

Harry Belz

ProzessStandard Offsetdruck

Wirtschaftlich und farbsicher produzieren
von der Datenerzeugung bis zum Auflagendruck

A GRUNDLAGEN

1	Einführung	1
1.1	Aufgaben und Ziele der Standardisierung	3
1.2	Das Standardisierungskonzept	9
1.3	Geltungsbereich der Vorgaben	15
1.4	Neues in diesem Handbuch	19
2	Prüfmethoden und Arbeitsmittel	25
2.1	Grundsätzliches zum Abmustern und Messen	27
2.2	Abmustern	33
2.2.1	Für die Abmusterung wichtige Größen	36
2.2.2	Vorgaben für das Abmusterungslicht	46
2.3	Messverfahren und ihre Anwendung	49
2.3.1	Farbmessung	53
2.3.2	Densitometrie	72
2.3.3	Bildanalyse	86
2.4	Kontrollmittel und ihre Aufgaben	91
2.4.1	Kontrollmarken, Kontrollfelder, Kontrollbilder	95
2.4.2	Kontrollstreifen, Kontrollblöcke	113
2.4.3	Testformen	125
2.4.4	Weitere Werkzeuge zur Prozesssicherung	135
3	Bedruckstoffe und Druckfarben	137
3.1	Einführung: Gründe für die Typisierung von Materialien	139
3.2	Der Bedruckstoff	143
3.2.1	Einteilung der Bedruckstoffe für den Offsetdruck in Papiertypen	144
3.2.2	Papiere für den Digital-Prüfdruck	148
3.2.3	Optische Aufheller in Druckpapieren	150
3.3	Die Druckfarbe	157
3.3.1	Die Druckfarben-Norm ISO 2846 und ihre Bedeutung	158
3.3.2	Sonderfarben	161
3.3.3	Lackierungen und Folienkaschierungen	174

B ARBEITSABLAUF

1	Übersicht	1
1.1	Schnittstellen und Verantwortlichkeiten	3
1.2	Übertragung von Tonwert- und Färbungsinformationen	13
2	Medienvorstufe	19
2.1	Farbmanagement nach ICC	21
2.1.1	Methoden der Farbumfangsanpassung	23
2.1.2	Arten von ICC-Profilen	28
2.1.3	Verwenden von ICC-Profilen	33
2.1.4	Erzeugen von ICC-Geräteprofilen	43
2.2	Aufbereitung von Daten für den Druck	59
2.3	Farbauszugsfilme und Filmmontagen	77
2.4	Anforderungen an Monitorproofs, Prüf- und Andrucke	81
2.4.1	Monitorproof	85
2.4.2	Digital-Prüfdruck	98
2.4.3	Analog-Prüfdruck	110
2.4.4	Andruck	115
3	Druckformherstellung	119
3.1	Vorbemerkungen	121
3.2	Kontaktkopie	123
3.3	Filmlose Druckformherstellung (Computer-to-Plate)	135
3.3.1	Grundeinstellung des Bebilderungssystems	136
3.3.2	Einrichten der standardgerechten Tonwertübertragung	146
3.3.3	Periodische und auftragsbegleitende Prozesskontrolle	158

4	Druck	161
4.1	Allgemeine Anforderungen an den Druckprozess	163
4.2	Kontrolle und Steuerung der Druckauflage	173
4.2.1	Einsatz von Kontrollmitteln	175
4.2.2	Einrichten und Fortdruck	179
4.3	Tonwertübertragung	187
4.3.1	Vorgaben für die Tonwertübertragung im Druck	188
4.3.2	Einfluss der Parameter von Standard-Druckbedingungen auf die Tonwertzunahme im Druck	191
4.3.3	Beeinflussen der Druckkennlinie	196
4.3.4	Ursachenanalyse bei abweichenden Tonwertzunahmen	206
4.4	Volltonfärbung	209
4.4.1	Vorgaben für die Volltonfärbung im Druck	210
4.4.2	Einfluss der Parameter von Standard-Druckbedingungen auf die Volltonfärbung im Druck	213
4.4.3	Berücksichtigung trocknungsbedingter Farbortänderungen	220
4.5	Farbbalance	225
4.5.1	Vorgaben für die Farbbalance im Druck	228
4.5.2	Kontrolle und Steuerung der Farbbalance	230
4.6	Herstellung von Färbungsstandards	233

C QUALITÄTSSICHERUNG

1	Qualitätsbewertung	1
1.1	Qualitätsziele im standardisierten Druckprozess	3
1.1.1	Die Größe des Toleranzraumes	5
1.1.2	Messung und visuelles Urteil	13
1.2	Beurteilung von Auflagenschwankungen	19
1.2.1	Die Schwankungstoleranz als statistische Größe	21
1.2.2	Auflagenbeurteilung anhand von Stichproben	27
1.3	Bearbeiten von Beanstandungen	31
1.3.1	Festlegen der Prüfkriterien	33
1.3.2	Systematische Überprüfung einer Beanstandung	35
1.3.3	Analyse von Fehlerursachen	38
2	Organisatorische Maßnahmen zur Qualitätssicherung	43
2.1	Reduzieren von Fehlerkosten	45
2.2	Qualitätssicherung als Führungsaufgabe	47
2.3	Stellenwert der Dokumentation für die Qualitätssicherung	51
2.4	Kommunikation als Instrument der Qualitätssicherung	57

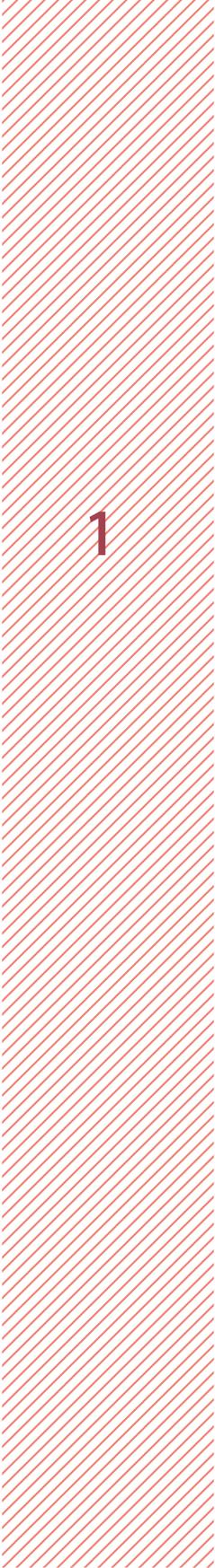
D ÜBERSICHTEN

1	Sollwerte und Toleranzen für Standard-Druckbedingungen	1
1.1	Standard-Druckbedingungen des Offsetdrucks	3
1.1.1	Druckbedingungen und Druckergebnisse	4
1.1.2	Eigenschaften der Standard-Papierarten	7
1.2	Charakterisierungsdaten und ICC-Profile	9
1.3	Sollwerte und Toleranzen für den Digital-Prüfdruck	11
1.3.1	Vorgaben für das Prüfdrucksubstrat	12
1.3.2	Periodische und anlassbezogene Prozesskontrolle	13
1.3.3	Auftragsbegleitende Prozesskontrolle	17
1.4	Tonwerttabelle für die CtP-Druckplattenbebilderung	21
1.5	Sollwerte und Toleranzen für den An- und Auflagendruck	23
1.5.1	Tonwerte und Tonwertzunahmen	24
1.5.2	Volltonfärbungen	26
2	Fragen und Antworten	29
2.1	Kontrollfragen und Arbeitsaufgaben	31
2.2	Musterlösungen	43
3	Glossar	69
4	Literatur	113
4.1	Vorbemerkungen	115
4.2	Normen	117
4.3	bvdm- und Fogra-Publikationen	127
4.4	Weitere Literaturhinweise	139
5	Produkte und Dienstleistungen	145
5.1	Bezugsquellen für die vorgestellten Arbeitsmittel	147
5.2	Beratung und Zertifizierung durch die Druck- und Medienverbände	153
5.3	Leistungen der ProzessStandard-Offsetdruck-Partner	159



A

Grundlagen



1

Einführung

Andererseits strebt dieses Standardisierungskonzept nicht nach einer Vereinheitlichung der zur Produktion eingesetzten Betriebsmittel und Verbrauchsgüter. Um das angestrebte Farbergebnis im Auflagendruck zu erzielen, ist es sogar erwünscht, dass Maschinen, Geräte und Materialien mit unterschiedlichen Eigenschaften zur Verfügung stehen. Der Druckbetrieb ist dann in der Lage, diese seinen individuellen Präferenzen entsprechend auszuwählen bzw. zu kombinieren (z. B. eine bestimmte Druckfarbserie mit einem speziellen Drucktuch) und dabei dennoch die Sollwerte zu erreichen. Dem Auftraggeber soll außerdem eine große Anzahl von Bedruckstoffen zur Auswahl angeboten werden können, die sich im Druckprozess sowohl effizient verarbeiten lassen als auch das erwartete Farbergebnis ermöglichen.

Standardisierung bedeutet nicht die Einschränkung der Materialauswahl

Dieses Handbuch beschränkt sich aber nicht darauf, Sollwerte und Toleranzen für die Druckproduktion vorzugeben. Es beschreibt vor allem die Methoden und Mittel der Prozesskontrolle und der Prozesssteuerung, mit denen diese Vorgaben auf effiziente Weise zu erfüllen sind. Denn nur durch qualifizierte Überprüfung und gezielte Beeinflussung der Produktionsergebnisse jedes einzelnen Prozessschrittes kann letztlich die gewünschte Qualität des Druckergebnisses sichergestellt werden.

Der ProzessStandard Offsetdruck beschreibt, was, wie und womit standardisiert werden kann

Vorteile der standardisierten Druckproduktion

Die konsequente Anwendung des *ProzessStandard Offsetdruck* bietet allen, die an der Erzeugung eines Druckproduktes mitarbeiten, eine Fülle von Vorteilen:

Standardisierung steigert die Effizienz der Produktion

- problemlose Zusammenarbeit zwischen Kunden, Agenturen, Druckvorstufen- und Druckbetrieben,
- geringerer auftragsbezogener Kommunikationsaufwand durch klare branchenweit gültige Vorgaben,
- gute Farbübereinstimmung bei Druckproduktion an unterschiedlichen Orten bzw. bei Folgeaufträgen,
- engere Fertigungstoleranzen durch gezielt auf das gewünschte Farbergebnis hin ausgerichtete Fertigung,
- überflüssige (weil ungezielte) Farbkorrekturen in der Druckvorstufe werden vermieden,

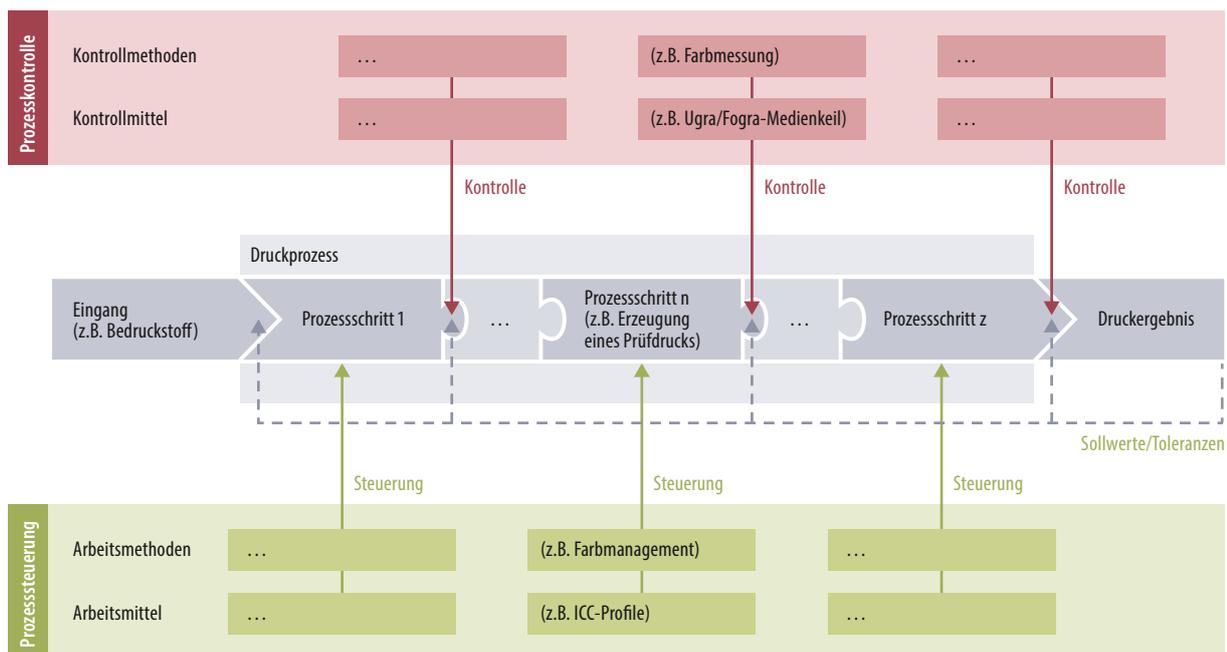


Abbildung A-2: Das standardisierte Druckergebnis wird durch Sollwerte und Toleranzen beschrieben. Definierte Schnittstellen zwischen den Teilprozessen dienen der Ausrichtung des gesamten Produktionsprozesses auf die an das Endprodukt gestellten Anforderungen. Mit den Methoden und Mitteln der Prozesssteuerung und der Prozesskontrolle wird das Ergebnis jedes einzelnen Prozessschrittes gezielt beeinflusst bzw. überprüft.

- verkürzte Abstimmzeiten im Druck; Druckabnahmen durch den Kunden können entfallen bzw. beanspruchen weniger Zeit,
- kein unnötiger Materialverbrauch,
- problemloses Drucken von Sammelformen,
- weniger unproduktive Zeiten aufgrund von Prozessstörungen (z. B. durch Fehlbebilderung von Druckplatten und dadurch verursachte Wartezeiten an der Druckmaschine),
- transparente Prozesse, dadurch Möglichkeit zur Prozessautomatisierung und -vernetzung (z. B. Job-Tracking),
- klare Verantwortlichkeiten, dadurch Erleichterung der Fehleranalyse,
- geringere Fehlerkosten, weniger Reklamationen,
- Absicherung des Auftragnehmers gegen ungerechtfertigte Reklamationen.

Die Vorteile der Standardisierung sind vielfältig – für alle Beteiligten

Daraus ergeben sich insgesamt:

- erhöhte Produktionssicherheit durch reibungslose Abläufe,
- reduzierte Kosten für Material und Zeit,
- erhöhte Druckqualität,
- höhere Kundenzufriedenheit, gesteigerte Kundenbindung.

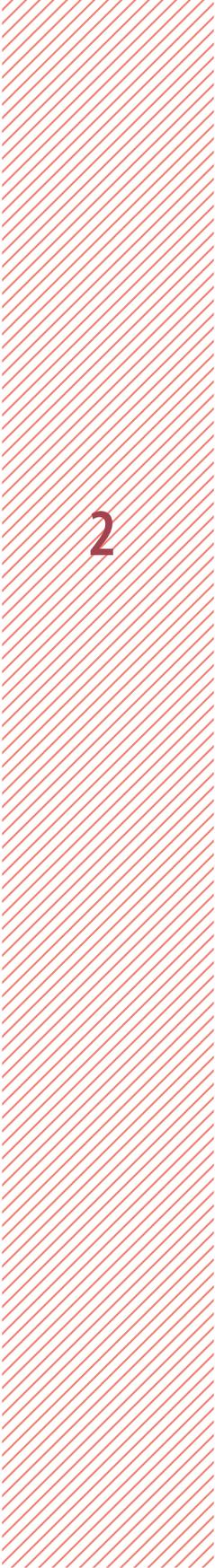
Nutzen von Standardisierung



Abbildung A-3: Standardisierung fördert Qualität, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit – und dient somit dem Wohl aller.

Das Deutsche Institut für Normung (DIN) führt auf seiner Internetseite www.din.de eine ganze Reihe von Beispielen für den Nutzen der Standardisierung (durch Normen) auf. Besonders anschaulich sind die Ausführungen zur Bedeutung der ISO-Container für den Welthandel. Nachfolgend der gekürzte Wortlaut:

„Container sind wie Legosteine des Welthandels. Normen regeln ihren modularen Aufbau sowie ihre Maße und Gewichte. Damit sich bis zu neun Reihen übereinander stapeln lassen, sind entsprechende Anforderungen an ihre Festigkeit definiert. Der Umschlag wird durch genormte Eckbeschläge, an denen Transportvorrichtungen befestigt werden können, erheblich erleichtert.“



2

Prüfmethoden und Arbeitsmittel

2.1 Grundsätzliches zum Abmustern und Messen

Ziel des *ProzessStandard Offsetdruck* ist es, Schnittstellen zwischen den einzelnen Teilprozessen der Druckproduktion festzulegen und dadurch die Farbsicherheit und Effizienz des gesamten Prozesses zu steigern. Die Grundlage dafür bilden in aller Regel Zielwerte, deren Einhaltung sich messtechnisch und somit objektiv überprüfen lässt. Auf diese Weise treten subjektive Bewertungen bei der Beurteilung von Zwischen- und Endergebnissen in den Hintergrund.

Dennoch ist die visuelle Beurteilung von Zwischen- und Endergebnissen in der Druckindustrie nach wie vor nicht wegzudenken. Dies gilt nicht nur für die Medienvorstufe, wo die Beurteilung von Bildinhalten eine wesentliche Rolle spielt. Auch an der Druckmaschine wird anhand standardisiert erzeugter Vorlagen visuell (fein-) abgestimmt, da auf diese Weise das zu verkaufende Produkt direkt beurteilt werden kann. Umso wichtiger ist es, dass über alle Prozessstufen hinweg klare Vorgaben für das Abmustern bestehen. Denn nur unter übereinstimmenden Bedingungen sind eindeutige Beurteilungsergebnisse zu erwarten. Die für das Abmustern und Betrachten generell einzuhaltenden Vorgaben werden im folgenden Abschnitt A2.2 behandelt.

Definierte Schnittstellen und objektive Beurteilungskriterien ersetzen subjektive Bewertungen

Festgelegte Betrachtungsbedingungen sind Voraussetzung für vergleichbare Betrachtungsergebnisse



Abbildung A-10: Um eine gute Übereinstimmung zwischen Betrachtungs- bzw. Messergebnissen sowie zwischen Betrachtung und Messung sicherzustellen, wurden Betrachtungs- und Messbedingungen standardisiert.

Im Zusammenhang mit den in diesem Handbuch beschriebenen Messaufgaben werden Farbmessgeräte, Densitometer und Bildanalysegeräte eingesetzt. Die korrekte Anwendung dieser Geräte ist Voraussetzung für eine zuverlässige Kontrolle von Färbungs- und Tonwertinformationen bzw. deren Veränderungen während des Produktionsprozesses. Farbmessgeräte sind für viele Aufgaben in der Druckvorstufe unverzichtbar, genauso wie zur Färbungskontrolle an der Druckmaschine. Densitometer liefern wichtige Informationen zur Qualität von Farbauszugsfilmen und Druckplatten, vor allem aber für die Steuerung des Offsetdrucks. Heutzutage lassen sich mit modernen Spektralfotometern sowohl farbmessrische als auch densitometrische Messungen durchführen (Densitometer, die nach dem spektralfotometrischen Prinzip messen, werden oft als „Spektraldensitometer“ bezeichnet). Der Anwendungsbereich von Bildanalysegeräten ist derzeit vorwiegend auf die Messung an Filmen und Druckplatten beschränkt. Abschnitt A2.3 beschreibt die drei Messverfahren Farbmessung, Densitometrie und Bildanalyse ausführlich.

Die Messaufgabe bestimmt das Messverfahren

Manche Messaufgaben lassen sich ohne Messgerät schneller und mitunter sogar präziser lösen. Das menschliche Auge eignet sich immer dann als Messinstrument, wenn definierte Kontrollfeldpaare oder Skalen vorliegen (siehe Abschnitt A2.4.1), die anhand der Kriterien „vorhanden – nicht vorhanden“ oder „identisch – verschieden“ ausgewertet werden können. Das ist z. B. bei der Beurteilung von Auflösungseigenschaften, Schieben/Dublieren oder beim Vergleich von bunt aufgebauten Grautönen der Fall (siehe Abbildung A-11).

Manche Messungen sind mit bloßem Auge möglich



Abbildung A-11: Unter bestimmten Voraussetzungen ist auch das menschliche Auge ein sehr zuverlässiges Messinstrument.

Kontrollmittel machen Prozesseinflüsse sichtbar

Zur Messung werden im Allgemeinen für den jeweiligen Prüfzweck konzipierte Kontrollmittel verwendet (siehe Abschnitt A2.4). Unter einem Kontrollmittel versteht man ein Referenzsubjekt, das in seiner ursprünglichen Form als Datei oder (Farbauszugs-)Film vorliegt. Es durchläuft – entweder eigenständig oder in ein Dokument eingebunden – einen Prozess oder eine Prozesskette und wird dabei den jeweiligen Bearbeitungen unterzogen. Am Ausgabeergebnis sind die durch den Prozess verursachten Veränderungen zu erkennen. Auf diese Weise kann kontrolliert werden, ob das Ergebnis den jeweiligen Erwartungen entspricht oder ob der überprüfte Prozessschritt wiederholt werden muss. Bei Prozessstörungen geben die Auswertungsergebnisse erste Anhaltspunkte für die Ursachenanalyse.

Vergleichbare Beurteilungsergebnisse setzen einheitliche Beurteilungsbedingungen voraus

Um aussagekräftige Beurteilungsergebnisse zu erhalten, müssen bei Betrachtungs- bzw. Messvorgängen definierte Bedingungen herrschen. Sie werden in den folgenden Abschnitten ebenfalls erläutert. Bei der Dokumentation und Weitergabe der Ergebnisse sind diese Bedingungen jeweils mit anzugeben.

Die Wahl der Betrachtungs- und Messunterlage

Beurteilungsergebnisse werden durch die Betrachtungs- und Messunterlage beeinflusst

Werden auf nicht opaken Bedruckstoffen erzeugte Drucke betrachtet bzw. gemessen, kann die bedruckte Rückseite oder die unter dem Druck liegende Unterlage einen großen Einfluss auf das Beurteilungsergebnis ausüben. Zum Abmattern und Messen von Drucken ist daher eine für den jeweiligen Anwendungszweck geeignete – schwarze oder weiße – Unterlage zu verwenden. Abmusterung und Messung einer Probe sind dabei immer auf identischer Unterlage vorzunehmen. Werden Betrachtungs- oder Messergebnisse dokumentiert oder kommuniziert, ist immer anzugeben, welche Unterlage zur Beurteilung benutzt wurde.



Abbildung A-12: Wirkungsweise der Unterlage: Bei weißer Unterlage scheint das rückseitig gedruckte Sujet durch und verändert lokal Betrachtungsergebnisse und Messwerte. Die schwarze Unterlage egalisiert den Rückseiteneinfluss.

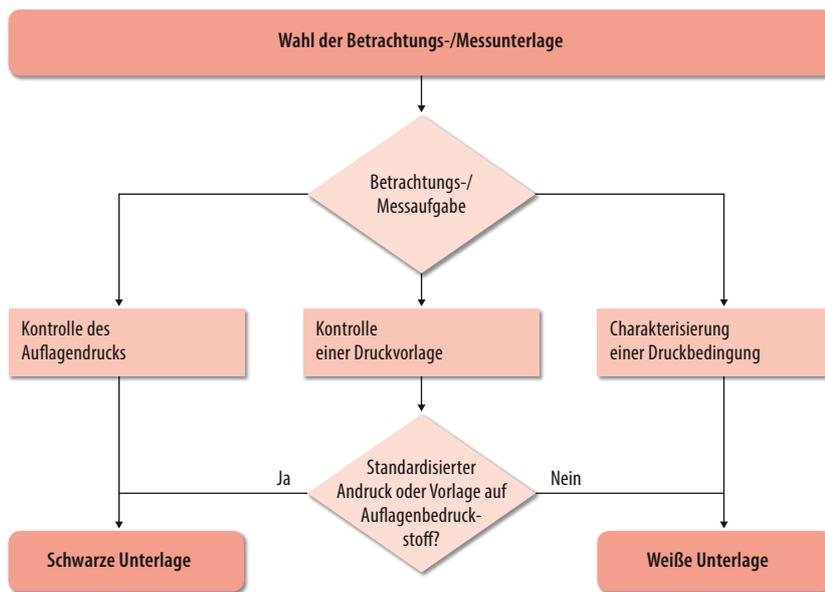


Abbildung A-13: Je nach Betrachtungs-/Messaufgabe ist eine schwarze oder eine weiße Betrachtungs-/Messunterlage zu wählen.

Verwendung einer schwarzen Unterlage

Zum Messen und Betrachten beim Auflagendruck wird grundsätzlich eine schwarze Unterlage verwendet. Auf diese Weise lässt sich ausschließen, dass Licht von der Messtischoberfläche oder anderen Druckbogen, die unter der Probe liegen, durch druckfreie oder rückseitig farbig bedruckte Stellen des Bedruckstoffs auf den Empfänger des Messgerätes reflektiert wird und dadurch die Messwerte unkontrolliert beeinflusst. Aus praktischen Gründen ist die schwarze Unterlage auch beim einseitigen Druck zu verwenden: Abgesehen davon, dass in automatischen Messanlagen schwarze Unterlagen meist fest integriert sind, verschmutzen weiße Unterlagen im Drucksaal sehr schnell und werden dadurch unbrauchbar. Werden auf Bogenoffsetdruckmaschinen doppelseitige Produkte ohne Bogenwendung in zwei aufeinanderfolgenden Druckdurchgängen gefertigt, so ist es beim Schöndruck schon allein deswegen erforderlich, eine schwarze Unterlage zu verwenden, um auf beiden Bogenseiten vergleichbare Messergebnisse zu erhalten.

Beim Auflagendruck wird grundsätzlich eine schwarze Unterlage verwendet

Die schwarze Unterlage ist auch zum Betrachten und Messen von Drucken zu verwenden, die als Vorlage für den Auflagendruck dienen, sofern es sich dabei um standardisiert erzeugte Andrucke, OK-Exemplare einer bereits produzierten Auflage oder um Prüfdrucke handelt, die auf dem Auflagenbedruckstoff angefertigt wurden. Durch die Verwendung der schwarzen Unterlage ist eine bessere Vergleichbarkeit zwischen Vorlage und Auflagendruck gewährleistet.

Auf dem Auflagenbedruckstoff hergestellte Abstimmvorlagen werden ebenfalls auf schwarzer Unterlage beurteilt

Die Eigenschaften der schwarzen Unterlage sind in ISO 5-4 sowie in ISO 13655 festgelegt:

- opak,
- matte Oberfläche,
- spektral nicht selektiv, d. h. gleichmäßige diffuse Reflexion über den gesamten Spektralbereich zwischen 400 nm und 700 nm,
- Reflexionsdichte, gemessen mit Visuellfilter (Einstellung für schwarze Druckfarbe) und ohne Polarisationsfilter, mindestens 1,3 (entspricht in etwa einer mit Polarisationsfilter gemessenen Dichte von mindestens 1,8 bzw. einer CIELAB-Helligkeit $L^* \leq 27$).

Die genannten Anforderungen werden beispielsweise durch viele schwarze Fotokartons erfüllt.



Abbildung A-14: In vielen Messsystemen für den Auflagedruck ist eine schwarze Unterlage bereits integriert (Bild oben). Fehlt sie, kann beispielsweise schwarzer Fotokarton verwendet werden (unteres Bild).

Verwendung einer weißen Unterlage

Zur Charakterisierung wird eine weiße Unterlage verwendet

Zur Charakterisierung von Prüf- und Auflagedruckbedingungen (siehe Abschnitt B2.1.4) wird eine weiße Unterlage verwendet. Hier erhält die weiße Unterlage den Vorrang vor der schwarzen, damit der erzielbare Farbraum nicht von vornherein unnötig eingeschränkt wird und eine ausreichende Differenzierung der Farbtöne im Lichtbereich erhalten bleibt. Außerdem werden dadurch Schwierigkeiten bei der Papierweißsimulation (siehe Abschnitte A3.2.3, B2.1.1, B2.4.2) auf Digital-Prüfdrucken vermieden.

Prüfdrucke simulieren den Druck auf weißer Unterlage und werden auf weißer Unterlage beurteilt

Prüfdrucke, deren Bedruckstoff nicht dem Auflagenbedruckstoff entspricht, sind ebenfalls auf weißer Unterlage abzumustern und zu messen. Qualitativ hochwertige Prüfdrucksubstrate weisen in der Regel eine relativ hohe Opazität auf, sodass die Farbe der Unterlage hier meist keine allzu große Rolle spielt. Wegen der auf weißer Unterlage durchzuführenden Charakterisierung der Auflagedruckbedingung simuliert der Prüfdruck allerdings das Auflagedruckergebnis, das auf einer weißen Unterlage zu erwarten wäre. (Gleiches gilt übrigens für den Monitorproof.) Bei Auflagenbedruckstoffen mit geringer Opazität ist das visuelle Abstimmen nach solchen Vorlagen schwierig. Der Auftraggeber sollte bereits bei der Präsentation der Prüfdrucke darauf hingewiesen werden, dass das spätere Druckprodukt unter Umständen wegen durchscheinender Rück- bzw. Folgeseiten weniger brillant erscheint, als die Prüfdruck-Ergebnisse dies erwarten lassen.

2.4.1 Kontrollmarken, Kontrollfelder, Kontrollbilder

Kontrollmarken, Kontrollfelder und Kontrollbilder sind die kleinsten Einheiten, aus denen sich Kontrollmittel zusammensetzen. Die Elemente sind teilweise sehr empfindlich und reagieren schon auf kleinste Prozessveränderungen. In Deutschland sind diese Werkzeuge in der Normenreihe DIN 16527 beschrieben. Da die Normenreihe zuletzt im Jahr 1993 überarbeitet wurde, finden digitale Kontrollmittel dort kaum Berücksichtigung. Deswegen orientieren sich die nachfolgenden Ausführungen nur bedingt an den normativen Vorgaben. Sie beschränken sich außerdem auf die gebräuchlichsten Elemente, die sich größtenteils auch in den Kontrollmitteln wieder finden, die in den nachfolgenden Abschnitten A2.4.2 und A2.4.3 vorgestellt werden. In der Praxis existiert darüber hinaus eine große Anzahl weiterer Kontrollfelder, mit denen sich die unterschiedlichsten Kontrollaufgaben bewerkstelligen lassen.

Kontrollmarken, Kontrollfelder und Kontrollbilder sind die kleinsten Einheiten in Kontrollmitteln

Kontrollmarken

Unter einer Kontrollmarke versteht man eine Markierung oder Skala, die zur Ortsfestlegung bzw. Ortskontrolle bestimmt ist. Dazu gehören beispielsweise Passkreuze, Falz- und Schneidmarken oder Nonius-Regelskalen. Letztere dienen dazu, die Ursachen von Passerabweichungen zu analysieren; für die auftragsbegleitende Prozesskontrolle sind sie nicht von Bedeutung.

Kontrollmarken sind Instrumente zur Ortskontrolle



Abbildung A-77: Kontrollmittel wie Ziehmarken und Passkreuze werden unter dem Oberbegriff Kontrollmarken zusammengefasst.

Kontrollfelder

Kontrollfelder dienen entweder zur Messung mit einem der in Abschnitt A2.3 vorgestellten Messgeräte (Messfeld) oder zur visuellen Auswertung (Signalfeld). Anhand von Messfeldern werden in erster Linie Färbungs- und Tonwertkontrollen durchgeführt. Sie müssen eine entsprechend den Anforderungen des jeweiligen Messverfahrens ausreichende Größe besitzen (siehe Abschnitte A2.3.1 bis A2.3.3) und homogen aufgebaut sein (einheitlicher Farbton bzw. Tonwert). Signalfelder werden oftmals paarweise oder zu mehreren eingesetzt, wobei sich der Aufbau der einzelnen Felder im Detail unterscheidet. An den Unterschieden in der Wiedergabe der Einzelbilder lassen sich dann Prozesseinflüsse erkennen und analysieren. Andere Signalfelder wiederum sind so aufgebaut, dass sie bereits eine Beurteilungsskala enthalten bzw. durch den Vergleich zweier (z. B. in zeitlichem Abstand erzeugter) Signalfelder eine Bewertung ermöglicht wird. Einige Kontrollfelder können sowohl als Mess- als auch als Signalfelder eingesetzt werden.

Kontrollfelder können Messfelder oder Signalfelder sein

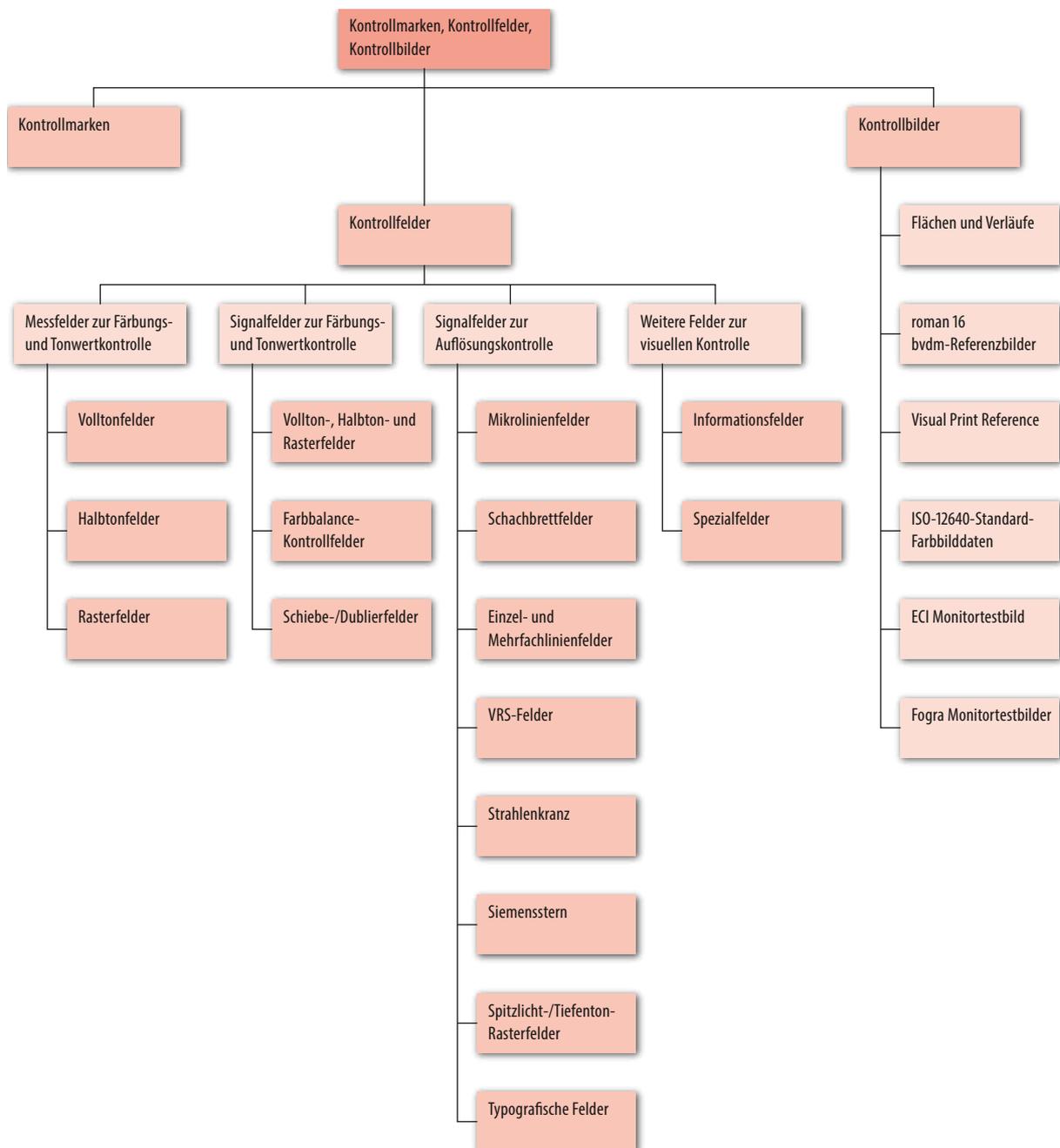
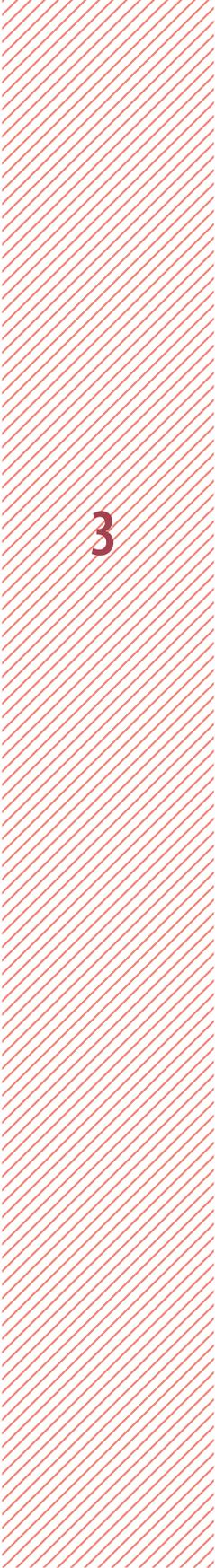


Abbildung A-78: Übersicht über die in diesem Abschnitt vorgestellten Kontrollelemente

Messfelder zur Färbungs- und Tonwertkontrolle

Volltonfelder werden zur Färbungs- und Schichtdickenkontrolle verwendet

Große Bedeutung für Kontrollaufgaben aller Prozessstufen besitzen Volltonfelder. Sie sind aus einer oder mehreren Primärfarben eines geräteabhängigen Farbraums (CMYK, RGB, ggf. Sonderfarben – siehe hierzu Abschnitt B.2.1) aufgebaut, wobei jede der verwendeten Primärfarben mit ihrem jeweils höchstmöglichem Anteil wiedergegeben wird. In CMYK-Farbräumen markieren die Primär- und Sekundärfarben-Volltöne den erzielbaren Buntheits-Farbumfang. Dieser lässt sich durch eine Grafik veranschaulichen, bei denen die Farborte der Primär- und Sekundärfarben auf eine Ebene projiziert sind. Die Volltöne liegen dort auf den äußeren Ecken der Fläche, die durch direkte Verbindungen zwischen je zwei benachbarten Volltönen umschlossen wird. Man bezeichnet in diesem Zusammenhang die Primär- und Sekundärfarben-Volltöne auch als Eckfarben. Bei Monitorproofs und Digital-Prüfdrucken wird oft von Volltönen gesprochen, obwohl eigentlich die Volltöne des Auflagedrucks gemeint sind, die durch die Prüfmedien möglichst genau wiedergegeben werden sollen. Das ist



3

Bedruckstoffe und Druckfarben

3.3.3 Lackierungen und Folienkaschierungen

Matt-/Glanzveredelungen führen zu Glanz-, Farb- und Tonwertveränderungen

Die in Abschnitt D1.5 angegebenen Soll-Farborde und Soll-Tonwertzunahmen beziehen sich ausdrücklich auf unveredelte Drucke. In der Praxis werden allerdings häufig transparente Lacke oder Kaschierfolien eingesetzt, um dem Druckprodukt bestimmte optische (Matt- und/oder Glanzeffekte) oder funktionale Eigenschaften (z. B. Scheuerfestigkeit, Gleitfähigkeit) zu verleihen. Bei vollflächigen Lackierungen und Folienkaschierungen bedecken diese Materialien sowohl das Druckbild als auch die unbedruckten Areale des Bedruckstoffs. Sie beeinflussen außer dem Glanz auch die Färbung und die Tonwertzunahmen der Drucke. Der Einfluss von Lackierungen (Öldrucklack, Dispersions- oder UV-Lack) auf das Erscheinungsbild von Druckprodukten ist inzwischen relativ gut erforscht. Bei Kaschierfolien lassen sich ähnliche Wirkungen beobachten.

Beeinflussung der Volltonfärbung

Durch Lackierungen verursachte Änderungen der Volltonfärbung sind hauptsächlich auf Glanzänderungen zurückzuführen

Wird auf glänzenden Bilderdruckpapieren ein matter Lack oder auf mattgestrichenen Papieren ein Glanzlack aufgebracht, wirkt sich das in vielen Fällen sehr deutlich auf die Volltonfärbung aus. Beim Vergleich lackierter und unlackierter Drucke mit Öldrucklacken wurden in den Volltönen Farbabstände bis zu $\Delta E^*_{ab} = 5$ festgestellt. Bei UV-Lacken lagen die Unterschiede etwas darüber, während sich mit Dispersionslacken sogar Farbabstände von bis zu $\Delta E^*_{ab} = 13$ im Vollton ergaben.

Verringert die Lackierung den Druckglanz, erscheinen die Farben heller und weniger bunt, eine Glanzerhöhung bewirkt das Gegenteil

Betrachtet man jede der drei Lackarten für sich, so lässt sich jeweils ein linearer Zusammenhang zwischen der durch den Lack verursachten Glanzänderung und der Vollton-Farbkoordinaten L^* , a^* und b^* feststellen. Je stärker sich der Druckglanz durch die Lackierung erhöht oder vermindert, umso stärker ändert sich auch die Volltonfärbung. Eine Erhöhung des Glanzes führt bei allen Primärfarben zur Abnahme der Helligkeit und zu steigender Buntheit – die Farben erscheinen insgesamt gesättigter. Demgegenüber steigt bei einer Glanzreduzierung die Helligkeit, und die Buntheit sinkt. Im Ergebnis führt das zu einer flauereren, kontrastärmeren Farbwiedergabe. Dadurch kann insbesondere Detailzeichnung in den Tiefen verloren gehen. Beim Schwarz, wo sich eine Glanzänderung am stärksten auf die Färbung auswirkt, verändert sich durch die Lackierung in erster Linie der Helligkeitswert L^* , beim Cyan sind vorrangig der a^* - und der b^* -Wert betroffen, beim Magenta der a^* -Wert und beim Gelb der b^* -Wert. Beim Papierweiß lässt sich hingegen keine eindeutige Abhängigkeit des CIELAB-Farborts vom Glanz feststellen.



Abbildung A-162: Der Unterschied zwischen Text und Hintergrund wird bei diesem Heft allein durch die Lackierung erzielt. Unter üblichen Betrachtungsbedingungen erscheinen auf dem glänzenden Bilderdruckpapier die nicht lackierten Textpartien deutlich dunkler als die mit Dispersionsmattlack versehene schwarze Fläche (links). Wird die Publikation allerdings unter dem Glanzwinkel betrachtet, wirkt umgekehrt der Text heller (rechts).

Die Ursache des beschriebenen Phänomens ist in der Oberflächenreflexion des eingestrahlenen Lichtes zu suchen. Während auf glänzenden Oberflächen die spiegelnde Reflexion überwiegt, findet auf matten Oberflächen eine stärkere Lichtstreuung statt. Unter den üblichen Betrachtungs- und Messbedingungen (siehe Abschnitt A2.2 und A2.3.1) wird das Glanzlicht am Auge des Betrachters bzw. dem Empfänger des Messgerätes vorbei reflektiert, da sich diese außerhalb des Spiegelwinkels befinden. Dagegen erreicht ein Teil ungerichtet reflektierten Lichts durchaus das Auge bzw. den Fotosensor. Die spektrale Zusammensetzung des an der Oberfläche einer Farb- bzw. Lackschicht reflektierten Lichts entspricht der des eingestrahlenen Lichts. Da es nicht in die Farbschicht eingedrungen ist und somit keine spektralen Anteile absorbiert werden konnten, enthält es keine Farbinformationen. Infolgedessen werden durch eine Glanzänderung lediglich Helligkeit und Buntheit der Primärfarben beeinflusst, nicht aber deren Buntton. Die hier gezeigten Zusammenhänge (siehe auch Abbildung A-163) weisen starke Parallelen zu den in Abschnitt A2.3.2 bzw. B4.4.3 beschriebenen Ursachen von trocknungsbedingten Farbortänderungen auf.

Ursache der Farbortverschiebung ist die veränderte Oberflächenreflexion

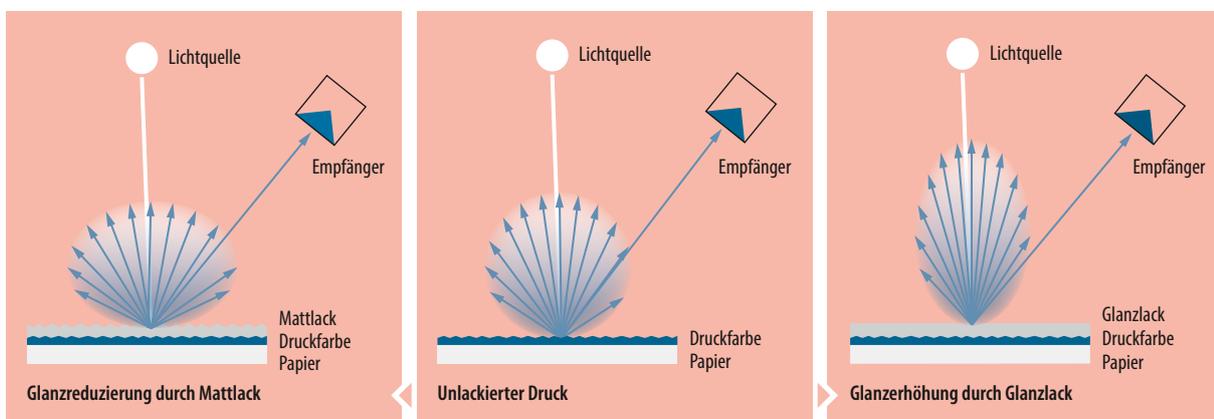


Abbildung A-163: Schematische Darstellung des Reflexionsverhaltens eines Druckes bei Matt- und Glanzlackierung unter der üblichen Mess-/Betrachtungsgeometrie von 0° : 45° . Verringert sich durch die Lackierung der Glanz, gelangt mehr Streulicht auf den Empfänger des Messgerätes bzw. ins menschliche Auge. Die Farbe erscheint dann heller und weniger bunt. Umgekehrt verhält es sich bei einer Glanzerhöhung.

Nicht alle durch die Lackierung bewirkten Farbortverschiebungen lassen sich jedoch auf Glanzänderungen zurückführen. Bereits die gelbliche Eigenfärbung der meisten Öldrucklacke führt zu Farbortänderungen, in erster Linie beim Papier. Diese Lacke neigen außerdem unter Lichteinfluss zum Vergilben, wodurch sich der Effekt im Laufe der Zeit verstärken kann. Im Magenta ist darüber hinaus – vor allem bei Dispersionslacken – eine von Glanzänderungen und Eigenfärbung unabhängige Farbortverschiebung ins Gelb ($\Delta b^* = 2$ bis 3) beobachtet worden, deren Ursachen derzeit noch nicht geklärt sind.

Nicht alle Farbortverschiebungen sind auf Glanzänderungen zurückzuführen

Beeinflussung der Tonwerte

Lackierungen und Folienkaschierungen führen generell zu einer Erhöhung der Tonwerte, vor allem im Mittel- und Vierteltonbereich. Nach dem Lackieren mit Öldrucklacken oder Dispersionslacken sind etwa um zwei Prozent und mit UV-Lacken etwa um 5 % erhöhte Tonwertzunahmen bereits im Viertelton zu erwarten. Folienkaschierungen verursachen über 10 % zusätzliche Tonwertzunahme. Dies gilt allerdings nur bei mittleren Rasterfrequenzen (etwa 60/cm bis 80/cm). Grobraster (z. B. 40/cm) bzw. Fein- oder nichtperiodische Raster zeigen hingegen weder bei Lacken noch bei Kaschierfolien nennenswerte Tonwertveränderungen. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind die Veränderungen weder vom eingesetzten Bedruckstoff noch von der Lackschichtdicke oder dem Lackglanz bzw. der Folienart abhängig. Warum es zu der Erhöhung der Tonwerte kommt, ist noch nicht abschließend geklärt. Als Ursache wird vermutet, dass durch Mehrfachreflexionen des eingestrahlenen Lichts innerhalb der Lackschicht oder Folie ein stärkerer Lichtfang (siehe Abschnitt A2.3.2) auftritt als im unveredelten Zustand.

Bei mittleren Rasterfrequenzen erhöhen Lackierungen und Folienkaschierungen die Tonwerte

Empfehlungen

Bei hohen Qualitätsanforderungen sind Farbvorlagen für den unveredelten und den veredelten Druck zu erstellen

Die veredelungsbedingten Veränderungen von Farborten und Tonwertzunahmen der einzelnen Primärfarben wirken sich im Zusammendruck zum Teil recht drastisch aus, beispielsweise durch Kontrastverluste in den Bildtiefen oder Farbstiche in Hauttönen. Wird ein Druckprodukt durch Lack oder eine Kaschierfolie veredelt, so ist dies generell bereits bei der Planung eines Auftrages zu berücksichtigen, um unangenehme Überraschungen zu vermeiden. Bei hohen Qualitätsanforderungen ist außer der Farbvorlage für das unveredelte Produkt auch eine Vorlage zu erzeugen, welche die Farbwiedergabe des veredelten Produktes zeigt. Falls in der Druckmaschine veredelt wird, sind dem Drucker beide Vorlagen zur Verfügung zu stellen. Wird die Veredelung außerhalb der Druckmaschine appliziert, so erhält der Drucker die Vorlage für den unveredelten Druck und der Veredler diejenige für das veredelte Produkt. Auf beiden Vorlagen ist der Verwendungszweck deutlich sichtbar anzugeben, um Verwechslungen zu vermeiden.

Die in diesem Handbuch tabellierten Sollwerte für Färbung und Tonwertzunahme beziehen sich auf den unveredelten Druck

Nachfolgend werden zunächst einige Empfehlungen gegeben, wie sich eine möglichst gute Übereinstimmung zwischen Vorlage und Auflagedruck erzielen lässt, wenn die in Abschnitt D1.5 aufgeführten Sollwerte auf den unlackierten Druck bezogen werden. Dies ist – aus den zum Schluss dieses Abschnitts genannten Gründen – der Normalfall. Anschließend wird noch ein Weg aufgezeigt, der unter bestimmten Bedingungen Vorteile bringen kann, aber nicht generell empfohlen wird. Soll er besprochen werden, bedarf es dazu einer ausdrücklichen Vereinbarung mit dem Auftraggeber, da die Druckergebnisse dann nicht mehr den Vorgaben des Branchenstandards entsprechen.

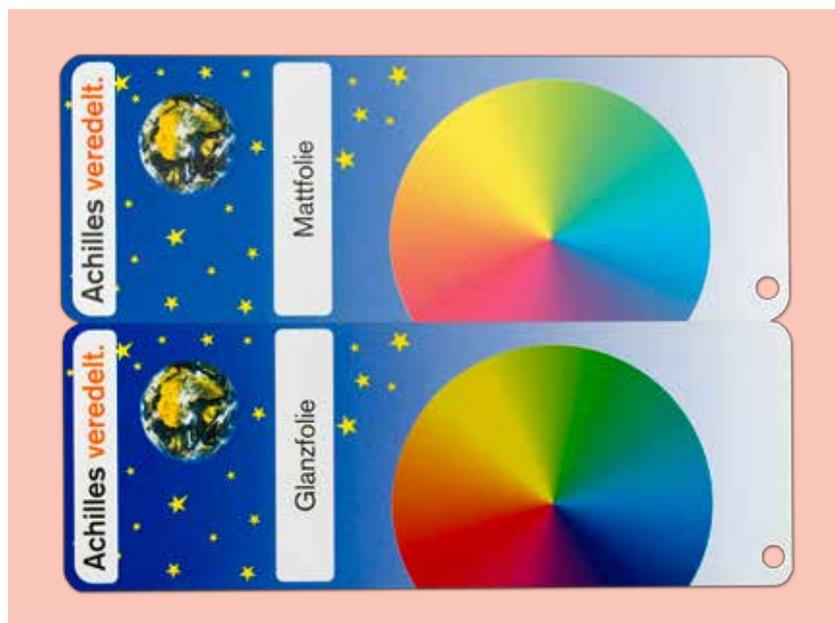


Abbildung A-164: Genau wie bei der Lackierung beeinflusst auch die durch eine Folienkaschierung bewirkte Glanzänderung die Färbung des Drucks.

Empfehlungen bei Anwendung der Sollwerte auf den unlackierten Druck

Die bestmögliche Simulation des veredelten Druckergebnisses bietet ein veredelter Andruck

Die beste Gewähr für eine korrekte Vorwegnahme der auf einem veredelten Druck zu erwartenden Farbwiedergabe bietet der standardisiert erzeugte Andruck (siehe Abschnitt B2.4.4), der anschließend mit der entsprechenden Veredelung versehen wird. Bei Analog-Prüfdrucken (siehe Abschnitt B2.4.3) kann die Wirkung der Veredelung durch eine Deckfolie mit entsprechenden Glanzeigenschaften simuliert werden. Die Anfertigung eines veredelten Digital-Prüfdrucks (siehe Abschnitt B2.4.2) ist nur sinnvoll, wenn die Rasterung derjenigen des Auflagedrucks entspricht. Andernfalls führt die Veredelung dort zu abweichenden Tonwertveränderungen. Bei der Veredelung von Digital-Prüfdrucken ist außerdem sicherzustellen, dass die beim Prüfdruck



B

Arbeitsablauf



2

Medienvorstufe

2.1.1 Methoden der Farbumfangsanpassung

Das Umrechnen zwischen geräteabhängigen Farbräumen, dem Quell- und dem Zielfarbraum, geschieht normalerweise (mit Ausnahme der Geräteverbindungs-Profile – siehe Abschnitt B2.1.2) über den sogenannten Profilverbindungsraum (PCS = Profile Connection Space). Dabei handelt es sich um einen geräteunabhängigen Farbraum, der praktisch als Übersetzer zwischen den beteiligten Gerätefarbräumen dient – den CIEXYZ- bzw. den CIELAB-Farbraum. Außerdem müssen Festlegungen getroffen sein, wie zu verfahren ist, wenn Farbkoordinaten eines Quellprofils außerhalb des Farbraumes des Zielprofils liegen. Hierzu gibt es verschiedene Strategien (sogenannte Wiedergabeabsichten, englisch: rendering intents) der Farbumfangsanpassung (englisch: gamut mapping), die in den ICC-Profilen hinterlegt sind.

Geräteabhängige Farbräume werden i. d. R. über einen Profilverbindungsraum umgerechnet

Die Farbumfangsanpassung kann prinzipiell auf vier unterschiedliche Arten erfolgen:

- relativ-farbmtrisch (englisch: relative colorimetric)
- absolut-farbmtrisch (englisch: absolute colorimetric)
- wahrnehmungsbezogen (englisch: perceptual)
- sättigungserhaltend (englisch: saturation)

(In deutschen Lokalisierungen aktueller Anwendungsprogramme findet man oftmals Bezeichnungen für die Anpassungsmethoden, die stark an die englischen Begriffe angelehnt sind, so etwa „perzeptiv“ für die wahrnehmungsbezogene Farbumfangsanpassung.)

Relativ bzw. absolut-farbmtrische Farbumfangsanpassung

Sowohl bei der relativ- als auch bei der absolut-farbmtrischen Farbumfangsanpassung werden alle im Zielfarbraum nicht enthaltenen Farben des Quellfarbraumes so weit in der Buntheit reduziert, dass sie auf der ähnlichsten Farbe am Rand des Zielfarbraumes abgebildet werden. Diejenigen Farben, die im Zielfarbraum wiedergegeben werden können, bleiben dagegen unverändert. Dieses Abschneiden (englisch: clipping) der außerhalb des Zielfarbraumes liegenden Farben kann im Motiv zu starkem Kontrastverlust führen, wenn der Quellfarbraum deutlich größer ist als der Zielfarbraum und die außerhalb des Zielfarbraums liegenden Bereiche des Quellfarbraums im Sujet entsprechend vertreten sind. Relativ- oder absolut-farbmtrische Anpassungsmethoden werden daher nur angewandt, wenn Quell- und Zielfarbraum relativ geringe Unterschiede im Farbumfang besitzen bzw. wenn der Zielfarbraum der größere von beiden ist (so z. B. beim Erzeugen von Monitorproofs oder Prüfdrucken). Unter Umständen ist es sinnvoll, von dieser Regel abzuweichen, wenn das Bild Bestandteile enthält, bei denen es auf eine farbgetreue Wiedergabe im Zielfarbraum besonders ankommt. So wird bei der Abbildung von Logos und anderen Sujets in Firmenfarben (z. B. Gebäuden oder Fahrzeugen) oftmals die farbmtrische Farbumfangsanpassung angewandt, um vor allem diese Farben möglichst originalgetreu umzusetzen. Der Verlust an Zeichnung in weniger wichtigen Bildpartien wird dabei bewusst in Kauf genommen. Ob es dazu kommt, ist stark davon abhängig, wie der Quellfarbraum vom jeweiligen Bildmotiv genutzt wird.

Bei den farbmtrischen Farbumfangsanpassungen werden die nicht im Zielfarbraum enthaltenen Farben „abgeschnitten“

Der Unterschied zwischen der relativ-farbmtrischen und der absolut-farbmtrischen Farbumfangsanpassung liegt in der Berücksichtigung des Weißpunktes. Nur bei der absolut-farbmtrischen Farbumfangsanpassung wird der Farbort des Weißpunktes aus dem Quellfarbraum exakt in den Zielfarbraum übertragen, sofern er dort darstellbar ist. Das ist vor allem im Zusammenhang mit der Erzeugung von Digital-Prüfdrucken bzw. Monitorproofs relevant. Wenn das Prüfdrucksubstrat bzw. der Monitor einen vom Papierweiß des Auflagedrucks abweichenden Weißpunkt besitzt, kann das Papierweiß durch die absolut-farbmtrische Farbumfangsanpassung simuliert werden, um das zu erwartende Druckergebnis korrekt wiederzugeben. Bei der relativ-farbmtrischen Farbumfangsanpassung wird hingegen der Weißpunkt des Quellfarbraums auf den Weißpunkt des Zielfarbraums übertragen.

Die absolut-farbmtrische Umrechnung ermöglicht die Papierweißsimulation am Monitor und auf Digital-Prüfdrucken

BEISPIEL

Papierweißsimulation auf einem Digital-Prüfdruck

Prüfdrucksubstrate sollen heller sein als der Auflagenbedruckstoff und eine geringere Buntheit aufweisen (siehe Abschnitt A3.2.2). Der Weißpunkt des Offsetdruck-Farbraums liegt dann innerhalb des Farbraums des Prüfdrucksystems, ist dort also exakt darstellbar. Auf diese Weise ist es möglich, bei der Ausgabe des Prüfdrucks das Papierweiß des Auflagenbedruckstoffs zu simulieren. Zu diesem Zweck ist für die Prüfdruck-Ausgabe die absolut-farbmtrische Farbumfangsanpassung zu verwenden.



Abbildung B-13: Mikroaufnahme der Papierweißsimulation auf einem Prüfdruck

	Farbort ¹ Papierweiß		
	L*	a*	b*
Weißes Bilderdruckpapier	95	1	-3
Weißes Naturpapier	96	1	-5
Gelbliches Naturpapier	95	0	4
Prüfdrucksubstrat	97	1	-1

¹ Messbedingung entsprechend ISO 13655: Bezugslichtart D50, Messmodus M0, 2°-Normalbeobachter, Geometrie 0°: 45° bzw. 45°: 0°

Tabelle B-3: Typische Farborte von Papieren für den standardisierten Offsetdruck. Der Farbort des aufgeführten Prüfdrucksubstrats erlaubt es, das Papierweiß aller drei Auflagenbedruckstoffe zu simulieren.

Sind die Papierfarborte beim Prüfdruck und dem Bedruckstoff der Referenz-Druckbedingung des Auflagedrucks identisch, führen die absolut- und die relativ-farbmtrische Farbumfangsanpassung zum gleichen Ergebnis.

Abhängig vom Bildinhalt und der Größe des Zielfarbraums kann die farbmtrische Farbumfangsanpassung mit zusätzlicher Tiefenkompensierung gegenüber der wahrnehmungsbezogenen Farbumfangsanpassung vorteilhaft sein

Manche Software-Applikationen (z. B. Adobe-Programme) erlauben es, zusätzlich zur relativ-farbmtrischen Farbumfangsanpassung eine Tiefenkompensierung vorzunehmen. Im Vergleich zur nachfolgend beschriebenen wahrnehmungsbezogenen Farbumfangsanpassung kann die relativ-farbmtrische Farbumfangsanpassung mit Tiefenkompensierung je nach Bildinhalt günstiger sein, weil sie Vorteile beider Anpassungsverfahren verbindet. Durch die Tiefenkompensierung wird der dunkelste Wert des Quellfarbraums auf den dunkelsten Wert des Zielfarbraums abgebildet, was bei entsprechenden Motiven zu einer Erhöhung des Bildkontrasts führen kann. Auch wenn die Tiefenkompensierung nur dann einen Sinn ergibt, wenn ein größerer in einen kleineren Zielfarbraum umgerechnet wird, führt sie doch nur bei relativ großen Zielfarbräumen zu guten Ergebnissen. In Bildern, die keine stark außerhalb des Zielfarbraumes liegenden Buntheiten aufweisen, gehen keine Bildinformationen verloren. Es werden praktisch nur Farben abgeschnitten, die im Bild nicht vorkommen. Umgekehrt eignet sich die relativ-farbmtrische Farbumfangsanpassung mit Tiefenkompensierung jedoch nicht für Bildmotive, die im Zielfarbraum nicht darstellbare gesättigte Farben enthalten, weil durch das Abschneiden dieser Farben deutliche Zeichnungsverluste entstehen. Die Tiefenkompensierung ist eine nicht standardisierte Anpassungsmethode; die Ergebnisse der Anpassung sind daher von der Implementierung durch den jeweiligen Softwarehersteller abhängig.

Wahrnehmungsbezogene Farbumfangsanpassung

Ist der Quellfarbraum deutlich größer als der Zielfarbraum, wird in der Regel wahrnehmungsbezogen umgerechnet

Die wahrnehmungsbezogene Farbumfangsanpassung (oft auch als perzeptive oder fotografische Anpassung bezeichnet) wird angewandt, wenn der Quellfarbraum deutlich umfangreicher ist als der Zielfarbraum. Dabei werden die Farben des Quellfarbraums durch eine nichtlineare Transformation in die des Zielfarbraumes übersetzt:

- Durch eine harmonische Komprimierung im Innern des Zielfarbraums wird Platz für weitere Farben geschaffen.
- Bereiche des Quellfarbraums mit natürlichen, aber im Zielfarbraum nicht darstellbaren Farben werden in den Zielfarbraum transformiert.
- Alle übrigen im Zielfarbraum nicht darstellbaren Farben des Quellfarbraums werden abgeschnitten.

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

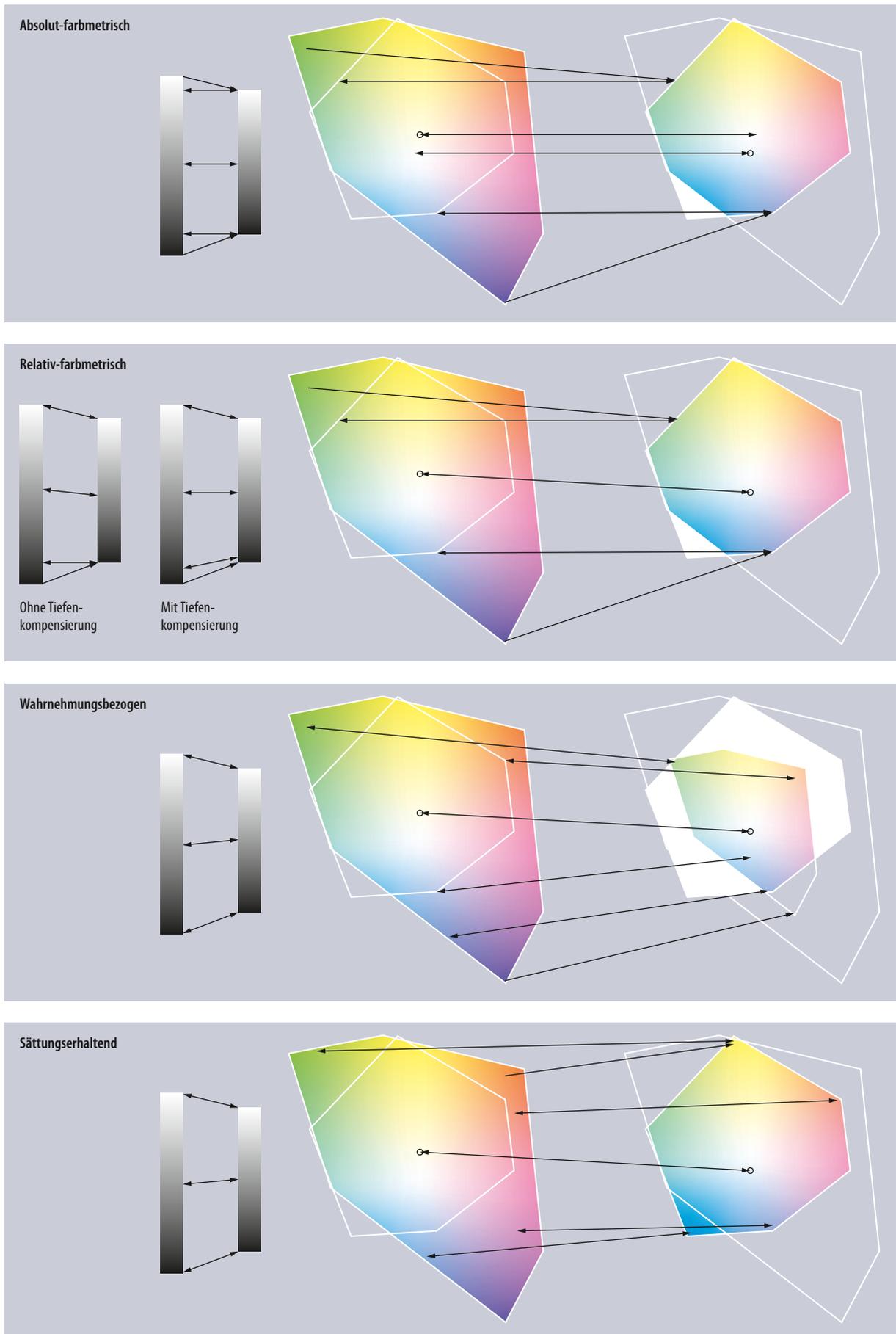


Abbildung B-15: Übersicht über die Methoden zur Farbumfangsanpassung ...



...und ihre Auswirkungen (links: Originalbild, rechts: nach Konvertierung – nur zur Veranschaulichung)

2.1.2 Arten von ICC-Profilen

Zur Datenaufbereitung für den Druck werden Geräteprofile, Geräteverbindungs-Profile und Arbeitsfarbraum-Profile verwendet

Die ICC-Spezifikationen unterscheiden insgesamt sieben Klassen von ICC-Profilen. Für die in diesem Handbuch beschriebenen Zusammenhänge sind davon folgende fünf Profilklassen relevant:

Geräteprofile (Device Profiles):

- Eingabepprofile (Input Device Profiles)
für Digitalkameras und Scanner,
- Monitorprofile (Display Device Profiles)
für CRT- und LCD-Monitore sowie Projektoren,
- Ausgabepprofile (Output Device Profiles)
für Drucker und industrielle Druckprozesse.

Weitere Profile:

- Geräteverbindungs-Profile (DeviceLink Profiles),
Kombination zweier Geräteprofile,
- Arbeitsfarbraum-Profile (ColorSpace Conversion Profiles)
zur Nutzung von Arbeitsfarbräumen bei der Bildbearbeitung.

Geräteprofile

Geräteprofile übersetzen geräteabhängige in geräteunabhängige Farbkoordinaten

Geräteprofile übersetzen die RGB- bzw. CMYK-Farbkoordinaten eines bestimmten Ein-/Ausgabeprozesses in CIELAB- oder CIEXYZ-Koordinaten und umgekehrt. Das Ergebnis ist dabei abhängig von der gewählten Strategie zur Farbumfangsanpassung (siehe Abschnitt B2.1.1). Je nach Art des Geräteprofils sind eine oder mehrere Anpassungsstrategien im ICC-Profil hinterlegt. Eingabe- und Monitorprofile müssen jeweils nur in eine Richtung transformieren: vom (RGB-)Eingabefarbraum in den PCS bzw. vom PCS in den (RGB-)Monitorfarbraum. Ausgabepprofile beinhalten (bis auf Grauprofile) immer beide Transformationen. Um zwischen zwei geräteabhängigen Farbräumen umzurechnen, werden die Geräteprofile beider Ein-/Ausgabeprozesse benötigt. In einem standardisierten Arbeitsablauf müssen daher alle Ein-/Ausgabeprozesse durch ein Geräteprofil charakterisiert sein.

Geräteverbindungs-Profile (DeviceLink-Profile)

Geräteverbindungs-Profile ermöglichen die direkte Umrechnung zwischen den Koordinaten zweier geräteabhängiger Farbräume

Geräteverbindungs-Profile entstehen durch die dauerhafte Zusammenfassung zweier Geräteprofile zu einem einzigen ICC-Profil. Geräteverbindungs-Profile gehen bei der Umrechnung von Farbkoordinaten nicht den Weg über den Profilverbindungsraum, sondern rechnen zwischen den Gerätekoordinaten direkt um. Eigentlich widerspricht dies der Zielsetzung, die ansonsten der ICC-Farbmanagementarchitektur zugrunde liegt, nämlich eine Umrechnung zwischen beliebigen Quell- und Zielfarbräumen zu ermöglichen, ohne dass für jede sinnvolle Kombination eine eigene Umrechnungsvorschrift geschaffen werden muss. Es ist dieses Konzept, das einen unkomplizierten Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Anwendern ermöglicht. Trotz ihrer geringeren Flexibilität besitzen Geräteverbindungs-Profile aber für bestimmte Aufgabenstellungen klare Vorteile. Die direkte Verbindung von Quell- und Zielfarbraum gestattet es, Eigenschaften des Quellprofils (z. B. den Schwarzaufbau), die beim Umweg über den PCS verloren gehen würden, im Zielprofil beizubehalten oder auch bewusst anzupassen. Darüber hinaus erhöht sich die Genauigkeit der Umrechnung zwischen Quell- und Zielfarbraum dadurch, dass anstatt von zwei Umrechnungsschritten nur einer benötigt wird.

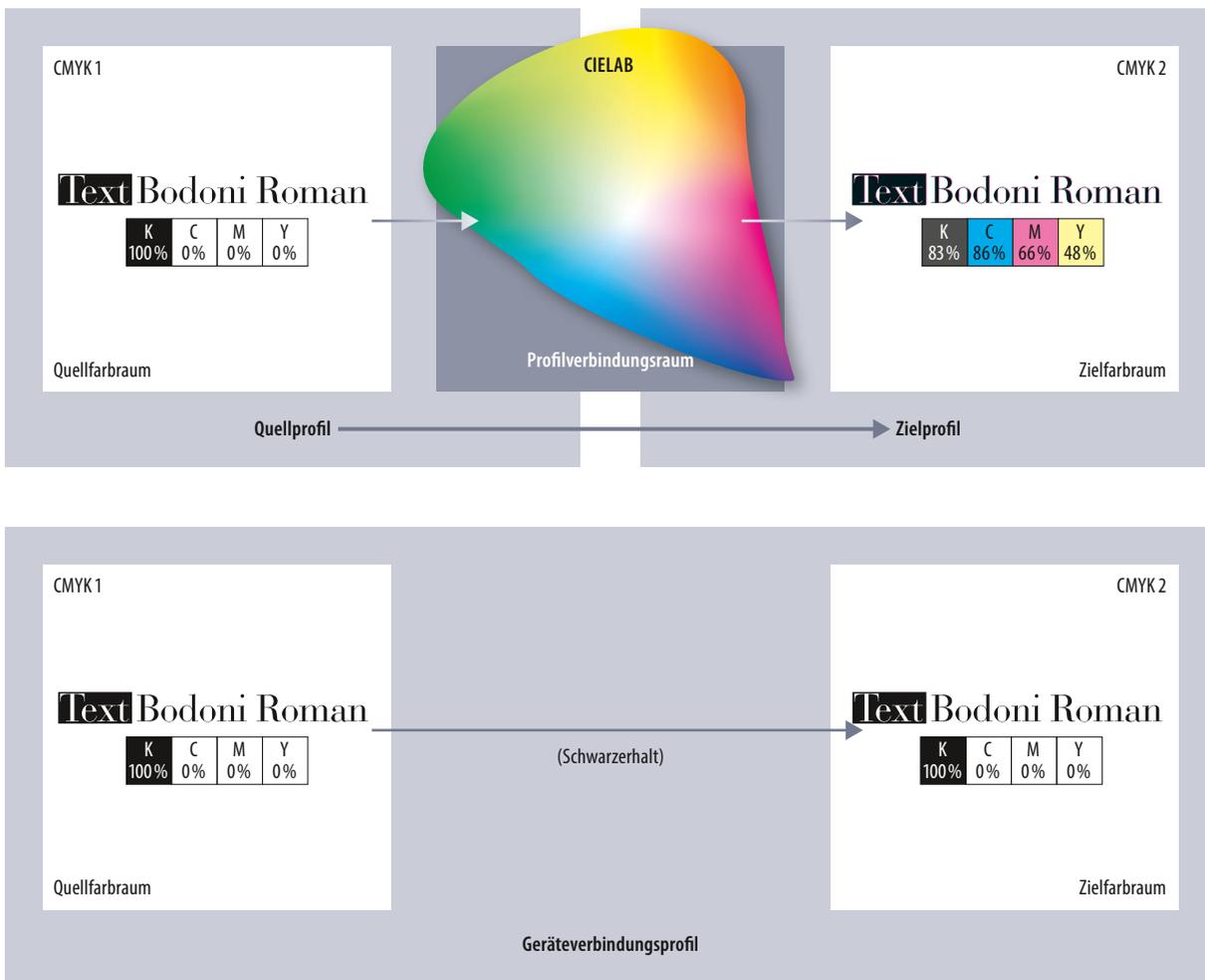


Abbildung B-16: Schematische Darstellung der Umrechnung zwischen CMYK-Ausgabefarbräumen mit zwei Geräteprofilen (oben) bzw. einem Geräteverbindungs-Profil (unten). Im ersten Fall gehen bei der Umrechnung über den Profilverbindungsraum die Separationseinstellungen verloren. Ein ursprünglich nur in Schwarz angelegter Text setzt sich anschließend aus allen vier Primärfarben zusammen. Schon geringe Passerabweichungen verursachen dann störende Farbsäume oder lassen feine negative Linien zulaufen. Wird beim Erzeugen eines Geräteverbindungs-Profiles die Option „Schwarzerhalt“ gewählt, liegt der schwarze Text nach der Reseparation wiederum als Vollton-Schwarz vor.

Von den gängigen Bildbearbeitungs-, Grafik-, und Layoutprogrammen werden Geräteverbindungs-Profile in der Regel nicht unterstützt. Um sie zu nutzen, sind daher spezielle Applikationen erforderlich. Geräteverbindungs-Profile werden typischerweise nur betriebsintern für häufig wiederkehrende Aufgaben eingesetzt. Dazu gehört zum Beispiel die Reseparation von Daten, die mit generischen ICC-Druckprofilen (siehe Abschnitt B2.1.4) angeliefert werden. Auch die direkte Verknüpfung zwischen Offsetdruck- und Prüfdrucker-Farbräumen (z. B. für spezielle Substrat-Tinte-Kombinationen) ist ein wichtiges Anwendungsfeld von Geräteverbindungs-Profilen, weil sich auf diese Weise oftmals eine bessere visuelle Übereinstimmung zwischen Prüfdruck und Auflagedruck erzielen lässt als bei der Umrechnung mit Geräteprofilen.

Wie bei allen Datenkonvertierungen besteht auch bei der Anwendung von Geräteverbindungs-Profilen die Gefahr, dass dadurch Fehler entstehen, die möglicherweise nicht rechtzeitig bemerkt werden. Hat ein Kunde bereits standardkonform separierte druckfertige Daten geliefert, können sich aus einer nochmaligen Farbkonvertierung per Geräteverbindungs-Profil Haftungsrisiken ergeben. Werden andererseits PDF/X-3- oder PDF/X-4-Daten (siehe Abschnitt B2.2) mit Quellprofilen geliefert, die nicht der Ausgabeabsicht entsprechen, kann es je nach Ausgabeworkflow bzw. RIP passieren, dass vom Anwender unbemerkt eine automatische Konvertierung von CMYK-Daten in das Zielprofil stattfindet und dadurch die Separation ungewollt verändert wird. Durch eine qualifizierte Eingangskontrolle der Daten („Preflight“) lassen sich solche Überraschungen vermeiden.

Die Anwendung von Geräteverbindungs-Profilen ist auf betriebsinterne Zwecke beschränkt

Das Konvertieren von CMYK-Daten ist mit Risiken verbunden, die durch eine sorgfältige Eingangskontrolle minimiert werden können.

BEISPIEL

Verwendung von Geräteverbindungsprofilen

Geräteverbindungsprofile werden unter anderem dazu verwendet, zwischen unterschiedlichen CMYK-Farbräumen für den Offsetdruck umzurechnen und dabei gezielt die Separation anzupassen. Die Reseparation von Daten geschieht dabei zum Beispiel aus folgenden Gründen:

- Daten wurden für andere Druckbedingung aufbereitet als vorgesehen.
- Der Schwarzaufbau (siehe Abschnitt 2.1.4) von Bilddaten, die aus unterschiedlichen Quellen stammen, soll vereinheitlicht werden.
- Der Schwarzaufbau soll verstärkt werden, um Trocknungsprobleme durch hohe Tonwertsummen zu vermeiden.
- Durch eine Reduzierung von Buntfarbenanteilen sollen Farbbalanceschwankungen im Druck reduziert werden.
- Buntfarben sollen durch Schwarz ersetzt werden, um Druckfarbe einzusparen.

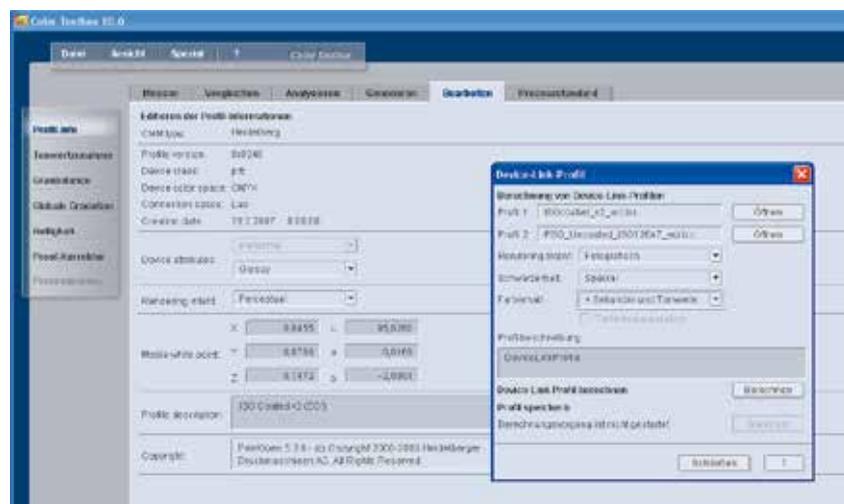


Abbildung B-17: Einstelldialog einer Farbmanagement-Software zur Errechnung eines Geräteverbindungsprofils aus zwei Geräteprofilen.

Arbeitsfarbraum-Profile

Arbeitsfarbraum-Profile erleichtern die Bildbearbeitung

Arbeitsfarbraum-Profile sind den Geräteprofilen sehr ähnlich. Im Allgemeinen werden heute sogar Monitorprofile als Arbeitsfarbraum-Profil verwendet. Sie sind zum einen kompakter, zum anderen werden sie von allen Applikationen als Beschreibung des Arbeitsfarbraums akzeptiert. Anstelle des geräteabhängigen Farbraumes beschreibt ein Arbeitsfarbraum-Profil die Transformation von Koordinaten eines „virtuellen“ RGB-Farbraumes in den PCS und umgekehrt. Ein geeigneter Arbeitsfarbraum wird sinnvollerweise anstelle der Digitalkamera-, Scanner- oder Monitorfarbräume zur medienneutralen Bildbearbeitung verwendet, da er diesen gegenüber einige Vorteile aufweist:

- Es existiert ein allgemein verfügbares ICC-Profil. Das erleichtert den Datenaustausch.
- Ein geeigneter Arbeitsfarbraum umfasst möglichst weitgehend sämtliche in Betracht gezogenen Ausgabefarbräume, was die meisten Eingabe- und Monitorfarbräume nicht tun.
- Gleiche RGB-Werte ergeben ein unbuntes Grau, was die Bildbearbeitung insbesondere in Farbtönen erleichtert, die auf oder nahe der Grauachse liegen.
- Der Farbraum weist eine gute empfindungsgemäße Gleichabständigkeit auf, d. h. gleiche Unterschiede zwischen den RGB-Werten werden auch visuell als annähernd gleich empfunden. Digitalkamera- und Scannerfarbräume besitzen normalerweise keine empfindungsgemäße Gleichabständigkeit.



3

Druckformherstellung

3.3.3 Periodische und auftragsbegleitende Prozesskontrolle

Werden Probleme der Druckformherstellung frühzeitig erkannt, lassen sich unnötige Kosten vermeiden

Die nachfolgend beschriebenen Prüfungen dienen dazu, Probleme bei der Druckplattenbebilderung und -entwicklung so rechtzeitig zu erkennen, dass sie nicht erst beim Druck auffallen und dadurch hohe Kosten verursachen. Aus Gründen, die in den vorstehenden Abschnitten erläutert wurden, ist das allerdings nicht bei jedem Druckplattentyp ohne weiteres möglich. Außer bei Silberhalogenid-Druckplatten auf Aluminiumbasis betrifft diese Einschränkung vor allem jene Druckplatten, deren feuchtmittelführende Schicht erst in der Druckmaschine freigelegt wird.

Periodische Prozesskontrolle

Nach Systemveränderungen und zu Produktionsbeginn sind Bebilderung und Entwicklung zu prüfen

Nach Änderungen am CtP-System (z. B. Wechsel des Entwicklers) sowie täglich vor Produktionsbeginn sind die nachfolgend beschriebenen Kontrollen durchzuführen:

Kontrolle der Entwicklung mit der Fogra-Prozessor-Testform

- Prüfung der Gleichmäßigkeit der Entwicklung durch visuelle Kontrolle der Rasterfelder auf Streifen, Flecken oder sonstige Störungen,
- Prüfung der nicht druckenden Partien auf Schichtfreiheit durch den Aceton- bzw. Kopierstift-Test (nur bei konventionellen und Thermaldruckplatten möglich).

Kontrolle der Bebilderung mit der Fogra-CtP-Testform

- Vergleich der auflösungs- und rasterabhängigen Gleichmäßigkeitsfelder sowie der linearen und 2D-Verlaufsfelder mit der Referenz-Druckplatte (siehe Abschnitt B3.3.2),
- messtechnische Überprüfung der Tonwerte in den Rasterfeldern auf Gleichmäßigkeit über das Druckplattenformat (siehe Beispiel). Jeder der mindestens vier über das Format verteilten Messpunkte ist wenigstens drei Mal zu messen. Die Unterschiede der an jeder Position gemittelten Messwerte dürfen nicht über 2 % betragen. Der Mittelwert aus allen Messpunkten muss bis auf $\pm 2\%$ mit dem Zielwert der Referenz-Druckplatte (siehe Abschnitt B3.3.2) übereinstimmen.

BEISPIEL

Prüfung der Gleichmäßigkeit der Tonwerte über das Druckplattenformat

Zu Beginn des Arbeitstages wird zur Prüfung der Druckplattenbebilderung die Fogra-CtP-Testform auf Druckplatte ausgegeben. In den 40%-Rasterfeldern der Stufenrasterkeile werden die in Tabelle B-18 aufgeführten Tonwerte ermittelt. Der durch die Referenz-Druckplatte vorgegebene Zielwert beträgt 38,0 %.

	Tonwert [%]			
	Messpunkt 1	Messpunkt 2	Messpunkt 3	Messpunkt 4
1. Messung	38,2	38,1	37,6	37,9
2. Messung	38,3	38,0	37,7	38,0
3. Messung	38,1	37,8	37,8	37,8
Mittelwert	38,2	38,0	37,7	37,9

Tabelle B-18: Tonwerte im 40%-Raster, gemessen in vier Stufenrasterkeilen auf der Fogra-CtP-Testform

Zur Kontrolle der Gleichmäßigkeit werden die Mittelwerte der vier Messpunkte miteinander verglichen. Die Unterschiede zwischen den Mittelwerten liegen mit maximal 0,5 % (38,2 % – 37,7 %) nicht oberhalb der zulässigen Grenze von 2 %. Die Tonwertwiedergabe über das Druckplattenformat erfolgt also gleichmäßig. Nun steht noch der Vergleich der Messwerte mit dem Tonwert der Referenz-Druckplatte an, der anhand des Mittelwertes \bar{x} aus den vier Messpunkten durchgeführt wird:

$$\bar{x} = \frac{38,2\% + 38,0\% + 37,7\% + 37,9\%}{4} = 38,0\%$$

und liegt damit genau auf dem Zielwert von 38 %. Zulässig wäre eine Abweichung von $\pm 2\%$, gewesen, sodass der Mittelwert zwischen 36 % und 40 % hätte liegen dürfen. Im Hinblick auf die Tonwertübertragung im 40%-Raster wurde also ein sehr gutes Ausgabeergebnis erzielt.

- Visuelle Kontrolle des Informationsfeldes im Ugra/Fogra-Digital-Plattenkeil. Die angezeigten Werte müssen mit den beabsichtigten Einstellungen des Bebilderungssystems übereinstimmen.
- Visueller Vergleich der VRS-Stufe im Ugra/Fogra-Digital-Plattenkeil mit der Anzeige auf der Referenz-Druckplatte. Eine abweichende VRS-Stufe weist auf Veränderungen im Prozess hin, die sich auf die Druckkennlinie auswirken können.
- Begutachtung der Einzel-, Mehrfachlinien- und Schachbrettfelder. Deren Wiedergabeoptimum richtet sich nach dem jeweiligen Druckplattentyp und dem verwendeten Raster. Vergleichsmaßstab ist daher die Referenz-Druckplatte.



Abbildung B-137: Vergleich des Bebilderungsergebnisses mit der Referenz-Druckplatte

Grundsätzlich ist immer als erstes die Entwicklung zu überprüfen. Die benötigten Testformen sind in Abschnitt A2.4.3 beschrieben. Hinweise zur Durchführung der Prüfungen und zur Interpretation der Ergebnisse finden sich in Abschnitt B3.3.1. Entsprechen die Test-Druckplatten nicht der Referenz-Druckplatte bzw. den geforderten Kriterien, so sind zunächst die Störungsursachen zu beseitigen, bevor die Produktion begonnen bzw. fortgesetzt wird.

Es empfiehlt sich, die Entwicklung vor der Bebilderung zu testen

Auftragsbegleitende Prozesskontrolle

Während der laufenden Produktion ist die Qualitätsüberprüfung mithilfe des Ugra/Fogra-Digital-Plattenkeils durchzuführen. Der Keil ist zu diesem Zweck auf jeder Druckplatte im nicht druckenden Bereich mit auszugeben. Als Vergleichsmaßstab für die Kontrollen dient die nach dem Einrichten des CtP-Systems erzeugte Referenz-Druckplatte (siehe Abschnitt B3.3.2). Die folgenden Kontrollfelder sind mindestens bei jedem neuen Auftrag in der angegebenen Reihenfolge abzu prüfen:

Der Ugra/Fogra-Digital-Plattenkeil ist auf jeder Druckplatte mit auszugeben

- Visuelle Referenzstufen: Die angezeigte VRS-Stufe muss der Vorgabe (Referenz-Druckplatte) entsprechen. Eine Verschiebung der VRS-Stufe weist auf mögliche Tonwertveränderungen hin.
- Informationsfeld: Hier kann festgestellt werden, ob die beabsichtigten Ausgabeeinstellungen wirklich angewandt wurden.
- Einzellinien-, Mehrfachlinien- und Schachbrettfelder: Die Felder müssen so wiedergegeben sein wie auf der Referenz-Druckplatte. Abweichungen davon können auf eine Veränderung des Brennflecks (Fokussierung, Bebilderungsenergie, Bebilderungsgeschwindigkeit) oder der Entwickleraktivität zurückzuführen sein.
- Auflösungsfeld (Strahlenkranz): Die Anzeige in beiden Halbfeldern (positiv und negativ) soll identisch sein. Es dürfen keine unerwarteten Muster auftreten. Im Zweifel ist die Referenz-Druckplatte zum Vergleich heranzuziehen. Abweichungen lassen in der Regel auf Probleme mit dem Brennfleck schließen.
- Rasterfelder: Die in den Rasterfeldern gemessenen Tonwerte müssen mit denen der Referenz-Druckplatte übereinstimmen. Eine Tendenz zu Tonwertabweichungen wird meist schon vorher an Veränderungen der visuell auszuwertenden Kontrollfelder sichtbar. Treten dort keine Probleme auf, genügt es, die Rasterfelder einer stichprobenartigen Kontrolle zu unterziehen.

Treten Störungen auf, kann ergänzend die Ausgabe einer Testform bei der Ursachenforschung helfen

Abbildung B-138 veranschaulicht den Ablauf der Prüfungen am Beispiel einer positiv arbeitenden Thermo-Druckplatte. Entspricht das Ausgabeergebnis des Ugra/Fogra-Digital-Plattenkeils nicht den Anforderungen, so sind zunächst die Störungsursachen zu beseitigen, bevor die Produktion fortgesetzt werden kann. Falls die Auswertung des Keils allein keinen eindeutigen Rückschluss auf die Fehlerquelle zulässt, müssen zusätzlich Prüfungen mit Testformen durchgeführt werden, wie sie vorstehend für die periodische Prozesskontrolle beschrieben sind. Weitere Hinweise zur Durchführung der Prüfungen und zur Interpretation der Ergebnisse gibt Abschnitt B3.3.1.

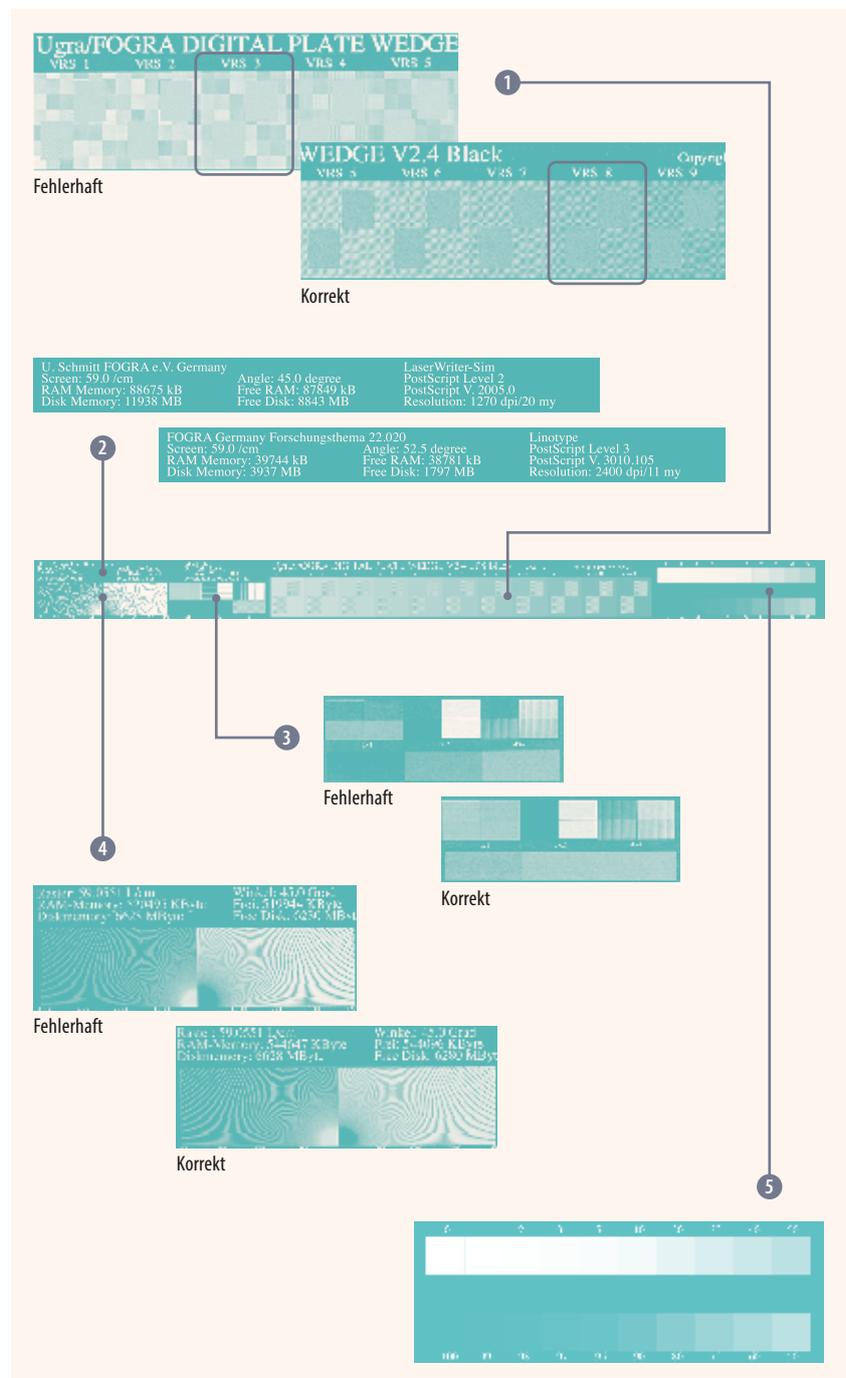


Abbildung B-138: Ablauf der auftragsbegleitenden Prozesskontrolle der CtP-Druckplattenausgabe: (1) Prüfung der VRS-Stufe – hier extreme Abweichung durch falsch gewählte Tonwertkorrekturkurve, (2) Angaben im Informationsfeld kontrollieren, (3) Geometrische Diagnose- und Schachbrettfelder überprüfen, (4) Auflösungsfeld kontrollieren, (5) Tonwerte im Stufenrasterkeil messen (stichprobenartig)



4

Druck

4.4.3 Berücksichtigung trocknungsbedingter Farbortänderungen

Farbortänderungen bei der Druckfarbentrocknung sind auf Wechselwirkungen zwischen Druckfarbe und Bedruckstoff zurückzuführen

Die Trocknung wirkt sich vor allem auf Buntheit und Helligkeit, aber kaum auf den Buntton aus

Die trocknungsbedingten Farbortveränderungen sind innerhalb der ersten beiden Stunden nach dem Druck am größten

Bei der densitometrischen Messung sorgen Polarisationsfilter für konstantere Messwerte

Bei gestrichenen Papieren sind die trocknungsbedingten Farbortänderungen glanzabhängig

Beim Trocknen der Druckfarben kommt es zu visuell erkennbaren Farbortänderungen, die sich auf zwei Ursachen zurückführen lassen. Erstens bildet die Druckfarbe unmittelbar nach dem Druck zunächst eine glatte Oberfläche auf dem Bedruckstoff, die sich erst allmählich der Bedruckstoffoberfläche anpasst und dadurch rauer wird. Zweitens dringt bei ungestrichenen Papieren während des Wegschlagvorganges nicht nur Bindemittel, sondern mit diesem zusammen auch ein erheblicher Teil der Pigmente in die poröse Oberflächenstruktur des Papiers ein.

Beide Phänomene haben zur Folge, dass sich bei den bunten Primärfarben und den Sekundärfarben die Buntheit verringert und dass sich mit Ausnahme von Gelb bei allen Farben die Helligkeit erhöht. Der letztgenannte Effekt ist bei Schwarz am stärksten ausgeprägt. Der Buntton verändert sich hingegen weniger, sodass die Trocknung nicht zu störenden Farbstichen in Bildmotiven führt. (Im Gegensatz dazu lassen sich bei manchen Sonderfarben durchaus auffallende Bunttonverschiebungen beobachten, die auf den sogenannten Bronzeeffekt zurückzuführen sind.)

Die größten Farbveränderungen treten innerhalb der ersten zwei Stunden nach dem Druck auf. Anschließend kommt es bei den gestrichenen Papieren noch etwa acht Stunden lang zu leichten Farbortänderungen, während sich bei den ungestrichenen Papieren dieser Prozess noch über mehr als zwei Tage fortsetzen kann.

Die Anpassung der Druckfarbschicht an die Papieroberfläche bewirkt eine Glanzreduzierung der Druckfarbe. Während die glatt auf dem Bedruckstoff liegende (glänzende) Farbschicht einen erheblichen Anteil des eingestrahlenen Lichts spiegelnd reflektiert, wird das Licht mit zunehmender Trocknung immer stärker gestreut. Die Farbschicht erscheint auf diese Weise allmählich immer matter. Bei der densitometrischen Messung kompensiert man diesen Effekt, indem man gekreuzte Polarisationsfilter in den Strahlengang des Messlichts schaltet und dadurch Messwertdifferenzen zwischen nassen und trockenen Farbschichten zu vermeiden versucht (siehe Abschnitt A2.3.2). Die durch das Wegschlagen des Pigments ins Papier verursachte Farbveränderung führt hingegen auch zu einer Änderung der gemessenen Farbdichten. Die Ergebnisse von Farbmessungen werden durch beide Effekte beeinflusst, da Farbmessungen ohne Polarisationsfilter auszuführen sind (siehe Abschnitt A2.3.1). Die densitometrische Messung bietet dem Drucker somit bei der Fortdrucksteuerung konstantere Messwerte, da sie unabhängiger davon sind, wie viel Zeit jeweils zwischen Druck eines Exemplars und seiner Messung vergangen ist.

Bei den gestrichenen Papieren sind die Glanzunterschiede zwischen nasser und trockener Farbschicht umso größer, je stärker die zwischenzeitlichen Anpassungen an die Bedruckstoffoberfläche ausfallen. Somit wird das Ausmaß der Farbveränderungen stark durch den Glanz des jeweiligen Bedruckstoffs bestimmt. Je höher der Glanzwert, desto glatter ist die Papieroberfläche und desto geringer fallen die Farbveränderungen aus. Auf matt gestrichenen Papieren, deren Glanz stark unterhalb des für den Papier-typ 2 angegebenen Richtwertes liegt, zeigen sich besonders starke Veränderungen (siehe Beispiel auf Seite B-222). Auch bei den ungestrichenen Papieren fallen die trocknungsbedingten Farbortänderungen sehr deutlich aus.

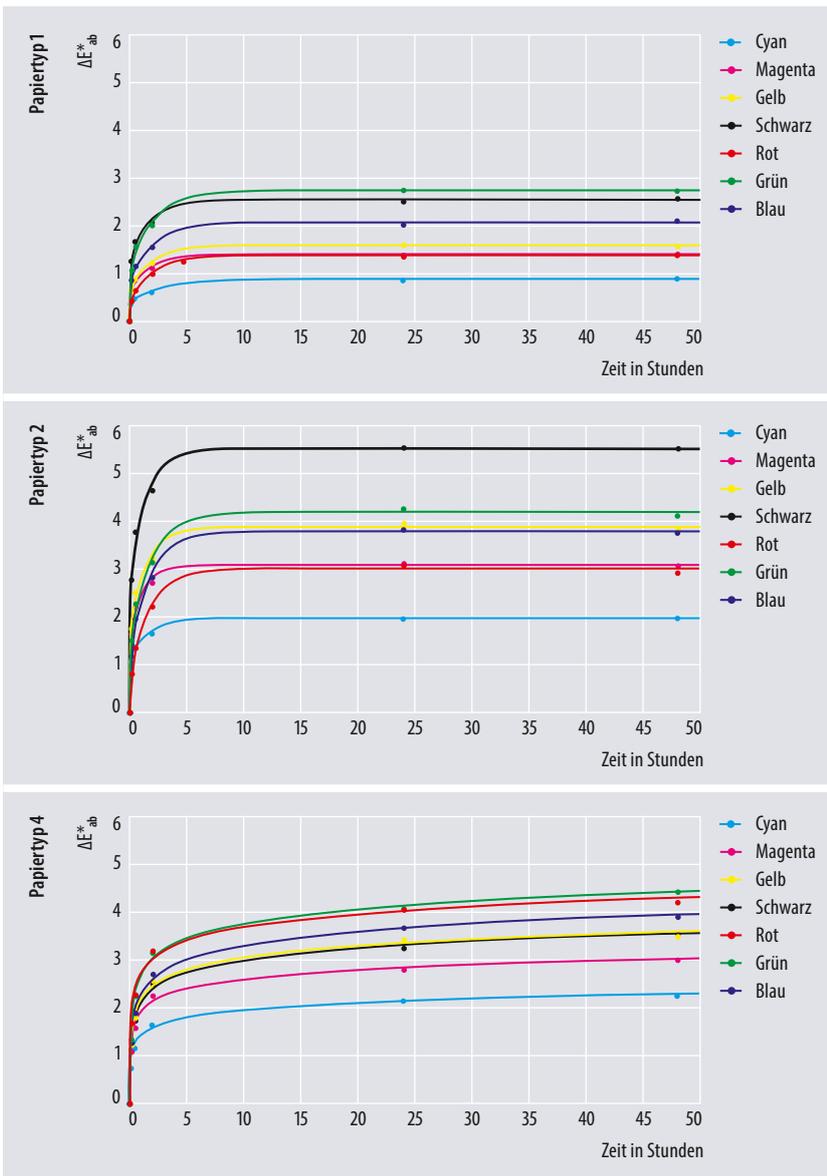


Abbildung B-192: Typische Trocknungsverläufe der Primär- und Sekundärfarben bei Drucken auf glänzend und matt gestrichenem Bilderdruckpapier sowie auf Naturpapier, die im Bogenoffsetdruck mit ölbasierten Druckfarben erzeugt wurden. Bei matt gestrichenen Papieren lassen sich nach der Trocknung die größten Farbabstände zu den Färbungen der druckfrischen Exemplare feststellen. Auf ungestrichenen Papieren dauert es am längsten, bis keine trocknungsbedingten Farbortänderungen mehr auftreten. (Datenquelle: Literaturstelle [69] aus Abschnitt D4.3)

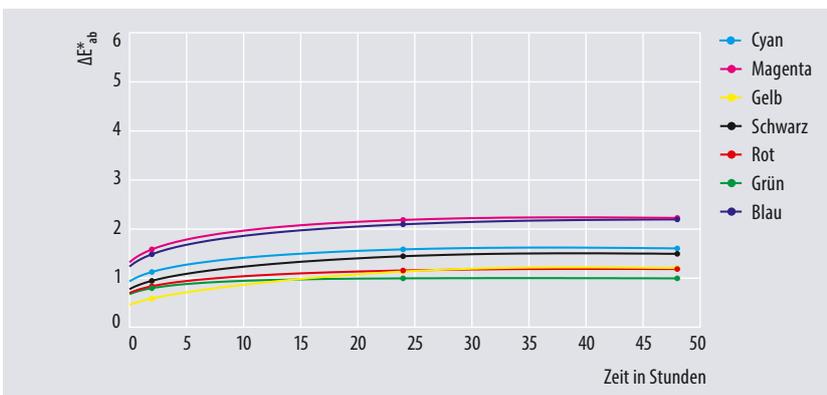


Abbildung B-193: Typischer Trocknungsverlauf der Primär- und Sekundärfarben beim Coldset-Offsetdruck auf Zeitungspapier. Im Vergleich zum Bogenoffsetdruck auf Naturpapier treten hier geringere Farbortänderungen auf. Allerdings ist auch der erzielbare Farbumfang kleiner. (Datenquelle: Literaturstelle [71] aus Abschnitt D4.3)

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.

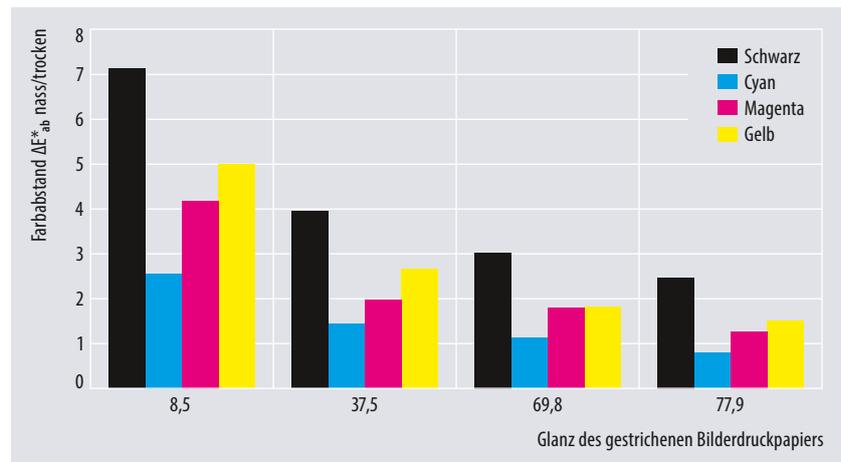


Abbildung B-194: Abhängigkeit der trocknungsbedingten Farbortänderungen vom Glanz des Bedruckstoffs am Beispiel von vier Bilderdruckpapieren (Messbedingung entsprechend ISO 8254-1: TAPPI-Methode. Datenquelle: Literaturstelle [69], siehe Abschnitt D4.3).

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

Problematik bisher nicht vor. Darüber hinaus ist zu beachten, dass bei allen Offsetdruckverfahren auch nach abgeschlossener Trocknung Farbveränderungen auftreten können, die mit den hier beschriebenen Phänomenen nichts zu tun haben, sondern beispielsweise auf mangelnde Echtheiten der Druckfarbe (insbesondere Lichteuchtigkeit) oder ein Vergilben des Papiers bzw. die unsachgemäße Lagerung, Verarbeitung und Verwendung des Druckprodukts zurückzuführen sind.

BEISPIEL

Trocknungsbedingte Farbortänderungen im Kurzzeitbereich

Noch bevor ein Druckprodukt die Druckmaschine verlässt, kommt es bereits zu trocknungsbedingten Farbortänderungen. An der Druckstelle bilden sich bei der Farbspaltung Abrissfäden, die erst allmählich in der frischen Farbschicht verschwinden (siehe Abbildung B-195). Durch die Rückbildung der Abrissfäden wird die zunächst raue Farboberfläche glatter, wodurch ihr Glanz ansteigt. Unter 0°:45° gemessen, bedeutet das eine sinkende Helligkeit und eine Erhöhung der Buntheit. Beim Messen ohne Polarisationsfilter ergibt sich auch ein Dichteanstieg. Nach wenigen Sekunden ist dieser Vorgang abgeschlossen. Die Farbschicht passt sich jetzt an die Bedruckstoffoberfläche an und wird dadurch wieder rauer. Die Helligkeit erhöht sich, die Buntheit sinkt und die Farbdichte (unpolarisiert) reduziert sich.

Das Wissen um diese Zusammenhänge kann hilfreich sein, wenn es um die Interpretation von Messergebnissen geht, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten gewonnen wurden. Zur Kontrolle und Steuerung des Auflagedrucks wird in der Regel etwa 15 bis 60 Sekunden nach dem Druckvorgang gemessen. Bis dahin ist die Rückbildung der Abrissfäden weitestgehend abgeschlossen. Ist das Messgerät allerdings in der Druckmaschine integriert (Inline-Messung), beträgt der Zeitraum je nach Druckgeschwindigkeit und Position des Messgerätes nur den Bruchteil einer Sekunde bis zu etwa drei Sekunden. Der relative Trocknungszustand der einzelnen Primärfarben kann dort zum Zeitpunkt der Messung sehr unterschiedlich sein, da zwischen dem Druck der jeweiligen Farbe und der Messung, die im Allgemeinen erst nach dem Druck der letzten Farbe erfolgt, unterschiedlich viel Zeit vergeht.



Abbildung B-195: Abrissfäden im Druckspalt

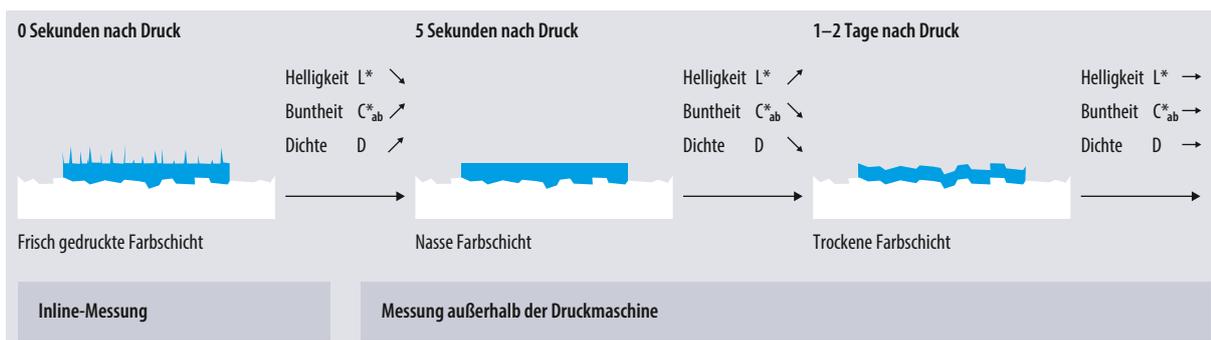
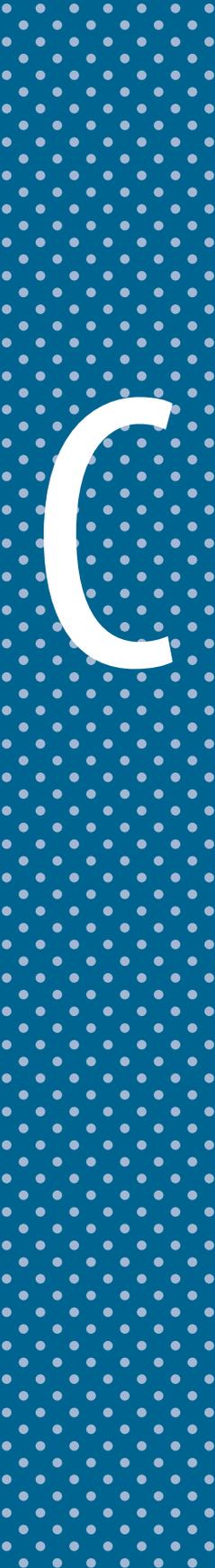
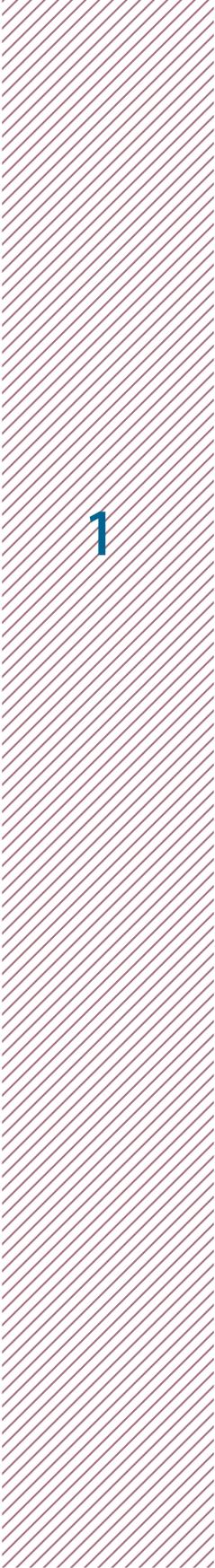


Abbildung B-196: Trocknungsverlauf vom Verlassen des Druckspalts bis zur endgültigen Durchtrocknung der Farbschicht



C

Qualitätssicherung



1

Qualitätsbewertung

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

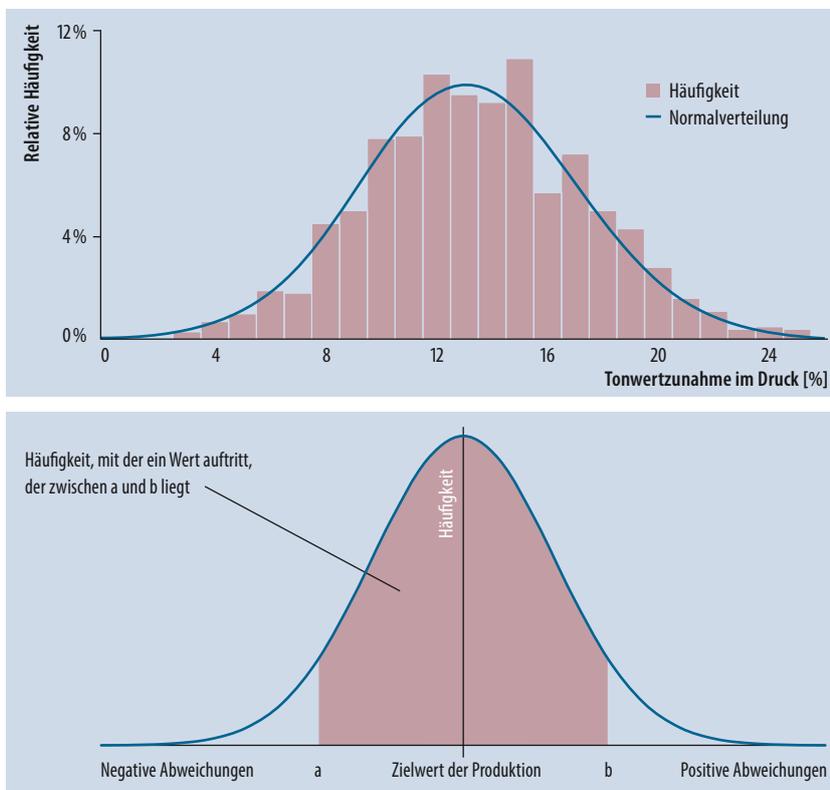


Abbildung C-15: Häufigkeitsverteilung der Messwerte einer Auflage mit näherungsweise normalverteilten Tonwerten und Gaußsche Glockenkurve (oben). Für die Qualitätssicherung ist es weniger interessant, wie häufig ein bestimmter Messwert auftritt. Vielmehr geht es um die Frage, wie viele Messwerte innerhalb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

Der errechnete Mittelwert der Tonwerte sollte nahe beim Sollwert liegen

Die Annahme, dass beim Druck die in einem Kontrollfeld gemessenen Tonwerte über die Auflage normalverteilt sind, scheint durchaus plausibel: Da der Drucker beim Fortdruck anstrebt, die Qualität des Abstimmexemplars möglichst exakt zu erreichen, kann man davon ausgehen, dass der auf dem Abstimmexemplar ermittelte Sollwert und die direkt benachbarten höheren und niedrigeren Werte in der Druckauflage mit einer weitaus höheren Häufigkeit auftreten als Messwerte, die sehr weit vom Sollwert entfernt liegen. Abweichungen in beide Richtungen vom Sollwert sind dabei gleich wahrscheinlich, was durch die Symmetrie der Gaußkurve zum Ausdruck kommt. Aus der Symmetrie ergibt sich, dass der zu erwartende Mittelwert aller Messwerte, der sogenannte Erwartungswert, genau dem Sollwert entspricht. Der Erwartungswert μ einer Reihe von Messwerten x_i ($i = 1, \dots, n$) ergibt sich aus der Summe Σ der Messwerte, geteilt durch deren Anzahl n :

$$\mu = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

BEISPIEL

Berechnung des Mittelwertes

Auf zehn Druckbogen werden in einem Rasterfeld die in Tabelle C-1 aufgeführten Tonwertzunahmen gemessen. Es soll der Mittelwert der Tonwertzunahmen errechnet werden.

Bogen-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tonwertzunahme A	13 %	12 %	14 %	16 %	16 %	13 %	13 %	10 %	11 %	12 %

Tabelle C-1: Tonwertzunahmen, gemessen auf 10 Druckbogen

Zu diesem Zweck wird zunächst die Summe der zehn Messwerte gebildet und anschließend durch ihre Anzahl geteilt:

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_{10}}{10} = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_i}{10} \\ &= \frac{10\% + 11\% + 2 \times 12\% + 3 \times 13\% + 14\% + 2 \times 16\%}{10} = \frac{130\%}{10} = 13,0\% \end{aligned}$$

Demnach ergibt die Auswertung des Rasterfeldes im Mittel einen Tonwert von 13 %.

Ein stark vom Sollwert abweichender Mittelwert deutet auf systematische Prozessfehler hin

Ein vom Sollwert abweichender Mittelwert ist gleichbedeutend mit einer Lageänderung der Messwertverteilung. Deutliche Mittelwertabweichungen vom angestrebten Soll lassen auf eine systematische Störung im Druckprozess schließen. Eine solche Störung könnte beispielsweise eintreten, wenn für einen Auftrag Materialien aus unterschiedlichen Chargen verwendet werden oder sich im Laufe der Produktion Zustand oder Einstellungen der Druckmaschine ändern, etwa durch eine längere Produktionsunterbrechung oder einen Drucktuchwechsel.

Die Standardabweichung ist ein Maß für das Auftreten zufälliger Prozessfehler

Prozessschwankungen zufälliger Natur werden durch die Streuung der Messwerte um den Mittelwert charakterisiert. Als Maß für die Streuung dient die Standardabweichung (σ), die Wurzel aus der mittleren quadratischen Abweichung der einzelnen Messwerte x_i ($i = 1, \dots, n$) vom Erwartungswert μ :

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \mu)^2 + (x_2 - \mu)^2 + \dots + (x_n - \mu)^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}}$$

BEISPIEL

Berechnung der Standardabweichung

Als Maß für die Streuung der Messwerte soll für die Druckbogen aus dem vorhergehenden Beispiel die Standardabweichung errechnet werden. Aus den Messwerten und dem bereits errechneten Mittelwert ergibt sich:

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\frac{(x_1 - \mu)^2 + (x_2 - \mu)^2 + \dots + (x_{10} - \mu)^2}{10}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \mu)^2}{10}} \\ &= \sqrt{\frac{(10\% - 13\%)^2 + (11\% - 13\%)^2 + 2 \times (12\% - 13\%)^2 + 3 \times (13\% - 13\%)^2 + (14\% - 13\%)^2 + 2 \times (16\% - 13\%)^2}{10}} \\ &= \sqrt{\frac{(-3\%)^2 + (-2\%)^2 + 2 \times (-1\%)^2 + 3 \times (0\%)^2 + (1\%)^2 + 2 \times (3\%)^2}{10}} = \sqrt{\frac{9\% + 4\% + 2\% + 0\% + 1\% + 18\%}{10}} \\ &= \sqrt{\frac{34\%}{10}} = \sqrt{3,4\%} = 1,84\% \end{aligned}$$

Die Standardabweichung der Tonwerte beträgt demnach 1,84 %.

Man muss sich nicht unbedingt der Mühe unterziehen, die Messwerte in die angegebenen Formeln einzusetzen, um Mittelwert und Standardabweichung berechnen zu können. Schon ein Taschenrechner, der über die entsprechenden Statistikfunktionen verfügt, erleichtert die Berechnung erheblich. Noch bequemer geht es mit einem Tabellenkalkulationsprogramm, wo man ebenfalls eine Fülle von Statistikfunktionen findet (hier besteht zum Teil Verwechslungsgefahr!). Das bietet sich vor allem bei großen Datenmengen an, zumal viele Messsysteme in der Lage sind, die Messwerte direkt in eine Kalkulationstabelle zu schreiben bzw. in dafür geeigneten Datenformaten zu exportieren.

Mittelwert und Standardabweichung können leicht mit einem Tabellenkalkulationsprogramm errechnet werden

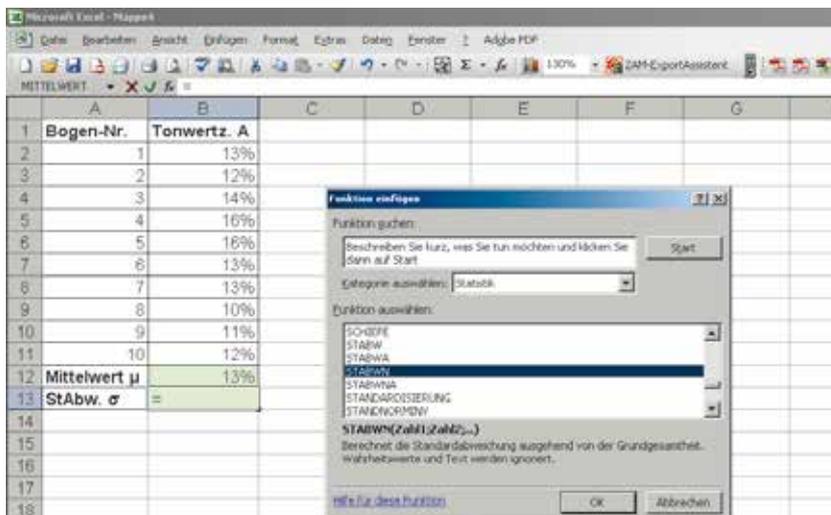


Abbildung C-16: Mittelwert und Standardabweichung lassen sich in einem Tabellenkalkulationsprogramm problemlos errechnen.

Die in Abschnitt D1.5 genannten Schwankungstoleranzen sind im Sinne einer einfachen statistischen Standardabweichung normalverteilter Messwerte definiert. Eine gemessen am vorgegebenen Toleranzfenster zu große Standardabweichung eines Messwertes innerhalb einer Auflage ist ein Hinweis darauf, dass die Auswirkungen der zufälligen Fehler das Maß übersteigen, das bei einer ordnungsgemäßen Produktionsweise unvermeidbar in Kauf genommen werden muss. Beispielhaft sei hierfür ein instabiles Farbe-Feuchtmittel-Gleichgewicht genannt, bei dem durch überhöhtes und zu schnelles Nachführen der Farbgebung starke Schwankungen zwischen Unter- und Überfärbungen entstehen.

Große Standardabweichungen von Messwerten zeigen übermäßige Schwankungen im Druckprozess an

Systematische und zufällige Fehler treten mitunter gemeinsam auf

Systematische und zufällige Fehler können auch gemeinsam auftreten. In solchen Fällen ist sowohl eine starke Abweichung des Auflagenmittelwertes vom Sollwert als auch eine starke Streuung der Messwerte um den Auflagenmittelwert herum festzustellen. Bei einem Produktionsprozess, der gravierenden Störungen unterliegt, kann nicht mehr davon ausgegangen werden, dass die Messwerte normalverteilt sind.

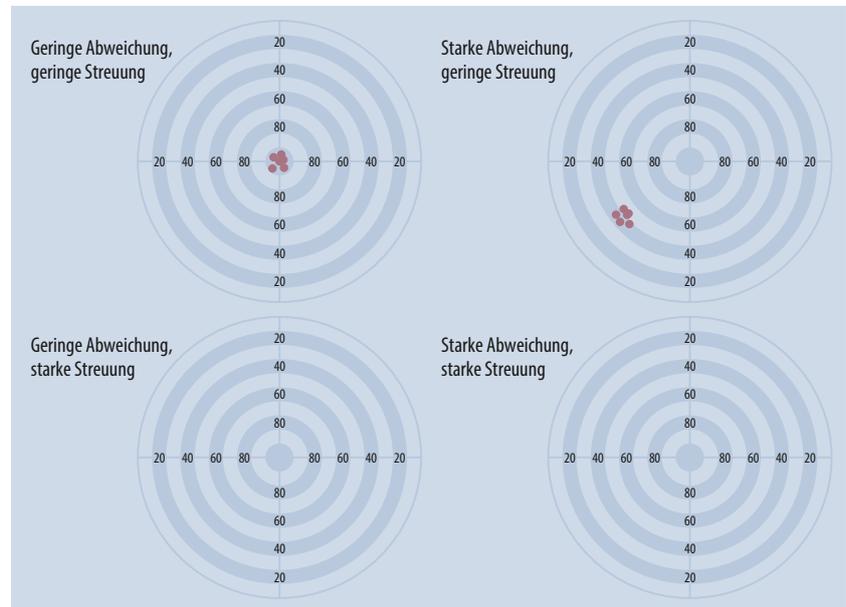


Abbildung C-17: Die Abweichung beschreibt die mittlere Lage der Ist-Werte im Vergleich zum Sollwert. Abweichungen resultieren in der Regel aus systematischen Fehlern (hier vielleicht ein fehlerhaft eingestelltes Visier an der Sportwaffe). Die Streuung oder Schwankung gibt an, wie stark die Ist-Werte von ihrem Mittelwert abweichen. Für die Streuung sind zufällige bzw. nicht unmittelbar beeinflussbare Ursachen verantwortlich (hier z. B. ein unkonzentrierter Schütze).

Aus Mittelwert und Standardabweichung lässt sich die Messwertverteilung ableiten

Mittelwert und Standardabweichung einer normalverteilten Reihe von Werten bestimmen Lage und Form der Gaußkurve. Während das Maximum der Normalverteilungskurve stets beim Mittelwert liegt, wird ihre Höhe und Breite durch die Standardabweichung festgelegt (siehe Abbildung C-18). Eine wesentliche Eigenschaft der Normalverteilung liegt darin, dass immer 68,3% aller Werte innerhalb der einfachen, 95,4% innerhalb der doppelten und 99,7% innerhalb der dreifachen Standardabweichung vom Mittelwert liegen. Das gilt unabhängig davon, welchen Wert Mittelwert und Standardabweichung jeweils annehmen. Die Interpretation der Schwankungstoleranz als einfache statistische Standardabweichung vom Sollwert des Abstimmemplars bedeutet daher vereinfacht ausgedrückt nichts anderes, als dass die Schwankungstoleranz von 68,3% der Auflage eingehalten werden muss, von 27,1% bis zum Doppelten und von weiteren 4,3% bis zum Dreifachen überschritten werden darf. Bis zu 0,3% der Exemplare dürfen sogar diesen Wert noch überschreiten.

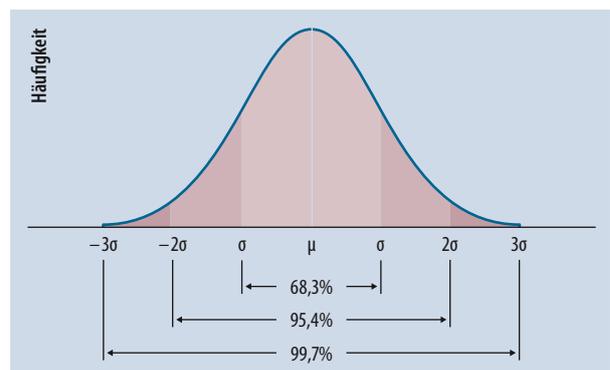
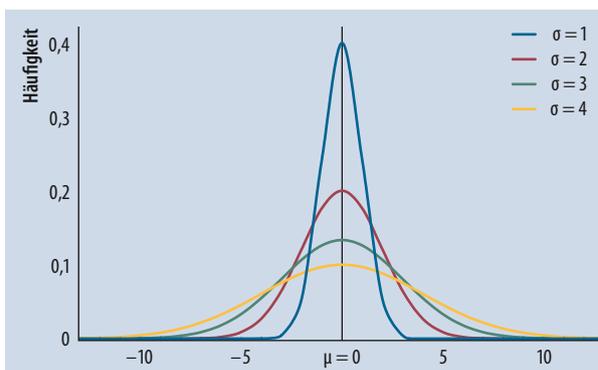


Abbildung C-18: Die Standardabweichung bestimmt die Form der Normalverteilungskurve (links). 68,3% der Werte liegen immer innerhalb der einfachen, 95,4% innerhalb der doppelten und 99,7% innerhalb der dreifachen Standardabweichung (rechts).

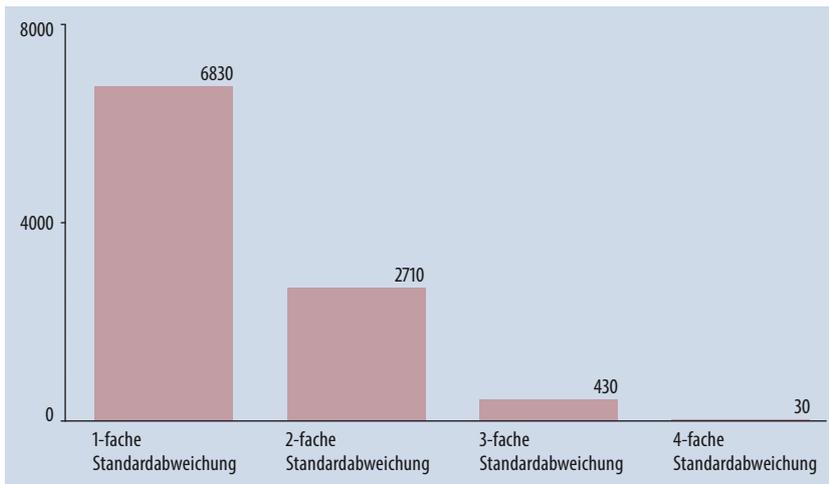


Abbildung C-19: Theoretisches Beispiel für eine gerade noch standardgerecht erzeugte Auflage von 10 000 Bogen im Hinblick auf die in einem bestimmten Kontrollfeld gemessenen Schwankungen um den Messwert des Abstimmexemplars.

In manchen Branchen, wie beispielsweise im Maschinenbau, ist es üblich, Schwankungstoleranzen nicht als einfache Standardabweichung zu definieren, sondern auf ganzzahlige Vielfache der Standardabweichung zu beziehen, also beispielsweise auf 2σ oder 3σ . Der angegebene Toleranzwert gilt dann für 95,5 % bzw. 99,7 % aller gefertigten Teile. Für den Bogenoffsetdruck wären analog die Schwankungstoleranzen für die Tonwertzunahme im Mittelton mit $\pm 8\%$ (2σ) bzw. $\pm 12\%$ (3σ) anzugeben, um die Normalverteilungskurve beizubehalten, die der derzeit gültigen Toleranzfestlegung der Messwerte entspricht ($\pm 4\%$ bei 1σ bzw. 68,3 %). Auf den ersten Blick erscheinen diese Toleranzwerte recht hoch. Das relativiert sich jedoch, wenn man berücksichtigt, dass der Toleranzraum zusätzlich durch eine Vorgabe für die Spreizung im Mittelton eingeschränkt wird (siehe unten). Die Angabe eines Toleranzwertes als einfache Standardabweichung fördert außerdem eher die Sensibilität des Maschinenpersonals gegenüber Prozessschwankungen.

Schwankungstoleranzen können auch als Vielfaches der Standardabweichung angegeben werden

Schwankungstoleranz des Farbabstandes und der Spreizung im Mittelton

Während man bei einem störungsfreien Druckprozess davon ausgehen kann, dass die in einem bestimmten Kontrollfeld auftretenden Tonwerte in der Auflage um den entsprechenden Wert des Abstimmexemplars normalverteilt sind, leuchtet diese Annahme weder für die Spreizung im Mittelton (siehe Abschnitt B4.3.1) noch für den Farbabstand (siehe Abschnitt A2.3.1) ein. In beiden Fällen beträgt der optimale Messwert (Sollwert) 0, denn dann ist der Tonwertunterschied der bunten Primärfarben am geringsten bzw. der Farbort des Abstimmexemplars wird exakt erreicht. Da weder für die Spreizung noch für den Farbabstand negative Werte definiert sind, kann keine symmetrische Verteilung um den Sollwert vorliegen. Tatsächlich hat man es in beiden Fällen mit sogenannten rechtsschiefen Verteilungen zu tun, die hinsichtlich ihrer Erwartungswerte und Standardabweichungen wiederum eigenen Gesetzmäßigkeiten unterworfen sind.

Spreizung im Mittelton und Farbabstand sind nicht normalverteilt

Auch wenn der Farbabstand selbst keine Normalverteilung aufweist, kann man bei den drei Größen ΔL^* , Δa^* und Δb^* , aus denen er errechnet wird, sehr wohl von einer Normalverteilung ausgehen. Denn zumindest in der Nähe des Sollwertes, der jeweils 0 beträgt (keine Abweichung) sind positive und negative Abweichungen der Werte bei Prozessschwankungen gleichermaßen wahrscheinlich. Da die Schwankungen aller drei Abstandsmaße voneinander abhängig sind (anders als bei der Spreizung, wo sich die Tonwerte der drei Buntfarben unabhängig voneinander ändern), lassen sich Mittelwert und Standardabweichung auch für den Farbabstand sinnvoll berechnen. Dazu bildet man zunächst die Mittelwerte und Standardabweichungen für ΔL^* , Δa^* und Δb^* und setzt diese Mittelwerte und Standardabweichungen in die Farbabstandsformel ein, um den mittleren Farbabstand und die Standardabweichung für ΔE^*_{ab} zu erhalten.

Mittelwert und Standardabweichung des Farbabstands ΔE^*_{ab} errechnen sich aus den Mittelwerten und Standardabweichungen von ΔL^* , Δa^* und Δb^*

Dichteschwankungen sind leichter zu analysieren als Farbortschwankungen

In Bezug auf die Schwankungstoleranz des Farbabstandes legen die für den Offsetdruck relevanten Teile der Norm ISO 12647 fest, dass aus Konsistenzgründen wie bei den Tonwerten der angegebene Toleranzwert von mindestens 68 Prozent der Auflage eingehalten werden muss. Alternativ zum Farbabstand kann aber auch die Verteilung der Farbdichten geprüft werden. Zu diesem Zweck sind in Abschnitt D1.5.2 zusätzlich Schwankungstoleranzen für die Farbdichten angegeben, die jenen der Farborte in etwa entsprechen. (Es handelt sich dabei allerdings nur um grobe Richtwerte. Hinweise zur Ermittlung genauere Schwankungstoleranzen für die Farbdichte mit Hilfe von Färbungsstandards gibt Abschnitt B4.6.) Der Vorteil bei der Analyse der Dichteschwankungen liegt darin, dass dort unmittelbar eine Normalverteilung zugrunde gelegt werden kann.

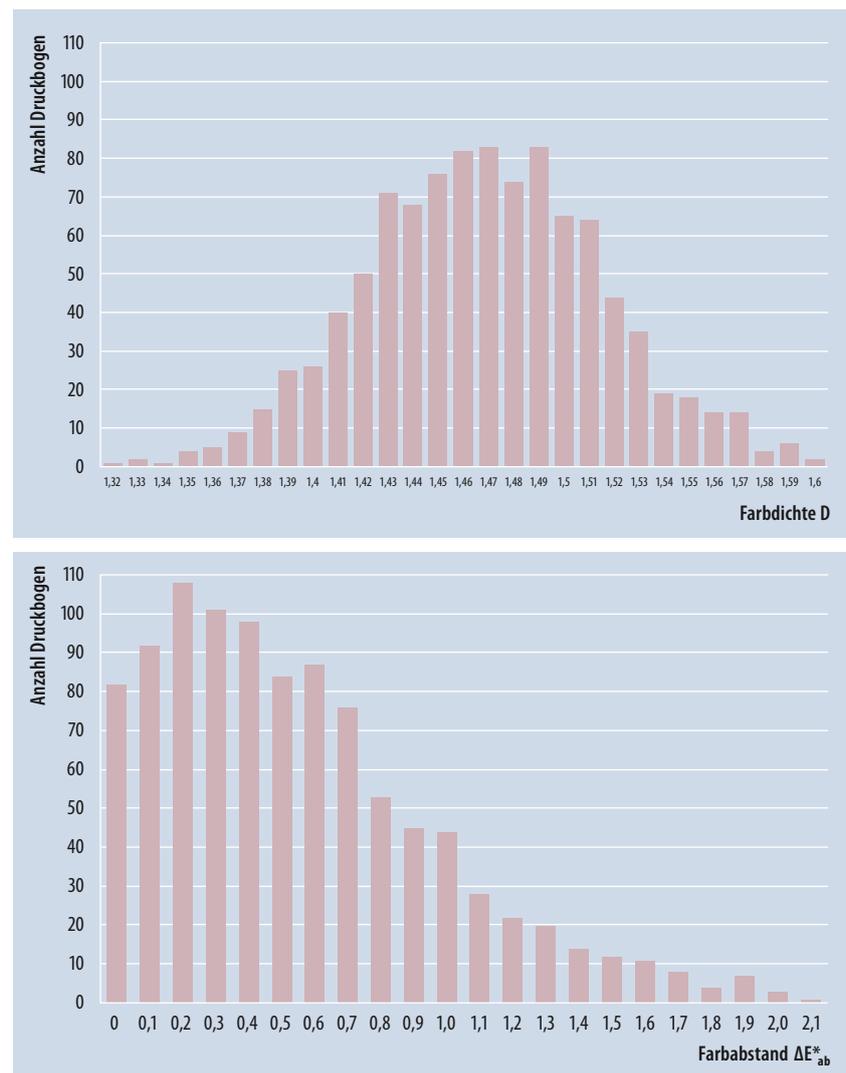
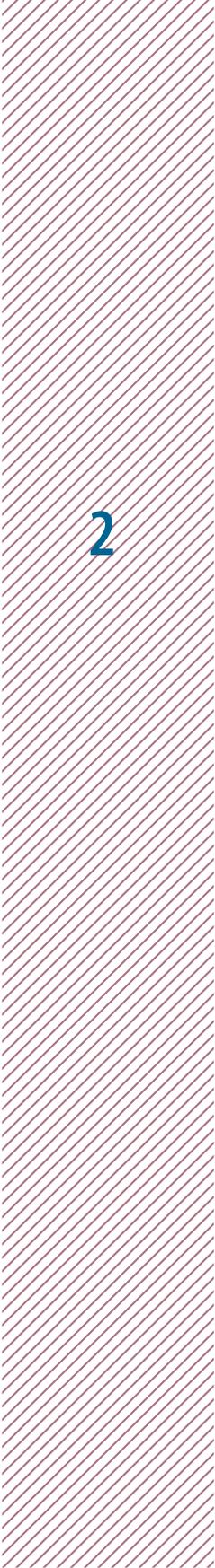


Abbildung C-20: Schwankungen der Dichten (oben) und der Farbabstände (unten) eines Cyan-Volltons in einer Auflage von 1000 Exemplaren.

Die Schwankungstoleranz für die Spreizung muss ebenfalls als 68-Prozent-Kriterium verstanden werden

Zur statistischen Interpretation der Spreizung im Mittelton findet sich in ISO 12647 keine konkrete Formulierung. Da dort aber auch für diesen Parameter ausdrücklich Schwankungstoleranzen definiert wurden, deren Einhaltung aus den genannten Gründen mit statistischen Methoden zu überprüfen ist, muss man konsequenterweise davon ausgehen, dass auch diese Toleranzangabe so zu verstehen ist, dass sie für den jeweiligen Messort in 68,3% der Auflage die Obergrenze darstellt. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass nicht einzelne Ausreißer bei der Spreizung dazu führen, dass die gesamte Auflage abgelehnt werden muss.



2

Organisatorische Maßnahmen zur Qualitätssicherung

2.1 Reduzieren von Fehlerkosten

Dieses Handbuch beschreibt die Erzeugung eines Druckproduktes als Abfolge von Prozessschritten, die durch allgemein verbindlich definierte Schnittstellen miteinander verknüpft sind. Werden die Schnittstellenspezifikationen durch jeden Teilprozess eingehalten, so steht am Ende der Prozesskette ein hinsichtlich der Farbwiedergabe technisch fehlerfreies Produkt. Treten in einem bestimmten Prozessschritt Fehler auf, sind sie durch geeignete Kontrollmaßnahmen – d.h. den Abgleich der tatsächlich erreichten mit den spezifizierten Werten – erkennbar und lassen sich rechtzeitig beheben. Die Ursache für die an einer bestimmten Schnittstelle erkannten Fehler lassen sich auf den jeweils überprüften Prozessschritt eingrenzen, sofern der vorhergehende Prozessschritt ebenfalls mit geeigneten Methoden überprüft wurde und dabei keine Mängel festgestellt werden konnten.

Die Standardisierung des Offsetdrucks beruht auf der allgemein verbindlichen Festlegung von Schnittstellen und ihrer ständigen Überwachung im Produktionsprozess

Qualitätskontrollen sind genau wie alle übrigen Maßnahmen zur Qualitätssicherung zwangsläufig mit Aufwand verbunden. Werden die Kontrollen jedoch unterlassen, kann das nachteilige wirtschaftliche Folgen haben, die um ein Vielfaches gravierender sind als die durch den Verzicht auf die Maßnahmen erhofften Einspareffekte:

Dem mit Kontrollen verbundenen Aufwand steht ein hoher Nutzen gegenüber

- Fehler, die bei ihrer Entstehung nicht erkannt werden, bleiben oft über mehrere Prozessschritte unbemerkt, bevor sie in einem fortgeschrittenen Stadium der Produktion plötzlich als offensichtlicher Qualitätsmangel in Erscheinung treten. Im schlimmsten Fall werden die Folgen von Produktionsstörungen erst nach der Auslieferung des Endproduktes vom Kunden festgestellt.
- Je mehr Zeit zwischen Fehlerentstehung und Fehlererkennung verstreicht, desto größer ist die Gefahr, dass zwischenzeitlich weitere Aufträge, die den betreffenden Prozessschritt durchlaufen, durch die unerkannt gebliebene Produktionsstörung in Mitleidenschaft gezogen werden.
- Fehler lassen sich meist nur in jener Prozessstufe vollständig und mit geringem Aufwand korrigieren, in der sie entstanden sind. Werden Fehler zu spät erkannt, sind oft mehrere Prozessschritte zu wiederholen, um den durch die Produktionsstörung verursachten Qualitätsmangel zu beheben. Das bedeutet hohe Kosten, die eigentlich vermeidbar wären.
- Man kann von einem exponentiellen Wachstum der Fehlerkosten von einem Prozessschritt zum nächsten ausgehen (siehe Abbildung C-30). So relativieren sich z.B vor dem Hintergrund der teuren Ausfallzeiten beim Stillstand einer Druckmaschine sehr schnell jene Kosten, die zuvor durch unterlassene Kontrollen eines Prüfdrucks und die Beseitigung eines dort vorgefundenen Fehlers scheinbar eingespart wurden.
- Um Fehler beheben zu können und um zu vermeiden, dass künftig gleiche oder ähnliche Fehler erneut auftreten, muss Klarheit über die Fehlerursachen herrschen. Je mehr Prozessschritte aber zwischen Ursache und Erkennen der Probleme liegen und je nachlässiger diese Prozessschritte kontrolliert und dokumentiert wurden, desto schwieriger und zeitraubender gestaltet sich die Ursachenforschung. Wurde gar gänzlich auf den Einsatz von Kontrollmitteln verzichtet, mutiert die Ursachenanalyse zum Ratespiel – mit der unangenehmen Folge, dass sich der aufgetretene Fehler wahrscheinlich schon kurzfristig wiederholt.

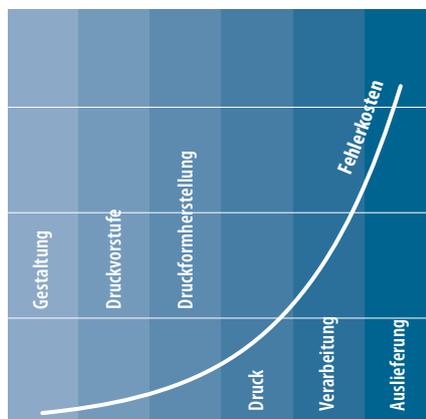


Abbildung C-30: Entwicklung der Fehlerkosten im Prozessablauf. Werden Fehler, die in einem Prozessschritt entstehen, erst in späteren Prozessschritten oder gar vom Kunden entdeckt, verursacht das ein Vielfaches derjenigen Kosten, die bei rechtzeitiger Prozesskontrolle entstanden wären. In der Literatur spricht man gar von einer „Verzehnfachungsregel der Kostenfortpflanzung“ von Prozessschritt zu Prozessschritt.

BEISPIEL

Mehrkosten durch ungeeignete Daten und Druckvorlagen

Beim Einrichten eines Druckauftrages an einer Achtfarben-Bogenoffsetdruckmaschine der Formatklasse 3B (ca. 70 cm × 100 cm) stellt der Drucker fest, dass er die Farbwiedergabe der gelieferten Digital-Prüfdrucke nicht erreicht. Die Bildmotive zeigen Farbstiche, die sich auch durch Ausschöpfen der Drucktoleranzen nicht beheben lassen. Bei der Auswertung der Medienkeile auf den Prüfdrucken stellt sich heraus, dass die Prüfdrucke für den Druck mit einem amplitudenmodulierten 60/cm-Raster erzeugt wurden, während ein nichtperiodischer Raster mit einer Punktgröße von 20 µm vorgesehen war.

Die Prüfdrucke enthielten weder eine Statuszeile noch wurden sie mit einem Prüfprotokoll geliefert, dem man die Referenz-Druckbedingung hätte entnehmen können. Eine Eingangskontrolle der Prüfdrucke fand nicht statt.

Nach Rücksprache mit dem Kunden wird entschieden, die gelieferten Daten durch ein Geräteverbindungs-Profil für den Druck mit NP-Rastern umzurechnen und zur Sicherheit einen neuen Digital-Prüfdruck für diese Druckbedingung zu erzeugen. Die Druckproduktion muss folglich erst einmal abgebrochen werden. Es wird zunächst ein anderer Auftrag produziert.

Wäre der Fehler bereits beim Lieferanten der Daten oder spätestens bei der Eingangskontrolle der Druckunterlagen entdeckt worden, hätte sich der durch den Fehler verursachte Mehraufwand auf die Umrechnung der Daten und die Erzeugung neuer Digital-Prüfdrucke beschränkt. Tabelle C-4 zeigt die entsprechende Kalkulation. Zum Vergleich sind in Tabelle C-5 die Fehlerkosten aufgeführt, die der Druckerei nun entstanden sind. In Summe steht nun etwa der 25-fache Betrag zu Buche. Die vermeidbaren Fehlerkosten belaufen sich auf 635,70 Euro.

Kostenposition	Minuten	Kostensatz (Euro/Stunde)	Kosten (Euro)
Umrechnung der Druckdaten, 8 Seiten, 4-farbig	5,00	124,20	10,35
Ausgabe neuer Digital-Prüfdrucke, 4 × A3		3,95	15,80
Gesamtkosten			26,15

Tabelle C-4: Fehlerkosten, die nach Kalkulation der Druckerei bei rechtzeitiger Prüfung der Daten und Druckunterlagen angefallen wären

Kostenposition	Minuten	Kostensatz (Euro/Stunde)	Kosten (Euro)
Verlängerte Einrichtezeit an der Druckmaschine beim Versuch, die Farbwiedergabe der fehlerhaften Vorlage zu erreichen	10,00	354,00	59,00
Wartezeit an der Druckmaschine zur Klärung des Sachverhalts	35,00	354,00	206,50
Umrechnung der Druckdaten, 8 Seiten, 4-farbig	5,00	124,20	10,35
Ausgabe neuer Digital-Prüfdrucke, 4 × A3		3,95	15,80
Neue Druckplatten, Format 3B, 1. Druckplatte		40,75	40,75
Dto. 7 weitere Druckplatten		7,65	53,55
Druckplattenmaterial, 8 Druckplatten, Format 3B		7,20	57,60
Neuerliches Rüsten der Druckmaschine, 8 Druckwerke, Format 3B, inklusive Bedruckstoffwechsel	37,00	354,00	218,30
Gesamtkosten			661,85

Tabelle C-5: Nachkalkulation der Druckerei mit sämtlichen entstandenen Fehlerkosten

Hinweis: Die Zahlenwerte für die Beispielkalkulationen wurden entnommen aus: Kosten- und Leistungsgrundlagen für Klein- und Mittelbetriebe in der Druck- und Medienindustrie (K + LG), Ausgabe 2012, bvdM, Wiesbaden 2012. Es handelt sich dabei um Durchschnittswerte, die von jedem Betrieb über- bzw. unterschritten werden können.



D

Übersichten



2

Fragen und Antworten

2.1 Kontrollfragen und Arbeitsaufgaben

Die meisten der nachfolgenden Fragen und Arbeitsaufgaben dienen der Wiederholung von Inhalten des jeweiligen Handbuch-Kapitels. Einen etwas höheren Schwierigkeitsgrad besitzen jene Fragen und Aufgaben, die in der Marginalie durch den Hinweis „zum Weiterdenken“ gekennzeichnet sind. Hier geht es entweder darum, die Inhalte auf neue Problemstellungen anzuwenden, oder es werden Sachverhalte abgefragt, die allein mit den im betreffenden Kapitel vermittelten Kenntnissen nicht beantwortet werden können, sondern kapitelübergreifendes Wissen oder weitergehende methodische Fähigkeiten voraussetzen.

Fragen und Aufgaben zu Abschnitt A1

- Nennen Sie mindestens drei Ziele, die durch eine standardisierte Druckproduktion erreicht werden sollen. Wer profitiert davon, wenn diese Ziele erreicht werden? Aufgabe 1
- Zeigen Sie anhand von zwei Beispielen, wie durch einen standardisierten Druckprozess Effizienzvorteile bei der Druckproduktion erzielt bzw. wie die Qualität des Druckproduktes gesteigert werden kann. Aufgabe 2
(zum Weiterdenken)
- Mit welchen Auswirkungen ist zu rechnen, wenn nicht alle, die an der Entstehung eines Druckproduktes mitwirken, nach den Regeln der Standardisierung arbeiten? Aufgabe 3
(zum Weiterdenken)
- Welche Maßnahmen sind für gewöhnlich erforderlich, wenn ein Druckvorstufen- oder Druckbetrieb seine Produktionsprozesse standardisieren will? Aufgabe 4
- In welchem Verhältnis stehen die Inhalte des *ProzessStandard Offsetdruck* zu internationalen Normen? Aufgabe 5
- Was versteht man unter einer Standard-Druckbedingung? Aufgabe 6
- Für welche Druckbedingungen gelten die in Abschnitt D1.5 aufgeführten Sollwerte und Toleranzen ausdrücklich nicht? Aufgabe 7

Fragen und Aufgaben zu Abschnitt A2

- Welchen Sinn hat eine schwarze Betrachtungs- und Messunterlage? Wo ist sie zu verwenden? Aufgabe 1
- Wo wird die weiße Betrachtungs- und Messunterlage eingesetzt? Aufgabe 2
- Von welchen drei grundlegenden Faktoren hängt das Ergebnis einer Betrachtung ab? Aufgabe 3
- Nennen Sie mindestens fünf Größen, die eine Betrachtungsbedingung kennzeichnen. Aufgabe 4
- Warum und wie sind Betrachtungslichtquellen zu warten? Aufgabe 5
- Welche Rolle spielt die Messunsicherheit bei der Festlegung von Toleranzen? Aufgabe 6
- Zeigen Sie, mit welchen Messwertdifferenzen bei wiederholter Tonwertmessung in einem 5%-Raster gerechnet werden muss, wenn die Kurzzeit-Wiederholbarkeit des Densitometers $D = \pm 0,01$ beträgt. Die Volltondichte betrage 1,80. Aufgabe 7
(zum Weiterdenken)
- Was kann der Anwender tun, um die Zuverlässigkeit der Messung zu gewährleisten? Nennen Sie mindestens vier Maßnahmen. Aufgabe 8
- Was ist der Unterschied zwischen dem CIELAB-Farbraum und dem CIELCH-Farbsystem? Aufgabe 9

- Aufgabe 10 (zum Weiterdenken) Der Soll-Farbort der Primärfarbe Gelb auf gestrichenem Bilderdruckpapier liegt, abhängig von der verwendeten Messunterlage, bei den in Tabelle D-13 angegebenen Werten. Berechnen Sie die Farbwerte C_{ab}^* und h_{ab} sowie die Farbabstandswerte ΔE_{ab}^* , ΔC_{ab}^* , Δh_{ab} und ΔH_{ab}^* . Interpretieren Sie Ihre Ergebnisse.

Messunterlage	L^*	a^*	b^*
schwarz	87	-6	90
weiß	89	-5	93

Tabelle D-13: Soll-Farborte der Primärfarbe Gelb auf gestrichenem Bilderdruckpapier

- Aufgabe 11 Was ist der Unterschied zwischen einem Spektrofotometer und einem Farbmessgerät?
- Aufgabe 12 Zu welchem Zweck können Farbmessgeräte dienen, mit denen die in diesem Handbuch geforderten Messbedingungen nicht eingehalten werden können?
- Aufgabe 13 Worin unterscheiden sich bei der Farbmessung die Begriffe Messbedingung und Messmodus?
- Aufgabe 14 Worauf ist bei der Dokumentation und Kommunikation von Messdaten generell zu achten?
- Aufgabe 15 Erklären Sie, in welchem Verhältnis Farbdichte und Farbschichtdicke zueinander stehen.
- Aufgabe 16 Wieso können sich bei der densitometrischen Messung völlig unterschiedlicher Farben identische Dichtewerte ergeben?
- Aufgabe 17 Ein in der Datei mit 50 % angelegter Tonwert wird auf dem Druck mit 75 % gemessen. Wie hoch ist die Tonwertzunahme und wodurch wird sie beeinflusst?
- Aufgabe 18 Zu welchem Zweck werden Densitometer mit Polarisationsfiltern ausgestattet?
- Aufgabe 19 Erläutern Sie die Unterschiede, die bei der Ermittlung von Tonwerten zwischen der densitometrischen, bildanalytischen und farbmtrischen Messung bestehen. Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für die Anwendung der Messverfahren und den Umgang mit den Messergebnissen?
- Aufgabe 20 Was versteht man unter einem Kontrollmittel?
- Aufgabe 21 Was ist der Unterschied zwischen einem Messfeld und einem Signalfeld?
- Aufgabe 22 Wie sind Farbbalance-Kontrollfelder aufgebaut?
- Aufgabe 23 (zum Weiterdenken) Warum werden Störungen der Farbbalance im Farbbalance-Kontrollfeld bereits sichtbar, bevor sie sich im Sujet zeigen?
- Aufgabe 24 Nennen Sie drei Ausgabeprozesse, bei denen Auflösungsfelder zur Kontrolle eingesetzt werden.
- Aufgabe 25 Welcher Unterschied besteht zwischen den Rasterfeldern von filmbasierten und digitalen Kontrollmitteln?
- Aufgabe 26 Nennen Sie mindestens vier Arten von Kontrollfeldern, die für einen Druckkontrollstreifen typisch sind.
- Aufgabe 27 Was ist bei der Gestaltung von Testformen für den Druck auf einer Offsetdruckmaschine zu beachten?

2.2 Musterlösungen

Lösungen der Fragen und Aufgaben zu Abschnitt A1

Der *ProzessStandard Offsetdruck* wurde mit der Zielsetzung entwickelt, die Produktionssicherheit durch reibungslose Abläufe zu steigern, Kosten für Material und Produktionszeit einzusparen und die Produktqualität zu erhöhen. Von diesen Vorteilen profitieren alle, die in die Prozesskette involviert sind: die an der Produktion beteiligten Druckvorstufen- und Druckunternehmen sowie deren Kunden und Lieferanten.

Aufgabe 1

Beispiel für die Steigerung der Effizienz: Auf Basis der branchenweiten Festlegung von Druckbedingungen sowie entsprechender Sollwerte für Tonwertzunahmen und Volltonfärbungen wurden durch Branchenvereinigungen generische ICC-Profile entwickelt, die jedermann kostenlos zur Verfügung stehen. Dadurch entfällt – sofern nach den Vorgaben dieses Handbuches produziert wird – für den einzelnen Druckvorstufen- bzw. Druckbetrieb der mit der eigenständigen Entwicklung von Druckbedingungen sowie der Erzeugung entsprechender Charakterisierungsdaten und ICC-Profile verbundene Aufwand.

Aufgabe 2

Beispiel für die Verbesserung der Qualität des Druckproduktes: Durch die Erfüllung der in diesem Handbuch beschriebenen Anforderungen an den standardgerechten Digital-Prüfdruck erhöht sich die Genauigkeit bei der Simulation des im Auflagen- und Offsetdruck zu erwartenden Farbergebnisses. Das ermöglicht einerseits gezieltere Korrekturen bei der Bearbeitung von Farbbildern und erleichtert andererseits die visuelle Feinabstimmung beim Einrichten der Druckmaschine, wo das gewünschte Ergebnis mit höherer Genauigkeit erzielt werden kann.

In jedem Fall wird das Ziel, kostengünstig und schnell eine hohe Produktqualität zu erzielen, in einem gewissen Grad verfehlt. Findet die Regelverletzung zu Beginn der Prozesskette statt, können die Auswirkungen meist noch zu vergleichsweise niedrigen Kosten behoben werden, ohne dass die Qualität des Endproduktes leidet. Je später im Prozessablauf von einer standardgerechten Produktionsweise abgewichen bzw. je später die Abweichung erkannt wird, desto teurer und zeitaufwendiger ist es, die resultierenden Fehler zu beheben. Dabei muss von einer exponentiellen Steigerung des Aufwands von Produktionsstufe zu Produktionsstufe ausgegangen werden. Wird das Problem gar nicht erkannt oder muss letztlich aus Zeit- oder Kostengründen auf Korrekturmaßnahmen verzichtet werden, entsteht ein mangelhaftes Produkt. Wenn am Ende der Prozesskette nicht nach den Regeln der Standardisierung gearbeitet wird, kann dies die Arbeit aller vorhergehenden Produktionsstufen zunichtemachen.

Aufgabe 3

Es müssen Kontrollmittel und Messgeräte angeschafft, Maschinen und Geräte überprüft und gewartet sowie betriebliche Abläufe auf die neuen Anforderungen abgestimmt werden. Außerdem benötigen die Mitarbeiter sowohl Grundwissen über den standardisierten Druckprozess insgesamt als auch entsprechende Detailkenntnisse für ihr jeweiliges Arbeitsgebiet.

Aufgabe 4

Der *ProzessStandard Offsetdruck* bündelt das in zahlreichen internationalen Normen gesammelte Expertenwissen und hilft bei der Umsetzung von Normvorgaben. Den Kern bilden dabei die für den Offsetdruck maßgeblichen Normteile der Prozessnorm ISO 12647. Die Inhalte des Handbuches gehen jedoch weit über die Darstellung und Erläuterung normativer Regelungen hinaus. Sie basieren auf einer Fülle von Erkenntnissen aus Forschung und Praxis. Eingeflossen sind unter anderem die Ergebnisse zahlreicher Forschungsprojekte sowie Erfahrungen, die bei der praktischen Anwendung standardisierter Arbeitsabläufe gewonnen wurden.

Aufgabe 5

Eine Standard-Druckbedingung ist eine Druckbedingung, deren Parameter in einem Standard festgelegt wurden. Zu einer Standard-Druckbedingung werden in der Regel allgemein akzeptierte Druckkennlinien und Volltonfärbungen festgelegt, die das Druckergebnis spezifizieren. Noch genauer ist dies durch (generische) Charakteri-

Aufgabe 6

sierungsdaten bzw. ICC-Profile möglich. Die festgelegten Parameter des Offsetdrucks sind Druckverfahren, Normdruckfarbe, Farbreihenfolge im Druck, Papiertyp, Rasterung und (nur bei konventioneller Druckplattenkopie) die Funktionsweise der Druckplattenschicht (positiv/negativ).

- Aufgabe 7** Die in Abschnitt D1.5 aufgeführten Sollwerte und Toleranzen gelten ausdrücklich nicht für den wasserlosen Offsetdruck und den Druck auf sogenannten Semicommercial-Maschinen. Auch für Druckbedingungen, bei denen Bedruckstoffe, Druckfarben, Farbreihenfolgen oder Rasterungen verwendet werden, die von den Vorgaben des Abschnitts D1.1 abweichen, müssen Sollwerte und Toleranzen für den Druck individuell vereinbart werden.

Lösungen der Fragen und Aufgaben zu Abschnitt A2

- Aufgabe 1** Die schwarze Betrachtungs- und Messunterlage dient dazu, Licht zu absorbieren, das die zu messende Probe durchdringt. Auf diese Weise wird verhindert, dass von der Messtischoberfläche oder anderen Druckbogen, die unter der Probe liegen, Licht durch die Probe hindurch auf den Empfänger des Messgerätes bzw. das Auge des Betrachters reflektiert wird. Ansonsten würde das Betrachtungs-/Messergebnis je nach rückseitigem Druckbild der Probe bzw. lokaler Färbung der unter der Probe liegenden Druckbogen unkontrolliert beeinflusst. Die schwarze Unterlage ist für die visuelle und messtechnische Beurteilung von Auflagedrucken und standardisiert erzeugten Andrucken zu verwenden. Gleiches gilt beim Messen und Betrachten von Prüfdrucken, die auf dem Auflagenbedruckstoff angefertigt wurden.
- Aufgabe 2** Die weiße Betrachtungs- und Messunterlage wird zur Charakterisierung von Prüf- und Auflagedruckbedingungen eingesetzt. Prüfdrucke, deren Bedruckstoff nicht dem Auflagenbedruckstoff entspricht, sind ebenfalls auf weißer Unterlage abzumustern und zu messen.
- Aufgabe 3** Das Betrachtungsergebnis hängt von der Beschaffenheit der betrachteten Probe, den Betrachtungsbedingungen (insbesondere dem Betrachtungslicht) und der menschlichen Wahrnehmung ab.
- Aufgabe 4** Eine Betrachtungsbedingung wird gekennzeichnet durch die Beleuchtungsstärke bzw. Leuchtdichte, die Gleichmäßigkeit der Ausleuchtung, die Betrachtungslichtart (bei der Betrachtung am Bildschirm auch durch den Monitorweißpunkt), den Farbwiedergabeindex, die Metamerieindizes (visuell und UV), die Beobachtungsgeometrie und die Umgebungsbedingungen (u. a. die direkte Umgebung der Probe).
- Aufgabe 5** Durch Alterung und Verschmutzung der Lichtquellen verändert sich allmählich das Betrachtungslicht. Daher müssen die Lampen regelmäßig getauscht und die Betrachtungsleuchte gereinigt werden. Die Wartungsintervalle betragen z. B. ein Viertel der vom Hersteller angegebenen Lampennutzungsdauer. Es wird dann jeweils ein Viertel der Lampen erneuert. Durch entsprechende Markierungen ist sicherzustellen, dass immer die ältesten Lampen ausgetauscht werden.
- Aufgabe 6** Allgemein gilt der Grundsatz, dass die Messunsicherheit nicht mehr als 10 % der Toleranz betragen soll. Ansonsten besteht z. B. die Gefahr, dass korrekte Produktionsergebnisse aufgrund von Messfehlern abgelehnt werden.
- Aufgabe 7** Um die Rasterdichte für einen Tonwert von 5 % zu errechnen, wird zunächst die Murray-Davies-Formel umgestellt:

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

$$D_R = -\lg[1 - (1 - 10^{-1,80}) \times \frac{5\%}{100\%}] = -\lg(1 - 0,98 \times 0,05) = -\lg 0,95 = 0,02$$

Nun können mithilfe der Murray-Davies-Formel die Tonwerte berechnet werden, die sich bei den maximal zu erwartenden Messabweichungen von $\pm 0,01$ ergeben. Die

A**a***

↓CIELAB-Farbmaßzahl für die Lage eines ↓Farbortes auf der Grün-Rot-Achse des ↓CIELAB-Farbraumes. Der Abstand zweier Farben entlang der a*-Achse wird mit Δa^* bezeichnet.

Abgleichstandard

Objekt, das zur Grundeinstellung von Messgeräten dient. Durch das Messgerät auf dem Abgleichstandard gemessene Werte werden mit den vom Hersteller angegebenen Sollwerten verglichen. Die ermittelte Differenz dient zur Korrektur der späteren Messungen durch die Gerätesoftware, um eine hohe Messgenauigkeit bzw. Geräteübereinstimmung zu erzielen.

Beispiele für Abgleichstandards:

- ↓Spektralfotometer: Weißreferenzkachel aus Kunststoff, Keramik oder Bariumsulfat
- ↓Auflicht↓densitometer mit optischen ↓Farbfiltren: Druck mit ↓Volltönen der ↓Primärfarben ↓C ↓M ↓Y ↓K
- ↓Bildanalysegerät: ↓Fogra Measuring Bar FMB

Abmustern, Abmusterung

Kritischer visueller Vergleich einer Probe mit einem Muster unter definierten ↓Betrachtungsbedingungen.

absolut-farbmetrisch

Farbtransformationsart eines ↓ICC-Profiles, die beim Erzeugen von ↓Prüfdrucken und ↓Monitorproofs eingesetzt wird. Die ↓Buntheit der im ↓Zielfarbraum nicht enthaltenen Farben des ↓Quellfarbraumes wird so reduziert, dass sie auf der ähnlichsten Farbe am Rand des Zielfarbraumes abgebildet werden. Farben aus dem Quellfarbraum, die im Zielfarbraum wiedergegeben werden können, bleiben dagegen unverändert. Der ↓Weißpunkt des Quellfarbraumes wird auf den des Zielfarbraumes umgerechnet, sofern letzterer dunkler ist – falls es die individuelle Farb↓wiedergabeabsicht der eingesetzten Software nicht anders vorschreibt. → Farbumfangsanpassung, → relativ-farbmetrisch, → sättigungserhaltend, → wahrnehmungsbezogen

Abstimmexemplar**(OK-Bogen, OK-Exemplar)**

Druckexemplar, das beim ↓Auflagen-druck nach Abschluss des ↓Einrichtens als Referenz für die Steuerung des ↓Fortdrucks dient.

Abtastmoiré

↓Objektmoiré

Abweichungstoleranz

Beim ↓Auflagen-druck maximal zulässige Abweichung zwischen den Messwerten des ↓Abstimmexemplars und den Sollwerten.

→ Schwankungstoleranz

Achse eines Rasters

Eine der beiden möglichen Richtungen, in denen das Rasterpunkt-muster die höchste Anzahl von ↓Druckbildelementen je Länge aufweist.

Adaption des Auges

Anpassung des Auges an neue Beleuchtungsverhältnisse (lat. aptare = anpassen). Man unterscheidet Hell-Dunkel-Adaption (bei Änderung der ↓Beleuchtungsstärke bzw. ↓Leuchtdichte) und chromatische Adaption (bei Änderung der ↓Farbtemperatur). Die Dauer der Adaption ist von der Art und der Stärke der Beleuchtungsveränderung abhängig. Beim Wechsel von einer sehr hellen in eine sehr dunkle Umgebung kann sie über eine halbe Stunde betragen. Muss sich das Auge ständig neu an geänderte Lichtverhältnisse anpassen, führt das zur raschen Ermüdung.

Adressierfrequenz [cm⁻¹]

Zahl der ansteuerbaren Schreiblinien pro Länge (Schreibfeinheit) bei Ausgabegeräten. Alternativ zur angegebenen Einheit wird in der Praxis auch die aus den USA stammende Einheit ↓dpi verwendet (1 dpi = 0,394 cm⁻¹).

Adobe-RGB

Spezieller ↓RGB-↓Farbraum mit für die ↓Normlichtart ↓D65 definierter Umrechnung in ↓CIELAB, das 1998 von der Firma Adobe Systems entwickelt wurde. Adobe-RGB schließt den ↓Farbraum zahlreicher ↓Druckbedingungen vollständig bzw. nahezu vollständig ein und wird oft als ↓Arbeitsfarbraum in der professionellen Digitalfotografie und zunehmend auch im gehobenen Amateurbereich genutzt.

→ ECI-RGB, → RGB-Daten,

→ RIMM-RGB, → sRGB