

Diplomarbeit

Standardisierung im Offsetdruck

Ausgeführt zum Zweck der Erlangung des akademischen Grades
Dipl.-Ing. (FH) für Telekommunikation und Medien
an der Fachhochschule St. Pölten für Telekommunikation und Medien
Vertiefungsrichtung Medientechnik

von:

Helmut Buchmasser
tm021019

Erstbegutachter:

Ing. Dipl.-Päd. Günter Molzar

Zweitbegutachter:

Prof. (FH) Dipl.-Ing. Georg Barta

St. Pölten, September 2006

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere, dass

- ich diese Diplomarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.
- ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im Inland noch im Ausland einem Begutachter/einer Begutachterin zur Beurteilung oder in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Diese Arbeit stimmt mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit überein.

Ort, Datum

Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

Ehrenwörtliche Erklärung	3
Inhaltsverzeichnis.....	4
Kurzfassung	7
Abstract.....	8
Danksagung	9
1 Teil A: Theoretische Grundlagen.....	10
1.1 Einleitung.....	10
1.2 Farbe	16
1.2.1 Der Sehvorgang	16
1.2.2 Das Licht	16
1.2.3 Farbempfindung	17
1.2.4 Farbe in unserer Umwelt.....	19
1.3 Farbmischung.....	20
1.3.1 Additive Farbmischung.....	20
1.3.2 Subtraktive Farbmischung	22
1.3.3 Autotypische Farbmischung.....	23
1.4 Farbdimensionen.....	25
1.4.1 Bunton	25
1.4.2 Helligkeit.....	25
1.4.3 Buntheit	25
1.5 Farbkennzeichnungssysteme.....	27
1.5.1 Primärfarbenanteile.....	27
1.5.2 Farbmustersysteme	28
1.5.3 Empfindungsmäßige Systeme	30
1.5.4 Nicht-empfindungsmäßige Systeme	31
1.6 Farbmetriek	33
1.6.1 Spektralverfahren.....	33
1.6.2 Dreibereichsverfahren.....	35
1.6.3 CIE-Normfarbsystem.....	35
1.6.4 CIE-Normfarbwertanteile.....	36
1.6.5 CIELAB.....	38
1.7 Densitometrie	42
1.7.1 Qualitätsparameter im Druck	42
1.7.2 Messmethode für Rastertonwert und Farbschichtdicke.....	43

1.7.3	Die Wege des Lichts beim Betrachten eines Druckbogens	44
1.7.4	Densitometrische Messung der Farbschichtdicke	44
1.7.5	Farbdichte	45
1.7.6	Densitometrische Messung von Rasterdichte und Rastertonwert	46
1.7.7	Aufbau und Funktionsweise eines Densitometers	48
1.7.8	Farb- und Helligkeitsfilter im Densitometer	49
1.7.9	Polarisationsfilter	51
1.8	Der Auflagedruck	52
1.8.1	Die Tonwertzunahme – Gültige Sollwerte und Toleranzbereich	52
1.8.2	Beeinflussung der Tonwertzunahme	54
1.8.3	Mittel zur Erhöhung der Tonwertzunahme	57
1.8.4	Mittel zur Senkung der Tonwertzunahme	57
1.8.5	Volltonfärbung und Toleranzen	58
1.8.6	Farbreihenfolge und Bildpasser	60
1.9	Die Druckfarbe	62
1.9.1	Bestandteile der Druckfarben	62
1.9.1.1	Pigmente	62
1.9.1.2	Ruß	62
1.9.1.3	Anorganische Bunt- und Weißpigmente	63
1.9.1.4	Metallpigmente	63
1.9.1.5	Organische Farbmittel	64
1.9.2	Firnisse und Trocknung	64
1.9.2.1	Leinölfirnis	64
1.9.2.2	Alkydharze	65
1.9.2.3	Kompositionsfirnis	65
1.9.2.4	Kombinationsfirnis	66
1.9.2.5	Heat-set-Firnis	66
1.9.3	Lacke	67
1.9.3.1	Lösemittelhaltige Lacke	67
1.9.3.2	Herkömmliche Drucklacke	67
1.9.3.3	Dispersionslacke	68
1.9.3.4	UV-Lacke	68
1.9.4	Eigenschaften und Echtheiten von Druckfarben	68
1.9.4.1	Konsistenz	68
1.9.4.2	Angabe der Konsistenz	69
1.9.4.3	Thixotropie	70
1.9.4.4	Druckhilfsmittel zur Konsistenzbeeinflussung	70
1.9.4.5	Echtheiten von Druckfarben	70

1.10	Rasterung.....	74
1.10.1	Allgemein.....	74
1.10.2	Störende Nebeneffekte	75
1.10.2.1	Farbdrift und Moiré	75
1.10.3	Begriffsdefinitionen.....	75
1.11	Rasterverfahren.....	78
1.11.1	Das konventionelle Raster	78
1.11.2	Die elektronische Rasterung.....	79
1.11.2.1	Rationale und irrationale Raster.....	79
1.11.2.2	Rasterpunktformen	80
1.11.3	Frequenzmodulierter Raster 1. Ordnung	82
1.11.3.1	Gegenüberstellung AM- und FM-Raster	83
1.11.4	Hybridraster.....	84
1.11.5	Linienraster.....	85
2	Teil B: ProzessStandard Offsetdruck bei Lahnsteiner	86
2.1	Einleitung.....	86
2.2	Durchführung der Standardisierung	93
2.2.1	Einleitende Maßnahmen	93
2.2.1.1	Klärung der Verantwortlichkeiten im Betrieb	93
2.2.1.2	Konfrontation mit Standardisierung	96
2.2.1.3	Kommunikationshilfsmittel schaffen	98
2.2.2	Erfassung der Ist-Situation (Ist-Analyse)	99
2.2.3	Annäherung in Richtung Standard	103
2.2.4	Ermittlung der Tonwertzunahme der Druckmaschine.....	105
2.2.5	Anpassung im RIP	106
2.2.6	Letzter Testdruck zur Überprüfung	107
2.2.7	Nachprojekt-Phase.....	108
3	Zusammenfassung.....	110
4	Quellenangabe.....	111
4.1	Gedruckte Literatur - Fußnoten (Erstvorkommen)	111
4.2	Internetressourcen - Fußnoten (Erstvorkommen)	112
4.3	Abbildungen	114
5	Tabellenverzeichnis	116
6	Abbildungsverzeichnis	117

Kurzfassung

Die vorliegende Firmendiplomarbeit befasst sich mit dem ProzessStandard Offsetdruck und ist von der Sichtweise her grob in zwei Hauptteile gegliedert. Der erste Teil liefert die Voraussetzung zum Verständnis des zweiten Teils, indem er das Thema von der theoretisch-wissenschaftlichen Seite beleuchtet. Der zweite Teil behandelt dieses Thema aus der Perspektive des Druckunternehmens Lahnsteiner in Wieselburg.

Der ProzessStandard Offsetdruck ist in den letzten Jahren für Druckereien ein effektives Hilfsmittel geworden, um für eine konstante Reproduktion der Druckerzeugnisse sorgen zu können. Vor allem die Durchsetzung der CtP-Technologie ebnete den Weg für eine standardisierte Produktion. Zwar sind für diese Umsetzung enorme Kosten aufzubringen, doch die Ergebnisse und die auf lange Sicht gesehenen Einsparungen rechtfertigen vor allem für kleine Druckereien diese Investitionen. Neben finanziellen Aufwendungen erfordert dieser Prozess auch den Einsatz von Spezialkenntnissen in der Farbmessung, Densitometrie und Rastertechnologie und daher setze ich mich in meiner Arbeit genauer mit diesen Themen auseinander. Zu wissen, wie man Druckerzeugnisse bewertet und Ergebnisse richtig interpretiert, hilft, um auf etwaige Produktionsfehler und Qualitätsmängel aufmerksam zu werden. Anleitungen, um korrekt darauf reagieren zu können, liefert dabei der ProzessStandard Offsetdruck.

Das Druckunternehmen Lahnsteiner wagte ebenfalls den Schritt in eine Standardisierung, und ich durfte diesen Prozess zum Teil während meines Praktikums miterleben. Der zweite Teil meiner Arbeit beschäftigt sich daher mit den konkreten Abhandlungsschritten des ProzessStandard Offsetdrucks in diesem Unternehmen. Angefangen von der Miteinbeziehung der Mitarbeiter in dieses Projekt bis hin zu den Testdrucken beschreibt der zweite Teil welche Überlegungen und Arbeitsschritte zu einer erfolgreichen Umsetzung geführt haben.

Abstract

This diploma thesis deals with the standardization of offset printing and is divided into two main parts. The first part examines the topic from an academic viewpoint and thus provides the theoretical groundwork for the second part. The second part deals with the topic from the perspective of the printing company Lahnsteiner in Wieselburg.

The standardization of offset printing has become an effective tool for printing companies in the last few years, making the constant reproduction of printed matter possible. In particular the now widely used CtP technology has paved the way for a standardized production. While the realization is costly, the long-term results and economies make this investment worthwhile especially for small printing houses. Besides the financial investment, the introduction of offset printing also requires special know-how in color metric, densitometry and raster technology. Therefore I concentrate on these aspects in my paper. A knowledge of how to evaluate printed matter and to interpret results makes it possible to detect any production errors and inadequacies in quality. Offset printing provides guidelines for reacting appropriately to such problems.

Lahnsteiner is an example of a printing company that ventured to introduce this standardization, and in the course of my internship I was allowed to witness part of this process. The second part of my paper documents the concrete steps of the process of standardization in this company. Beginning with the involvement of the employees in the project to the final test prints, the second part describes the considerations and working steps that led to a successful implementation.

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt Herrn Ing. Dieter Lahnsteiner, der mir die Möglichkeit geboten hat, während meiner Praktikumszeit an dem Projekt der Standardisierung mitzuwirken und der auch im Nachhinein für Fragen betreffend Unklarheiten bei der Ausarbeitung meiner Diplomarbeit immer offen stand. Nicht zuletzt durch die gute Zusammenarbeit mit der gesamten Mitarbeiterschaft des Druckunternehmens, allen voran mit meinem Praktikumsbetreuer Tobias Thaler, waren Missverständnisse schnell beseitigt.

Ein weiterer Dank gilt meinem Betreuer Herrn Ing. Günter Molzar der in gemeinsamen Meetings mit hilfreichen Tipps und Ratschlägen zur Seite stand. Herrn Dr. Alois Frotschnig möchte ich ebenfalls danken, der mir bei der Literatursuche besonders unterstützend entgegen kam.

1 Teil A: Theoretische Grundlagen

1.1 Einleitung

Druckereibetriebe stellen sich in der heutigen Zeit wohl kaum noch mehr die Frage, ob die Durchführung einer Standardisierung notwendig ist, sondern eher wann und mit welcher CtP-Technologie (Computer to Plate). Die Verwendung von CtP-Systemen in der digitalen Druckvorstufe hat sich schon längst als Grundvoraussetzung für eine hohe Druckqualität behaupten können. Nicht nur wegen ihrer Zuverlässigkeit und Vielseitigkeit, sondern folglich auch durch ihre Wirtschaftlichkeit bilden sie die Basis für den Prozessstandard Offsetdruck, kurz auch PSO genannt.¹

Vorrangiges Ziel des PSO ist es, die Druckergebnisse nicht dem Zufall zu überlassen. Beim Druck nach denselben Seitendaten und auf dem gleichen Papier soll das Ergebnis immer nahezu gleich ausfallen, unabhängig davon, in welcher Druckerei und auf welcher Offsetmaschine gedruckt wird und wer die Maschine bedient. Um das sicherstellen zu können, wird eine Standardisierung, eine umfassende und allgemein anerkannte Festlegung von Arbeitsrichtlinien und Kennwerten, benötigt.²

Der PSO ist nicht nur ein Instrument, von dem Großbetriebe profitieren können, selbst kleinere und mittlere Druckunternehmen scheinen durch die Qualitätssicherung, Systematisierung der Arbeitsabläufe und vor allem durch die nachweisbare Konstanz in der Reproduktion hochwertiger Druckprodukte von einer Standardisierung überzeugt zu sein. Daher sind nicht nur für Druckereien Vorteile wie etwa Einsparungen von Arbeitsabläufen, Zeit, Kosten und Reklamationsbearbeitungen zu erwarten, sondern auch auf der Seite des Kunden. Ein standardisierter Druckereibetrieb versetzt seine Kunden in die Gewissheit, immer gleich bleibende

¹ vgl. <http://www.fujifilm.de>, 18.03.2006

² vgl. Paasch, 2001, S. 74

Qualität zu bekommen. Für die Industrie, Agenturen und Verlage, die ebenso zum Kundenstamm einer Druckerei zählen, kann die Einhaltung bestimmter Produktionsstandards sehr nützlich sein. Dieses ermöglicht etwa Agenturen, die mit unterschiedlichste Software- und Hardwarekomponenten arbeiten, welche die Daten ungleich farbmétrisch interpretieren, ihren Workflow an den des Prozessstandards der Druckerei anzupassen. In der Bildbearbeitung wird in verschiedenen Farbräumen gearbeitet. Geräte wie Scanner, Bildschirme und Digitalkameras verwenden den RGB-Modus, während der endgültige Druck in CMYK erfolgt. Unumgänglich ist daher für eine verfahrensgerechte Reproduktion, dass gewisse Systemkomponenten aufeinander abgestimmt werden müssen und die ideale Anleitung dazu liefert der PSO.³ Das bedeutet aber keineswegs dass die Standardisierung gleichzusetzen ist mit einer firmenübergreifenden „Gleichmacherei“, sie hinterlässt aber klar vordefinierte Schnittstellen, anhand derer man nach außen mit den Kunden und intern während der einzelnen Prozessschritte, kommunizieren kann.

Dieser Standard legt fest, was bereits auf Kundenseite getan und eingestellt werden kann, um im Druck dann das gewünschte Ergebnis zu erreichen. Der Vorteil dabei ist, dass dadurch die Einbindung des Kunden in den gesamten Workflow realisierbar wird und somit kann er selber aktiv an einer Fehlervermeidung, einer Verkürzung der Produktionszeit und zur Preisersparnis beitragen.⁴ In diesem Zusammenhang wird nun eine Expertendiskussion, welche am 18. Juli 2005 an der Fachhochschule für Technik in München stattgefunden hat, angeführt. Dabei wird die Standardisierung nicht nur seitens des Druckunternehmens (Thilo Frech), der FOGRA (Dipl. Ing. Andreas Kraushaar) und Heidelberg (Dr. Günter Bestmann), beleuchtet, sondern auch aus Sicht einer Agentur (Frank Beinhold). Unter der Leitung von Dr. Andreas Berchtold, Dozent an der Münchener Fachhochschule, wird die Diskussionsrunde mit der Frage um die grundsätzliche Bedeutung von Standards eingeleitet:⁵

³ vgl. Huber, 2003, S. 4 ff

⁴ vgl. <http://www.psoinsider.de>, 21.06.2006

⁵ vgl. <http://www.heidelbergnews.com>, 12.11.2005

Dr. G. Bestmann: Standards sind in unserer Branche anerkannte Richtlinien und Tätigkeiten für die Produktion mehrfarbiger Drucksachen mit wiederholbarer Qualität. Richtlinien können internationale ISO-Standards, nationale Branchenstandards und gruppenspezifische oder betriebsinterne Umsetzungen von Standards sein. Internationale Standards sind die ISO 12647-2 2004 (Prozesskontrolle im Offsetdruck), eine nationale Umsetzung ist der Prozessstandard Offsetdruck 2003 des deutschen „Bundesverbands Druck und Medien“ (bvdm), gruppenspezifische Umsetzungen sind die Produktionsanweisungen von Agenturen und betriebsinterne Umsetzungen sind die so genannten Hausstandards. Der Begriff Standard ist weit gespannt. Wichtig ist in allen Fällen aber die Verbindlichkeit und Überprüfbarkeit der Richtlinien.

T. Frech: Der Begriff Standard hat bei vielen Menschen einen eher negativen Touch. Standard ist gleichbedeutend mit Durchschnitt und damit negativ besetzt. Unsere Kunden leiten den Begriff beispielsweise aus der Automobiltechnik ab, und da ist Standard die Basis, also ohne Extras. Viele unserer Kunden kommen dann mit dem Argument, Standard ist mir nicht genug, ich will mehr. Daraus entsteht der Anspruch, einen Hausstandard, also etwas Besseres, zu entwickeln. Wir meinen mit Standard aber „State of the Art“, den optimalen Produktionsprozess. Die Wahrnehmung ist hier nicht immer die gleiche, das sollte man nicht vergessen.

A. Kraushaar: Wenn wir bei der FOGRA von Standards sprechen, ist die technische Realisierungsmöglichkeit gemeint. Wir versuchen, Standards zu entwickeln, die auf allen Maschinen erreicht werden können, die auf dem Markt sind. Dass diese übertroffen werden können, wenn ein Drucker sich unsere Standards als Basis nimmt und auf seine Maschinen hin optimiert, ist erwünscht. Es handelt sich dabei lediglich um eine Arbeitshilfe, auf die sich jeder beziehen kann und woraus sich jeder seinen optimalen betriebsbedingten Standard ableiten kann. Je weniger Variablen übrig bleiben, desto sicherer ist der Produktionsprozess. Standards sollen den Druck einfacher machen!

Dr. A. Berchtold: Beide Begriffe, Vorhersagbarkeit und Reproduzierbarkeit als Ziele der Standardisierung im Druck, sind sehr wichtig. Bei Produktionsprozessen mit vielen Variablen ist dies nicht einfach zu erreichen. Wie sieht das der Praktiker?

T. Frech: Mein Ansatz war folgende Überlegung: Wir haben sehr viele Kunden, die dreis bis viermal im Jahr mit dem gleichen Produkt zu uns kommen, da musste es einen Weg geben, nicht jedes Mal alles komplett neu einzurichten und einzustellen, um in mühseligen Testläufen an die vorherige Qualität anzuknüpfen. Die Lösung war die Standardisierung. Wir wissen heute sofort, auf welchem Papier, mit welcher Farbe und auf welcher Maschine ein früherer Job gelaufen ist. Alle Parameter, die die Druckqualität beeinflussen, werden in unserem Workflow-System festgehalten, sind also nachprüfbar. Wir haben heute nachvollziehbare Daten über die vorherigen Produktionen und sparen damit eine Menge Makulatur und Rüstzeit ein, da wir die Kenndaten an den Maschinen einfach übernehmen können. Wir produzieren damit nachweisbare Qualität: Drucken ist dadurch leichter gemacht! Da gebe ich Herrn Kraushaar absolut Recht.

Dr. A. Berchtold: Kann man sich über den FOGRA-Standard hinaus Wettbewerbsvorteile über den Hausstandard verschaffen? Nach dem Motto, Branchenstandard ist Grundvoraussetzung, aber unsere Toleranzen in der Produktion sind wesentlich enger?

T. Frech: Nein, unser Hausstandard ist nicht besser oder schlechter als der von der FOGRA, er ist nur auf unser Unternehmen, unsere Arbeitsabläufe und Maschinen hin optimiert. Allerdings können wir uns von den Wettbewerbern, die nicht auf Standards setzen, und das sind sehr viele, deutlich abheben. Wenn alle Druckereien nach Standards arbeiten würden, wären wir alle austauschbar, denn dann könnte jeder Drucker die absolut gleichen Ergebnisse erzielen.

A. Kraushaar: Nun, das ist so nicht richtig, denn hier verhält es sich wie mit dem deutschen Reinheitsgebot für Bier, dem wohl ältesten Lebensmittelstandard der Welt, von 1516. Ab diesem Zeitpunkt dürfen Biere in Deutschland nur die damals aufgelisteten natürlichen Bestandteile enthalten, während in anderen Ländern selbst chemische Cocktails das Label „Bier“ tragen dürfen. Deutschland ist bis heute das Land mit der größten Menge von Biersorten und Brauereien. Für jeden Geschmack ist das Richtige dabei. Der Standard beim Bier sichert lediglich eine Mindestqualität. So verhält es sich auch im Druck. Der Standard garantiert ein Mindestmaß an Druckqualität auf einem sehr hohen Niveau, aber bietet noch Möglichkeiten einer

betriebsorientierten Optimierung, je nach „Geschmack“. Man ist damit aber nicht grundsätzlich austauschbar.

F. Beinhold: Es stellt sich hier sicherlich auch noch die Frage, ob die Druckereien, die nicht nach Standards produzieren, in zehn Jahren überhaupt noch existieren. Grundsätzlich glaube ich, dass wir hier gerade einen Kampf führen um die Wettbewerbsfähigkeit des Mediums Print. Unter Marketing-Entscheidern gibt es wohl keine Menschen mit einem Herz für den Druck. Die wollen die richtige Information zur richtigen Zeit den richtigen Menschen vor die Nase halten. Ob das mit Rauchzeichen, Internet, Fernsehen oder auf Papier geschieht ist zunächst zweitrangig. Wir versuchen, über die Standards das Medium Print konkurrenzfähig zu machen, denn das ist es nach meiner Auffassung zurzeit nicht. Auch die Agenturen müssen sich der Verantwortung stellen, die dem Wert des Mediums Print beizumessen ist. Man muss aber auch klar hinterfragen: Nach welchem Standard druckt denn meine Druckerei? Und hier finde ich die Fogra-Zertifizierungen sehr gut. Wenn mir eine Druckerei sagt und belegt, sie druckt danach, dann habe ich eine genaue Vorstellung davon, welche Qualität ich zu erwarten habe. Für mich, aus Sicht einer Agentur, ist das ein sehr wichtiges Kriterium für die Wahl einer Druckerei. Das erzeugt ein gutes Bauchgefühl.

Dr. A. Berchtold: wie lautet Ihre Prognose für Druckereien? Welchen Dienstleistungsumfang und welche Verantwortung werden sie zukünftig übernehmen müssen?

F. Beinhold: Ich mag Druckereien, die sich der Tatsache bewusst sind, dass sie am Ende der Produktionskette die Verantwortung tragen, die Dinge, die monatelang produziert wurden und viel Abstimmung mit den Kunden erfordert haben, auch tatsächlich so auf das Papier zu bringen, wie es erwartet wird. Wenn wir einen Tag für ein Fotoshooting benötigen, warten, bis die Sonne ideal steht, um dann an der Druckmaschine zu hören, „Das passt schon“, ist uns das nicht genug. Da wird in fünf Minuten über die Qualität einer Arbeit entschieden, an der viele Menschen teilweise monatelang gearbeitet haben. Das sollten Drucker nicht vergessen.

Dr. A. Berchtold: Drucken einfacher machen, was tragen denn die Hersteller dazu bei?

Dr. G. Bestmann: Der Aufwand, drucken einfacher zu machen, ist leider nicht gering. Reproduzierbare Qualität und standardisierte Arbeitsweisen bedeuten zunächst einmal Investitionen in ein Qualitätsmanagement. Das Qualitätsmanagement durchzieht dabei die gesamte Prozesskette. Prüfdruckgeräte müssen kalibriert und profiliert werden. Dazu benötigt man die entsprechende Messtechnik sowie abgestimmte Zielvorgaben. Kalibrierungen und Profile müssen regelmäßig überprüft werden. Plattenbelichter müssen linearisiert werden. Hierzu sind spezielle Messgeräte erforderlich. Lineare Platten sind häufig nicht ausreichend, um im Druck die Sollwerte der Tonwertzunahme zu erreichen. Es muss eine zusätzliche Prozesskalibrierung durchgeführt und regelmäßig überprüft werden. Die Druckmaschine benötigt Voreinstellwerte für die Farbmengen in den Farbzonen. Diese müssen aus den Farbverteilungen auf dem Druckbogen vorab ermittelt werden. Wichtig sind an dieser Stelle auch Informationen über das Papier und die Druckfarben, da auch diese die benötigte Farbmenge beeinflussen. Dann muss das „In-Farbkommen“ kontrolliert werden, um mit möglichst wenig Makulatur zu einem stabilen Zustand zu kommen. Auch hier ist wieder Messtechnik erforderlich. Im Fortdruck muss regelmäßig die gleich bleibende Qualität überprüft werden. Die durchgängige Vernetzung und der automatisierte Transport aller Parameter und Daten machen dann letztendlich das Drucken einfacher.

T. Frech: Mit Print Color Management von Heidelberg haben wir beim Druckhaus Münster erst mal festgestellt, wie unterschiedlich die verschiedenen Druckmaschinen drucken, selbst wenn sie vom gleichen Hersteller sind. Ich möchte nicht wissen, wie die Ergebnisse in Betrieben aussehen, die auf Maschinen verschiedener Hersteller produzieren, dort müssen die Unterschiede noch viel größer sein. Wir wissen heute, wo unsere Maschinen stehen, und können beim Einrichten bereits darauf achten.

A. Kraushaar: Wie sieht es denn bei Ihnen im Betrieb aus, sind die Standards auch bei den Mitarbeiter angekommen?

T. Frech: Leider noch nicht. In der Vorstufe schon sehr stark, aber im Drucksaal muss man etwas Zeit einplanen. Einige Drucker fühlen sich durch Standards und die Technik entmündigt, und hier muss man offen darüber sprechen, wo die Vorteile liegen. Die Fachleute sind aber nach wie vor wichtig,

denn wenn mir die Technik einen Streich spielt, dann muss der Drucker das auch merken.

A. Kraushaar: Das spiegelt auch unsere Erfahrungen wieder. Unsere Schwierigkeiten liegen im Drucksaal, wo die Mitarbeiter nicht so schnell auf die neue Technik und auf die Standards umdenken können oder wollen. Wir haben noch einen großen Bedarf in der Weiterbildung.

Dr. A. Berchtold: In Zukunft werden teilweise andere berufliche Fertigkeiten von den Druckern erwartet, die nicht minder anspruchsvoll sind als die bisherigen. Hier wird sich auch in der Ausbildung einiges verändern müssen. War früher eher handwerkliche Erfahrung gefragt, um ein bestimmtes Ergebnis zu erreichen, wird künftig mehr der professionelle Umgang mit ausgereifter Automatisierungs- und Messtechnik entscheidend sein.

T. Frech: ... es muss noch nicht einmal so sein, dass die Ergebnisse heute mit den Standards besser werden, aber wir können die Ergebnisse nachverfolgen. Welcher Drucker kann sich denn nach drei Monaten noch daran erinnern, welche Einstellungen er an der Maschine für einen ganz bestimmten Job vorgenommen hatte? Wie kann ich mein Ergebnis vor den Kunden belegen? Darum geht es doch. Und da helfen Standards und neueste Technik – wenn man sie beherrscht. Heute muss der Drucker in kurzer Zeit die Maschine einrüsten und mit wenigen Bogen im perfekten Druck sein. Da wird leider häufig an der Weiterbildung gespart.

A. Kraushaar: Und das kann ich nicht verstehen, die Maschinen und Produktionsmittel sind High-Tech-Geräte und teuer, aber dann steht noch ein Drucker da und dreht an den Knöpfen herum, dabei müsste das mit entsprechenden Schulungen oftmals gar nicht sein.

T. Frech: ... dann erklären Sie einem Kunden einmal einen höheren Preis, weil der Drucker auf Schulung musste. Dass die Maschinen Geld kosten und sich rechnen müssen, das verstehen der Kunde und der Drucker, der sie bezahlen muss, aber an der Schulung wird halt leider am ehesten gespart. Am falschen Ende, da gebe ich Ihnen Recht.

A. Kraushaar: Aber wenn er sieben Korrekturen bei einem Druckjob hat, um in den Druck zu gehen, dann verlieren Sie viel Zeit und

Makulaturbogen. Das zahlt Ihnen auch kein Kunde, daran denken die wenigsten Drucker. Betriebswirtschaftlich liegt hier aufs Jahr gesehen ein großes Optimierungspotenzial.

Dr. G. Bestmann: Das stimmt, wir haben bei Kunden, die Prinect Color Solutions einsetzen, also zum Beispiel das Prepress Interface und Image Control, und damit nach Standard arbeiten, ermitteln können, dass diese im Jahr zwischen einigen 10.000 und 100.000 Euro, je nach Betriebsgröße und Auftragslage, sparen können. Das sind schon ordentliche Beträge, und die Investitionen amortisieren sich relativ schnell.

T. Frech: ... das kann ich nur bestätigen, bei uns waren es circa 40.000 Euro im Jahr. Außerdem haben wir heute eigentlich keinerlei Reklamationen mehr von Kundenseite. Das spart auch Zeit für Abstimmungen und Reklamationsbearbeitungen. Die Kunden sind zufriedener usw. Das sind Vorteile, die nicht direkt messbar sind und langfristig den Erfolg sicherstellen.

Dr. A. Berchtold: einmal zertifiziert, für immer der Beste?

A. Kraushaar: Zertifizierung in Sachen Standard ist natürlich eine Momentaufnahme. Der Betrieb muss zum Zeitpunkt der Überprüfung glaubhaft versichern, dass er sich an die Standards hält und technisch sowie von dem Qualifizierungsstand der Mitarbeiter her auch dazu in der Lage ist, dies fortlaufend zu bieten. Ob dann künftig alle Jobs fehlerfrei produziert werden, kann damit nicht garantiert werden, das hängt, wie schon beschrieben, auch vom Faktor Mensch ab.

Dr. A. Berchtold: Ist es aus Sicht des Maschinenherstellers denn nicht wünschenswert, Maschinen und Produktionsketten mit möglichst wenig Schnittstellen und Einstellmöglichkeiten zu realisieren, um Fehlerquellen und Toleranzen zu minimieren?

Dr. G. Bestmann: Ich denke nicht, dass die Technik das Problem ist, mit der ist heute eine sehr gute Druckqualität erreichbar. Wichtig ist vielmehr auch ein Schulungsbedarf. Das sehen wir im Bereich Prinect Color Solutions deutlich. Der richtige Umgang mit den Kalibrierungen und Kennlinien ist das aktuelle Thema, und hier gibt es sicherlich Nachholbedarf in der Branche.

A. Kraushaar: In der Technik ist das, was Heidelberg mit dem Image Control anbietet, mit Sicherheit der richtige Weg und die Zukunft. Ich wäre schon froh, wenn die Masse der Drucker Kontrollstreifen einsetzen und diese dann auch noch auswerten würde. Von einem Ausmessen des kompletten Druckbogens, wie es Image Control anbietet, sind die meisten Drucker noch weit entfernt.

Dr. A. Berchtold: Standardisierung macht also nicht nur Sinn, wenn ich das als Fazit sagen darf, sondern kann sogar die Existenz in der Zukunft sicherstellen. Alle Unternehmen der Druckbranche sind aufgerufen, hier mehr zu tun und die Zeichen der Zeit zu erkennen, die vorhandene Technik richtig einzusetzen und auch die Qualifizierung der Mitarbeiter ernst zu nehmen.

Der Prozessstandard Offsetdruck setzt für die Beurteilung der Druckqualität ein breit gefächertes Allgemeinwissen über das Messen und Prüfen eines Druckproduktes voraus. Um Aussagen über die Qualität eines fertigen Druckergebnisses machen zu können, benötigt man außerdem noch fundierte Kenntnisse in Farbmetrik, über Farbkennzeichnungssysteme, Druckfarben und in Rastertechnologie. Nicht weniger wichtig ist dabei das Verständnis und der richtige Umgang von Messgeräten. Zu wissen, wie man die verschiedenen Messmethoden anwendet und wie deren Ergebnisse zu interpretieren sind, gehört zu den Voraussetzungen um eine Standardisierung durchführen zu können.

Aus diesem Grund setzt sich der folgende Teil dieser Arbeit mit diesen grundlegenden theoretischen Themen auseinander.

1.2 Farbe

1.2.1 Der Sehvorgang

Ein Teil der Aufgabe eines Druckers ist die visuelle Überprüfung seines fertigen Druckbogens. Für diese Kontrolle benötigt er eine genormte Lichtquelle, entweder das Tageslicht der Sonne oder genormtes künstliches Licht. Ein Teil des Lichtes fällt auf den Druckbogen und wird anschließend in Richtung des Auges des Betrachters wieder abgestrahlt, also remittiert. Das von der Lichtquelle abgestrahlte weiße Licht wird nun vom Drucker als farbig wahrgenommen. Warum wir vom remittierten Licht die Eigenschaft der Farbigkeit wahrnehmen, erfordert weitere Kenntnisse über das Licht und über die Farbempfindung.⁶

1.2.2 Das Licht

Physikalisch betrachtet ist Licht eine elektromagnetische Wellenbewegung, für deren Ausbreitung keine Materie notwendig ist. Selbst im Vakuum kann sich Licht ausbreiten. Für den Menschen sichtbares Licht hat Wellenlängen von etwa 380 bis 780 Nanometer, dabei entspricht ein Nanometer einem milliardstel Meter. An den sichtbaren Bereich angrenzend befindet sich ultraviolettes Licht von 10 nm bis 380 nm und infrarotes Licht im Bereich von 780 nm bis 1 cm.⁷ Licht, welches alle sichtbaren Wellenlängen vereinigt, wird als weiß empfunden.⁸

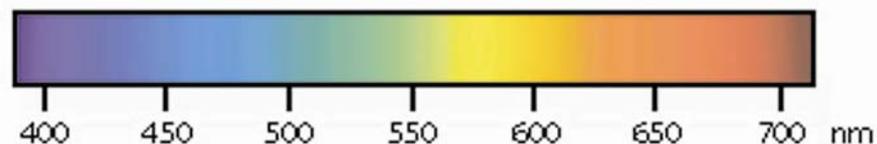


Abbildung 1: *Das Spektrum des Lichts*

Quelle: vgl. <http://www.schneiderkreuznach.com>

Stand: 25.03.2006

⁶ vgl. Ottersbach, 2005, S. 102 ff

⁷ vgl. Paasch, 2001, S. 5

⁸ vgl. Ottersbach, 2005, S. 103

1.2.3 Farbempfindung

In der Netzhaut unseres Auges befinden sich lichtempfindliche Zellen, die abhängig von den Lichtreizen unterschiedliche Signale über den Sehnerv zum Gehirn senden. Man unterscheidet grundsätzlich zwei Typen von Zellen bzw. Rezeptortypen:⁹

- Stäbchen:

Stäbchen zeichnen sich durch eine sehr hohe Lichtempfindlichkeit aus. Das bedeutet, dass bereits ein sehr schwacher Lichtreiz bzw. sehr schwache Beleuchtung ausreicht um etwas sehen zu können. Es liegt daher nahe, dass Stäbchenzellen vorwiegend für das Nachtsehen verwendet werden. Stäbchenzellen nehmen nicht die unterschiedlichen Wellenlängen wahr, sie konzentrieren sich ausschließlich auf die Intensität des auffallenden schwachen Lichts. Demzufolge können wir in der Nacht nur unbunte Farben, also Weiß, Grau und Schwarz registrieren.

- Zapfen:

Zapfen sind weniger lichtempfindlich, daher sind starke Lichtreize notwendig damit sie in Aktion treten können. Folglich leisten sie ihre Hauptaufgaben bei Tageslicht. Es werden drei Zapfenarten, je nach Reaktion auf bestimmte Wellenlängen, unterschieden. L-Rezeptoren sind auf längere Wellen im Bereich von 600 bis 700 nm spezialisiert und sind daher für unser Rotsehen verantwortlich. M-Rezeptoren reagieren im Mittelwellen-Bereich von 500 bis 600 nm und betreffen das Grünsehen. S-Rezeptoren registrieren die kurzen Wellen im Bereich von 400 bis 500 nm und kümmern sich um unser Blausehen.

Diese Zapfenarten analysieren die aufgenommen Lichtstrahlen nach der Wellenlänge und sorgen anschließend im Gehirn sowohl für die bunte als auch unbunte

⁹ vgl. Paasch, 2001, S. 5

Farbempfindung. Eine unbunte Farbempfindung innerhalb der Zapfen tritt erst dann auf, wenn Lichtreize gleiche Anteile kurzer, mittlerer und längerer Wellenlängen auftreten. Das bedeutet das ein starker Farbreiz als Weiß, ein schwächerer als Grau und ein sehr schwacher als Schwarz interpretiert wird.¹⁰

Young-Helmholtz erklärte in seiner Dreifarbentheorie, dass sämtliche Farbwahrnehmungen auf das Zusammenspiel der L, M, und R-Rezeptoren zurückzuführen sind. Seiner Theorie nach erregt Licht mit einer bestimmten Wellenlänge dieses Rezeptorensystem in unterschiedlichem Maß, wodurch ein resultierendes Aktivitätsmuster zur Wahrnehmung einer bestimmten Farbe führt.¹¹ Der Einfluss des Farbreizes auf das Rezeptorensystem wird durch drei Normspektralwertkurven beschrieben. Langwelliges Licht würde demnach sowohl den L- als auch den M-Rezeptor ansprechen. Da aber der L-Rezeptor in diesem Wellenbereich empfindlicher als der M-Rezeptor reagiert, sendet er das stärkere Signal zum Gehirn. Die Signale beider Rezeptoren lassen somit die Farbempfindung Rot entstehen.¹²

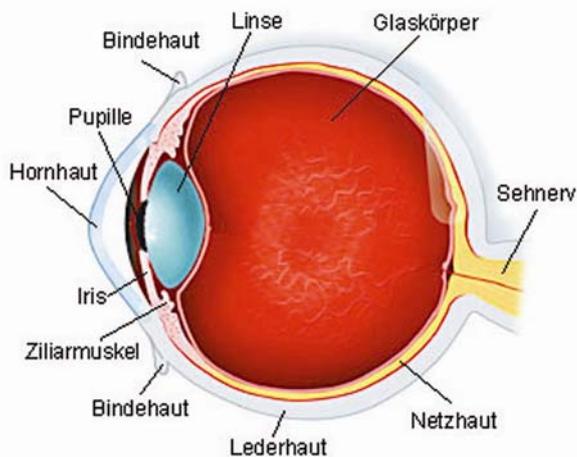


Abbildung 2: Das menschliche Auge

Quelle: <http://adm-rin-smp-lnx.sc.prevision.net>

Stand: 25.03.2006

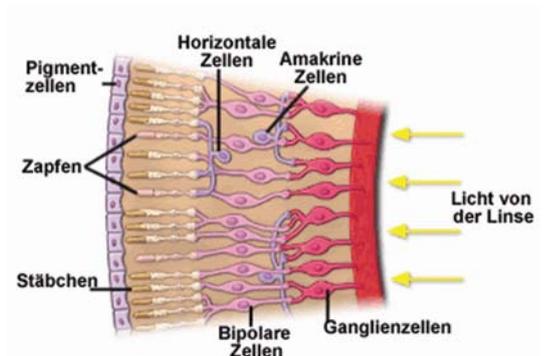


Abbildung 3: Zapfen und Stäbchen

Quelle: <http://www.mic-d.de>

Stand: 25.03.2006

¹⁰ vgl. ebenda, S. 6 ff

¹¹ vgl. Goldstein, 1997, S. 133

¹² vgl. Paasch, 2001, S. 7

1.2.4 Farbe in unserer Umwelt

Alle Dinge, Gegenstände und Lebewesen unserer Umwelt können mit dem Adjektiv „farbig“ beschrieben werden. Gewöhnlich wird Farbe in unserem Alltag wie eine physikalische Größe wie die Länge, Fläche oder Masse interpretiert. Diese Ansicht ist jedoch nicht ganz richtig. Näher betrachtet muss unterschieden werden zwischen der eigentlichen Farbempfindung, die im menschlichen Gehirn entsteht und zwischen physikalischen Eigenschaften von Gegenständen, die Farbempfindungen auslösen können. Ganz allgemein bedeutet der Begriff Farbe eine Farbempfindung die über das Auge ans Gehirn vermittelt wird. Farben von nicht-selbstleuchtenden Gegenständen und färbende Substanzen wie Druckfarbe werden zu den Körperfarben zusammengefasst, das von Selbstleuchtern und Körperfarben emittierte bzw. remittierte farbige Licht wird als Lichtfarbe bezeichnet.¹³

Um nun Körperfarben sichtbar zu machen, müssen sie von einer Lichtquelle entweder beleuchtet oder durchleuchtet werden. Das auf den Gegenstand auftreffende Licht wird teilweise reflektiert, remittiert, transmittiert und absorbiert. Abhängig von der Position der Lichtquelle und des Betrachters wird entweder das reflektierte oder das transmittierte Licht wahrgenommen. Eine rote Druckfarbe wird deshalb als rot empfunden, weil von allen Wellenlängen des sichtbaren Spektrums der langwellige Bereich remittiert wird. Genauso sieht eine blaue Folie für uns blau aus, weil sie hauptsächlich die kurzen Wellenlängen durchlässt.¹⁴

¹³ vgl. ebenda, S. 8

¹⁴ vgl. ebenda, S. 9

1.3 Farbmischung

1.3.1 Additive Farbmischung

Die additive Farbmischung ist eine Mischung von Lichtstrahlen und kann daher in einem Buch nicht gezeigt, sondern nur simuliert werden. Die Basis der additiven Farbmischung bilden die drei polychromatischen Primärfarben (Erstfarben bzw. Grundfarben) Rot (Wellenbereich: 600 bis 700 nm), Grün (Wellenbereich: 500 bis 600 nm) und Blau (Wellenbereich: 400 bis 500 nm). Die besondere Eigenschaft dieser Grundfarben ist, dass sie

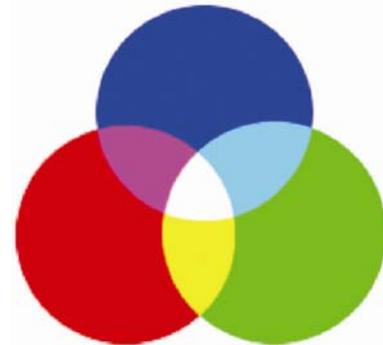


Abbildung 4: Additive Farbmischung
Quelle: <http://www.farbtipps.de>
Stand: 24.03.2006

nicht durch Mischung anderer Farben erzeugt werden können. Mischfarben, die durch Mischung zweier Primärfarben entstehen, nennt man Sekundärfarben (Zweitfarben), folglich werden Mischfarben, die durch drei Primärfarben entstehen, als Tertiärfarben (Drittfarben) bezeichnet. Mischt man gleiche Anteile der Primärfarben, so entstehen insgesamt drei Sekundärfarben und eine Tertiärfarbe.¹⁵

- Sekundärfarben:
Grün + Blau = Cyan
Rot + Blau = Magenta
Rot + Grün = Yellow
- Tertiärfarbe:
Rot + Grün + Blau = helles Unbunt (Weiß)

Mischt man ungleiche Anteile der Primärfarben so verschiebt sich das Ergebnis zu jener Primärfarbe deren Anteil größer ist. Hier nun einige Beispiele dazu:¹⁶

¹⁵ vgl. ebenda, S. 12

¹⁶ vgl. ebenda, S. 13

- Sekundärfarben:
Rot + weniger Grün = rötliches Gelb (Orange)
Rot + mehr Grün = grünliches Gelb
Rot + weniger Blau = rötliches Magenta

Es gibt daher unzählige Möglichkeiten Tertiärfarben aus ungleichen Anteilen von Rot, Grün und Blau zu erstellen. Ein Beispiel dazu:¹⁷

- Tertiärfarbe:
Rot + Grün + Blau (Grün und Blau haben gleiche aber kleinere Anteile als Rot) = Weiß mit einem Stich ins Rötliche

Die additive Farbmischung ist aber nicht nur durch Mischung polychromatischer Strahlung (jede Primärfarbe setzt sich aus mehreren Wellenlängen zusammen) sondern auch mit monochromatischen Strahlen (jede Primärfarbe enthält nur eine Wellenlänge) möglich. Die grundsätzlichen Gesetzmäßigkeiten sind in beiden Fällen dieselben. Spektralfarben sind keine Mischfarben, wie man vielleicht vermuten könnte, sondern monochromatische Lichtstrahlen. Polychromatisches Licht lässt sich mit Hilfe eines Beugungsgitters oder Prismas in seine monochromatischen Bestandteile in Form eines Spektralbandes aufspalten.¹⁸

¹⁷ vgl. ebenda, S. 13

¹⁸ vgl. ebenda, S. 12

1.3.2 Subtraktive Farbmischung

Die subtraktive Farbmischung beschäftigt sich ausschließlich mit der Mischung von Körperfarben, wie Druckfarben und Anstrichfarben. Anders als bei der additiven Farbmischung sind hier die Primärfarben Cyan, Magenta und Gelb. Dabei haben diese Primärfarben die Eigenschaft zwei primäre Lichtfarben zu reflektieren und die Dritte zu absorbieren. Der Reflexionsbereich der Farbe Cyan liegt zwischen 400 bis 600 nm, sie reflektiert also die Lichtfarben Grün und Blau. Der Absorptionsbereich liegt bei 600 nm aufwärts, die Farbe Rot wird also absorbiert. Vergleicht man die Primärfarben der subtraktiven Mischung mit den Sekundärfarben der additiven Mischung, erkennt man die Übereinstimmung.¹⁹

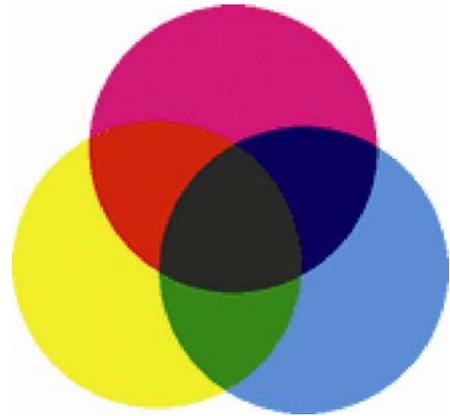


Abbildung 5: Subtraktive Farbmischung
Quelle: <http://www.der-reithmeier.de>
Stand: 24.03.2006

Folglich lässt sich festhalten, dass jede primäre Körperfarbe jene beiden Lichtfarben reflektiert, die zur Herstellung der entsprechenden Sekundärfarbe bei der additiven Mischung benötigt wird. Umgekehrt gilt nun, die Sekundärfarben der subtraktiven Farbmischung entsprechen den Primärfarben der additiven Mischung, Rot, Grün und Blau. In der subtraktiven Farbmischung ergibt das Mischen der drei Primärfarben ein dunkles Unbunt, also Schwarz. Beispiele dazu:²⁰

- Sekundärfarben:
Cyan + Magenta = Blau
Cyan + Gelb = Grün
Magenta + Gelb = Rot

¹⁹ vgl. ebenda, S. 14

²⁰ vgl. ebenda, S. 14

- Tertiärfarbe:
Cyan + Magenta + Gelb = dunkles Unbunt (Schwarz)

Cyan absorbiert hauptsächlich rotes Licht, Magenta grünes Licht. Das heißt, beide absorbieren Rot und Grün und können dann nur mehr Blau als dritte Lichtfarbe reflektieren. Kommt zur Mischung noch Gelb hinzu, so werden alle Lichtfarben absorbiert und es entsteht Schwarz.²¹

Bezogen auf die Druckfarben, wird zunächst zwischen lasierenden und deckenden (opaken bzw. lichtundurchlässigen) Farben unterschieden. Erstere wirken wie ein Farbfilter, sie lassen die Lichtstrahlen durch, werden am Bedruckstoff reflektiert und durchqueren noch einmal die lasierende Farbschicht. Mit deckenden Farben wird das Licht bereits an der Farbschicht reflektiert, das heißt man würde beim Übereinanderdruck immer nur die zuletzt aufgetragene Druckfarbe sehen. Daher ist subtraktive Farbmischung im Druck nur bei lasierenden Druckfarben möglich.²²

1.3.3 Autotypische Farbmischung

Das Wort „autotypisch“ bedeutet „gerastert“ oder „Rasterung betreffend“. Die autotypische Farbmischung verwendet dieselben Primärfarben wie die subtraktive Farbmischung. Da in der Druckpraxis die Mischung von Cyan, Magenta und Gelb kein reines unbuntes Schwarz ergibt, wird zusätzlich im Offsetdruck die Druckfarbe Schwarz dazugegeben. Im Druck werden die Rasterpunkte der drei Primärfarben teils lasierend übereinander und teils

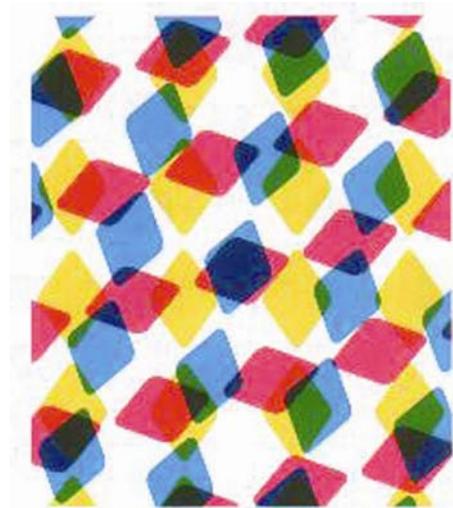


Abbildung 6: *Autotypische Farbmischung*
Quelle: Paasch, 2001, S. 16

²¹ vgl. ebenda, S. 15

²² vgl. ebenda, S. 15

nebeneinander gedruckt. Dadurch entstehen wie unten aufgelistet insgesamt acht Farben:²³

- 1) Weiß: Papier
- 2) Cyan, Magenta, Gelb
- 3) Rot, Grün, Blau (Übereinanderdruck, subtraktive Farbmischung)
- 4) Schwarz (Übereinanderdruck, subtraktive Farbmischung)

Zwar sind die aufgetragenen Farbflächen sehr sehr klein und gelegentlich sogar kleiner als die Rasterpunkte, doch das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges reicht nicht aus, um die einzelnen Farbflächen getrennt wahrnehmen zu können. Daher werden die reflektierten Lichtfarben vermischt und als einheitliche Mischfarbe interpretiert. So gesehen ist die autotypische Farbmischung eine Kombination aus additiver und subtraktiver Mischung. Die Grundregeln der autotypischen Mischung bilden jedoch die Gesetzmäßigkeiten der subtraktiven Farbmischung, da die Mischung beim Übereinanderdruck subtraktiv erfolgt.²⁴

²³ vgl. ebenda, S. 15 ff

²⁴ vgl. ebenda, S. 15 ff

1.4 Farbdimensionen

1.4.1 Buntton

Der Buntton beschreibt die Eigenschaft einer Farbe die uns Menschen dazu veranlassen, Gegenstände als Rot, Gelb, Grün etc. zu kennzeichnen. Unbunte Farben wie Weiß, Schwarz und neutrale Graus sind keine Bunttöne.²⁵ Bunttöne sind alle sichtbaren Spektralfarben, Farben mit höchster Buntheit. Für die Farbe Braun trifft die Beschreibung als Buntton nicht zu, da sich Braun aus dem Buntton Orange oder Rot unter einer geringeren Buntheit zusammensetzt.

1.4.2 Helligkeit

Ein Vergleich von zwei Farben mit gleichen Bunttönen kann eine Farbe heller als die andere erscheinen lassen. Helligkeit ist also die zweite Eigenschaft einer Farbe, anhand der sie sich von anderen Farben unterscheiden lassen kann. Bei unbunten Farben ist Helligkeit eine von insgesamt drei verschiedenen Charakteristiken bzw. Dimensionen, bei unbunten Farben ist sie die Einzige.²⁶

1.4.3 Buntheit

Grundsätzlich lassen sich bunte Farben nach ihrer Buntheit unterscheiden, ein „reines“ Rot weicht stärker von einem gleich hellen Unbunt ab, als ein Rotbraun. Demnach ist Buntheit ein Maß, für die Abweichung einer bunten zur gleich hellen unbunten Farbe.²⁷ Die Buntheit einer Farbe kann durch Beimischen einer weißen Farbe verringert werden. Dieser Vorgang nennt sich Verweißlichung. In der Praxis verwendet man aber häufiger den Begriff der Sättigung. Von hoher Sättigung ist die Rede, wenn es sich um eine wenig verweißlichte Farbe handelt. Wird die Farbe Schwarz einer bunten Farbe beigemischt, so verliert sie ebenfalls an Buntheit, man sagt die Farbe scheint als verschmutzt. Sehr bunte Farben sind zugleich sehr

²⁵ vgl. ebenda, S. 20

²⁶ vgl. ebenda, S. 21

²⁷ vgl. ebenda, S. 21

verweißlicht und verschwärzlicht. Bei weniger bunten Farben ist die Aussage schon etwas schwieriger. Farben mit geringer Buntheit können verweißlicht, verschwärzlicht oder auch beides sein. Um eine genauere Aussage treffen zu können, benötigt man die Eigenschaft der Helligkeit. Ist von zwei Farben mit gleichen Bunttönen, die eine weniger bunt und heller als die andere, so ist sie verweißlicht. Wäre sie weniger bunt aber dunkler, dann ist dies auf eine Verschwärzlichung zurückzuführen. Vergleicht man nun buntere mit einer weniger bunten Farbe aber gleicher Helligkeit, so ist die weniger bunte Farbe verweißlicht und verschwärzlicht. Verweißlichung bringt allgemein eine geringere Buntheit und höhere Helligkeit, eine Verschwärzlichung eine geringere Buntheit und geringere Helligkeit mit sich.²⁸

²⁸ vgl. ebenda, S. 21 ff

1.5 Farbkennzeichnungssysteme

Farbkennzeichnungssysteme stellen eine Hilfe dar, die unüberschaubare Anzahl von Farben in geordneten Systemen mittels Zahlen darzustellen und zu definieren.²⁹

1.5.1 Primärfarbenanteile

Farbmischungen aus drei Primärfarben bilden die Basis der Kennzeichnungssysteme. Jede Farbe kann durch unterschiedliche Anteile der Primärfarben beschrieben werden. Im Offsetdruck wird der Primärfarbbereich durch die zusätzliche schwarze Farbe erweitert. In der Praxis gibt es in Druckvorstufen CMY-Farbtafeln, in denen die Primärfarben in 10 %-Schritten von 0 % bis 100 % abgestuft werden. Daraus ergeben sich $11^3 = 1331$ Farbkombinationen. Eine Änderung der Primärfarben ändert folglich auch die Mischfarben. Bei besonders ausführlichen und umfangreichen Farbtafeln wird auch die Farbe Schwarz mitberücksichtigt. Bei autotypischen Farbmischungen spielt vor allem die Wahl des Papiers bzw. des Bedruckstoffes eine wesentliche Rolle. Wird auf Naturpapier gedruckt, kann eine Farbtafel auf glänzend gestrichenem Papier nicht als Referenz dienen.³⁰

Ähnlich ist die Situation in der additiven Farbmischung, wie sie bei Monitoren zum Einsatz kommt. Etliche Layout- und Grafik-Programme stufen die Farben, bei einer Farbtiefe von 8 Bit, in Skalen von 0 bis 255 pro Primärfarbe ein. Auch hier gibt es Farbschwankungen von Monitor zu Monitor je nach Bauart. Bei Möglichkeiten der Farbangabe, sei es bei CMYK- oder RGB-Tafeln, muss jedoch bedacht werden, dass nicht alle existierenden Farben damit dargestellt werden können, sie sind diesbezüglich unvollständig.³¹

²⁹ vgl. ebenda, S. 50

³⁰ vgl. ebenda

³¹ vgl. ebenda

Bezogen auf den Farbumfang beider Kennzeichnungssysteme lassen sich für das RGB-System die Primärfarben in 256 Stufen, also $2^8 = 256$, unterteilen, da es insgesamt drei Grundfarben sind bedeutet dies $256^3 = 16\,777\,216$ mögliche Farbkombinationen. Für das CMYK-System würden sich rechnerisch $256^4 = 4\,294\,967\,296$ Kombinationen ergeben. Üblicherweise werden aber Druckfarben in Prozent-Abstufungen angegeben, von 0% bis 100%, somit würden sich weiterhin rechnerisch $101^4 = 104\,060\,401$ Kombinationen ergeben. Theoretisch wäre daher der CMYK-Farbraum größer als der RGB-Farbraum. Es sind aber dabei viele doppelte Farbkombinationen beinhaltet sodass zwar die Anzahl der Kombinationen bei CMYK größer ist, die Anzahl der unterschiedlichen Farben gegenüber RGB ist aber kleiner. Folglich ist also der CMYK-Farbumfang kleiner als der von RGB.³²

1.5.2 Farbmustersysteme

Hierbei handelt es sich um Farbkennzeichnungssysteme die im Offsetdruck für Sonderfarben bzw. Schmuckfarben verwendet werden. Die durch Nummern gekennzeichneten Farben sind in einem Farbfächer zusammengefasst oder in einem Farbmusterbuch definiert. Ein in Deutschland weit verbreitetes Farbmustersystem ist das HKS-System, welches vom



Abbildung 7: HKS-Farbfächer

Quelle: <http://www.farbkarten-shop.de>

Stand: 25.03.2006

Druckfarbenhersteller Hostmann-Steinberg, K+E und dem Künstlerfarbenhersteller Schmincke entwickelt wurde. Dieses System besteht aus neun Grundfarben, durch Hinzumischen von Mischweiß bzw. -schwarz entstehen weitere 77 Druckfarben. Diese Farben können fertig gemischt gekauft werden oder man stellt seine Farbe nach den Rezepten die

³² vgl. <http://www.filmscanner.info>, 18.06.2006

auf den Farbfächern niedergeschrieben sind selbst her. Die Farbauswahl des HKS-Systems ist aber nicht nur auf diese 86 Farben beschränkt, durch Aufhellen bzw. Rastern der Farbe und durch selbst erstellte Eigenmischungen lässt sich der Farbsatz weiter ausbauen. Je nach Papierstoffklasse teilt man die Farben in vier HKS-Reihen ein. K („Kunstdruck“) steht für gestrichene Papiere, N für Naturpapiere, E für Endlosdruck und Z für den Zeitungsdruck. Die Farben für N, E und Z wurden über entsprechende Rezepturen so gut wie möglich den K-Farben angenähert. Die Kennzeichnung erfolgt über die Angabe der HKS-Nummern und des Flächendeckungsgrades.³³

Pantone hingegen, ein Farbsystem aus den USA, ist mit seinen 1000 Farben aus 14 Grundfarben um einiges umfangreicher als das HKS-System. Auch international ist das Pantone-Farbsystem gut vertreten, in Deutschland konnte es sich aber erst in den letzten Jahren behaupten.³⁴

Ein weiteres Farbsystem startete 1927 mit zunächst insgesamt 40 Farben, das sogenannte RAL-Farbsystem. Diese Farbsammlung des Deutschen Instituts für Gütesicherung e.V. konnte später auf 200 Farben erweitert werden und liegt als Sammlung halbmatter und hochglänzender Farben vor. Die Kennzeichnung erfolgt mittels vierstelligen Nummern und Zusatznamen. Den Ursprung fand dieses Mustersystem in den Anstrichfarben und ist vor allem im Siebdruck in Verwendung. Im Großen und Ganzen handelt es sich bei den HKS-, Pantone-, oder RAL-Farbsystemen um stark eingeschränkte und unvollständige Farben. Weiters sind sie untereinander nicht kompatibel, sodaß einer HKS-Farbnummer nicht die dazu passende Pantone- oder RAL-Farbe entnommen werden kann. Eine Umwandlung sehr bunter HKS-, Pantone- oder RAL-Farben in CMYK-Farbwerte scheitert ebenfalls an der begrenzten Anzahl der Skalenfarben. Lediglich eine visuelle Annäherung ist möglich.³⁵

³³ vgl. Paasch, 2001, S. 52 ff

³⁴ vgl. ebenda, S. 53

³⁵ vgl. ebenda, S. 53 ff

Die bisher beschriebenen Farbkennzeichnungssysteme bauen auf technischen Vorschriften auf, wie bestimmte Licht- oder Körperfarben erzeugt werden. Sie sind unvollständig und niemals ganz eindeutig. Abhängig von Bedruckstoff und Monitor empfinden wir Menschen gleiche Farben als unterschiedlich. Ein weiterer Nachteil dieser Systeme sind die empfindungsmäßigen Ungleichabstände zwischen benachbarten Farben. Unterschiede zwischen Farben werden nicht gleich stark empfunden. Ein Kennzeichnungssystem welches vollständig, eindeutig und empfindungsmäßig gleichabständig sein soll, würde dem Farbempfinden des Menschen am nächsten kommen. Wir Menschen nehmen im Schnitt bis zu 2 Millionen unterschiedliche Farben wahr und um so ein System adaptieren zu können, müssen auch die Hauptkriterien des menschlichen Farbsehens wie Buntton, Buntheit und Helligkeit mit numerischen Skalen beschrieben werden können. Ansätze dazu bieten empfindungsmäßige Systeme.³⁶

1.5.3 Empfindungsmäßige Systeme

Das am häufigsten verbreitete System ist das vom amerikanischen Maler Albert Henry Munsell entwickelte Munsell-System. Sein Color-Atlas unterscheidet die Farben nach den drei Dimensionen Hue (Buntton), Chroma (Buntheit) und Value (Helligkeit). Die vom Zentrum des Farbkreises ausgehenden Strahlen führen zu den Hauptbunttönen Red, Yellow, Green, Blue, Purple und zu den Zwischentönen Yellow-Red, Green-Yellow, Blue-Green, Purple-Blue etc. Konzentrische Kreise teilen den Farbkreis von innen nach außen in acht verschiedene Buntheitsstufen, unbunte Farben liegen im

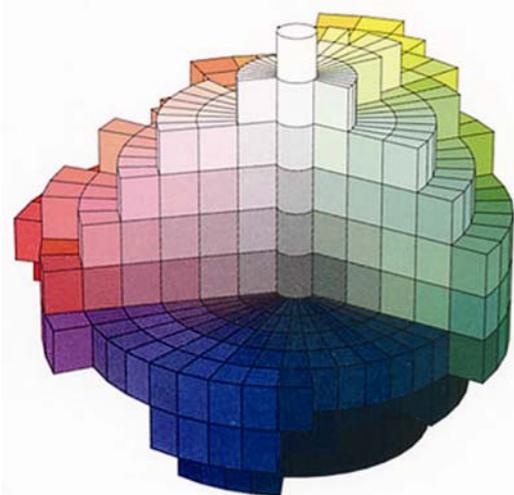


Abbildung 8: *Munsell-System*
Quelle: <http://www.diacolor.co.jp>
Stand: 22.03.2006

³⁶ vgl. ebenda, S. 54 ff

neutralen Farbkreismittelpunkt und die buntesten Farben am äußersten Kreis. Die darauf stehende Senkrechtachse ist die Value-Achse und stuft die Helligkeit von 0, theoretisch absolutes Schwarz, bis 10, theoretisch absolutes Weiß, ein. In der Praxis sind aber ausschließlich Werte von 1 bis 9 erreichbar. Aus den insgesamt 40 Bunttönen, acht Buntheitsstufen und neun Helligkeitsstufen ergeben sich 2880 theoretisch verschiedene bunte Farben. Diese Form der Farbkennzeichnung trägt jedoch die Problematik mit sich, dass nicht alle Farben in jedem Farbmusterbuch gleich sind. Eine Kennzeichnung einer Körperfarbe anhand so eines Farbmusters erfolgt durch den visuellen Vergleich. Bedenkt man aber, dass mit der Auflage des Munsell-Farbsystems von 1976 insgesamt 2 Millionen verschiedene Körperfarben mit 1452 bzw. 1277 Farbmustern für glänzend gestrichenes bzw. matt gestrichenes Papier verglichen werden müssen wird klar, dass es häufig zu ungenauen Farbübereinstimmungen kommen wird.³⁷

1.5.4 Nicht-empfindungsmäßige Systeme

Ähnlich wie das HKS-System baut auch das HSB-System auf drei Komponenten auf. Hue (Bunnton), Saturation (Sättigung) und Brightness (Helligkeit). Da diese Farbkennzeichnung in mehreren Programmen vertreten ist und von diesen verschieden interpretiert wird, beschränkt sich die Arbeit im Folgenden auf die Handhabung bei Adobe Photoshop. Dieses Programm errechnet die jeweiligen H-, S-, B-Werte durch entsprechende Umrechnung von den RGB-Werten. Die rechnerische Verbundenheit dieser beiden Farbkennzeichnungsmethoden macht sich auch in den gemeinsa-

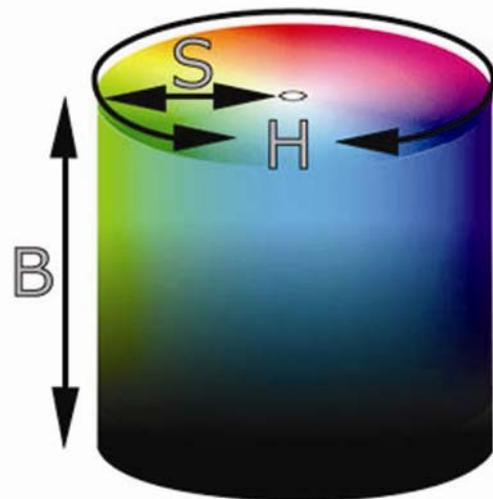


Abbildung 9: HSB-Modell
Quelle: <http://www.wobogt.de>
Stand: 22.03.2006

³⁷ vgl. ebenda, S. 55 ff

men Eigenschaften bezüglich ihrer Einschränkungen bemerkbar. So ist auch das HSB-System wie das RGB-System ein unvollständiges, nicht eindeutiges und empfindungsmäßig ungleichabständiges Farbkennzeichnungssystem.³⁸

³⁸ vgl. ebenda, S. 56 ff

1.6 Farbmatrik

Die Farbmatrik behandelt den Bereich der Farbmessung mit dem Ziel Farben eindeutig und objektiv durch die Angabe ihrer Farbwerte bestimmen zu können. Es scheint zunächst widersprüchig zu sein, menschliche Farbwahrnehmungen mittels messtechnischer Verfahren erfassen zu können, tatsächlich aber versucht Farbmatrik unsere Sinnesempfindung in Bezug auf die Farbwahrnehmung messtechnisch sowie rechnerisch modellhaft so gut wie möglich nachzuvollziehen. Grundsätzlich unterscheidet man zwei Messverfahren, das Spektral- und Dreibereichsverfahren. Normen für die Farbmatrik setzt die internationale Beleuchtungskommission CIE, Commission International de l'Éclairage, fest.³⁹

1.6.1 Spektralverfahren

Das Spektralverfahren läuft grob erwähnt in zwei Schritten ab. Im ersten Schritt kann einerseits der spektrale Reflexionsfaktor der Körperfarbe berechnet werden.⁴⁰ Der Reflexionsfaktor ist der prozentuale Anteil des auftreffenden Lichts der direkt oder diffus reflektiert wird.⁴¹ Andererseits kann im Fall von Lichtfarben, die spektrale Strahlungsverteilung des emittierten Lichts des Selbstleuchters ermittelt werden. Im zweiten Schritt werden aus den gewonnenen Daten die Farbwerte errechnet.⁴²

Der Ablauf des Messvorganges beginnt damit, dass die Farbprobe mit einer Lichtquelle, die sich im Messgerät befindet, gleichmäßig beleuchtet wird. Das reflektierte Licht wird danach in einem 45° Winkel zum einfallenden Licht, auf einen Umlenkspiegel abgelenkt. Ein Beugungsgitter teilt danach den erhaltenen Lichtstrahl in seine einzelnen Wellenanteile auf. Diese werden in weiterer Folge von einer CCD-Zeile (Charge Coupled Device – ladungsgekoppeltes Bauelement) erfasst,

³⁹ vgl. Paasch, 2001, S. 59

⁴⁰ vgl. ebenda

⁴¹ vgl. <http://www.sunstop.at>, 20.03.2006

⁴² vgl. Paasch, 2001, S. 59

die daraus die Strahlungsintensität misst und die Lichtenergie in elektrische Spannungen umwandelt. Ein Analog-/Digital-Wandler übersetzt diese Spannungen in digitale Werte. In 10 nm-Schritten wird der gesamte spektrale Bereich ausgewertet. Die nun entstandene Remissionskurve muss über ein Programm die Werte ähnlich dem menschlichen Farbempfinden auswerten. Dazu werden die im Spektrofotometer gespeicherten Normalspektralkurven des Normalbeobachters mit der eben erzielten Remissionskurve verrechnet. Die Ergebnisse sind die drei Normfarbwerte X, Y und Z. Damit nun der Drucker mit dem Ergebnis etwas anfangen kann, werden zum Schluß die entsprechenden CIELAB (CIE-Lab)-Werte ermittelt, entweder direkt vom Messgerät oder durch einen Computer errechnet.⁴³

In der heutigen Druckpraxis sind diese Modelle von Spektrofotometern am häufigsten vertreten:⁴⁴

- 1) Techkon SP 820 lambda
- 2) Gretag Macbeth SpectroEye
- 3) Gretag SPM55
- 4) X-Rite 938

Durchaus vertreten sind auch Spektraldensitometer, die die Doppelfunktion eines Spektrofotometers sowie eines Densitometer einnehmen können, wie etwa das X-Rite 500 im Druckunternehmen Lahnsteiner.

⁴³ vgl. Rausendorff und Starke, 2004, S. 50 ff

⁴⁴ vgl. ebenda, S. 51

1.6.2 Dreibereichsverfahren

Das Dreibereichsverfahren funktioniert prinzipiell so ähnlich wie das Spektralverfahren. Eine Lichtquelle sendet Strahlen aus, diese werden nun vom Messgerät, einem Colorimeter, über drei Farbfilter, Rot, Grün, Blau aufgenommen. Dahinter befinden sich die Sensoren, die diese aufgenommene Information in Normfarbwerte X, Y, Z umwandeln. Das heißt, im Prinzip simulieren die Filter-Sensoren Kombinationen die drei Zapfenarten des menschlichen Auges und sie müssen in Ihrer spektralen Empfindlichkeit bzw. Interpretation optimalerweise den Normalspektralfunktionen entsprechen. X steht für Rot, Y für Grün und Z für Blau.⁴⁵

Die Vorteile gegenüber einem Spektralfotometer liegen in dem einfacheren Messprinzip und im günstigeren Preis. Allerdings können Colorimeter nicht mit der Messgenauigkeit eines Spektralfotometers mithalten und werden in der Praxis hauptsächlich als Monitor-Colorimeter eingesetzt.⁴⁶

1.6.3 CIE-Normfarbsystem

Das Normfarbsystem geht von drei imaginären Grundfarben X, Y, Z aus, die zusammen die Grenzen des menschlich wahrnehmbaren Farbraums festlegen sollen. Dieses Normfarbsystem basiert daher auf die Empfindlichkeitskurven der Farbrezeptoren unseres Auges und diese sind bei jedem Menschen unterschiedlich ausgeprägt. Daher hat man sich geeinigt, einen Normalbeobachter zu definieren.⁴⁷ Genau genommen unterscheidet man dabei zwei unterschiedliche Typen, da wir kleine Objekte unter einem kleinen Winkel und große Objekte unter einem größeren Winkel farblich etwas anders wahrnehmen.⁴⁸

Erster Typ ist der 2° Normalbeobachter. Unter einem 2° Gesichtsfeld wird eine runde Fläche von rund 9 mm Durchmesser in einer Entfernung von 250 mm be-

⁴⁵ vgl. <http://www.typografiker.de>, 21.03. 2006, S. 12

⁴⁶ vgl. Paasch, 2001, S. 63

⁴⁷ vgl. <http://www.heidelberg.com>, 21.03.2006, S. 38

⁴⁸ vgl. <http://www.typografiker.de>, 21.03.2006, S. 4

trachtet, der zweite Typ, der 10° Normalbeobachter sieht unter einem Gesichtsfeld von 10° ein Objekt von 44 mm Durchmesser in einer Entfernung von 250 mm. Für jeweils beide Betrachtungstypen sind eigene Normalspektralwertkurven definiert. Da nun unsere Farbinterpretation vom Licht abhängig ist, müssen auch verschiedene Normlichtarten, die unter ISO 13655 definiert sind, eingehalten werden. Mit Hilfe der Reflexionswerte und der spektralen Strahlungsverteilung der Beleuchtung werden über die entsprechenden Normalspektralwertfunktionen X, Y und Z berechnet.⁴⁹

1.6.4 CIE-Normfarbwertanteile

Der Nachteil der CIE-Normfarbwerte X, Y, Z ist die Unanschaulichkeit. Da weder Bunton noch Buntheit erkennbar sind, ist die Farbart nicht nachvollziehbar. Lediglich die Helligkeit kann mit Y herausgelesen werden, diese ist aber empfindungsmäßig nicht gleichabständig gegliedert, denn die mittlere Helligkeit auf einer Skala von 0 bis 100 würde bei 50 liegen, empfunden wird sie allerdings bei 20. Demnach wird eine andere Darstellungsform mit den Normfarbwertanteilen x und y probiert. Diese beiden Anteile beschreiben wie stark X und Y im Verhältnis zur Summe stehen. Mathematisch ausgedrückt bedeutet dies folgendes:⁵⁰

$$\begin{aligned}x &= \frac{X}{X + Y + Z} \\ \blacksquare \quad y &= \frac{Y}{X + Y + Z} \\ z &= \frac{Z}{X + Y + Z}\end{aligned}$$

Letztere Gleichung ist aber überflüssig da $x + y + z = 1$ und z nur über die Variablen x und y ausgedrückt werden kann:⁵¹

⁴⁹ vgl. Paasch, 2001, S. 63

⁵⁰ vgl. ebenda, S. 63

⁵¹ vgl. ebenda, S. 63

- $z = 1 - (x + y)$

Der Grund für diese Variablenreduktion liegt darin, dass nun eine zweidimensionale Darstellungsmöglichkeit geboten werden kann. Bekanntlich sind aber mindestens drei Farbinformationen notwendig um eine Farbdefinition eindeutig wiedergeben zu können. Mit x und y kann nur die Farbart erklärt werden. Farben gleicher Farbart, also mit gleichen x - und y -Werten, haben gleiche Bunttöne und Sättigung, könnten sich aber in ihrer Helligkeit unterscheiden. Die-

sem Gedanken folglich muss also der Y -Helligkeitswert weiterhin bestehen bleiben. Die grafische Darstellung der x - und y -Anteile nennt man die CIE-Normfarbtafel oder umgangssprachlich die „Schuhsohle“.⁵²

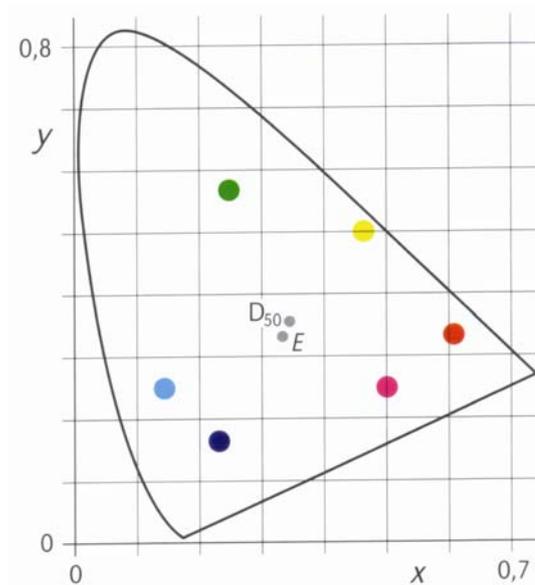


Abbildung 10: Schuhsohle

Quelle: Paasch, 2001, S.64

Charakteristische Werte in der „Schuhsohle“ sind E , der Farbwert des energiegleichen Spektrums, hier werden alle Wellenlängen mit gleicher Intensität gestrahlt, mit den Koordinaten $x = 0,333$ und $y = 0,333$. Dieser spezielle Punkt gilt bei Selbstleuchter-Farbarten als der Unbunt-Punkt. Bei den Körperfarben entspricht die Normlichtart D_{50} mit $x = 0,3457$ und $y = 0,3585$ dem Unbunt-Punkt. Vergrößert sich der Abstand vom Unbunt, so steigt auch die Sättigung. Farbarten mit der höchsten Sättigung liegen am Rand der „Schuhsohle“, maximale Sättigung wird aber von den Körperfarben nie erreicht.⁵³

Wird nun die Helligkeit Y in der Darstellungsform berücksichtigt, so entsteht aus der zweidimensionalen CIE-Normfarbtafel der dreidimensionale CIE-Farbkörper

⁵² vgl. ebenda, S. 64

⁵³ vgl. ebenda

mit einer Verjüngung nach oben. Neben der Helligkeit ist auch die Farbart nicht empfindungsmäßig gleichabständig, kleine Abstände zwischen zwei Farbarten werden beim Menschen als große Unterschiede wahrgenommen.⁵⁴

1.6.5 CIELAB

Ein wesentlicher Unterschied, den CIELAB zu den CIE-Normfarbwerten (X, Y, Z) und Normfarbwertanteilen (x, y) hat, ist die empfindungsmäßige Gleichabständigkeit. Es gibt jedoch Systeme, die dieses Kriterium weiter optimiert haben, aber CIELAB hat sich in der Medienbranche klar durchsetzen können.⁵⁵

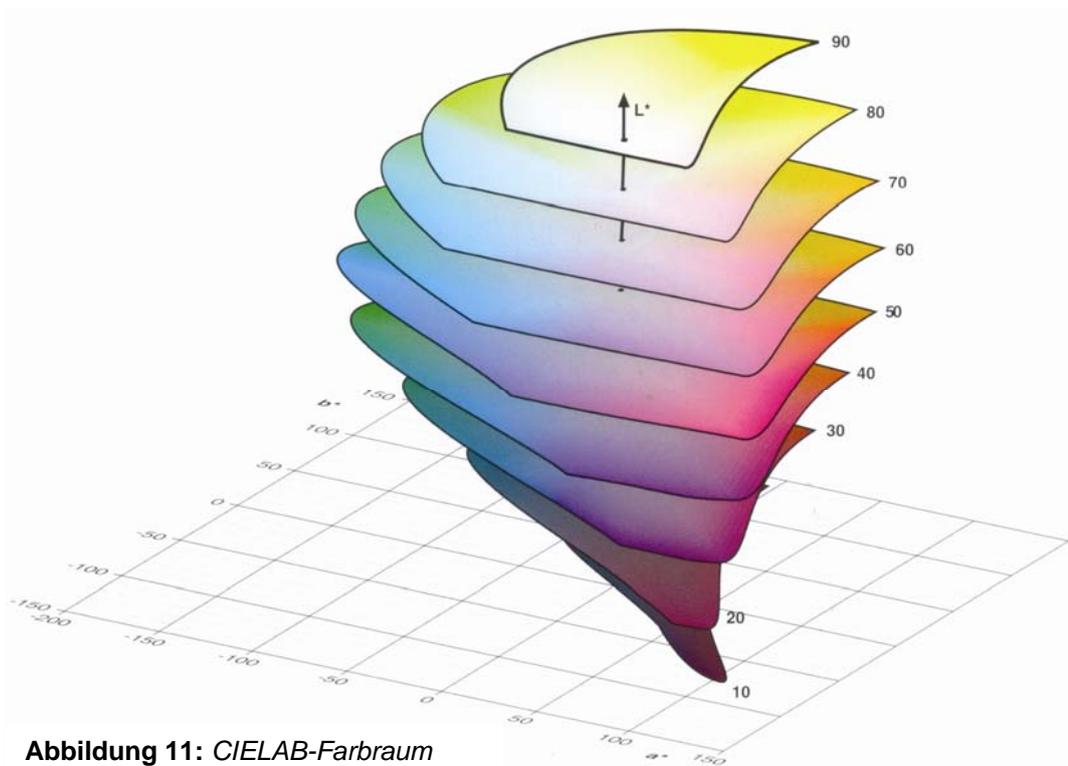


Abbildung 11: CIELAB-Farbraum
Quelle: bvdM, 2003, S. 1.2-5

Die CIELAB-Farbwerte werden rechnerisch aus den CIE-Normfarbwerten X, Y, Z ermittelt, dabei stehen a und b für den Buntton und die Buntheit. Für unbunte Farben gilt generell, a und b Wert sind 0, somit liegt der charakteristische Unbunt-

⁵⁴ vgl. ebenda, S. 65

⁵⁵ vgl. ebenda

Punkt des a-, b- Koordinatensystems im Ursprung bzw. Nullpunkt. Weiters liegen alle Farben die gleiche Bunttöne haben auf einem Strahl, der vom Nullpunkt aus weggeht. Der bedeutende Unterschied zur CIE-Normfarbtafel stellt die Erkenntnis dar, dass die Buntheit steigt, je weiter weg der Punkt vom Ursprung ist und nicht die Sättigung. Alle Farben die sich auf einem Kreis um den Unbunt-Punkt befinden, haben somit auch gleiche Buntheit.⁵⁶

Der Helligkeitswert L der von 0, absolutes Schwarz, bis 100, absolutes Weiß, gegliedert ist, besitzt als mittlere Helligkeit den Wert 50 und dieser wird auch vom Menschen dementsprechend wahrgenommen. Die L-Achse verläuft senkrecht vom Nullpunkt weg und erzeugt somit den unregelmäßig geformten dreidimensionalen CIELAB-Farbkörper. In der Literatur wird der Farbkörper häufig vereinfacht durch eine Kugel dargestellt. Ein weiterer charakteristischer Wert ist der Buntheitswert C, der dem Abstand vom Unbunt-Punkt des a-, b- Koordinatensystems entspricht:⁵⁷

- $C = \sqrt{a^2 + b^2}$

Der nächste Wert ist der Bunttonwinkel h, der den Winkel zwischen der positiven a-Achse und dem Strahl in mathematisch positiver Richtung misst. Hierbei handelt es sich um keine empfindungsmäßig gleichabständige Größe. Die allgemeine Formel für den Winkel lautet wie folgt:⁵⁸

- $h = \arctan \frac{b}{a}$

Der CIELAB-Farbabstand ΔE hingegen ist eine gleich empfindungsmäßige Größe und beschreibt, wie stark sich zwei ähnliche Farben voneinander unterscheiden.

⁵⁶ vgl. ebenda, S. 65 ff

⁵⁷ vgl. ebenda, S. 66

⁵⁸ vgl. ebenda, S. 68

Um diesen Wert berechnen zu können müssen zuvor die Differenzen der charakteristischen Werte der Farbe 1 und Farbe 2 ermittelt werden:⁵⁹

$$\Delta L = L_2 - L_1$$

$$\Delta a = a_2 - a_1$$

$$\Delta b = b_2 - b_1$$

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

Einzig wie stark sich zwei Farben unterscheiden, lässt sich durch ΔE angeben, nicht aber worin sie sich unterscheiden. Um dafür eine Antwort liefern zu können müssen der Helligkeitsbeitrag ΔL , der Buntheitsbeitrag ΔC und der Bunntonbeitrag ΔH zum Farbabstand ermittelt werden. Die einzelnen Werte berechnen sich durch folgende Formeln:⁶⁰

$$\Delta L = L_2 - L_1$$

$$\Delta C = C_2 - C_1$$

$$\Delta H = \pm \sqrt{(\Delta E)^2 - (\Delta L)^2 - (\Delta C)^2}$$

Um zu zeigen, wie anhand der Ergebnisse die Farbunterschiede interpretiert werden können, wird folglich der Farbunterschied anhand des Bunntonbeitrags ΔH erklärt.

1. Quadrant	ΔH positiv ΔH negativ	gelblicher rötlicher
2. Quadrant	ΔH positiv ΔH negativ	grünlicher gelblicher
3. Quadrant	ΔH positiv ΔH negativ	gelblicher bläulicher
4. Quadrant	ΔH positiv ΔH negativ	rötlicher bläulicher

Tabelle 1: Erklärung des Farbunterschiedes über den Bunntonbeitrag

Quelle: vgl. Paasch, 2001, S. 70

⁵⁹ vgl. ebenda, S. 69

⁶⁰ vgl. ebenda, S. 70

- Erklärung der Schreibweisen:
In der Literatur werden zum Teil auch die Größen a , b , C , L , H und E mit einem hochgestellten * gekennzeichnet. Die Angabe des Bunttonwinkels h wird üblicherweise ohne das Gradzeichen angegeben.

1.7 Densitometrie

Neben der Farbmetrik spielt auch die Densitometrie als messtechnische Grundlage für den Drucker eine im wahrsten Sinne des Wortes entscheidende Rolle in der Bewertung eines Druckbogens. Sie liefert aufschlussreiche Messergebnisse zur Farbkontrolle und -steuerung und verdient damit eine besonders ausführliche Erläuterung.⁶¹

1.7.1 Qualitätsparameter im Druck

Die Qualitätsbeurteilung eines Druckbogens ist im Wesentlichen von direkten und indirekten Einflüssen geprägt. Ein erstes Qualitätsmerkmal eines Druckes ist der Rastertonwert, der den Tonwert durch Rasterpunkte wiedergibt. Ein Tonwert lässt sich im einfachsten Fall bei einem einfarbigen unbunten Bild über eine unterschiedliche Schwärzung realisieren. Es gibt helle, mittlere und dunklere Tonwerte, der Drucker sagt dazu auch Lichter, Mitteltöne und Tiefen. Der Farbwert hingegen setzt sich aus der Druckfarbe selbst und dem Tonwert zusammen und liefert folglich helle, mittlere oder dunkle Eindrücke einer Farbe. Zusammenfassend gesagt, werden Tonwerte durch Rasterung erzeugt. Ein zweites Qualitätskriterium bildet die Farbschichtdicke. Speziell im Offsetdruck kann ein Rasterpunkt unterschiedlich dick mit einer Druckfarbe beschichtet werden und beeinflusst somit auch die Wirkung des Druckbildes. Ein nicht weniger wichtiges Qualitätsmerkmal ist auch die optische Wirkung der Druckfarbe als drittes Kriterium. Jeder Farbton löst durch sein Aussehen eine ganz individuelle Wirkung aus. Eng damit verbunden ist auch das vierte Kriterium, die optische Wirkung des Bedruckstoffes. Nicht nur das farbige Bild, sondern auch der Stoff auf dem das Bild gedruckt wird hat einen speziellen Einfluss darauf, wie es wahrgenommen wird. Davon abhängig ist zum Beispiel auch der Bildkontrast, der je nach Weißgrad des Bedruckstoffes und dem damit verbundenen Abstand zwischen hellster und dunkelster Stelle, die farbliche Wirkung mitbestimmt. Als letztes Qualitätsmerkmal sei noch die Bildschärfe erwähnt,

⁶¹ vgl. Rausendorff und Starke, 2004, S. 5

die über den Passer zustande kommt.⁶² Der Passer ist der deckungsgleiche Stand der einzelnen Farben im Mehrfarbendruck und hundertstel Millimeter entscheiden dabei über die Detailschärfe des Drucks.⁶³

Indirekte Einflüsse wirken auf direkte Einflüsse ein, zum Beispiel hängt der Rasterwert von der Art des Gummituchs, der Farbschichtdicke, der Farbwalzeneinstellung und der Viskosität der Druckfarben ab. Die Farbschichtdicke wiederum wird von den Einstellungen des Farbwerkes, der Walzenjustierung, der Farb-Feuchtmittel-Balance und von der Farbabnahme beim mehrfarbigen Übereinanderdruck beeinflusst. Neben der Bildschärfe sind aber noch der Rasterwert und die Farbschichtdicke vom Drucker direkt beeinflussbar, daher werden diese beiden Qualitätsmerkmale im Folgenden etwas näher beleuchtet.⁶⁴

1.7.2 Messmethode für Rasterwert und Farbschichtdicke

Fertige Drucke werden visuell vom Menschen betrachtet, es werden die zurückgestrahlten Lichtstrahlen vom Auge bzw. Gehirn interpretiert und ausgewertet. Es liegt daher nahe, dass sich die zu suchende Messmethode für die Farbschichtdicke und des Rasterwerts mit diesen zurückgestrahlten Lichtstrahlen auseinandersetzen muss. Ein geeignetes Hilfsmittel scheint dabei die Optik zu sein. Ein zweiter Grund für eine optische Messung wäre die geringe Farbschichtdicke im Offsetdruck von etwa 0,8 bis 1,2 mm, wonach übliche Dichtemessungen sehr zeitaufwändig und vor allem umständlich wären. Die optische Messung der Farbschichtdicke nutzt die Kenntnis, dass eine dicke Farbschicht weniger Licht zurückwirft, als eine dünne.⁶⁵

⁶² vgl. ebenda, S. 5 ff

⁶³ vgl. Rausendorff und Mellendorf, 2001, S. 34 (siehe auch Hermanies, 1995, S. 6)

⁶⁴ vgl. Rausendorff und Starke, 2004, S. 6

⁶⁵ vgl. ebenda, S. 6 ff

1.7.3 Die Wege des Lichts beim Betrachten eines Druckbogens

Ganz allgemein betrachtet, fällt entweder Sonnenlicht oder künstliches Licht auf den Druckbogen. In der Optik wird dieser Lichtstrahl mit Φ_0 bezeichnet. Ein Teil dieses Lichtstrahls wird von der Druckfarbe absorbiert indem sie zum Beispiel in eine andere Energieform wie Wärme umgewandelt wird. Ein weiterer Teil des Lichts dringt weiter ins weiße Papier vor, von wo der größte Teil wieder zurückgestrahlt wird. Allerdings erfolgt diese Rückstrahlung nicht geradlinig, also Einfallswinkel ist gleich Ausfallswinkel, sondern wird gestreut zurückgeschickt bzw. remittiert. Würden die Strahlen geradlinig zurückgestrahlt, spricht man von reflektierten Strahlen. Die remittierten Lichtstrahlen durchqueren wieder die Farbschicht und ein weiterer Teil des Lichts wird absorbiert. Das davon remittierte Strahlenbündel kann dann anschließend von einem Messgerät erfasst werden und wird in der Optik als Φ_1 bezeichnet. Der Vollständigkeit halber sollte dabei auch erwähnt werden, dass ein verschwindend kleiner Anteil des Lichts auch durch das Druckpapier hindurchgeht, man spricht dabei von einer Transmission des Lichts.⁶⁶

1.7.4 Densitometrische Messung der Farbschichtdicke

Um Rückschlüsse auf die Farbschichtdicke auf einem Druckbogen ziehen zu können müssen die beiden Lichtstrahlen Φ_0, Φ_1 miteinander verglichen werden. Mathematisch am einfachsten gelingt dies durch die Quotientenbildung. Der Faktor der sich aus dieser Rechnung ergibt ist die Opazität (Symbol: O) und ist ein Maß für die Eigenschaft eines Bedruckstoffes Licht, zu absorbieren.⁶⁷

$$\blacksquare \quad \frac{\Phi_0}{\Phi_1} = O$$

⁶⁶ vgl. ebenda, S. 7 ff

⁶⁷ vgl. ebenda, S. 8

Werden die beiden Strahlen in ihrer Stellung im Quotienten vertauscht so ergibt sich ein weiterer Faktor, die Transparenz bzw. der Transmissionsgrad (Symbol: T), der vor allem bei Durchlichtmessungen eine Rolle spielt. Φ_1 ist dabei die Stärke des hindurch gelassenen Lichts.⁶⁸

- $\frac{\Phi_1}{\Phi_0} = T$ (bei Durchlichtmessung)

Bei der Auflichtmessung ergibt dieses Ergebnis den Remissionsfaktor bzw. -grad und wird mit β symbolisiert. Φ_1 ist dabei logischerweise die Stärke des remittierten Lichtes.⁶⁹

- $\frac{\Phi_1}{\Phi_0} = \beta$ (bei Auflichtmessung)

Bezogen auf den Druckbogen lässt sich somit sagen, dass Opazität oder Remissionsgrad durchaus indirekte Messgrößen für die Farbschichtdicke sind. Je kleiner Φ_1 ist, umso kleiner ist auch der Remissionsfaktor β und dieser wird durch die Farbschicht und das Papier geprägt. Die Lichtremission gibt daher indirekt einen Hinweis auf die Farbschichtdicke.⁷⁰

1.7.5 Farbdichte

Würde man annehmen, die Lichtstärke des einfallenden Lichtstrahls auf einen Messbogen wäre $\Phi_0 = 100$ und dieser würde sich dann auf einen remittierten Lichtstrahl $\Phi_1 = 10$ und dann $\Phi_1 = 1$ reduzieren, müsste sich laut mathematischer Berechnung die Opazität von 10 auf 100 erhöhen, sich also verzehnfachen. Der Mensch bzw. unser Auge empfindet diesen Sprung aber als wesentlich kleiner und

⁶⁸ vgl. ebenda, S. 8 ff

⁶⁹ vgl. ebenda, S. 9

⁷⁰ vgl. ebenda

deshalb wendet man den dekadischen Logarithmus auf diesen Quotienten an, der dann die optische Dichte (Symbol: D) ergibt.⁷¹

- $\lg \frac{\Phi_0}{\Phi_1} = D$

Damit aber die optische Messung der Farbschichtdicke wirklich sinnvoll ist, muss das von einer Volltonfläche remittierte Licht erfasst werden, bei einer gerasterten Fläche würde das hindurch scheinende Papierweiß das Messergebnis verfälschen. Man spricht daher auch von der Vollton-Farbdichte. Diese optische Dichte verhält sich linear zur Farbschichtdicke.⁷²

1.7.6 Densitometrische Messung von Rasterdichte und Rastertonwert

Will der Drucker die Dichte in einem Rastertonfeld messen, so wird das Licht vom Bezugsweiß mit dem Licht, das von den bedruckten Stellen, also den Rasterpunkten, und den unbedruckten Stellen des Bedruckstoffes welches remittiert wird, miteinander verglichen. Mathematisch beschrieben würde das folgendermaßen aussehen:⁷³

- $D_{(Rasterfläche)} = \lg \frac{\Phi_0}{\Phi_1}$ also Referenzweiß durch Rasterpunkt und Papierweiß

Bei der autotypischen Rasterung im Offsetdruck werden die unterschiedlichen Tonwerte durch verschiedene Größen der Rasterpunkte wiedergegeben. Dabei ergibt das Verhältnis der Fläche A_g des Rasterpunktes zur Gesamtfläche A der Rasterzelle den Flächendeckungsgrad F .⁷⁴

⁷¹ vgl. ebenda

⁷² vgl. ebenda

⁷³ vgl. ebenda, S. 24 ff

⁷⁴ vgl. ebenda, S. 25

- $\frac{A_{g(\text{edeckt})}}{A} = F$

Meistens wird jedoch in der Praxis der Flächendeckungsgrad nicht in Form eines Faktors angegeben, sondern als Rastertonwert (Symbol: RTW) in Prozent.⁷⁵

- $\frac{A_g * 100}{A} = RTW \text{ in Prozent}$

Das heißt vereinfacht ausgedrückt, beide Ergebnisse geben an, wie viel Fläche vom Rasterpunkt auf der ihm zur Verfügung stehenden Fläche verdeckt wird. Setzt man jetzt umgekehrt die ungedeckte Fläche A_{ng} ins Verhältnis mit der gesamten Rasterfläche, so ergibt sich die Transparenz T .⁷⁶

- $\frac{A_{ng} * 100}{A} = T$

Man weiß nun, dass der Begriff Transparenz für Auflichtmessungen gleichzusetzen ist mit dem Remissionsfaktor β . Dabei ist Φ_0 das gesamte von der Papieroberfläche einer Rasterzelle A remittierte Licht und Φ_1 das remittierte Licht der ungedeckten Fläche A_{ng} der Rasterzelle. Mathematisch formuliert sieht das dann so aus:⁷⁷

- $\frac{\Phi_1}{\Phi_0} = \beta = \frac{A_{ng}}{A}$

⁷⁵ vgl. ebenda

⁷⁶ vgl. ebenda, S. 25 ff

⁷⁷ vgl. ebenda, S. 26

Vergleicht man nun die beiden Formeln von Beta und Transparenz miteinander, so stellt man ein Verhältnis von 1 zu 100 fest. Über mathematische Umrechnungen ergibt sich dann folgender Zusammenhang:⁷⁸

$$\frac{A_g + A_{ng}}{A} = \frac{A}{A} = 1$$

- $\frac{A_g}{A} (= F) + \frac{A_{ng}}{A} (= \beta) = 1$
- $F + \beta = 1$
- $\beta = 1 - F$

1.7.7 Aufbau und Funktionsweise eines Densitometers

Licht Φ_0 fällt von der Lampe 1 durch die Bündelungsoptik 2 und danach strahlt ein Teil des Lichtes auf die Meßvorlage 3. Der davon remittierte Lichtstrahl Φ_1 durchquert eine weitere Optik und einen Farbfilter 5. Anschließend fällt dieser Strahl auf eine Fozelle 6 und wird dort in einen elektrischen Strom umgewandelt.⁷⁹

Der andere Anteil von Φ_0 fällt parallel dazu auf ein Referenzweiß 4 und durchläuft dann eine Optik und einen Filter als $\Phi_{0'}$, bis er schließlich ebenfalls auf eine Fozelle trifft. Die beiden Lichtstrahlen Φ_1 und $\Phi_{0'}$ sammeln sich dann in einem Rechner 7 und dieser bildet daraus den Quotienten $\frac{\Phi_{0'}}{\Phi_1}$, der anschließend logarithmiert wird 8, sodass schließlich im Anzeigefeld 9 die Volltondichte $D_V = \lg \frac{\Phi_{0'}}{\Phi_1}$ ausgegeben werden kann.⁸⁰

⁷⁸ vgl. ebenda

⁷⁹ vgl. ebenda, S. 18

⁸⁰ vgl. ebenda

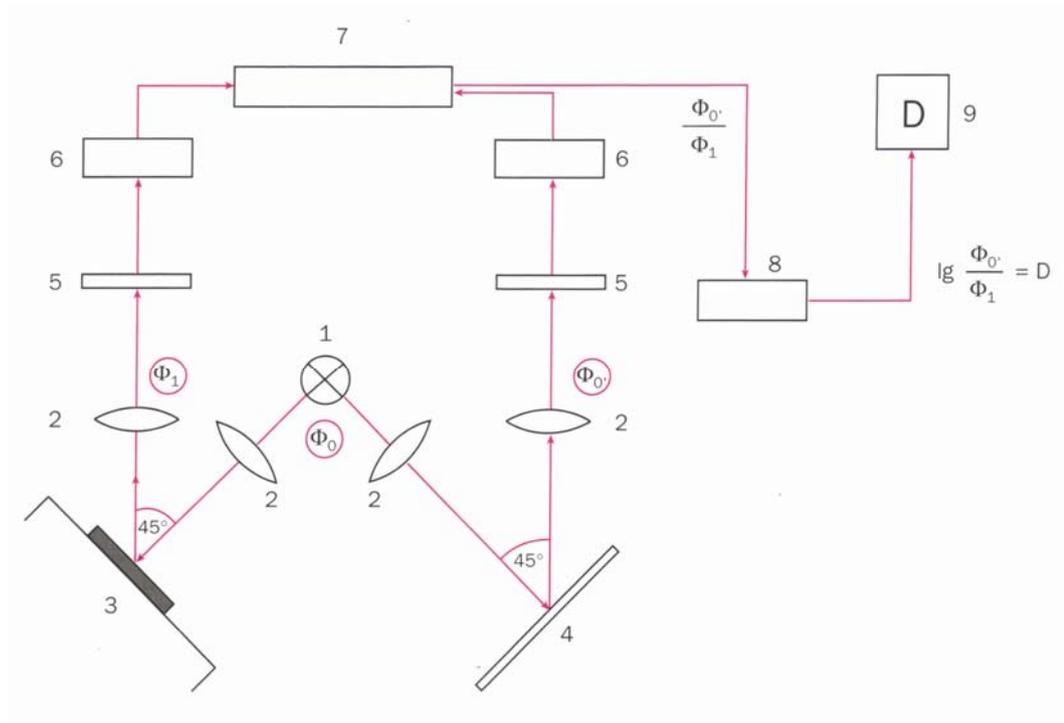


Abbildung 12: Funktionsweise des Densitometers
Quelle: Rausendorff und Starke, 2004, S. 18

Was die Bauweise von Densitometern betrifft, so ist es durchaus möglich, dass verschiedene Messgeräte durchaus voneinander abweichende Messwerte liefern können. Daher wählt man Densitometer nach DIN-Normbauweisen, z.B. DIN 16536-2 aus. Dies garantiert dem Drucker, dass Geräte verschiedener Hersteller aber gleicher Norm, annähernd die gleichen Ergebnisse erzielen.⁸¹

1.7.8 Farb- und Helligkeitsfilter im Densitometer

Damit Densitometer farbige Volltonflächen messen können, nutzt man die Kenntnis, dass alle drei Körperfarben Schwarz ergeben, also alle Wellenlängen des Lichtspektrums absorbieren. Umgesetzt wird dieses Wissen in der Art der Bauweise, sodass beim Messen der einzelnen Farben, die jeweils fehlende dritte Farbe in das remittierte Licht eingeschaltet wird und somit wieder das Spektrum vervoll-

⁸¹ vgl. ebenda, S. 19

ständig. Die fehlende Farbe wird daher auch als Komplementärfarbe bezeichnet.⁸²

Druckfarbe	Zusammensetzung	Komplementärfarbe
Cyan	Blau + Grün	Rot
Magenta	Blau + Rot	Grün
Gelb	Grün + Rot	Blau

Tabelle 2: Herleitung der Komplementärfarben

Quelle: vgl. Rausendorff und Starke, 2004, S. 12, (Tabelle 8/2)

Misst man nun zum Beispiel die Druckfarbe Magenta mit dem Densitometer, so wird automatisch der Filter Grün gewählt. Reines Magenta würde nur die blauen und roten Lichtanteile durchlassen, dies ist in der Praxis aber kaum möglich. Daher wird auch ein minimaler Grünanteil zurückremittiert, welcher dann von dem Grünfilter herausgefiltert wird. Zusätzlicher Grünanteil im remittierten Licht würde zu einer Verweißlichung der Farbe führen. Einleuchtend ist daher auch, je dünner die Farbschichtdicke ist, desto heller erscheint die Druckfarbe, da sich der Anteil der Komplementärfarbe im remittierten Licht im Verhältnis zu den anderen beiden Farbanteilen erhöhen würde. Die Intensität der herausgefilterten Komplementärfarbe wird dann gemessen. Je dicker die Farbschicht ist, desto weniger Licht wird vom Bedruckstoff remittiert, also würde sich Φ_1 verringern. Darauf aufbauend steigt also die Farbdichte kontinuierlich mit der Farbschichtdicke.⁸³ Für die schwarze Druckfarbe haben diese Messgeräte einen Visualfilter integriert, der das Messergebnis der Helligkeitsempfindung des Auges anpasst.⁸⁴

Bei der densitometrischen Messung von Schmuckfarben, also Farben die sich nicht durch Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz mischen lassen, wird immer der Farbfilter gewählt, der den höchsten Dichtewert erreicht.⁸⁵

⁸² vgl. ebenda, S. 12

⁸³ vgl. <http://www.sohnrey.de>, 08.04.2006

⁸⁴ vgl. Rausendorff und Starke, 2004, S. 14

⁸⁵ vgl. <http://www.sohnrey.de>, 08.04.2006

1.7.9 Polarisationsfilter

Nasse bzw. frische Druckbögen sind glänzend und reflektieren dadurch einen gewissen Teil des auffallenden Lichts. Würde man solche Druckerzeugnisse nun ohne Polarisationsfilter (kurz: Polfilter) messen, wären die Farbdichtewerte höher als die von einem trockenen Bogen. Der Drucker jedoch orientiert sich normalerweise immer an trockenen Referenzbögen um seine Maschine einzustellen und muss daher diese Werte sofort mit jenen von frisch gedruckten glänzenden Bögen vergleichen können. Eine Lösung dafür liefert der Polfilter, indem er die reflektierten Strahlen aussondert. Die Glanzunterdrückung wird durch die Verwendung von zwei um 90° gegeneinander verdrehte lineare

Polarisationsfilter realisiert. Polfilter 1 polarisiert das Messlicht bevor es auf den Druckbogen trifft. Polfilter 2, vor den Photozellen angeordnet, sperrt das polarisiert gebliebene von der Farboberfläche reflektierte Licht. Jene Lichtstrahlen aber, die die Farbschicht durchqueren, sind dann unpolarisiert und können ungehindert Polfilter 2 passieren und auf das Photoelement treffen. Somit wird erreicht, dass die Dichtewerte auf nassen und getrockneten Bögen nahezu unverändert bleiben.⁸⁶

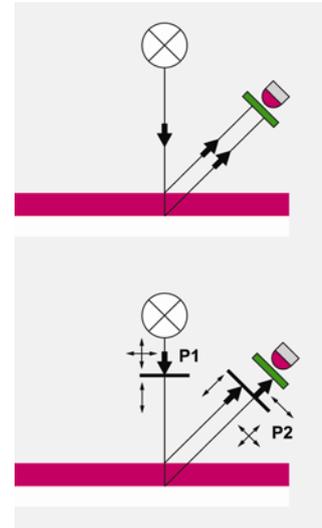


Abbildung 13: Polarisationsfilter
Quelle: <http://www.techkon.de>
Stand: 24.05.2006

⁸⁶ vgl. <http://www.techkon.de>, 24.05.2006

1.8 Der Auflagedruck

1.8.1 Die Tonwertzunahme – Gültige Sollwerte und Toleranzbereich

Eines der Hauptziele, die durch eine Standardisierung erreicht werden soll, ist die Kongruenz der Tonwertzunahmen von Andruck oder Prüfdruck und Auflagedruck. Damit dieses Ziel erreicht werden kann, wird vom jeweiligen Medien- und Druckunternehmen eine überbetriebliche Festlegung auf klar definierte Tonwertzunahmebereiche, abhängig von der Kopierart (Positiv-/Negativkopie) und Rasterfrequenz, vorausgesetzt. Darauf aufbauend wurden Praxiserfahrungen und Ergebnisse von technischen Abnahmen von 80 Druckwerken in Bogen- und Rollenoffsetdruck in allgemein gültigen Sollwert-Tabellen zusammengefasst, an denen sich Druckereien bei der Umsetzung des Prozessstandard Offsetdruck orientieren müssen. Die Werte entsprechen im Wesentlichen denen der internationalen Norm DIN ISO 12647-2.⁸⁷

Stoffklassen	Papiertyp
1	115g/m ² , Bilderdruck gestrichen glänzend
2	115g/m ² , Bilderdruck gestrichen matt
3	65g/m ² , LWC Rollenoffset
4	115g/m ² , Offset ungestrichen weiß
5	115g/m ² , Offset gelblich ungestrichen

Tabelle 3: Papiertypen

LWC ist die Abkürzung vom Englischen „Light weight coated“, und bedeutet leichtgewichtiges gestrichenes Papier.

Quelle: vgl. Rausendorff und Starke, 2004, S. 16

Tonwert	Tonwertzunahme für Stoffklasse			Tonwert für Stoffklasse		
	1 und 2	3	4 und 5	1 und 2	3	4 und 5
40	9-13-17	12-16-20	15-19-23	49-53-57	52-56-60	55-59-63
50	10-14-18	13-17-21	16-20-24	60-64-68	63-67-71	66-70-74
70	10-13-16	12-15-18	13-16-19	80-83-86	82-85-88	83-86-89
75	9-12-15	10-13-16	11-14-17	84-87-90	86-89-92	87-90-93
80	8-11-14	8-11-14	9-12-15	88-91-94	88-91-94	89-92-95

Tabelle 4: Positivkopie 60er Kreispunktraster

Quelle: vgl. Bundesverband Druck und Medien e.V., 2003, 7.1-1

⁸⁷ vgl. Bundesverband Druck und Medien e.V., 2003, 7.1-1 ff

Tonwert	Tonwertzunahme für Stoffklasse			Tonwert für Stoffklasse		
	1 und 2	3	4 und 5	1 und 2	3	4 und 5
40	15-19-23	18-22-26	21-25-29	55-59-63	58-62-66	61-65-69
50	16-20-24	18-22-26	21-25-29	66-70-74	68-72-76	71-75-79
70	13-16-19	15-18-21	16-19-22	83-86-89	85-88-91	86-89-92
75	11-14-17	12-15-18	13-16-19	86-89-92	87-90-93	88-91-94
80	9-12-15	10-13-16	11-14-17	89-92-95	90-93-96	91-94-97

Tabelle 5: *Negativkopie, 60er Kreispunktraster*

Quelle: vgl. Bundesverband Druck und Medien e.V., 2003, 7.1-1

In der Praxis ist es fast nicht möglich, immer exakt die Sollwerte einhalten zu können, deshalb wurden Toleranzfenster wie in Tabelle 6 definiert. Diese Werte haben ihre Gültigkeit aber nur dann, wenn sichergestellt ist, dass die Tonwertunterschiede der Buntfarben Cyan, Magenta und Gelb im Mittelton nicht mehr als 5 % betragen. Das bedeutet weiters bezogen auf die Farbdichte, dass der Spielraum von 0,05 im Mittelton nicht überschritten werden darf. Ein anderes Wort, das in der Praxis oft auch als Bezeichnung für den Tonwertunterschied verwendet wird, ist Spreizung. Für den Verlauf des Auflagedrucks gilt die Regel, dass der Unterschied zwischen dem Ist-Tonwert und Soll-Tonwert bei 32 % der gedruckten Auflage nicht größer sein darf wie in folgender Tabelle angegeben.⁸⁸

Tonwert	Schwankungstoleranz
40	4
50	4
70	3
75	3
80	3

Tabelle 6: *Gültige Tonwertschwankungen bei 68 % einer Auflage*

Quelle: vgl. Bundesverband Druck und Medien e.V., 2003, 7.1-2

Die Werte in Tabelle 6 resultieren aus einer statistischen Standardabweichung nach dem Prinzip der Gauß-Verteilung. Das bedeutet, dass während einer Auflage die Tonwertzunahmen im Mittelton bei 68 % der Druckbögen nicht mehr als 4 % vom Abstimmbogen abweichen dürfen. Genauso gilt aber auch, dass 95 % die 8 % Grenze nicht überschreiten dürfen. Hochqualitative Produktionen in geringen Auflagen sollten nur die Hälfte der Schwankungstoleranzen in dieser Tabelle benötigen. Dabei ist es wichtig zu beachten, dass Tonwertschwankungen während

⁸⁸ vgl. Bundesverband Druck und Medien e.V. (bvdm), 2003, 7.1-2

einer Auflage nicht mit den vorgeschriebenen Sollwerten des Standards verglichen werden, sondern mit dem angelegten Abstimmbogen.⁸⁹ Verständlich ist auch, dass man nicht immer mit Tonwertzunahmen konfrontiert wird, die sich auf einen 60er Raster beziehen, sondern etwa auf 54 l/cm oder 44 l/cm. Hierfür gibt es dann die Möglichkeit mit Hilfe der nun folgenden Abbildung die entsprechenden Werte für den 60er Raster herauszulesen.⁹⁰

1.8.2 Beeinflussung der Tonwertzunahme

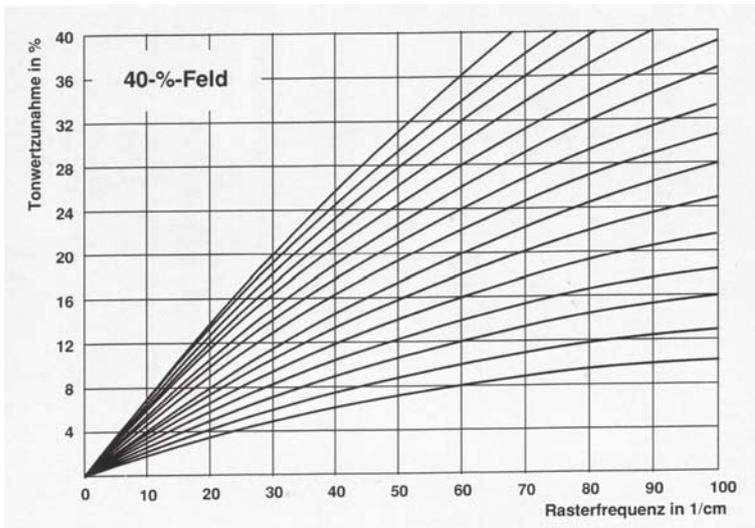


Abbildung 14: TWZ-Kurven 1
TWZ = Tonwertzunahme
Quelle: bvdM, 2003, S. 7.1-5

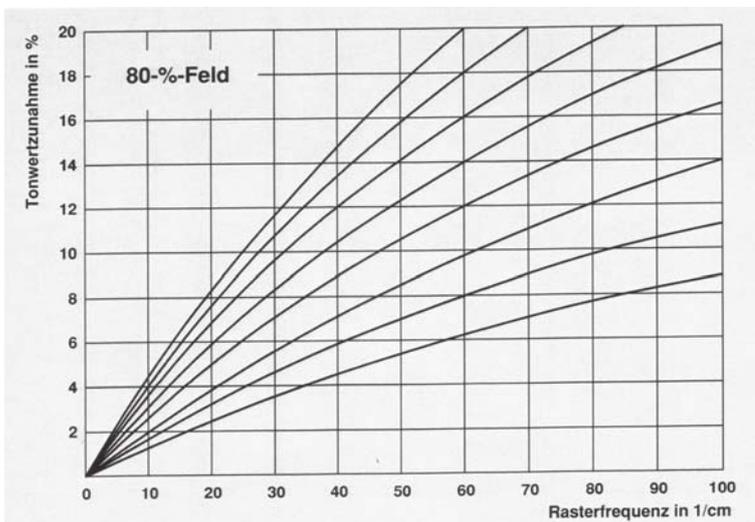


Abbildung 15: TWZ-Kurven 2
TWZ = Tonwertzunahme
Quelle: bvdM, 2003, S. 7.1-5

⁸⁹ vgl. ebenda, 7.1-6

⁹⁰ vgl. ebenda, 7.1-4

Sollte die Bandbreite der Toleranz in Tabelle 6 nicht eingehalten werden können, ist es sinnvoll sich Gedanken darüber zu machen, wodurch eine Tonwertzunahme noch beeinflusst werden kann.

Hierarchisch nach absteigender Wirksamkeit sind folgende Einflussfaktoren bekannt:⁹¹

- Einstellungen im RIP (Raster Image Process):

Ein absolutes Muss für die Prozesskontrolle ist es, in vorhersagbarerweise Tonwerte zunächst auf die Druckplatte zu bringen und entsprechend auf den Druck zu übertragen. Dafür können sogenannte Linearisierungs-Routinen im RIP dermaßen eingestellt werden, dass die Tonwertzunahme vom Datensatz zum Druck als normal betrachtet wird.⁹²

- Druckfarbe und Temperatur:

Es ist allgemein bekannt, dass zu Druckbeginn, die Temperatur der Druckfarbe identisch mit der vorherrschenden Raumtemperatur ist. Die Temperatur der Farbe steigt im Laufe des Fortdrucks stetig an und erreicht nach einer gewissen Zeit eine Gleichgewichtstemperatur, die im Bereich zwischen 36 °C und 40 °C liegt. In Dreischichtbetrieben ist es sogar möglich, dass diese einen Grenzwert erst bei 55 °C erreicht. Eine Erhöhung der Temperatur kann eine Tonwertzunahme von bis zu 8 % mit sich ziehen, deshalb wäre es durchaus sinnvoll, sogenannte Temperieranlagen zu verwenden, die zu Druckbeginn ein Aufheizen und im Betrieb ein Abkühlen der Temperatur der Farbe ermöglichen.

⁹¹ vgl. ebenda, 7.3-1 ff

⁹² vgl. ebenda, 6.3-9

- Drucktuchtyp und Pressung, Zylinderaufzüge:
Entscheidender Einflussfaktor ist hierbei die Druckbeistellung zwischen Form- und Drucktuchzylinder. Eine Erhöhung der Druckbeistellung kann eine Tonwertzunahme im Mittelton von bis 5 % verursachen. Dieser Wert schwankt aber je nach Drucktuchtyp, allgemein haben aber weiche Tücher nicht so große Auswirkungen auf die Tonwertzunahme, wie Härtere. Kombiniert man nun die Wahl des Tuches mit der Einstellung der Pressung, so ist eine Tonwertzunahme von bis 8 % im Mittelton möglich. Der Vollständigkeit halber sollte aber noch erwähnt werden, dass Tonwertübertragungen mehr zwischen Druckform und Drucktuchzylinder beeinflusst werden, als zwischen Drucktuch und Gegendruckzylinder.
- Papiertyp:
Ungestrichenes Papier hat im Vergleich zu gestrichenem Papier eine größere Saugfähigkeit und deshalb ist die Tonwertzunahme bei ungestrichenen Papieren größer, als bei Gestrichenen.⁹³
- Feuchtung:
Die Feuchtmittelführung sollte während des Fortdrucks so knapp wie möglich gehalten werden, eine Erhöhung kann zu Tonwertzunahmen von bis 4 % im Mittelton führen.
- Volltonfärbung:
Ist die Volltonfärbung im Auflagedruck innerhalb der vorgegebenen Grenzen, dann können sich Tonwertzunahmen von bis zu 3 % im Mittelton ergeben.

⁹³ vgl. Rausendorff, 1996, S. 28

1.8.3 Mittel zur Erhöhung der Tonwertzunahme

Im Folgenden sind nun mögliche Arbeitsschritte aufgelistet:⁹⁴

- 1) In Absprache mit dem Druckfarbenhersteller kann die Zügigkeit der verwendeten Farbe verringert werden, wodurch ein vollerer Druck über den gesamten Tonwertbereich ermöglicht wird. Am stärksten aber ist die Wirkung im Mittelton zu beobachten.
- 2) Tritt das Problem auf, dass in den Tiefen die Tonwertzunahme zu niedrig ist, dann ist ein möglicher Lösungsvorschlag die Erhöhung der Druckbeistellung zwischen Form- und Drucktuchzylinder.
- 3) Eine Erhöhung der Tonwertzunahme ist weiters auch über eine kurzfristige Wasserzuführung über den Optimalpunkt hinaus möglich. Dadurch wird die Druckfarbe dünnflüssiger was die Tonwertzunahme im Allgemeinen erhöht.
- 4) Ist jedoch die Tonwertzunahme allgemein über den gesamten Tonwertbereich zu niedrig, ist es sinnvoll bei CtP-Anlagen Abänderungseinstellungen im RIP vorzunehmen.

1.8.4 Mittel zur Senkung der Tonwertzunahme

Folgende Methoden führen zur Senkung:⁹⁵

- 1) Verwendet man für den Offsetdruck strengere Druckfarben, so ist im gesamten Tonwertbereich ein spitzer Druck die Folge, was eine geringere Tonwertzunahme mit sich zieht.

⁹⁴ vgl. Bundesverband Druck und Medien e.V., 2003, 7.3-3 ff

⁹⁵ vgl. ebenda, 7.3-4

- 2) Schöpft man während des Drucks die Toleranzen für die Volltondichten nach unten aus, so sind auch hier geringere Tonwertzunahmen die Folge.
- 3) Ein weiteres Mittel ist die Senkung der Wasserführung auf den Optimalpunkt knapp oberhalb der Schmiergrenze. Die Druckfarbe wird dadurch dickflüssig und geringere Tonwertzunahmen sind das Ergebnis.
- 4) Auch im RIP können die Tonwertzunahmen über entsprechende Einstellungen nach unten gesenkt werden. Das hat aber wiederum nur Sinn wenn das Tonwertzunahme-Niveau allgemein zu hoch war.

1.8.5 Volltonfärbung und Toleranzen

In der Druckpraxis hat sich schon oft die Tatsache bewahrheitet, dass eine Übereinstimmung mit den Vollton-Sollwerten nicht ausschlaggebend dafür ist, dass sich Bilder gleichen. Es ist beim Abstimmvorgang des Auflagendrucks und bei der Regelung des Fortdrucks in erster Linie auf die Einhaltung der Tonwertzunahme-Toleranzen zu achten. Prinzipiell ist die Färbung im Auflagendruck durch Vorlagen schon fix festgelegt. Sind aber keine Vorlagen vorhanden, richtet man sich meist, entsprechend dem jeweils verwendeten Papiertyp nach folgender CIELAB-Farbwert-Tabelle:⁹⁶

Papiertyp	1/2	3	4	5
Schwarze Unterlage	L/a/b	L/a/b	L/a/b	L/a/b
Schwarz	16/0/0	20/0/0	31/1/1	31/1/2
Cyan	54/-36/-49	55/-36/-44	58/-25/-43	59/-27/-36
Magenta	46/72/-5	46/70/-3	54/58/-2	52/57/2
Gelb	88/-6/90	84/-5/88	86/-4/75	86/-3/77
Rot (M+Y)	47/66/50	45/65/46	52/55/30	51/55/34
Grün (C+Y)	49/-66/33	48/-64/31	52/-46/16	49/-44/16
Blau (C+M)	20/25/-48	21/22/-46	36/12/-32	33/12/-29

Tabelle 7: CIELAB-Farbwerte bei schwarzer Unterlage

Quelle: vgl. Bundesverband Druck und Medien e.V., 2003, S. 5

⁹⁶ vgl. Bundesverband Druck und Medien e.V., 2003, 7.4-1

Papiertyp	1/2	3	4	5
Bedruckstoff-Unterlage	L/a/b	L/a/b	L/a/b	L/a/b
Schwarz	16/0/0	20/0/0	31/1/1	31/1/3
Cyan	55/-37/-50	58/-38/-44	60/-26/-44	60/-28/-36
Magenta	48/74/-3	49/75/0	56/61/-1	54/60/4
Gelb	91/-5/93	89/-4/94	89/-4/78	89/-3/81
Rot (M+Y)	49/69/52	49/70/51	54/58/32	53/58/37
Grün (C+Y)	50/-68/33	51/-67/33	53/-47/17	50/-46/17
Blau (C+M)	20/25/-49	22/23/-47	37/13/-33	34/12/-29

Tabelle 8: CIELAB-Farbwerte bei Bedruckstoff-Unterlage

Quelle: vgl. Bundesverband Druck und Medien e.V., 2003, S. 5

Der CIELAB-Farbunterschied zwischen Abstimmbogen und farbverbindlicher Vorlage bzw. den vorgeschriebenen Sollwerten darf wie in folgender Tabelle angegeben, die Toleranzen in den Volltönen nicht überschreiten.

	K	C	M	Y
Abweichung	5	5	5	5
Schwankung	4	4	4	5
	(8 % Dichte)	(8 % Dichte)	(8 % Dichte)	(8 % Dichte)

Tabelle 9: Abweichung und Toleranz zum Abstimmbogen

Quelle: vgl. Bundesverband Druck und Medien e.V., 2003, S. 6

Für die Sekundärfarben Rot, Grün und Blau sind keine Toleranzbandbreiten festgelegt, in der Praxis ist es aber üblich die Summe der Toleranzen der beteiligten Primärfarben als Richtwert heranzunehmen. Während des Auflagedrucks erfolgt die Druckmaschinensteuerung meist über die Farbdichten, da diese direkt mit der Farbschichtdicke zusammenhängen. Folglich ist auch in Tabelle 9 der entsprechende Farbdichteunterschied bezüglich des Abstimm Bogens angegeben. Im Auflagedruck kann auch mal absichtlich von den Volltondichtewerten des Abstimm Bogens abgegangen werden, wenn damit unerwünschten Tonwertzunahmen entgegengewirkt werden kann. Die 8 % Schwankungstoleranz in Tabelle 9 ist im Sinne einer statistischen Standardabweichung zu verstehen, 32 % der Auflage dürfen 8 % vom eigentlichen Wert abweichen, 5 % der Auflage dürfen außerhalb der 16 % Toleranzgrenze sein.⁹⁷

⁹⁷ vgl. ebenda, 7.4-2

Eine Voraussetzung zur Erreichung der CIELAB-Farbwerte sind Druckfarben der Norm DIN ISO 2846-1. Die Sekundärfarben allerdings können dabei verschieden ausfallen, da sie von den mechanischen Einflussfaktoren der Maschine, der Oberflächeneigenschaften des Bedruckstoffes sowie von der Lasur der Druckfarben abhängig sind. Daher kann auch nicht behauptet werden, dass eine Übereinstimmung der Primärfarben gleichzeitig zu einer Übereinstimmung der Sekundärfarben führt.⁹⁸

Zur groben Orientierung gibt der Standard vordefinierte Farbdichtewerte vor, mit denen die Färbungsbedingungen nach Tabelle 7 bzw. 8 eingehalten werden können. Sie sind aber keine verbindlichen Werte, die zwingend vom Drucker eingehalten werden müssen. Sie spielen viel eher die Rolle als hilfreiche Referenz zur Auflagenkontrolle.⁹⁹

1.8.6 Farbreihenfolge und Bildpasser

Eine Voraussetzung dafür, dass Andruck und Auflagendruck gleich ausfallen, ist die Übereinstimmung der Sekundärfarben Rot, Grün und Blau. Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch, dass die Farbreihenfolge der Buntfarben Cyan, Magenta und Gelb eingehalten wird. Die optische Erscheinung des dreifärbigen Übereinanderdrucks der Volltöne dieser Buntfarben ist ein weiteres Qualitätskriterium für den Druck. Die Farbannahme (englisch: trapping) der oben liegenden Druckfarbschicht auf der darunter liegenden Farbschicht kann gestört sein. Entweder wurde eine ungenügend dicke Farbschicht übertragen oder sie liegt ungleichmäßig, was der Drucker auch als „Perlen“ bezeichnet.¹⁰⁰

Für den Auflagendruck ist eine Farbreihenfolge Schwarz, Cyan, Magenta und Gelb üblich und auch die CIELAB-Farbwerte der Sekundärfarben müssen nach Tabelle 7 bzw. 8 eingehalten werden. Mangelndes Passen der Teilfarben ver-

⁹⁸ vgl. ebenda, 7.4-3

⁹⁹ vgl. ebenda, 7.4-4

¹⁰⁰ vgl. ebenda, 7.5-1

schlechtert die Wiedergabe von Bilddetails, feine Negativschriften können zulaufen und zwischen angrenzenden Volltönen können weiße Linien auftreten, so genannte Blitzer. Weiters gilt für den Fehlpasser zwischen zwei Teilfarben dass er nicht größer sein sollte, als die Hälfte der Rasterweite.¹⁰¹

Die Rasterweite, der Kehrwert der Rasterfrequenz, gibt die Breite der Rasterzelle an.¹⁰² Das heißt, beim 60er Raster ergeben sich $83\ \mu\text{m}$ und beim 80er Raster $62\ \mu\text{m}$ als erlaubte Passerabweichungen. Die Fehlerwirkungen beim Passer, wie Blitzer und Negativschriften, können dadurch abgeschwächt werden, dass vor dem Belichten der Farbauftrag druckverfahrengerecht überfüllt bzw. ausgespart wird.

¹⁰¹ vgl. ebenda

¹⁰² vgl. <http://de.wikipedia.org>, 25.04.2006

1.9 Die Druckfarbe

1.9.1 Bestandteile der Druckfarben

Je nach ihrer Verwendung können Druckfarben zu 30 % aus Farbmitteln, zu 10 % aus Hilfsstoffen und der Rest aus Firnissen bestehen.¹⁰³

1.9.1.1 Pigmente

Pigmente gehören zur Gruppe der Farbmittel, Oberbegriff für Farbstoffe und Farbpigmente, und regeln den färbenden Bestandteil der Druckfarbe. Farbstoffe sind dabei jene Substanzen, die gelöst in der Farbe vorliegen, also flüssig sind. Hingegen sind Farbpigmente winzige, pulverisierte farbige Teilchen die etwa 0,1 bis 0,2 tausendstel Millimeter groß sind. Ruß ist beispielsweise das Farbpigment für die schwarze Druckfarbe. Heutzutage sind die Farbpigment-Anteile sehr breit gefächert. Die DIN 55944 unterscheidet zwischen organischen und anorganischen, sowie auch zwischen natürlichen und synthetisch hergestellten Farbmitteln.¹⁰⁴

1.9.1.2 Ruß

Ruß besteht zur Gänze aus reinem Kohlenstoff, letzterer wird entweder durch eine unvollständige Verbrennung oder durch thermische Spaltung gewonnen. Bei der unvollständigen Verbrennung kommt es zu einer Verminderung der Sauerstoffzufuhr während der Verbrennung von kohlestoffhaltigen Substanzen wie Erdöl, Erdgas oder Steinkohle. Die dadurch entstehende Rußbildung ist das wichtige Endprodukt dieser Methode. Bekannte Verbrennungsverfahren sind das Flammrußverfahren, das Channel-Verfahren und das heute am meist benutzte Furnace-Verfahren. Die thermische Spaltung trennt die kohlenstoffhaltige Substanz in rei-

¹⁰³ vgl. Ottersbach, 2005, S. 120

¹⁰⁴ vgl. ebenda, S. 120 ff

nen Kohlenstoff und Wasserstoff wie es zum Beispiel bei der Explosion von Acetylen gas vorkommt.¹⁰⁵

1.9.1.3 Anorganische Bunt- und Weißpigmente

Heutzutage werden anorganische Pigmente nur mehr synthetisch hergestellt. Als Ausgangsstoffe dienen dabei hauptsächlich Metallsalze (Mineralien). Die Herstellung erfolgt dabei über einen komplexen chemischen Prozess, den sogenannten Fällungsprozess. Bunte Pigmente verlieren anders immer mehr an Nachfrage. Ihre Herstellung ist Ursache für deren enormen Schwermetallgehalt und für die damit verbundene Umweltunverträglichkeit. Organische haben die anorganischen Pigmente schrittweise verdrängt, lediglich die synthetisch anorganische Pigmentherstellung im Bereich der weißen deckenden und lasierenden Druckfarben ist noch verbreitet.¹⁰⁶

1.9.1.4 Metallpigmente

Metallpigmente zählen zur Gruppe der anorganischen Pigmente, deren winzige Metallteilchen in Firnisse eingerieben werden, um einen Metallglanzeffekt zu erzeugen. Nach der Art der Herstellung lassen sich zwei Verfahren unterscheiden. Im älteren Verfahren wird Metall geschmolzen und auf wassergekühlte Drehscheiben gegossen. In Folge dessen erstarrt nun das Metall in hauchdünne Metallplättchen, die dann anschließend zu Pulver zerstampft werden. Beim modernen Verfahren wird das Metall ebenfalls geschmolzen, aber anschließend zerstäubt. Die kleinen Metallteilchen erhärten danach zu einem körnigen Granulat, welches dann im weiteren Schritt zu Pigmenten gemahlen wird. Abhängig von der Legierung entstehen auf diesem Wege Bronze-, Silber- und Goldfarben.¹⁰⁷

¹⁰⁵ vgl. ebenda, S. 122 ff

¹⁰⁶ vgl. ebenda, S. 123 ff

¹⁰⁷ vgl. ebenda, S. 125

Ein Problem das beim Offsetdruck auftreten kann, ist ein altbekanntes Phänomen von Metallen, nämlich deren Oxidation. Der pH-Wert des Feuchtmittels kann Oxidationsprozesse der Metallpigmente auslösen und der Glanz geht damit verloren. Die Handhabung dieses Problems konnte aber in den letzten Jahren weiter verbessert werden.¹⁰⁸

1.9.1.5 Organische Farbmittel

Der Begriff Farbmittel wird hier deshalb verwendet, da viele organische Farbmittel in gelöster Form vorliegen. Druckfarbenherstellern gelang es jedoch bereits, über spezielle Verfahren Farbstoffe auch in Pigmente umzuwandeln. Organische Farbmittel werden synthetisch hergestellt. Interessant in diesem Zusammenhang ist dabei, dass leuchtende Farbpigmente über komplizierte chemische Vorgänge aus schwarzen Ausgangstoffen, wie Steinkohlenteer und Erdöl, hergestellt werden.¹⁰⁹

1.9.2 Firnisse und Trocknung

Der Firnis gibt der Druckfarbe zwei wichtige Eigenschaften. Einerseits die Flüssigkeit und andererseits die Trocknung. Eine weitere Aufgabe des Firnisses ist die Funktion als Bindemittel, indem er dafür sorgt, dass sich die Pigmente dauerhaft am Bedruckstoff binden. Mittlerweile gibt es eine Reihe verschiedener Firnisarten, deren besondere Merkmale nun erläutert werden sollen.

1.9.2.1 Leinölfirnis

Der Leinölfirnis wird aus pflanzlichem Leinöl, welches durch Pressen der Leinsamen entsteht, hergestellt. Über einen Kochprozess wird im Öl der chemische Prozess einer Polymerisation eingeleitet, wodurch sich die Einzelmoleküle zu Großmolekülen verbinden und dadurch das Öl dickflüssiger machen. Dieser Leinölfirnis

¹⁰⁸ vgl. ebenda

¹⁰⁹ vgl. ebenda, S. 125 ff

wird dann mit den Pigmenten zu einer Druckfarbe angerieben. Für die Trocknung ist dann die Oxidation, die über die Sauerstoffaufnahme des Firnisses geregelt wird, verantwortlich, daher spricht man auch von einer chemischen Trocknung. Da dieser Prozess eine lange Trocknungszeit mit sich zieht, wird der Leinölfirnis als einziges Bindemittel heutzutage kaum mehr verwendet. Eine Verkürzung der Trocknungszeit wird durch die Zugabe von speziellen Trocknungstoffen, sogenannten Sikkativen, erreicht.¹¹⁰

1.9.2.2 Alkydharze

Alkydharze sind gewissermaßen eine Alternative bzw. eine Ergänzung für pflanzliche Öle bei der Druckfarbenherstellung. Hierbei handelt es sich um künstlich hergestellte Harze, die extrem zähflüssig sind. Ihre Trocknung beruht auf demselben Prinzip, wie das des Leinölfirnisses. In der Praxis werden Alkydharze meistens gemeinsam mit Anteilen von Leinöl zusammengemischt. Je nachdem wie viele Anteile verwendet wurden, unterscheidet man zwischen mageren, mittelfetten und fetten Alkydharzen.¹¹¹

1.9.2.3 Kompositionsfirnis

Kompositionsfirnisse setzen sich aus harten und flüssigen Bestandteilen zusammen. Zu den harten Teilen gehören die sogenannten Hartharze aus den Rinden und Wurzeln von Nadelbäumen oder bernsteinartige Naturharze. Durch Zugabe von Mineralölen werden diese Harze im flüssigen Bestandteil gelöst. Das besondere an Mineralöl ist, dass es nicht trocknet und daher verleihen die geschmolzenen Hartharze dem Mineralöl bei Hitze eine dickflüssige Konsistenz. Die Trocknung am Bedruckstoff erfolgt schließlich dadurch, dass die Papierfasern und Hohlräume das Öl aufsaugen. Auf diese Weise wird es vom Harz getrennt und dieses bleibt dann im harten Zustand zurück und bindet so die Pigmente automatisch an den Bedruckstoff. Diese physikalische Art der Trocknung nennt man Wegschlagen

¹¹⁰ vgl. ebenda, S. 129 ff

¹¹¹ vgl. ebenda, S. 130 ff

und steht qualitativ gesehen hinter der oxidativen Trocknung. Wegschlagen wird hauptsächlich im Zeitungsdruck eingesetzt.¹¹²

1.9.2.4 Kombinationsfirnis

Diese Firnisse werden zumeist von den modernen Offsetdruckfarben verwendet, die, wie der Name schon vermuten lässt, die Vorteile der physikalischen und oxidativen Trocknung nutzen möchten. Hergestellt werden Kombinationsfirnisse aus natürlichem Leinölfirnis und Alkydharz. In diese mischt man anschließend verflüssigte Hartharze hinzu und erzeugt somit eine extrem dickflüssige Substanz, die oxidativ trocknen würde. Die Zugabe von Mineralöl aber sorgt dafür, dass diese Konsistenz abgeschwächt wird, sodass dann im Trocknungsprozess die Mineralölanteile weggeschlagen werden. Das Gemisch aus Leinöl und Harz mit den Pigmenten bleibt zurück und nach kurzer Zeit trocknet auch dieses Gel. Die Dickflüssigkeit dieses Gels ist ausschlaggebend für die schnelle Trocknung.¹¹³

1.9.2.5 Heat-set-Firnis

Diese Art von Firnis wird durch eine Mischung von Hartharzen und Mineralöl hergestellt und hat seinen Namen von der Art der Trocknung. Dabei handelt es sich um einen Spezialfall der physikalischen Trocknung, und zwar basiert diese nicht auf dem Wegschlagen, sondern auf Verdampfen des Mineralöls bei 250°C. Das Besondere dabei ist, dass durch diese Hitze der Glanz und die Qualität des Farbfilms verbessert werden, danach kommt es zu einer schockartigen Abkühlung. Diese Firnisart findet vor allem beim Offset-Rollenrotationsdruck Anwendung.¹¹⁴

¹¹² vgl. ebenda, S. 131 ff

¹¹³ vgl. ebenda, S. 132

¹¹⁴ vgl. ebenda, S. 132 ff

1.9.3 Lacke

Hauptgründe für Lackierungen sind der dadurch entstehende Oberflächenglanz und die Erhöhung der mechanischen Belastbarkeit des Druckproduktes. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen zwei Arten von Lackierungen. Einerseits eine Maschinenlackierung, die in eigenen dafür vorgesehenen Lackiermaschinen durchgeführt wird und andererseits eine Drucklackierung, welche in der Druckmaschine selbst durchgeführt werden kann. Bei letzterer gibt es zwei Möglichkeiten wie eine Lackierung stattfinden kann. Erstens wäre eine Lackierung, insbesondere eine Spotlackierung, über ein Farbwerk und Plattenzylinder möglich. Diese sogenannten Wasserkastenlacke ähneln dabei von der Zusammensetzung her Firnissen von Druckfarben. Zweitens, falls eine Mehrfarben-Druckmaschine über ein eigenes Lackierwerk verfügt, kann die Lackierung, im Speziellen eine Inline-Lackierung, auch auf diese Weise durchgeführt werden. Dafür werden sogenannte Dispersionslacke verwendet.¹¹⁵

1.9.3.1 Lösemittelhaltige Lacke

Solche Lacke verwenden Hartharze als Bindemittel die gelöst sind und trocknen durch Verdunstung des Lösemittels. Sie werden vorwiegend in Lackiermaschinen eingesetzt und sorgen für eine gute Haftung, hohe Kratzfestigkeit, geringe Vergilbungsneigung und für Hochglanz.¹¹⁶

1.9.3.2 Herkömmliche Drucklacke

Herkömmliche Drucklacke bestehen aus Hartharzen die mit oxidativ trocknenden Ölen und Mineralöl vermischt werden. Die Trocknung wird daher auf oxidativer und physikalischer Basis realisiert, die danach Lacke, mit geringeren Glanz und den Hang zum Vergilben entstehen lässt.¹¹⁷

¹¹⁵ vgl. ebenda, S. 141 (siehe auch Ruder, 2000, S. 50-52)

¹¹⁶ vgl. ebenda, S. 141 ff

¹¹⁷ vgl. ebenda, S. 142

1.9.3.3 Dispersionslacke

Der Aufbau dieser Lacke entspricht dem von wasserbasierenden Firnissen, die aus kleinen Harzkügelchen bestehen und von Wasser umspült werden, um eine milchige Dispersion zu bilden. Beim Auftragen auf den Bedruckstoff verkleben sich diese Harzteilchen durch Verdunstung des Wassers oder durch Wegschlagen. Dispersionslacke können als Wasserkastenlacke vollflächig eingesetzt werden oder aber auch über Lackierwerke, die eigens an der Druckmaschine angebracht sind, in Form einer Inline-Lackierung verwendet werden.¹¹⁸

1.9.3.4 UV-Lacke

Diese Lacke bestehen aus Monomeren, Prepolymeren und Fotoinitiatoren, die sich vernetzen. Die Trocknung ist vergleichsweise schnell und geschieht durch Bestrahlung. Sie setzen durchgetrocknete lacklösemittellechte Druckfarben voraus. Zwar sorgen sie für eine hohe Glanzqualität, jedoch sind die Kosten sehr hoch und es müssen spezielle Maßnahmen bei der Verarbeitung eingehalten werden, um gesundheitsgefährdende Folgen ausschließen zu können.

1.9.4 Eigenschaften und Echtheiten von Druckfarben

1.9.4.1 Konsistenz

Konsistenz beschreibt das Fließverhalten, welches hauptsächlich vom Firnis bestimmt wird. Alle Eigenschaften, die das Fließverhalten beeinflussen, werden rheologische Eigenschaften genannt. Zwei davon sind die Viskosität und Zügigkeit.¹¹⁹

¹¹⁸ vgl. ebenda, S. 142

¹¹⁹ vgl. ebenda, S. 147 ff (siehe auch Rausendorff, 2000, S. 27)

- Viskosität:
Beim Fließen der Farbe bewegen sich kleine Flüssigkeitsteilchen mit einer bestimmten Reibung aneinander vorbei. Ist die Reibung groß, so handelt es sich um eine dickflüssige, bei geringer Reibung um eine dünnflüssige Substanz. Viskosität ist also ein Maß für die innere Reibung einer Flüssigkeit.
- Zügigkeit:
Bekanntlich wird bei Offsetdruckmaschinen die Druckfarbe auf viele Walzen übertragen, indem sie sich spaltet. Dabei treten Adhäsions- und Kohäsionskräfte in Wechselwirkung. Erstere sind sogenannte Anhangkräfte die die Druckfarbe an eine andere Oberfläche, wie in diesem Fall etwa Walzen bindet. Zweitere sind Zusammenhaltskräfte, die im inneren der Farbe wirken und für deren Zusammenhalt sorgen. Bei der Spaltung ist die Adhäsionskraft größer als die Kohäsionskraft, daher reißt die Farbschicht in der Mitte auf. Die Kohäsionskraft leistet aber mehr oder weniger Widerstand, sodass sich Fäden an der Abrissstelle ziehen können. Diesen Widerstand nennt man Zügigkeit oder Tack und ist für die Klebkraft der Farbe maßgeblich verantwortlich.

1.9.4.2 Angabe der Konsistenz

Da nun die Konsistenz von Druckfarben durch die Viskosität und Zügigkeit bestimmt wird, wird sie auch durch Angabe der beiden beschrieben. Die Konsistenz bewegt sich somit innerhalb folgender vier Zustände:¹²⁰

- 1) lang (zügig) – dünn (flüssig)
- 2) lang (zügig) – dick (flüssig)
- 3) kurz – dünn (flüssig)
- 4) kurz – dick (flüssig)

¹²⁰ vgl. ebenda, S. 152

1.9.4.3 Thixotropie

Eine Druckfarbe bezeichnet man als thixotrop, wenn sie im Bewegungszustand dünnflüssiger ist als im Ruhezustand. Diese Eigenschaft ist im Normalfall bei allen Flüssigkeiten gegeben, bei Druckfarben hingegen wird diese Besonderheit noch durch Zugabe bestimmter gelartiger Füllstoffe gefördert.¹²¹

1.9.4.4 Druckhilfsmittel zur Konsistenzbeeinflussung

Ändert man bei Offsetdruckfarben die Konsistenz, so ändern sich zwangsläufig auch andere rheologische Eigenschaften mit. Eine Zugabe von Druckölen etwa bewirkt ein Herabsetzen der Viskosität, die Farbe wird dadurch etwas kürzer. Rupft eine Farbe, dann kann durch das Beimischen von gewissen Druckpasten und Druckgelees die Klebkraft der Druckfarbe vermindert werden. Weiters wird eine Farbe dickflüssiger, wenn füllstoffhaltiger Firnis beigemischt wird. Die Zügigkeit aber bleibt davon unbeeinflusst bestehen.¹²²

1.9.4.5 Echtheiten von Druckfarben

Druckerzeugnisse und Druckfarben werden oft Belastungen ausgesetzt. Außenplakate beispielsweise sind täglichen Witterungseinflüssen und Tageslicht ausgiebig ausgesetzt. Einer Druckfarbe sieht man aber nicht an, gegen welche Einflüsse sie standhalten kann. Aus diesem Grund werden auf den Farbdosen Etiketten angebracht, auf denen nach DIN 16526 spezielle Druckfarbeeigenschaften wie Lichtechtheit, Trocknungsverhalten, Deckfähigkeit, Lacklösemittelechtheit und Alkali-echtheit angegeben sind. Daher setzt sich nun der folgende Teil genauer mit diesen Echtheiten auseinander:¹²³

¹²¹ vgl. ebenda, S. 152 ff

¹²² vgl. ebenda, S. 153

¹²³ vgl. ebenda, S. 153 ff

- Lichtechtheit:

Die in Druckfarben vorhandenen Farbpigmente nehmen weißes Licht auf und verarbeiten es abhängig von ihrer Molekülstruktur. Diese Struktur kann durch diese Energieaufnahme gestört werden und führt zum Ausbleichen des jeweiligen Farbtons. Der Widerstand der Pigmente gegen diese Zerstörung nennt man Lichtechtheit und wird seit 1954 messtechnisch auch in der Druckindustrie erfasst. Das dafür notwendige Messgerät, die Wollskala, besteht aus acht Textilstreifen, wobei jeder Einzelne davon mit einem anderen Farbstoff belegt wird. Das Ausbleichverhalten dieser Farbstoffe ist bei bestimmter Lichteinwirkung bekannt und wird wie folgt definiert:

- 1) WS1: sehr gering
- 2) WS2: gering
- 3) WS3: mäßig
- 4) WS4: ziemlich gut
- 5) WS5: gut
- 6) WS6: sehr gut
- 7) WS7: vorzüglich
- 8) WS8: hervorragend

Für Außenplakate sind Druckfarben mit Lichtechtheiten ab etwa WS6 empfehlenswert, bei Packungen die nicht längere Zeit Lichtstrahlen ausgesetzt sind genügen WS5 bis WS6. Kurzlebige Druckerzeugnisse wie Prospekte oder Kataloge können mit Farben mit Lichtechtheiten von WS3 oder WS4 gedruckt werden.

- Deckfähigkeit:

Mehrfarbindrucke werden, wie bereits bekannt, mit lasierenden Druckfarben hergestellt um die gewünschten autotypischen Farbmischungen zu bekommen. Deckende Farben hingegen verhindern, dass der Lichtstrahl durch die Farbschichten dringen kann. Sie müssen daher dafür sorgen, die Strahlen an ihren Oberflächen zu remittieren. Physikalisch betrachtet fällt der Lichtstrahl abwechselnd auf Firnis und Pigmente. Ist der Brechungs-

des Winkels, bei dem ein Lichtstrahl von einem Stoff gebrochen wird, des Firnisses ähnlich groß, wie bei den Pigmenten, so durchdringt der Strahl nahezu ohne gröbere Ablenkung die Druckfarbe und wird dann wieder problemlos am Bedruckstoff remittiert. In diesem Fall handelt es sich um eine lasierende Druckfarbe.

Weicht jedoch der Brechungsindex des Firnisses stark von dem der Pigmente ab, so wird der Lichtstrahl immer wieder beim Eindringen stark abgelenkt und tritt bald wieder an der Oberfläche aus. Auf den Normetiketten werden lasierende Farben mit einem „l“ und deckende Farben mit einem „d“ gekennzeichnet. Zustände die dazwischen liegen werden mit „ld“, leicht deckend, bezeichnet.

- Trocknung:

Die Art und die Dauer der Druckfarbentrocknung werden ebenfalls auf den Normetiketten angegeben. Der Bezeichnung nach kann sie oxidativ oder wegschlagend sein und entweder kurz, unter fünf Stunden, normal, fünf bis 15 Stunden, oder lang, über 15 Stunden, dauern.

- Lacklösemittelechtheit:

Beim Lackiervorgang von Druckerzeugnissen kommt es zunächst zur Berührung des flüssigen Lösemittels im Lack mit der Druckfarbe am Druckbogen. Aggressive Lösemittel können zum „Ausbluten“ der Farbe führen, indem die Pigmente des Farbfilms stark angegriffen und zum Auslaufen gebracht werden. Tritt dieser Fall ein, so bezeichnet man die Druckfarbe als lacklösemittelecht. Es ist daher besonders wichtig, dass diese Besonderheit auf dem Normetikett vermerkt wird. „Sprit ja, Nitro nein“ bedeutet, dass die Farbe gegenüber alkoholhaltigen Lösemitteln, Sprit, widerstandsfähig ist, nicht aber gegen jene, die durch Nitroverbindungen aufgebaut sind. Der Lackiervorgang wird optimalerweise hierfür über Lackiermaschinen außerhalb der Druckmaschine durchgeführt. Im Gegensatz dazu können nicht lösemittelechte Druckfarben, also „Sprit nein, Nitro nein“ über eine Drucklackierung durchgeführt werden.

- Alkaliechtheit:

Diese Eigenschaft beschreibt die Widerstandsfähigkeit eines Drucks gegenüber einer Natronlauge und kann über entsprechende Prüfverfahren nach DIN 16524, Blatt 2 bestimmt und am Normetikett angegeben werden. Die Druckfarbe erhält das Prädikat „alkaliecht“ erst dann, wenn bei Kontakt einer bestimmten Konzentration von Natronlauge, aufgenommen über ein Filtrierpapier nach der Trocknung, keine Farbveränderung, kein „Ausbluten“ und kein Anfärben des Filtrierpapiers vorkommt. Alkaliechtheit spielt vor allem beim Bedrucken von Waschmittel- oder Seifenpackungen eine wesentliche Rolle.

- Weitere Echtheiten:

Abhängig davon welche Güter verpackt werden, beschreibt die DIN 16524 weitere Echtheiten und Prüfverfahren die ich nun kurz aufzählen möchte:

- 1) Seifenechtheit
- 2) Waschmittelechtheit
- 3) Käseechtheit
- 4) Speisefett-Echtheit
- 5) Paraffin- und Wachsechtheit
- 6) Gewürzechtheit
- 7) Wasserechtheit

1.10 Rasterung

1.10.1 Allgemein

Rasterung ist ein Themengebiet, das sich inhaltlich mit der Wiedergabe von Helligkeitsunterschieden auseinandersetzt. In der Fotografie können Helligkeitsabstufungen problemlos wiedergegeben werden, schwieriger ist es hingegen im Offsetdruck. Kurz gesagt, löst man im Druck dieses Problem, indem an gewissen Stellen des Papiers Farbe gedruckt wird oder nicht. Ein bisschen Farbe kann im Offsetdruck leider nicht gedruckt werden. Mit diesem Rasterungsprinzip wird im Offsetdruck versucht diese Helligkeitsunterschiede dem menschlichen Auge vorzutäuschen.

Als Raster bezeichnet man demnach kleine Punkte, die regelmäßig in einer festen vordefinierten Gitterstruktur angeordnet sind. Bei einem Schwarz-Weiß-Bild entsteht dadurch eben ein Graueindruck. Ob diese einzelnen kleinen Punkte vom menschlichen Auge erkannt werden können, hängt von deren Größe und vom Betrachtungsabstand ab. Im englischen Sprachraum wird diese Art der Rasterung als „Halftoning“ bezeichnet. Diese regelmäßigen, zumeist quadratischen Rasterstrukturen sind über einen Rasterwinkel und einer Rasterperiode, deren Kehrwert die Rasterweite bzw. Rasterfeinheit wiedergibt, definiert. Die genauen Definitionen dieser Begriffe werden im Unterkapitel behandelt.¹²⁴

Die häufigste Punktform ist der Kreis, elliptische, quadratische, rund-quadratische, rautenförmige und weitere Formen sind ebenfalls möglich. Genauso wie es unterschiedliche Punktformen zur Auswahl gibt, sind auch verschiedene Rasterstrukturen möglich. Sowohl regelmäßige als auch unregelmäßige Strukturen mit ganz speziellen Eigenschaften stehen zur Verfügung.¹²⁵

¹²⁴ vgl. <http://www.heidelberg.com>, 15.06.2006, S. 3

¹²⁵ vgl. ebenda, S. 4

1.10.2 Störende Nebeneffekte

1.10.2.1 Farbdrift und Moiré

Farbdrift entsteht, wenn man zwei gleiche Raster, die unterschiedliche Farben repräsentieren, übereinander druckt. Das Problem dabei ist, dass geringe Verschiebungen der Farbauszüge in der Druckmaschine nicht ausgeschlossen werden können. Die Verwendung von unterschiedlichen Rastern kann diesen Effekt zwar ebenso nicht verhindern, allerdings in seiner Wirkung abschwächen. Ursache für Moiré sind zwei Raster mit geringem Rasterfeinheit-Unterschied, die überlagert werden. Dadurch entstehen Schwebungen, die auch dann auftreten können wenn man beide Raster zueinander gedreht.¹²⁶

1.10.3 Begriffsdefinitionen

Damit keine Verständnisprobleme auftreten, werden hier kurz die wichtigsten Fachbegriffe näher erläutern:

- Laser- und Rasterpunkt:

Im Grunde genommen funktionieren alle Laserbelichter nach demselben Schema. Parallele Laserstrahlen tasten die Druckplatte zeilenweise ab. Dort wo die Platte belichtet werden soll, wird der Laser eingeschaltet, ansonsten bleibt er ausgeschaltet. Auf diese Weise erzeugen sehr viele kleine Laserpunkte einen Rasterpunkt.¹²⁷

- Rasterwinkel:

Raster dürfen also nicht immer horizontal verlaufen, da ansonsten kleinste Verschiebungen und Verdrehungen zu einem Moiré führen könnten, der vom Menschen als störend empfunden wird. Aus diesem Grunde werden die einzelnen Farbauszüge im Mehrfarbendruck unter einem bestimmten

¹²⁶ vgl. ebenda

¹²⁷ vgl. ebenda, S. 5

Rasterwinkel gedreht. Dabei wird die meist am wenigsten zeichnende Farbe Gelb häufig mit 0° bzw. 90° festgelegt. Die restlichen Farben Schwarz, Cyan und Magenta können demgemäß mit 45° bzw. 135° , 15° bzw. 105° und 75° belegt werden, sodass sie zueinander einen Winkelversatz von 30° haben. Durch diese Winkelungen können am besten Moiré-Effekte vermieden werden.¹²⁸

- Rasterperiode:

Die Rasterperiode wird in der Literatur auch als Rasterkonstante bezeichnet und ist der Abstand der Zentren zweier benachbarter Rasterpunkte bzw. Linien bei einem Linienraster.¹²⁹

- Rasterfrequenz:

Beim Rastern spielt die Größe einer Rasterzelle eine entscheidende Rolle. So eine Zelle mit drei mal drei dots bzw. Belichterpunkten kann neun verschiedene Graustufen beschreiben. Je mehr Belichterpunkte in einer drei mal drei dots großen Rasterzelle belegt sind, desto dunkler wird der Rasterpunkt im Druck dargestellt. Die Rasterfrequenz bzw. Rasterfeinheit gibt dabei an, wie viele Rasterzellen sich auf einer Strecke von 1 inch bzw. 1 cm befinden und wird mit Anzahl der Linien/cm bzw. Anzahl der Linien/inch angegeben. Sind vier Rasterzellen auf dieser Strecke vorhanden, so spricht man von einer Rasterfrequenz von 4 lpi. Ein 60er Raster beispielsweise ist aus 60 Rasterzellen pro cm aufgebaut und entspricht in etwa 150 lpi da 1 inch ca. 2,54 cm entsprechen. Im Gegensatz dazu beschreibt die Auflösung die Anzahl der Belichterpunkte auf einer Strecke von 1 inch, somit hätten vier Rasterzellen zu je fünf mal fünf Belichterpunkte auf einer Strecke von 1 inch eine Auflösung von 20 dpi.¹³⁰

¹²⁸ vgl. <http://weblab.uni-lueneburg.de>, 15.06.2006

¹²⁹ vgl. <http://mb-s1.upb.de>, 15.06.2006, S. 2

¹³⁰ vgl. <http://weblab.uni-lueneburg.de>, 15.06.2006

- Rasterweite:

Die Rasterweite wird oft mit der Rasterfrequenz gleichgesetzt, ist aber der Kehrwert von ihr. Sie beschreibt also die Breite einer Rasterzelle. Für eine 60er Raster würde dies eine Rasterweite von $1/60$ cm bedeuten.¹³¹

¹³¹ vgl. Hoffmann-Walbeck, 2004, S. 79

1.11 Rasterverfahren

1.11.1 Das konventionelle Raster

Eine eindeutige Definition des konventionellen Rasters kann in der Literatur nicht gefunden werden. Bezeichnete man früher, Ende der siebziger Jahre, die fotomechanischen Rastertechniken als konventionell, so wird heutzutage aufgrund der technischen Weiterentwicklung bereits die elektronische amplitudenmodulierte Rasterung als solcher bezeichnet.¹³²

Die fotomechanische Rasterung, die sich aus der manuellen Rasterung herausentwickelt hat, schuf die Basis der autotypischen Rasterung. Die Variation der Rasterpunktfäche und der konstante Abstand der Zentren der Rasterpunkte zueinander sind die charakteristischen Eigenschaften der autotypischen Rasterung. Im Zeitalter der elektronischen Rasterung verwendet man kaum noch den Ausdruck der „autotypischen Rasterung“. Anstelle dessen tritt die Bezeichnung der „amplitudenmodulierte Rasterung“.

Genauer betrachtet ist das konventionelle Raster aus sehr vielen Experimenten heraus entstanden. Sehr früh bemerkte man die Probleme der Farbdrift und der Moiré-Effekte, die beim Zusammendruck mit mehreren Farbauszügen entstehen können. Doch man fand auch heraus, dass durch entsprechende Verdrehungen der Farbraster zueinander diese Störungen fast zur Gänze gelöst werden können. Mit den Rasterwinkeln 15°, 75°, 0° und 45° für die Raster der Farben Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz konnte man die besten Druckergebnisse erzielen und man verhinderte die Nebeneffekte. Allerdings ergaben diese konventionellen Raster im Mehrfarbendruck häufig die sogenannte Offsetrosette. Je nach Anordnung der Rasterpunkte unterscheidet man zwischen einer „clear centered“-Rosette, eine Anordnung um eine weiße Fläche, und einer „dot centered“-Rosette, eine Anord-

¹³² vgl. <http://www.ipwonline.de>, 16.06.2006, S. 3

nung um einen Rasterpunkt. Von Menschen mit einem ungeschulten Auge wird dieser Effekt jedoch nicht als störend empfunden.¹³³ (siehe Abbildung 27)

1.11.2 Die elektronische Rasterung

Im Gegensatz zur fotomechanischen Rasterung wird bei der elektronischen Rasterung das Bild nicht als Ganzes belichtet, sondern zeilenweise elektronisch abgetastet und geschrieben. Neben der amplitudenmodulierten Rasterung unterscheidet man noch einen zweiten Typ, die frequenzmodulierte Rasterung. Letzteres Verfahren wird in Kapitel 1.11.3 erklärt.¹³⁴

1.11.2.1 Rationale und irrationale Raster

Die rationalen Raster gehören zu den Pionieren der elektronischen Rasterung. Diese erzeugen prinzipiell eine Pixelmatrix, die dann im Speicher eines Rechners hinterlegt wird.¹³⁵ Denkt man sich zwei Rasterzellen zu je drei mal drei möglichen Belichterpixel, die in den möglichen Winkeln zwischen 0° und 45° aufgezeichnet werden sollen, so wird klar, dass die benachbarte Zelle nur in ganzzahligen Pixeleinheiten in x- bzw. y-Richtung verschoben werden kann. Stehen nun zwei Rasterzellen normal nebeneinander, so würde dies einer 0°-Winkelung entsprechen, bei einer 45°-Winkelung würde sich die zweite Rasterzelle um drei Pixeleinheiten in y-Richtung, also nach oben, verschieben. Somit bleiben noch zwei weitere Winkelungsmöglichkeiten über, nämlich eine Verschiebung der zweiten Rasterzelle um eine Pixeleinheit und um zwei Einheiten nach oben. Demnach würden diese beiden Winkel mit $\arctan\left(\frac{1}{3}\right) = 18,4^\circ$ und $\arctan\left(\frac{2}{3}\right) = 33,6^\circ$ berechnet werden.

Daraus lässt sich nun schließen, je mehr Belichterpixel pro Rasterzelle zur Verfügung stehen, desto mehr Winkel sind möglich.¹³⁶

¹³³ vgl. <http://www.heidelberg.com>, 15.06.2006, S. 6

¹³⁴ vgl. <http://www.ipwonline.de>, 16.06.2006, S. 3

¹³⁵ vgl. <http://www.heidelberg.com>, 15.06.2006, S. 9

¹³⁶ vgl. Hoffmann-Walbeck, 2004, S. 84

Mathematisch betrachtet wird aber weiters nun klar, warum zwischen rational und irrational unterschieden wird. Eine 15° -Winkelung beispielsweise kann auch mit sehr vielen kleinen Pixeleinheiten nie genau zu 100 % erreicht werden, da $\tan(15^\circ) = 0,2679\dots$ eine irrationale Zahl ist und sich daher nicht durch einen Bruch darstellen lässt.¹³⁷

Das klassische konventionelle Raster mit den Winkeln 15° und 75° wäre also irrational. Gemäß dieser Unterscheidung zwischen rational und irrational spricht man auch von RT- (rational tangent) und IS- (irrational screening) Raster. IS-Rastersysteme haben zueinander in den drei Farben Cyan, Magenta, und Schwarz eine Winkellage von 60° , die sich vor allem positiv bei der Verwendung des elliptischen Rasterpunktes auswirkt. IS-Systeme sind keine Näherungsverfahren sondern exakte konventionelle Raster deren Qualität von keinem anderen System erreicht werden kann. Ebenfalls zu den rationalen Rastern gehört das HQS- (High Quality Screening) Raster. Er liefert eine sehr gute Annäherung an irrationale Winkel und stellt daher für jedes IS-Rastersystem das passende rationale Gegenstück dar.¹³⁸

1.11.2.2 Rasterpunktformen

Je nach Zweck wird beim Raster eine entsprechende Punktform verwendet. Rasterpunkte werden mit einem Programm generiert, welches unter anderem mit Methoden der Fuzzy Logic arbeitet. Die Einhaltung gewisser Designregeln spielt dabei ebenfalls eine sehr wichtige Rolle. Allgemein sollen Rasterpunkte aber mit einer kurzen Randlinie und somit kompakt aufgebaut sein, da in der Plattenkopie Überstrahlungseffekte und im Druck die Punktzunahmen typische Randeffekte sind. Folgende Punktformen können für alle bisher genannten Rastersysteme eingesetzt werden:¹³⁹

¹³⁷ vgl. <http://www.heidelberg.com>, 15.06.2006, S. 9

¹³⁸ vgl. ebenda

¹³⁹ vgl. ebenda, S. 39

- Elliptischer Punkt:

Diese Punktform wird auch „Smooth Elliptical“ genannt und ist vor allem für den Offsetdruck sehr empfehlenswert. Diese Punktform erscheint im Lichtertonbereich als Punkt und wird dann mehr und mehr bis zum ersten Punktschluß bei 44 % elliptisch. Danach ist die Form eher rautenförmig, bei 61 % kommt es zum zweiten Punktschluß. Danach verläuft die Form rautenförmig weiter und verformt sich schließlich bis zum Ende hin wieder elliptisch bis er wieder als Punkt endet.



Abbildung 16: *Elliptischer Punkt*

Quelle: <http://www.heidelberg.com>

Stand: 15.06.2006

- Rund-quadratischer Punkt:

Diese Form wird auch „Round-Square“ genannt und gehört zu den klassischen Punktformen für den Offsetdruck. Im Lichtertonbereich beginnt er als runder Punkt und wird dann im Verlauf zunehmend quadratisch. Um den 50% Rasterpunkt sind mehrere Punktschlüsse gegeneinander versetzt um den Tonwertsprung zu strecken und um gleichzeitig den Kontrastbereich in den Mitteltönen mittels Gradationskurven zu erhöhen. Mit dieser Rasterpunktform sind besonders glatte Verläufe möglich.

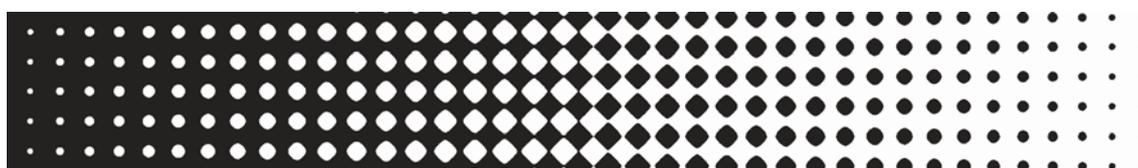


Abbildung 17: *Rund-quadratischer Punkt*

Quelle: <http://www.heidelberg.com>

Stand: 15.06.2006

- Runder Punkt:

Die Punktform „Round“ behält im gesamten Verlauf durchgehend ihre runde Form bei, einen Punktschluß gibt es bei 78 %, der aber nicht sonderlich auffallend ist, da er sowieso in den tieferen Tönen liegt. Ein Tonwertsprung wird dadurch vermieden.

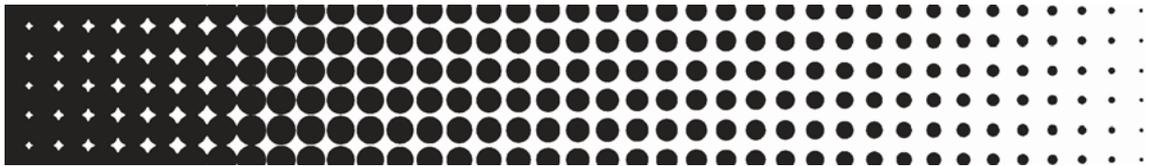


Abbildung 18: *Runder Punkt*

Quelle: <http://www.heidelberg.com>

Stand: 15.06.2006

1.11.3 Frequenzmodulierter Raster 1. Ordnung

Amplitudenmodulierte Raster zeichnen sich also dadurch aus, dass die Zentren der Rasterpunkte gleiche Abstände zueinander haben, die Größe, also Amplitude der Punkte, wird dabei durch die Anzahl der gesetzten Belichterpixel bestimmt und sind somit für deren Tonwert verantwortlich. Damit ist auch automatisch festgelegt, dass sich jeder einzelne Rasterpunkt in einer eigenen imaginären Rasterzelle befindet.¹⁴⁰

Betrachtet man nun so eine Rasterzelle beim frequenzmodulierten Raster, auch stochastisches Raster genannt, so besteht dieses aus mehreren kleineren aber gleichgroßen Punkten die willkürlich, nach einem bestimmten Algorithmus, angeordnet sind. Das heißt, beim frequenzmodulierten Raster wird der Tonwert durch die Anzahl der flächengleichen Rasterpunkte in einer Rasterzelle bestimmt. Die Algorithmen zur Generierung dieser FM-Raster werden von den Herstellern natürlich geheimgehalten.¹⁴¹

¹⁴⁰ vgl. Thomas Hoffmann-Walbeck, 2004, S. 9

¹⁴¹ vgl. ebenda, S. 88 ff

1.11.3.1 Gegenüberstellung AM- und FM-Raster

Als die Entwicklung der neuen FM-Rasterverfahren begann, wurde damit eine Diskussion über deren Vor- und Nachteile gegenüber AM-Rasterverfahren ausgelöst.

Die Vorteile der FM-Rasterung liegen ganz klar darin, dass störende Effekte wie Moiré und Rosettenmuster ausgeschlossen werden können. Hinzu kommt die deutlich bessere Detailwiedergabe durch die viel kleineren Rasterpunkte bei hoher Auflösung, sowie die dadurch gewonnenen weicheren Tonwertverläufe.¹⁴²

Die Nachteile liegen in der höheren Tonwertzunahme im Druck, sowie in der teilweisen Entstehung von Wolkigkeit von Rasterflächen durch die unregelmäßige Rasterpunktverteilung. Weiters werden in der Literatur die Forderung nach hoher Rechnerkapazität und das Fehlen einer Standardsoftware mit einheitlich festgelegten Algorithmen und Punktgrößen als weitere Nachteile beschrieben.¹⁴³

Es kann schließlich darüber philosophiert werden, ob die eben genannten Nachteile die Gründe dafür sind, dass sich die FM-Rastertechnologie noch nicht durchsetzen konnte.¹⁴⁴

Im Folgenden wird nun ein typischer FM-Raster näher beschrieben und sein Verlauf bildlich dargestellt:

¹⁴² vgl. <http://www.ipwonline.de>, 16.06.2006, S. 4

¹⁴³ vgl. ebenda

¹⁴⁴ vgl. ebenda

- Diamond Screening:

Diamond Screening gehört zur Gruppe der FM-Raster und ist vor allem durch seinen fotorealistischen Druck und seine Detailschärfe bekannt. Dieses Raster wird daher für besonders anspruchsvolle und hochqualitative Druckproduktionen verwendet. Feine Details wie zum Beispiel die Darstellung des Lautsprechergitters oder von feinen Textilstrukturen sind damit kein Problem. Die Punktformen für dieses Raster nennen sich Diamond1 und Diamond2. Letztere wurde speziell für Trockenfilmbelichter entwickelt und ist kompakter im Aufbau als etwa Diamond1. Diese Kompaktheit kommt vor allem im Druck durch die geringere Punktzunahme in der Plattenkopie zum Tragen.¹⁴⁵

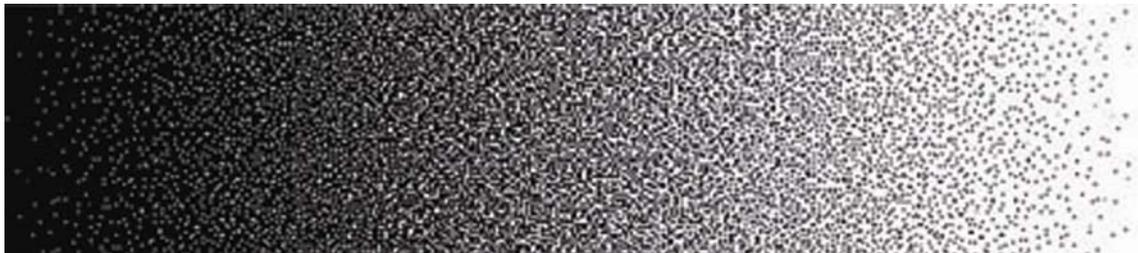


Abbildung 19: *Diamond Screening*

Quelle: <http://initpress.ru>

Stand: 23.06.2006

1.11.4 Hybridraster

Hybridraster sind aus der Motivation heraus entstanden, die Vorteile der beiden Rasterverfahren AM und FM zu vereinen. Beispielsweise könnten die Farbauszüge Cyan, Magenta und Gelb mittels AM-Verfahren hergestellt werden, während der Auszug für Schwarz, der Kontrastfarbe, mittels FM-Rasterung erstellt wird. Dadurch könnte gewährleistet werden, dass die durch regelmäßige Anordnung der Rasterpunkte der Teilfarben verursachte Rosettenbildung durch die Unregelmä-

¹⁴⁵ vgl. <http://www.heidelberg.com>, 15.06.2006, S. 48 ff

ßigkeit des Schwarz-Rasters abgeschwächt wird. Ob und inwieweit sich dieses Verfahren behaupten kann, wird uns die Zukunft zeigen.¹⁴⁶

1.11.5 Linienraster

Die Formen für diese Raster beginnen im Lichtertonbereich als Punkte die dann über langgestreckte Ellipsen immer mehr zu Linien mutieren. Der Vorteil dieser Raster liegt darin, dass Farbauszüge durchaus im 90° Winkel zueinander stehen können, ohne dass dabei die bekannten Farbdrift-Effekte auftreten. Allerdings kann im Vergleich zum Druckbild beim konventionellen Raster mit Punktform kein nennenswerter Qualitätsvorteil erkannt werden.¹⁴⁷

- Megadot-Raster:

Dieses Raster ist das bekannteste Linienraster, dessen Vorteil in der Vermeidung von Offsetrosetten und in der Glätte bei größeren Rastern beim Zusammendruck liegen. Zwei Punktformen, Megadot und Megadot-Flexo, sind besonders bekannt. Erstere wird hauptsächlich für den Offsetdruck verwendet, ihre Form beginnt als runder Punkt, der sich dann über langgestreckte Ellipsen zu Linien verformt, die dann schließlich wieder in den Tiefen als kleine runde Punkte enden. Das Megadot-Flexo wird, wie der Name schon verrät, für den Flexodruck verwendet. Seine Form beginnt mit einem kleinen Punkt, der danach zu einer langgestreckten Ellipse wird, also Linien mit seitlichen Stützen, und dann wieder als kleiner runder Punkt endet.¹⁴⁸



Abbildung 20: *Megadot-Raster*

Quelle: <http://www.heidelberg.com>

Stand: 15.06.2006

¹⁴⁶ vgl. <http://www.ipwonline.de>, 16.06.2006, S. 5

¹⁴⁷ vgl. <http://www.heidelberg.com>, 15.06.2006, S. 15

¹⁴⁸ vgl. ebenda, S. 53

2 Teil B: ProzessStandard Offsetdruck bei Lahnsteiner

2.1 Einleitung

Die betriebsinterne Umsetzung der Standardisierung im Druckunternehmen Lahnsteiner, orientiert sich an den Richtlinien des PQF (PhotoQuickFinisher)-Reprostandards. Näher beleuchtet, setzt sich dieser im Detail aus weiteren vier Sub-Standards zusammen:¹⁴⁹

- ProzessStandard Offsetdruck (PSO) nach ISO 12647-2:2004:
Er regelt die Sollwerte für den An-, Prüf-, und Auflagendruck.
- PSO-Ergänzungsstandard:
Mittels Farbbalance und Tonalität im Mittelton präzisiert er den Prozess-Standard Offsetdruck.
- PQF-Vorstufenstandard:
Er legt in der Druckvorstufe für den Druck und andere Medien die ausschlaggebenden Parameter aller Farbräume fest.
- PQF-Workflowstandard:
Er regelt die Verfahrensweise zur Anpassung des Datensatzes an die Drucksituation und die Verantwortlichkeiten aller Workflow-Teilnehmer in der Fotografie, Vorstufe, Druckformherstellung und Druckerei.

Der PQF-Reprostandard ist ein übergeordneter Verfahrens- und Prozess-Standard, der alle Beteiligten, angefangen vom Kunden bis zum Drucker, in der Entwicklung eines einheitlichen Produktionsablaufes einschließt.¹⁵⁰ Er erweitert somit den Prozess-Standard Offsetdruck mit dem Ziel, die Druckproduktion harmonisch mit ihren Einflussfaktoren aufeinander abzustimmen.

¹⁴⁹ vgl. PQF-Reprostandard, Huber, 2003, S. 12

¹⁵⁰ vgl. ebenda, S. 9

Eine Reproduktion wird dadurch viel einfacher, übersichtlicher und somit für alle Teilnehmer besser kontrollierbar. Egal wer zum Kundenkreis einer Druckerei gehört, ob Fotografen, Künstler oder Werbeagenturen, jeder davon ist schließlich auf die korrekte Reproduzierbarkeit seiner Daten im Offsetdruck angewiesen.¹⁵¹ Festgelegte Normen wie der ISO Standard 12647 und 2846 erleichtern einem Druckunternehmen wie der Druckerei Lahnsteiner, die konstante Einhaltung hoher Druckqualität.

„Die ISO ist ein internationales Normungsgremium, das Standardisierungsvorschläge ausarbeitet und Empfehlungen verabschiedet, die international beachtet werden und als Norm gelten können.“¹⁵²

Demgemäß sind beispielsweise laut Tabelle 3 für das Druckunternehmen Lahnsteiner fünf verschiedene Papiertypen zu unterscheiden. Weiters werden für ein normgerechtes Drucken nach ISO 12647, Druckfarben, die der ISO Norm 2846 entsprechen, vorausgesetzt. Diese legt unter anderem die Skalendruckfarben für den Vierfarben-Offsetdruck fest.

Als Nachfolger der „Euroskala“ und der US-Norm „SWOP“ sowie der Japan-Norm, sind in ISO 2846-1 die Farbwerte für Bogenoffset- und Rollenoffset-Heatset-Druckfarben, in ISO 2846-2 für Rollenoffset-Zeitungsdruckfarben angeführt, die unter definierten Bedingungen mittels Probedruckgerät auf einem festgelegten Prüfpapier erzielt werden müssen.¹⁵³

Damit bilden diese beiden Normen die Grundlage für den Druckfarbenhersteller, beziehen sich aber ausschließlich auf den Andruck im Labor. Die Farborte einer Druckfarbe gemäß ISO 2846 für ein bestimmtes Probenpapier liegen für Bogenoffset bei folgenden Werten:¹⁵⁴

¹⁵¹ vgl. Offsetdruck nach ISO-Standard, Huber, 2003, S. 2

¹⁵² vgl. <http://www.biering.de>, 07. 02.2006

¹⁵³ vgl. <http://www.wikipress.de>, 10.02.2006

¹⁵⁴ vgl. <http://www.mhm.de>, 18.03.2006

Druckfarbe	L	a	b	ΔE_{ab}
Gelb	91.00	-5.08	94.97	4.0
Magenta	49.98	76.02	-3.01	5.0
Cyan	56.99	-39.16	-45.99	3.0
Schwarz	18.01	0.80	-0.56	-

Tabelle 10: Farbmaßzahlen DIN ISO 2846-1

Kein Toleranzbereich für L, sondern oberer Grenzwert

Quelle: vgl. <http://www.mhm.de>**Stand:** 18.03.2006

Die Normen 12647-2 (Bogenoffset- und Rollenoffset-Heatset-Druck) und ISO 12647-3 (Rollenoffset-Zeitungsdruck) definieren die Parameter, sowie Messmethoden und -bedingungen, die im Andruck und Auflagendruck erforderlich sind. Dementsprechend enthalten diese Normen, neben den zu erzielenden Farbwerten auf fünf verschiedenen Bedruckstoffklassen, auch Vorgaben hinsichtlich Färbung der Papiere, Tonwertzunahmen, Rasterfeinheiten und weiterer Parameter. Die Farbwerte auf den fünf standardisierten Praxispapieren werden durch Praxisdrucke mit Farben nach ISO 2846 erreicht.¹⁵⁵

Stoffklasse	L	a	b	Glanz	g/m ²
1	93	0	-3	65	115
2	92	0	-3	38	115
3	87	-1	3	55	65
4	92	0	-3	6	115
5	88	0	6	6	115
Toleranz	+/-3	+/-2	+/-2	+/-5	

Tabelle 11: Farbwerte der Praxispapiere, schwarze Unterlage**Quelle:** vgl. <http://www.mhm.de>**Stand:** 18.03.2006¹⁵⁵ vgl. ebenda

Stoffklasse	L	a	b	Glanz	g/m ²
1	95	0	-2	65	115
2	94	0	-2	38	115
3	92	0	5	55	65
4	95	0	-2	6	115
5	90	0	9	6	115
Toleranz	+/-3	+/-2	+/-2	+/-5	

Tabelle 12: Farbwerte der Praxispapiere, weiße Unterlage**Quelle:** vgl. <http://www.mhm.de>**Stand:** 18.03.2006

Farben nach ISO 2846 führten unter Praxisbedingungen auf den oben festgelegten Papieren zu den folgenden für den Prozess-Standard Offsetdruck definierten CIELAB-Koordinaten (Farbreihenfolge Cyan, Magenta, Gelb). Hierbei handelt es sich nicht um die aktuellen Werte, da diese aber vom Druckunternehmen Lahnsteiner als Referenzwerte verwendet wurden, werden sie hier explizit aufgeführt:

Stoffklasse	1+2			3			4			5		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Schwarz	16	0	0	20	0	0	31	1	1	31	1	2
Cyan	54	-36	-49	55	-36	-44	58	-25	-43	59	-27	-36
Magenta	46	72	-5	46	70	-3	54	58	-2	52	57	2
Gelb	88	-6	90	84	-5	88	86	-4	75	86	-3	77
Rot (M+Y)	47	66	50	45	65	46	52	55	30	51	55	34
Grün (C+Y)	49	-66	33	48	-64	31	52	-46	16	49	-44	16
Blau (C+M)	20	25	-48	21	22	-46	36	12	-32	33	12	-29

Tabelle 13: Lab-Werte, auf schwarzer Unterlage**Quelle:** vgl. <http://www.mhm.de>**Stand:** 18.03.2006

Stoffklasse	1+2			3			4			5		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Schwarz	16	0	0	20	0	0	31	1	1	31	1	3
Cyan	55	-37	-50	58	-38	-44	60	-26	-44	60	-28	-36
Magenta	48	74	-3	49	75	0	56	61	-1	54	60	4
Gelb	91	-5	93	89	-4	94	89	-4	78	89	-3	81
Rot(M+Y)	49	69	52	49	70	51	54	58	32	53	58	37
Grün(C+Y)	50	-68	33	51	-67	33	53	-47	17	50	-46	17
Blau(C+M)	20	25	-49	22	23	-47	37	13	-33	34	12	-29

Tabelle 14: Lab Werte, auf weißer Unterlage

Quelle: vgl. <http://www.mhm.de>

Stand: 18.03.2006

Vergleicht man die Farbmaßzahlen der ISO 2846, die im Labor entstanden sind, mit den den Werten der ISO 12647 unter Praxisbedingungen, dann bemerkt man, dass sich die Ergebnisse etwas voneinander unterscheiden. Streng genommen müssten die Laborergebnisse bei 2846-1 und -2 automatisch den Normen 12647-2 und -3 entsprechen. Gründe für die minimalen Unterschiede sind Einflussfaktoren wie Druckmaschinentyp und -konfiguration, Gummitücher, Bedruckstoff, Feuchtmittleinstellung, Farbreihenfolge etc. die den Gesamtprozess zusätzlich beeinflussen.

ISO 2846-1 und ISO 2846-2 sind in erster Linie eine Möglichkeit für Druckfarbenhersteller, um dem Kunden bestätigen zu können, dass Farben dieser Normen unter Laborbedingung die dafür vorgesehenen Sollwerte erfüllen. Sie garantieren aber nicht automatisch die Einhaltung der Normen für 12647-1 und -2 da in jeder Druckerei unterschiedlichste Faktoren herrschen, die die Sollwerte unausweichlich beeinflussen.¹⁵⁶ Des Weiteren sind in ISO 12647-2 die unverbindlichen Dichtewerte im Vollton für die jeweils fünf verschiedenen Papierkategorien angegeben:

¹⁵⁶ vgl. ebenda

Stoffklasse	1	2	3	4	5
C (Papier)	1.55 (0.11)	1.45 (0.09)	1.43 (0.14)	1.00 (0.10)	1.00 (0.15)
M (Papier)	1.50 (0.11)	1.40 (0.09)	1.33 (0.14)	0.95 (0.10)	0.95 (0.19)
Y (Papier)	1.45 (0.10)	1.25 (0.09)	1.26 (0.18)	0.95 (0.11)	0.90 (0.26)
K (Papier)	1.85 (0.10)	1.75 (0.09)	1.75 (0.14)	1.25 (0.10)	1.20 (0.17)

Tabelle 15: Messbedingungen nach DIN 16536
d.h. schwarze Unterlage, Schmalbandfilter, Polarisationsfilter
Quelle: vgl. Rausendorff und Starke, 2004, S. 16

Die in Klammern gesetzten Werte bedeuten die Farbdichte des Papierweißes bezogen auf das Idealweiß (= Referenzweiß). Diese Vorgaben dienen als Orientierungshilfe, die in Verbindung mit der Rastertonwertwiedergabe und dem Bildeindruck im Vergleich zum An-/Prüfdruck verwendet werden kann.¹⁵⁷

Die letzten Sollwerte, die der ProzessStandard Offsetdruck für die Druckerei Lahnsteiner vorgibt, betrifft die Tonwertzunahme im Druck. Nachfolgende Werte und Toleranzen müssen verbindlich eingehalten werden:

Tonwert Druckplatte	Stoffklasse 1 und 2	Stoffklasse 3	Stoffklasse 4 und 5
40	49-53-57	52-56-60	55-59-63
50	60-64-68	63-67-71	66-70-74
70	80-83-86	82-85-88	83-86-89
75	84-87-90	86-89-92	87-90-93
80	88-91-94	88-91-94	89-92-95

Tabelle 16: Tonwertzunahme-Sollwerte und Toleranzen
Die Vorgaben gelten für Positivkopie und für eine Rasterweite von 60 L/cm
Quelle: vgl. Rausendorff und Starke, 2004, S. 17

Mit der Einhaltung der vom ISO-Standard vorgegebenen Sollwerte schafft es das Druckunternehmen, aus dem Begriff Qualität eine klar definierte Größe zu ma-

¹⁵⁷ vgl. Rausendorff und Starke, 2004, S. 16

chen. Einer der Hauptgründe, warum man sich für die Realisierung einer Standardisierung entschlossen hat war, dass von nun an für jeden Mitarbeiter in der Druckerei der Begriff „Qualität“ nachvollziehbar wird. Gute Druckqualität und Reproduktion ist dadurch nicht mehr eine subjektive Ansichtssache Einzelner, sondern kann mit speziellen Messgeräten nachgewiesen werden. Sollte es nun im Rahmen einer Produktion zu einer Reklamation kommen, bei der nicht auf den ersten Blick die Ursache ersichtlich ist, bietet der ProzessStandard Offsetdruck die Basis und Referenz um Fehler analysieren und lokalisieren zu können.¹⁵⁸ In diesem Sinn liefert er also eine gesicherte Argumentationsgrundlage, mit deren Hilfe man Reklamationen sachlich nachgehen und sie sogar zurückweisen kann. Interne Schuldzuweisungen bei Produktionsfehlern bleiben daher aus.

¹⁵⁸ vgl. <http://www.digitalproof.de>, 16.02.2006

2.2 Durchführung der Standardisierung

2.2.1 Einleitende Maßnahmen

Allgemein ist es für die Durchführung von Firmenprojekten notwendig, für eine gut funktionierende Kommunikationsbasis zu sorgen. Aufbauend auf dieser Grundlage, können zahlreiche Missverständnisse und Unklarheiten im Vorfeld eines Projektes vermieden werden. In der Druckerei Lahnsteiner wurde das mit folgenden Mitteln erreicht:

2.2.1.1 Klärung der Verantwortlichkeiten im Betrieb

Die Miteinbeziehung jedes einzelnen Mitarbeiters in die Durchführung des Prozess-Standard Offsetdrucks war für das Unternehmen besonders wichtig. Jeder Mitarbeiter wurde über seine Projektrolle in Kenntnis gesetzt, um sich aktiv an der Standardisierung beteiligen zu können.

Zu diesem Zweck wurde jedem Abteilungsbereich ein Organigramm zugeteilt, in welchem für jeden Mitarbeiter optisch sein Verantwortungsbereich und Ansprechpartner bei Fragen und Problemen ersichtlich waren. Eine Identifizierung der Teilnehmer mit dem Projekt war das positive Nebenprodukt dieser Vorgehensweise. Grob gegliedert in Büro, Druckvorstufe, Druck und Endfertigung, hatte jede Abteilung einen Hauptverantwortlichen zugeteilt bekommen. Diese diskutierten in täglichen Meetings die erreichten Ergebnisse und die weiteren Arbeitsschritte.

Auch die räumliche Anordnung der vier Abteilungen war wichtig und unterstützte die interne Kommunikation, indem die Druckabteilung als Zentrum im Produktionsprozeß zwischen Druckvorstufe und Endfertigung angesiedelt war. Somit konnte auch der Informationsaustausch zwischen Druckvorstufe und Druck, sowie zwischen Druck und Endfertigung nahezu problemlos und ohne unnötige Zeitverzögerung erfolgen und optimiert werden.

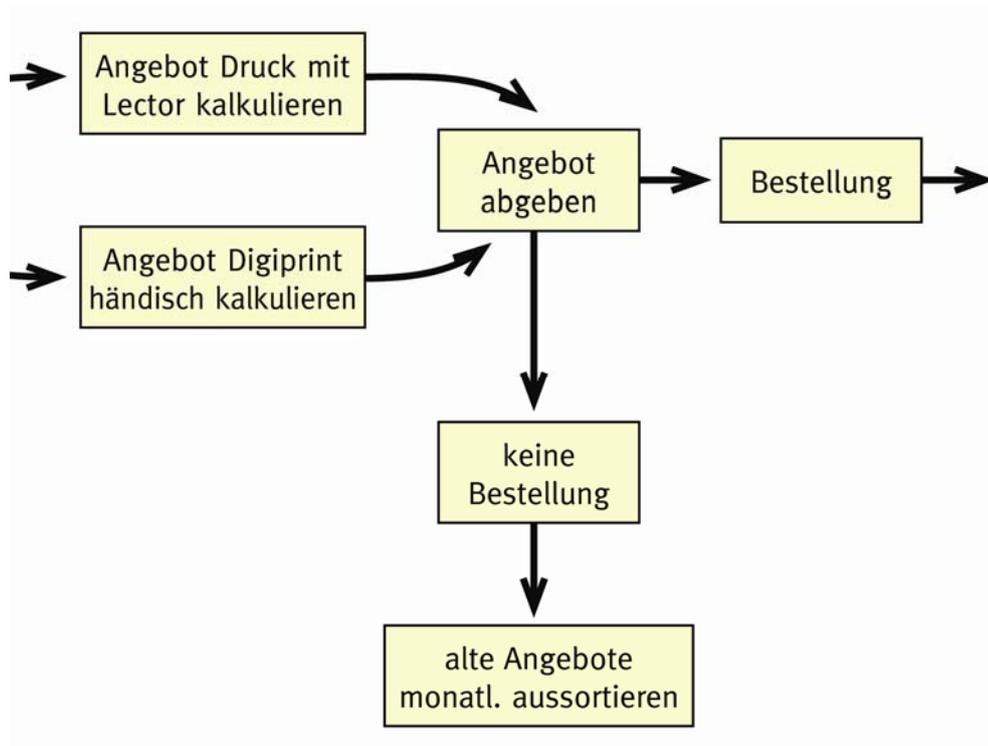


Abbildung 21: Organigramm-Ausschnitt Büro
Quelle: Lahnsteiner

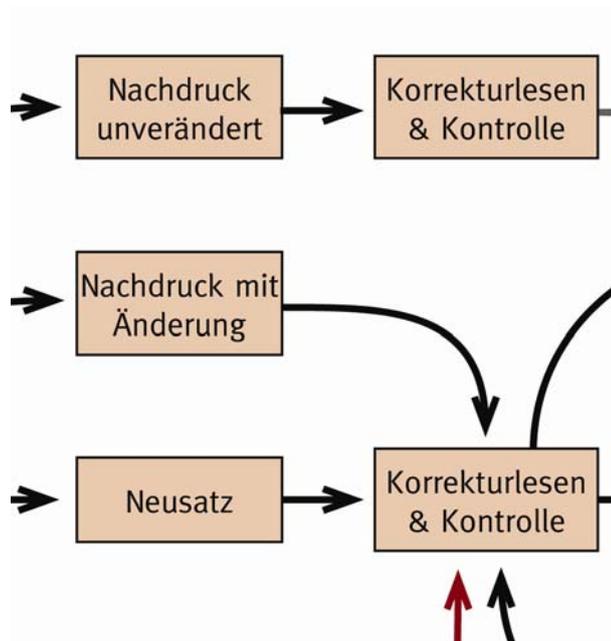


Abbildung 22: Organigramm-Ausschnitt Druckvorstufe
Quelle: Lahnsteiner

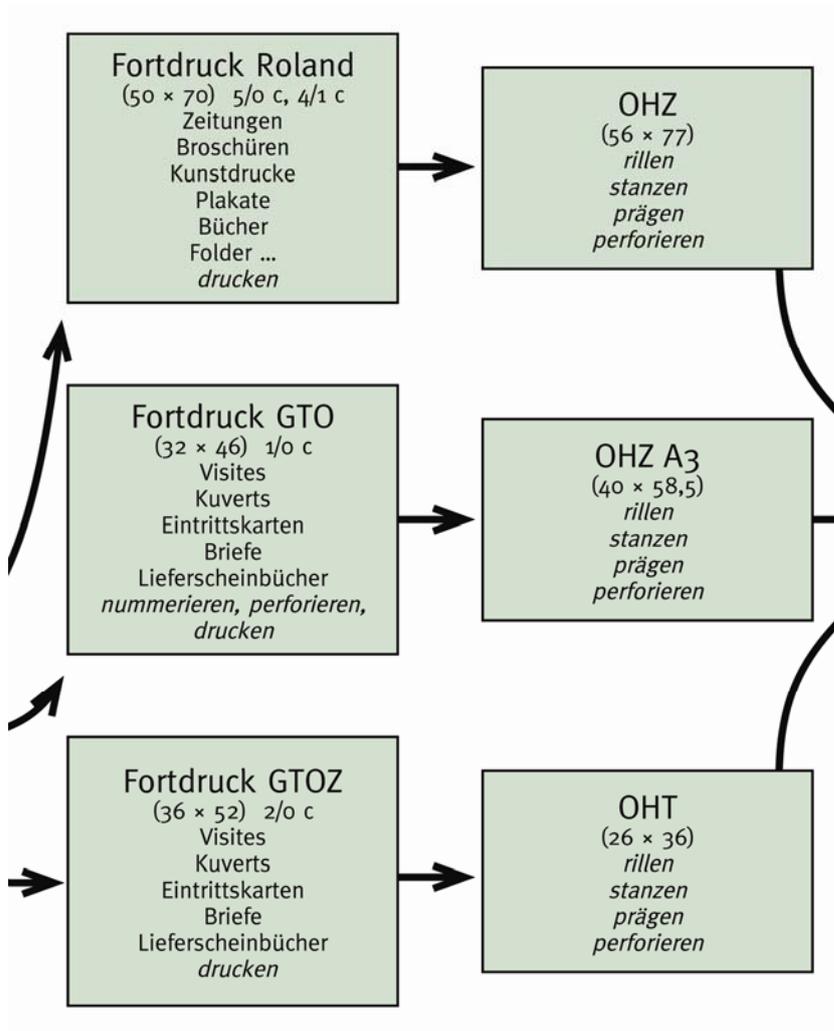


Abbildung 23: Organigramm-Ausschnitt Druck
Quelle: Lahnsteiner

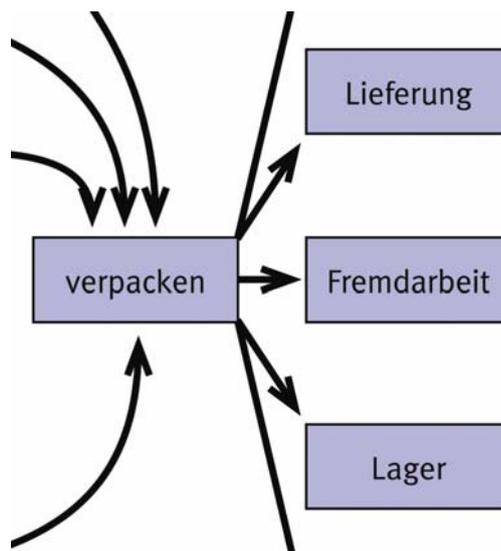


Abbildung 24: Organigramm-Ausschnitt Endfertigung
Quelle: Lahnsteiner

Zuständigkeiten

Hauptverantwortlicher: Walter Guntendorfer
 Stellvertreter: Tobias Thaler

Maschinen & Verantwortliche

Mac- & PC-Arbeitsplätze: Christoph Luger
 (Tobias Thaler)
 Bildbearbeitungsstationen: Christoph Luger
 (Tobias Thaler)
 Scanner: Christoph Luger
 (Tobias Thaler)
 Iris Proof: Christoph Luger
 (Tobias Thaler)
 ISDN-Rechner: Christoph Luger
 (Tobias Thaler)
 NRG 3505: Klaus Mayer
 (Marco De Monte)
 Xerox DC12: Klaus Mayer
 (Marco De Monte)
 Apple Laser Writer Pro: Klaus Mayer
 (Marco De Monte)
 Brisque 4: Walter Guntendorfer
 (Klaus Mayer)

Abbildung 25: Organigramm-Ausschnitt Verantwortlichkeiten

Quelle: Lahnsteiner

2.2.1.2 Konfrontation mit Standardisierung

Um sich einen Eindruck zu verschaffen, in wieweit die Projektidee von den Mitarbeiter aufgenommen wurde, beschloss man, eine schriftliche Befragung durchzuführen. Mit der Motivation, dass Projekte nur dann ihre größte Effizienz erlangen, wenn sich jeder Mitarbeiter kritisch mit dem Vorhaben auseinandersetzt, wurde ein Fragebogen ausgearbeitet.

Mit den folgenden zehn Fragen wurde versucht, die Mitarbeiter auf den bevorstehenden Standardisierungsprozess einzustimmen und eventuelle Wissensdefizite und Fragen vorab zu klären. Ziel dieser Befragung war unter anderem, jeden Einzelnen für die Sinnhaftigkeit dieses Prozesses zu sensibilisieren. Mit folgenden zehn Fragen wurden die Mitarbeiter konfrontiert:

- 1) Was verstehen Sie unter einer Standardisierung?
- 2) Welche Problembereiche in der Produktion gibt es in Ihrer Abteilung bzw. welche Problembereiche betreffen Ihre Abteilung?
- 3) Können Sie Lösungswege für diese Problembereiche nennen? Wenn ja, bitte beschreiben!
- 4) Was muss Ihrer Meinung nach für eine erfolgreiche und langfristige Qualitätssicherung unbedingt eingehalten werden?
- 5) Welche Vor- und Nachteile glauben Sie, erwarten den Kunden von einem standardisierten Druckunternehmen? Bitte auflisten und erläutern!
- 6) Glauben Sie, dass in Ihrer Abteilung zusätzliche Kontrollarbeiten notwendig sind, um langfristige gleich bleibende oder sogar bessere Qualität bieten zu können? Wenn ja, bitte erläutern, wo diese Kontrollen nötig wären!
- 7) Inwiefern denken Sie, können Sie als Mitarbeiter positive Impulse für eine Standardisierung/Qualitätssicherung setzen?
- 8) Wie lange glauben Sie, würden Sie brauchen um einen neuen Mitarbeiter in Ihrer Abteilung einzuschulen? Wofür würden Sie am meisten Zeit brauchen bzw. wo denken Sie wird der neue Mitarbeiter eine zeitintensive Einschulung benötigen?
- 9) Eine wichtige Rolle für die Qualitätssicherung spielt auch die Kommunikation (Auftragstasche) zwischen den einzelnen Abteilungen. Welche zusätzlichen Infodaten wären Ihrer Meinung nach für die Auftragstasche noch notwendig, um einen reibungslosen Produktionsablauf gewährleisten zu können?

- 10) Während einer Produktion treten oft unvorhergesehene Fehler, Störungen etc. auf, die infolgedessen oft zu längeren Produktionswartezeiten führen. Durch welche Maßnahmen glauben Sie, können solche Wartezeiten in Ihrer Abteilung so kurz wie möglich gehalten werden bzw. was würde die Reaktionszeit auf Fehler, Störungen verkürzen?

Eine inhaltsanalytische Auswertung des Fragebogens brachte das Ergebnis, dass im Allgemeinen kein Aufklärungsbedarf der Teilnehmer hinsichtlich des Projektes notwendig ist. Jeder wusste über das Ziel und die Notwendigkeit einer Standardisierung Bescheid.

Eine wichtige Rückmeldung lieferte die Befragung in Bezug auf die Plattenentwicklung in der Druckvorstufe. Tonbildungen auf den Druckplatten in immer kürzeren Zeitintervallen seien das Hauptproblem in der momentanen Produktionsphase. Neben einigen Hinweisen über die Unübersichtlichkeit der Datenarchivierung wurde auch das Fehlen einer regelmäßigen Protokollierung wichtiger Parameter als ein weiteres Problem beschrieben, die als Referenz für spätere Wiederholungsaufträge dienen könnten.

2.2.1.3 Kommunikationshilfsmittel schaffen

Einheitlichkeit in der Verständigung und Mitteilung ist die Prämisse dieser Vorgehensweise. Der ProzessStandard Offsetdruck setzt ein fundiertes Spezialwissen und Know-how aller Projektteilnehmer voraus. Begriffe aus den Bereichen der Farbmeterik, Messtechnik im Druck und aus der CtP-Technologie müssen von jedem Mitarbeiter richtig verstanden werden.

Mit einem eigens dafür ausgearbeiteten begriffserklärenden Lexikon setzte die Druckerei möglichen Kommunikations- und Verständnisblockaden entgegen. Missinterpretationen, wie es sie zum Beispiel unter dem Begriff der Tonwertzunahme im Druck gab, konnten somit aufgeklärt werden.

Eine andere Form der Kommunikationsunterstützung setzte man mit der Einführung von Standardisierungsprotokollen, die täglich den Hauptverantwortlichen der

Abteilungen ausgehändigt wurden. Aus ihnen konnten immer die aktuellen Prozess-Ergebnisse sowie die weiteren geplanten Projektschritte nachgelesen werden. Diese schrittweise Protokollierung der Arbeitsschritte brachte nicht nur einen geordneten und übersichtlichen Projektablauf zustande, sondern kann auch als Anleitung und Referenz für spätere Projektabwicklungen herangezogen werden.

2.2.2 Erfassung der Ist-Situation (Ist-Analyse)

Erster Schritt im Standardisierungsprozeß war eine Standortbestimmung des momentanen Druckstandards bzw. Hausstandards. In dieser Projektphase liegt das Hauptaugenmerk auf dem Erfassen aller relevanter Qualitätsparameter, die während eines alltäglichen gesicherten Produktionsablaufes anfallen.

Von einer gesicherten Produktion konnte man allerdings erst dann ausgehen, wenn das Problem des Tonens auf den Druckplatten behoben wurde. Hierbei handelt es sich um ein Problem, mit dem sich viele Druckereien konfrontiert sehen und daher wird nun näher darauf eingegangen.

Unter Tonen versteht man ganz allgemein einen leichten Farbschleier auf den nicht druckenden Stellen, der sich häufig über das gesamte Druckformat erschließt. Starkes Tonen der Druckplatte macht sich später visuell im fertigen Druckergebnis als störender Farbschleier bemerkbar und macht somit die Produktion unbrauchbar. Vor allem beim Drucken von feuchtigkeitsempfindlichen alkalischen Papieren kann Tonen entstehen. Bestimmte chemische Prozesse stören dabei die Polarität zwischen Farbe und Feuchtigkeit.

In der Praxis aber konnten bereits viele verschiedene Ursachen für ein Plattentönen dokumentiert werden:

Einflußfaktoren	Prüfmöglichkeiten	Abhilfe/Hinweise
Erschöpfter bzw. Gekippter Entwickler	Halbtonkeil Messung der Leitfähigkeit	Um die Fehlerquelle besser lokalisieren zu können, hilft ein Auftragen von Korrekturmittel an einer bildfreien Stelle. Liegt nach erneutem Andruck an dieser korrigierten Stelle kein Ton mehr, so liegt das Problem an der Belichtung bzw. Entwicklung der Platte. Mögliche Abhilfe wäre dabei ein Neuansetzen des Entwicklers.
Walzenanstellung Verdünnte Farbe	Farbstreifenbreite	Setzt Tönen in kurzen regelmäßigen Abständen ein, so kann die Ursache an der Farb- bzw. Walzeneinstellung liegen. Mögliche Abhilfe: Gründliches Reinigen des Farbwerks, die Verwendung von reinen Farben und das Vermeiden von Zusätzen.
Druckpapier	Staubneigungsprüfung pH-Wert prüfen	Während des Drucks lagern sich automatisch Fasern auf dem Drucktuch ab. Durch Relativbewegungen zwischen Drucktuch- und Plattenzylinder kann es durch eine Störung des wasserführenden Aluminiumoxids zum Tönen kommen. Mögliche Abhilfe: Prüfen der Papiere auf ihren pH-Wert und Wasserfestigkeit.
Benetzungsverhalten	Testtinten verwenden Randwinkelmessung durchführen	Nur mit Hilfe eines niedrigviskosen Flüssigkeitsfilms wird die Farbe von den nicht druckenden Stellen ferngehalten, er ist somit ein Trennmittel. Ist dieser Flüssigkeitsfilm gestört bzw. das Benetzungsverhalten, dann verankert sich auch Farbe an den nicht druckenden Stellen, was schließlich zum unerwünschten Tönen führt.
Farb/Wasserbalance Feuchtmittel	pH-Wert prüfen Leitfähigkeit prüfen	Feuchtwerkseinstellungen kontrollieren. Beim Emulgieren der Druckfarbe sollte das Feuchtmittel neutral gehalten, oder besser noch, erneuert werden. Selbst die Umstellung auf eine andere Druckfarbe kann hierbei zur Lösung führen.

Tabelle 17: Ursachen für Plattentönen und Lösungsvorschläge**Quelle:** vgl. <http://www.fogra.org/endlos/c/c1/index.html>**Stand:** 23.06.2006

Besonders ungenau an der Problematik des Plattentonens war für das Druckunternehmen der gesicherte Nachweis des Tons auf der fertig entwickelten Druckplatte. Auf dem Markt gibt es derzeit kein Gerät, mit welchem Ton auf Platten messtechnisch festgestellt werden kann. Lediglich das Vertrauen auf die visuelle Bewertungskompetenz des Plattenprüfers, war die einzige Möglichkeit, Platten auf diese Problematik hin zu beurteilen. Diese subjektiven Einschätzungen über das Vorhandensein des Tons war natürlich sehr ungenau und eigentlich unbrauchbar um Platten qualitätsgetreu bewerten zu können. Ein Mittel, das diese Einschätzungen näher präzisieren konnte ist die Acetontest-Methode. Dabei tröpfelt man ein wenig Aceton auf die Druckplatte und je nachdem, wie stark sich der Rand des Tropfens auf der Platte verfärbt, ist die Möglichkeit für ein Tonen gegeben. Im Druckunternehmen Lahnsteiner lag das Problem des Tonens an der Wahl des verwendeten Entwicklers „V432.18“. Ein Erschöpfen des Entwicklerbades in immer kürzer werdenden Zeitintervallen führte schließlich zum Wechsel zur „Polychrom-Goldstar“-Chemie. Dadurch konnte wieder ein gewohnter sicherer Produktionsablauf garantiert werden. Bevor nun allerdings der Umstiegsprozess weitergeführt werden konnte, wurden zuvor die dafür wichtigsten benötigten Messparameter, die den Prozess beeinflussen wie folgt definiert:

- 1) Der Leitwert des Entwicklers
- 2) Die Entwicklertemperatur
- 3) Beurteilung des Acetontests
- 4) Raumtemperatur im Drucksaal
- 5) Luftfeuchtigkeit im Drucksaal
- 6) Alkoholgehalt und pH-Wert des Wischwassers
- 7) Angabe der Papierart (Stoffklasse)

8) CIELAB-Farbwerte

9) Volltondichtewerte

10) Tonwertzunahmen

Um die Druckerzeugnisse nach ihrer Qualität beurteilen zu können, wurde eigens dafür ein Testchart mit den wichtigsten Kontrollfeldern angefertigt. Die Simulation einer alltäglichen Druckproduktion führte am 23.12.2005 zu folgenden Ergebnissen:

Leitwert	Entwicklertemperatur	Excurve	Acetontest
83,3	23,4 °C	Linear	positiv

Tabelle 18: Ergebnis Teil 1 vom 23. 12. 2005

Papierart	Bilderdruck glänzend
Raumtemperatur Drucksaal	22 °C
Luftfeuchtigkeit	34 %
pH-Wert	5,0
Alkoholanteil	7 %

Tabelle 19: Ergebnis Teil 2 vom 23. 12. 2005

Volltondichtewerte	C: 1,51 M: 1,55 Y: 1,40 K: 1,87
Tonwertzunahme bei 40 %	C: 27 % M: 21 % Y: 37 % K: 29 %

Tabelle 20: Ergebnis Teil 3 vom 23. 12. 2005

Für die Ermittlung des momentanen Betriebsstandards wurden auch die Drucktürme einzeln auf ihre Gleichmäßigkeit der Tonwertzunahme hin überprüft. Bei diesem Vorgang wurde jedem Druckwerk die gleiche „schwarz belichtete“ Druck-

platte eingelegt und messtechnisch abgenommen. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt dokumentieren:

Papierart	Bilderdruck glänzend
Luftfeuchtigkeit	34 %
Raumtemperatur	23 °C
Volltondichtewerte	Druckwerk: 1,85 Druckwerk: 1,87 Druckwerk: 1,84 Druckwerk: 1,87 Druckwerk: 1,84
Tonwertzunahme bei 40 %	Druckwerk: 28 % Druckwerk: 27 % Druckwerk: 27 % Druckwerk: 29 % Druckwerk: 27 %

Tabelle 21: *Ergebnisse der Drucktürme*

Diese, im Vorfeld der Standardisierung gesammelten Ergebnisse, bilden die Ausgangsbasis für die nächste Projektphase, der Annäherung an den Standard.

2.2.3 Annäherung in Richtung Standard

Dieser Projektabschnitt ist mit Abstand derjenige, der mit der meisten Arbeit verbunden ist, zumal jeder mögliche Lösungsansatz der eine Annäherung an die StandardSollwerte bringen könnte „durchgespielt“ werden muss.

Das Hauptziel dabei ist es, mit den zur Verfügung stehenden mechanischen und chemischen Mitteln so nah wie möglich an die gewünschten Sollwerte heranzukommen. Möglichkeiten dazu bieten die Verwendung anderer Druckfarben oder Wasserzusätze. An der Druckmaschine selbst können andere Gummitücher probiert werden oder bestimmte Einstellungen des Anstelldrucks positive Wirkungen zeigen. Selbst eine Änderung der Druckreihenfolge könnte eine Verbesserung der Druckergebnisse bedeuten.

Im Druckunternehmen Lahnsteiner wurden mit dem Einsatz neuer Gummitücher und einer Korrektur der Rastersets die bisherigen Ergebnisse optimiert. Weiters wurden auch mit verschiedenen Rasterpunktformen, Rundpunkt und Elliptischer Punkt, Testdrucke durchgeführt. Zwar stellte sich bei der Verwendung des Rundpunkt-Rasters der ungewünschte Moiré-Effekt ein, die zu hohen Tonwertzunahmen beim Elliptischen Punkt zwangen jedoch das Druckunternehmen bei der Rundpunkt-Form zu bleiben.

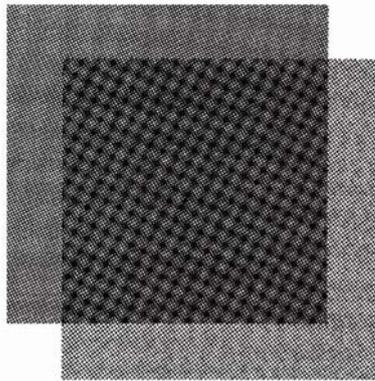


Abbildung 26: *Moiré*

Quelle: Kipphan, 2000, S. 94

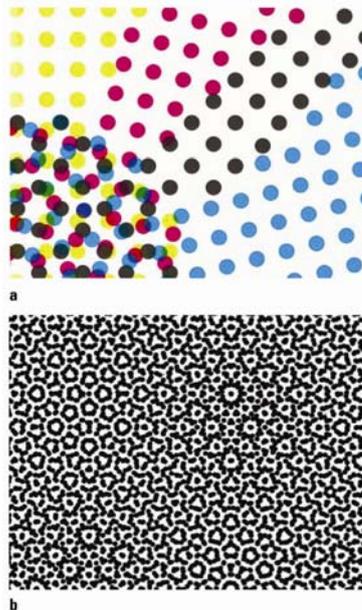


Abbildung 27: *Rosettenbildung*

Quelle: Kipphan, 2000, S. 94

2.2.4 Ermittlung der Tonwertzunahme der Druckmaschine

Um von der Druckmaschine die exakte Tonwertzunahme ermitteln zu können, ist es ratsam, dabei immer von einem definierten kalibrierten Zustand auszugehen. Ziel ist es in erster Linie, dass ein 50 %-Raster aus der Datei im Druck annähernd 64 % ergibt. Alle Prozessschritte müssen daraufhin abgestimmt werden.

Kalibrierter Ausgangszustand bedeutet in diesem Fall eine Sicherstellung linearer Druckplatten. In der Praxis wird dazu eine unkalibrierte Platte entwickelt und die erreichten Tonwerte auf der Platte mitprotokolliert. Im Optimalfall reicht eine unkalibrierte belichtete Platte für eine Linearität der Tonwerte aus, also 50 % aus der Datei ergibt auch auf der Platte nach der Belichtung 50 %. Wie die folgenden Ergebnisse der Druckerei zeigen sieht es in der Realität aber anders aus. Abbildung 26 zeigt die Ergebnisse einer belichteten Druckplatte ohne Korrekturereinstellungen im RIP.

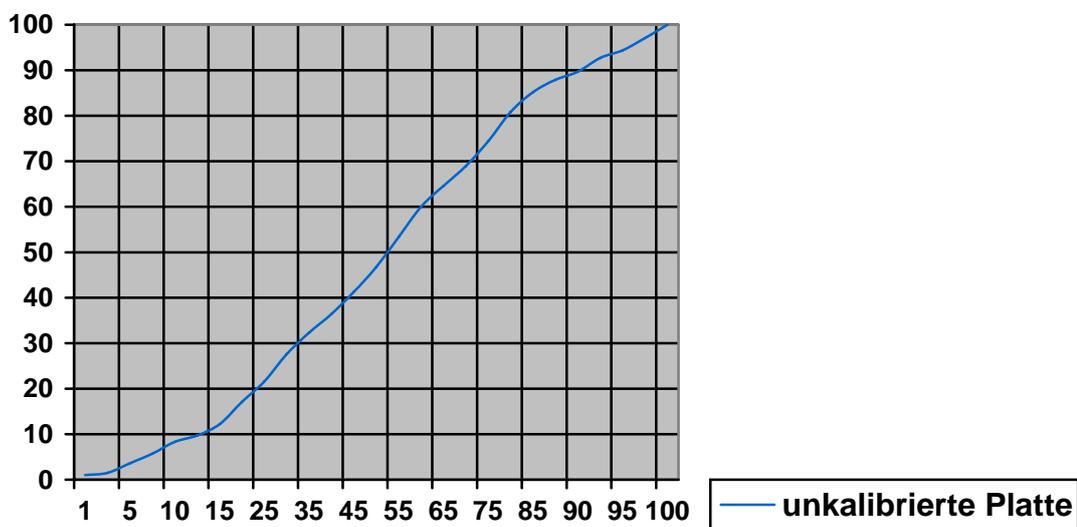


Abbildung 28: *Unkalibrierte Platte*
Quelle: Lahnsteiner

Man sieht hier sehr deutlich, dass eine lineare „Kurve“ nur ansatzweise vorhanden ist, aber deutlich ungenügend, um von einer linearen Platte sprechen zu können. Eine Abhilfe schafft dabei nun eine kalibrierte Kurve, die im RIP hinterlegt werden kann, die so genannte Excurve-Kurve. Dabei hinterlegt man im RIP die gemesse-

nen Tonwert-Werte der Druckplatte, der Belichter weiß nun welche Werte er momentan erreicht, und kann dem nun durch entsprechende Berechnungen entgegenwirken. Für die Interpolation genügen acht Ergebnisse als Eingabewerte. Im nächsten Diagramm werden beide Kurven zum besseren Vergleich gleichzeitig abgebildet:

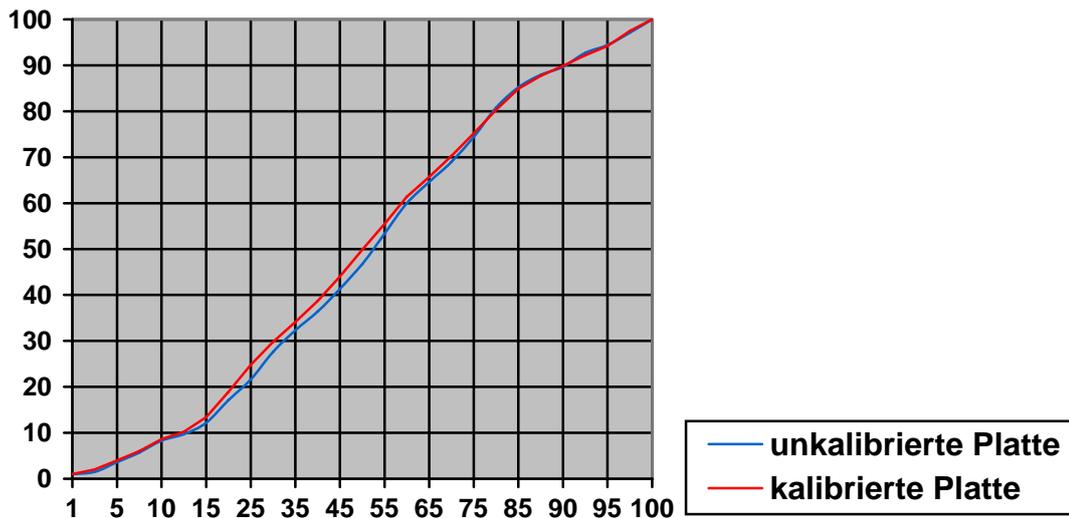


Abbildung 29: Vergleich der kalibrierten mit der unkalibrierten Platte
Quelle: Lahnsteiner

Der Vergleich macht deutlich, dass Verbesserungen vor allem im unteren Mitteltonbereich stattgefunden haben und die Toleranz von maximal 2 % ist nun durchaus akzeptabel um mit der Standardisierung fortsetzen zu können. Somit kann nun bei den weiteren Testdrucken die genaue Tonwertzunahme, die im Druck erreicht wird, ermittelt werden.

2.2.5 Anpassung im RIP

In dieser Projektphase erfolgt nun die Feinabstimmung der Tonwertzunahmen. Um dem RIP „mitzuteilen“ wie es um die reale Druckmaschine bestellt ist, müssen ihm die erreichten Tonwerte eingegeben werden. Die Werte dazu erhält man aus vorangegangenen Testdrucken mit linearen Platten. Die Kurve die damit beschrieben wird nennt man „Tone Reproduction“-Kurve.

Damit die Interpolation im RIP stattfinden kann, müssen dem RIP auch die Sollwerte der Tonwertzunahmen nach ISO 12647 bekannt sein. Diese Werte werden in der sogenannten „Required on Press“-Kurve festgelegt.

Aus diesen drei Kurven berechnet nun der RIP die Kurve, mit der die Platten belichtet werden müssen, um im Druck mit den ermittelten Tonwertzunahmen auf die Sollwerte zu kommen. Es ist daher logisch, dass die nun belichteten Platten nicht mehr linear sind, sondern geringere Werte haben müssen.

2.2.6 Letzter Testdruck zur Überprüfung

Um die getätigten Einstellungen und Veränderungen am Prozess zu überprüfen, wird schließlich noch ein allerletzter Testdruck, mittels einer Testchart (siehe Abbildung 30) vorgenommen. Alle Messwerte und Zwischenergebnisse werden niedergeschrieben und protokolliert. Im Druckunternehmen konnten nun folgende zufrieden stellende Endergebnisse erreicht werden:

	L	a	b
C:	54	-37	-50
M:	47	75	-6
Y:	88	-6	95
K:	18	1	-1

Tabelle 22: Endergebnis CIELAB-Farbwerte

C:	1,48
M:	1,43
Y:	1,26
K:	1,90

Tabelle 23: Endergebnis Volltonfarbdichte

Bilderdruck glänzend gestrichen	18%
Offsetpapier weiß ungestrichen	24%

Tabelle 24: Endergebnis Tonwertzunahme

2.2.7 Nachprojekt-Phase

Das Wichtigste hierbei sind kontinuierliche Kontrollen und Dokumentationen über den momentanen Prozessstatus. Damit ist nicht nur gemeint, die vorgenommenen Kalibrierungen und Einstellungen zu überprüfen, sondern auch eine Dokumentation der Maßnahmen die bei Problemen vorgenommen wurden schriftlich festzuhalten. Kontinuierliche Protokollierung liefert wichtiges Referenzmaterial auf welches in Problemfällen immer wieder zurückgegriffen werden kann. Auf diese Weise kann eine langfristige hohe Reproduktionsqualität sichergestellt werden.

3 Zusammenfassung

Diese Firmendiplomarbeit beschäftigt sich in ihrer Kernfrage mit den Strategien und dem Ablaufschema, deren sich das Druckunternehmen Lahnsteiner bedient, um erfolgreich die Standardisierung im Offsetdruck zu erreichen. Perfekt aufeinander abgestimmte Geräte in der Produktionsphase sind dabei der Schlüssel zum Erfolg. Die Mittel und Methoden, die dazu verwendet wurden, sind einerseits eine Einteilung der einzelnen Mitarbeiter in bestimmte Verantwortungsbereiche, wie etwa Datenarchivierung, Bestellung von Papier und Verbrauchsmaterialien oder Stanzenarchivierung, andererseits eine Mitarbeiterbefragung, welche die Projektteilnehmer auf die Wichtigkeit des Standardisierungsprojektes hin sensibilisieren soll. Nebenbei besteht der Sinn der Mitarbeiterbefragung auch darin, dass sich die Teilnehmer mit dem Projektthema kritisch auseinandersetzen. Abschließend werden noch Testdruckphasen durchgeführt, protokolliert und messtechnisch ausgewertet, anhand derer der momentane Projektstatus ermittelt werden kann.

Die Summe all dieser Arbeitsprozesse liefert schließlich das Resümee, dass es nun für das Druckunternehmen möglich ist, innerhalb festgelegter ISO-Bandbreiten, Messwerte zu erreichen, die für eine konstante Reproduktivität der Druckerzeugnisse sorgen. Für das Druckunternehmen bedeutet aber das Erreichen dieses Zieles, dass auch weiterhin in geregelten Abständen Testdrucke durchgeführt und Fehler mitprotokolliert werden müssen, um in Zukunft diese hohe Reproduktionsqualität garantieren zu können. Ein Austausch bzw. ein Zukauf neuer Geräte verlangt somit aber auch, dass der gesamte Workflow wieder neu angepasst werden muss.

4 Quellenangabe

4.1 Gedruckte Literatur - Fußnoten (Erstvorkommen)

Belz, Harry, Dolezalek, Dr. Friedrich, ProzessStandard Offsetdruck. Wege zu konstanter Qualität von der Vorstufe bis zum Druckprodukt; Bundesverband Druck und Medien e.V., Verlag Print & Media Forum AG, 2003, [87]

Goldstein, E. Bruce, Wahrnehmungspsychologie, Spektrum Akademischer Verlag, 1997, [11]

Hermanies, Erich, Druckformmontage, Verlag Beruf und Schule, 1995, [63]

Hoffmann-Walbeck, Thomas, Lehrbuch. Digitale Druckformherstellung. RIPs, Workflows und Computer-to-Technologien, dpunkt Verlag, 2004, [131]

Huber, Walter R., Offsetdruck nach ISO-Standard, 2003, [151]

Huber, Walter R., PQF-Reprostandard, 2003, [3]

Ottersbach, Jochem, Bedruckstoff und Farbe, Verlag Beruf und Schule, 2005, [6]

Paasch, Ulrich, Farbe in Druck und Medien, Verlag Beruf und Schule, 2001, [2]

Rausendorff, Dieter; Starke, Roger; Messen und Prüfen, Verlag Beruf und Schule, 2004, [43]

Rausendorff, Dieter, Papier. Eigenschaften und Prüfung, Verlag Beruf und Schule, 1996, [93]

Rausendorff, Dieter, Technologische Grundlagen des Offsetdrucks, Verlag Beruf und Schule, 2000, [119]

Rausendorff, Dieter, Mellendorf, Martin, Drucken im Offsetdruck, Verlag Beruf und Schule, 2001, [63]

Ruder, Rudolf, Offsetdruckmaschinen 2, Verlag Beruf und Schule, 2000, [115]

4.2 Internetressourcen - Fußnoten (Erstvorkommen)

Biering.de, Glossar:

<http://www.biering.de/glossar/texte/glossar.html>, 07.02.2006, [152]

Digitalproof.de, Die Grundlage: Prozess-Standard Offsetdruck, In: PublishingPraxis, April 2002:

http://www.digitalproof.de/PP_2002_04_101_ProzessSt.pdf, 16.02.2006, [158]

Filmscanner.info, Farbmodelle:

<http://www.filmscanner.info/Farbmodelle.html>, 18.06.2006, [32]

Fujifilm.de, Top-Thema. Computer-to-Plate: Von Licht und Wärme, Reportagen. Druckhaus Zanker: HighTech im Fachwerk, Schwäbisch Haller Industrie-Druck: Pragmatisches CtP, In: newline Special:

<http://www.fujifilm.de/media/NewslineSpecial2005.pdf>, 18.03.2006, [1]

Heidelberg.com, Fachwissen. Color Management, 08.2003:

http://www.heidelberg.com/wwwbinaries/bin/files/dotcom/de/products/prinec/color_man-agement_ger.pdf, 21.03.2006, [47]

Heidelberg.com, Fachwissen. Einführung in die Rastertechnologie, 05.2002:

http://www.heidelberg.com/wwwbinaries/bin/files/dotcom/de/products/prinec/screening_technology_ger.pdf, 15.06.2006, [124]

Heidelbergnews.com, Standardisierung in der Druckbranche. Einfach Drucken, In: Heidelberger Nachrichten, 28. Ausgabe 2005:

http://www.heidelbergnews.com/wwwbinaries/bin/files/hno/de/news_articles/hn254_simple_printing.pdf, 12.11.2005, [5]

ipwonline.de, Neue Bildraster-Technologien und deren Anforderungen an den Bedruckstoff Papier. Teil 1 – Vom Holzschnitt zum Hybridraster, In: ipw Wissenschaft + Technik, 01.2000:

<http://www.ipwonline.de/download/zellchem/2000/dp010003.pdf>, 16.06.2006, [134]

Mbs1.upb.de, Studienarbeit (HS2). Inbetriebnahme einer Kombinationsapparatur zur Realisierung von Moiré-Verfahren im Bereich der experimentellen Spannungsanalyse und Systemintegration in ein Laborschienensystem, 09.1996:

<http://mb-s1.upb.de/LTM/EMM/Themen%20und%20Inhalte/Optische-%20Methode-n/Moire/Moire.pdf>, 15.06.2006, [129]

MHM.de, Lab-Farben von Skalenfarben im Akzidenzdruck, In: Technische Information. huber group, 09.2004:

<http://www.mhm.de/ti/VP19110D.pdf>, 09.02.2006, [154]

PSOinsider.de, Allgemeines über den ProzessStandard Offsetdruck:

http://www.psoinsider.de/Inhalt/Was_ist_PSO/fuer_wen.html, 21.06.2006, [4]

Sohnrey.de, Densitometrie:

<http://www.sohnrey.de/druckseiten/index.htm>, 08.04.2006, [83]

Sunstop.at, Online-Lexikon. Buchstabe R:

http://www.sunstop.at/Lexikon_R.htm, 20.03.2006, [41]

Techkon.de, Densitometrie:

http://www.techkon.de/german/library/download/DENSI_D.PDF, 24.05.2006, [86]

Typografiker.de, Farbmestechnik für die graphische Industrie, 2. Auflage 2003:

<http://www.typografiker.de/pdf/farbenlehre.pdf>, 21.03.2006, S. 12, [45]

Weblab.uni-lueneburg.de, Computergrafik:

<http://weblab.uni-lueneburg.de/weblab/seminare/computergrafik/index.php?fld=th-emen&fil=drucken>, 15.06.2006, [129]

Wikipedia.org, Rasterfrequenz:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Rasterfrequenz>, 25.04.2006, [102]

Wikipress.de, ISO 2846:

http://www.wikipress.de/ISO_2846, 10.02.2006, [153]

4.3 Abbildungen

Abbildung 1: http://www.schneiderkreuznach.com/knowhow/im_filter/spektrum.jpg, 25.03.2006

Abbildung 2: http://adm-rin-smp-lnx.sc.previon.net/mediaserver/api/getMediaadata.cfm?media_id=1518&mandator=fw40_mandator_0106, 25.03.2006

Abbildung 3: <http://www.micd.de/curriculum/lightandcolor/images/humanvisionfigure4.gif>, 25.03.2006

Abbildung 4: <http://www.farbtipps.de/img/additive-farbmischung.gif>, 24.03.2006

Abbildung 5: http://www.der-reithmeier.de/nachschlag/images/Subtraktive_Farbmischung.gif, 24.03.2006

Abbildung 6: Paasch, Ulrich, 2001, S. 16

Abbildung 7: <http://www.farbkarten-shop.de/catalog/images/hks-faecher/titel.jpg>, 25.03.2006

Abbildung 8: <http://www.daicolor.co.jp/img/color/colorsystem/munsell.jpg>, 22.03.2006

Abbildung 9: <http://www.wobogt.de/images/hsb.jpg>, 22.03.2006

Abbildung 10: Paasch, Ulrich, 2001, S. 64

Abbildung 11: bvdM, 2003, S. 1.2-5

Abbildung 12: Rausendorff, Dieter, Starke, Roger, 2004, S. 18

Abbildung 13: http://www.techkon.de/german/library/download/DENSI_D.PDF, 24.05.2006

Abbildung 14: bvdM, 2003, S. 7.1-5

Abbildung 15: bvdM, 2003, S. 7.1-5

Abbildung 16: www.heidelberg.com/wwwbinaries/bin/files/dotcom/de/products/prinect/screening_technology_ger.pdf, 15.06.2006

Abbildung 17: www.heidelberg.com/wwwbinaries/bin/files/dotcom/de/products/prinect/screening_technology_ger.pdf, 15.06.2006

Abbildung 18: www.heidelberg.com/wwwbinaries/bin/files/dotcom/de/products/prinect/screening_technology_ger.pdf, 15.06.2006

Abbildung 19: <http://initpress.ru/imgstat/fig2-1.jpg>, 23.06.2006

Abbildung 20: www.heidelberg.com/wwwbinaries/bin/files/dotcom/de/products/prinect/screening_technology_ger.pdf, 15.06.2006

Abbildung 21 – 25: Lahnsteiner

Abbildung 26: Kipphan, Prof.Dr.-Ing.habil. Helmut, 2000, S. 94

Abbildung 27: Kipphan, Prof.Dr.-Ing.habil. Helmut, 2000, S. 94

Abbildung 28 – 30: Lahnsteiner

5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: <i>Erklärung des Farbunterschiedes über den Bunttonbeitrag</i>	40
Tabelle 2: <i>Herleitung der Komplementärfarben</i>	50
Tabelle 3: <i>Papiertypen</i>	52
Tabelle 4: <i>Positivkopie 60er Kreispunktraster</i>	52
Tabelle 5: <i>Negativkopie, 60er Kreispunktraster</i>	53
Tabelle 6: <i>Gültige Tonwertschwankungen bei 68 % einer Auflage</i>	53
Tabelle 7: <i>CIELAB-Farbwerte bei schwarzer Unterlage</i>	58
Tabelle 8: <i>CIELAB-Farbwerte bei Bedruckstoff-Unterlage</i>	59
Tabelle 9: <i>Abweichung und Toleranz zum Abstimmbogen</i>	59
Tabelle 10: <i>Farbmaßzahlen DIN ISO 2846-1</i>	88
Tabelle 11: <i>Farbwerte der Praxispapiere, schwarze Unterlage</i>	88
Tabelle 12: <i>Farbwerte der Praxispapiere, weiße Unterlage</i>	89
Tabelle 13: <i>Lab-Werte, auf schwarzer Unterlage</i>	89
Tabelle 14: <i>Lab Werte, auf weißer Unterlage</i>	90
Tabelle 15: <i>Messbedingungen nach DIN 16536</i>	91
Tabelle 16: <i>Tonwertzunahme-Sollwerte und Toleranzen</i>	91
Tabelle 17: <i>Ursachen für Plattentönen und Lösungsvorschläge</i>	100
Tabelle 18: <i>Ergebnis Teil 1 vom 23. 12. 2005</i>	102
Tabelle 19: <i>Ergebnis Teil 2 vom 23. 12. 2005</i>	102
Tabelle 20: <i>Ergebnis Teil 3 vom 23. 12. 2005</i>	102
Tabelle 21: <i>Ergebnisse der Drucktürme</i>	103
Tabelle 22: <i>Endergebnis CIELAB-Farbwerte</i>	107
Tabelle 23: <i>Endergebnis Volltonfarbdichte</i>	107
Tabelle 24: <i>Endergebnis Tonwertzunahme</i>	107

6 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: <i>Das Spektrum des Lichts</i>	16
Abbildung 2: <i>Das menschliche Auge</i>	18
Abbildung 3: <i>Zapfen und Stäbchen</i>	18
Abbildung 4: <i>Additive Farbmischung</i>	20
Abbildung 5: <i>Subtraktive Farbmischung</i>	22
Abbildung 6: <i>Autotypische Farbmischung</i>	23
Abbildung 7: <i>HKS-Farbfächer</i>	28
Abbildung 8: <i>Munsell System</i>	30
Abbildung 9: <i>HSB-Modell</i>	31
Abbildung 10: <i>Schuhsohle</i>	36
Abbildung 11: <i>CIELAB Farbraum</i>	37
Abbildung 12: <i>Funktionsweise des Densitometers</i>	49
Abbildung 13: <i>Polarisationsfilter</i>	51
Abbildung 14: <i>TWZ-Kurven 1</i>	54
Abbildung 15: <i>TWZ-Kurven 2</i>	54
Abbildung 16: <i>Elliptischer Punkt</i>	81
Abbildung 17: <i>Rund-quadratischer Punkt</i>	81
Abbildung 18: <i>Runder Punkt</i>	82
Abbildung 19: <i>Diamond Screening</i>	84
Abbildung 20: <i>Megadot Raster</i>	85
Abbildung 21: <i>Organigramm-Ausschnitt Büro</i>	94
Abbildung 22: <i>Organigramm-Ausschnitt Druckvorstufe</i>	94
Abbildung 23: <i>Organigramm-Ausschnitt Druck</i>	95
Abbildung 24: <i>Organigramm-Ausschnitt Endfertigung</i>	95
Abbildung 25: <i>Organigramm-Ausschnitt Verantwortlichkeiten</i>	96
Abbildung 26: <i>Moiré</i>	104
Abbildung 27: <i>Rosettenbildung</i>	104
Abbildung 28: <i>Unkalibrierten Platte</i>	105
Abbildung 29: <i>Vergleich der kalibrierten mit der unkalibrierten Platte</i>	106
Abbildung 30: <i>Testchart</i>	109