).

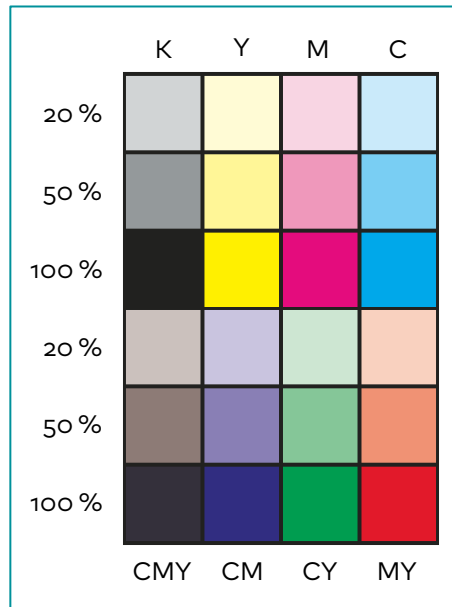


Abbildung 5:  
Aufbau der Messfeldgruppen  
in Testform 2

### 3.3 Testform 3 – Prüfen von Streifenbildung, Detailschärfe und Kantenwiedergabe

#### Zweck der Testform

Testform 3 dient zum Prüfen der

- Streifigkeit des Ausdrucks (siehe Abschnitt 5.3.1),
- Detailschärfe (siehe Abschnitt 5.3.2) und
- Wiedergabequalität von Kanten (siehe Abschnitt 5.3.3).

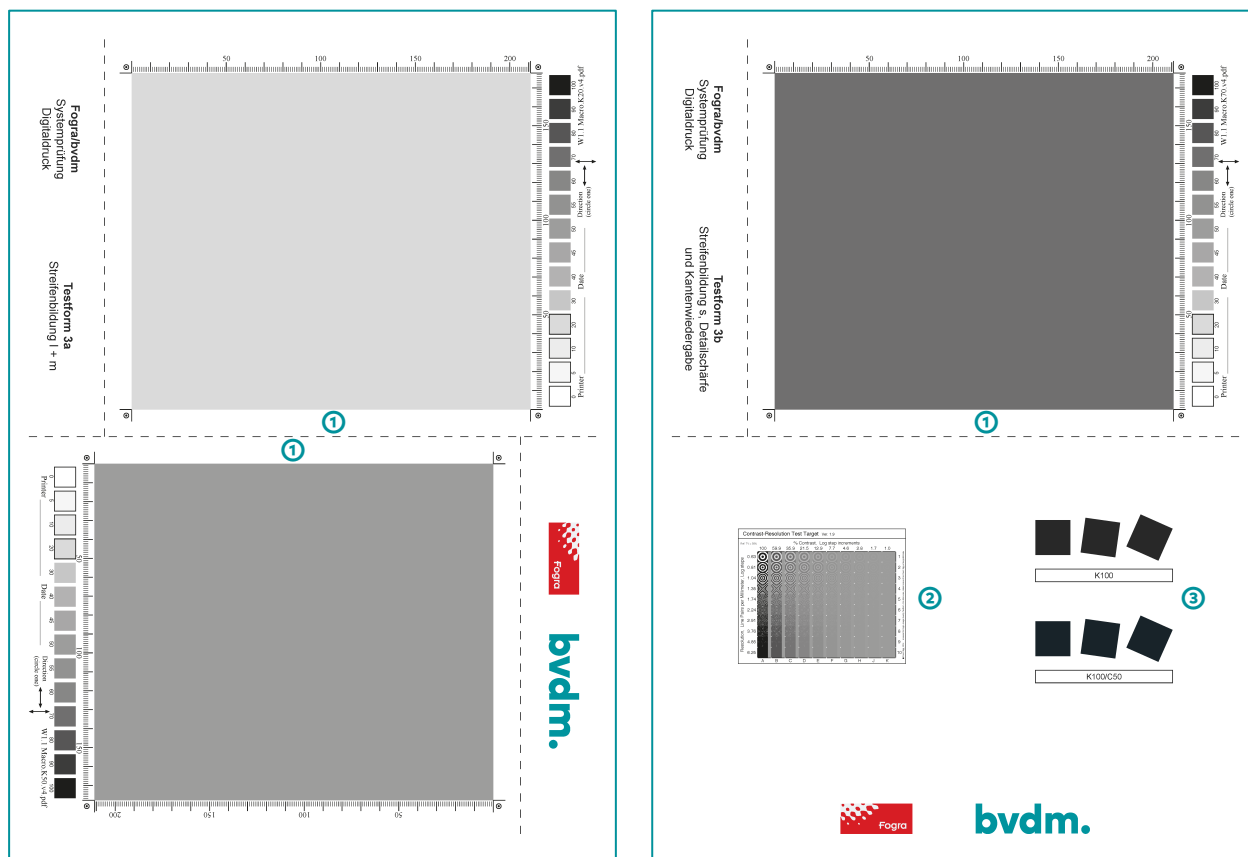


Abbildung 6: Testform 3 zum Prüfen der Streifenbildung, Detailschärfe und Kantenwiedergabe. ① Flächenelemente zum Beurteilen der Streifigkeit, ② „Contrast Resolution Test Target“, ③ Messelement-Gruppen für die Beurteilung von Kanten.

#### Aufbau der Testform

Abbildung 6 zeigt den Aufbau der Testform. Sie besteht aus zwei Seiten mit den folgenden Kontrollmitteln:

- Flächenelemente zum Beurteilen der Streifigkeit ①, einfarbig schwarz mit den Tonwerten 20 %, 50 % und 70 %,
- „Contrast Resolution Test Target“ ②, einfarbig schwarz (siehe auch Abbildung 7),

- zwei Messelement-Gruppen für die Beurteilung von Kanten ③. Die Quadrate sind jeweils unter 0°, 8° und 24° angeordnet. Die Quadrate der oberen Gruppe sind ausschließlich aus einem schwarzen Vollton aufgebaut, die der unteren Gruppe wurden zusätzlich mit 50 % Cyan unterlegt (siehe auch Abbildung 8).

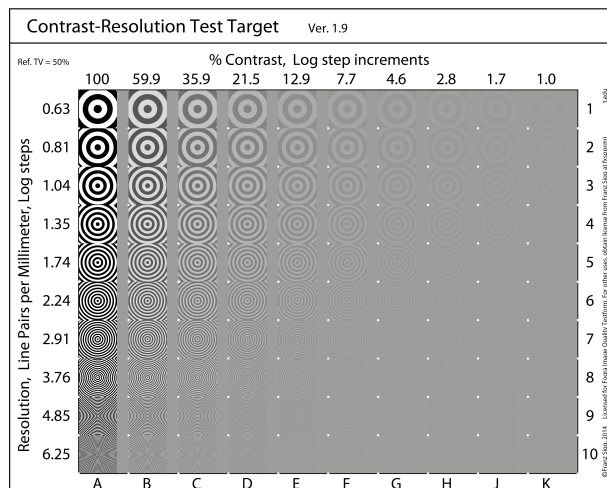


Abbildung 7: „Contrast Resolution Test Target“ ②

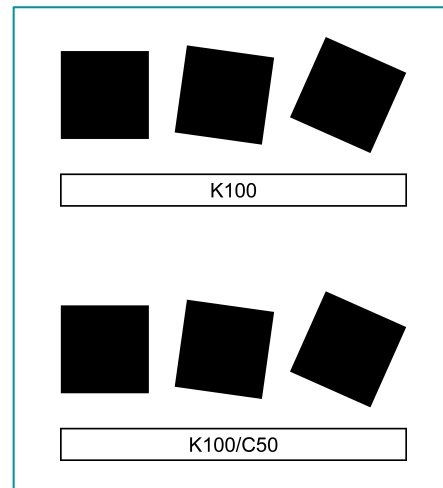


Abbildung 8: Messelement-Gruppen zur Kantenbeurteilung ③

### Ausgeben der Testform und Probennahme

Die beiden Seiten der Testform werden einseitig mit einer Auflage von zehn Exemplaren im Simulationsmodus gedruckt. Die zwei jeweils letztgedruckten Exemplare werden für die Auswertung bereitgestellt.

## 3.4 Testform 4 – Prüfen der Homogenität

### Zweck der Testform

Testform 4 (Abbildung 9) dient dazu, die Homogenität der Wiedergabe gleichmäßiger Farbflächen zu prüfen (siehe Abschnitt 5.4).

### Aufbau der Testform

Die Testform besteht aus drei Einzelseiten, die jeweils eine vierfarbig aufgebaute homogene Farbfläche enthalten, und zwar im

- Viertelton: 20 % Cyan, 15 % Magenta, 15 % Gelb, 15 % Schwarz,
- Mittelton: 40 % Cyan, 30 % Magenta, 30 % Gelb, 30 % Schwarz,
- Dreiviertelton: 65 % Cyan, 50 % Magenta, 50 % Gelb, 50 % Schwarz.

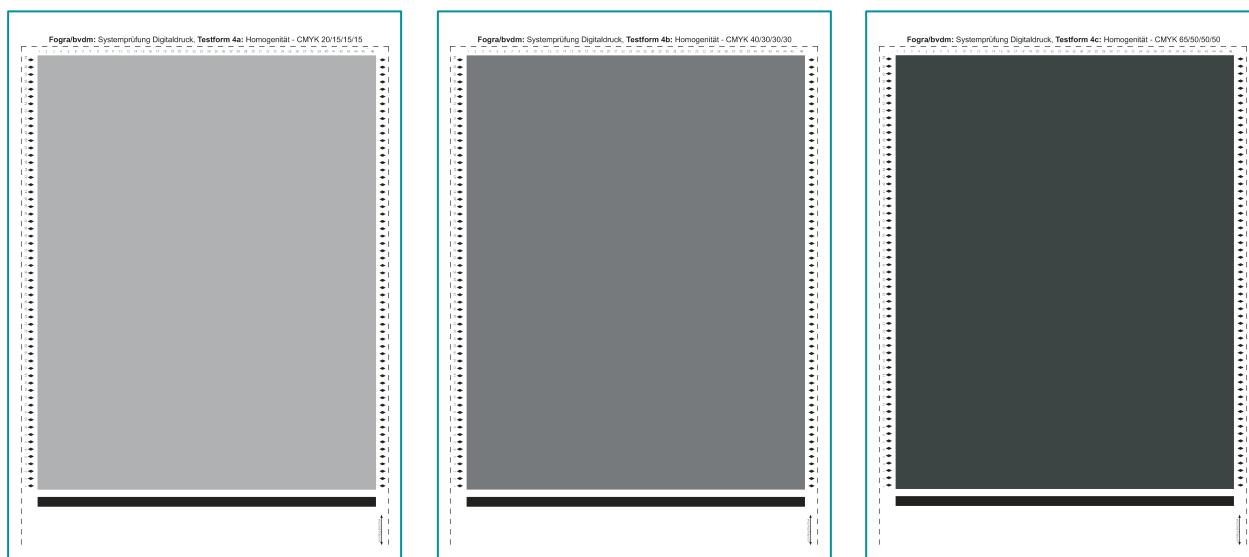


Abbildung 9: Testform 4 zum Prüfen der Homogenität

### Ausgeben der Testform und Probennahme

Die drei Seiten der Testform werden einseitig mit einer Auflage von zehn Exemplaren im Simulationsmodus gedruckt. Die zwei jeweils letztgedruckten Exemplare werden für die Auswertung bereitgestellt.

### 3.5 Testform 5 – Prüfen der Gradation

#### Zweck der Testform

Testform 6 (Abbildung 10) dient dazu,

- die Tonwertauflösung (siehe Abschnitt 5.5.1) und
- den wiedergebbaren Tonwertbereich (siehe Abschnitt 5.5.2)

des Drucksystems zu prüfen.

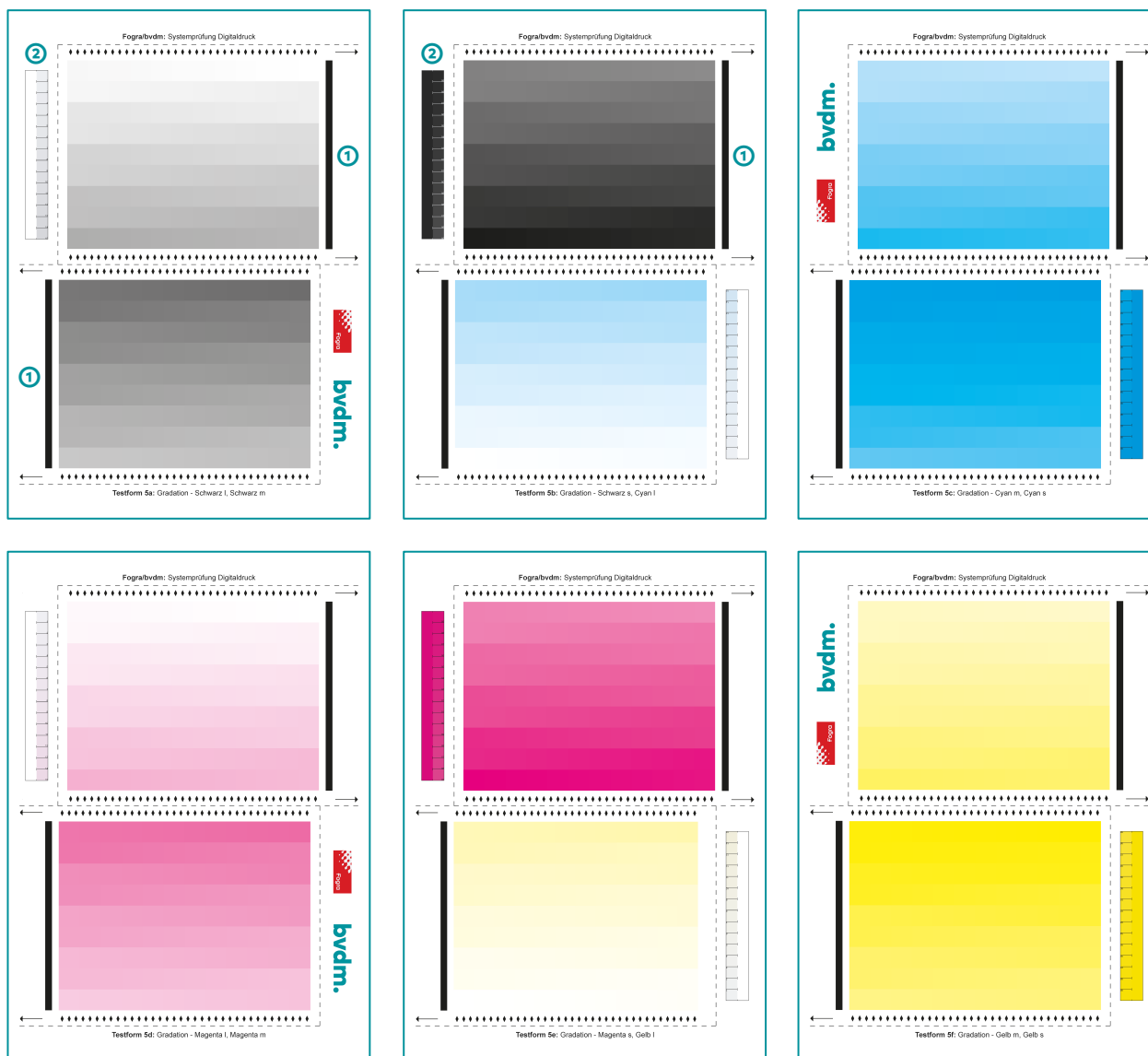


Abbildung 10: Testform 5 zum Prüfen der Gradation. ① Messfelder für 256 Tonwertstufen, ② Tonwertkeile im Lichter- und Schattenton.

### **Aufbau der Testform**

Die Testform besteht aus sechs Einzelseiten. Sie enthalten

- für jede Primärfarbe Messfelder für 256 Tonwertstufen ①, gleichabständig über den gesamten Tonwertbereich von 0 % bis 100 % (verteilt auf drei Messfeldgruppen),
- für jede Primärfarbe jeweils einen Tonwertkeil ② im Lichterton (1 % bis 15 %) und im Schattenton (85 % bis 99 %).

### **Ausgeben der Testform und Probennahme**

Die sechs Seiten der Testform werden einseitig mit einer Auflage von zehn Exemplaren im Gerätemodus gedruckt. Die zwei jeweils letztgedruckten Exemplare werden für die Auswertung bereitgestellt.



## 3.6 Testform 6 – Geometrieprüfungen

### Zweck der Testform

Testform 6 (Abbildung 11) dient dazu, Dimensions- und Lageparameter des Druckbildes zu bewerten. Diese sind im Einzelnen

- der Bildpasser (siehe Abschnitt 5.6.1),
- die Maßhaltigkeit der Farbauszüge (siehe Abschnitt 5.6.2) und
- die Positioniergenauigkeit des Druckbildes auf dem Druckbogen beim Simplex- und beim Duplexdruck (siehe Abschnitt 5.6.3 bzw. 5.6.4).

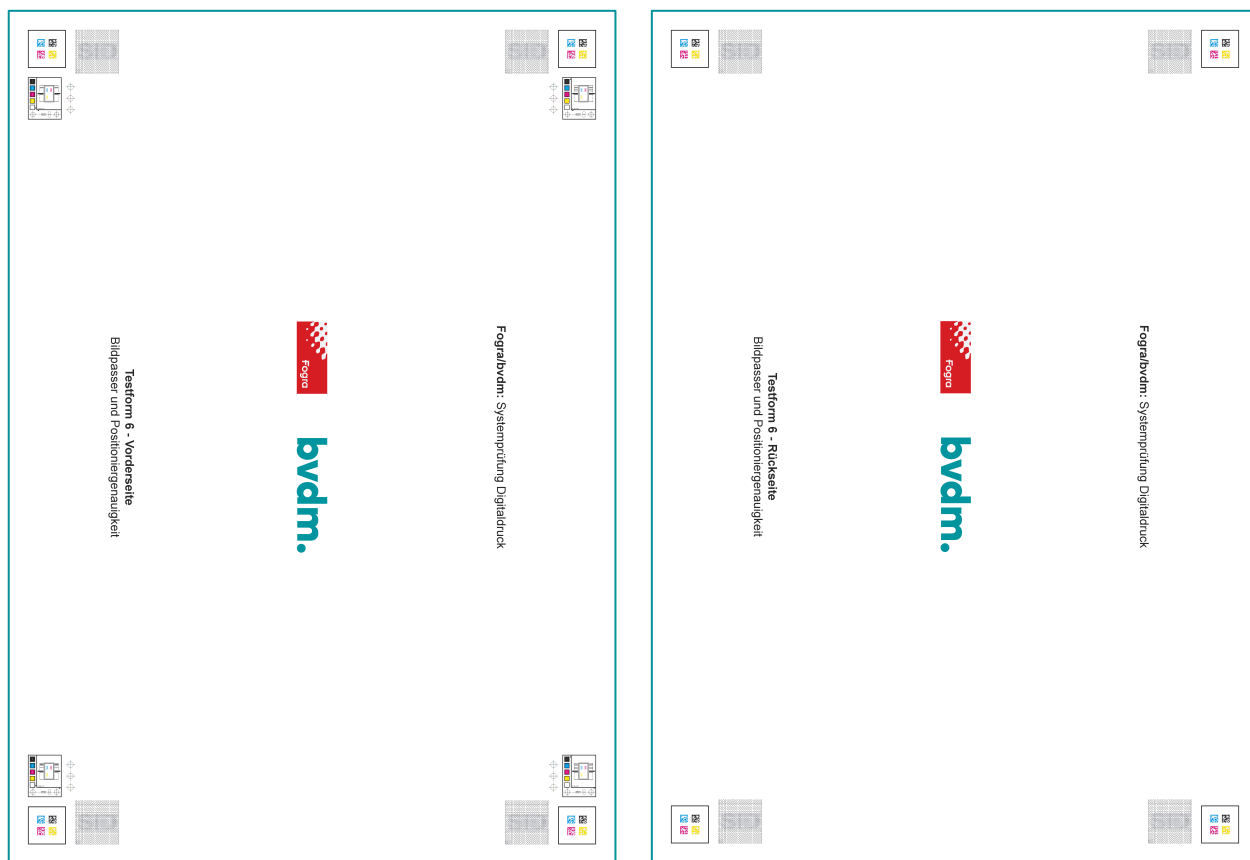


Abbildung 11: Vorder- und Rückseite der Testform 6 für Geometrieprüfungen

### Aufbau der Testform

Abbildung 12 zeigt die in den Ecken der Testform platzierten Messelemente:

- LUCHS-Passerelement in der Version Zeitung ①,
- Passkreuz-Kombinationen Schwarz/Cyan, Schwarz/Magenta und Schwarz/Gelb ②,
- LEHNER-Messmarken ③,
- LUCHS-Sonderelement ④ (schwarz).

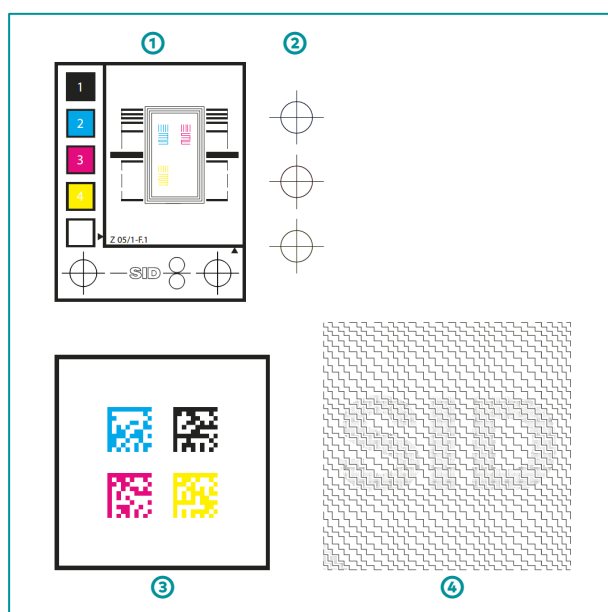


Abbildung 12:  
Messelemente-Gruppe  
auf der ersten Seite der  
Testform 6 links unten:  
① LUCHS-Passerelement  
(Version Zeitung)  
② Passkreuze  
③ LEHNER-Messmarken  
④ LUCHS-Sonderelement

Das Luchs Passerelement ① und die Passkreuze ② werden nur auf Seite 1 der Testform benötigt.

### Vorbereiten der Testform

Testform 6 besteht aus zwei Seiten, die im Duplex-Modus ausgegeben werden. Die Seiten werden dabei an der kurzen Papierkante gespiegelt, so dass die Überschriften auf Vorder- und Rückseite übereinanderliegen. Die außenliegenden Messelemente sollen möglichst deckungsgleich sein.

Wichtig für die spätere Auswertung ist, dass die Abstände zwischen dem Druckbild und den Bedruckstoffkanten in und quer zur Druckrichtung 10 mm betragen. Dies ist der Fall, wenn mit einem Format von 320 mm × 450 mm gearbeitet wird. Andernfalls müssen die Testelemente in der Testform-Datei entsprechend verschoben werden. Zu diesem Zweck steht neben der PDF-Testform auch eine offene Datei zur Verfügung.

### Ausgeben der Testform und Probennahme

Vor der Ausgabe sind die Bedruckstoffe sorgfältig im Papierfach zu stapeln. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn die Druckmaschine über keine geeigneten Registersysteme verfügt. Im Anschluss muss der Bildpasser mit den zur Verfügung stehenden Justierhilfen optimal eingestellt werden.

Die Testform ist mit einer Auflage von 100 Exemplaren im Gerätemodus zu drucken. Davon werden 20 Exemplare nach dem Zufallsprinzip gezogen und für die Auswertung bereitgestellt.

## 4 Messtechnik

Zur vollständigen Auswertung der Testdrucke werden ein handelsübliches Spektralfotometer und ein Scanner sowie geeignete Instrumente zum Messen von Abständen auf den Druckbogen benötigt.

### Spektralfotometer

Für die Farbmessung gelten die Anforderungen der ISO 13655 [3] (Messgeometrie  $0^\circ: 45^\circ$  bzw.  $45^\circ: 0^\circ$ , Bezugslichtart D50,  $2^\circ$ -Normalbeobachter). Je nach der für die jeweilige Prüfung maßgeblichen Referenz-Druckbedingung wird der Messmodus M0 oder M1 benötigt. Densitometrische Tonwertmessungen werden ohne Polarisationsfilter durchgeführt. Dabei sind Filterkurven nach Status E (entsprechend ISO 5-3 [4]) anzuwenden.

Da mit dem Spektralfotometer sehr viele Einzelmessungen durchzuführen sind, empfiehlt sich die Verwendung eines automatischen XY-Tisches.

### Scanner

Der Scanner muss mit Ausgabeauflösungen von 1200 dpi (nativ) und 2400 dpi arbeiten können und eine Farbtiefe von 16 Bit besitzen. Automatische Bildoptimierungen der Scannersoftware müssen deaktiviert sein. Zur korrekten Erfassung der Farbdaten ist weiterhin ein aktuelles ICC-Profil nötig.

Der Scanner einschließlich ICC-Profil lässt sich gemäß ISO 24790 [5] mit der dafür vorgesehenen Testtafel und Software auf seine Eignung überprüfen. Die hierbei ermittelten Messwerte für „Banding“ sowie „Blurriness“ und „Raggedness“ im Liniensatz 1 müssen sich innerhalb der in der Norm aufgeführten Bereiche befinden. Bei der Prüfung ist zu beachten, dass nicht die von der Software berechnete opto-elektronische Übertragungsfunktion (OECF) verwendet wird, sondern eine eigens aus dem zugrundeliegenden Scanner-Profil abgeleitete Kurve. Des Weiteren darf keine Korrektur der Modulationsübertragung (MTF) stattfinden.



Abbildung 13: LUCHS-Passermesssystem

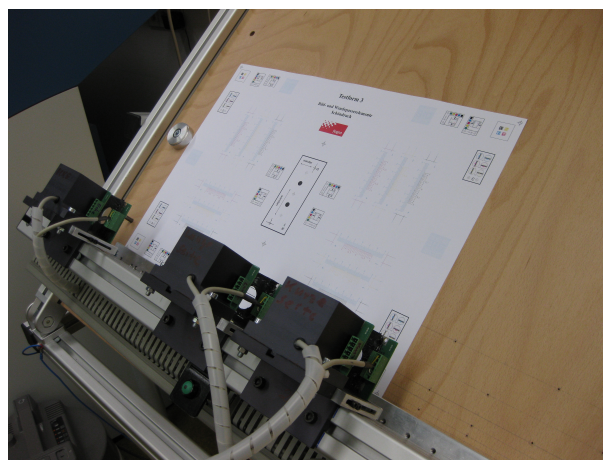


Abbildung 14: LEHNER-Passermesstisch

Die geforderten Zielgrößen können nur erreicht werden, wenn die Scanner-MTF dem Durchschnitt praxistypischer Geräte entspricht. So muss der Ortsfrequenzgang (SFR) im CIEY-Kanal der gescannten Testtafel bei 3 LP/mm ca. 70 % betragen, bei 6 LP/mm ca. 50 % und bei 9 LP/mm ca. 35 %.

### **Geräte zur Abstandsmessung**

Die Messgeräte für die Abstandsmessung dürfen eine maximale Messungenauigkeit von  $\pm 15 \mu\text{m}$  nicht überschreiten. Dies kann mit Scannern oder geeigneten elektronischen bzw. Glasmaßstäben zwar erreicht werden. Angesichts der großen Anzahl auszuwertender Drucke und des damit verbundenen hohen Aufwandes erscheint dies jedoch nicht praktikabel. Deshalb wurde in den Vorarbeiten zur vorliegenden Richtlinie auf das Passermesssystem LUCHS [6] des Sächsischen Instituts für die Druckindustrie (SID) und den Passermesstisch [7] der Firma LEHNER zurückgegriffen (siehe Abbildung 13 bzw. Abbildung 14). Beide arbeiten mit speziellen Messmarken, die bildanalytisch erfasst und automatisch ausgewertet werden.

## 5 Auswertung der Druckproben und Berechnung der Kennwerte

Die nachfolgenden Unterabschnitte beschreiben, welche Prüfkriterien durch die Systemprüfung in welcher Weise beurteilt werden. Dabei werden folgende Fragen beantwortet:

- Welche Bedeutung besitzen die jeweiligen Prüfparameter für die Produktionspraxis?
- Wie werden die nach den Abschnitten 3.1 bis 3.6 erzeugten Druckproben messtechnisch ausgewertet?
- Wie werden aus den Messwerten Kennwerte gebildet, welche die Systemeigenschaften charakterisieren?
- Wie lassen sich die ermittelten Kennwerte einordnen – was sagen sie über die Druckqualität des geprüften Systems aus?

## 5.1 Prüfen der Farbwiedergabe

Um die Farbwiedergabe des Drucksystems zu prüfen, werden die nach Abschnitt 3.1 mit Testform 1 erstellten Druckproben benötigt.

### 5.1.1 Farbgenauigkeit

#### Bedeutung der Kenngröße

Die Farbgenauigkeit ist die Fähigkeit des Digitaldrucksystems, das angestrebte Farbergebnis zu erzielen. Dieses Farbergebnis wird durch das ICC-Profil beschrieben, das in der Druckdatei als Output Intent angegeben wurde. Maßstab zur Beurteilung der Farbgenauigkeit sind somit die im gewählten ICC-Profil festgelegten CIELAB-Farborte.

Mangelnde Farbgenauigkeit führt generell zu unbefriedigender Farbwiedergabe, beispielsweise in Form von Farbstichen, übertriebener Farbsättigung oder Verschwärzlichung. Dies kann unter anderem in Haut- und Grautönen, Pastell- oder Logofarben den Bildeindruck erheblich stören. Problematisch sind die Auswirkungen auch dann, wenn – wie im Digitaldruck oft der Fall – die Farbwiedergabe des Systems mit der eines anderen Druckprozesses übereinstimmen soll. Typische Beispiele dafür sind Vorab-, Nach- oder Teilaufgaben, die im Digitaldruck gefertigt werden, während die Hauptauflage im Offsetdruck produziert wird.

Oftmals wird im Digitaldruck ein anderer Bedruckstoff(typ) eingesetzt als jener, für den das ICC-Profil ursprünglich erzeugt wurde. Anders als etwa beim Prüfdruck wird im digitalen Produktionsdruck aber keine Papierweißsimulation eingesetzt, um Unterschiede zwischen dem Weißpunkt des Referenz-Papiers (im ICC-Profil) und dem Papierweiß des tatsächlich verwendeten Bedruckstoffes auszugleichen. Dieser Umstand wird bei der Systemprüfung dadurch berücksichtigt, dass neben der medienabsoluten („side-by-side“) auch eine medienrelative Bewertung erfolgt [8]. Vergleichbar zur Dichtemessung normiert („nullt“) man hierzu die Farbwerte auf das Weiß des jeweiligen Bedruckstoffes. Auf diese Weise ist es sogar möglich, die Farbgenauigkeit eines elektrofotografisch erzeugten Drucks auf Naturpapier sinnvoll mit den Farbwerten eines ICC-Profiles zu vergleichen, das einen Offsetdruck auf Bilderdruckpapier repräsentiert (z. B. PSO Coated v3).

#### Auswertung der Druckproben

Zur Bewertung der Farbgenauigkeit werden alle Felder der Testtafeln ① auf Testform 1 farbmétrisch gemessen. Dabei sind die Messunterlage und der Messmodus (M0 oder M1) entsprechend der zugrundeliegenden Referenz-Druckbedingung zu wählen. Anschließend erfolgt eine Mittelung über beide gezogenen Exemplare.

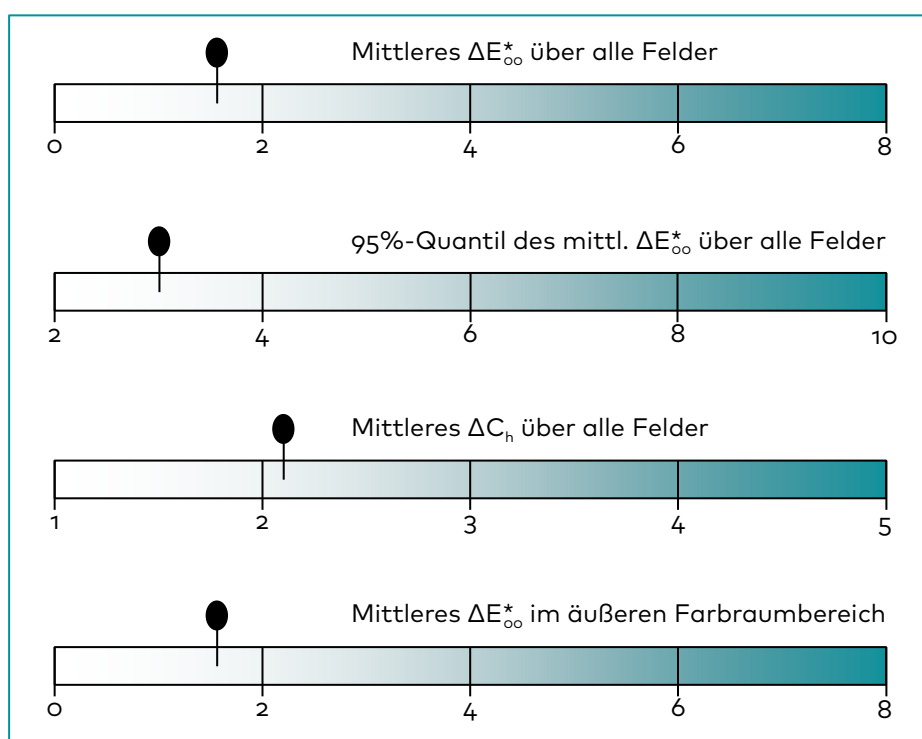
Der Vergleich mit der Referenz-Druckbedingung erfolgt sowohl medienabsolut („side-by-side“) als auch medienrelativ. Hierzu wird für jedes Farbfeld der Testtafel der Farbabweichung  $\Delta E_{\text{oo}}^*$  ermittelt. Zur medienrelativen Bewertung werden die gemessenen CIELAB-Werte und die Referenzfarborte zuvor in CIEXYZ-Werte umgerechnet, medienrelativ normiert und danach wieder in CIELAB-Werte überführt [8].

## Kennwerte

Als Kennwerte werden folgende Größen herangezogen:

- Mittlerer Farbabstand  $\Delta E_{\text{oo}}^*$  über alle Felder,
- 95-%-Quantil über alle Felder,
- Mittlerer Farbtabstand  $\Delta C_h$  der Buntgraufelder<sup>2</sup>,
- Mittlerer Farbabstand  $\Delta E_{\text{oo}}^*$  im äußeren Farbraumbereich [9].

Ein erfolgreicher „Side-by-Side“-Druck ist nur dann möglich, wenn eine gute Übereinstimmung zwischen dem Weißpunkt der Referenz und dem eingesetzten Bedruckstoff herrscht. Unterscheiden sich beide um mehr als  $\Delta E_{\text{oo}}^* = 4$ , sollte ausschließlich die medienrelative Bewertung herangezogen werden.



**Abbildung 15: Skalen marktüblicher Farbgenauigkeiten elektrofotografischer Drucksysteme. Die Markierungen kennzeichnen jeweils typische Werte beim Bogenoffsetdruck.**

<sup>2</sup> C 10 %, M 6 %, Y 6 %;  
 C 20 %, M 12 %, Y 12 %;  
 C 40 %, M 27 %, Y 27 %;  
 C 60 %, M 45 %, Y 45 %;  
 C 80 %, M 65 %, Y 65 %;  
 C 100 %, M 85 %, Y 85 %

## Einordnung der Ergebnisse

Abbildung 15 zeigt die im Markt anzutreffenden Farbgenauigkeitsbereiche von elektrofotografischen Drucksystemen. Die Werte beziehen sich auf die Wiedergabe auf verschiedenen praxisüblichen Bilderdruckpapieren (Referenz-Druckprofil: PSO Coated v3). Die Markierungen stellen typische Ergebnisse für den Bogenoffsetdruck dar. Diese können nur mit einer sorgfältig nach Prozessstandard Offsetdruck [10] eingerichteten Druckmaschine erreicht werden. Weiterhin muss der Bedruckstoff bei der „Side-by-Side“-Bewertung mit der zugrundeliegenden Standard-Druckbedingung übereinstimmen.

### 5.1.2 Reproduzierbarkeit

#### Bedeutung der Kenngröße

Die Reproduzierbarkeit gibt Aufschluss darüber, inwieweit beim Druck in größeren zeitlichen Abständen eine einheitliche Farbwiedergabe erzielt werden kann, auch wenn zwischenzeitlich andere Aufträge auf dem System gefertigt werden. Dies ist ein typisches Szenario für die Druckproduktion auf Abruf (Printing-on-demand), wo unabhängig vom Fertigungszeitpunkt der einzelnen Exemplare bzw. Teilauflagen ein hohes Maß an farblicher Übereinstimmung erwartet wird.

Eine farbgenaue Druckproduktion (siehe Abschnitt 5.1.1 bzw. 5.1.3) setzt eine hohe Reproduzierbarkeit voraus. Andernfalls müsste die gewünschte Farbwiedergabe permanent durch aufwendige Kontrollen und Eingriffe des Benutzers sichergestellt werden.

#### Auswertung der Druckproben

Die Testtafeln ① auf Testform 1 werden analog zu Abschnitt 5.1.1 ausgewertet. Die gemittelten Messwerte werden im Anschluss mit den im ersten Druckdurchgang erzielten Farborten medienabsolut („side-by-side“) verglichen.

#### Kennwerte

Als Kennwerte werden herangezogen:

- Mittlerer Farbabstand,
- 95-%-Quantil.

#### Einordnung der Ergebnisse

Bei der Bewertung muss beachtet werden, dass bezüglich der Maschinenjustierung unterschiedliche Szenarien möglich sind, die das Ergebnis beeinflussen (siehe Abschnitt 3.1). Folglich können hier keine praxisüblichen Wertebereiche angegeben werden.



### 5.1.3 Wiedergabe von Sonderfarben

#### Bedeutung der Kenngröße

In der visuellen Kommunikation spielen Logo- und Hausfarben für das Image von Unternehmen bzw. Marken eine wichtige Rolle. Die Auftraggeber von Druckprodukten legen für gewöhnlich großen Wert darauf, dass diese Sonderfarben mit höchster Genauigkeit reproduziert werden.

Im elektrofotografischen Druck werden Sonderfarben i. d. R. durch die vier Primärfarben erzeugt. Für die Farbgenauigkeit der Sonderfarben-Wiedergabe spielt neben dem Farbumfang (Gamut) des Drucksystems auch die Art und Weise eine Rolle, in der das System mit den in der Druckdatei enthaltenen Beschreibungen von Sonderfarben angesteuert wird.

Geprüft wird die Wiedergabe von fünf aus den Primärfarben erzielten Sonderfarben, die der Systembetreiber entsprechend seiner typischen Praxisanforderungen individuell festlegt (siehe Abschnitt 3.1). Am Druckergebnis wird festgestellt, ob die in der Druckdatei mit der korrekten Bezeichnung benannten Sonderfarben unabhängig von ihrer Farbdefinition in CIELAB durch die Farbbibliotheken des Drucksystems akkurat umgesetzt werden. Umgekehrt wird die Ausgabe der gleichen Sonderfarben beurteilt, wenn sie in der Datei mit korrekten CIELAB-Werten, aber unbekanntem Farbnamen definiert wurden.

#### Auswertung der Druckproben

Auf den Drucken der Testform 1 sind alle  $5 \times 2$  Sonderfarbfelder ② farbmetrisch zu messen. Die Messunterlage und der Messmodus (M0 oder M1) werden entsprechend der zugrundeliegenden Referenz-Druckbedingung gewählt. Anschließend werden die Werte der beiden gezogenen Exemplare gemittelt.

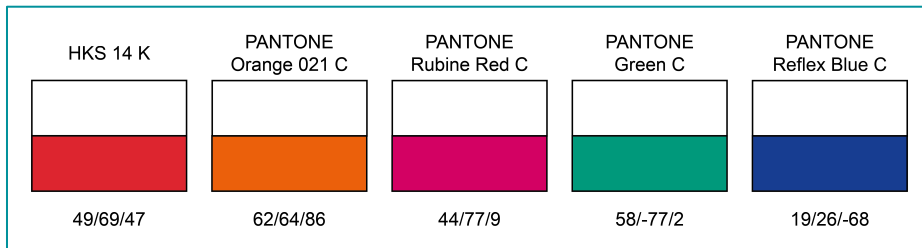
#### Kennwerte

Für jede Sonderfarbe werden die folgenden Kennwerte berechnet:

1. Farbabstand  $\Delta E_{\text{oo}}^*$  zwischen dem gewünschten Sollfarbort und dem über die Alternativbeschreibung erzielten Messwert (untere Zeile),
2. Farbabstand  $\Delta E_{\text{oo}}^*$  zwischen dem gewünschten Sollfarbort und dem über die Systembibliothek erzielten Messwert (obere Zeile),
3. Farbabstand  $\Delta E_{\text{oo}}^*$  zwischen dem über die Alternativbeschreibung (untere Zeile) und die Systembibliothek (obere Zeile) erzielten Messwerten.

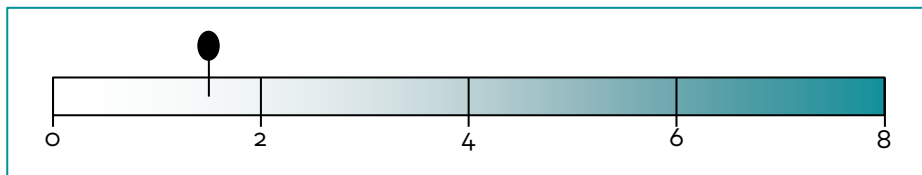
#### Einordnung der Kennwerte

Stimmen die gewünschten Sollfarborte mit den in der Systembibliothek hinterlegten Werten überein, fallen die Kennwerte 1 und 2 gleich groß aus, und Kennwert 3 wird Null. Sind die Kennwerte 2 und 3 unrealistisch hoch, ist anzunehmen, dass sich die in den Druckdaten namentlich bezeichneten Sonderfarben nicht in der Systembibliothek befinden oder keine Systembibliothek vorhanden ist.



**Abbildung 16: Beispiel für ein Ausgabeergebnis, bei der die namentlich bezeichneten Sonderfarben nicht in der Systembibliothek hinterlegt sind.**

Abbildung 17 zeigt den im Markt anzutreffenden Bereich für den Sonderfarben-Kennwert 1 von elektrofotografischen Drucksystemen. Die Markierung stellt ein typisches Ergebnis für den Bogenoffsetdruck mit einer sorgfältig nach Prozessstandard Offsetdruck eingestellten Druckmaschine und einem Bedruckstoff dar, welcher der zugrundeliegenden Standard-Druckbedingung entspricht. Sämtliche Ergebnisse können schlechter ausfallen, wenn der gewünschte Sollfarbort außerhalb des darstellbaren Farbraums liegt. Kennwert 2 kann den skizzierten Bereich im Fall einer Abweichung zwischen gewünschtem Sollfarbort und Systembibliothek ebenfalls überschreiten.



**Abbildung 17: Skala der marktüblichen Farbabstände  $\Delta E^*_{00}$  zwischen dem gewünschten Sollfarbort und dem bei elektrofotografischen Drucksystemen über die Alternativbeschreibung erzielten Messwert. Die Markierung kennzeichnet einen typischen Wert beim Bogenoffsetdruck.**

## 5.2 Prüfen der Farbschwankungen

Um die Konstanz und Gleichmäßigkeit der Farbwiedergabe des Drucksystems zu prüfen, wird die nach Abschnitt 3.2 gezogene Zufallsstichprobe aus den mit Testform 2 erstellten Druckproben benötigt.

### 5.2.1 Farbkonstanz über die Druckauflage

#### Bedeutung der Kenngröße

Eine hohe Farbkonstanz ist erforderlich, damit die angestrebte Farbwiedergabequalität auf jedem einzelnen Exemplar erreicht wird. Ist diese Voraussetzung nicht erfüllt, kann sich das gewünschte Farbergebnis bereits innerhalb weniger aufeinanderfolgend gedruckter Exemplare ändern. Eine gezielte Beeinflussung der Färbung wird somit schwierig bis unmöglich (siehe auch die Abschnitte 5.1.1 und 5.1.3), und es treten Farbschwankungen über die Auflage auf.

Die Farbkonstanz wird im Rahmen der Systemprüfung anhand einer Auflage beurteilt, deren Höhe für elektrofotografische Systeme praxistypisch ist.

#### Auswertung der Druckproben

In einer der vier in der Formatmitte platzierten Messfeldgruppen werden auf den ersten 100 nach Abschnitt 3.2 gezogenen Exemplaren der Testform 2 alle Felder farbmetrisch gemessen. Dabei sind die Messunterlage und der Messmodus (M0 oder M1) entsprechend der gewählten Referenz-Druckbedingung zu verwenden.

#### Kennwerte

Für jedes Messfeld werden die Farbunterschiede  $\Delta E_{\text{so}}^*$  zu dem über alle Exemplare gebildeten Mittelwert der Farborte bestimmt. Als Kennwerte dienen die zugehörigen 95-%-Quantile.

#### Einordnung der Kennwerte

Abbildung 18 zeigt den im Markt anzutreffenden Schwankungsbereich für die Druckauflage von elektrofotografischen Systemen. Die Markierung stellt ein typisches Ergebnis für den Bogenoffsetdruck dar.

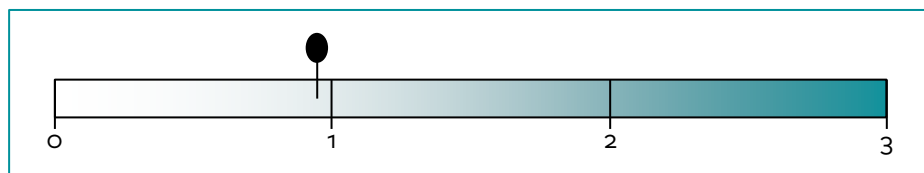


Abbildung 18: Skala der marktüblichen Farbabstände  $\Delta E_{\text{so}}^*$  (95-%-Quantil) über die Druckauflage bei elektrofotografischen Drucksystemen. Die Markierung kennzeichnet einen typischen Wert beim Bogenoffsetdruck.

### **Berücksichtigung von Störeinflüssen durch die automatische Justierung**

Bei der Bewertung muss beachtet werden, dass sich manche Digitaldruckmaschinen in gewissen Abständen automatisch justieren und dadurch abrupte Farbsprünge auftreten können. Es ist nicht generell bekannt, bei welchen Systemen und in welchen Abständen dies der Fall ist. Folglich könnte ein und dieselbe Maschine unterschiedliche Ergebnisse erzielen, je nachdem, ob während des Druckdurchgangs eine Justierung erfolgte.

Besteht die Vermutung, dass die erzielten Ergebnisse hierdurch beeinflusst wurden, kann für die Auswertung alternativ der zweite Teil der gedruckten Auflage herangezogen werden.

## **5.2.2 Gleichmäßigkeit der Färbung über das Druckformat**

### **Bedeutung der Kenngröße**

Eine gleichmäßige Färbung über das Druckformat ist auch im kleinformatigen Digitaldruck unverzichtbar: Beim Druck mehrerer Nutzen oder mehrfach auftretender gleicher oder ähnlicher Motive, wie etwa farbigen Logos oder Flächen, sowie bei formatbreiten oder -langen Sujets, wie technischen Rastern, fallen Farbwiedergabeunterschiede über das Druckformat sofort störend auf.

Digitaldrucksysteme zeigen zum Teil erhebliche Farbunterschiede über das Druckformat. Stetige Abfälle der Färbung von einer Bogenseite zur anderen sind ein Indiz für die mangelhafte Justierung der an der Farbübertragung beteiligten Systemkomponenten (z. B. der Fotoleitertrommel oder des Zwischenträgers). Treten in Druckrichtung Spuren mit abweichender Färbung auf, kommen unter anderem fehlerhafte Lasermodule als Ursache in Betracht.

### **Auswertung der Druckproben**

Auf fünf der gezogenen Druckmuster der Testform 2 werden die Felder in sämtlichen Messfeldgruppen farbmétrisch gemessen. Dabei sind die Messunterlage und der Messmodus (M0 oder M1) entsprechend der gewählten Referenz-Druckbedingung zu verwenden.

### **Kennwerte**

Für alle gleich aufgebauten Felder auf einem Druckexemplar werden die Farbabstände  $\Delta E_{*0}^*$  zu den jeweiligen Mittelwerten berechnet. Daraus werden auf jedem Bogen und für jedes unterschiedlich aufgebaute Messfeld

- die durchschnittlichen Farbabstände und
- die maximalen Farbabstände

gebildet. Die über alle fünf Exemplare gemittelten Ergebnisse stellen die gesuchten Kennwerte dar.

### Einordnung der Kennwerte

Abbildung 19 zeigt den im Markt anzutreffenden Schwankungsbereich der Farbabstände über das Druckformat bei elektrofotografischen Systemen. Die Markierungen stellen jeweils ein typisches Ergebnis für den Bogenoffsetdruck dar.

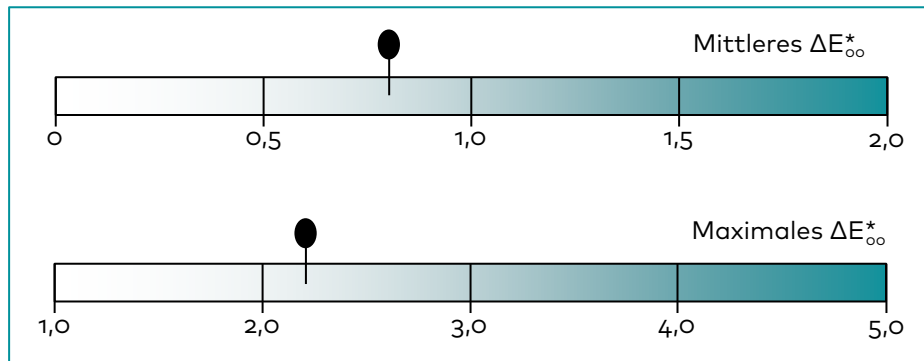


Abbildung 19: Skalen der marktüblichen Farbabstände über das Druckformat bei elektrofotografischen Drucksystemen. Die Markierung kennzeichnet jeweils einen typischen Wert beim Bogenoffsetdruck.

## 5.3 Prüfen von Streifenbildung, Detailschärfe und Kantenwiedergabe

Zum Prüfen von Streifenbildung, Detailschärfe und Kantenwiedergabe werden die nach Abschnitt 3.3 mit Testform 3 erstellten Druckproben benötigt.

### 5.3.1 Streifenbildung

#### Bedeutung der Kenngröße

Streifen sind in einer einfarbigen (Vollton- oder Halbton-/Raster-)Fläche meist längs oder quer zur Druckrichtung auftretende Helligkeitsunterschiede. Tritt innerhalb einer kurzen Distanz eine starke Helligkeitsänderung auf, erscheint der Druckstreifen störend. Beim Zusammendruck mehrerer Primärfarben wirken sich Streifen auch auf die Gleichmäßigkeit des Bunttons und der Buntheit aus. Vor allem in größeren homogenen Farbflächen (technische Töne) führt starke Streifenbildung zu erheblichen Qualitätseinbußen. Oft treten mehrere Streifen periodisch auf dem Druckbogen auf.

#### Auswertung der Druckproben

Zur Beurteilung der Streifigkeit werden die drei grauen Flächenelemente ① auf der Testform 3 herangezogen. Diese sind mit 1200 dpi in einer möglichst horizontalen bzw. vertikalen Ausrichtung zu scannen. Die gewonnenen Bild-daten werden absolut farbmétrisch nach sRGB gewandelt und anschließend mit einer Datentiefe von 8 Bit gespeichert.

#### Kennwerte

Die Auswertung erfolgt gemäß ISO 24790 [5] („banding“). Demnach müssen die Scan-Daten zunächst in ein Helligkeitsprofil umgewandelt und mit einem Bandpassfilter beaufschlagt werden. Dieses wird in drei Frequenzprofile zerlegt. Hierfür kommen Gauß'sche Faltungskerne mit 50 mm, 5 mm und 0,5 mm zum Einsatz. Im Anschluss folgt eine gewichtete Summierung der Extremwerte und eine Normierung.

Eine Implementierung dieser Berechnungsvorschrift findet sich in der sogenannten VBS-Methode [11]. Hierzu existieren zwei DOS-Programme von Qi Analytics LLC:

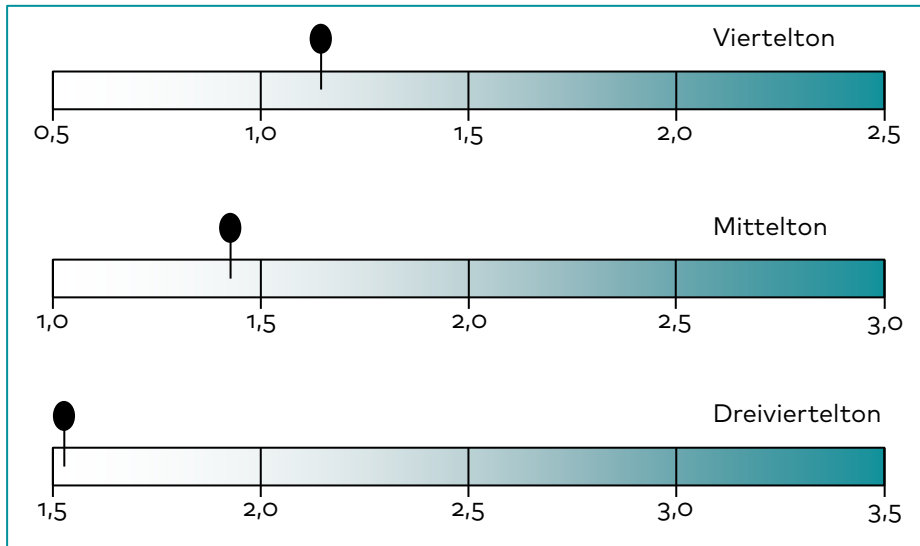
- Mit „QAProfiler.exe“ (Version 0.9.1) werden unter Zuhilfenahme einer eigens erstellten Kalibrierdatei zur Kompensation der  $\gamma$ -Korrektur in sRGB-Daten ein horizontales und ein vertikales Helligkeitsprofil erstellt.
- Der Befehl „QAVBS.exe“ (Version 1.0.4) berechnet daraus je einen VBS-Wert.

Als Kennwerte werden die horizontalen und vertikalen VBS-Werte angegeben, die sich aus den Mittelwerten der gezogenen Druckexemplare ergeben.

#### Einordnung der Kennwerte

Abbildung 20 zeigt das im Markt anzutreffendes Spektrum für den VBS-Wert von elektrofotografischen Drucksystemen im Viertel-, Mittel- und Dreiviertelton. Die Markierungen zeigen typische Ergebnisse für den Bogenoffsetdruck.

Je geringer die VBS-Werte ausfallen, umso weniger störende Streifen befinden sich in den Testdrucken. Künstlich erzeugte Streifenmuster können VBS-Werte bis zu 11 aufweisen.



**Abbildung 20: Skalen der marktüblichen VBS-Werte bei elektrofotografischen Drucksystemen. Die Markierungen kennzeichnen jeweils typische Werte beim Bogenoffsetdruck.**

### 5.3.2 Detailschärfe

#### Bedeutung der Kenngröße

Die Detailschärfe eines Digitaldrucksystems bezeichnet dessen Fähigkeit, Details im Druckbild genau wiederzugeben. Sie hängt vom Kontrast und der Ortsauflösung des gedruckten Sujets ab. Die Ortsauflösung kennzeichnet den minimalen Abstand, in dem zwei Elemente getrennt voneinander wiedergegeben werden können.

Die Detailschärfe beeinflusst somit die Feinzeichnung in Bildmotiven. Ist sie gering, erscheinen Detailstrukturen verwaschen oder gehen gänzlich verloren. Außerdem wirkt sich mangelnde Detailschärfe nachteilig auf feine Vektorelemente aus: sie werden zu fett wiedergegeben bzw. negative Linien laufen zu. Das gilt genauso für Schriften, die vektorisiert wurden (heute i. d. R. nicht mehr sinnvoll, aber immer noch praktiziert). Ansonsten ändert sich bei Schriften je nach Ortsauflösung durch Hinting (automatische Anpassung der Zeichen an die Auflösung des Ausgabesystems) das Erscheinungsbild der Zeichen und damit der Schriftcharakter. Bei niedriger Ortsauflösung des Digitaldrucksystems kann es außerdem vorkommen, dass Linien oder Zwischenräume, deren Breite in den Daten identisch angelegt wurde, auf dem Druck unterschiedlich breit erscheinen, weil sowohl die Breite als auch die Position jeder Linie an die Ausgabeauflösung angepasst werden muss.

Die Detailschärfe eines Digitaldrucksystems kann richtungsabhängig unterschiedlich sein. Um alle Richtungen in das Prüfergebnis einzubeziehen, werden kreisförmige Testelemente verwendet.

## Auswertung der Druckproben

Das „Contrast-Resolution Test Target“ ② auf Testform 3 wird mit 1200 dpi in einer möglichst horizontalen bzw. vertikalen Ausrichtung gescannt. Es darf keine nachträgliche Drehung vorgenommen werden. Die gewonnenen Bilddaten werden absolut farbmétrisch nach CIELAB gewandelt und anschließend mit einer Datentiefe von 8 Bit gespeichert.

### Kennwert

Als Kennwert dient der sogenannte L-Score, der als Mittelwert aus den beiden gezogenen Druckexemplaren anzugeben ist. Er wurde im Rahmen des Fogra-Forschungsvorhabens 35.003 [12] entwickelt und soll in die künftige ISO/TS 18621-31 aufgenommen werden. Zu seiner Berechnung wird die von der Fogra programmierte MATLAB-Funktion „my\_perceptual\_resolution“ (Stand: 11/2017) herangezogen.

Die MATLAB-Routine unterzieht das gescannte Testelement zunächst einer örtlichen Filterung auf Basis einer Gauß-Kurve im Helligkeitskanal, die das menschliche Sehvermögen nachstellt. Dabei repräsentiert die Filterbreite das Sehfeld bei zwei Bogenminuten. Die Normalisierung findet mit  $\sigma = 0,3989$  statt.

Im nächsten Schritt wird der originale Datenbestand mit dem gefilterten Scan verglichen. Für jedes Kreiselement wird eine zweidimensionale normierte Kreuzkorrelation durchgeführt. Die resultierenden Korrelationskoeffizienten werden einer Schwellenwertbildung unterzogen. Das Ergebnis ist der Kreuzkorrelations-Schwellenwert (CCT). Die Anzahl der Kreiselemente, die eine Korrelation von 0,5 nicht unterschreiten, wird als  $CCT_{0,5}$  bezeichnet.

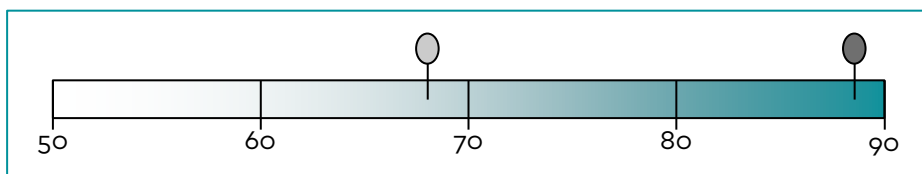
Der L-Score berechnet sich schließlich aus der kumulierten Normalverteilung (CDF) mit dem Mittelwert 45 und der Standardabweichung 12 (Formel 1).

$$\text{L-Score} = \text{CDF}(CCT_{0,5} + 3,89, 45, 12) \times 100 \quad \text{Formel 1}$$

Er bewegt sich zwischen 0 (schlecht) und 100 (gut).

### Einordnung der Kennwerte

Abbildung 21 zeigt das im Markt anzutreffende Spektrum für den L-Score von elektrofotografischen Drucksystemen. Die Markierungen stellen typische Ergebnisse für den Bogenoffsetdruck dar. Dunkelgrau kennzeichnet den Druck auf gestrichenem Papier, während sich hellgrau auf den Druck mit ungestrichenem Papier bezieht.



**Abbildung 21: Skala der marktüblichen L-Scores bei elektrofotografischen Drucksystemen. Die Markierungen kennzeichnen typische Werte beim Bogenoffsetdruck auf gestrichenen (dunkelgrau) bzw. ungestrichenen Papieren (hellgrau).**



### 5.3.3 Wiedergabe von Kanten

#### Bedeutung der Kenngröße

Anders als die Beurteilung der Detailschärfe stellt die Bewertung der Wiedergabe von Kanten weniger auf die ganzheitliche visuelle Empfindung ab, als vielmehr darauf, daten- und drucktechnische Parameter zu identifizieren, welche die Detailschärfe beeinflussen. Bewertet werden zwei voneinander unabhängige Größen: die Kantenglätte und die Kantenschärfe. Die Kantenglätte ist ein Maß für die Stufigkeit einer Kante. Kanten, die einen Treppeneffekt aufweisen, werden schlechter bewertet als gerade Kanten. Absolut scharf ist eine Kante hingegen dann, wenn die Kontur des Druckbildelementes abrupt endet, während eine unscharfe Kante allmählich in den Hintergrund verläuft. Abbildung 22 veranschaulicht die beiden Parameter.

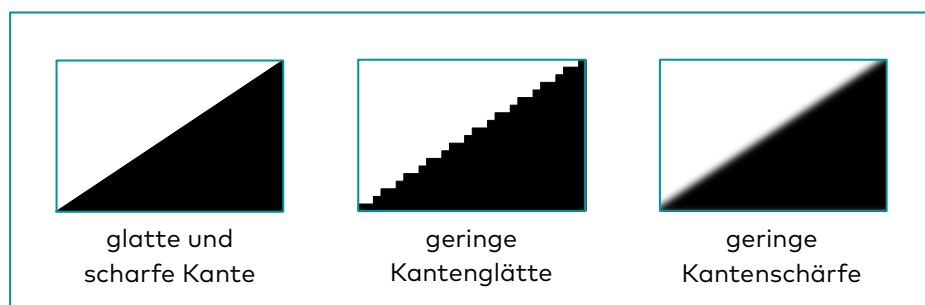


Abbildung 22: Kantenglätte und Kantenschärfe

Beide Parameter beeinflussen die Qualität, mit der feine (positive und negative) Linien und Texte sowie Bilddetails gedruckt werden. Werden beispielsweise die Linien von Strichcodes stufig oder unscharf wiedergegeben, lassen sich die Codes unter Umständen nicht mehr auslesen. Da Kantenglätte und Kantenschärfe richtungsabhängig sind, werden die Parameter an mehreren, in verschiedenen Winkeln zur Bogenkante angeordneten Kanten geprüft.

#### Auswertung der Druckproben

Zur Bewertung der Wiedergabequalität von Kanten werden die aus je drei Quadraten bestehenden Messelemente ③ (K100 und K100/C50) der Testform 3 mit 2400 dpi im RGB-Modus gescannt. An die Daten muss ein aktuelles Scanner-ICC-Profil angehängt werden.

#### Kennwerte

In Anlehnung an die in ISO 24790 [5] beschriebene Methode zur Ermittlung der Linienschärfe („Blurriness“) und der Linienglätte („Raggedness“) werden an beiden auf der Testform platzierten Messelementen die Kantenglätte und die Kantenschärfe berechnet. Hierzu dient die vom Fogra-Institut entwickelte MATLAB-Funktion „my\_edge\_evaluation\_DT“ (Stand: 11/2017).

Zur Berechnung der Kennwerte werden zunächst die normierten Reflexionswerte zwischen Vollton und Bedruckstoff entlang einer an die jeweilige Kante angelegten Geraden analysiert.

Die Kantenglätte berechnet sich aus der Standardabweichung der Abstände zwischen der Tangente und den 60-prozentigen Reflexionsniveaus des Scans. Eine perfekt glatte Kante besitzt den Kennwert 0.

Zur Bestimmung der Kantenschärfe wird hingegen das mittlere Profil der jeweiligen Kante herangezogen. Sie ergibt sich aus dem Abstand zwischen dem 90- und dem 30-prozentigen Reflexionsniveau, der mit der inversen Wurzel der Volltondichte gewichtet wird (Formel 2).

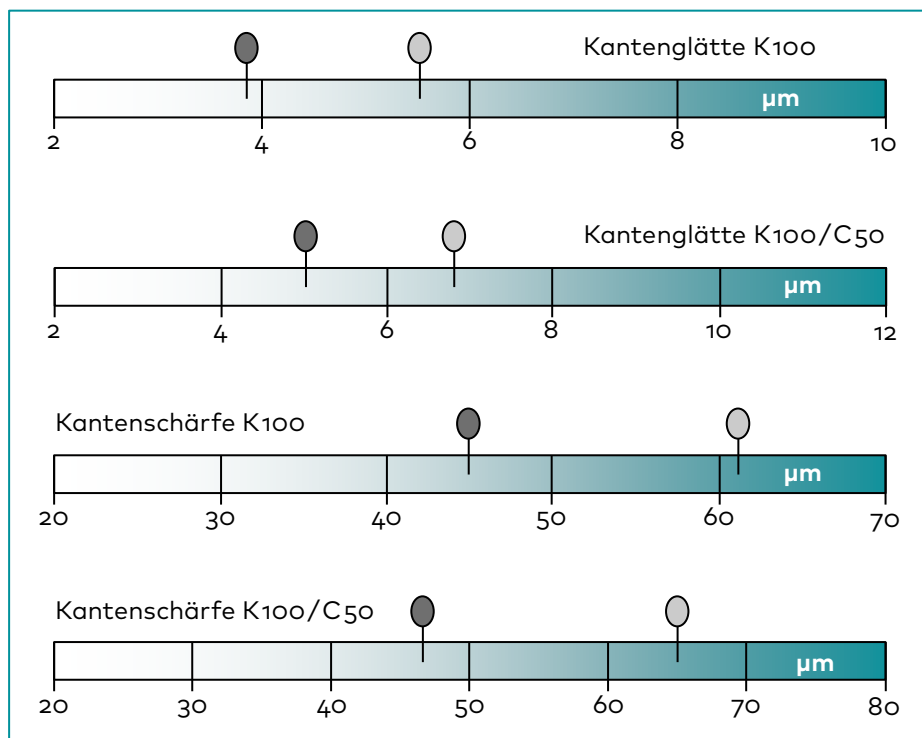
$$\text{Kantenschärfe} = \frac{\text{Abstand } (R_{90} - R_{30})}{\sqrt{D}} \quad \text{Formel 2}$$

Eine perfekt scharfe Kante besitzt den Kennwert 0.

Durch die Einbeziehung aller Außenkanten erstreckt sich die Auswertung über insgesamt sechs Winkelungen mit jeweils zwei Kanten. Die endgültigen Kennzahlen ergeben sich aus der Mittelung über die beiden gezogenen Druckexemplare.

### Einordnung der Kennwerte

Abbildung 23 zeigt das im Markt anzutreffendes Spektrum für die Kantenglätte und die Kantenschärfe von elektrofotografischen Drucksystemen, jeweils in den Messelementen K100 und K100/C50. Die Markierungen stellen typische Ergebnisse für den Bogenoffsetdruck dar. Dunkelgrau kennzeichnet den Druck auf gestrichenem Papier, während sich hellgrau auf den Druck mit ungestrichenem Papier bezieht.



**Abbildung 23:** Skalen der marktüblichen Kantenglätten und Kantenschärfen bei elektrofotografischen Drucksystemen. Die Markierungen kennzeichnen jeweils typische Werte beim Bogenoffsetdruck auf gestrichenen (dunkelgrau) bzw. ungestrichenen Papieren (hellgrau).

## 5.4 Prüfen der Homogenität

Zum Prüfen der Homogenität werden die nach Abschnitt 3.4 mit Testform 4 erstellten Druckproben benötigt.

### Bedeutung der Kenngröße

Im Gegensatz zum Prüfparameter Streifenbildung (siehe Abschnitt 5.3.1) zielt der Prüfparameter Homogenität darauf ab, richtungsunabhängige nichtperiodische Druckbildstörungen zu bewerten. Sie äußern sich in einem wolkigen Druckergebnis (Mottling), das sich besonders in homogenen Farbflächen (technischen Tönen) störend bemerkbar macht. Dies gilt vor allem im Zusammendruck mehrerer Primärfarben, weil sich die Inhomogenitäten dort nicht nur als Helligkeits-, sondern auch als Farbrauschen zeigen.

Neben dem aus dem Offsetdruck bekannten Mottling, zu dessen objektiver Bewertung keine zuverlässige Methode zur Verfügung steht, können im elektrofotografischen Druck systembedingt gröbere Inhomogenitäten auftreten. Zur Beurteilung dieses „makroskopischen Mottlings“ wird das Druckbild in regelmäßigen Schritten von ca. 6 Millimetern abgetastet.

### Auswertung der Druckproben

Zur Auswertung der Homogenität des Ausdrucks werden die Farbflächen der Testform 4 jeweils in 59 Zeilen und 46 Spalten farbmetrisch gemessen. Messunterlage und der Messmodus (MO oder M1) sind dabei entsprechend der Referenz-Druckbedingung zu wählen. Eine Ansteuerungsdatei für automatische Messgeräte, wie das „iisSis“ von X-Rite, kann unter [www.fogra.org](http://www.fogra.org) (Forschung/Digitaldruck/Forschungsthemen/ Druckbildqualität/Forschungspakete/Homogenität) heruntergeladen werden.

### Kennwerte

Aus den erzielten Messwerten wird der sogenannte M-Score mit der von der Fogra programmierten MATLAB-Funktion „my\_M\_Score“ (Stand: 11/2017) berechnet. Er wurde im Rahmen des Fogra-Forschungsvorhabens 35.003 [12] entwickelt und soll in die künftige ISO/TS 18621-21 aufgenommen werden. Die gemessenen Farborte werden dabei zunächst entlang der langen und der kurzen Kante gemittelt. Entlang der beiden Kanten erfolgt dann die Berechnung von Farbabständen  $\Delta E_{\infty}^*$  gemäß Formel 3 bis Formel 6.

$$\Delta E_{\text{kurze Kante}} = 10 \times \sum_{i=1}^{n-1} \Delta E_i(\text{LAB}_i, \text{LAB}_{i+1}) \quad \text{Formel 3}$$

$$\Delta E_{\text{lange Kante}} = 10 \times \sum_{i=1}^{m-1} \Delta E_i(\text{LAB}_i, \text{LAB}_{i+1}) \quad \text{Formel 4}$$

$$\Delta E_{\text{kurz} + \text{lang}} = \frac{\Delta E_{\text{kurze Kante}}}{n-1} + \frac{\Delta E_{\text{lange Kante}}}{m-1} \quad \text{Formel 5}$$

$$\text{M-Score} = 100 \times \frac{1}{2 \left( \frac{2 \times \Delta E_{\text{kurz} + \text{lang}}}{15} \right)} \quad \text{Formel 6}$$

Der Kennwert ist schließlich als Mittelwert über die beiden gezogenen Druckexemplare anzugeben. Er reicht von 0 (schlecht) bis 100 (gut).

### Einordnung der Kennwerte

Abbildung 24 zeigt das im Markt anzutreffende Spektrum für den M-Score von elektrofotografischen Drucksystemen im Viertel-, Mittel- und Dreiviertelton. Die Markierungen stellen typische Ergebnisse für den Bogenoffsetdruck dar.

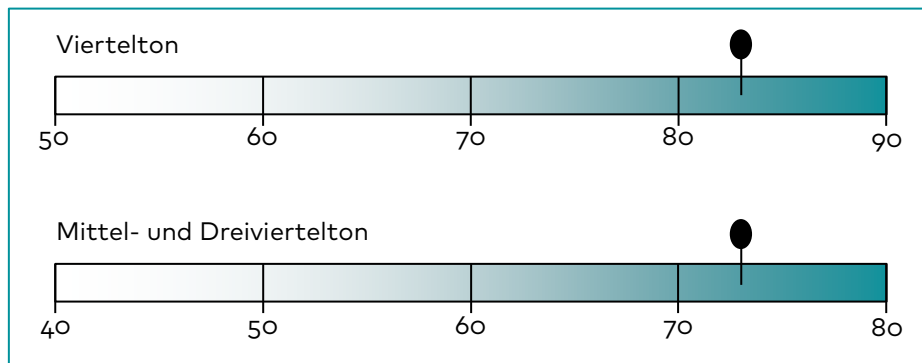


Abbildung 24: Skalen der marktüblichen M-Scores bei elektrofotografischen Drucksystemen. Die Markierungen kennzeichnen jeweils typische Werte beim Bogenoffsetdruck.

## 5.5 Prüfen der Gradation

Zum Prüfen der Gradationsparameter Tonwertauflösung und Wiedergebbarer Tonwertbereich werden die nach Abschnitt 3.5 mit Testform 5 erstellten Druckproben benötigt.

### 5.5.1 Tonwertauflösung

#### Bedeutung der Kenngröße

Die Tonwertauflösung ist die Anzahl der im Druck darstellbaren Tonwertstufen. Elektrofotografische Drucksysteme werden üblicherweise mit 8 Bit (entspricht 256 Tonwertstufen) pro Farbkanal angesteuert. Wie viele dieser Tonwertstufen tatsächlich wiedergegeben werden können, hängt unter anderem von der Rasterung, der Größe der Bildpunkte und der Oberflächenbeschaffenheit des Bedruckstoffs ab. (Auf ungestrichenen Papieren lassen sich weniger Tonwertstufen darstellen als auf gestrichenen Papieren.)

Je mehr Tonwertstufen das System darstellen kann, desto eher ist es in der Lage, glatte Verläufe zu drucken.

Im Rahmen der Systemprüfung wird neben der Anzahl der technisch differenzierbaren Tonwerte auch die Zahl der visuell unterscheidbaren Tonwertstufen ( $\Delta E_{\text{oo}}^* > 1$ ) ermittelt, die auf dem eingesetzten Bedruckstoff reproduzierbar sind. Die letztgenannte Größe wird benötigt, weil nicht alle messbaren Tonwertstufen vom menschlichen Auge unterschieden werden. So lässt eine hohe Zahl technisch differenzierbarer Tonwerte stufenlose Verläufe erwarten – zumindest in einem begrenzten Bereich der Tonwertskala. Demgegenüber spricht erst eine hohe Zahl visuell unterscheidbarer Tonwerte dafür, dass ein großer Tonwertbereich dargestellt werden kann, ohne dass übermäßige, d. h. visuell störende, Tonwertsprünge auftreten.

#### Auswertung der Druckproben

In den auf die drei Seiten der Testform 5 verteilten Messfeldern ① werden auf jeweils beiden Exemplaren für jede der 256 Tonwertstufen einer Primärfarbe 20 Farbmessungen an benachbarten Stellen durchgeführt. Die Messunterlage und der Messmodus (MO oder M1) werden dabei entsprechend der zugrundeliegenden Referenz-Druckbedingung gewählt. Geeignete Ansteuerungsdateien können unter [www.fogra.org](http://www.fogra.org) heruntergeladen werden (Forschung/Digitaldruck/Forschungsthemen/Druckbildqualität/Forschungspakete/Tonwertstufen).

#### Kennwerte

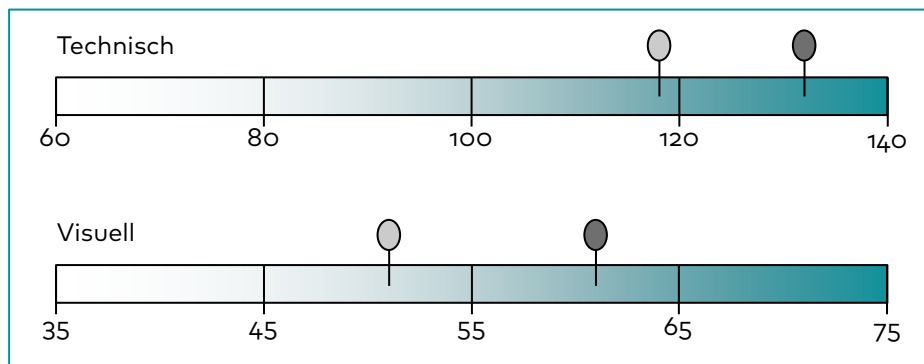
Im Anschluss wird der sogenannte P-Score mit der von der Fogra programmierten MATLAB-Funktion „my\_s\_tonal\_steps\_evaluation“ (Stand: 11/2017) berechnet. Er wurde im Rahmen des Fogra-Forschungsvorhabens 35.003 [12] entwickelt und soll in die zukünftige ISO/TS 18621-12 aufgenommen werden.

Die MATLAB-Routine ermittelt für jede Tonwertstufe die mittleren Farborte und integralen Standardabweichungen der Messfelder. Ausgehend vom Papierweiß bis zum Vollton werden die Farbabstände  $\Delta E_{\text{oo}}^*$  benachbarter Felder mit der Summe der jeweiligen Standardabweichungen verglichen.

Der P-Score einer Primärfarbe ist die Anzahl derjenigen Vergleiche, bei denen die Summe der Standardabweichungen geringer ist als der Farbabstand. Je höher der P-Score, desto besser ist die Tonwertauflösung des Drucksystems. Führt man die Zusatzbedingung  $\Delta E_{\text{oo}}^* > 1$  ein, erhält man den visuellen P-Score. Die hier anzugebenden Kennwerte errechnen sich aus dem Mittelwert von je zwei Druckexemplaren.

### Einordnung der Kennwerte

Abbildung 25 zeigt das im Markt anzutreffende Spektrum für den technischen und den visuellen P-Score von elektrofotografischen Drucksystemen. Die Markierungen stellen typische Ergebnisse für den Bogenoffsetdruck dar. Dunkelgrau kennzeichnet dabei den Druck auf gestrichenem Papier, während sich hellgrau auf den Druck mit ungestrichenem Papier bezieht.



**Abbildung 25: Skalen der marktüblichen P-Scores elektrofotografischer Drucksysteme. Die Markierungen kennzeichnen typische Werte beim Bogenoffsetdruck auf gestrichenen (dunkelgrau) bzw. ungestrichenen Papieren (hellgrau).**

## 5.5.2 Wiedergebarer Tonwertbereich

### Bedeutung der Kenngröße

Die Kenngröße Wiedergebarer Tonwertbereich drückt aus, wie differenziert die Tonwerte im extremen Lichter- und Schattenbereich dargestellt werden. Beim Übergang von Verläufen in den Vollton oder ins Papierweiß verursacht ein kleiner Wiedergebarer Tonwertbereich störende Abrisse. In mehrfarbigen Verläufen können dort sogar unerwünschte Farbstiche auftreten, wenn sich der Tonwertbereich der einzelnen Primärfarben unterscheidet. Letztlich engt ein sehr limitierter Tonwertbereich auch den Spielraum für die Bildgestaltung ein, da an den äußeren Rändern der Tonwertskala keine Detailzeichnung mehr möglich ist.

Der Parameter Wiedergebarer Tonwertbereich wird demnach durch den ersten und den letzten Wert der Tonwertskala (von 1 % bis 99 %) charakterisiert, den das Drucksystem überhaupt abbilden kann. Er lässt aber keine Schlussfolgerung auf die Anzahl der Tonwertstufen zu, die sich innerhalb dieser Grenzen darstellen lassen. Diese Information liefert der Parameter Tonwertauflösung (siehe Abschnitt 5.5.1).

## Auswertung der Druckproben

In den Tonwertkeilen ② der Testform 5 werden die Tonwerte gemessen. Als Messbedingung ist Status E ohne Polarisationsfilter zu wählen.

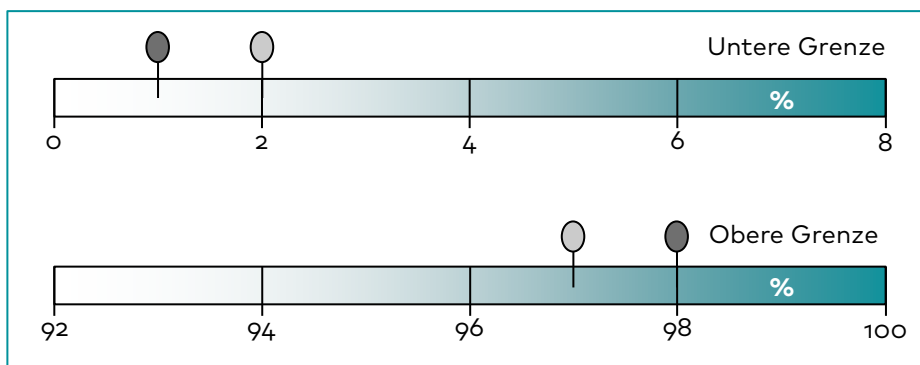
## Kennwerte

Im Lichterbereich werden die gemessenen Tonwerte für jede Primärfarbe aufsteigend angeordnet. Als untere Tonwertgrenze gilt der nominelle Flächendeckungsgrad desjenigen Rasterfelds (Ansteuerungswert in der Datei), bei dem der Tonwert erstmals 1% oder darüber beträgt. Die Kennwerte werden als Mittelwert über die zwei gezogenen Druckbogen angegeben.

Im Schattenbereich werden die gemessenen Tonwerte für jede Primärfarbe absteigend angeordnet. Als obere Tonwertgrenze gilt der nominelle Flächendeckungsgrad desjenigen Rasterfeldes (Ansteuerungswert in der Datei), bei dem der Tonwert erstmals 99% oder darunter beträgt. Die Kennwerte werden als Mittelwert über die zwei gezogenen Druckbogen angegeben.

## Einordnung der Kennwerte

Abbildung 26 zeigt das bei elektrofotografischen Drucksystemen übliche Spektrum von Werten für den Parameter Wiedergebarbarer Tonwertbereich (untere und obere Grenze). Die Markierungen stellen typische Ergebnisse für den Bogenoffsetdruck dar. Dunkelgrau kennzeichnet dabei den Druck auf gestrichenem Papier, während sich hellgrau auf den Druck mit ungestrichenem Papier bezieht.



**Abbildung 26: Skalen der Grenzen marktüblicher elektrofotografischer Drucksysteme bei der Wiedergabe von Tonwerten. Die Markierungen kennzeichnen typische Werte beim Bogenoffsetdruck auf gestrichenen (dunkelgrau) bzw. ungestrichenen Papieren (hellgrau).**

## 5.6 Geometrieprüfungen

Zum Prüfen der Geometrieparameter Bildpasser, Maßhaltigkeit der Farbauszüge und Positioniergenauigkeit im Simplex- und im Duplexdruck werden die nach Abschnitt 3.6 mit Testform 6 erstellten Druckproben benötigt.

### 5.6.1 Bildpasser

#### Bedeutung der Kenngröße

Der Bildpasser lässt sich an den meisten Digitaldrucksystemen vom Bediener justieren. Während des Auflagendrucks können allerdings Passerschwankungen auftreten, die unter Umständen zu Bildunschärfen, störenden Blitzern oder Farbsäumen sowie zum Zugehen feiner negativer Texte führen.

Um alle potenziellen Passerveränderungen zu erfassen (Verschieben, Verdrehen und Größenänderung des Druckbildes), wird der Bildpasser in allen vier Formatecken bestimmt.

#### Auswertung der Druckproben

Auf den gezogenen Exemplaren der Testform 6 werden die LUCHS-Elemente ① in den vier Ecken der zuerst bedruckten Bogenseite ausgemessen. Die Messdaten werden zur weiteren Auswertung nach Excel exportiert. Da der Passer Cyan/Gelb vom Gerät nicht angegeben wird, muss er aus den Ergebnissen für Schwarz/Gelb und Schwarz/Cyan berechnet werden.

Bei den dargestellten Einzelmesswerten der Messreihen handelt es sich um Relativwerte mit Bezug zum Mittelwert. Um die Absolutwerte bestimmen zu können, werden zusätzlich die Bildpasser auf dem ersten Druckbogen in und quer zur Druckrichtung anhand der vorhandenen Passkreuze ② mit einem Messmikroskop ermittelt. Dabei ist die gleiche Vorzeichensystematik wie beim LUCHS-Gerät anzuwenden. Die auf den ersten Bogen bezogenen Relativwerte der LUCHS-Messungen werden schließlich zu den Absolutwerten des Messmikroskops addiert.

#### Kennwerte

Für alle vier Ecken der Testform und jede Farbkombination werden die Bildpasser aus den Absolutwerten längs und quer zur Druckrichtung berechnet (Formel 7).

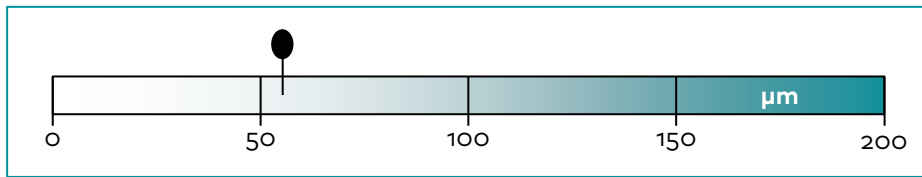
$$\text{Bildpasser} = \sqrt{\text{Bildpasser}_{\text{längs}}^2 + \text{Bildpasser}_{\text{quer}}^2} \quad \text{Formel 7}$$

Als Kennwerte dienen die jeweiligen 68-%-Quantile aus den gezogenen Exemplaren.

#### Einordnung der Kennwerte

Abbildung 27 zeigt den im Markt anzutreffenden Bereich für den Bildpasser von elektrofotografischen Drucksystemen. Die Markierung kennzeichnet ein typisches Ergebnis für den Bogenoffsetdruck.





**Abbildung 27:** Skala der marktüblichen Bildpasser bei elektrofotografischen Drucksystemen. Die Markierung kennzeichnet einen typischen Wert beim Bogenoffsetdruck.

## 5.6.2 Maßhaltigkeit der Farbauszüge

### Bedeutung der Kenngröße

Ein über das gesamte Druckformat guter Bildpasser (siehe Abschnitt 5.6.1) setzt voraus, dass alle Farbauszüge gleich groß gedruckt werden. Andernfalls lassen sich durch Justieren des Passers lediglich die Passerdifferenzen über das Bogenformat ausmitteln; es ist jedoch unmöglich, gleichzeitig an allen Stellen des Druckbogens einen optimalen Passer zu erzielen.

Dimensionsunterschiede der Farbauszüge können schon bei der Bebilderung des Fotoleiters entstehen. Bei Drucksystemen, welche die Primärfarben in mehreren Durchgängen auf das Papier übertragen, kommt außerdem die Hitzefixierung als Ursache in Betracht. Sie führt zum Austrocknen des Papiers, das dadurch besonders nach dem ersten Durchgang schrumpft. Oft verfügen solche Drucksysteme aber über Möglichkeiten, um nachteilige Auswirkungen dieser Dimensionsveränderungen auf das Druckbild zu vermeiden oder zumindest zu begrenzen.

### Auswertung der Druckproben

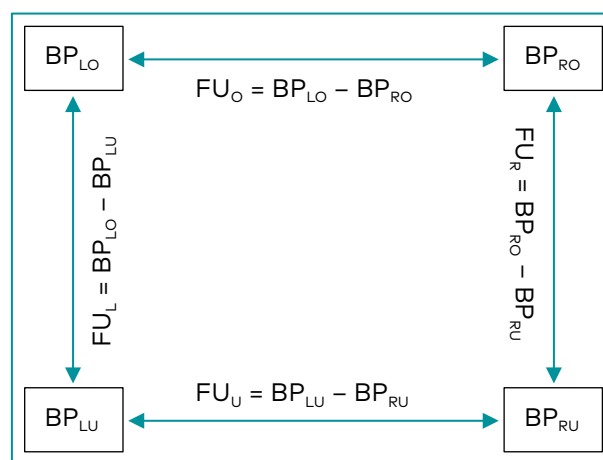
Zur Bestimmung der Maßhaltigkeit werden die in Abschnitt 5.6.1 gewonnenen Ergebnisse der Mikroskopmessungen herangezogen.

### Kennwerte

Durch Subtraktion der Bildpasser von gegenüberliegenden Mess-elementen in und quer zur Druckrichtung lassen sich die Formatunterschiede von je zwei Farbauszügen berechnen.

Abbildung 28 zeigt die Vorgehensweise.

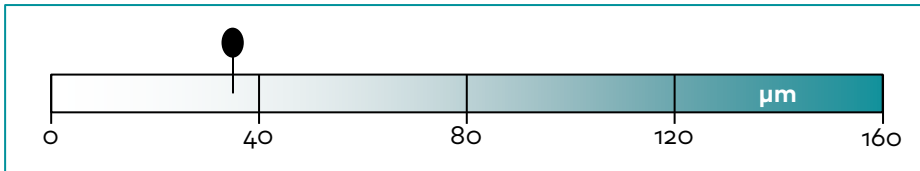
Die Farbunterschiede werden für alle Farbkombinationen angegeben.



**Abbildung 28:** Berechnung der Formatunterschiede FU zwischen zwei Farbauszügen aus den Bildpassern BP in den vier Ecken

### Einordnung der Kennwerte

Abbildung 29 zeigt den im Markt anzutreffenden Bereich für die Maßhaltigkeit der Farbauszüge bei elektrofotografischen Drucksystemen. Die Markierung kennzeichnet ein typisches Ergebnis für den Bogenoffsetdruck.



**Abbildung 29:** Skala marktüblicher Maßhaltigkeiten der Farbauszüge bei elektrofotografischen Drucksystemen. Die Markierung kennzeichnet einen typischen Wert beim Bogenoffsetdruck.

## 5.6.3 Positioniergenauigkeit Simplex

### Bedeutung der Kenngröße

Beim Prüfen der Positioniergenauigkeit wird festgestellt, wie stark die Position des Druckbildes auf dem Bogen innerhalb einer Auflage schwankt. Somit hängt die Positioniergenauigkeit in erster Linie von der Bogenführung ab. Gemessen wird sie als Abstand des Druckbildes zu den vier Bogenkanten. Daher wirken sich auch eventuelle Formatschwankungen des Papiers (Größe, Rechtwinkligkeit) negativ auf die Messwerte aus. Abhängig von der Art und Weise der Bogenführung sind davon die Abstände zu bestimmten Bogenkanten mehr oder weniger stark betroffen. Im Idealfall bleiben sie an zwei benachbarten Kanten über die gesamte Auflage hinweg konstant, auch wenn die Papierformate schwanken (hohe Positioniergenauigkeit).

Kann die Position des Druckbildes bei der Weiterverarbeitung nicht automatisch detektiert und der Druckbogen dementsprechend ausgerichtet werden, führt eine geringe Positioniergenauigkeit zu Schwierigkeiten. Das trifft besonders bei der stapelweisen Verarbeitung der Drucke im Planschneider zu. Aber auch beim Falzen können Probleme auftreten. Typische Qualitätsmängel, die hieraus entstehen, sind schwankende oder angeschnittene Seitenzahlen und Registertabern, Blitzer bei randabfallenden Sujets oder – bei seitenübergreifenden Motiven – unschöne Versätze im Bund. Mangelnde Positioniergenauigkeit kann sich außerdem qualitätsmindernd auswirken, wenn auf bereits (in anderen Druckverfahren) vorproduzierten Bogen eingedruckt werden soll, oder wenn die Digitaldrucke nachträglich partiell veredelt oder gestanzt werden sollen.

### Auswertung der Druckproben

Auf den gezogenen Exemplaren der Testform 6 werden die Abstände der in den vier Ecken platzierten LEHNER-Messmarken ③ zu den benachbarten kurzen und langen Bogenkanten bestimmt (Abbildung 30). Dabei sollen die Bogen, wie beim LEHNER-Passermesstisch, entlang der gesamten Kantenlänge angelegt werden.

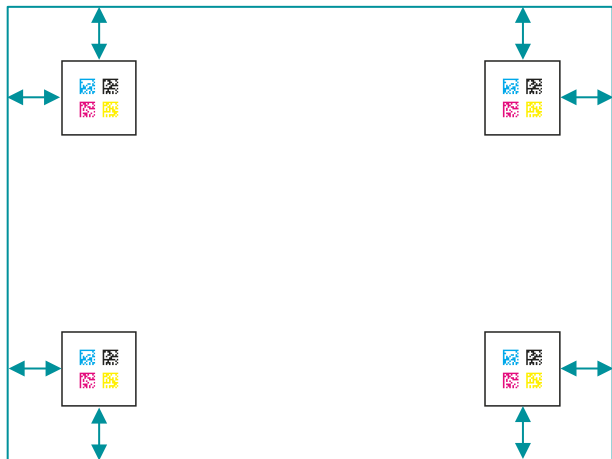


Abbildung 30:  
Mit den LEHNER-Messmarken 3 in den vier Ecken der Testform 6 zu ermittelnde Abstände zu den Bogenkanten

### Kennwerte

Als Kennwerte sind die Standardabweichungen für jedes Messelement anzugeben.

### Einordnung der Kennwerte

Abbildung 31 zeigt den im Markt anzutreffenden Bereich für die Positioniergenauigkeit Simplex mit elektrofotografischen Drucksystemen. Die Markierung kennzeichnet ein typisches Ergebnis für den Bogenoffsetdruck.

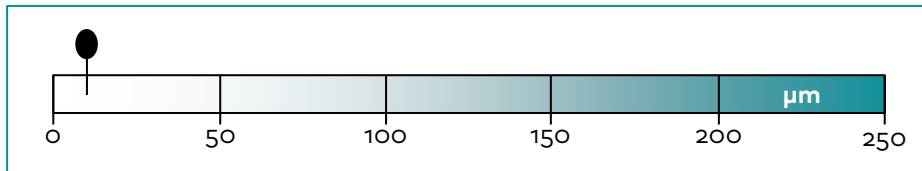


Abbildung 31: Skala marktüblicher Positioniergenauigkeiten Simplex bei elektrofotografischen Drucksystemen. Die Markierung kennzeichnet einen typischen Wert beim Bogenoffsetdruck.

### Berücksichtigung von Störeinflüssen durch Formatschwankungen

Schwankungen des Bedruckstoffformats wirken sich negativ auf das Ergebnis aus. Unterschiedliche Positionsschwankungen zwischen zwei gegenüberliegenden Messelementen können ein Hinweis hierauf sein. Folglich sollten nach Rücksprache mit dem Maschinenhersteller ausschließlich zwei aneinandergrenzende Bogenkanten bewertet werden. Diese ergeben sich entweder aus einem maschinenseitigen Anlagensystem oder denjenigen Kanten, an denen der Papierstapel im Vorfeld aufgestoßen wurde.

Besteht trotzdem der Verdacht einer übermäßigen Beeinflussung durch Formatschwankungen, können folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- Die Prüfung wird mit einer neuen Bedruckstofflieferung wiederholt.
- Die Prüfung wird mit auf Format geschnittenen Bedruckstoffen wiederholt.
- Das Format der gezogenen und ausgewerteten Bogen wird vermessen.

## 5.6.4 Positioniergenauigkeit Duplex

### Bedeutung der Kenngröße

Die Positioniergenauigkeit Duplex gibt an, wie stark die Positionen des Vorder- und Rückseitendrucks zueinander schwanken. Formatschwankungen im Papier (siehe Abschnitt 5.6.3) können hier gegebenenfalls durch eine systemseitige Korrektur der Druckbildlage ausgeglichen werden, sodass Vorder- und Rückseitendruck passgenau übereinanderliegen.

Je geringer die Opazität der zu bedruckenden Papiere, desto störender erscheinen Registerabweichungen zwischen Vorder- und Rückseite. Weitere Probleme, die mit Positionsschwankungen des Druckbildes einhergehen, wurden bereits in Abschnitt 5.6.3 genannt. Anders als beim Simplexdruck nützt es bei der Einzelverarbeitung (Schneiden, Falzen) von Duplexbogen jedoch wenig, die Position der Druckbilder auf Vorder- und Rückseite zu detektieren, wenn deren Position zueinander verschoben ist. Denn es kann ja immer nur eine Bogenseite korrekt ausgerichtet werden. Somit wird mit der Positioniergenauigkeit Duplex eine Systemeigenschaft geprüft, welche die Qualität zahlreicher Druckerzeugnisse in erheblichem Ausmaß beeinflusst.

### Auswertung der Druckproben

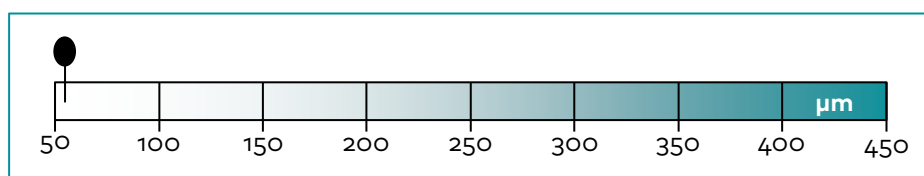
Die gezogenen Exemplare der Testform 6 werden an allen vier Bogenkanten parallel beschnitten, sodass die in den Ecken platzierten LUCHS-Sonderelemente ④ auf den außenliegenden Seiten jeweils ein paar Millimeter angeschnitten sind. Im Anschluss werden sämtliche Messelemente auf Vorder- und Rückseite mit dem LUCHS-Passermesssystem ausgewertet, wobei das System die Positionen auf den beiden Druckseiten zu den gemeinsamen Schnittkanten vergleicht.

### Kennwerte

Als Kennwerte dienen die Standardabweichungen von jedem Elementepaar in und quer zur Druckrichtung.

### Einordnung der Kennwerte

Abbildung 32 zeigt den im Markt anzutreffenden Bereich für die Positioniergenauigkeit Duplex mit elektrofotografischen Drucksystemen. Die Markierung kennzeichnet ein typisches Ergebnis für den Bogenoffsetdruck.



**Abbildung 32: Skala marktüblicher Positioniergenauigkeiten Duplex bei elektrofotografischen Drucksystemen. Die Markierung kennzeichnet einen typischen Wert beim Bogenoffsetdruck.**

### **Berücksichtigung von Störeinflüssen durch Formatschwankungen**

Schwankungen des Bedruckstoffformats können sich negativ auf das Ergebnis auswirken. Mit konstruktionstechnischen Mitteln ist jedoch eine Minimierung des Ausmaßes möglich. Folglich existieren für die Prüfung zwei unterschiedliche Ansätze:

- Wie gut ist das Drucksystem bei optimalem Zuschnitt des Bedruckstoffs?
- Inwiefern kann das Drucksystem Schwankungen des Bedruckstoffformats kompensieren?

Eine Untersuchung von gezielten Formatschwankungen ist im Rahmen einer Systemprüfung kaum durchführbar. So gestaltet sich die Herstellung entsprechend präparierter Auflagebogen sehr aufwändig. Des Weiteren sind verschiedene Ausprägungen denkbar, die in separaten Versuchsdurchgängen getestet werden müssten. Hierzu gehören Schwankungen der kurzen Kante, Schwankungen der langen Kante oder Schwankungen der Rechtwinkligkeit.

Wird die Prüfung mit handelsüblicher Bogenware durchgeführt, können unterschiedliche Positionsschwankungen an gegenüberliegenden Kanten einen Hinweis auf Formatschwankungen darstellen. Besteht der Verdacht, dass die Messergebnisse dadurch übermäßig beeinflusst sind, können folgende Maßnahmen ergriffen werden:

- Die Prüfung wird mit einer neuen Bedruckstofflieferung wiederholt.
- Die Prüfung wird mit auf Format geschnittenen Bedruckstoffen wiederholt.
- Das Format der gezogenen und ausgewerteten Bogen wird vermessen.

## 6 Literatur

- [1] J. Gemeinhardt  
Anleitung zur Prüfung von Digitaldrucksystemen  
Fogra-Forschungsbericht Nr. 32.172, München 2017
- [2] Norm ISO 12642-2:2006  
Graphic technology –  
Input data for characterization of 4-colour process printing –  
Part 2: Expanded data set
- [3] Norm ISO 13655:2017  
Graphische Technik –  
Spektrale Messung und farbmetrische Berechnung für graphische  
Objekte
- [4] Norm ISO 5-3:2009  
Fotografie –  
Messen der optischen Dichte –  
Teil 3: Spektrale Bedingungen
- [5] Norm ISO/IEC 24790:2017  
Information technology – Office equipment –  
Measurement of image quality attributes for hardcopy output –  
Monochrome text and graphic images
- [6] N.N.:  
Passer-Messsystem LUCHS III  
Datenblatt, Polygraphische Innovative Technik Leipzig GmbH (PITSID),  
Leipzig
- [7] J. Gemeinhardt, K. Traber, R. Skoczowski:  
Drucktechnische Merkmale des digitalen Produktionsdrucks im Hinblick  
auf eine objektive Qualitätsbeurteilung  
Fogra-Forschungsbericht 30.033, München 2014
- [8] A. Kraushaar  
PSD ProzessStandard Digitaldruck –  
Schritt für Schritt zum vorhersehbaren Druckergebnis  
Fogra, München 2018
- [9] Norm ISO 12647-7:2013  
Graphic technology –  
Process control for the production of half-tone colour separations,  
proof and production prints –  
Part 7: Proofing processes working directly from digital data
- [10] H. Belz:  
ProzessStandard Offsetdruck –  
Wirtschaftlich und farbsicher produzieren von der Datenerzeugung bis  
zum Auflagendruck  
Bundesverband Druck und Medien e.V., Wiesbaden/Berlin 2012/2016

- [11] D. R. Rasmussen:  
Tent-pole spatial defect pooling for prediction of subjective quality  
assessment of streaks and bands in color printing  
In: Journal of Electronic Imaging (2010), Nr. 19 (1)
- [12] A. Kraushaar, B. Oberhollenzer, P. Karp:  
Grundlagen zur Etablierung der Normung für den Toner- und Inkjet-  
basierten Digitaldruck  
Fogra-Forschungsbericht 35.003, München 2012

## Impressum

### Richtlinie:

Technische Prüfung von Bogendrucksystemen mit elektrofotografischer Druckbildübertragung

Herausgeber:

Bundesverband Druck und Medien e.V. (bvdm), Friedrichstraße 194–199, 10117 Berlin,  
[www.bvdm-online.de](http://www.bvdm-online.de)

und

Fogra Forschungsinstitut für Medientechnologien e.V., Einsteinring 1a, 85609 Aschheim b. München,  
[www.fogra.org](http://www.fogra.org)

© 2018

Bundesverband Druck und Medien e.V. (bvdm), Berlin, und  
Fogra Forschungsinstitut für Medientechnologien e.V., Aschheim b. München

Art.-Nr. 85508

Diese Richtlinie basiert auf dem

Forschungsbericht 32.172

**Anleitung zur Prüfung von Digitaldrucksystemen**

Autor: Jürgen Gemeinhardt

Fogra, München, Juni 2017

Das Forschungsprojekt wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft und Medien,  
Energie und Technologie sowie von der Fogra gefördert.

Autor der Inhalte „Bedeutung der Kenngrößen“ sowie Gesamtedaktion:

Harry Belz, Bundesverband Druck und Medien e.V. (bvdm), Berlin

An der Erarbeitung dieser Richtlinie haben außerdem mitgewirkt:

Stefan Brunken, Verband Druck+Medien Nord-West, Hamburg

Udo Eickelpasch, Verband Druck und Medien NordOst, Hannover

Jochen Klett, PRINTXMEDIA SÜD GmbH, Ostfildern

Heinz Klos, PRINTXMEDIA SÜD GmbH, Ostfildern

Jens Meyer, PRINTXMEDIA SÜD GmbH, Aschheim b. München

Ronny Willfahrt, Verband Druck und Medien NordOst, Hannover

Frank Wipperfurth, Verband Druck+Medien Nord-West, Lünen

Das Werk einschließlich seiner Einzelbeiträge und Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede  
Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des  
bvdm unzulässig. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen  
und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.