

**UNTERSUCHUNGEN ZUR
FARBVERÄNDERUNG BEIM DRUCK AUF
METALLFOLIEN GEGENÜBER DEM DRUCK
AUF PAPIER**

Diplomandin:

Olga Martin
MN: 13337

Studiengang: Druck und
Medientechnologie
an der Fachhochschule Stuttgart –
Hochschule der Medien

Erstprüfer:

Prof. Rainer Läzer
Hochschule der Medien, Stuttgart

Zweitprüfer:

Thomas Walther
MAN Roland Druckmaschinen AG,
Offenbach

Vorgelegt am: 13.11. 2006

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig und ausschließlich unter Zuhilfenahme zugelassener Hilfsmittel angefertigt habe. Es wurden nur die in der Arbeit ausdrücklich benannten Quellen und Hilfsmittel benutzt. Wörtlich oder sinngemäß übernommenes Gedankengut habe ich als solches kenntlich gemacht.

Ich verpflichte mich, die in diesem Bericht enthaltenen und damit während meiner Tätigkeit bekannt gewordenen Betriebsgeheimnisse vertraulich zu behandeln.

Ort, Datum

Olga Martin

Abstract

Die folgende Arbeit befasst sich mit der Farbgebung beim Druck auf metallisierten Folien. Bei den Betrachtungen wird ein Schwerpunkt auf Silberfolienanwendungen gesetzt. Bei der Inline – Anwendung mit der MAN Roland 700 mit Prindor-Modul wird eine metallisierte Folie transferiert und kann anschließend überdruckt werden.

Die für die Druckindustrie vorgeschriebene $45^\circ/0^\circ$ - oder $0^\circ/45^\circ$ -Messgeometrie für Densitometer und Spektralphotometer hat sich für das Messen auf hochglänzenden und spiegelnden Oberflächen, wie Metalloberflächen, als ungeeignet erwiesen.

Aus diesem Grund wird die Messproblematik mit in der Druckindustrie üblicherweise eingesetzten Spektralphotometern erläutert und alternative Messmethoden vorgestellt. Da die MAN Roland Druckmaschinen AG bisher nicht die Absicht hat ein Messgerät mit anderen Messgeometrien einzusetzen, soll nur ein kleiner Überblick gegeben werden.

Der Hauptteil widmet sich den Einflussgrößen beim Druck auf metallisierten Folien und der Erzeugung von Goldtönen auf Silberfolie. Um die Ergebnisse übersichtlich darzustellen, soll ein Designer Guide konzipiert und produziert werden, der die Unterschiede beim Druck auf Metallfolien gegenüber dem Druck auf Papier aufzeigt und allgemeine Ratschläge enthält.

Schlagwörter: Glanz, Metalliceffekt, Farbgebung auf metallisierten Folien, fotometrische Messungen, ProzessStandard Offset

Keywords: gloss, metallic effect, color impression on metallic foils, photometric measurement, ProcessStandard Offset

Anmerkung

Auf Grund von umfangreichen Messdaten ist der Anhang nicht in gedruckter Form, sondern übersichtlich in einem PDF dargestellt und auf der beigefügten CD zu finden. Der *“Technic & Design”* Guide ist der Diplomarbeit beigefügt.

Inhaltsverzeichnis

Erklärung	2
Abstract	3
Inhaltsverzeichnis	4
1 Einleitung	7
1.1 Aufgabenstellung	7
1.2 Problemstudie.....	7
2 Grundwissen	8
2.1 Farbe und Licht	8
2.1.1 Lichtquellen.....	8
2.1.2 Reflexion und Lichtbrechung.....	8
2.1.3 Beugung	10
2.1.4 Densitometrie	10
2.1.5 Farbmessung	13
2.1.6 Glanz	14
2.2 PSO	17
2.2.1 Prüfmethode und Arbeitshilfsmittel.....	17
2.2.2 Bedruckstoff.....	20
2.2.3 Anforderungen an Daten und Filme.....	22
2.2.4 Auflagedruck, Tonwertzunahme- Sollwerte und -Toleranzen.....	23
2.3 Bewerten der Druckqualität	23
2.4 Scheuerfestigkeit	24
3 Folienveredelung von Produkten	25
3.1 Metallisierte Bedruckstoffe	25
3.2 Heißfolienprägung.....	26
3.3 Kaltfolientransfer	27
3.4 Vergleich	28
3.5 Stand der Technik	29
3.5.1 Fragebogen zum Stand der Technik.....	29
3.5.2 Auswertung	30
4 Messtechnische Problematik und Lösungsvorschläge	38
4.1 Literaturstudie zum Messen auf metallisierten Oberflächen.....	38
4.2 Beteiligte Schichten beim Kaltfolienkaschieren	39
4.3 Messgeometrien	40

4.3.1	Messgeometrien Spektralphotometer	40
4.3.2	Messgeometrien Glanzmessgeräte	41
4.3.3	Eignung für Messungen auf metallisierten Oberflächen.....	42
5	Erkenntnisse aus Druck- und Messversuchen.....	43
5.1	Abmusterung	43
5.1.1	Prüfung der Leuchten	43
5.2	Einflüsse verschiedener Schichten bei der Kaltfolienkaschierung und anschließender Überdruckung.....	44
5.2.1	Farbveränderungen durch einen eingefärbten Kleber und verschiedenem Lackauftrag	44
5.2.2	Einfluss des Farbauftrags auf den Glanz.....	75
5.3	Drucken nach PSO	75
5.3.1	Ermitteln der optimalen Dichten/Solldichten.....	76
5.3.2	Versuchsmatrix	76
5.3.3	Vergleich Druck auf Folie im Vergleich zum Druck auf Papier	84
5.4	Rastertest.....	85
5.4.1	Versuchsmatrix	85
5.4.2	Testform	87
5.4.3	Auswertung	90
5.5	Goldeffekte auf Silberfolie.....	104
5.5.1	Erster Goldtest.....	105
5.5.2	Zweiter Goldtest.....	107
5.5.3	Dritter Goldtest.....	109
5.5.4	Umfrage zu Goldtönen.....	111
5.5.5	Goldtöne für den Design-Guide	116
6	Technik- & Design-Guide.....	118
6.1	Informationsmaterial „InlineFoilier Prindor“.....	118
6.2	Konzeption	120
6.2.1	Zielgruppen	120
6.2.2	Mitwirkung am Designer Guide.....	120
6.2.3	Inhalte.....	121
6.3	Durchführung	125
6.3.1	Materialauswahl	125
6.3.2	Produktion.....	125
6.3.3	Qualitätskontrolle.....	132
6.3.4	Fazit.....	137
7	Schlussbetrachtung	138
7.1	Nachwort.....	139
8	Weiteres Vorgehen	140

9	Glossar.....	141
10	Literaturverzeichnis.....	143
11	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	145

1 Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Für die MAN Roland Druckmaschinen AG und deren Kunden ist eine Untersuchung zur Farbveränderung beim Druck auf Silberfolien gegenüber dem Druck auf Papier zu erstellen. Dabei ist eine vergleichende Grundlage für den Druck auf metallischen Folien zu erarbeiten. Zu beachten ist, dass es sich weniger um eine messtechnische Lösung handelt, sondern um die Erarbeitung geeigneter Empfehlungen für die Druckvorstufe und den Druck. Das Problem bei der messtechnischen Beurteilung soll erläutert und vorgestellt werden. Ein Konzept für einen „*Technic & Designer Guide*“ wird erarbeitet und umgesetzt. Er soll die Möglichkeiten des „*InlineFoiler Prindor*“ veranschaulicht und Empfehlungen für die Druckvorstufe, den Designer und die Druckerei enthalten.

Die gewonnenen Erkenntnisse sollen den Vorstufenunternehmen und Druckereien als Hilfe und Anregung dienen.

1.2 Problemstudie

Die am häufigsten verbreitete Technologie, um eine Metallfolie auf den Bedruckstoff aufzubringen, ist das Heißfolienprägen. Diese wird verwendet, um durch die Signalwirkung der glänzenden Metallfolie das Produkt hochwertiger und werbewirksamer zu gestalten. Auf dem Markt werden Folien in verschiedenen Farbtönen angeboten.

Die MAN Roland Druckmaschinen AG hat ein Inline- Verfahren für die Roland 700 entwickelt, das das Metallfolienkaschieren in der Maschine ermöglicht. Dabei wird die Folie in zwei Druckwerken bei einer Druckgeschwindigkeit bis zu 16.000 Bg./h. auf den Bedruckstoff aufgebracht und diese kann anschließend zusätzlich bedruckt werden. Durch das Aufdrucken verschiedener Druckfarben können mit einer Basisfolie verschiedene Farbverhältnisse dargestellt werden. Die Verwendung verschiedener Folientypen wird dadurch überflüssig. Durch die transparente Eigenschaft der auf die Metallfolie aufgedruckte Offsetdruckfarbe, als Raster oder Vollton, scheint die Metallfolie durch, der Metalliceffekt bleibt daher erhalten. Durch das Aufdrucken von Gelb und Magenta, Cyan oder Schwarz auf eine silberne Folie kann ein Metallicton in vielen Nuancen entstehen. So können z.B. verschiedene Silber- und Goldtöne miteinander kombiniert werden. Dadurch ergeben sich weitere Gestaltungsmöglichkeiten, die offline mittels Heißfolienprägung nicht möglich sind.

Da glänzende und metallische Oberflächen aufgrund bestimmter physikalischer Gesetze mittels (in der Druckindustrie üblichen) messtechnischen Methoden gegenwärtig nicht sinnvoll erfassbar sind, kann nur eine Empfehlung ausgearbeitet werden. Diese Empfehlung konzentriert sich auf den Schwerpunkt „*Erstellung von Goldnuancen*“.

2 Grundwissen

Dieses Kapitel soll einen Überblick über die Grundlagen geben, auf denen die folgende Arbeit basiert.

2.1 Farbe und Licht

Nach DIN 5033 wird Farbe als ein durch das Auge vermittelter Sinneseindruck definiert. Das menschliche Auge nimmt Lichtfarben, Körperfarben in Aufsicht und Körperfarben in Durchsicht wahr. Farbe muss vom Glanz getrennt betrachtet werden [26].

2.1.1 Lichtquellen

Es gibt verschiedene Lichtquellen, die in Temperaturstrahler und Lumineszenzstrahler unterteilt werden können. Die spektrale Zusammensetzung einer Lichtquelle ist für den Farbeindruck entscheidend.

Verwendete Lichtquellen in der Farbmestechnik:

- Glühlampe: In einer Halterung wird ein Lichtkörper (Wendel), z.B. ein Wolframdraht, mit einem chemisch inaktiven Gas angebracht. Durch Erhitzung des Glühfadens wird ein Teil der Energie in sichtbares Licht umgewandelt, der andere in IR-Strahlung.
- Xenon Hochdrucklampe: Gasteilchen werden unter Einfluss hoher elektrischer Felder ionisiert und zum Leuchten angeregt. Diese Lampen werden eingesetzt, um eine tageslichtähnliche Farbwiedergabe zu erzielen [40].

2.1.2 Reflexion und Lichtbrechung

Wenn Licht von einem Medium in ein anderes übergeht, tritt neben der Brechung eine Reflexion auf. Metalle haben ein sehr hohes Reflexionsvermögen und werden daher als

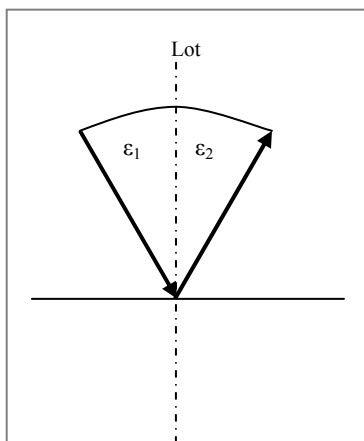


Abbildung 2.1 Reflexion eines Lichtstrahls an der Grenzfläche

Spiegelschichten verwendet. Für die Eigenfarbe eines Körpers sind ebenfalls Reflexionsphänomene verantwortlich. „Jeder Körper erscheint uns in den Farben, die er vorzugsweise reflektiert“ [42]. Die Art der Reflexion ist von der Oberflächenbeschaffenheit der Grenzfläche abhängig. Im Falle der diffusen Reflexion ist die Rauigkeit der Oberfläche für eine scheinbar regellose Reflexion verantwortlich.

Wenn eine elektromagnetische Welle auf eine Grenzfläche zwischen zwei transparenten Medien (z.B. Luft und Lacksschicht) trifft, wird sie teilweise reflektiert. Die Brechung und Reflexion von Lichtstrahlen an Grenzflächen zwischen

zwei Medien werden durch das Brechungs- bzw. Reflexionsgesetz beschrieben. Abbildung 2.1 zeigt eine Reflexion an einer Grenzschicht. Es gilt:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2$$

Ein Planspiegel ist eine gerichtet reflektierende plane Fläche mit einem hohen Reflexionsgrad.

Die Ursache der Lichtbrechung ist auf die medienabhängigen Fortpflanzungsgeschwindigkeiten des Lichts zurückzuführen und lässt sich mit der Wellentheorie erklären. Der Brechungsindex stellt im Wellenbild das Verhältnis der Ausbreitungsgeschwindigkeit in zwei Medien dar.

Relativer Brechungsindex n_{21} :

$$n_{21} = \frac{c_1}{c_2}$$

mit c_1 = Lichtgeschwindigkeit des Mediums 1, c_2 = Lichtgeschwindigkeit des Mediums 2

Absoluter Brechungsindex (Vakuum als Bezugsmedium):

$$n_1 = \frac{c_{vac}}{c_1} \quad n_2 = \frac{c_{vac}}{c_2}$$

→ Die relative Brechzahl n_{21} zweier Medien setzt sich aus dem Quotient der absoluten Brechzahlen n_1, n_2

$$\text{zusammen } n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

Der Wert der Brechzahl n hängt nicht nur vom Medium ab, sondern auch von der Wellenlänge λ des Lichts.

Die Ablenkung δ des gebrochenen Strahls von der Achse des einfallenden Strahls ist

$$\delta = \varepsilon_1 - \varepsilon_3$$

Sowohl Einfallswinkel als auch Brechungswinkel werden immer bezüglich dem Einfallslot gemessen, nicht gegenüber den Medienflächen.

Ein Lichtstrahl wird bei Eintritt in ein optisch dichteres Medium zum Einfallslot hin gebrochen, da die relative Brechzahl n_{21} größer als 1 ist. Bei Eintritt in ein optisch dünneres Medium hingegen wird der Strahl vom Einfallslot weg gebrochen [42].

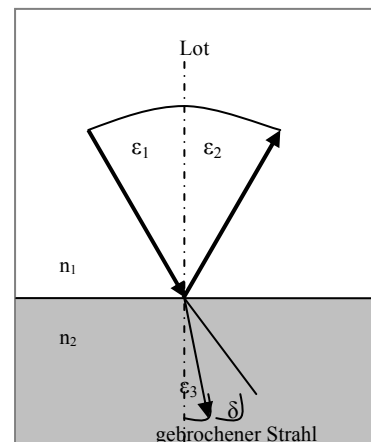


Abbildung 2.2 Reflexion und Brechung eines Lichtstrahls

2.1.3 Beugung

Als Beugung versteht man die nicht gradlinige Ausbreitung von Licht. Nach „*Huygens*“ gehen von jedem Punkt in einem Wellenfeld sphärische Wellen aus. Diese Wellen interferieren miteinander und bilden so das resultierende Wellenfeld. Die Wellen können sich abhängig von den Phasenbeziehungen konstruktiv oder destruktiv überlagern. Die Beugung kann als störende Erscheinung insbesondere das Auflösungsvermögen optischer Instrumente begrenzen: „die Beugung setzt dem tatsächlichen Auflösungsvermögen optischer Systeme jedoch eine endgültige Grenze, weil infolge der Beugung Licht auch an solche Stellen des Bildes gerät, wo nach den Gesetzen der geometrischen Optik vollständige Dunkelheit herrschen sollte. Die Aussage gilt für jede Art optischer Geräte wie z.B. Spektralapparate“ [42].

2.1.4 Densitometrie

Die Densitometrie ist ein sehr wichtiges Hilfsmittel zur Regelung des Farbauftrags an der Druckmaschine und zur schnellen Auswertung von Vollton- und Rasterflächen. Im Bereich der üblichen Farbschichtdicken (bis 1 μm) für Skalenfarben besteht ein nahezu linearer Zusammenhang zwischen der optischen Dichte und der Schichtdicke. Daher kann die Dichte bei der Farbregelung an der Druckmaschine in Farbschieberöffnung übersetzt werden. Die Kurve flacht bei höherer Farbschichtdicke immer weiter ab und nähert sich einem Grenzwert.

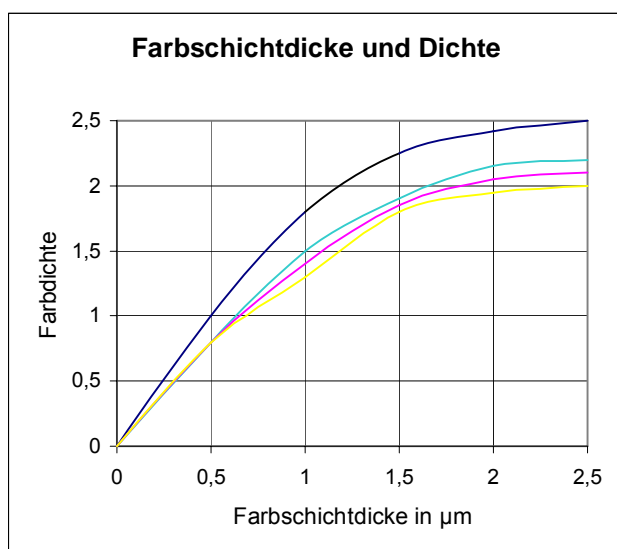


Abbildung 2.3 Farbschichtdicke und Dichte [www.grapho-metronic.com]

Die optische Dichte wird ermittelt, indem ein definierter Lichtstrahl auf die bedruckte Oberfläche trifft und die Remission gemessen wird. Der auftreffende Lichtstrahl wird an den Grenzflächen Luft/Druckfarbe und Druckfarbe/Papier reflektiert und von einem

Fotoelement mit vorgeschaltetem Filter empfangen, dass ein zur Lichtstärke proportionales Signal erzeugt. Um ein genaues Ergebnis zu erzielen ist es wichtig, dass überwiegend der Lichtstrahl gemessen wird, der die Farbschicht durchdrungen hat. So kann man sicher stellen, dass der für die Druckfarbe charakteristische Bereich des Spektrums zur Auswertung kommt.

Die Farbschicht wirkt ähnlich einem Filter, bestimmte Anteile der ursprünglichen Lichtquelle werden absorbiert und geschwächt, das reflektierte Licht enthält die notwendige Information über die optische Dichte.

Die Bauweise und technischen Details sind in der Norm DIN 16536-1, DIN 16536-2, ISO 14981, ISO 5-4 und ISO 13656:2000 standardisiert.

Bei der Dichtemessung wird auf Papierweiß kalibriert, um den Einfluss des Bedruckstoffes auszuschließen, der Remissionswert wird bei Papierweiß auf 1 gestellt. Jede Veränderung zum Bezug wird wie folgt berechnet:

$$D = \frac{\lg 1}{R}$$

Mit: D = Dichte

R = Remission

Bei einer vollständigen Remission ist die Dichte null. Mit zunehmender Farbschichtdicke sinkt die Remission, die Dichte steigt.

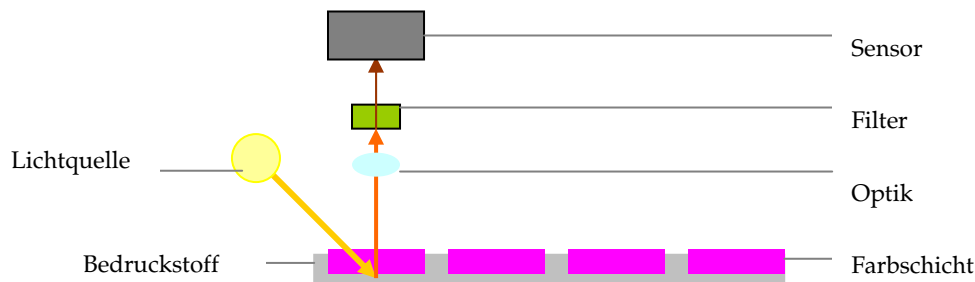


Abbildung 2.4 Grundprinzip eines Densitometers

Aus dem gemessenen Dichtewerten eines Densitometers kann mittels Murray-Davis Formel die Flächendeckung berechnet werden.

$$A = \frac{1 - 10^{-D_r}}{1 - 10^{-D_v}} \cdot 100\%$$

Mit: A = Flächendeckung in %

D_r = Dichte im Raster

D_v = Dichte im Vollton

Die aus den gemessenen Dichtewerten berechnete Flächendeckung setzt sich aus einem geometrischen und einem optischen Anteil zusammen. Der optische Anteil wird als Lichtfang bezeichnet. Beide Anteile zur Flächendeckung spielen z.B. bei der Tonwertzunahme eine entscheidende Rolle. Eine geometrische Tonwertzunahme bezeichnet die geometrische Vergrößerung des Rasterpunktes nach dem Druck. Zur Veranschaulichung soll folgende Zeichnung dienen:

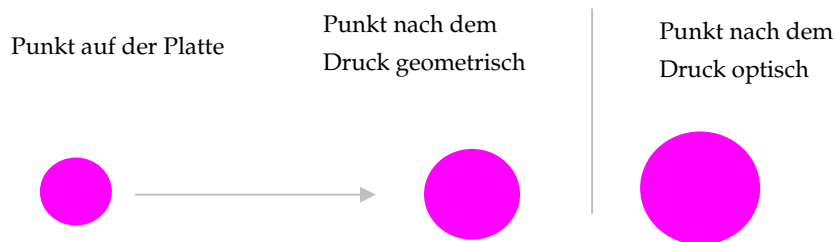


Abbildung 2.5 Punktzuwachs

Der Lichtfangeffekt entsteht durch Unterstrahlung der Rasterpunkte: Ein Anteil des Lichts dringt in die unbedruckte Bedruckstoffoberfläche ein und wird gestreut. Kommt nun ein Teil der Streuung unter einen Rasterpunkt und wird dort absorbiert, wirkt das Papierweiß um den Punkt dunkler und er erscheint größer als er geometrisch ist. Da der Densitometer optisch misst wird dieser Effekt mit aufgenommen, der Messwert des Densitometers ist daher immer etwas höher im Vergleich zu einem rein geometrischen Verfahren. Da das Auge diesen Effekt ebenfalls wahrnimmt und daher der densitometrisch gemessene Wert näher an der visuellen Wahrnehmung liegt, ist die optische Täuschung auch bei der messtechnischen Bewertung sinnvoll.

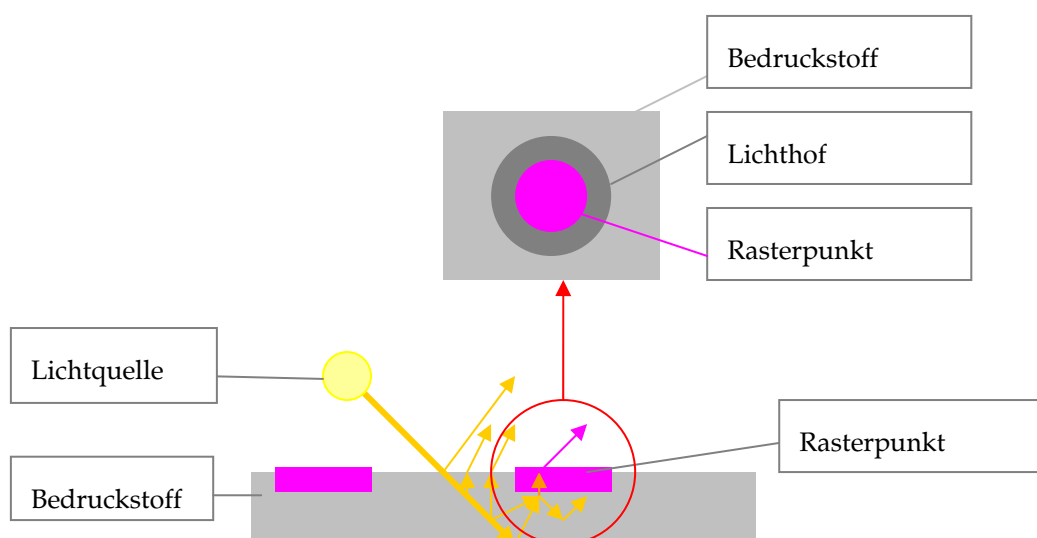


Abbildung 2.6 Lichtfang

Der Lichtfang bezieht sich überwiegend auf den Rasterdruck auf weißen Faserstoffen. Bei der Messung von Druckplatten ist z.B. nur die geometrische Flächendeckung gefragt, der Densitometerwert müsste daher mit einem Korrekturwert angeglichen werden. Bei einer spiegelnden Oberfläche, wie die einer Metallfolie stellt sich die Frage, ob ein Lichtfang überhaupt stattfindet. Ein Rasterpunkt wird bei vollständiger Reflexion an der Oberfläche nicht unterstrahlt.

2.1.5 Farbmessung

Für die Ermittlung der Farbwerte kann das Dreibereichsverfahren oder das Spektralverfahren verwendet werden. Beide sind in der Norm DIN ISO 13655 und DIN 5033 beschrieben.

Ähnlich wie beim Densitometer trifft ein definierter Lichtstrahl auf die bedruckte Oberfläche. Die Interpretation der Remissionswerte unterscheidet sich zur Densitometrie. Kalibriert wird auf einem Absolutweiß, nicht auf Papierweiß. Die Färbung des Papiers kann sich bei einem Farbdruck stark auf das Farbempfinden auswirken und soll daher miterfasst werden. Es haben sich folgende Verfahren durchgesetzt:

Dreibereichsverfahren

Das Dreibereichsverfahren arbeitet prinzipiell wie das menschliche Auge. Drei Sensoren erfassen die Farbanteile Rot, Grün und Blau. Die Auswertung der Sensorsignale ergibt die Normfarbwerte XYZ für Rot, Grün und Blau. Diese werden für alle weiteren Berechnungen herangezogen.

Da diese Geräte nicht die absolute Messgenauigkeit von Spektralphotometern erreichen, werden sie meist eher für vergleichende Untersuchungen verwendet.

Spektrales Verfahren

Spektralphotometer messen die Remissionswerte des sichtbaren Spektrums (380 nm – 780 nm)

Das von der Probe reflektierte Licht wird spektral mittels Gitter-Dioden-Modulen oder Filter-Dioden-Modulen zerlegt. Je nach Bandbreite werden alle 10 nm – 20 nm Remissionswerte erfasst.

Aus den spektralen Remissionswerten lassen sich XYZ, $L^*a^*b^*$, $L^*u^*v^*$ und weitere Farbwerte berechnen.

2.1.6 Glanz

Glanz ist ein Sinneseindruck, der durch die Phänomene Intensität der Reflexion und Streulicht an einer Oberfläche hervorgerufen wird.

Bei der Glanzmessung wird die Intensität des an einer Oberfläche reflektierten Lichtes gemessen.

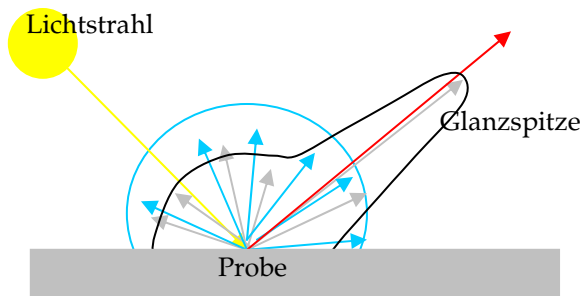


Abbildung 2.7 Reflexionsverhalten an einer Oberfläche

Vereinfacht kann Glanz als gerichtete Reflexion bezeichnet werden. Voraussetzungen für die Entstehung des Glanzes sind eine gerichtete Beleuchtung und eine annähernd glatte Oberfläche.

- Eine idealglatte Oberfläche reflektiert die gesamte einfallende Strahlung, siehe roter Pfeil in (Abbildung 2.6).
- Eine idealmatte Oberfläche streut das einfallende Licht gleichmäßig in alle Richtungen, siehe blaue Pfeile (Abbildung 2.6).
- In der Regel wird man eine Mischform der beiden idealen Oberflächen erhalten: eine diffuse Basis mit einer Glanzspitze (schwarze Umrandung, Abbildung 2.6).

Der Glanz kann dann mit folgenden Kriterien beurteilt werden:

- Höhe der Glanzspitze
(Maximum)
- Breite der Glanzspitze
(Halbwertsbreite)
- Höhe der diffusen Basis
(Basis)

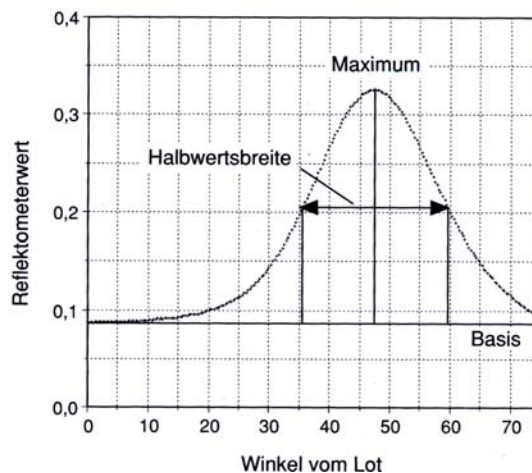
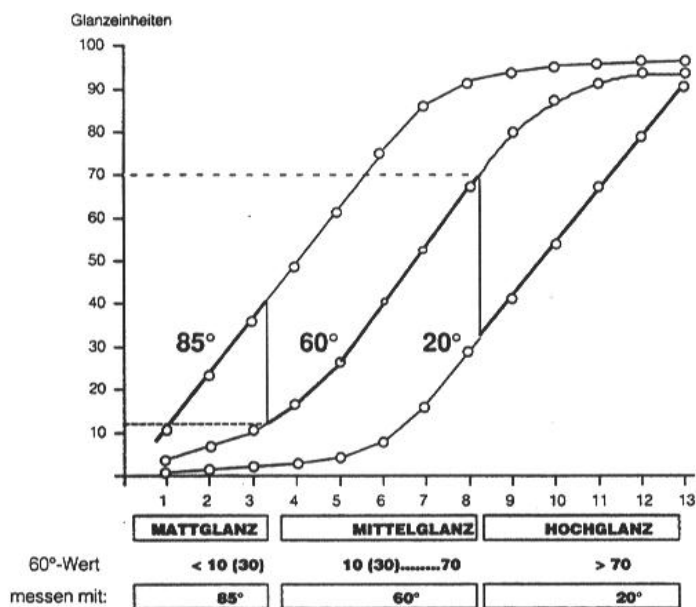


Abbildung 2.8 Kenngrößen der Indikatrix, die für die Glanzbewertung herangezogen werden können. Beleuchtung unter 45°

Zur besseren Vergleichbarkeit der Glanzeigenschaften unterschiedlicher Oberflächen werden die genannten drei Kriterien zu Glanzzahlen, gemessen in Glanzeinheiten (GE), verknüpft. Um eine gute Übereinstimmung mit dem visuellen Empfinden zu erhalten, werden die Werte zusätzlich logarithmiert.

Die Glanzmessung kann mit einem Reflektometer erfolgen. Je nach Bauweise verfügt das Glanzreflektometer über eine oder mehrere Messgeometrien. Kalibriert wird auf einer polierten schwarzen Glasplatte mit einem definierten Brechfaktor.



Anwendungsbereiche der Geometrien nach Norm (Prinzipiskizze)

Abbildung 2.9 In der Norm DIN 67530 vorgeschriebene Geometrien [www.iemb.de]

Der Beleuchtungs- und Messwinkel sollte dem üblichen Beobachtungswinkel ($0^\circ - 50^\circ$) gleich sein, so dass die gemessenen Glanzwerte dem menschlichen Glanzempfinden entsprechen.

Daher werden in den Normen DIN 67530 und ISO2813 folgende Messgeometrien vorgeschrieben:

- 20° hochglänzende Oberflächen
- 60° mittelglänzende Oberflächen
- 85° matte Oberflächen

→ wie an der Abbildung 2.9 ersichtlich sind die gemessenen Glanzeinheiten von der Messgeometrie abhängig. Jeweils bei dem linearen Abschnitt der aufgezeigten Kurven ist der empfundene Glanz zu den gemessenen Glanzeinheiten proportional, eine eindeutig und gut differenzierbare Glanzbeurteilung ist in diesem Bereich gegeben.

Da die Messgeometrien verschiedener Messgeräte sich oft unterscheiden, können die Glanzwerte nicht ohne weiteres verglichen werden.

Mit einem Goniophotometer kann die Intensität der Reflexion in verschiedene Raumrichtungen gemessen werden. Das Messergebnis ist eine Streulichtindikatrix.

2.2 PSO

Der „*ProzessStandard Offset*“ stellt ein zentrales Instrument zur Prozesskontrolle und Qualitätssicherung in der Druckindustrie dar. Die Arbeitsprozesse von der Datenaufbereitung bis zum Druck sind in einzelne Arbeitsschritte unterteilt, Ergebnisse können anhand von Soll-Vorgaben beurteilt werden.

Die folgende Zusammenfassung gibt einen Überblick über die wichtigsten Arbeitsschritte, die für diese Arbeit relevant sind.

2.2.1 Prüfmethoden und Arbeitshilfsmittel

2.2.1.1 Densitometrische Messung

Nach DIN 16536-1, DIN 16536-2

- Messgeometrie: $0^\circ/45^\circ$ oder $45^\circ/0^\circ$
- Lichtart: A
- Spektralkurven nach ISO 5-3, entsprechend Status E
- Polarisation
- mattschwarze Unterlage unter der Probe, Farbdichte $1,5 \pm 0,2$.
(Ausnahme völlig opake Probe).
- Für reinen Schöndruck kann eine weiße Mess- und Betrachtungsunterlage verwendet werden.
- Messfläche für 60er Raster mindestens 2 mm^2 , besser 5 mm^2 ; für nichtperiodische Raster möglichst groß, mindestens 7 mm^2 , entsprechend einem Blendendurchmesser von 3 mm
- Bezug: Papierweiß

Steuerung der Farbschichtdicke:

$$D = -\lg R$$

Mit: D = Dichte

R = Remission

Normen:

Densitometrie:

DIN 16536-1

DIN 16536-2

ISO 14981

ISO 5-4

ISO 13656:2000

Farbmetrik:

DIN ISO 13655

Prozesskontrolle:

DIN ISO 12647-1

DIN ISO 12647-2

DIN ISO 12647-3

Abmusterungsbedingungen:

ISO 3664

Medienstandard Druck 2001

International Color Consortium ICC

2.2.1.2 Farbmessung

Nach DIN ISO 13655

- Messgeometrie 0 °/45 ° oder 45 °/0 °
- Normalbeobachter für 2°
- Lichtart D50 (5000K)
- CIELAB-Farbsystem, anzugeben sind die drei Maßzahlen L*, a*, b*
- Mattschwarze Unterlage unter der Probe, Farbdichte 1,5 +/-0,2
- keine Polarisation
- Farbabstand gemäß CIELAB-Formel zu berechnen

Geräte:

- Dreibereichsgeräte
- Spektralfotometer

Die Kennzeichnung einer Farbe erfolgt durch drei Farbmaßzahlen, z.B. durch L*a*b* oder L*C*H*.

Normen:

CIELAB_Farbraum DIN ISO 13655

Farbabstand:

$$\Delta E_{ab}^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{0.5}$$

Beurteilung von Farbabständen:

- $\Delta E_{ab}^* = 1 - 3$ unter günstigen Bedingungen sichtbar
 $\Delta E_{ab}^* = 3 - 6$ kleiner bis mittlerer Unterschied
 $\Delta E_{ab}^* > 6$ großer Unterschied

Buntheitsunterschied:

$$\Delta C_{ab}^* = C_{ab1}^* - C_{ab2}^*$$

$$C_{ab}^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$$

→ Abstand des Farborts von der Helligkeitsachse (Grad der Farbigkeit im Vergleich zu einer grauen Farbe gleicher Helligkeit).

Bunttonunterschied

$$\Delta H_{ab}^* = (\Delta E_{ab}^{*2} - \Delta L^{*2} - \Delta C_{ab}^{*2})^{0.5}$$

2.2.1.3 Tonwerte

Als Tonwert wird die Flächendeckung in Prozent bezeichnet, die sich nach der Formel von Murray-Davies ergibt:

$$A = \frac{1 - 10^{-D_r}}{1 - 10^{-D_v}} \cdot 100\%$$

Mit: A = Flächendeckung in %

D_R = Dichte im Raster

D_v = Dichte im Vollton

2.2.1.4 Zeichnen von Kennlinien

1. Tonwert Datensatz, Tonwert Druck
2. Tonwert Datensatz, Tonwertzunahme Druck

2.2.1.5 Abmustern

Nach ISO 3664

- Farbtemperatur: 5000 K
- bei Aufsichtsbildern schwarze Unterlage

- kritische Abmusterungen: bei einer hohen Beleuchtungsstärke von 2000lx +/- 500 lx, bei D50 (5000K), mattschwarze Unterlage mit einer Farbdichte von ca. 1,5, mattgraue Umgebung mit einer Farbdichte von 0,7, bezogen auf Idealweiß
- Einfache Betrachtung: 500 lx +/- 125 lx, weitere Vorgaben, wie bei kritischer Abmusterung

2.2.2 Bedruckstoff

Bedruckstoffe werden in fünf Papiertypen eingeteilt und wie folgt klassifiziert:

Papiertyp 1	glänzend gestrichen, weiß, holzfrei, ca. 115g/m ²
Papiertyp 2	matt gestrichen, weiß, holzfrei, ca. 115g/m ²
Papiertyp 3	glänzend gestrichen, LWC, ca. 65g/m ²
Papiertyp 4	ungestrichen, weiß, Offset, ca. 115g/m ²
Papiertyp 5	ungestrichen, gelblich, Offset, ca. 115g/m ²

Im folgenden wird überwiegend auf Papierklasse 1 eingegangen, da alle Versuche bei der MAN Roland Druckmaschinen AG mit diesem oder einem vergleichbaren Papiertyp durchgeführt werden.

Tabelle 2.1 Sollwerte für den Bedruckstoff

	Sollwerte nach ISO/CD 12647-2:2003 (schwarze Unterlage)		Sollwerte nach ISO/CD 12647-2:2003 (Bedruckstoff-Unterlage)	
	L*/a*/b*	Glanz in %	L*/a*/b*	Glanz in %
Papiertyp 1	93/0/-3	65	95/0/-2	65
Toleranz	±3/±2/±2	±5	±3/±2/±2	±5

Sollwerte der Volltondichten der Primär-, und Sekundärfarben auf Papiertyp 1. Hier wurden die Werte ISO 12647-2:2006 (Entwurf) verwendet, die markierte Felder unterscheiden sich in den Vorgaben zu 2003.

Tabelle 2.2L*a*b* Vorgaben für Prozessfarben und Sekundärfarben

Papiertyp 1/2	ISO 12647-2:	2006	weiße Mess- unterlage	Papiertyp 1/2	ISO 12647-2:	2003	weiße Mess- unterlage
	L*	a*	b*		L*	a*	b*
Papier	95	0	-2	Papier	95	0	-2
Cyan	55	-37	-50	Cyan	55	-37	-50
Magenta	48	74	-3	Magenta	48	74	-3
Yellow	89	-5	93	Yellow	91	-5	93
Black	16	0	0	Black	16	0	0
Red	47	68	48	Red	49	69	52
Green	50	-68	25	Green	50	-68	33
Blue	24	17	-46	Blue	20	25	-49

Es wird empfohlen sich an den L*a*b* Werten zu orientieren, man kann jedoch auch die vorgegebenen Standarddichten verwenden, wenn das Ermitteln der L*a*b*- Werte zu aufwändig ist.

Standarddichten: K 1.9, C 1.55, M 1.5, Y 1.45

2.2.3 Anforderungen an Daten und Filme

Daten: Composite-Datei, PDF/X-3 oder TIF/IT

Tabelle 2.3 Anforderungen an Daten und Filme

Kriterien	Anforderungen	Bemerkungen
Farbbezeichnung	Gelb: Y oder I Magenta: M oder II Cyan: C oder III Schwarz: K oder IIII	Sonderfarben sind aususchreiben.
Passkreuze, Druckzeichen	Passkreuze: Stärke nicht über 0,1 mm	Notwendig zur standardisierten Montage
Druckender Tonwertbereich	2 % bis 98 % für 60 l/cm 4 % bis 96 % für 80 l/cm 8 % bis 92 % für 120 l/cm	
Maximale Tonwertsumme UCR: Unbuntaufbau:	Bogen < 350 % 130 % – 250 %	
Überfüllung (Trapping)	0,1 mm, bei leichten Bedruckstoffen auch mehr	Das Ausmaß richtet sich nach den eventuell auftretenden Fehlpasser
Vollton K	Mit ca. 40% C hinterlegen	
Graubalanceempfehlung	Viertelton: C25 %, M18 %, Y18 % Mittelton: C50 %, M40 %, Y40 % Dreiviertelton: C75 %, M64 %, Y64 %	Für die im PSO festgelegten Materialien und Prozessbedingungen
Kontrollstreifen	Rasterfrequenz 60 l/cm, Kreispunktform	DIN ISO 12647-1
Rasterwinkelung des Sujets	Kettenpunkt: Je 60 ° zw. C, M und K. Die Farbe Y muss 15 ° neben einer der vorgenannten liegen. Die Hauptfarbe sollte auf 45° oder 135° liegen. Kreis- oder Quadratpunkt: Je 30 ° zwischen C, M und K. Die Farbe Y muss 15 ° neben einer der vorgenannten liegen. Die Hauptfarbe sollte auf 45 ° liegen.	Für das Sujet sind Kreispunkt- und Quadrat raster nicht optimal.

2.2.4 Auflagendruck, Tonwertzunahme- Sollwerte und -Toleranzen

Tabelle 2.4 Soll-Tonwertzunahmen für den Auflagendruck

A_F (%)	Tonwertzunahme ΔA (%) für Papiertyp	Tonwert A_D (%) für Papiertyp	Schwankun- gstoleranzen
Papierklasse→	1 und 2	1 und 2	
40	13	53	4
50	14	64	4
70	13	83	3
75	12	87	3
80	11	91	3

A_F (%) – Tonwert auf dem Kontrollfeld des Positivfilms

A_D (%) – Tonwert im Druck

ΔA (%) – Tonwertzunahme, errechnet aus $A_D - A_F$

2.3 Bewerten der Druckqualität

Die Beurteilung der Druckqualität dient einerseits der Bewertung des Produktionsergebnisses und andererseits der Gewinnung von Aussagen über die Beeinflussung der Technologie durch verschiedene Parameter. Qualitätsprüfungen sind an einen technischen Teilprozess oder an ein konkretes Druckergebnis gebunden.

Die Qualität kann sowohl visuell als auch messtechnisch geprüft werden. Eine visuelle Betrachtung ist jedoch immer subjektiv, ein objektives Ergebnis kann nur durch eine messtechnische Beurteilung gewonnen werden. Die wichtigsten Qualitätsmerkmale sind im Prozessstandard Offset festgelegt, die vorgegebenen Sollwerte können zur Beurteilung herangezogen werden, sofern nicht ein anderer Hausstandard vorliegt.

Das Druckerzeugnis sollte vor allem nach seiner Funktion beurteilt werden [45]. Während das Drucken vor allem die Funktion der Vervielfältigung übernimmt, wird das visuelle Erscheinungsbild des Druckes immer wichtiger, um sich vom Wettbewerb abzuheben. Die Funktion der Druckveredelung ist eine Wertsteigerung des Druckproduktes und das Erzielen hoher Aufmerksamkeit. Ein mit einer Metallfolie veredeltes Druckprodukt sollte eine Signalwirkung erzielen und den Betrachter ansprechen. Die Folie kann z.B. auf den Glanz untersucht werden, denn gerade der Spiegelglanz einer metallisierten Oberfläche wertet das Produkt auf. Da der „Metallglanz unabhängig von der Farbe der Metallicdrucke ist“ [31] kann die Farbigekeit weitgehend vernachlässigt werden. Ob dies beim Überdrucken eines mit „InlineFoiler Prindor“ veredelten Bogens ebenfalls zutrifft, ist zu untersuchen.

2.4 Scheuerfestigkeit

Werden zwei in Kontakt stehende Oberflächen gegeneinander verschoben, so nennt man diese Beanspruchung Scheuern. Schon durch Reibung im Stapel, z.B. beim Transport, kann die Druckqualität durch Scheuerschäden beeinflusst werden. Bei metallisierten Oberflächen ist anzunehmen, dass nicht jede Farbe geeignet ist und eine ausreichende Haftung gewährleistet werden kann .

Die Scheuerfestigkeit gibt den Grad des Farbabriebs einer bedruckten Oberfläche an.

Einflüsse auf die Scheuerfestigkeit sind:

- Druckfarbe
- Bedruckstoff
- verwendete Pudersorte
- Trocknung der Farbe
- Klima

Prüfbau-Quartant-Scheuerprüfer

Dieses Gerät wurde für die Prüfung von Druckerzeugnissen entwickelt.



Abbildung 2.10 Prüfbau-Scheuertestgerät „Quartant“ und Spannschienen mit Gegenstücken

Durch eine gleichzeitig drehende und changierende Bewegung und einem definierten Scheuerdruck sowie Scheuergeschwindigkeit wird die Probe und Gegenprobe einem sehr praxisnahen, reproduzierbaren Scheuervorgang ausgesetzt. Probe und Gegenprobe werden plan auf die Spannplatten und Scheuergewichte aufgebracht und berühren sich in Arbeitsstellung unter einem Anpressdruck von $0,5 \text{ N/cm}^2$, der vom Gewicht der Belastungsstempel bestimmt ist.

Es können vier Proben gleichzeitig gescheuert werden. Die Spannplatte liegt unbeweglich im Grundkörper des Gerätes, das Scheuergewicht führt auf den Proben eine schwingende Bewegung aus.

Als Erfahrungswerte werden für bedruckte Proben 20 - 100 Hübe vorgeschlagen. Bei einem Vergleich von lackierten Proben wählt man höhere Scheuerzahlen, z.B. 500 und mehr [32].

3 Folienveredelung von Produkten

Die Folienveredelung dient der Wertsteigerung eines Produktes und soll die Aufmerksamkeit der Kunden auf sich ziehen. Nachfolgend werden gängige Verfahren zur Folienveredelung beschrieben.

3.1 Metallisierte Bedruckstoffe

Metallisierte Bedruckstoffe sind in der Regel metallbedampfte Papiere oder Kartonagen. Diese können eine chromähnlich glänzende, glatte oder auch geprägte metallische Oberfläche aufweisen.

Das Aluminium wird in einem Hochvakuum so stark erhitzt, dass es in Dampf übergeht. Die zu bedampfende Papierbahn wird über die Dampf Wolke geführt, wobei das verdampfte Aluminium auf der Oberfläche kondensiert und sich als ein dünner, geschlossener metallisch glänzender Metallschleier niederschlägt. Zur Erzielung besonderer drucktechnischer Eigenschaften wird manchmal nach dem Bedampfen noch eine Lackierung vorgenommen [30].

Bei der Bedruckbarkeit im Offsetdruck ist darauf zu achten, dass oxidativ trocknende oder UV- härtende Druckfarben verwendet werden, da die Druckfarbe nicht in die metallisierte Oberfläche wegschlagen kann. Auch bei Lacken ist darauf zu achten, dass eine feste Verbindung von Lack und Bedruckstoffoberfläche erzielt wird. Bei vielen Motiven ist es erforderlich ein Deckweiß vorzudrucken, z.B. beim Barcode, um die Lesbarkeit durch den Laser zu ermöglichen.

Metallisierte Bedruckstoffe werden oft im Etikettendruck eingesetzt, sie sind als Rollen- und Bogenware erhältlich.

3.2 Heißfolienprägung

Die Heißfolienprägung ist ein spezielles Hochdruckverfahren, das sowohl den Folientransfer auf den Bedruckstoff als auch eine gewollte Verformung des Bedruckstoffes

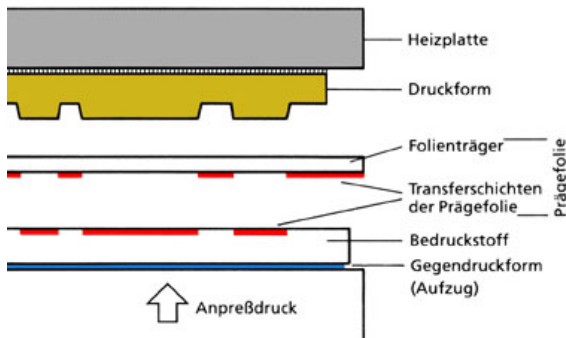


Abbildung 3.2 Flachprägung (www.kurz.de)

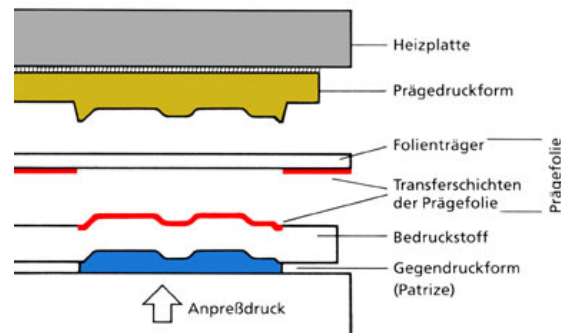


Abbildung 3.1 Reliefprägung (www.kurz.de)

bewirken kann. Prägefoliendruck kann plan, strukturiert, mit einem Relief oder einer Kombination der drei Möglichkeiten erfolgen. Zu den Glanzeffekten der Metallfolie kann somit eine dritte Dimension erzielt werden, die auch haptisch erfassbar ist [44].

Eine Folienprägung kann in einer halb- oder vollautomatischen Heißprägemaschine mit unterschiedlicher Ausstattung ausgeführt werden. In Abhängigkeit von der Auflagenhöhe und dem zu prägenden Objekt gibt es verschiedene Prägeformen.

Eine individuelle und meist sehr kostenintensive Prägeform ist nötig, die für den Folientransfer erhitzt wird und die Folie mit dem Bedruckstoff in einer bestimmten Kontaktzeit unter Druck in Kontakt bringt. Durch die Hitze einwirkung werden die Trennschicht (zwischen Träger und Metallschicht) sowie die Klebeschicht (zwischen Bedruckstoff und Metallschicht) aktiviert, die Folie haftet am Bedruckstoff und löst sich vom Träger. Die Qualität ist von den Parametern Temperatur, Kontaktzeit und Anpressdruck abhängig.

Es gibt Folien, die für den anschließenden Offset- und Flexodruck geeignet sind, wird jedoch nur in Sonderfällen angewendet. Ein Verzug des Papiers durch Hitze einwirkung ist einer der Gründe dafür. Die Heißfolienhersteller bieten eine zahlreiche Auswahl an



Abbildung 3.3 Anwendungsbeispiele Heißfolienprägen [www.kurz.de]

Gold-, Silber-, Farb- und Effektfolien. Diese können auch kundenspezifisch angefordert werden, wenn ein Standardprodukt nicht ausreicht.

Wenn z.B. Silber- und Goldtöne auf einem Produkt eingesetzt werden sollen, sind somit zwei Folienrollen notwendig.

3.3 Kaltfolientransfer

Mittels Kaltfolientransfer kann ebenfalls eine Metallfolie auf ein Material aufgebracht werden. Hierbei wird die „Prägeform“ nicht erhitzt.

3.3.1.1 Roland InlineFoiler Prindor

Der MAN Roland „*InlineFoiler Prindor*“ ist eine Innovation der Druckveredelung, da er eine produktive und kostengünstige Möglichkeit der Folienveredelung bietet. Die Folie kann in nahezu üblicher Produktionsgeschwindigkeit auf den Bedruckstoff aufgebracht werden, da dieser Prozess inline in der Druckmaschine stattfindet. Es ist lediglich ein Aggregat notwendig, das über zwei der vorhandenen Drucktürme angebracht wird.

Eine Sechsfarben-Maschine stellt daher die ideale Konfiguration für diesen Inlineprozess dar. Im ersten Druckwerk wird ein spezieller Kleber über das Farbwalzensystem und eine herkömmliche Offsetplatte partiell auf den Bedruckstoff aufgebracht. Im zweiten Druckwerk, auf dem das Aggregat (Folienabrollstation) installiert ist, wird die Folie in den Druckspalt geführt und vom Gummituchzylinder auf den mit Klebstoff beschichteten Druckbogen gepresst. Der vom Motiv nicht benötigte Folienanteil verbleibt auf der Folienträgerschicht und wird in der Aufrollstation auf dem dritten Druckwerk aufgerollt. Ab diesem dritten Druckwerk lässt sich der gesamte Bogen bedrucken. Bei der Bedruckung von Folienelementen sind oxidativ trocknende Farben notwendig, da die Farbe in die nicht saugende Folienoberfläche nicht wegschlagen kann. Ein schneller Wechsel zwischen Folientransfer und reinem Druckgang ist möglich.

Bei einer Druckgeschwindigkeit von 16.000 Bg/h können vielfältige Kombinationen von flächiger Veredelung bis zu feinen Folienschriftzügen realisiert werden. Bei einer optimalen Werkstoffkombination (glatte Bedruckstoffoberfläche, geeignete Zügigkeit vom Kleber, gutes Ablöseverhalten der Metallschicht vom Träger) können Serifenlose Schriften ab 3 pt und feine Linien ab 0,25 pt randscharf sowohl positiv als auch negativ dargestellt werden. Neben einer beliebig großen vollflächigen Folienapplikation, kann die Folie auch gerastert werden. Durch das anschließende Überdrucken sind nahezu beliebige Farbnuancen erzielbar, der metallische Effekt bleibt dabei erhalten. Da der Kleber über eine Offsetdruckplatte übertragen wird, ist eine hohe Passgenauigkeit beim anschließenden Überdruck durch den hervorragenden Offsetdruckpasser gegeben. Auch feine Elemente können daher problemlos überdruckt werden. Durch diese vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten sind auch Sonderanwendungen, wie die Erstellung von Faksimiles oder Anbringen von Sicherheitselementen möglich.

3.4 Vergleich

Tabelle 3.1 Verfahrensvergleich

	Metallisierter Bedruckstoff	Heißfolienprägung	InlineFoiler Prindor
Aufbau Folie/ Metallschicht	Metallisierung auf Bedruckstoff: ca. 0,01 µm	Trägerschicht: ca. 12 µm Trennschicht: ca. 0,01 µm Lackschicht: ca. 1 µm Metallisierung: ca. 0,02 µm Klebschicht: ca. 0,8 – 1,5 µm [33]	Trägerschicht: ca. 12 µm Ablöseschicht: ca. 0,1 µm Lackschicht: ca. 1,1 µm Metallisierung: ca. 0,01 µm Haftschicht: 0,5 – 1,5 µm
Prozess	Die Metallisierung wird vollflächig offline aufgebracht, eine partielle Aluminiumbedampfung ist nicht üblich. Der Prozess erhöht den Bedruckstoffpreis. Oft ist ein Deckweiß als zusätzliche Farbe zum Vordruck nötig.	Offline-Prozess, verbunden mit längeren Durchlaufzeiten, höheren Rüstzeiten und höhere Personalbindung.	Inline-Prozess in Fortdruckgeschwindigkeit, dasselbe Personal bedient Folienlaminierung und Druckprozess, das Produkt ist nach dem Maschinendurchlauf fertig. Nur ein Rüstvorgang für Folienlaminierung und Druck.
Druckform	keine	Kostenintensive Prägeform (ca. 500 € - 5.000 €), die oft zeitaufwendig hergestellt und zugerichtet werden muss.	Kostengünstige Offsetdruckform (ca. 40 €) wie für den Druck.
Passgenauigkeit	Keine Passeranpassung, da vollflächige Metallisierung.	Hochdruckform muss auf das vorab aufgedruckte Offsetsujet mühsam eingepasst werden.	Die Passqualität des Kaltfolientransfers entspricht der des Offsetdrucks.
Überdruckbarkeit	Bedruckbar mit geeigneten Farben, für bestimmte Motive ist ein Vordruck von Deckweiß nötig.	Generell möglich, aber eher problematisch, z.B. wird durch Überdruckung die Prägehöhe oder -tiefe beeinträchtigt.	Bedruckbar mit geeigneten Farben, z.B. Folienfarben
Nennleistung	Ca. 16.000 Bg./h., je nach Druckmaschine	1.000 Bg./h. bis 7.000 Bg./h	16.000 Bg./h.

3.5 Stand der Technik

Das Bedrucken metallischer Oberflächen ist nichts Neues und wurde keineswegs mit den InlineFoiler Prindor erfunden.

Viele Papierlieferanten bieten insbesondere für den Etikettenbereich metallisierte Papiere an. Die Farbmessung und -regelung geschieht wie auch im normalen Druckprozess auf einem Druckkontrollstreifen, der auf einem vorgedruckten Deckweiß platziert wird. Jede aufgebrachte Schicht auf das ursprüngliche Substrat verändert jedoch die Oberflächeneigenschaften und damit auch die Grenzflächenspannungen zwischen Farbe und Substrat. Die Messung auf einem Deckweiß spiegelt daher keine Absolutwerte auf der Metalloberfläche wider. Die Tonwertzunahme und Farbannahme auf einem metallisierten Bedruckstoff kann anders als auf einem Deckweiß sein. Man behilft sich also mit Vergleichsmessungen auf Deckweiß, um einen stabilen und reproduzierbaren Druckprozess zu erzielen. Die Tonwertzunahme auf der metallischen Oberfläche wird daher indirekt geregelt.

In seltenen Fällen wird eine Heißfolienprägung überdruckt. Dabei kann wie bei dem „InlineFoiler Prindor“ auf dem Bedruckstoff gemessen und geregelt werden. Dieses Verfahren wird meist gemieden, da eine Heißfolienprägung oft dreidimensional gestaltet ist und durch den Druck die Prägehöhe oder -tiefe beeinträchtigt werden würde und zusätzlich Schwierigkeiten beim Farbannahmeverhalten auftreten können.

3.5.1 Fragebogen zum Stand der Technik

Um einen Überblick über die Handhabung beim Druck auf metallischen Oberflächen in der Industrie zu geben, wurden 10 Firmen befragt. Zwei der befragten Firmen hatten einen „InlineFoiler Prindor“ und bekamen daher einen ausführlichen Fragebogen, für die Druckereien ohne „InlineFoiler Prindor“ wurde der Fragebogen gekürzt.

Bei der Gestaltung der Fragen wurde Wert auf eine zielgerichtete Fragestellung gelegt. Es wurde die Form eines schriftlichen halbstrukturierten Interviews gewählt, d.h. teilweise sind Fragen vorgegeben und können angekreuzt werden, teilweise können die Antworten frei formuliert werden. Alle Fragen zum Ankreuzen haben den Vorteil, dass sie auf verschiedenste Weisen ausgewertet werden können, z.B. statistisch. Freie Antworten dienen der Sammlung von kreativen Ansätzen, in diesem Fall zur Untersuchung der Prozessgestaltung in der Industrie, da diese nicht genau bekannt ist.

Der Fragebogen ist so gestaltet, dass auf jeder Seite die Identifikation mit dem Unternehmen MAN Roland Druckmaschinen AG gegeben ist. Rechts oben ist ein Logo angebracht, die Kopfzeile enthält den Firmennamen „MAN Roland Druckmaschinen AG“, die Fußzeile die Kontaktdaten.

Eine Einleitung erläutert Zweck und das Ziel der Umfrage. Die Fragen sind in Themen gegliedert und können Unterfragen enthalten.

Folgende Fragetypen wurden gewählt:

- Nominal: Vorgegebene Antworten, der Befragte muss sich für eine oder mehrere Antworten entscheiden.
- Intervall: Die Antworten und Beurteilungsmöglichkeiten (z.B. unwichtig – sehr wichtig) sind vorgegeben. Es wurde eine gerade Anzahl an Beurteilungskriterien gewählt, damit der Befragte sich für eine Richtung entscheidet, es ist kein Mittelwert oder Enthaltung möglich. Alle statistischen Operationen beim Auswerten sind hierbei möglich.
- Frei: Es werden keine Antworten vorgegeben, der Befragte wird aufgefordert eine Meinung oder Idee zu äußern. Die erhaltenen Daten dienen der Ideensammlung, eine statistische Auswertung ist nicht möglich. Diese Frageform ist für qualitative Forschung für kleinere Gruppen von Befragten geeignet.

Nach einer vorherigen telefonischen Absprache wurden die Fragebogen mit einem festgelegten Zeitraum für Rückantworten per E-Mail versandt.

Beide Fragebogen sind im Anhang zu finden.

3.5.2 Auswertung

Insgesamt wurden zehn Fragebögen von Druckereien ausgewertet, zwei davon hatten einen „*InlineFoiler Prindor*“ installiert. Die Druckereien sind zur Auswertung von 1-10 nummeriert, namentlich sind keine Unternehmen genannt. Die Umfrage dient lediglich der Orientierung. Würde nun die MAN Roland Druckmaschinen AG aufgrund dieser Umfrage eine strategische Entscheidung treffen wollen, müsste eine umfassendere Marktanalyse mit einer größeren Anzahl von Befragten durchgeführt werden.

Die befragten Druckereien produzieren Etiketten, Faltschachteln, Süßwarenverpackungen, Buchumschläge, Broschüren und sonstige Druckprodukte. Die Zahlenangaben des folgenden Diagramms geben Auskunft über die Verteilung des Produktspektrums der befragten Druckereien.

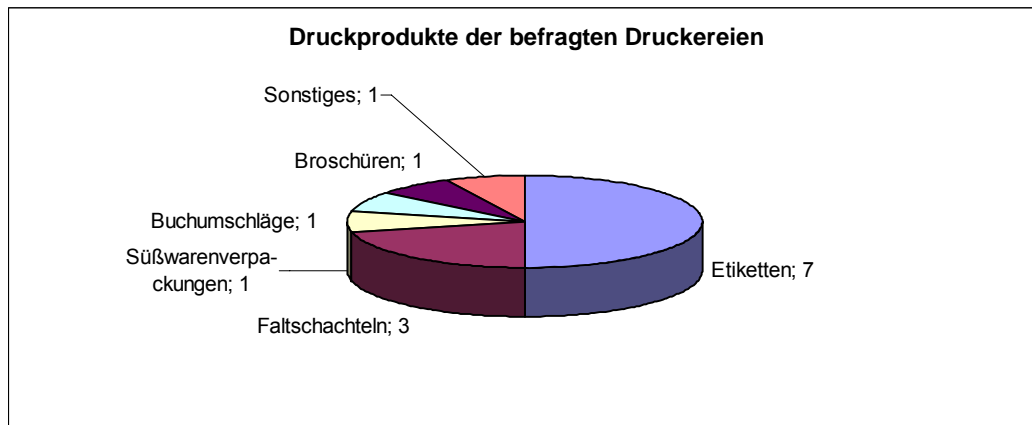


Abbildung 3.4 Druckprodukte (Auswertung Frage 1)

Ca. 50% der eingesetzten Materialien werden entweder mit Folie veredelt („*InlineFoiler Prindor*“ oder Heißfolienprägung) oder es wird direkt ein metallisierter Bedruckstoff eingesetzt. Die restlichen ca. 50% der Produktion werden nicht veredelt.

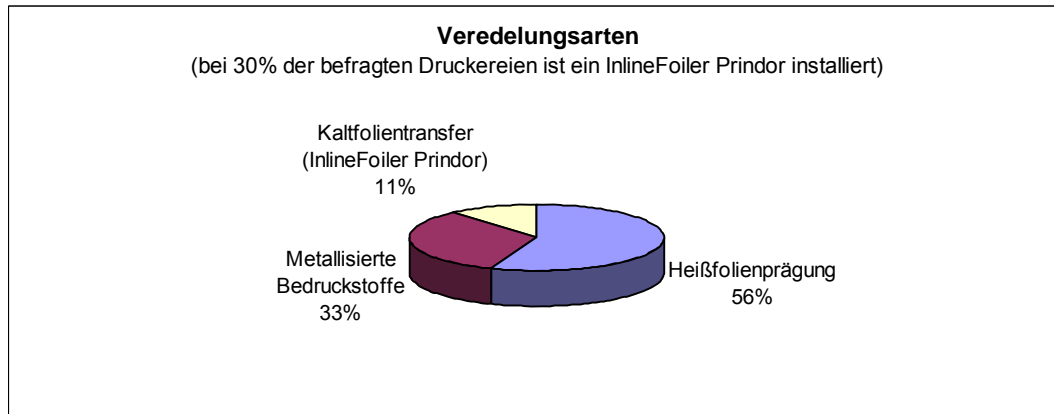


Abbildung 3.5 Einsatz der Veredelungsarten bezogen (Auswertung Frage 2)

Da die Bewertung der Druckqualität direkt auf dem metallisierten Substrat mit den in der Drucktechnik vorhandenen Mitteln schwer ist, bewerten 90% der befragten Unternehmen die Druckqualität, die Tonwertzunahme, Dichte und den Farbton visuell. Nur ein Unternehmen verwendet ausschließlich messtechnische Methoden.

Visuelle Auswertung geschieht dabei vergleichend nach Farbvorlage, Farbfächer, Farbmuster oder Kundenvorlage.

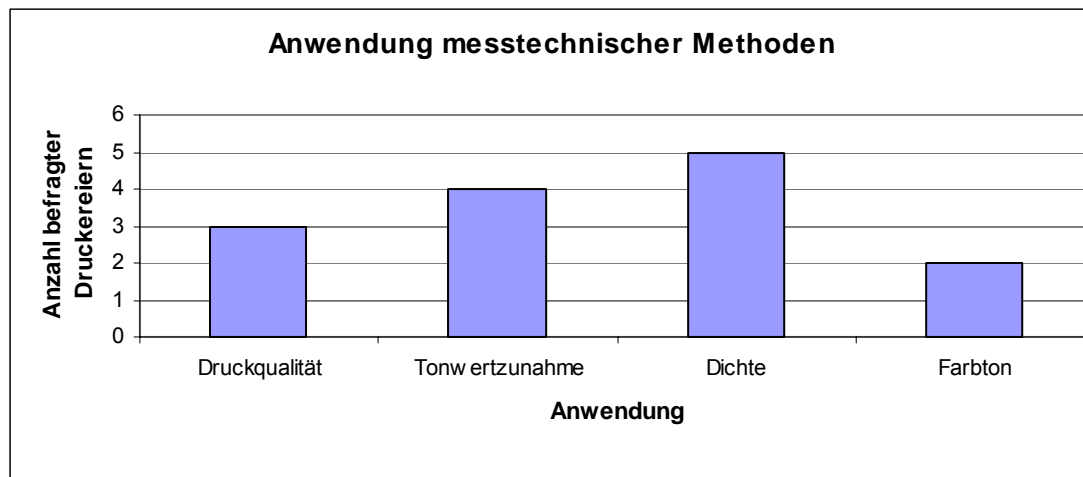


Abbildung 3.6 Anwendung messtechnischer Methoden (Auswertung Frage 3)

Die messtechnische Bewertung geschieht überwiegend auf Deckweiß (Vordruck von Deckweiß) oder Papierweiß mit Densitometern und Spektralphotometern.

Um einen bestimmten Farbton zu erreichen sind folgende Lösungen gängig:

Mischen einer Sonderfarbe durch den Farblieferanten oder im Betrieb

Kundenabnahme

Erstellen eines spektralphotometrischen Musters durch visuelles angleichen, dann spektralphotometrisch kontrollieren und steuern

Auf Originalmaterial mischen und andrucken

Druckfarbeneinsatz:

Beim Druckfarbeneinsatz sind sowohl konventionelle als auch UV-Farben möglich. Eine konventionelle Offsetdruckfarbe trocknet durch Wegschlagen in den Bedruckstoff und oxidativ. Eine konventionelle Folienfarbe trocknet rein oxidativ und ist daher für eine nicht saugende Folienoberfläche geeignet. Eine UV-Farbe härtet durch UV-Strahlung aus.

Eine konventionelle Folienfarbe wird am häufigsten verwendet, wobei auch nicht rein oxidativ trocknende, konventionelle Offsetdruckfarben zur Anwendung kommen. Manche Druckereien benutzen Spezialtrockner, die jedoch nicht näher benannt werden.

UV-Farben können nur bei einer entsprechenden Maschinenausstattung zum Einsatz kommen. Der geringere Anteil im Vergleich zu den konventionellen Farben könnte daher resultieren. Eine UV-Farbe hat den Vorteil, dass sie nach dem Druckprozess ausgehärtet ist und keiner Trocknungszeit bedarf.

Die befragten Druckereien verwenden entweder UV-Farben oder konventionellen Farben, beide Typen werden in einem Betrieb nicht eingesetzt. Die Druckereien geben an mit der jeweiligen Farbe sehr zufrieden zu sein, daher können bei einer geeigneten

Werkstoffkombination sowohl mit konventionellen als auch mit UV-Farben hochwertige Ergebnisse erzielt werden.

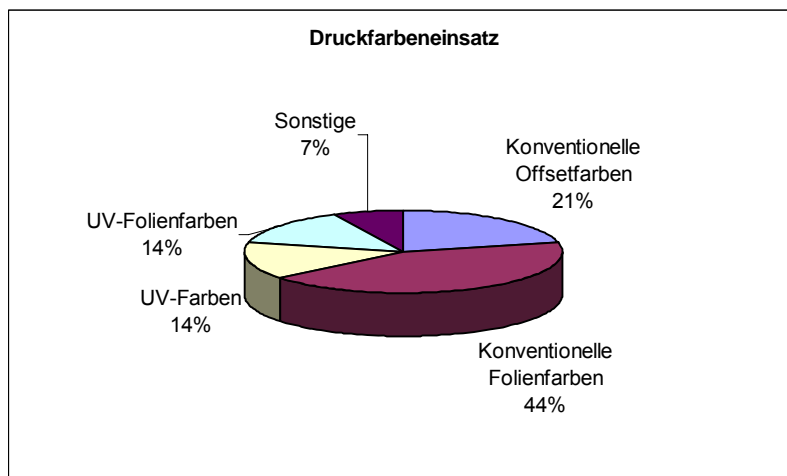


Abbildung 3.7 Druckfarbeneinsatz beim Druck auf metallisierten Oberflächen (Auswertung Frage 4)

Als wichtig wird die Abstimmung mit Bedruckstoff und Farbe erachtet.

Folgende Kriterien sollte eine Farbe demnach erfüllen:

- Gute Deckung
- Gute Haftung
- Geeignete Zügigkeit
- Gute Feuchtmittelstabilität
- Gute Trocknung
- Hohe Pigmentierung für geringe Farbschichtdicke
- Gute Kratzfestigkeit
- Gute Tesafestigkeit
- Gute Spaltfestigkeit
- Gute Weiterverarbeitung
- Kein Farbnebeln
- Brillanter Ausdruck

Lackeinsatz:

Sowohl Dispersion-, Öldruck-, UV- als auch Anwendungen ohne Lackierung sind in der Industrie üblich.

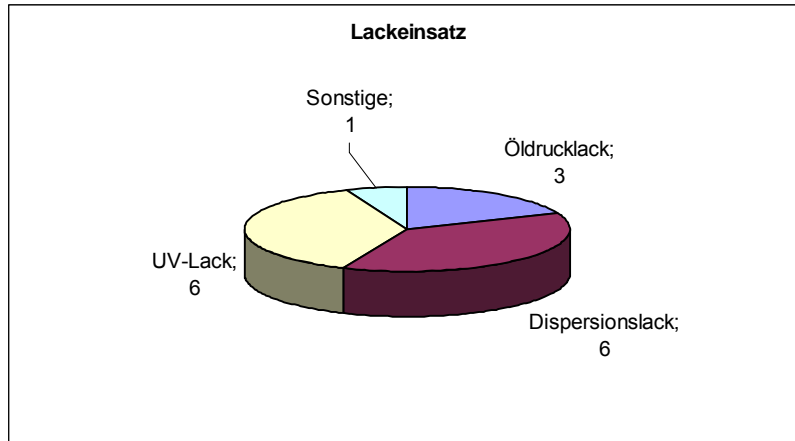


Abbildung 3.8 Lackeinsatz beim Druck auf metallisierten Oberflächen (Auswertung Frage 5)

Über die Notwendigkeit einer Lackierung herrschen verschiedene Meinungen vor, manche Druckereien empfehlen diese, andere halten sie nicht für notwendig.

Für die Lackierung sprechen folgende Vorteile:

- Abriebfestigkeit
- Schutz (z.B. vor mechanischer Beanspruchung)
- Minimierung des Druckbestäubungspuders
- Vermeidung von Ablegen im Stapel
- Matt-/Glanzeffekte sind möglich
- Die Lackierung bringt folgende Nachteile:
- Leichter Glanzverlust

Die Druckereien sind mit folgenden Lacken besonders zufrieden (Angaben der Befragten):

- Speziallack für nicht saugende Bedruckstoffe von Terra-Lacke (Lack trocknet die Farboberfläche mit an)
- Lack auf UV-Basis
- Dispersionslack

Im Graphic Center wird in der Regel ein Glanzlack oder ein Schutzlack von Weilburger Graphics verwendet. Es wäre zu überprüfen, welche Qualität mit den angegebenen Lacken und den im Graphic Center verwendeten erzielbar ist.

Bedruckstoff (nur für „InlineFoiler Prindor“):

Bei der Anwendung mit dem InlineFoiler Prindor werden Bedruckstoffe mit glatter Oberfläche bevorzugt: Etikettendruckpapiere, Bilderdruckpapiere und gestrichener Faltschachtelkarton. Strukturierte und ungestrichene Papiere werden gemieden. Durch eine strukturierte Oberfläche bildet der Kleber keine plane Schicht, die Folie hat folglich keinen optimalen Kontakt zur Klebefläche und löst sich „unsauber“ von der Trägerschicht.

Raster beim Belichten der Kleberplatte („InlineFoiler Prindor“):

Die Folienanwendungen sind überwiegend vollflächig. Bei einer vollflächigen Anwendung ist es nicht entscheidend mit welchem Raster die „Kleberplatte“ belichtet wird. Dieser Sachverhalt wird wichtig, wenn Folienelemente gerastert auf den Bedruckstoff übertragen werden. Um ein sauberes Ablöseverhalten der Folie zu gewährleisten sollte bei dem Belichten der Druckplatten eine Feinheit ≤ 60 l/cm gewählt werden.

Weiterverarbeitung:

Die Meinungen über Probleme beim Weiterverarbeiten halten sich die Waage, 50 % der Befragten geben an, bisher keine Schwierigkeiten bei der Weiterverarbeitung gehabt zu haben. Laut Angaben der anderen Hälfte der Befragten kann es zu folgenden Schwierigkeiten kommen:

- Stanzprobleme durch zu hartes Material
- Lange Trocknungszeiten bei bestimmten Farbtönen
- Haftung der Druckfarbe ist nicht optimal, die Druckfarbe platzt beim Stanzen ab

Um lange Trocknungszeiten zu umgehen, könnte man UV-härtende Farben verwenden und die Stanzstellen im Falle einer InlineFoiler Prindor Anwendung von der Folienveredelung aussparen.

Folieneinsatz:

Der „InlineFoiler Prindor“ wird für die Applikation von Silberfolie (glanz und matt), Goldfolie (glanz und matt) sowie Effektfolie eingesetzt.

Welche Entwicklungen sind den Druckereien wichtig?

Die Angaben wurden gewichtet nach sehr wichtig, eher wichtig, eher unwichtig und unwichtig. Für „sehr wichtig“ wurden drei Punkte vergeben, „eher wichtig“ zwei, „eher unwichtig“ eins und für „unwichtig“ null. Die vergebenen Punkte für eine Frage wurden summiert und durch die Anzahl der Antworten geteilt. Das Ergebnis ist somit eine Zahl zwischen 0 und 3, es kann direkt auf die Bewertung geschlossen werden.

Tabelle 3.2 Wichtigkeit zukünftiger Entwicklungen (Auswertung Frage 8)

Frage	Erreichte Punktzahl (0-3)	Bewertung (wichtig - unwichtig)
1. Methode zum densitometrischen Messen auf metallisierten Oberflächen.	1,8	Eher wichtig
2. Messtechnische Methode zur Bestimmung der Tonwertzunahme.	1,6	Eher wichtig
3. Methode zum farbmimetrischen Messen auf metallischen Oberflächen.	2,1	Eher wichtig
4. Farbfächer: Metallfolie + Übereinanderdruck CMYK.	1,7	Eher wichtig
5. Weiterentwicklung der Metallfolie für den Kaltfolientransfer.	3	Sehr wichtig
6. Weiterentwicklung „Kleber“ für den Kaltfolientransfer.	3	Sehr wichtig
7. Weiterentwicklung Druckfarbe für metallische Oberflächen.	2,1	Eher wichtig
8. Weiterentwicklung des „InlineFoiler Prindor“- Moduls.	3	Sehr wichtig
Anmerkung: die Fragen 5, 6 und 8 wurden nur Druckereien mit „InlineFoiler Prindor“ gestellt.		

Als wichtige Entwicklungen wurde bei „Sonstiges“ die Verbesserung des Deckweiß angesprochen. Für die InlineFoiler Prindor Anwendung ist dieser Aspekt uninteressant, da die Stellen ohne Metalliceffekt nicht mit Folie hinterlegt werden, ein Vordruck mit Deckweiß ist daher nicht nötig.

Empfehlungen für Vorstufenunternehmen:

Für den Kaltfolientransfer („InlineFoiler Prindor“):

- Min. Liniestärke mit der Folie: 0,5 pt
- Min. Schriftgröße mit der Folie: 6 pt
- Max. Rasterweite Folie: 60 l/cm
- Min. Flächendeckung bei Rasterdruck mit Folie: 100 %

Druck auf metallisierten Oberflächen:

Min. Linienstärke: 0,25 pt – 1pt

min. Flächendeckung Strichelemente: 3 %, 10 %, 100 % (Am häufigsten 10 % oder 100 %)

Rasterweite Druck von – bis: 60 l/cm – 80 l/cm, FM Raster (keine Einschränkungen erkennbar)

min. Flächendeckung für die Lesbarkeit der Schrift: 20 % - 100 %

Anregungen, Ideen und Wünsche:

„Unsere mangelnde Erfahrung in diesem Bereich resultiert auf den wenigen Anwendungen. Allerdings ist das Drucken auf metallischen Oberflächen gerade für Sicherheitsdruck auf Faltschachteln sehr interessant. Wir sind deshalb an weiteren Informationen und Entwicklungen, die eine kostengünstige Produktion ermöglichen interessiert.“

Die Ergebnisse der Umfrage werden mit den Erkenntnissen aus Untersuchungen bei der MAN Roland Druckmaschinen AG für die Empfehlungen im „*Technic & und Design Guide*“ aufbereitet.

4 Messtechnische Problematik und Lösungsvorschläge

4.1 Literaturstudie zum Messen auf metallisierten Oberflächen

Grundlegende Sachverhalte zum visuellen und messtechnischen Beurteilen von metallischen Oberflächen können auf Grund von folgenden Fogra-Berichten erklärt werden. Auf diese Information wird in den folgenden Ausarbeitungen aufgebaut.

Tabelle 4.1 Literaturstudie zum Messen auf metallisierten Oberflächen

Literatur-Verzeichnis	Autor/Titel	Kernaussagen	Bemerkung/Einbeziehung
[41]	FOGRA, Mitteilungen 49. Jahrgang, Dezember 2000 – Nr. 159 Visuelle und messtechnische Bewertung von Metallic-effekten bei Drucken Von: Dr. Artur Rosenberg	„Der Metallglanz ist dadurch gekennzeichnet, dass das im Spiegelwinkel reflektierte Licht die Farbe des Metalls annimmt “	Wurde mittels Messungen mit einem Goniospektralphotometers untersucht. These wird in der weiteren Arbeit verwendet.
		„Der Oberflächenglanz von Buntdrucken entsteht durch Reflexion am Bindemittelfilm der gedruckten Farbschicht sowie an der glänzenden Papieroberfläche. Das reflektierte Licht weist dabei nicht die Farbe des Druckes, sondern nur die Farbe der beleuchtenden Lichtquelle auf.“	Aussage stützt sich ebenfalls auf Goniospektralphotometrische Messungen. These wird in der weiteren Arbeit verwendet.
		„Bei diffuser Beleuchtung empfindet das Auge den Metalliceffekt deutlich stärker als bei gerichteter Beleuchtung“	Visuelle Betrachtung und unter diffuser Beleuchtung
[42]	FOGRA Mitteilungen Nr. 146 Meßtechnische Bewertung von Metalleffekten bei Drucken Dipl. –Phys. Andreas Paul	Die Höhe der Kurven und die Halbwertsbreite können bei metallischen und nichtmetallischen Oberflächen gleich sein, deshalb ist eine Charakterisierung des Metalliceffektes mit diesen Größen nicht möglich. Trägt man die Halbwertsbreite gegen die Höhe des Reflexionsmaximums auf, zeigen sich deutliche Unterschiede bei den versch. Probenotypen.	Soll bei der Bewertung goniophotometrischer Messungen berücksichtigt werden.
		Der Metalliceffekt ist ein Effekt, der mit der Stärke des Reflexes und mit dem Kontrast zusammenhängt. Er ist mit dem Phänomen Glanz verwand, aber nicht identisch.	

4.2 Beteiligte Schichten beim Kaltfolienkaschieren

Um die farbliche Wirkung auf einer Metallfolie zu erklären, werden die Einflüsse der beteiligten Schichten auf die Farbgebung untersucht. An jeder Grenzschicht wird der Lichtstrahl entweder gebrochen oder reflektiert.

Im Falle der Kaltfolienkaschierung handelt es sich um die in Abbildung 4.1 aufgezeigten Schichten. Im Druckprozess kommen eine weitere Farb- und Lackschicht hinzu.

Es wird vermutet, dass vor allem der Lackauftrag, der Farbdruck und die Metallisierung einen maßgeblichen Einfluss auf die Farbwirkung beim Betrachten der Kaltprägefolie haben. Der meiste Teil des einfallenden Lichts passiert die Lack- und Farbschicht und trifft auf die Metallfolie. Ein anderer Teil des einfallenden Lichts wird direkt an der Lack bzw. Farbschicht reflektiert, er enthält die farbliche Information der Lichtquelle.

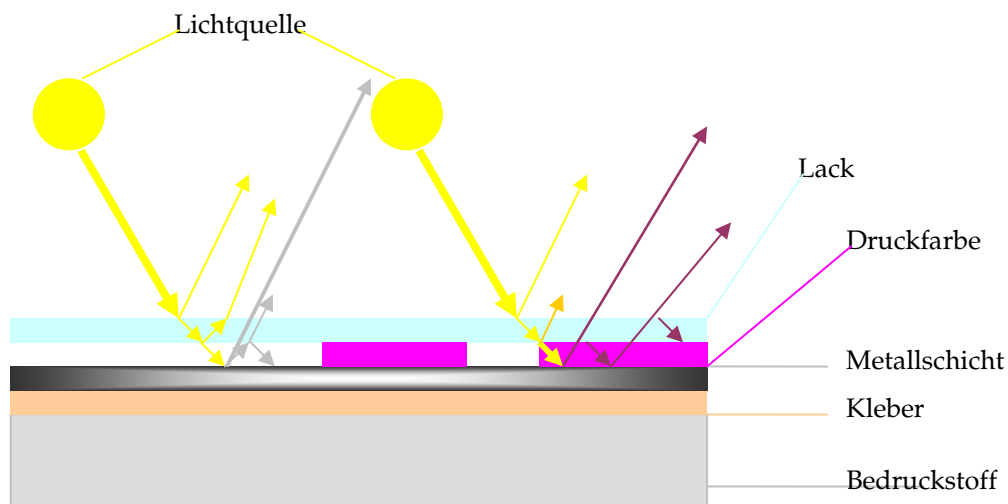


Abbildung 4.1 Strahlengang bei einer aufkaschierten, bedruckten und lackierten Metallfolie

Da die Metallisierung eine spiegelnde Oberfläche ist, wird der größte Teil der einfallenden Strahlung an ihr gespiegelt (Totalreflexion). Ist die Oberfläche bedruckt und lackiert, passiert der Lichtstrahl zuerst diese Lack- und Farbschicht, bevor er auf die Metallschicht trifft. Ein Teil des Lichtstrahls wird an der Lackschicht reflektiert, ein weiterer passiert die Farbschicht und verändert dadurch seine spektrale Zusammensetzung. Bei spiegelnden Oberflächen enthalten die reflektierten Werte eine Farbinformation. Bei einer Spiegelung an einer Farb- oder Lackschicht, wird z.B. an Bindemitteln die Lichtinformation reflektiert, der Reflexionswert sagt daher nichts über die Farbe des Substrates aus. Bei einer Kombination, wie bei einer bedruckten und lackierten Metallfolie haben wir somit Reflexionen, die nur die Farbinformation der Lichtquelle enthalten und Reflexionen, die die Farbinformationen der Metallfolie oder bedruckten Metallfolie tragen.

4.3 Messgeometrien

Verschiedene Farb- und Glanzmessmethoden haben sich auf dem Markt etabliert. Je nach Anwendungsgebiet und Anforderungen wird in den jeweiligen Branchen das ein oder andere bevorzugt. Folgend werden standardisierte Verfahren vorgestellt und die Tauglichkeit für das Messen auf metallischen Oberflächen diskutiert.

4.3.1 Messgeometrien Spektralphotometer

- Nach DIN 5033- Teil 7 [26]

Messgeometrie 45/0

Konische oder gerichtete Beleuchtung unter: $\epsilon_1 = 45^\circ$

Konische oder gerichtete Beobachtung unter: $\epsilon_2 = 0^\circ$

Reflexionsfaktor $R_{45/0}$

Messgeometrie 0/45

Konische oder gerichtete Beleuchtung unter: $\epsilon_1 = 0^\circ$

Konische oder gerichtete Beobachtung unter: $\epsilon_2 = 45^\circ$

Reflexionsfaktor $R_{0/45}$

Messgeometrie d/8

Beleuchtung: Diffuser Strahlungseinfall auf die Probe

Konische Beobachtung unter: $\epsilon_2 = 8^\circ \pm 2^\circ$

Reflexionsfaktor $R_{d/8}$

Messgeometrie 8/d

Konische Beleuchtung unter $\epsilon_1 = 8^\circ \pm 2^\circ$

Beobachtung: Bewertung der halbräumlich reflektierten Strahlung

Reflexionsfaktor $R_{8/d}$

- Nach ASTM International E2194 [27]

Beleuchtung unter: 45°

Effektwinkel: 15° , 45° und 110°

Weitere zulässige Effektwinkel: 25° , 70° und 75°

- Nach DIN 6175-2 [28]

Beleuchtungswinkel: 45°

Effektwinkel: 25° , 45° , 75° und 110°

4.3.2 Messgeometrien Glanzmessgeräte

- Nach DIN 67530 [20]

Einstrahlungswinkel: 20° , 60° , 85°

Standard: Reflektometerwert nahe 100 %: üblicherweise eine schwarze Spiegelglasplatte, mit bekannter Brechzahl bei der Wellenlänge 589 nm

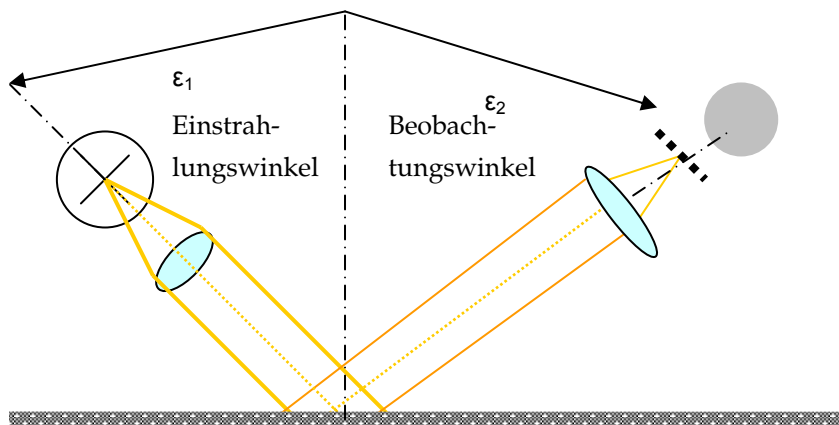


Abbildung 4.2 Prinzip Reflektometer

Bemerkungen: In den Reflektometerwert gehen in gewissem Ausmaß auch Farbart und Helligkeit des Prüfkörpers ein. Da der Farbton und die Helligkeit eines Körpers den Glanzwert nicht entscheidend beeinflussen, wird dieser bei der Messung eines Reflektometerwerts nicht berücksichtigt [31].

- **Nach ASTM E 430 [21]**

A: Einstrahlungswinkel: 20 °

Beobachtungswinkel: 20 ° ; 18,1 °; 21,9 °

B: Einstrahlungswinkel: 30 °

Beobachtungswinkel: 30 °; 29,7 ° und/oder 30,3 °; 28 ° und/oder 32 °; 25 ° und/oder 35 °; 32 ° und/oder 28;

Bemerkung:

- Messen auf hochglänzenden Oberflächen
- Als Standard für metallische Oberflächen wird ein Spiegel empfohlen, für nichtmetallische Oberflächen eine Schwarzkeramikplatte

- **Nach DIN EN 14086 [22]**

Einstrahlungs- und Messwinkel: 45 °

Bemerkung: - Messen auf ebenen, hochglänzenden Papier- und Pappoberflächen

- **Nach EN ISO 8254-2 [23]**

Einstrahlungs- und Messwinkel: 75 °

Bemerkung: Messen auf ebenen Papier- und Pappoberflächen mit niedrigem Glanz

4.3.3 Eignung für Messungen auf metallisierten Oberflächen

Für die Bewertung eines Metallglanzes ist eine für hochglänzende Oberflächen geeignete Messgeometrie des Reflektometers zu wählen. Nur so können Unterschiede zwischen verschiedenen Metalloberflächen genau bewertet werden. Die in 4.3.2 aufgeführten Beleuchtungs- und Messwinkeln von 20 °, 30 ° und 45 ° wären daher möglich.

Die Glanzkurve einer metallischen Folienoberfläche unterscheidet sich deutlich in Glanzhöhe und Glanzbreite von einem üblichen lackierten Druckbogen (Faserstoff). Besonders auffallend ist die Betrachtung der diffusen Basis. Mit einem Mehrwinkelglanzmessgerät würde man daher detaillierte Messergebnisse erzielen, für eine Qualitätskontrolle in der Produktion ist ein Glanzreflektometer in der Regel ausreichend. Es ermöglicht eine Glanzbeurteilung nach der Höhe der Glanzspitze.

5 Erkenntnisse aus Druck- und Messversuchen

5.1 Abmusterung

Da viele der folgenden Auswertungen visuell erfolgen, wurde Wert auf eine einheitliche und dem Standard entsprechende Betrachtungsumgebung gelegt.

Bei MAN Roland Druckmaschinen AG findet die Abmusterung in der Regel direkt an dem Abstimpfpult einer Druckmaschine statt. Bei einer spiegelnden Oberfläche wie einer Metallfolie können Umgebungseinflüsse eine sehr große Rolle spielen. Daher wäre eine Abmusterungskabine, die Umgebungseinflüsse, wie Fremdlicht und bunte Gegenstände, minimal hält, angebracht. Da eine Abmusterungskabine nicht vorhanden ist, keine derartige Anschaffung geplant und ein Anbau die messtechnische Arbeit stört, wurde auf eine neutrale Umgebung beim Auswerten geachtet.

5.1.1 Prüfung der Leuchten

Im „ProzessStandard Offset“ ist neben der Lichtart die Beleuchtungsstärke festgelegt. Die Beleuchtungsstärke gibt Auskunft über die Helligkeit, mit der eine Fläche ausgeleuchtet wird. Diese wird mit einem Luxmeter gemessen.

Die Beleuchtungsstärke E wird berechnet, in dem man den Lichtstrom Φ durch die beleuchtete Fläche A dividiert:

$$E = \frac{d\phi}{dA_e}$$

Die Lichtstärke an einem Abstimpfpult kann nur durch Ein- oder Ausschalten einer zweiten Röhrenreihe reguliert werden. Folgend die erreichbaren Lichtstärken.

Tabelle 5.1 Beleuchtungsstärke der Abmusterungsleuchte

	Normlicht	Beleuchtungsstärke in lx
Vorschrift PSO	D50	500 lx +/- 125 lx (Einfache Betrachtung) 2000 lx +/- 500 lx (kritische Abmusterung)
Leuchte 1	D50	1400 lx
Leuchte 2	D50	1400 lx
Leuchte 1+2	D50	2200 lx

Für eine kritische Betrachtung können beide Leuchten eingeschaltet werden. Für eine einfache Betrachtung ist die Lichtstärke einer Stufe zu hoch.

Die Lichtstärke vom einfallenden Fremdlicht liegt zwischen 80 lx -130 lx. Nach PSO muss dieser Wert unter 25 % der Beleuchtungsstärke vom einfallenden Abmusterungslicht liegen, was in diesem Fall gegeben ist.

5.2 Einflüsse verschiedener Schichten bei der Kaltfolienkaschierung und anschließender Überdruckung

5.2.1 Farbveränderungen durch einen eingefärbten Kleber und verschiedenem Lackauftrag

Bei der Inline - Folienapplikation mit dem „*InlineFoiler Prindor*“ Modul werden überwiegend Silber-, Silber-Effektfolien oder Goldfolien eingesetzt. Bei einer Silberfolienapplikation wird ein grau eingefärbter Kleber verwendet, bei einer Goldfolienapplikation ein gelblicher Kleber. Die Einfärbung hat einerseits den Grund, dass die Farbdichte des Klebers mit einem Densitometer gemessen werden kann, um die Kleberdicke über die Bogenbreite zu regeln. Ein zweiter Grund ist das Kaschieren von möglichen Fehlstellen. Bei der Übertragung der Folie in der Druckmaschine können Fehlstellen in der Folienbeschichtung auftreten, die durch eine unebene Kleberbeschichtung, nicht optimale Zügigkeit des Klebers oder wegen eines schlechten Ablöseverhaltens der Folie, auftreten können. Diese Fehlstellen können ebenso bei einer Heißfolienprägung auftreten und werden oft als „Sternenhimmel“ bezeichnet.

Bei einer Anwendung mit einer Folienbahn (Single Reel -Anwendung) kann man einen ähnlich eingefärbten Kleber nehmen, um mögliche Fehlstellen zu kaschieren. Wenn man nun mit dem Multi-reel Modul (mehrere Folienbahnen nebeneinander) Silber- und Goldfolie kombinieren möchte, stellt sich die Frage, ob die Einfärbung des Klebers einen Einfluss auf die Farbwirkung der Metallfolie hat. Wenn nicht, würde ein Kleber mit universeller Einfärbung ausreichend sein.

Visuelle Beobachtungen und messtechnische Untersuchungen sollen den Einfluss der Farbigekeit des Klebers herausstellen.

Da eine Lackierung des Bogens von MAN Roland empfohlen wird, soll der Einfluss verschiedener Lacke ebenfalls getestet werden. Dabei sollen vor allem der Glanz- und Farbumterschied untersucht werden.

5.2.1.1 Testform

Um die Einflüsse zu beurteilen, wurde eine Testform mit verschiedenen Elementen erstellt.

- 1. Fläche
- 2. Strichelemente (Positiv und Negativ)
- 3. Schriftelemente (Positiv und Negativ)
- 4. Rasterfelder

So kann beurteilt werden, ob bei Verwendung bestimmter Elemente besondere Vorsicht geboten ist.

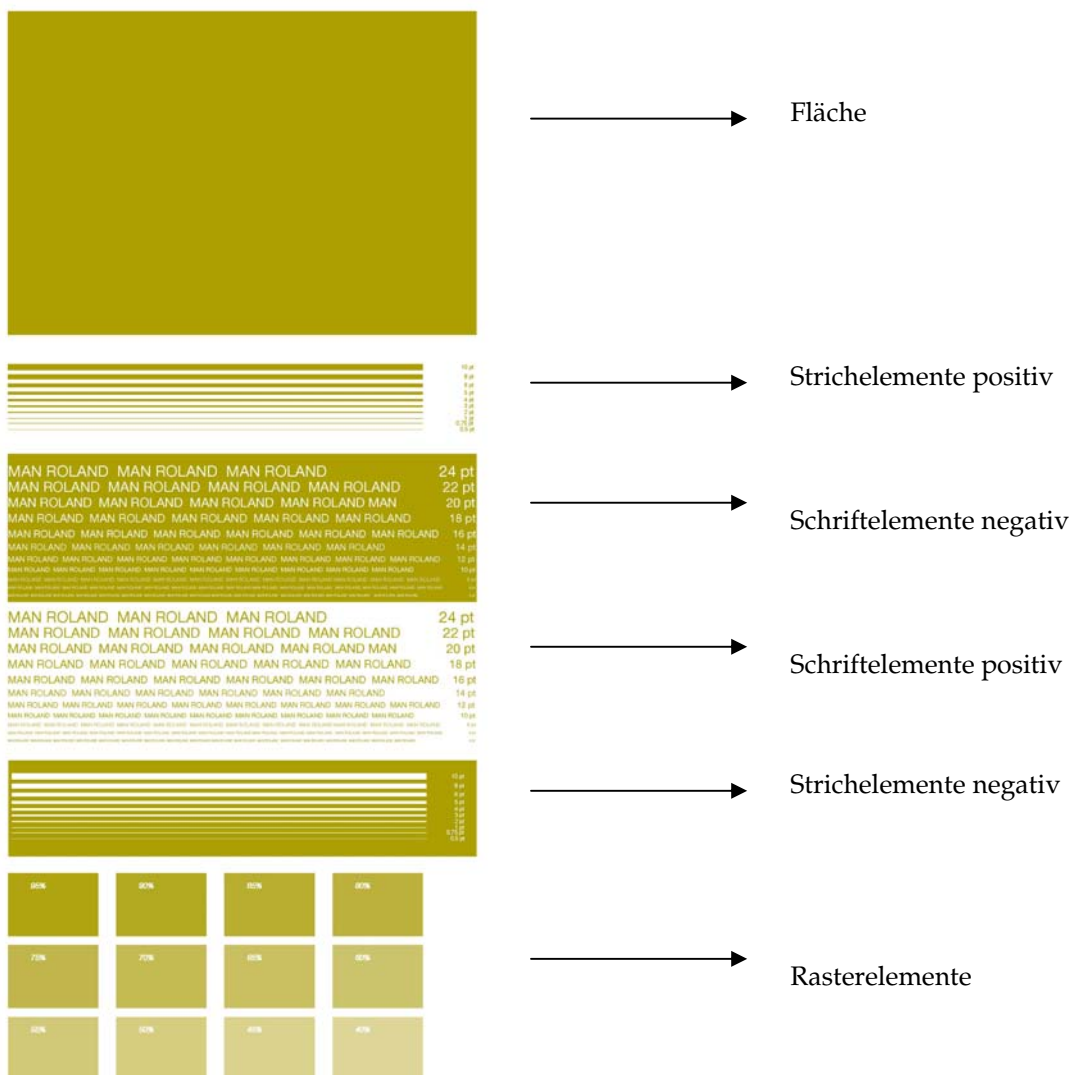


Abbildung 5.1 Testform 1

5.2.1.2 Versuchsplan

Der Drucktest wurde an der Roland 706LV mit der „Multi-Reel“-Technologie, durchgeführt. Es können maximal drei Folienrollen eingespannt werden. Die Rollenbreite ist flexibel verstellbar.

Eingesetzt wurden eine Gold- und eine Silberfolie mit einer Breite von 30 cm. Die ausgewählten Folien sind die am häufigsten verwendeten.

Da der UV-Kleber noch in der Testphase ist und nur an der Roland 706 LTTLV verwendet werden kann, wurden die beiden üblichen konventionellen Kleber eingesetzt.

Verwendete Materialien:

Tabelle 5.2 Versuch 1, verwendete Materialien

Material	Hersteller	Bezeichnung
Druckplatte	Agfa Deutschland Vertriebsgesellschaft	Agfa P 970
Bedruckstoff	Stora Enso	Lumiart, BB, (70 x 100)cm, 135g/m ²
Kleber	printcom	- Prindor glue Silver 00821 - Euralux Prindor Kleber 0820
Folie	Kurz	- Silberfolie - Goldfolie
Lack	printcom	- Dispersionslack glänzend - Dispersionslack matt

Versuchsmatrix:

Drei Einflussparameter sollen während dem Test variiert werden: der Kleber, der Lackauftrag, die Folie.

In folgender Tabelle sind die variierenden Parameter übersichtlich dargestellt.

Tabelle 5.3 Versuch1, Versuchsmatrix

	Silberfolie "Silberkleber"	Silberfolie "Goldkleber"	Goldfolie „Silberkleber“	Goldfolie "Goldkleber"
Ohne Lack				
Dispersionslack matt				
Dispersionslack glanz				

Es entstanden 12 Variationen:

1. Silberkleber, Silberfolie, ohne Lack
2. Silberkleber, Silberfolie, Dispersionslack matt
3. Silberkleber, Silberfolie, Dispersionslack glanz
4. Silberkleber, Goldfolie, ohne Lack
5. Silberkleber, Goldfolie, Dispersionslack matt
6. Silberkleber, Goldfolie, Dispersionslack glanz
7. Goldkleber, Silberfolie, ohne Lack
8. Goldkleber, Silberfolie, Dispersionslack matt
9. Goldkleber, Silberfolie, Dispersionslack glanz
10. Goldkleber, Goldfolie, ohne Lack
11. Goldkleber, Goldfolie, Dispersionslack matt
12. Goldkleber, Goldfolie, Dispersionslack Glanz

Bei der Auswertung wurden jeweils zwei der drei Einflussparameter konstant gehalten und ein Parameter variiert. Um mögliche Einflüsse des Klebers zu beweisen wurden zusätzliche Bögen mit reinem Kleberauftrag analysiert.

5.2.1.3 Visuelle Beurteilung

Bei der Betrachtung wurden die Proben jeweils in der Abmusterungskabine nebeneinander gelegt und verglichen. Um möglichst genaue Unterschiede festzustellen, wurden beide Leuchten eingeschaltet.

Kleber: Es konnte visuell kein Unterschied festgestellt werden.

Lack: Visuell ist nach einer Glanzlackierung ein leichter Glanzrückgang zu vernehmen. Eine mattlackierte Metallfolie wirkt aufgrund der erhöhten diffusen Streuung an der Oberfläche anders. Der Metalliceffekt wird ebenfalls etwas geschwächt. Gewollt könnte dieser Effekt jedoch sehr vorteilhaft eingesetzt werden.

5.2.1.4 Messtechnische Betrachtung

Vier Messgeräte zur Farbmessung und zwei zur Glanzmessung wurden verwendet, um einerseits die Tauglichkeit der Messgeräte zu beurteilen, indem die Messergebnisse untereinander verglichen wurden und andererseits zu beurteilen, ob der Einfluss des Klebers oder des Lacks messtechnisch erfassbar ist. Es wurden die Remissionskurven und die $L^*a^*b^*$ -Werte der gemessenen Proben ausgewertet. Betrachtungen der Remissionskurve ermöglicht eine Einstufung, wie viel Licht bei vorliegender Geometrie am Sensor ankommt. Die $L^*a^*b^*$ -Werte dienen der eindeutigen Definition des Farbtons. Dadurch kann die Helligkeit, Farbintensität und der Farbton bewertet werden.

5.2.1.4.1 Verwendete Messgeräte

Farbmessgeräte:

1. Spektralphotometer, „Spectrolino“, GretagMacbeth
2. Spektrophotometer, „CM-2600D“, Konika Minolta
3. Mehrwinkelspektralphotometer, „CM-512m3“, Konika Minolta
4. Mehrwinkelspektralphotometer, „MultiFX10“, Datacolor

Glanzmessgeräte:

5. Goniophotometer, „GP2“, Carl Zeiss
6. Mehrwinkelreflektometer, „micro-tri-gloss“, BYK Gardner

Die Messgeräte 1, 5 und 6 stehen bei MAN Roland zur Verfügung, alle Messungen mit den Messgeräten 2-4 wurden an der TU Darmstadt durchgeführt.

Vergleich der Messgeometrien zur Farbmessung- und Glanzmessung:

Tabelle 5.4 Vergleich Messgeometrien ausgewählter Farbmessgeräte







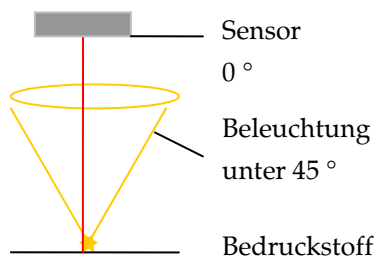
	Spectrolino	CM-2600D	CM-512m3	MultiFX10
Foto des Messgeräts:				
Messgeometrie/en	45 °/ 0 ° Ringoptik	D/8 ° (diffuse Beleuchtung, 8 ° Betrachtung) simultanes Messen von Glanzein- schluss und Glanzausschluss	Beleuchtung: 25 °, 45 °, 75 ° Betrachtung: 0 °	25 °/ 170 ° 25 °/ 140 ° 45 °/ 150 ° 45 °/ 120 ° 75 °/ 120 ° 75 °/ 90 ° 45 °/110 ° 45 °/ 90 ° 45 °/ 60 ° 45 °/ 26 °
Spektraler Messbereich in nm	380 bis 730	360 bis 740	400 bis 700	400 bis 780
Physikalische Auflösung in nm	10	10	20	10
Lichtquelle	Wolfram, gasgefüllt, Lichtart A	3 Xenon-Blitzlampen	3 Xenon-Blitzlampen	50W/12V Halogenlampe
Lichtarten der Farbmessung	D50, D65, A, C, D30...D300, F1...F12	A, C, D50, D65, F2, F6, F7, F8, F10, F11, F12	A, C, D50, D65, F2, F6, F7, F8, F10, F11, F12	A, C, D50, D65, D75, F2, F7, F11
Beobachterwinkel	2 °, 10 °	2 °, 10 °	2 °, 10 °	2 °, 10 °
Weißbezug	Absolut, relativ	Absolut	Absolut	Absolut

Tabelle 5.5 Vergleich Messgeometrien ausgewählter Glanzmessgeräte

	micro-tri-gloss	Goniophotometer
Foto vom Messgerät:		
Messgeometrie/en	Einstrahlungs- und Messwinkel: 20 °, 60 °, 85 °	Aperturwinkel von 10 ° bis 75 ° beliebig einstellbar.
Bezug	Schwarzglas	Schwarzglas

5.2.1.4.2 Betrachtungen mit dem Spektralphotometer, GretagMacbeth Spectrolino



Das Spektralphotometer Spectrolino kann Remission, Transmission und Emission messen. Es verfügt über eine Ringoptik. So lassen sich Farb- und Papiermuster, Dias, Color Charts und Monitore ausmessen.

Messbedingungen: 10 ° Beobachter, Lichtart D50, 45 °/0 °

Abbildung 5.2 Gretag Macbeth, Messgeometrie mit Ringoptik

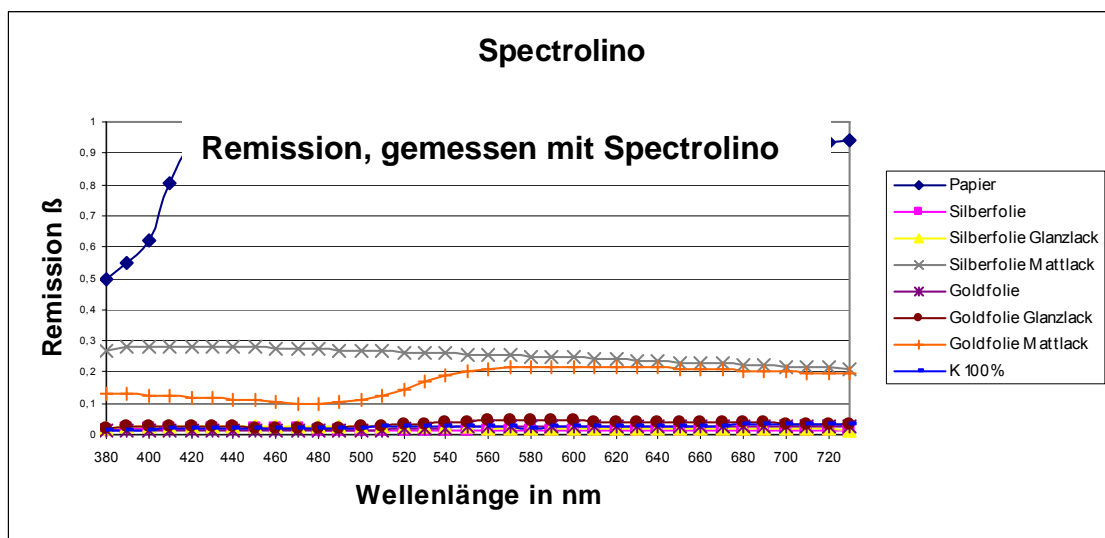
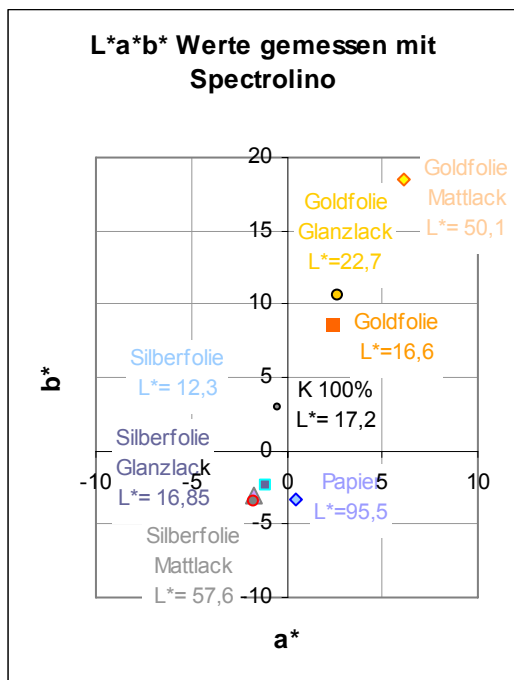


Abbildung 5.3 Remissionskurven gemessen mit „Spectrolino“

Zum Vergleich wurde das Papierweiß und ein Schwarz mit 100% Flächendeckung mit gemessen. An dem Verlauf der Remissionskurve wird deutlich, dass das Messen auf der



Folienbeschichtung mit oder ohne Glanzlack sehr niedrige Werte liefert, ca. $\leq 0,05$, im Bereich des schwarzen Tons. Bei einer Mattlackierung werden Remissionwerte bis 0,30 erreicht.

Die Betrachtung der L*a*b* Werte zeigt, dass in Bezug auf den Helligkeitswerte alle Proben als sehr dunkel interpretiert werden. Der L*-Wert der Silberfolie, Silberfolie mit Glanzlack und Goldfolie liegen unterhalb dem Helligkeitswert vom Schwarz im Offsetdruck. Die Werte der mattlackierten Proben liegen schon eher im erwarteten Bereich. Zusätzlich soll der Farbunterschied mit ΔE^*_{ab} bewertet werden. Die Beurteilungskriterien sind im „ProzessStandard Offset“ festgelegt.

Abbildung 5.4 L*a*b* Werte gemessen mit Spectrolino

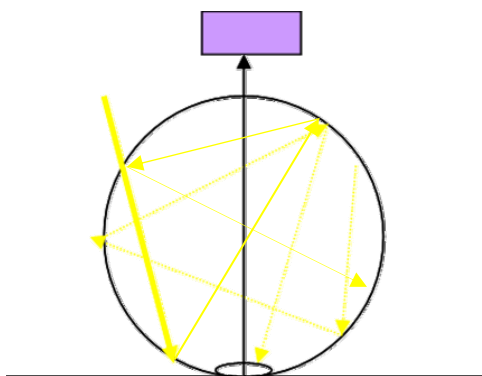
Tabelle 5.6 ΔE^*_{ab} der Messwerte, mit Spectrolino

Probe 1	Probe 2	ΔE^*_{ab}	Beurteilung	Fazit
Einfluss des Glanzlacks				
Silberfolie	Silberfolie Glanzlack	4,6	Kleiner bis mittlerer Unterschied	Mit einem durchschnittlichen ΔE^*_{ab} von $5,51 \pm 1,23$ ist messtechnisch ein mittlerer bis großer Unterschied wahrnehmbar. Visuell ist jedoch nur ein kleiner Unterschied im Glanz und kaum ein farblicher Unterschied wahrnehmbar.
Goldfolie	Goldfolie Glanzlack	6,4	Großer Unterschied	
Einfluss des Mattlack				
Silberfolie	Silberfolie Mattlack	45,32	Sehr großer Unterschied	Mit einem durchschnittlichen ΔE^*_{ab} von $35,15 \pm 7,19$ ist ein entscheidender Unterschied wahrnehmbar, was durchaus auch dem visuellen Empfinden entspricht.
Goldfolie	Goldfolie Mattlack	35,15	Sehr großer Unterschied	

Die großen Unterschiede bei dem Vergleich von unlackierten und glanzlackierten Bögen könnten auf das Grundrauschen des Messgerätes zurück geführt werden. Bei derart kleinen Remissionswerten treten große Messfehler auf.

5.2.1.4.3 Betrachtungen mit dem Spektrophotometer, Konika Minolta CM-2600D

Das „CM-2600D“ ist ein portables Spektrophotometer mit einer diffusen Beleuchtung. Die Probe wird nicht gerichtet beleuchtet. Der Lichtstrahl wird in eine Ulbrichtkugel (Hohlkugel mit spezieller Beschichtung) geleitet und mehrfach an der Innenfläche der inneren Oberfläche der Kugel reflektiert. Die Druckprobe wird diffus beleuchtet.



„CM-2600D“ verfügt über eine numerische Glanzkontrolle, somit ist simultan ein Messen mit oder ohne Glanzeinschluss möglich [50].

Mit Glanzeinschluss: Alle Reflexionen an der Substratoberfläche fließen in die Messwerte ein
 Ohne Glanzeinschluss: Der Anteil der Reflexion, der an der Substratoberfläche im Spiegelwinkel reflektiert wird, wird bei den Messwerten ausgeschlossen.

Abbildung 5.5 Messgeometrie CM-2600D

Einfluss Lack:

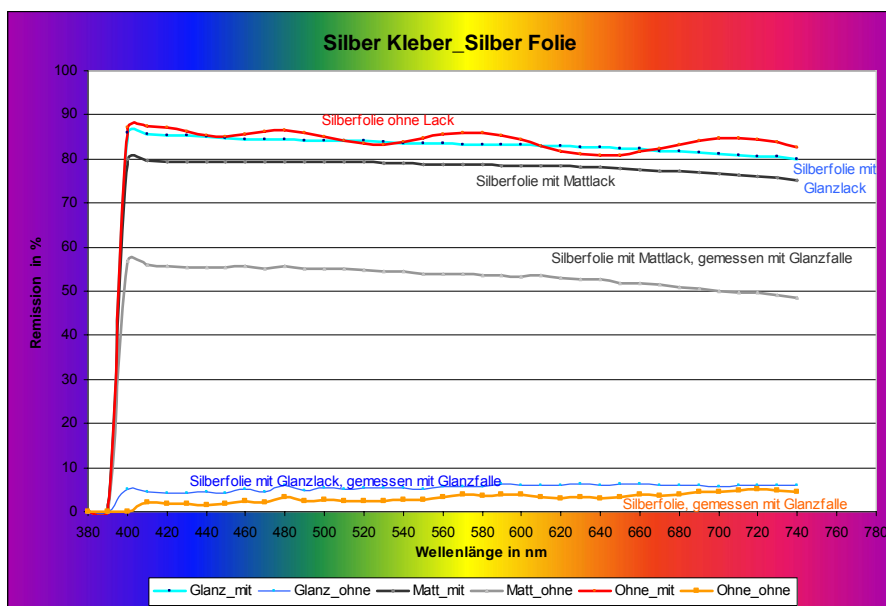


Abbildung 5.6 Einfluss vom Lackauftrag, gemessen mit „CM-2600D“ auf Silberfolie (Silber Kleber)

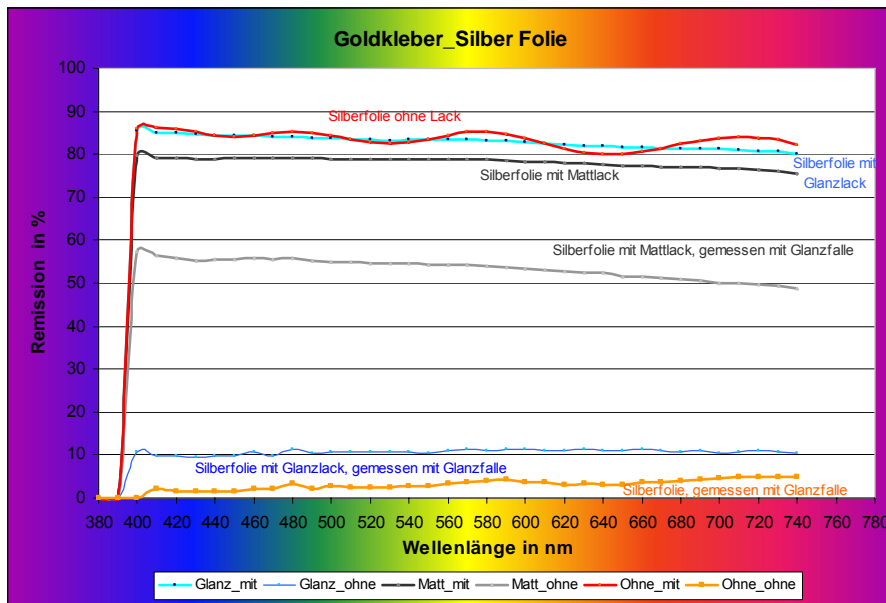


Abbildung 5.7 Einfluss vom Lackauftrag, gemessen mit „CM-2600D“ auf Silberfolie (Gold Kleber)

An der Remissionskurve der Silberfolie wird deutlich, dass das Licht bei Messung mit Glanzeinschluss kaum absorbiert wird, es wird überwiegend reflektiert. Ca. 80 % – 90 % des einfallenden Lichtes werden reflektiert. Unter Messung mit Glanzausschluss ist die Remissionskurve deutlich niedriger, die Remission liegt bei ca. 10 %. Es wird folgend die Kurve mit Glanzeinschluss bewertet, da eine spiegelnde Oberfläche wie die einer Metallfolie das auftreffende Licht überwiegend im Glanzwinkel reflektiert.

Aus den Grafiken ist ersichtlich, dass die Remissionskurve der unlackierten Silberfolien eine Schwingung im Bereich von 420 nm bis 740 nm aufweist. Die Schwingung lässt sich durch Interferenzerscheinungen erklären. Es findet eine Überlagerung der Einzelwellen statt [42]. Durch eine Glanzlackierung mittels Dispersionslack erfährt diese Kurve eine Glättung und nimmt annähernd eine lineare Form an. Der Metalliceffekt wird etwas gedämpft.

Die Kurve bei Mattlackierung mit Glanzeinschluss liegt unterhalb der beiden anderen Kurven, die Remissionswerte der unlackierten und mattlackierten Proben sind um ca. 25 % versetzt. Der Spiegelglanz einer Metallfolie wird hier zur diffusen Streuung an der Lackoberfläche. Die Probe erscheint für die Messtechnik mit Glanzeinschluss dunkler, mit Glanzausschluss heller, als die Glanzlackierung.

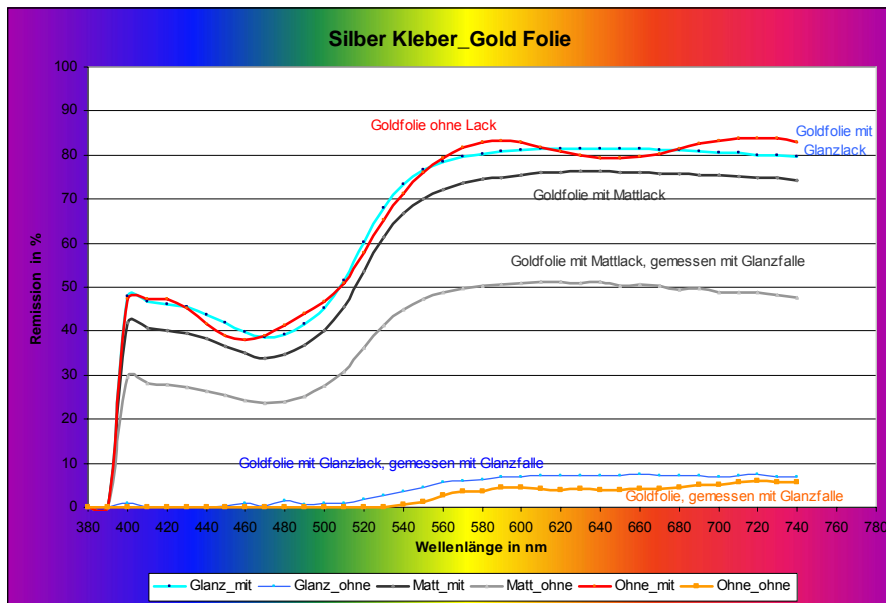


Abbildung 5.8 Einfluss vom Lackauftrag, gemessen mit „CM-2600D“ auf Goldfolie (Silber Kleber)

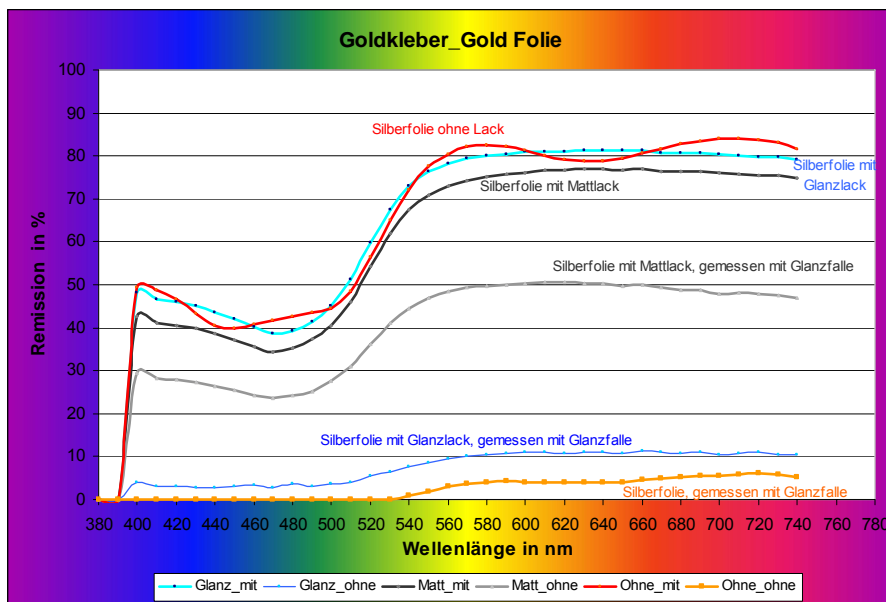


Abbildung 5.9 Einfluss vom Lackauftrag, gemessen mit „CM-2600D“ auf Goldfolie (Goldr Kleber)

Bei der Goldfolie wird im Bereich 400 nm und 540 nm ein Teil des einfallendes Lichtes absorbiert, es entsteht ein gelb/orange Ton. Der Metalliceffekt bei unlackierten Bögen zeichnet sich wiederum durch eine Schwingung der Remissionskurve aus. Der Lackauftrag glättet die Schwingungen, es entsteht eine Art Ausgleichskurve. Die Kurve bei Mattlackierung liegt unterhalb der beiden anderen Kurven. Durch die diffuse Streuung an der Oberfläche werden Lichtanteile gleichmäßig absorbiert.

Die Kurvenform bei Mattlackierung ist der der Glanzlackierung sehr ähnlich, die Remissionswerte sind niedriger.

Einfluss Kleber:

Weder bei der Goldfolie noch bei der Silberfolie konnte ein tendenzieller Unterschied beim Wechsel des Klebers in der Farbgebung der Folie festgestellt werden.

In der folgenden Grafik werden die Remissionskurven der zwei verschiedenen Kleber dargestellt. Bei dem Silberkleber wurde zusätzlich ein Bogen lackiert, um hier die Wirkung des Lacks zu beobachten.

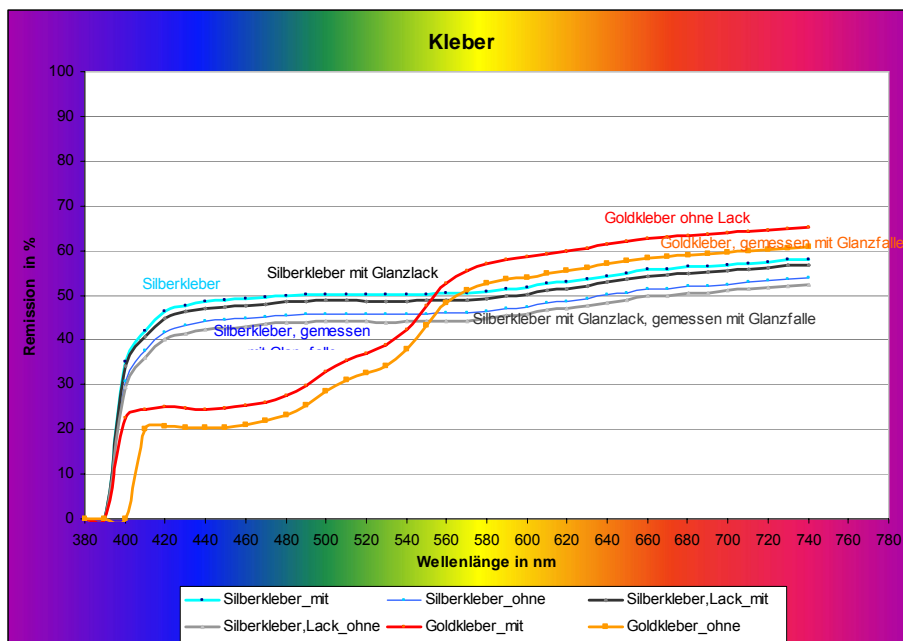


Abbildung 5.10 Kleberauftrag, gemessen mit „CM-2600D“

Der Lackauftrag auf einen eingefärbten Kleber bewirkt bei Messung mit Glanzeinschluss höhere Werte, als ohne Lack. Das liegt überwiegend an den Spiegelungen an der Lackschicht, ein Teil des Lichts wird direkt zurückreflektiert und nicht an der Kleberschicht absorbiert. Bei Messung mit Glanzfalle wird gerade diese Spiegelung ausgefiltert, der Wert liegt dann unterhalb der unlackierten Bögen.

Wenn der Kleber einen Einfluss auf das Ergebnis hat, müsste sich die Remissionskurve der Folie in Richtung der Remissionskurve des Klebers verschieben. Bei der Silberfolie mit Goldlack müsste dann z.B. im Bereich von 400 nm bis 550 nm eine leichte Abnahme der Remissionswerte zu verzeichnen sein.

Einfluss Kleber am Beispiel der Silberfolie:

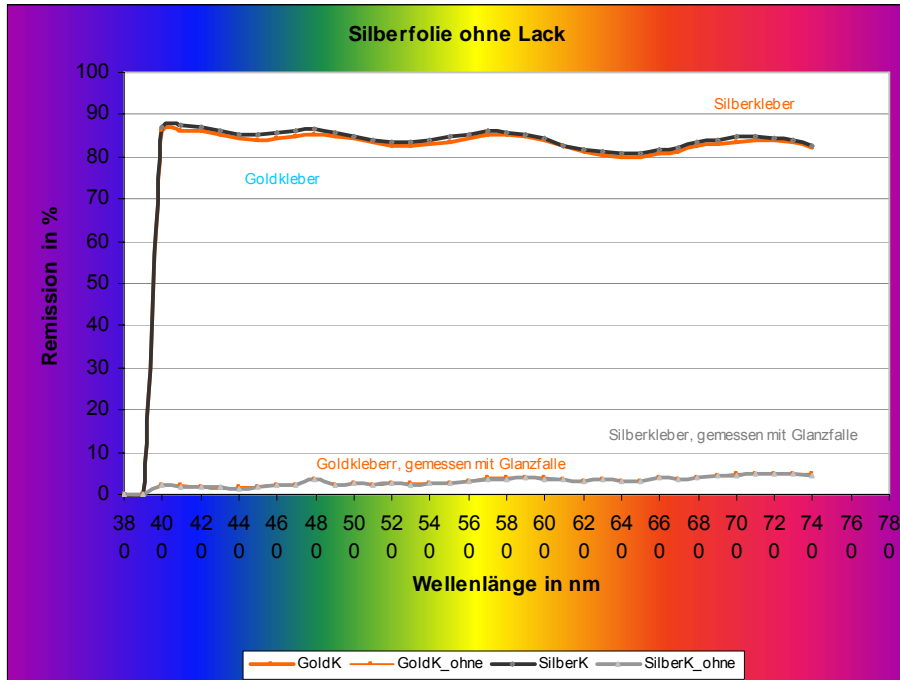


Abbildung 5.11 Einfluss von der Farbbigkeit des Klebers , gemessen mit „CM-2600D“ auf Silberfolie (ohne Lack)

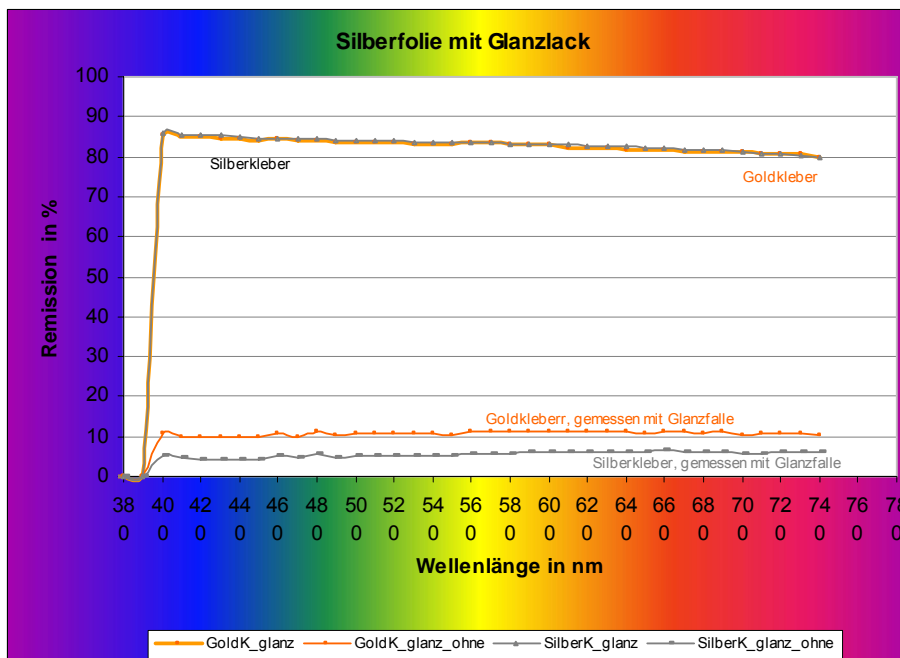


Abbildung 5.12 Einfluss von der Farbbigkeit des Klebers , gemessen mit „CM-2600D“ auf Silberfolie (mit Glanzlack)

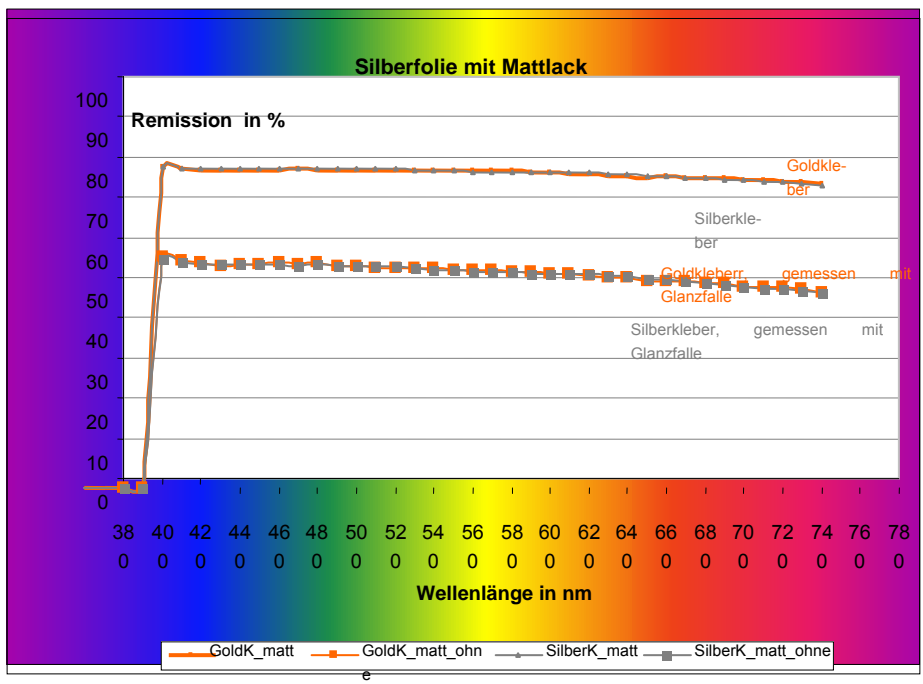


Abbildung 5.13 Einfluss von der Farbigkeit des Klebers , gemessen mit „CM-2600D“ auf Silberfolie (mit Mattlack)

An den Grafiken ist ersichtlich, dass die Kleberauswahl für die Farbgebung der Folie nicht entscheidend ist. Bei den Untersuchungen der Goldfolienkaschierung konnte dieser Sachverhalt ebenfalls bestätigt werden und wird daher nicht erneut dargestellt, siehe Anhang.

Die für die Farbwirkung entscheidenden Farbschichten sind demnach die Metallschicht, der Farbdruck und der Lack.

Eine Darstellung im a*b*- Diagramm soll den Farbort übersichtlich darstellen, der Helligkeitswert L* wird bei jeder Probe zusätzlich angegeben, so dass der Farbeindruck bewertet werden kann:

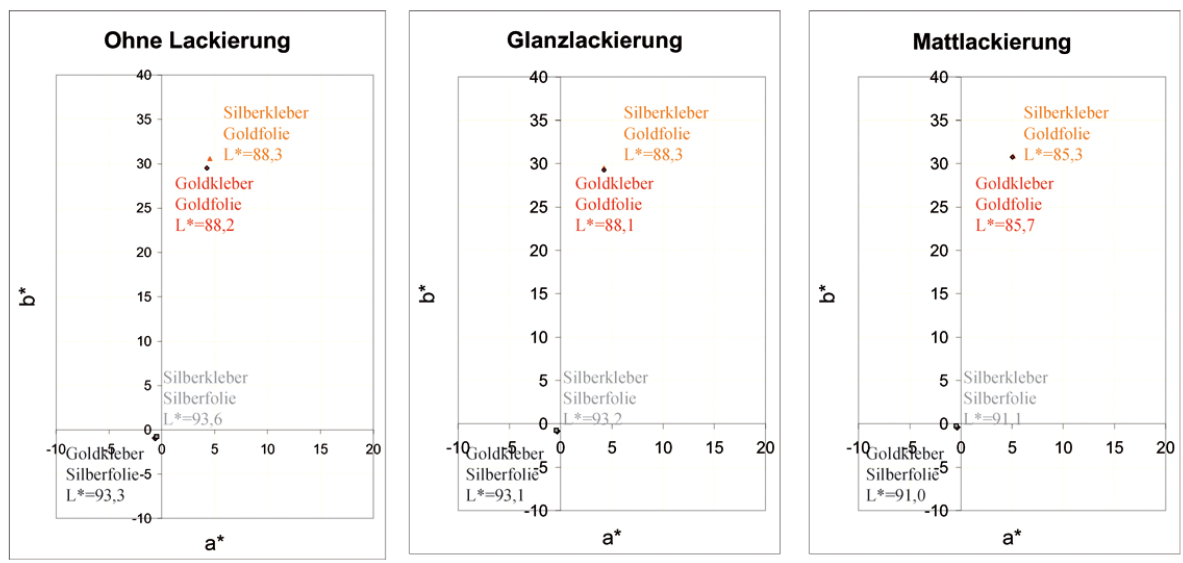


Abbildung 5.14 Darstellung im a*b*-Diagramm mit Angaben des L*-Wertes, gemessen mit Glanzeinschluss

Die Abbildung 5.14 zeigt, dass sowohl die Farbwerte, als auch die Helligkeitswerte der jeweiligen Folie unabhängig von den Parametern Kleber und Lack sehr nah beieinander liegen. Lediglich bei dem Mattlack ist eine leichte Änderung in der Helligkeit sichtbar. Zur Beurteilung der Farbunterschiede kann das ΔE^*_{ab} eingesetzt werden. Die Beurteilungskriterien sind im Prozessstandard Offset festgelegt.

Tabelle 5.7 ΔE^*_{ab} bei farbmeterischer Messung mit CM-2600d, mit Glanzeinschluss

Probe 1	Probe 2	E^*_{ab}	Beurteilung	Fazit
Einfluss der Färbung des Kleber				
Silberkleber, Silberfolie	Goldkleber, Silberfolie	0,41	Nicht wahrnehmbar	Mit einem durchschnittlichen ΔE^*_{ab} von $0,42 \pm 0,35$ ist kein Unterschied wahrnehmbar.
Silberkleber, Silberfolie Glanzlack	Goldkleber, Silberfolie Glanzlack	0,19	Nicht wahrnehmbar	
Silberkleber, Silberfolie Mattlack	Goldkleber, Silberfolie Mattlack	0,18	Nicht wahrnehmbar	
Silberkleber, Goldfolie	Goldkleber, Goldfolie	1,11	Unter günstigen Bedingungen sichtbar	
Silberkleber, Goldfolie Glanzlack	Goldkleber, Goldfolie Glanzlack	0,25	Nicht wahrnehmbar	
Silberkleber, Goldfolie Mattlack	Goldkleber, Goldfolie Mattlack	0,38	Nicht wahrnehmbar	
Einfluss des Glanzlacks				
Silberkleber, Silberfolie	Silberkleber, Silberfolie Glanzlack	0,48	Nicht wahrnehmbar	Mit einem durchschnittlichen ΔE^*_{ab} von $0,52 \pm 0,43$ ist kein Unterschied wahrnehmbar. Wobei die Interferenzerscheinungen an der unlackierten Folienoberfläche einen höheren Metalliceffekt hervorzurufen scheinen.
Goldkleber, Silberfolie	Goldkleber, Silberfolie Glanzlack	0,20	Nicht wahrnehmbar	
Silberkleber, Goldfolie	Silberkleber, Goldfolie Glanzlack	1,14	Unter günstigen Bedingungen sichtbar	
Goldkleber, Goldfolie	Goldkleber, Goldfolie Glanzlack	0,26	Nicht wahrnehmbar	

Probe 1	Probe 2	ΔE^*_{ab}	Beurteilung	Fazit
Einfluss des Mattlacks				
Da der Einfluss des Glanzlacks bei einem durchschnittlichen ΔE^*_{ab} von 0,52 vernachlässigt werden kann, wird folgend nur der Vergleich zur Silberfolie ohne Lack angestellt				
Silberkleber, Silberfolie	Silberkleber, Silberfolie Mattlack	2,54	Unter günstigen Bedingungen sichtbar	Mit einem durchschnittlichen ΔE^*_{ab} von $2,69 \pm 0,37$ ist demnach ein kleiner Unterschied wahrnehmbar. Visuell ist der Unterschied jedoch deutlich sichtbar. Eine zusätzliche Betrachtung des Glanzes ist notwendig.
Goldkleber, Silberfolie	Goldkleber, Silberfolie Mattlack	2,24	Unter günstigen Bedingungen sichtbar	
Silberkleber, Goldfolie	Silberkleber, Goldfolie Mattlack	3,06	Kleiner Unterschied	
Goldkleber, Goldfolie	Goldkleber, Goldfolie Mattlack	2,93	Unter günstigen Bedingungen sichtbar	

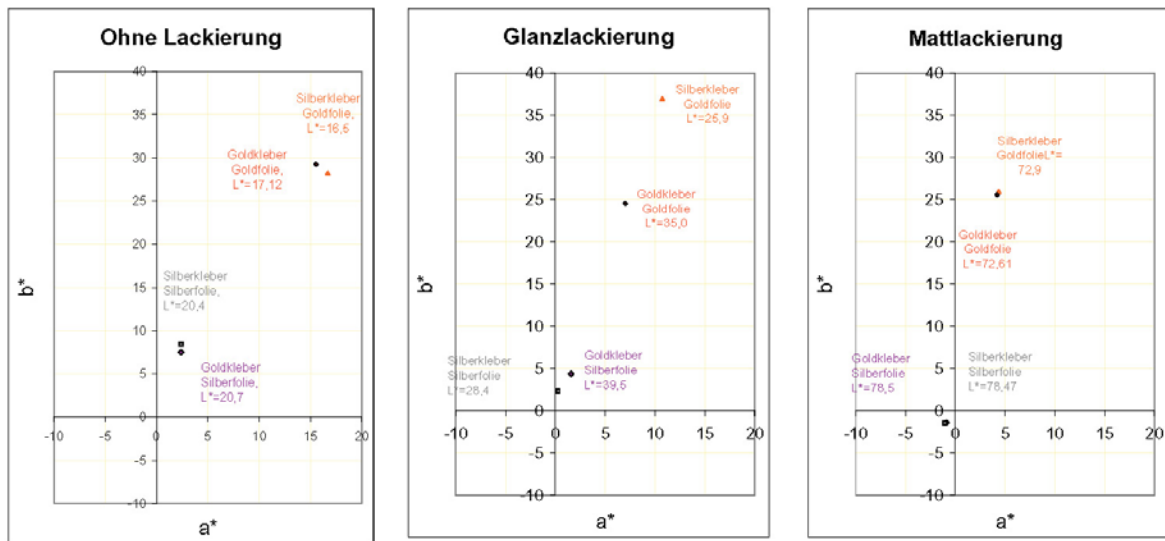


Abbildung 5.15 Darstellung im a*b*-Diagramm mit Angaben des L*-Wertes, gemessen ohne Glanzeinschluss

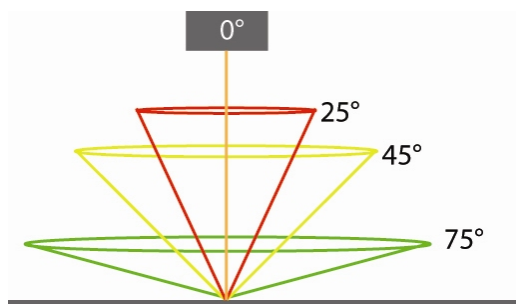
Tabelle 5.8 ΔE^*_{ab} bei farbmeterischer Messung mit CM-2600d, ohne Glanzeinschluss

Probe 1	Probe 2	ΔE^*_{ab}	Beurteilung	Fazit
Einfluss der Färbung des Kleber				
Silberkleber, Silberfolie	Goldkleber, Silberfolie	0,95	Nicht wahrnehmbar	Mit einem durchschnittlichen ΔE^*_{ab} von $5,09 \pm 6,09$ ist ein mittlerer bis großer Unterschied wahrnehmbar. Allerdings kann kein Einfluss der Kleberfärbung festgestellt werden, da keine gleich bleibende Tendenz erkennbar ist.
Silberkleber, Silberfolie Glanzlack	Goldkleber, Silberfolie Glanzlack	11,4	Großer Unterschied	
Silberkleber, Silberfolie Mattlack	Goldkleber, Silberfolie Mattlack	0,16	Nicht wahrnehmbar	
Silberkleber, Goldfolie	Goldkleber, Goldfolie	1,63	Unter günstigen Bedingungen sichtbar	
Silberkleber, Goldfolie Glanzlack	Goldkleber, Goldfolie Glanzlack	15,87	Großer Unterschied	
Silberkleber, Goldfolie Mattlack	Goldkleber, Goldfolie Mattlack	0,52	Nicht wahrnehmbar	
Einfluss des Glanzlacks				
Silberkleber, Silberfolie	Silberkleber, Silberfolie Glanzlack	8,61	Großer Unterschied	Mit einem durchschnittlichen ΔE^*_{ab} von $15,75 \pm 5,55$ wäre ein großer Unterschied nach der Lackierung wahrnehmbar. Visuell ist diese Änderung jedoch nur unter günstigen Bedingungen sichtbar.
Goldkleber, Silberfolie	Goldkleber, Silberfolie Glanzlack	19,88	Großer Unterschied	
Silberkleber, Goldfolie	Silberkleber, Goldfolie Glanzlack	14,1	Großer Unterschied	
Goldkleber, Goldfolie	Goldkleber, Goldfolie Glanzlack	20,4	Großer Unterschied	
Einfluss des Mattlacks				
Silberkleber, Silberfolie	Silberkleber, Silberfolie Mattlack	58,84	Großer Unterschied	Mit einem durchschnittlichen ΔE^*_{ab} von $58,01 \pm 0,98$ ist wäre ein deutlicher Unterschied wahrnehmbar, was auch dem visuellen Empfinden entspricht.
Goldkleber, Silberfolie	Goldkleber, Silberfolie Mattlack	58,73	Großer Unterschied	
Silberkleber, Goldfolie	Silberkleber, Goldfolie Mattlack	57,71	Großer Unterschied	
Goldkleber, Goldfolie	Goldkleber, Goldfolie Mattlack	56,76	Großer Unterschied	

Allgemein ist auffällig, dass bei den Messungen auf Silberfolie und Silberfolie mit Glanzlack die Standardabweichung sehr groß ist, d.h. das Messgerät ist nicht in der Lage einen eindeutigen Wert zu berechnen. Die numerische Glanzkontrolle ist scheinbar nicht auf diese Art Glanz abgestimmt. Zunehmend spielen die niedrigen Remissionswerte eine Rolle, das geräteabhängige Grundrauschen hat somit einen größeren Einfluss auf die Messwerte. Die mattlackierten Oberflächen haben deutlich höhere Remissionswerte bei Messung ohne Glanzeinschluss, die Standardabweichung des ΔE^*_{ab} wird geringer.

5.2.1.4.4 Betrachtungen mit dem Mehrwinkelspektralphotometer, Konika Minolta CM-512m3

Dieses Mehrwinkelspektralphotometer wird für das messtechnische Bewerten von Metallic-Effektlacke empfohlen. Es hat drei Beleuchtungswinkel (25 °, 45 ° und 5 °) und einen



Messwinkel (0 °), siehe Zeichnung. Durch eine zirkuläre Beleuchtung, kann die Richtungsabhängigkeit der zu vermessenden Probe vernachlässigt werden.

Abbildung 5.16 Messgeometrie CM-512m3

Betrachtung Kleber:

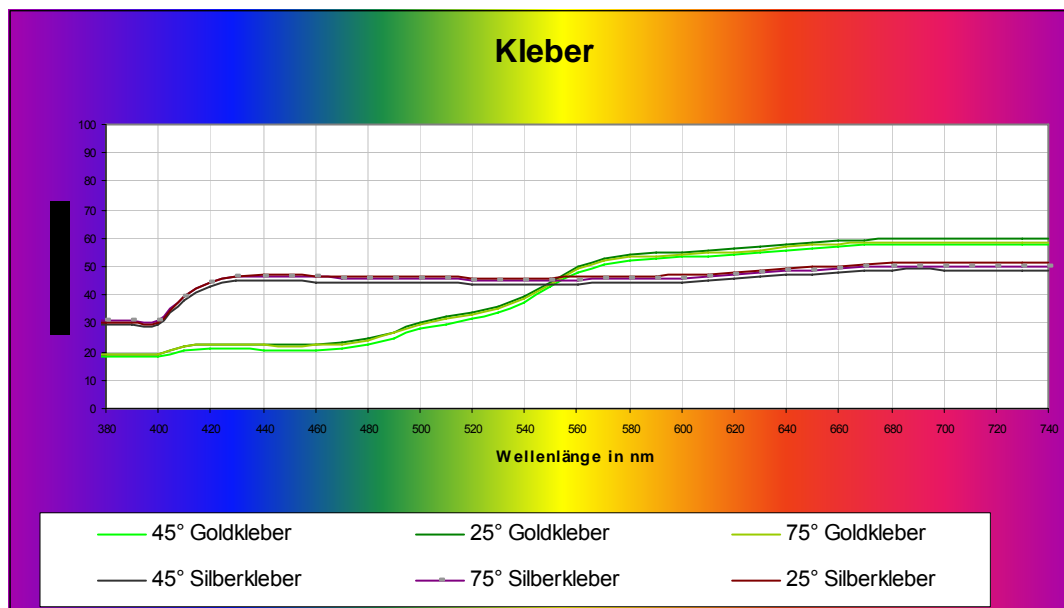


Abbildung 5.17 Kleberauftrag, gemessen mit „CM-512m3“

Da der Kleberauftrag sich wie eine Druckfarbe auf Papier verhält, führen gegebene Geometrien zu keiner deutlichen Differenz. Glänzend gestrichene Papiere weisen meist eine Glanzspitze im Glanzwinkel auf und gehen in ca. 5 ° Abstand zum Glanzwinkel in eine gleichmäßige diffuse Streuung über. Alle drei Messgeometrien führen zur Messung der diffusen Basis und daher zu keinem erheblichen Unterschied.

Lackeinfluss:

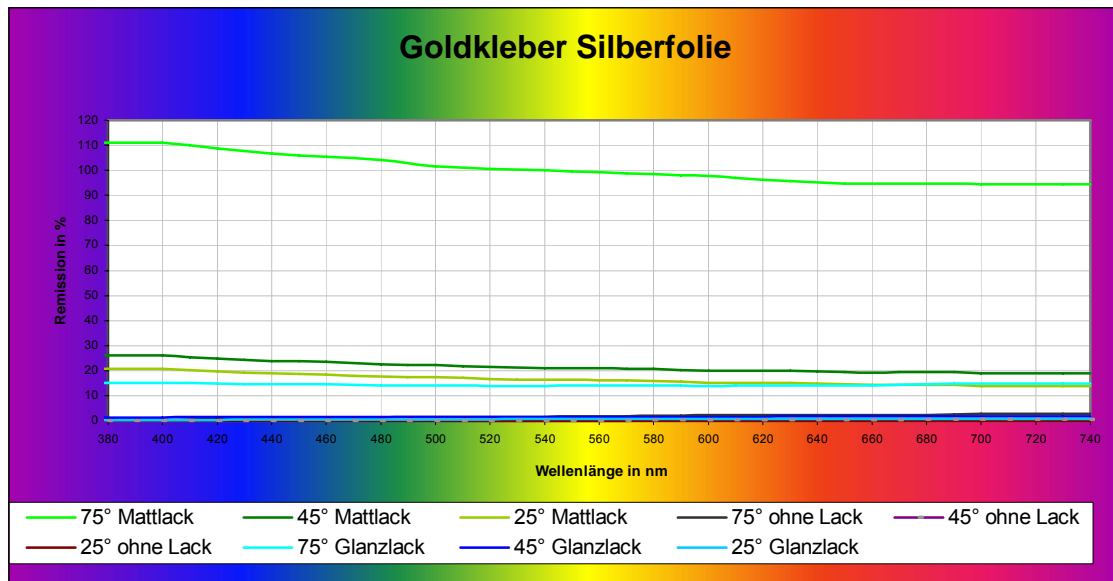


Abbildung 5.18 Einfluss vom Lackauftrag, gemessen mit „CM-512m3“ auf Silberfolie (Gold Kleber)

Die meisten Messwerte liegen unterhalb 5 % Remission. Durch den Auftrag von Mattlack erhöht sich die diffuse Streuung, daher ergeben diese Proben bei jeder Geometrie einen höheren Wert. Interessant ist, dass bei einer Geometrie von 75 °/0 ° eine Silberfolie mit Glanzlack eine Remission über 10 % aufweist, die Silberfolie unlackiert eine Remission unter 3 %. Die zusätzliche Schicht scheint bei dieser Geometrie einen großen Einfluss zu haben. Die sonstigen extrem niedrigen Werte lassen auf eine zu große Entfernung zum Glanzwinkel schließen. Die verschiedenen Geometrien sind daher nicht optimal für eine derart spiegelnde Oberfläche, wie die einer Metallfolie.

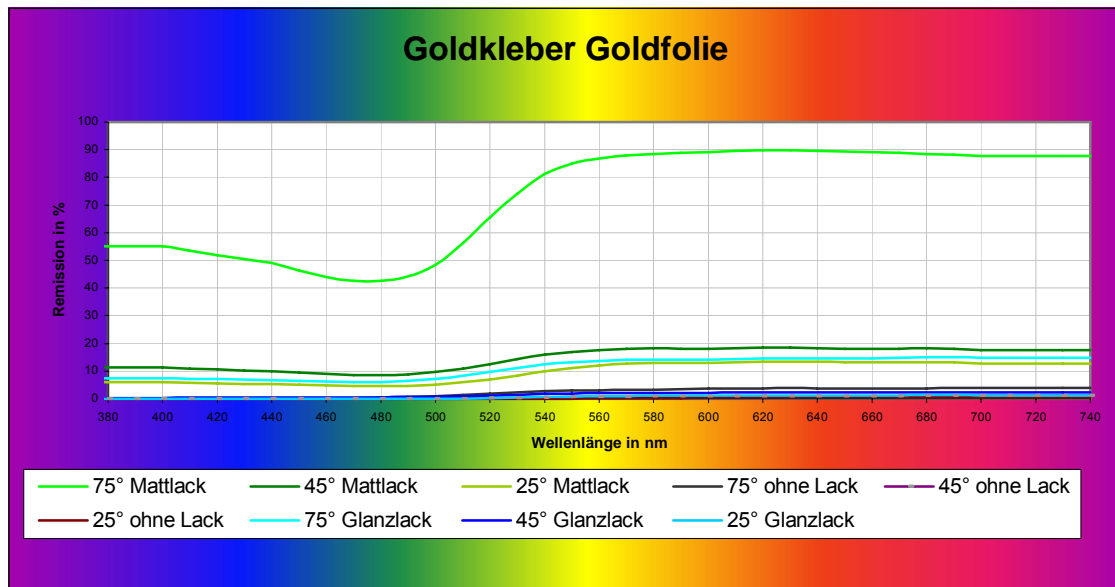


Abbildung 5.19 Einfluss vom Lackauftrag, gemessen mit „CM-512m3“ auf Goldfolie (Gold Kleber)

Die Remissionskurven der Folie sind ebenfalls am höchsten mit Mattlackierung. Eine Glanzlackierung der Folie führt bei einer Betrachtung mit 75 °/0 ° ebenfalls zu vergleichsweise höheren Remissionskurven

5.2.1.4.5 Betrachtungen mit dem Mehrwinkelspektralphotometer Datacolor MultiFX10

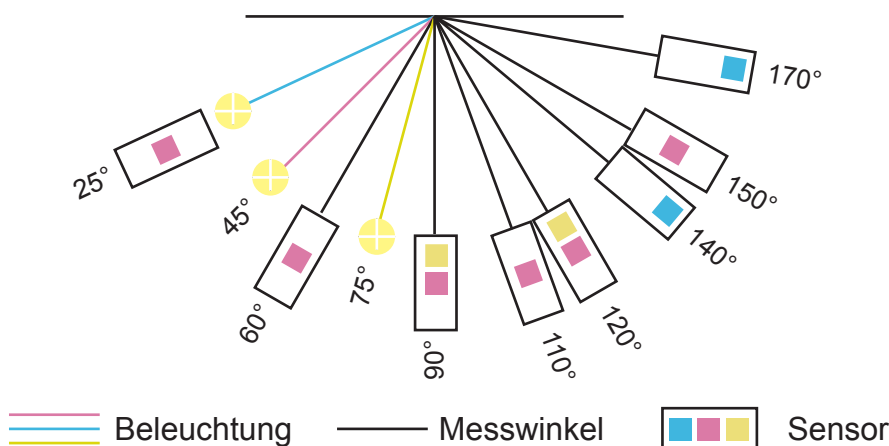


Abbildung 5.20 Beleuchtungs- und Messwinkel des MultiFX10

Die Abbildung veranschaulicht die drei Beleuchtungswinkel und deren Messwinkel. Die Farbe im Sensor zeigt, welche Winkel aufgenommen werden. Die Grad-Angabe bezieht sich nicht auf das Einfallslot.

Tabelle 5.9 Winkelangaben des Herstellers und nach DIN 6175-2

Winkelangaben des Herstellers ρ_1/ρ_2	Winkelangaben nach DIN 6175-2 ϵ_1/ϵ_2
25 °/170 °	65 °/80 °
25 °/140 °	65 °/50 °
45 °/150 °	45 °/60 °
45 °/120 °	45 °/30 °
75 °/120 °	15 °/30 °
75 °/90 °	15 °/0 °
45 °/110 °	45 °/20 °
45 °/90 °	45 °/0 °
45 °/60 °	45 °/-30 °
45 °/25 °	45 °/-65 °

Die Winkelangaben des Herstellers beziehen sich nicht auf das Einfallslot, wie in der

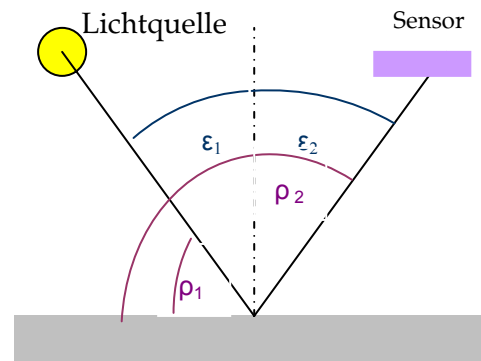


Abbildung 5.21 Vergleich Winkelangaben des Herstellers und nach DIN 6175-2

Druckindustrie üblich. Sie werden von der Einstrahlsebene angegeben. Für weitere

Auswertungen werden die Geometrie-Angaben nach DIN 6175-2 verwendet, wie in der Tabelle 5.8 dargestellt.

Das Messgerät wurde für die Bewertung von Metall- und Interferenzeffektfarben entwickelt, um eine winkelabhängige Farbwirkung zu beurteilen.

Bei der Betrachtung der Remissionskurven weisen die unlackierten Metallfolien stets die niedrigsten Remissionswerte auf, folgend von den glanzlackierten. Die höchsten Remissionswerte haben die mattlackierten Bögen.

Da bei 10 Messgeometrie-Kombinationen sehr viele Messwerte entstehen, werden folgend bestimmte Beispiel aufgezeigt, die vollständige Auswertung befindet sich im Anhang.

Einfluss Kleber:

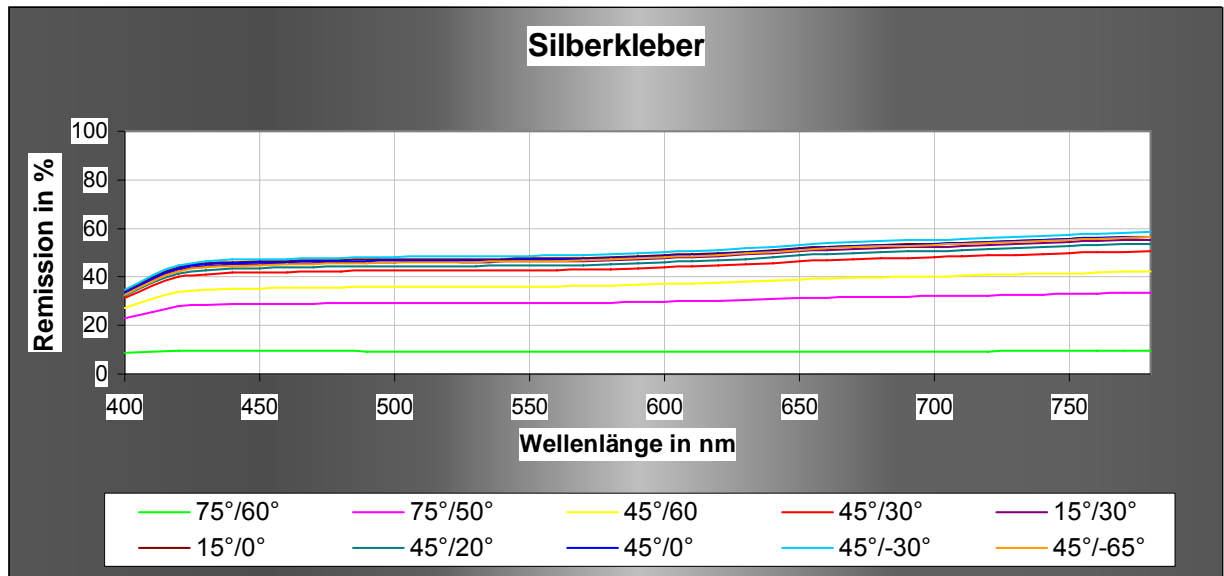


Abbildung 5.22 Remissionskurven des Silberklebers unter verschiedenen Geometrien, gemessen mit „MultiFX10“

Auf folgender Grafik ist eine Goldfolie mit Silber- und Goldkleber dargestellt. Die Remissionswerte der lackierten Werte sind eindeutig höher, wie die des reinen Kleberauftrags.

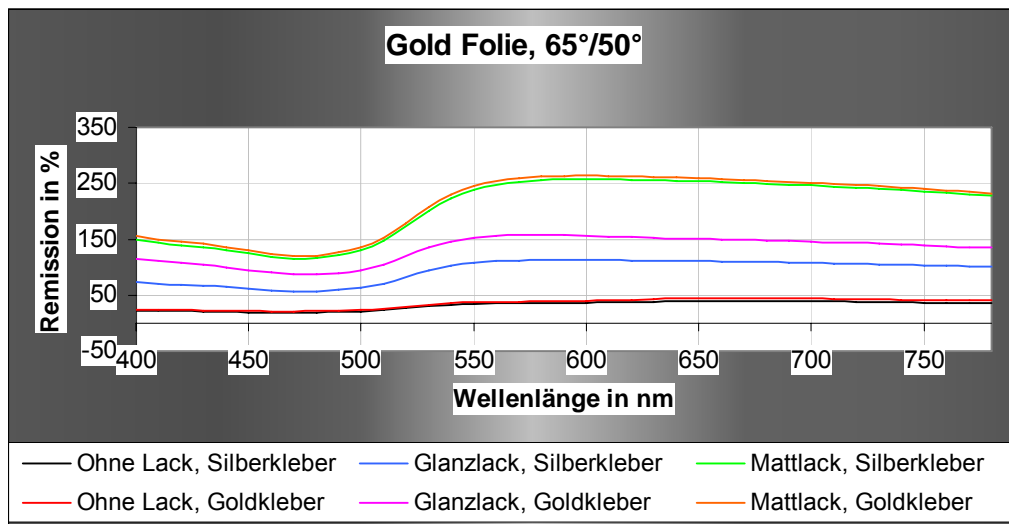


Abbildung 5.23 Remissionskurven Goldfolie unter 65 °/50 °, gemessen mit „MultiFX10“

Einfluss Lack:Tabelle 5.10 Einfluss des Lackauftrags, ΔE^*_{ab} unter verschiedenen Messgeometrien, gemessen mit „MultiFX10“

Geometrie	Probe 1	Probe 2	E^*_{ab}	Beurteilung	Fazit
Einfluss der Färbung des Kleber					
65 °/80 °	Silberkleber, Silberfolie	Goldkleber, Silberfolie	3,50	Kleiner bis mittlerer Unterschied	Bei den Farbwerten ist keine Tendenz zur Farbabweichung auf Grund des Klebers erkennbar. Die Werte vom L*-, a*- und b* -Wert schwanken scheinbar willkürlich. Messtechnisch ist kein bis ein mittlerer Unterschied wahrnehmbar.
65 °/50 °	Ohne Lack	Ohne Lack	0,49	Nicht wahrnehmbar	
45 °/60 °			5,27	Kleiner bis mittlerer Unterschied	
45 °/30 °			2,21	Unter günstigen Bedingungen sichtbar	
15 °/30 °			5,45	Kleiner bis mittlerer Unterschied	
15 °/0 °			2,35	Unter günstigen Bedingungen sichtbar	
45 °/20 °			2,27	Unter günstigen Bedingungen sichtbar	
45 °/0 °			1,20	Unter günstigen Bedingungen sichtbar	
45 °/-30 °			0,38	Nicht wahrnehmbar	
45 °/-65 °			0,62	Nicht wahrnehmbar	
65 °/80 °	Silberkleber, Silberfolie	Goldkleber, Silberfolie	10,78	Großer Unterschied	Die großen Abweichungen sind erstaunlich, da visuell kein Unterschied wahrnehmbar ist. Es ist nicht eindeutig, ob der Kleber der Grund für die Abweichungen ist, da überwiegend die L*-Werte schwanken, nicht die a*b*-Werte.
65 °/50 °	Mit Glanzlack	Mit Glanzlack	19,70	Großer Unterschied	
45 °/60 °			19,63	Großer Unterschied	
45 °/30 °			20,43	Großer Unterschied	
15 °/30 °			19,24	Großer Unterschied	
15 °/0 °			26,40	Großer Unterschied	
45 °/20 °			11,39	Großer Unterschied	
45 °/0 °			5,42	Kleiner bis mittlerer Unterschied	
45 °/-30 °			2,88	Kleiner bis mittlerer Unterschied	
45 °/-65 °			2,41	Kleiner bis mittlerer Unterschied	

Geometrie	Probe 1	Probe 2	E* _{ab}	Beurteilung	Fazit
65 °/80 °	Silberkleber, Silberfolie Mit Mattlack	Goldkleber, Silberfolie Mit Matt- lack	0,64	Nicht wahrnehmbar	Bei den mattlackier- ten Bögen kann messtechnisch kein Unterschied bei Verwendung zweier Kleber analysiert werden.
65 °/50 °			1,26	Unter günstigen Be- dingungen sichtbar	
45 °/60 °			1,18	Unter günstigen Be- dingungen sichtbar	
45 °/30 °			1,90	Unter günstigen Be- dingungen sichtbar	
15 °/30 °			0,53	Nicht wahrnehmbar	
15 °/0 °			1,82	Unter günstigen Be- dingungen sichtbar	
45 °/20 °			0,48	Nicht wahrnehmbar	
45 °/0 °			0,49	Nicht wahrnehmbar	
45 °/-30 °			0,76	Nicht wahrnehmbar	
45 °/-65 °			1,11	Unter günstigen Be- dingungen sichtbar	
Einfluss des Glanzlacks					
65 °/80 °	Silberkleber, Silberfolie Ohne Lack	Silberkleber, Silberfolie Mit Glanz- lack	41,90	Großer Unterschied	Der große Unter- schied im E* _{ab} ist auf den L*-Wert zurück zu führen. Dieser Messwert ist bei einer Glanzla- ckierung deutlich höher als bei den unlackierten Bögen. Visuell kann kein derartig großer Un- terschied wahrgе- nommen werden. Die kleineren Ab- weichungen sind auf die insgesamt sehr geringen Werte zu- rück zu führen.
65 °/50 °			40,50	Großer Unterschied	
45 °/60 °			30,79	Großer Unterschied	
45 °/30 °			21,38	Großer Unterschied	
15 °/30 °			18,08	Großer Unterschied	
15 °/0 °			18,33	Großer Unterschied	
45 °/20 °			7,35	Großer Unterschied	
45 °/0 °			2,72	Unter günstigen Be- dingungen sichtbar	
45 °/-30 °			1,20	Unter günstigen Be- dingungen sichtbar	
45 °/-65 °			1,14	Unter günstigen Be- dingungen sichtbar	

Geometrie	Probe 1	Probe 2	E* _{ab}	Beurteilung	Fazit
65 °/80 °	Goldkleber, Silberfolie Ohne Lack	Goldkleber, Silberfolie Mit Glanz- lack	56,09	Großer Unterschied	Die großen Abwei- chungen sind wie bei den Bögen mit Silberkleber vorhan- den. Allerdings sind hier die L*-Werte der glanzlackierten Bö- gen aus unbekann- ten Gründen noch höher. Zur Klärung müssten weitere Versuchsreihen durchgeführt wer- den.
65 °/50 °			60,62	Großer Unterschied	
45 °/60 °			55,58	Großer Unterschied	
45 °/30 °			43,91	Großer Unterschied	
15 °/30 °			42,66	Großer Unterschied	
15 °/0 °			46,75	Großer Unterschied	
45 °/20 °			20,49	Großer Unterschied	
45 °/0 °			8,94	Großer Unterschied	
45 °/-30 °			2,85	Unter günstigen Bedingungen sichtbar	
45 °/-65 °			3,09	Kleiner bis mittlerer Unterschied	
Einfluss des Mattlacks					
65 °/80 °	Silberkleber, Silberfolie Ohne Lack	Silberkleber, Silberfolie Mit Matt- lack	48,02	Großer Unterschied	Bei jeder Messgeo- metrie ist der L*- Wert beim Mattlack ca. doppelt so groß wie bei den unlackierten Bögen. Beim a*b*-Wert sind keine großen Unter- schiede zu beobach- ten.
65 °/50 °			86,87	Großer Unterschied	
45 °/60 °			96,68	Großer Unterschied	
45 °/30 °			89,25	Großer Unterschied	
15 °/30 °			96,77	Großer Unterschied	
15 °/0 °			106,92	Großer Unterschied	
45 °/20 °			71,58	Großer Unterschied	
45 °/0 °			44,43	Großer Unterschied	
45 °/-30 °			31,75	Großer Unterschied	
45 °/-65 °			31,69	Großer Unterschied	
65 °/80 °	Goldkleber, Silberfolie Ohne Lack	Goldkleber, Silberfolie Mit Glanz- lack	51,94	Großer Unterschied	Die Abweichungen einer unlackierten zu mattlackierten Silber- folie mit Gold- kleber sind mit den Werten mit Silber- kleber nahezu iden- tisch.
65 °/50 °			88,14	Großer Unterschied	
45 °/60 °			100,86	Großer Unterschied	
45 °/30 °			92,92	Großer Unterschied	
15 °/30 °			101,87	Großer Unterschied	
15 °/0 °			110,72	Großer Unterschied	
45 °/20 °			73,56	Großer Unterschied	
45 °/0 °			44,74	Großer Unterschied	

Geometrie	Probe 1	Probe 2	E* _{ab}	Beurteilung	Fazit
45 °/-30 °			31,35	Unter günstigen Bedingungen sichtbar	
45 °/-65 °			30,86	Kleiner bis mittlerer Unterschied	

Mit zunehmender Entfernung des Beobachterwinkels vom Glanzwinkel, fällt weniger Licht auf den Sensor. Die Remissionskurve ist daher um so flacher, je größer die Entfernung vom Glanzwinkel ist. Der kleinste Abstand vom Glanzwinkel ist 15 °. Bei 15 ° Abstand erhält man verhältnismäßig hohe Werte. Bei einem Abstand von 20 ° sind schon deutliche Unterschiede in der Remissionskurve erkennbar.

5.2.1.4.6 Betrachtungen mit dem micro-tri-gloss, Byk Garder

Bei den Messungen mit dem Reflektometer wurde der Winkel von 20 ° gewählt, der in der Norm DIN 67530 für Messungen auf glänzenden Oberflächen vorgeschrieben ist. Auf einem Schwarzstandard wird kalibriert. Gemessen wird die Reflexion in %. Da das Licht an der Folienoberfläche gespiegelt wird, sind die Reflexionswerte höher als bei den Messungen des Schwarzstandards, Messwerte größer 100 % sind möglich.

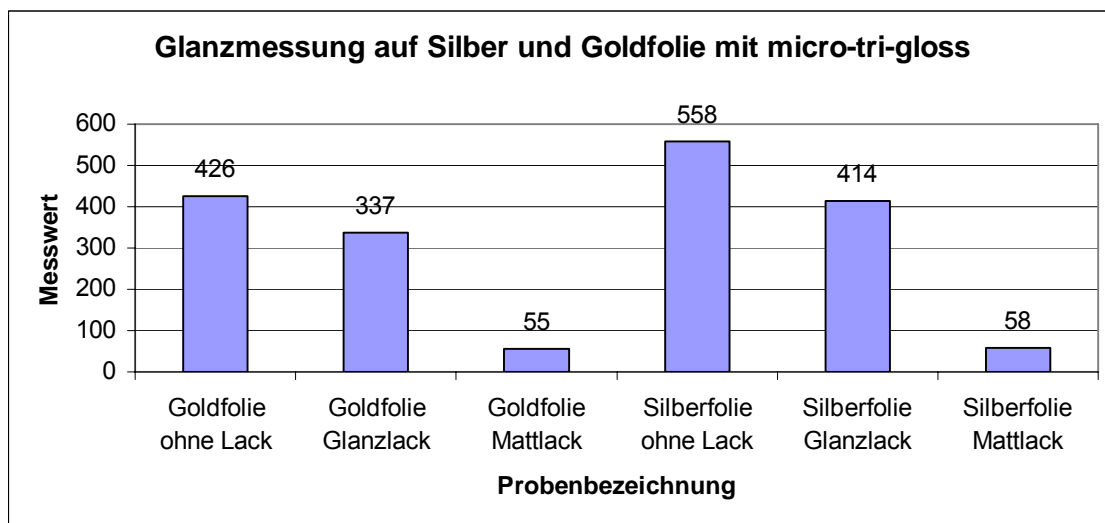


Abbildung 5.24 Glanzmessung auf Silber- und Goldfolie mit micro-tri-gloss

Mit dem Reflektometer lassen sich eindeutige Glanzunterschiede feststellen. Ein leichter Glanzrückgang der Silber- oder Goldfolie ist nach einer Glanzlackierung zu messen. Ein großer Glanzunterschied lässt sich nach einer Mattlackierung feststellen. Feinste Glanzunterschiede können mit dem Reflektometer bestimmt werden. Das Messgerät ist somit für die Qualitätskontrolle an hochglänzenden, metallischen Oberflächen geeignet.

5.2.1.4.7 Betrachtungen mit dem Goniophotometer GP2, Carl Zeiss

Dieses Mehrwinkelmessgerät bestimmt den Reflexionsgrad einer Probe mittels Variation der Beleuchtungs- und Messwinkel.



Abbildung 5.25 Goniophotometer GP2, Carl Zeiss

Der Beleuchtungs- und Messwinkel ist beliebig von 10° bis 75° variierbar. Man erhält eine Glanzkurve, auch Glanzindikatrix genannt, die das Reflexionsverhalten spiegelt. Mit einem Goniophotometer sind daher nicht nur Messungen im Spiegelwinkel möglich, sondern umfassende Beurteilungen des Glanzmaximums und der Form und Breite der Glanzindikatrix.

5.2.1.5 **Optimaler Beleuchtungswinkel**

In unterschiedlichen Normen, siehe 4.3.2 Messgeometrien Glanzmessgeräte, wurden verschiedene standardisierte Messgeometrien vorgestellt. Für folgende Messungen ist vor allem wichtig, eine klare Differenzierung vom Metallicglanz und anderen glänzenden Oberflächen zu erhalten. Daher wurden folgende Materialien für den Test ausgewählt:

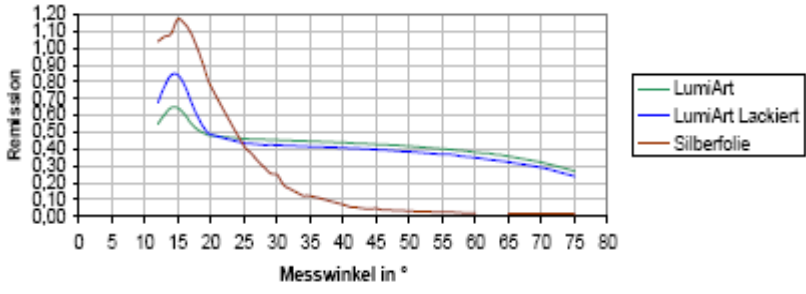
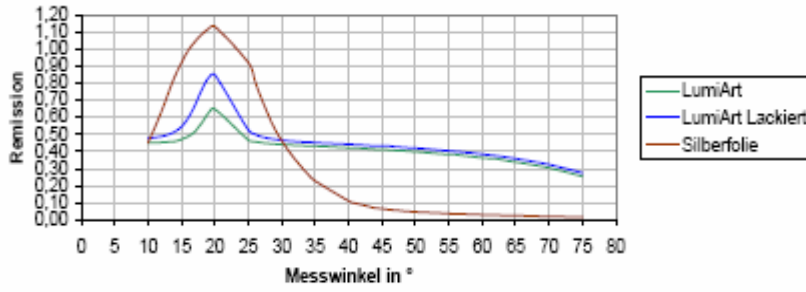
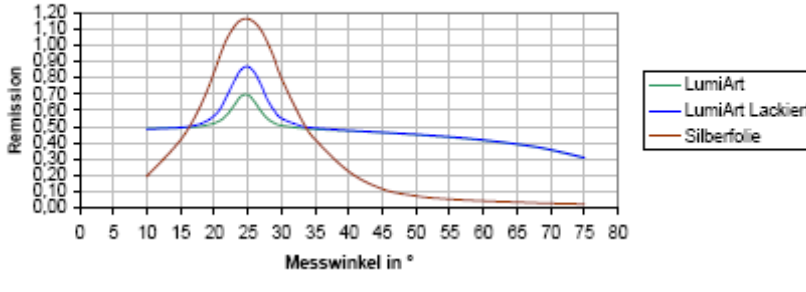
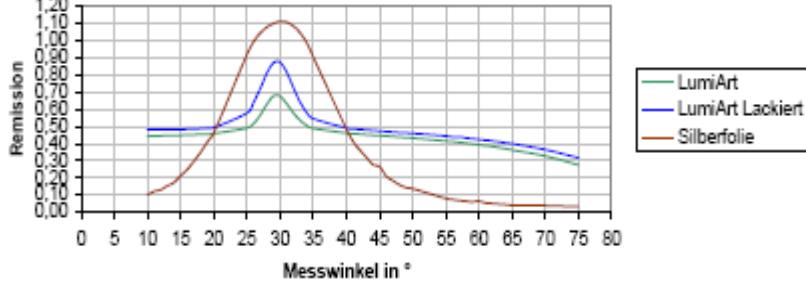
Papier: Stora Enso, „LumiArt“, 135 g/m^2

Glänzend lackiertes Papier: Stora Enso, „LumiArt“, 135 g/m^2 lackiert mit Weilburger Graphics, Glanzlack

Silberfolie: Leonard Kurz GmbH & Co. KG, „LUXOR®/ALUFIN®KPW“ auf LumiArt kaschiert

Diese drei Werkstoffoberflächen werden unter verschiedenen Messgeometrien verglichen. Da visuell die Silberfolie einen deutlich höheren Glanz hat, soll ein Beleuchtungswinkel gewählt werden, bei dem die Unterschiede deutlich zu erkennen sind. Die Kriterien Glanzhöhe und Halbwertsbreite sollen dabei berücksichtigt werden.

Tabelle 5.11 Glanzkurven unter verschiedene Beleuchtungswinkeln, Messungen mit GP2

Beleuchtungswinkel	Diagramm
15 °	<p style="text-align: center;">15° Beleuchtung</p> 
20 °	<p style="text-align: center;">20° Beleuchtung</p> 
25 °	<p style="text-align: center;">25° Beleuchtung</p> 
30 °	<p style="text-align: center;">30° Beleuchtung</p> 

Beleuchtungswinkel	Diagramm
45 °	<p style="text-align: center;">45° Beleuchtung</p> <p style="text-align: center;">60° Beleuchtung</p>
60 °	

Ein deutlicher Unterschied lässt sich zwar bei jeder Geometrie feststellen, die 15 °, 20 ° und 60 °- Beleuchtung ist jedoch ungünstig, da die Glanzindikatrix seitlich abgeschnitten wird. Konstruktionsbedingt kann der Messwinkel nicht kleiner als 10 ° eingestellt werden. Es wird daher der 30° Winkel für weitere Messungen verwendet, dieser Winkel wird auch in der Methode B nach ASTM E 430 [21] für hochglänzende Oberflächen vorgeschlagen.

In dieser Norm wird zwar als Standard ein Metallspiegel für metallische Oberflächen empfohlen, da dieser jedoch von dem Lieferanten des Goniophotometers nicht angeboten wird, ist der mitgelieferte Schwarzstandard zu benutzen. Remissionswerte größer eins können entstehen, da eine spiegelnde Oberfläche einer Metallfolie einen höheren Reflexionsgrad als die des Schwarzstandards aufweist.

5.2.1.6 Einfluss Lack

Da ein Goniophotometer keine Farbwerte erfasst, soll lediglich der Einfluss der Lackierung auf den Glanz messtechnisch erfasst werden. Weiter wird ein Vergleich zur Heißfolie hergestellt, um zu bewerten in wie weit die Glanzwerte sich unterscheiden. Eine Gold- und Silberfolie wird dabei aus einem Folienmusterfächer von Kurz verwendet.

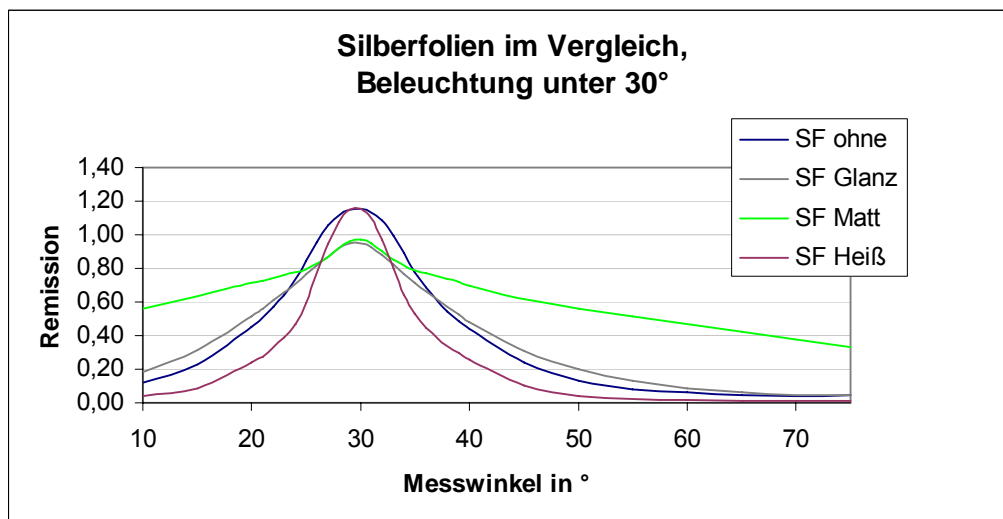


Abbildung 5.26 Glanzkurven der Silberfolien im Vergleich, Messungen mit GP2

Die Glanzspitzen einer Silberfolie, mittels Kaltfolientransfer und mittels Heißfolienprägung übertragen, haben einen nahezu selben Remissionswert. Dass heißt durch eine Betrachtung nach einem Reflektometerprinzip, nur im Glanzwinkel, wäre hier kein Glanzunterschied messtechnisch erfassbar. In der Breite der Glanzkurve ist ein deutlichen Unterschied erkennbar. Die Glanzkurve der Heißfolienprägung weist eine höhere Steigung zum Glanzwinkel auf. Diese Steigung wird beim Betrachten der Folie als ein höherer Glanz empfunden.

Durch eine Glanzlackierung wird die Glanzkurve im Vergleich zu den unlackierten Bögen etwas flacher. Der Unterschied ist daher sowohl in der Glanzhöhe als auch –breite erkennbar. Durch diese veränderten Reflexionseigenschaften wird visuell eine Glanzminderung wahrgenommen.

Durch eine Mattlackierung entsteht eine diffuse Basis. Ein Glanzmaximum im Glanzwinkel ist annähernd so hoch wie das der Glanzlackierung, dann sinkt die Steigung jedoch stark ab.

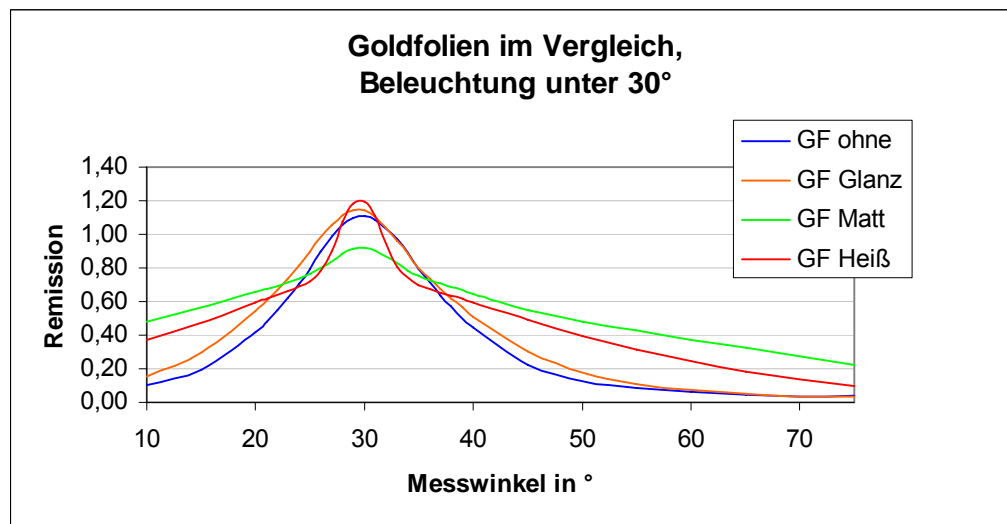


Abbildung 5.27 Glanzkurven der Goldfolien im Vergleich, Messungen mit GP2

Auch an der Abbildung 5.27 ist erkennbar, dass die unlackierten Bögen eine etwas höhere Steigung der Glanzkurve aufweisen. Der kleine Unterschied im Glanzmaximum kann auch auf maschinenbedingte Schwankungen zurückgeführt werden.

Eine matte Heißprägefolie weist ebenfalls eine steilere Steigung in der Glanzspitze auf.

5.2.1.7 Fazit

Aus den Ergebnissen der durchgeführten Farbmessungen folgernd können zwei Ansätze zur möglichen Geometrien vorgeschlagen werden:

Eine diffuse Beleuchtung, Messung ohne Glanzeinschluss.

Eine gerichtete Beleuchtung, Messung in einem Abstand vom Glanzwinkel von $\leq 15^\circ$.

Beide Farbmessgeometrien müssten in weiteren Testreihen umfangreicher untersucht werden. Ein Goniospektralphotometer wäre hierbei ein geeignetes Messgerät. Im FFO-GRA Bericht Nr.5.023[34] wird von einem „Multibeleuchtungsmesskopf ER51 der Firma Kollmorgen“ gesprochen, der für die Messungen von Auto-Metalllacken entwickelt wurde. Das Messgerät liefert winkelabhängige Spektralwerte und Farbmaßzahlen im Bereich zwischen Spiegelwinkel und Beleuchtungsrichtung und darüber hinaus. Eine Bestimmung des optimalen Beleuchtungs- und Messwinkel für Drucke auf metallisierten Oberflächen wäre möglich.

Lösungsvorschlag: Wird die Nachfrage einer messtechnischen Bewertung auf einer Metallfolie an der Druckmaschine gefordert, wäre eine Integration in das übliche Spektralphotometer denkbar, indem man einen zweiten Sensor oder einen zweiten Beleuchtungskopf in einem anderen Winkel anbringt. Somit hätte man eine $45^\circ / 45^\circ$ oder $45^\circ / 0^\circ$ Geometrie.

Da die Glanzkurven einer Metallfolie und eines Papiers sich bei den Goniophotometrischen Messungen bei einem Abstand von ca. 10° vom Glanzwinkel schneiden und daher eine annähernd gleich hohe Reflexion aufweisen, wäre dies möglicherweise ein Messwinkel, der die Messwerte auf Papier und auf Metallfolie vergleichbar machen könnte.

Die in der Druckindustrie üblichen Reflektometer wären für eine Produktionskontrolle geeignet, ein Winkel für hochglänzende Oberflächen, z.B. 20° wäre zu wählen. Die Messungen mit einem Goniophotometer ergeben ausführliche Informationen über den Glanzverlauf, da die Messungen sehr aufwendig sind, ist eine solche Betrachtung für Forschungszwecke zu empfehlen. Zur Qualitätskontrolle an der Druckmaschine ist ein einfaches und schnelles Messverfahren, z.B. ein Reflektometer, sinnvoller. Es liefert eindeutige und genaue Werte, feinste Glanzunterschiede

5.2.2 Einfluss des Farbauftrags auf den Glanz

Durch den Mehrfarbdruck auf eine Silberfolie lassen sich zahlreiche metallische Farbtöne erzielen. Visuell lässt sich bei Bedruckung der Folienoberfläche ein Glanzrückgang beobachten. Einerseits wird angenommen, dass die Farboberfläche eine weniger glatte Oberfläche bildet und dadurch ein Glanzrückgang zu vernehmen ist. Andererseits finden zusätzliche Reflexionen und Absorptionen in und an der Farbschicht statt, die das Glanzergebnis beeinflussen. Durch eine Glanzlackierung wird der Glanz der bedruckten Oberfläche erhöht.

5.3 Drucken nach PSO

Der Prozess Standard Offset ist auf das Drucken auf Papier beschränkt und lediglich auf fünf Papiertypen festgelegt. Für das Drucken auf metallischen Folien gibt es zur Zeit keine gültigen Standards, daher versucht jeder Betrieb seine eigene Lösung zu finden. Bei metallisierten Bedruckstoffen wird z.B. auf Deckweiß gemessen. Sobald man, um die Messproblematik auf metallischen Folien zu umgehen, auf einem anderen Substrat misst, ändern sich die Bedingungen. Die Tonwertzunahmen, das Farbannahmeverhalten und die Farbwerte sind auf verschiedenen Untergründen unterschiedlich. Wenn die Bedingungen konstant gehalten werden, können anhand von Erfahrungswerten Rückschlüsse auf das Druckbild auf der Folie gezogen werden.

Das Druckbild soll daher den Kriterien nach PSO auf dem Bedruckstoff gerecht werden, das Druckbild auf der Folie visuell beurteilt werden. Die primären Kriterien sind die $L^*a^*b^*$ Werte der Volltöne und die Tonwertzunahme in den jeweiligen Rastertonwertfelder.

5.3.1 Ermitteln der optimalen Dichten/Solldichten

Der "ProzessStandard Offset" schreibt für die Primärfarben Schwarz, Cyan, Magenta und Gelb jeweils $L^*a^*b^*$ -Werte für den Vollton vor, sowie die $L^*a^*b^*$ -Werte für die Sekundärfarben im Übereinanderdruck und Graubalancefelder.

Drucktechnisch werden über die Bogenbreite Dichtestufen gefahren. Eine geeignete Testform repräsentiert in den angeordneten Feldern jeweils eine Farbzone, siehe z.B. 5.3.2.1 Testform „SolidInking“. An der Druckmaschine werden die gewünschten Dichtewerte in der jeweiligen Zone eingestellt und nach diesen geregelt.

Bei UV-härtenden Farben kann die Auswertung sofort beginnen, bei konventionellen Farben muss der Bogen ca. 24 Stunden ruhen, bis die Farbschicht trocken ist. Die nassen $L^*a^*b^*$ -Werte unterscheiden sich von den Trockenwerten, ebenso die Nassdichten von den Trockendichten.

An der Druckmaschine werden die eingestellten Dichten für jede Zone notiert. Für jede Dichtestufe wird der $L^*a^*b^*$ -Werte des Volltons farbmessungsmäßig mittels Spektralphotometer ermittelt und mit den Vorgaben verglichen. Die an der Maschine eingestellte Nassdichte, die den niedrigsten ΔE_{ab} -Wert liefert, wird für weitere Druckversuche an der Maschine eingestellt.

Bei dem nächsten Durchgang wird mit den ermittelten Solldichten gedruckt. Das Druckbild wird anschließend auf Tonwertzunahmen untersucht.

Die Solldichten sind für die Weckstoffkombinationen Bedruckstoff-Druckfarbe unter konstanten Druck- und Messbedingungen zu ermitteln.

5.3.2 Versuchsmatrix

Ziel des Versuches ist es einen Vergleich vom Druckergebnis auf Papier mit dem auf Folie herzustellen. Anschließend werden die Druckergebnisse auf Folie verglichen. Die Parameter Druckfarbe und Rasterform werden variiert. Alle Druckbögen sollen den PSO-Vorschriften gerecht werden.

Das Druckergebnis nach PSO wird zuerst auf Papier angepasst und anschließend eine Testform mit Folienapplikationen gewählt.

Einflussparameter:**Druckfarbe:**

Es wurden die drei gängigen Druckfarben gewählt, die am häufigsten für das Bedrucken von Kaltfolienkaschierungen im Graphic Center verwendet wurden.

1. "Printcom B96021- B96024/2.5 Multicolor XP" – eine konventionelle Offsetdruckfarbe
2. Michael Huber München, "Folienfarbe 49N 5030" – eine konventionelle Folienfarbe
3. Michael Huber München "CureInk UV" – UV-Farbe für den Kartondruck

Rasterform:

1. AM 80 l/cm Square – Autotypisches Raster, Rasterfrequenz 80 l/cm und ein quadratischer Punkt (Standard-Raster zum Zeitpunkt des Testversuchs im Graphic Center).
2. FM 20 µm - Eine Frequenzmodulierte Rasterung beruht auf Stochastiken. Rasterelemente werden danach nicht periodisch, sondern nach einem Zufallsprinzip auf der Fläche entsprechend den Tonwerten der Bildvorlage platziert. Die Größe der kleinsten Druckelemente bleibt dabei immer gleich und ist in diesem Fall 20 µm groß. Der Vorteil dieser Rasterung ist, dass weder Rasterfrequenz noch Rasterwinkelung vorhanden ist und daher kein Moire auftritt. Für bestimmte Bildmotiv zeigt sich dieses Raster als vorteilhaft.

Konstante Parameter / Druckbedingungen:

Bedruckstoff: StoraEnso, "LumiArt" 135g/m², glänzend gestrichen

Druckmaschine: Roland 706 LTTLV

Druckplatten: Fujifilm, "LH-PI"

In Tabelle 5.11 sind die variierenden Parameter übersichtlich dargestellt.

Tabelle 5.12 Versuchsmatrix „Drucken nach PSO“

Bedruckstoff	"Lumiart"	
	AM 80 l/cm	FM 20 µm
"printcom"		
"Huber Folienfarbe"		
"CureInk UV"		

Es entstehen insgesamt sechs Variationen. Diese werden miteinander verglichen.

5.3.2.1 Testform

Um den PSO-Kriterien gerecht zu werden, wurde die MAN-Hausform „SolidInking“ für den Druck auf Papier eingesetzt. Sie enthält Rasterkeile mit 10% - Abstufungen für CMYK, Übereinanderdruckfelder und Graubalancefelder.

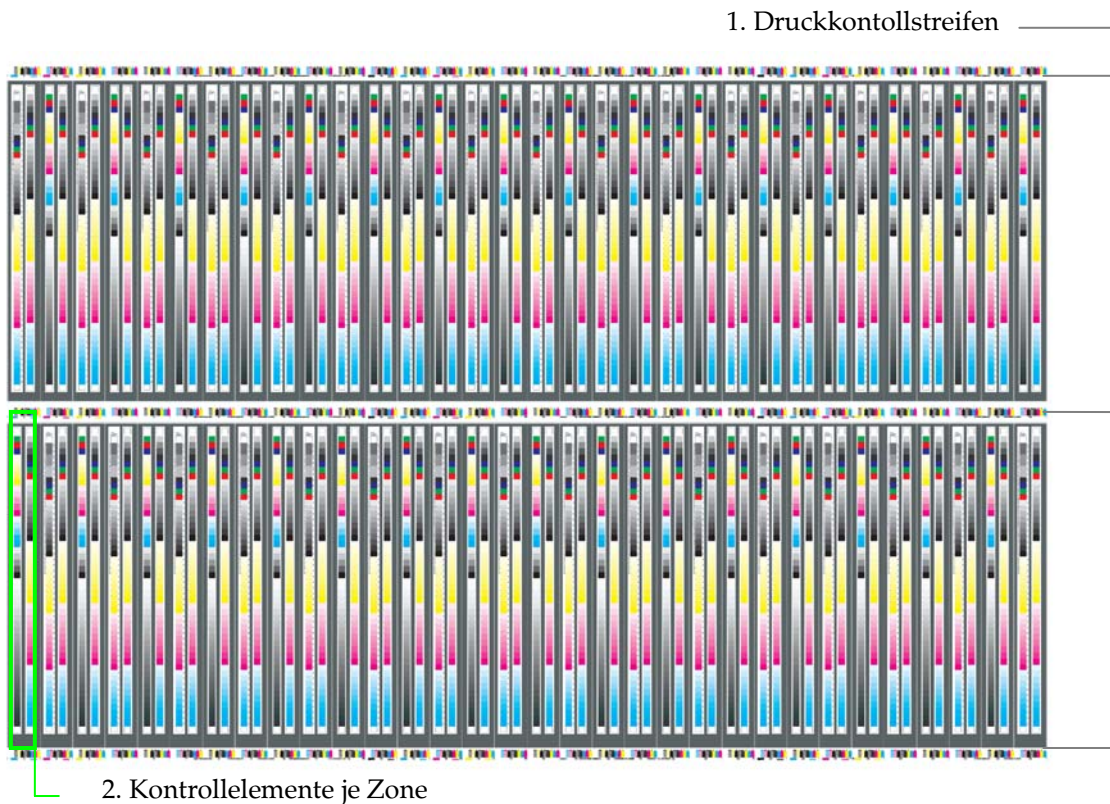


Abbildung 5.28 Testform SolidInking 70x100

Mit der „Solid-Inking“ werden die Soll-Dichten und Tonwertzunahmen bestimmt. Die Tonwerte werden mit einer Kennlinienkorrektur am CtP-Belichter an die Soll-Tonwerte in den jeweiligen Rasterfeldern angeglichen. Die Kennlinie wird gegebenenfalls mehrmals angeglichen, bis die Tonwertzunahmen im Druck im Toleranzbereich liegen.

Erläuterungen zu den Feldern der Testform „Solid-Inking“:

1. **Druckkontrollstreifen:** platziert jeweils am Bogenanfang, -ende und –mitte zur Kontrolle und Regelung der Farbdichten an der Druckmaschine.
2. **Kontrollelemente je Zone:** Die Anordnung der Elemente ist auf die Farbzonenanordnung der Druckmaschine angepasst. Die äußersten Farbzonen werden auf dem Bogen nicht dargestellt. Horizontal befinden sich jeweils 32 Felder, die in Umfangsrichtung zwei mal platziert sind. Repräsentant für jede Farbzone werden die einzelnen Felder mit einer leichten Linie abgegrenzt. Die eigentlichen Kontrolleile sind in einer vierfarbig aufgebauten grauen Umgebung platziert, so kann eine konstante Farbabnahme gewährleistet werden. Eine hohe Farbabnahme beschleunigt auch die Farbregelung an der Maschine.

In jeder „Farbzone“ ist ein hausinterner Kontrollkeil und der „ECI/bvdm Gray Control Strip (L) . FOGRA 27“ platziert. Für die folgende Auswertung werden vor allem die Volltonfelder der Primärfarben Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz sowie deren Tonwertabstufungen in den Rasterfeldern verwendet. Die Übereinanderdruckfelder und Graubalancefelder können für zusätzliche Informationen ausgewertet werden.

Um die Unterschiede beim Druck auf Metallfolie zum Druck auf Papier zu untersuchen wurde die Testform „*InlineFoiler Tonwertstufen*“ entwickelt, die mit den Optimaldichten und Kennlinienkorrektur gedruckt wird.

Sie enthält Tonwertstufen von 5 % bis 100 % der Primärfarben CMY und Schwarz, sowie den Sekundärfarben Rot MY, Grün CY, Blau CM. Diese werden parallel sowohl auf Papier wie auch auf Metallfolie gedruckt. So kann ein direkter Vergleich zwischen dem Druck auf Papier und Folie statt finden. Auf der gleichen Höhe der jeweiligen Tonwertstufe befindet sich ein Schriftelement zur Beurteilung der Lesbarkeit und des Kontrasts feiner Strichelemente.

Um ein visuelles Beurteilen zu ermöglichen werden die einzelnen Felder größer als auf der Testform „*Solid Inking*“ gewählt.

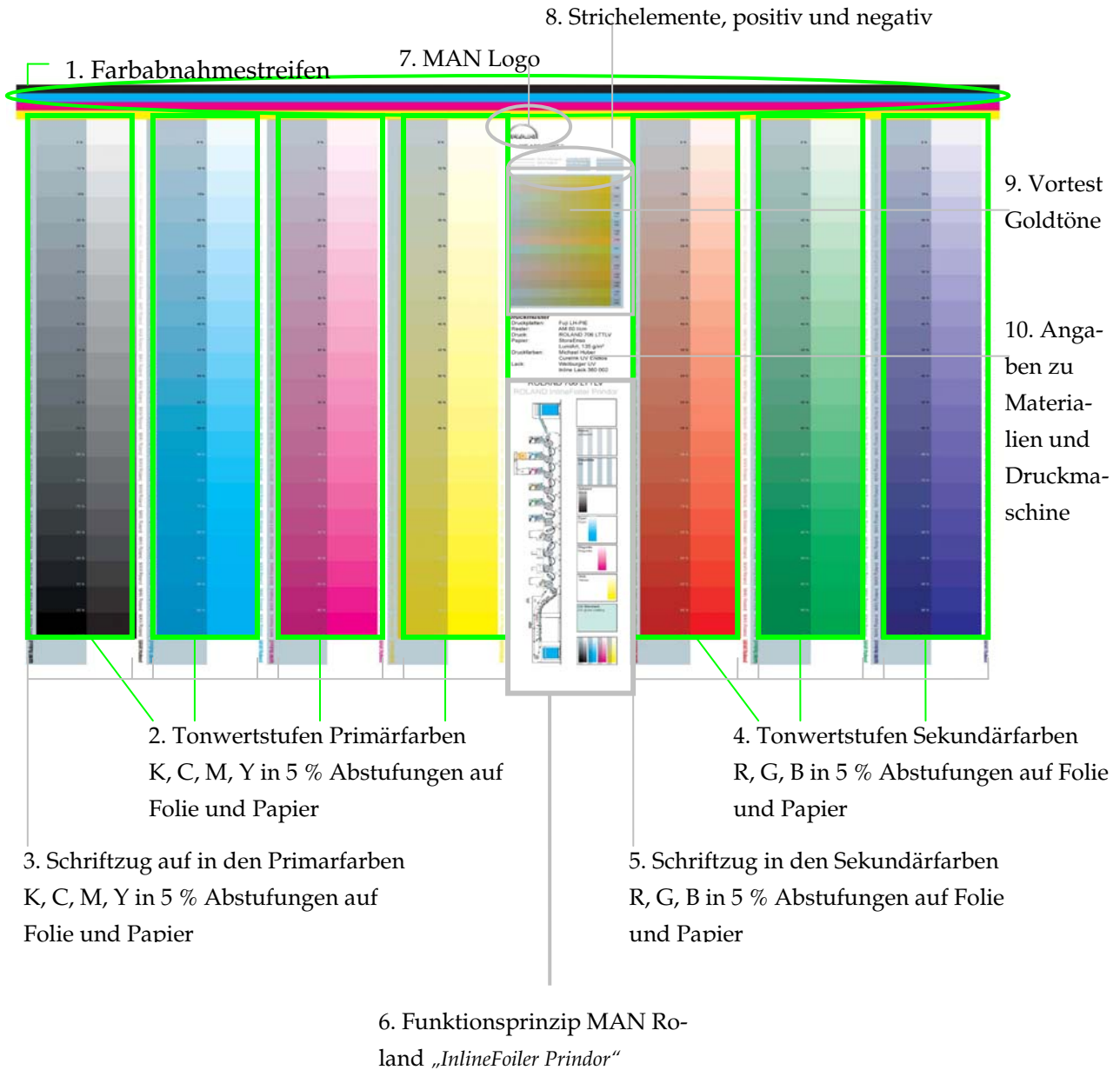


Abbildung 5.29 Testform „InlineFoiler Tonwertstufen“

Erläuterungen zu der Testform:

1. **Farbabnahmestreifen:** Volltonstreifen für die Farben Schwarz, Cyan, Magenta und Gelb zur erhöhten Farbabnahme und besseren Farbführung.
2. **Tonwertstufen Primärfarben:** 5 cm x 3 cm -Felder von 100 % - 0 % Flächendeckung in den Farben Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz in 5 % Abstufungen sowohl auf Metallfolie als auch auf Papier. Ein direkter Vergleich des Druckbildes auf Papier und Folie ist somit möglich.

3. **Schriftzug auf Folie und Papier.** In den Primärfarben Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz wurde seitlich neben den Tonwertstufen ein Schriftzug von 13pt platziert. Er wurde analog den Tonwertstufen von 100% - 5% Flächendeckung angelegt. Ein Vergleich von feinen Schriftelementen auf Folie und auf Papier ist dadurch möglich. Bei den Feldern bei 0 % Flächendeckung wurde eine Schrift mit Kontur angelegt. Es soll gezeigt werden, ob solch dünne Linien auf der Folie genau so gut wahrnehmbar sind, wie auf Papier.
4. **Tonwertstufen Sekundärfarben:** Der Übereinanderdruck von zwei Primärfarben ergibt eine Sekundärfarbe: Rot (Magenta + Gelb), Grün (Cyan + Gelb) und Blau (Cyan + Magenta). Diese Felder sind wie die der Primärfarben aufgebaut. Sie dienen zur Beurteilung des Übereinanderdrucks.
5. **Schriftzug auf Folie und Papier.** Der Aufbau des Schriftzugs in den Sekundärfarben Rot, Grün und Blau ist dem der Primärfarben identisch. Der Übereinanderdruck soll hier beurteilt werden.
6. **Funktionsprinzip MAN Roland "InlineFoiler Prindor":** Diese Darstellung wurde für die Kunden entwickelt, sie soll das Funktionsprinzip klar und deutlich darstellen. Dazu wurde die Maschine, auf der gedruckt wird, abgebildet und jedem Druckwerk derjenige Farbauszug gegenübergestellt. Die einzelnen Felder wurden zweisprachig (Deutsch, Englisch) dargestellt.
7. **MAN Logo:** dient zur Identifikation mit dem Unternehmen.
8. **Strichelemente positiv und negativ:** Linien von 0,25 pt bis 2 pt und ein Schriftzug von 6 pt bis 12 pt sollen die Möglichkeiten des Moduls feine Folienelemente darzustellen aufzeigen.
9. **Vortest Goldtöne:** Dieser Test dient einer groben Orientierung, welche Farben in welchem Verhältnis auf eine Silberfolie gedruckt werden müssen, damit ein Goldton entsteht
10. **Angaben zu Materialien und Druckmaschine**

Auswertung

An der Druckmaschine wurden die Solldichten in Dichtestufen von 0,02 Dichteeinheiten eingestellt, siehe Tabelle „Dichtestufen“ im Anhang.

Zone 16 stellt die Solldichten nach PSO dar, die benutzt werden sollen wenn keine optimalen Dichten ermittelt werden. Von diesem Wert ausgehend werden Dichtestufen von 0,02 ab- bzw. aufsummiert. Auf der Testform „SolidInking“ werden die Zonen 2-33 dargestellt.

Anschließend werden die Volltondichten von CMYK farbmetrisch ausgemessen und das ΔE zu den Soll $L^*a^*b^*$ - Werten ermittelt. Das ΔE_{Lab} sollte möglichst kleiner 3 sein, die maximal tolerierbare Differenz ist $\Delta E_{Lab} = 7$.

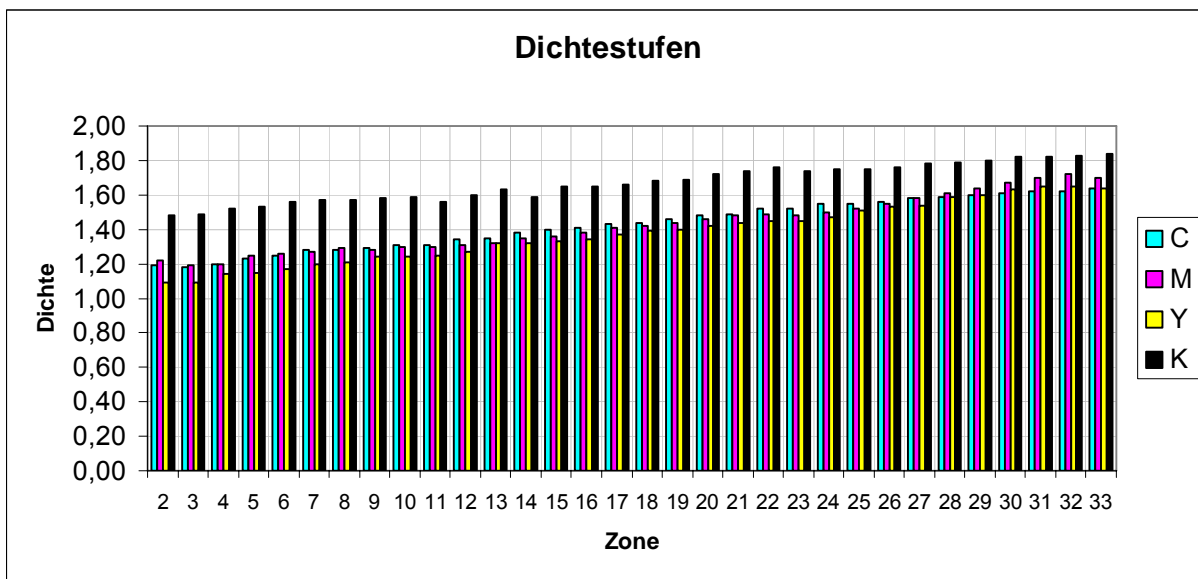


Abbildung 5.30 Gemessene Dichten auf der Testform SolidInking für die Parameter: AM 80l/cm, LumiArt, Druckfarbe: printcom

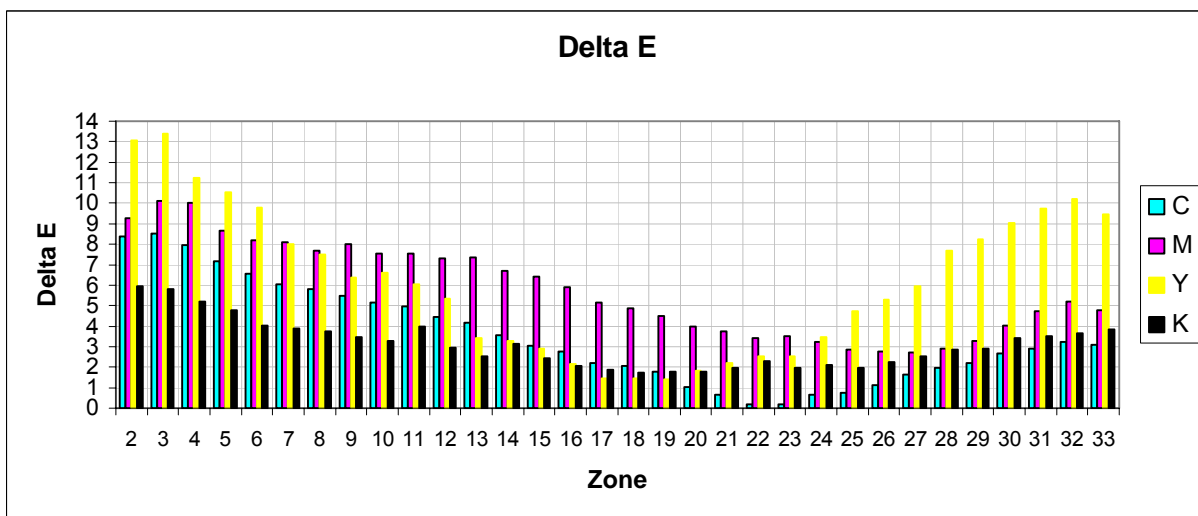


Abbildung 5.31 ΔE im Vollton der jeweiligen Dichtestufen für die Parameter: AM 80l/cm, LumiArt, Druckfarbe: printcom

Um nicht für alle Parameter verschiedene Dichten und Kennlinien zu verwenden, wurden diese so weit wie möglich zusammengefasst, sofern das ΔE_{Lab} unter 3 blieb. Da das Raster keinen wesentlichen Einfluss auf die $L^*a^*b^*$ -Werte hat, konnte der optimale Dichtewert auf die Differenzierung nach Druckfarbe minimiert werden.

Tabelle 5.13 Ermittelte Soll-Dichten

	K	C	M	Y
Printcom	1,94	1,6	1,7	1,45
Huber Folienfarbe	1,9	1,55	1,6	1,37
CureInk UV	1,9	1,53	1,58	1,55

5.3.2.1.1 „CureInk UV“

Die Testform „SolidInking“ wurde mit den ermittelten optimalen Dichten auf LumiArt gedruckt. Eine Kennlinienangleichung wurde zusammen mit einem Techniker von Fuji vorgenommen.

Da die Roland 706 LTTLV eine Kombimaschine ist, werden sowohl UV- als auch konventionelle Farben verdruckt, je nach dem was der Kunde bei der Demonstration sehen möchte. Obwohl die Kombiwalzen und die Kombigummitücher für beide Farbtypen geeignet sind, kann ein Wechsel zu Schwankungen führen. Gründe für die Schwankungen können Veränderungen im Farb-Wasser-Gleichgewicht während des Druckprozesses sein, Viskositätsschwankungen, Temperaturschwankungen, Anschwellen der Farbwalzen oder Gummitücher durch UV-Farben oder Waschmittel. Diese Schwankungen waren an den Tonwertzunahmen deutlich erkennbar, nach der zweiten Tonwertkorrektur konnten die Tonwerte annähernd in den Toleranzbereich gelenkt werden.

Eine weitere Angleichung wurde nicht vorgenommen, da sich heraus stellte, dass die Farbe „CureInk“ nicht geeignet ist für den Druck auf Silberfolie, siehe Scheuerfestigkeitsversuche im Rastertest.

Weitere Tests mit dieser Druckfarbe wurden daher eingestellt.

5.3.2.1.2 „Printcom“

Im Versuchsteil „Rastertest“ stellte sich heraus, dass die Printcom-Farbe keine ausreichende Haftung auf der Folie aufwies. Aus diesem Grund wurden keine weiteren Kennlinien für die Werkstoffkombinationen erstellt. Weitere Tests mit dieser Druckfarbe wurden eingestellt.

5.3.2.1.3 „Huber Folienfarbe“

Die Huber Folienfarbe hat sich bezüglich der Haftung als geeignet erwiesen. Da der Designer Guide mit dieser Druckfarbe gedruckt wurde, wurde die Kennlinie unter Berücksichtigung des eingesetzten Schutzlacks angeglichen, siehe Abschnitt „Technic & Design Guide“

Der Vergleich auf Silberfolien, bedruckt mit verschiedenen Druckfarben wurde auf Grund von zweier ungeeigneter Druckfarben nicht durchgeführt. Die schlechte Farbbannahme war visuell unter günstigen Abmusterungsbedingungen durch eine raue Farboberfläche erkennbar.

5.3.3 Vergleich Druck auf Folie im Vergleich zum Druck auf Papier

Die Tonwertabstufungen der Primär- und Sekundärfarben sind auf Papier deutlicher als auf Metallfolie erkennbar. Durch den hohen Glanz der Metallschicht verliert der Druck an Kontrast, die Wahrnehmung der Farbabstufungen variiert je nach Betrachtungswinkel. Durch den Druck auf die Silberfolie erscheinen die Tonwerte im Vergleich zum Druck auf Papier in einer Brillanz eines Metallictons.

Da die Betrachtung einer metallischen Oberfläche sehr winkelabhängig ist, ist es schwer eine allgemeingültige Aussage zur Veränderung des Drucks auf Silberfolie im Vergleich zum Druck auf Papier zu treffen. Je nach Betrachtung erscheinen die Töne auf Silberfolie mal heller und gesättigter, mal dunkler und farbloser.

Sobald die farblichen Unterschied zwischen einem Papierweiß und der metallischen Oberfläche in Silber definiert sind, wäre eine Aussage über die Farbveränderung beim Druck auf Papier zum Druck auf Metallfolie möglich.. Anhand dieser Definition wäre eine Erklärung der Farbverschiebung vom Druck auf Papier zu dem Druck auf Metallfolie möglich.

Entscheidet man sich für eine Messgeometrie, in die jeder Anwender, der an einer Farbvorhersage beim Druck auf Metallfolie interessiert ist, investiert, wäre eine einheitliche und objektive Sprache möglich. Sinnvoll ist eine Einführung eines neuen Standards, der sich dem Druck und messtechnischen Beurteilung auf Metallfolie widmet. Erst dann wäre ein Color Management für solche Oberflächen möglich.

Da derzeit keine Forderungen und Anfragen einer messtechnischen Lösung für metallische Oberflächen seitens der Kunden bestehen, kann nur empfohlen werden einen Farbfächer (Folie + CMYK Überdruck) zu erstellen.

Der Farbfächer würde dann Metallicöne darstellen, die durch eine Überdruckung mit den Skalenfarben erzielbar sind. Genaue Angaben von Farbmischverhältnissen würden dem Kunden eine Reproduzierbarkeit unter definierten Bedingungen und einer gegebenen Werkstoffkombination ermöglichen.

Sowie die Kenngrößen Farbe und Glanz wird auch ein Metallicton subjektiv empfunden, es kann daher nur auf eine deutliche Farbverschiebung hingewiesen werden. Wenn ein bestimmter Ton erreicht werden soll, wäre ein Andruck auf Metallfolie zu empfehlen.

5.4 Rastertest

Der Druck der Testform „*InlineFoiler Tonwertstufen*“ mit einem 80er Raster wurde als unruhig empfunden. Druckbögen von Kundendemonstrationen mit einem 70er Raster erscheinen visuell hochwertiger. Um diese Behauptung zu untersuchen, sollte ein Versuch mit verschiedenen Rasterweiten und -formen zeigen, welche Rasterarten zum Bedrucken einer Folie geeignet sind und ein besonders ruhiges Ergebnis liefern.

Die Roland 700LTTLV wurde während der Arbeit abgebaut. Somit stand keine Kombimaschine mehr zur Verfügung, Tests mit UV Farben und Inline-Prindor –Modul sind daher nicht mehr möglich.

Zur Beurteilung der Unterschiede beim Druck mit anderen Druckfarben werden bereits mit UV-Farben bedruckte Bögen herangezogen.

5.4.1 Versuchsmatrix

In dem Druckversuch wurden mehrere Rasterformen und –weiten, zwei Bedruckstoffe und eine konventionelle Offsetdruckfarbe, sowie eine konventionelle Folienfarbe getestet werden. Das Ziel ist optimale Werkstoffkombinationen zu bestimmen, die zu einem hochwertigen Druckergebnis führen.

Einflussparameter:

- **Druckfarbe:**
 1. „*Printcom B96021- B96024/2.5 Multicolor XP*“ – eine konventionelle Offsetdruckfarbe
 2. Michael Huber München, „*Folienfarbe 49N 5030*“ – eine konventionelle Folienfarbe
- **Rasterform:**
 1. AM 60 l/cm Square
 2. AM 60 l/cm Round
 3. AM 70 l/cm Square
 4. AM 70 l/cm Round
 5. AM 80 l/cm Square
 6. AM 80 l/cm Round
 7. AM 120 l/cm Square
 8. FM 20 µm

(Hier wurden die gängigsten Rasterformen und -weiten verwendet. Für diese waren am CtP-Belichter von Fuji Linearisierungskennlinien hinterlegt. Eine Lianisierungskurve stellt sicher, dass der Belichter die Tonwerte der digitalen Daten linear auf die Platte überträgt.)

- **Bedruckstoff**
 1. StoraEnso, „LumiArt“ 135g/m², glänzend gestrichen -
Ein geeignetes Bilderdruckpapier für den Kaltfolientransfer mit glatter gestrichener Papieroberfläche.
 2. IGEPA, „Nicklakett Brilliant“, 80 g/m² -
Ein Etikettendruckpapier mit einseitig gestrichener glatter Papieroberfläche

Konstante Parameter / Druckbedingungen:

Druckmaschine: Roland 706 LTTLV

Druckplatten: Fujifilm, „LH-PI“

Kleber: „printcom“ Prindor Glue Silver S110

Silberfolie: Kurz, „Alufin“

Druckmaschine: Roland 706 LTV

Tabelle 5.14 Versuchsmatrix „Rastertest“

B-Stoff	„LumiArt“					„Nicklakett Brilliant“				
Raster	60er	70er	80er	120er	FM	60er	70er	80er	120er	FM
Druckfarbe										
„printcom“										
„Huber Folienfarbe“										

Von der Rasterfrequenz 60 l/cm, 70 l/cm und 80 l/cm erwartet man sich die besten Ergebnisse. Welches ein besonders ruhiges Druckergebnis hervorbringt soll beurteilt werden. Die Rasterfrequenz 120 l/cm ist sehr fein, es wird vermutet, dass die Farbannahme auf Metallfolie so schlecht ist, dass kein qualitatives Druckbild zustande kommt. Ähnlich Probleme dürfte auch das FM Raster mit sich bringen. Die Punktform wurde bewusst ebenfalls variiert, da nach PSO ein runder Punkt empfohlen wird, von Fuji jedoch ein quadratischer. Die Unterschiede im Druck sollen Aufschluss über die optimale Punktform auf Metallfolie geben, sowie Grenzen der Rasterfeinheit aufzeigen.

Im Rahmen der PSO- Drucktests wurden optimale Dichten für die am häufigsten ver-

wendeten Farb- Papier- Kombinationen erarbeitet, siehe Anhang. Das Verwenden der optimalen Dichten würde bedeuten, dass bei jeder Farb-Papierkombination die Dichte variieren würde und daher ein zusätzlicher Einflussparameter wäre. Aus diesem Grund wurden die Standarddichten nach PSO verwendet.

Tabelle 5.15 Standarddichten nach PSO

Druckfarbe	Standarddichten nach PSO
K	1.90
C	1.55
M	1.50
Y	1.45

5.4.2 Testform

Die Testform enthält Tonwertstufen in den Primärfarben, feine Strichelemente und Übereinanderdruckfelder zur Beurteilung der Druckqualität.

Die Testelemente sind 120 mm x 670 mm groß, es können acht Nutzen auf einen Bogen von 1000 mm x 700 mm platziert werden.

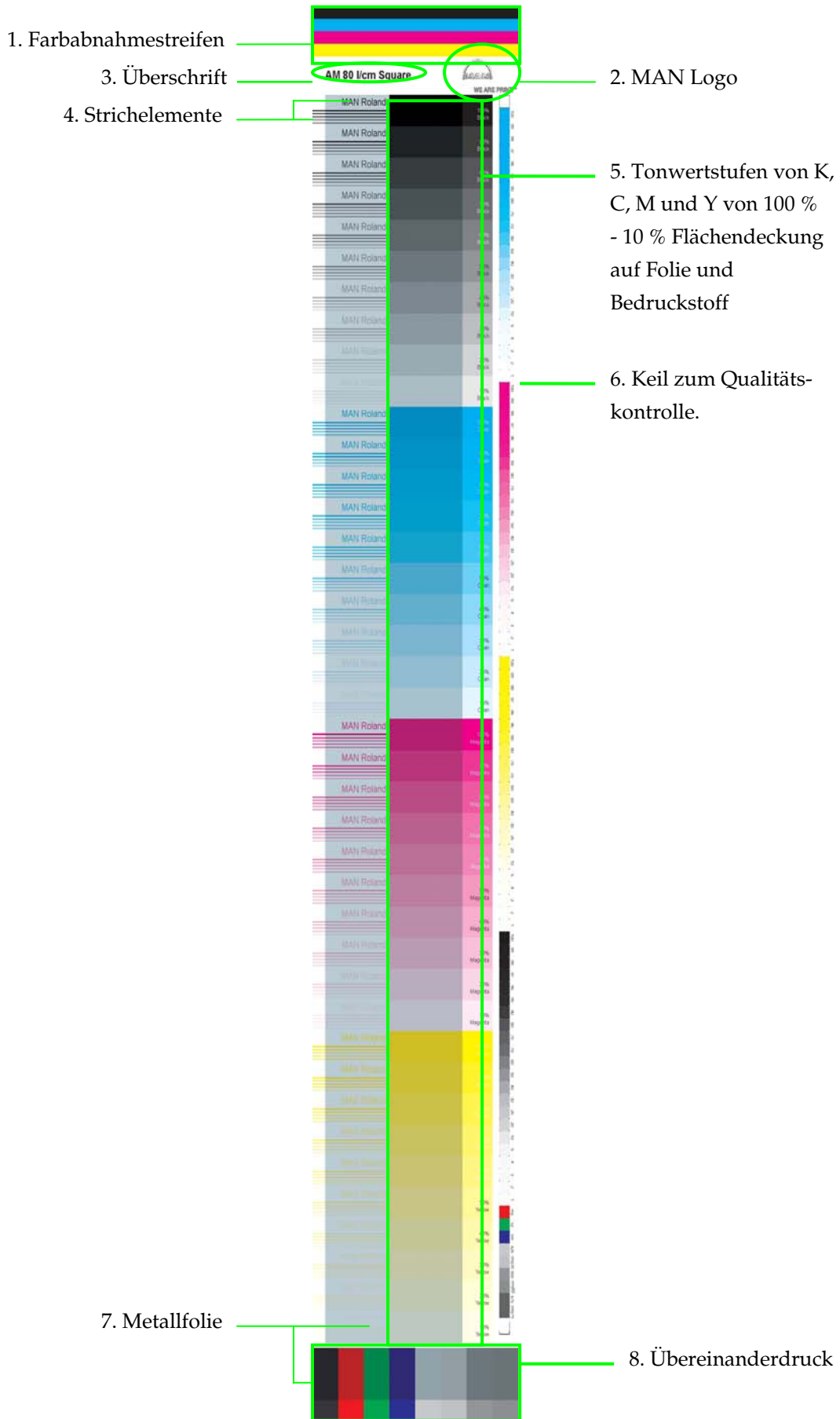


Abbildung 5.32 Testelement der Rastertestform

Erläuterungen zu den Elementen der Testform:

1. Farbabnahmefelder: Volltonstreifen für die Farben Schwarz, Cyan, Magenta und Gelb zur besseren Farbführung.

2. MAN Logo

3. Überschrift: Bezeichnung der Rasterform und Rasterfrequenz

4. Strichelemente: feine Linien der Breite 1,5 pt, 1pt, 0,75 pt, 0,5 pt und 0,25 pt dienen der visuellen Überprüfung der Druckqualität. Mit einem zusätzlichen Schriftzug von 13 pt soll die Lesbarkeit getestet werden. Die Elemente sind in CMYK in den Tonwertabstufungen von 100 % bis 10 % dargestellt.

5. Felder von 100 % - 10 % Flächendeckung auf Folie und Bedruckstoff: Tonwertfelder in Schwarz, Cyan, Magenta und Gelb wurden von 100 % bis 10 % Flächendeckung in 10 % Abstufungen sowohl auf Papier, als auch auf Metallfolie angelegt. Ein direkter Vergleich ist somit möglich.

6. Keil zur Auswertung der Tonwertzunahme: Der Keil enthält Flächendeckungen von 100 % – 0 % , entsprechend den Abstufungen bei der Kennlinien-Korrektur für den CTP-Belichter. , um eine optimale Kennlinienkorrektur vornehmen zu können. Weitere Kontrollelemente sind Übereinanderdruckfelder von: MY, CY, MC, sowie Graubalancen für den Viertel-, Halb-, und Dreiviertelton, die jeweils neben einem Kontrollfeld in Schwarz platziert wurden. Es wurden die im PSO empfohlenen Graubalance- Zusammensetzungen verwendet.

7. Metallfolie: eine Volltonfläche für den Kleber wurde als Sonderfarbe angelegt.

8. Übereinanderdruck: Um die Farbannahme beim Übereinanderdruck zu beurteilen, wurden folgende Felder angelegt: CMY, MY, CY, MC, sowie Graubalancen für den Viertel- und Halbton, die jeweils neben einem entsprechenden Kontrollfeld in Schwarz auf platziert wurden. Die Metallfolie ist so angeordnet, dass die Felder sowohl auf Folie als auch auf den Bedruckstoff gedruckt werden.

Die Testformelemente wurden einzeln im RIP verarbeitet, das jeweilige Raster mit der jeweiligen Linearisierungskurve wurde dabei hinterlegt. Die Linearisierungskurve gewährleistet die lineare Übertragung des gewünschten Punktes auf die Druckplatte, es wurden keine weiteren Kennlinien oder Profile hinterlegt. Die gesamte Form enthält dann acht Elemente mit unterschiedlicher Rasterfeinheit und/oder -form.

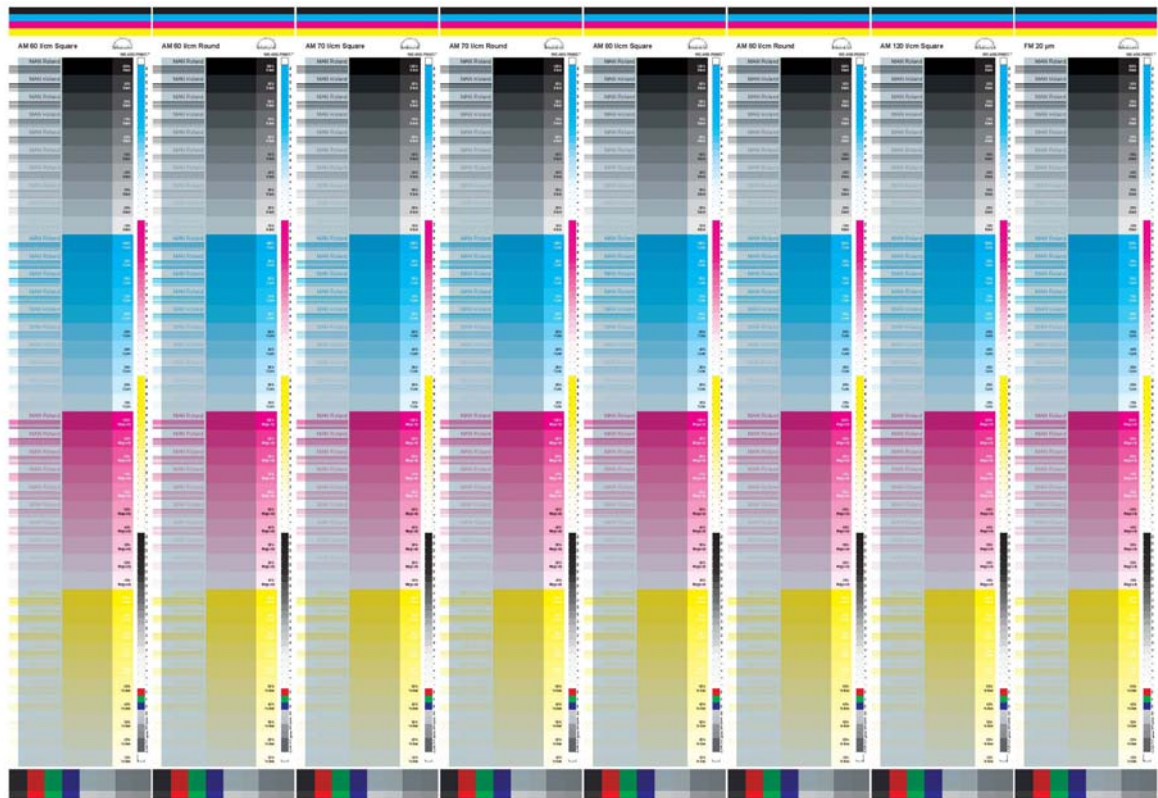


Abbildung 5.33 Rastertestform

5.4.3 Auswertung

Die Bögen werden auf ihre Qualität hinsichtlich Scheuerfestigkeit, Farbannahme, Farbwirkung, Tonwertzunahme und Metalliceffekt beurteilt.

Dabei sind die Einflüsse des Rasters, des Bedruckstoffes und der Farbe auf das Druckergebnis aufzuzeigen. Optimale Werkstoffkombinationen werden definiert.

Da die ROLAND 700 LTV nicht für den UV-Druck ausgelegt ist, wurden UV bedruckte Bogen der Testform „*InlineFoiler Tonwertstufen*“ Auswertungen hinzugezogen.

Versuchsmatrix:

Die Werkstoffkombinationen, die zum Auswerten vorhanden sind, werden mit einem „x“ markiert.

Tabelle 5.16 Versuchsmatrix „Rastertest“, Werkstoffkombinationen für die Auswertung

Bedruckstoff	Bilderdruckpapier: LumiArt					Etikettendruckpapier: Niklakett Brillant				
	60er Square Round	70er Square Round	80er Square Round	120er Square	FM 20µm	60er Square Round	70er Square Round	80er Square Round	120er Square	FM 20µm
Druckfarbe										
printcom	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Huber Folienfarbe	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
CureInk UV			x (nur square)							

5.4.3.1 Scheuerfestigkeit

Es wurde untersucht, wie und ob die Rasterfeinheit, die Rasterform, der Bedruckstoff und die Druckfarbe die Scheuerfestigkeit der bedruckten Metalloberfläche beeinflussen. Der Rastertest wurde ohne Lack durchgeführt, um eine unverfälschte Aussage über die Abriebfestigkeit treffen zu können. Zusätzlich wird bewertet, ob eine Anwendung ohne Lack zu empfehlen ist.

Da bei Vortests keine Unterschied in der Abriebfestigkeit vom runden(round) zum quadratischen (square) Punkt festgestellt werden konnte, wurde der quadratische verwendet.

Zusätzlich wird die Erhöhung der Abriebfestigkeit durch einen Lackauftrag überprüft werden. Es wird dabei keine gesonderte Testform erstellt, vorhandene Bögen werden verwendet.

Die Bewertung erfolgte mittels paarweisem Vergleich unter einer Abmusterungsleuchte. Bewertet wurde mit „schlechter“, „besser“ oder „gleich“. Alle Auswertungstabellen sind im Anhang kommentiert.

Die Aussagen sind gewichtet:

Schlechter = 0 Punkte

Besser = 2 Punkte

Gleich = 1 Punkt

Nach dem paarweisen Vergleich wurden die erreichten Punkte kommutiert und werden folgend grafisch dargestellt.

Einflussparameter Rasterfeinheit/Form:

Bilderdruckpapier „LumiArt“, Huber Folienfarbe

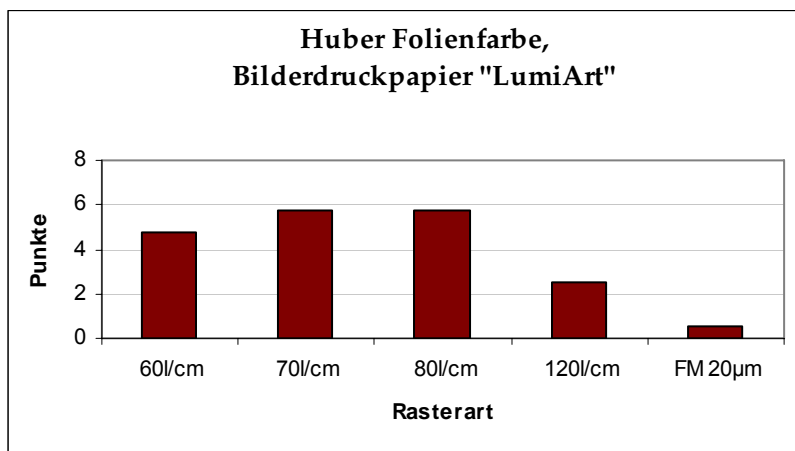


Abbildung 5.34 Scheuerfestigkeit verschiedener Raster bei der Werkstoffkombination Bilderdruckpapier „LumiArt“, Huber Folienfarbe

Die erreichten Punkte des paarweisen Vergleichs sind in Abbildung 5.24 dargestellt. Da ein visueller Vergleich subjektiv ist, werden nur deutliche Abweichungen beurteilt. Bei der Werkstoffkombination Bilderdruckpapier „LumiArt“ und „Huber Folienfarbe“ zeigen die Raster 60 l/cm, 70 l/cm und 80 l/cm ein besseres Ergebnis als die feineren Rastern 120 l/cm und FM 20 µm. Ein FM-Raster reagiert sehr empfindlich auf Scheuerbelastungen. Zu empfehlen sind die Rastertypen 60 l/cm, 70 l/cm und 80 l/cm.

Dargestellt wird ein Mittelwert der vier Farben CMYK, die Auswertung der einzelnen Farben ist im Anhang zu finden.

Etikettendruckpapier „Niklakett Brilliant“, Huber Folienfarbe

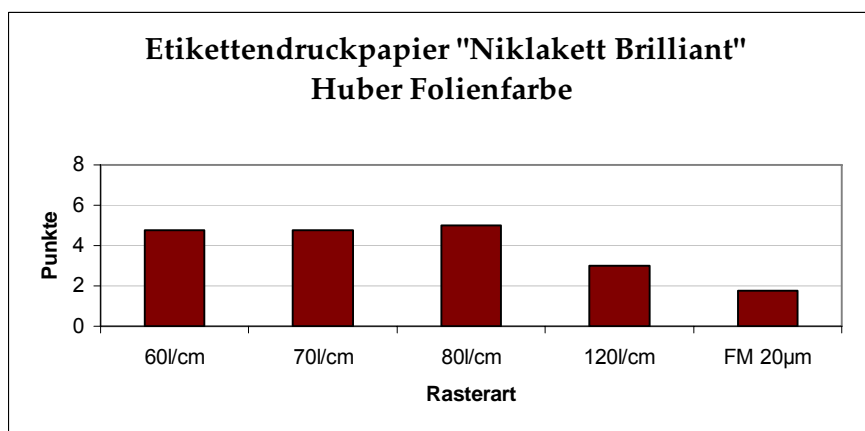


Abbildung 5.35 Scheuerfestigkeit verschiedener Raster bei der Werkstoffkombination Etikettendruckpapier „Niklakett Brilliant“, Folienfarbe

Auch bei dieser Werkstoffkombination weisen die Raster 60 l/cm, 70 l/cm und 80 l/cm einen geringeren Abrieb auf als die feineren Raster.

Scheuerfestigkeit der Prozessfarben „Huber Folienfarbe“

Die Scheuereigenschaften der Prozessfarben einer Farbserie unterscheiden sich ebenfalls. Einerseits spielt der Kontrast eine enorme Rolle, andererseits scheinen die Beschaffenheit der Farbe einen Einfluss zu haben.

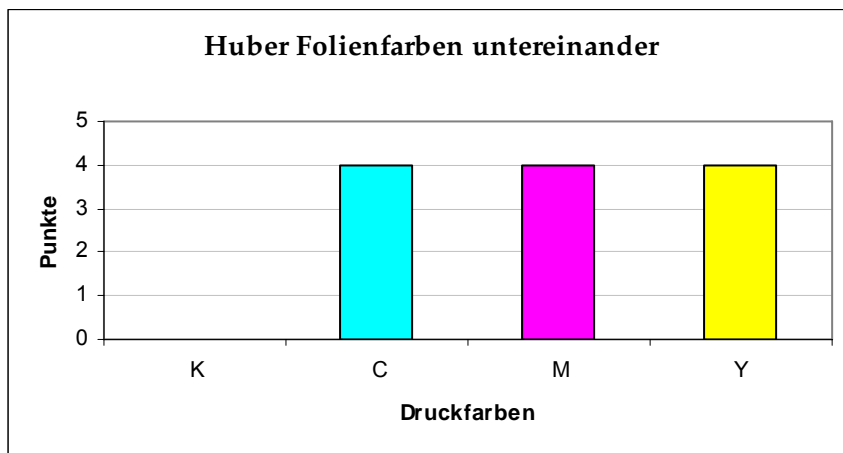


Abbildung 5.36 Scheuerfestigkeit Prozessfarben derFarbserie Huber Folienfarben

In der Abbildung 5.36 wird die Scheuerfestigkeit der Prozessfarben untereinander dargestellt, Ergebnisse beider Bedruckstoffe sind in den Vergleich eingeflossen. Der Abrieb konnte bei der kontrastreichsten Druckfarbe Schwarz am deutlichsten festgestellt werden.

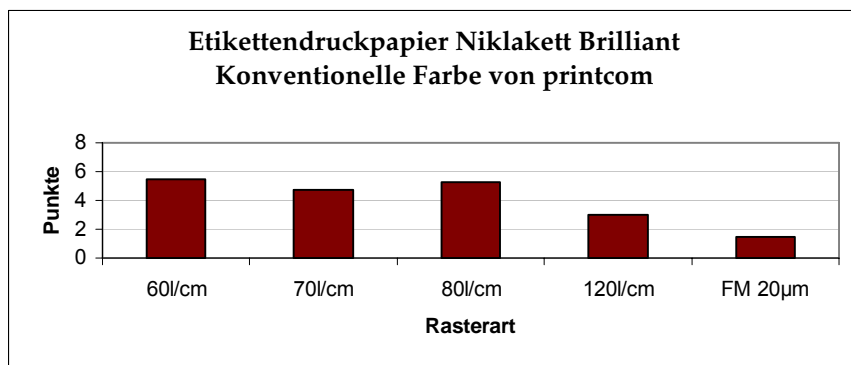


Abbildung 5.37 Scheuerfestigkeit verschiedener Raster bei der Werkstoffkombination Niklakett, printcom

Die konventionellen "printcom"- Farben folgen demselben Trend wie die Huber Folienfarben. sich der bereits bei den Folienfarben festgestellte Trend ab. Die Raster mit 60 l/cm, 70 l/cm und 80 l/cm sind besser geeignet. Da die Druckfarbe jedoch mit einem einfachen Fingernagel-Kratztest von der Folienoberfläche entfernt werden kann und daher nicht

ausreichend auf der Folienoberfläche haftet, werden keine weiteren Untersuchungen zur Scheuerfestigkeit mit dieser Farbserie durchgeführt.

Der Abrieb ist zudem vom Auflagenpapier abhängig. Das Gegenstück der Bedruckten Probe im Scheuerfestigkeitsgerätes wurde bei den Scheuertests stets mit dem Auflagenpapier bestückt. Bei Verwendung verschiedener Papiere variierte das Ergebnis. Entscheidend ist die Oberflächenbeschaffenheit des Papiers, je rauer, desto stärker der Abrieb der bedruckten Stellen. Die Beanspruchung im Stapel ist unter Realbedingungen ebenfalls vom Auflagenpapier abhängig.

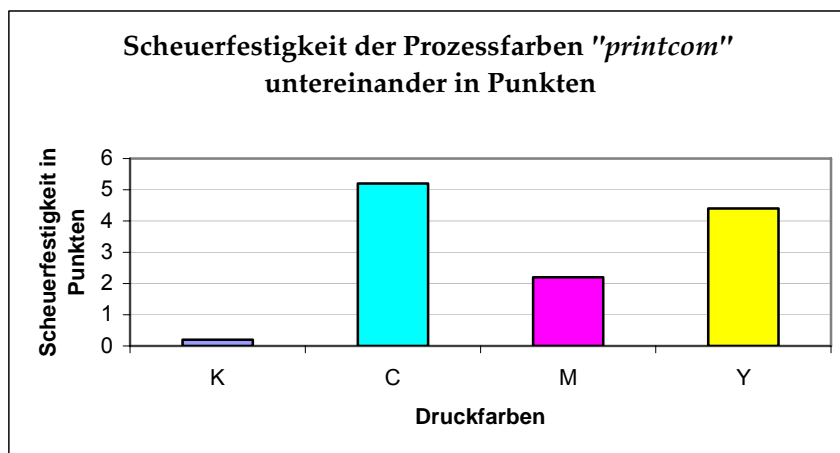


Abbildung 5.38 Scheuerfestigkeit der Prozessfarben „printcom“ untereinander.

Einflussparameter Druckfarbe:

Sowohl die konventionelle Druckfarbe „printcom“ als auch die UV-Farbe „CureInk-UV“ haften nicht ausreichend auf der Metallfolienoberfläche, sie lassen sich durch Kratzen mit dem Fingernagel entfernen. Diese Farben sind für den Druck auf Faserstoffen ausgelegt, sie benetzen die Folienoberfläche zwar, halten aber keiner Beanspruchung stand.



Abbildung 5.39 Fingernagelkratztest, Folienoberfläche bedruckt „printcom“ und „CureInk-UV“ (von links)

Die UV-Farbe lässt sich dabei ohne jeglichen Kraftaufwand entfernen, die konventionelle Offsetdruckfarbe haftet etwas besser. Da die „Michael Huber Folienfarbe“ für Folienoberflächen ausgelegt ist, führt der Fingernagelkratztest zu keiner Beschädigung der Farboberfläche und reagiert deutlich weniger empfindlich. Ähnlichen Beanspruchungen werden

Druckbögen bei mechanischer Weiterverarbeitung, wie z.B. in einem Durchlauf durch den Falzapparat ausgesetzt.

Einflussparameter Lack:

Bedruckt mit UV-Farbe "Cure Ink-UV"

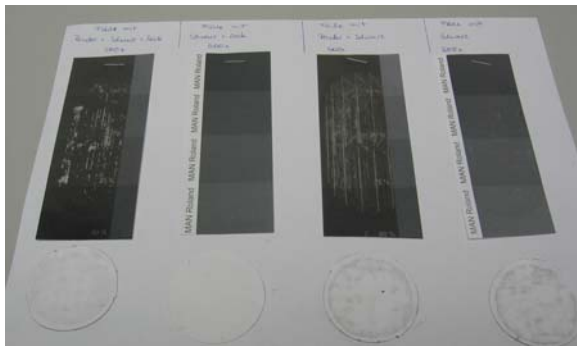


Abbildung 5.40 Scheuerfestigkeit mit CureInk UV mit und ohne Lack, Belastung 500 Hübe (von links: Prindor+K+Lack, K+Lack, Prindor+K, K)

Ohne Lackauftrag lässt sich die Farboberfläche mit einem Fingernagel wegkratzen. Bei UV-Lack-Auftrag ist nach 30 Hüben Scheuerbelastung kaum eine Beanspruchung der Oberfläche zu sehen, bei 100 Hüben treten Fehlstellen auf, bei 500 Hüben ist die Farbfläche deutlich beschädigt.

Trotz der schlechten Haftung der Druckfarbe auf der metallischen Oberfläche lässt sich mit der Lackierung ein deutlich besseres Ergebnis hinsichtlich der Scheuer-

festigkeit erzielen. Die Verwendung einer UV-Farbe mit guter Farbannahme auf der Folie wäre für ein hochwertiges Druckergebnis zu empfehlen.

Bedruckt mit Huber Folienfarbe



Abbildung 5.41 Scheuerfestigkeit der Huber Folienfarbe auf verschiedenen Metallfolien mit Dispersionslack, Belastung 100 Hübe (von links: Goldflie+CMYK+Lack, Silberfolie matt + CMYK + Lack, Silberfolie glanz + CMYK + Lack)

Bei einer Belastung von 30 Hüben ist kaum eine Beanspruchung zu beobachten. Die Scheuerfestigkeit bleibt auch bei 100 – 500 Hüben befriedigend, wobei stellenweise Fehlstellen in der Farbschicht auftreten.

Einfluss der Metallfolie auf Scheuerfestigkeit

Bei den Proben in Abbildung 5.24 wurden drei verschiedene Folien mit Huberfolienfarbe bedruckt und lackiert: Eine Goldfolie, eine matte Silberfolie und eine glänzende Silberfolie. Die Scheuerfestigkeit auf der glänzenden Silberfolie ist etwas besser, als auf der matten Folie und der Goldfolie. Die Unterschiede sind auf die Oberflächenbeschaffenheit der einzelnen Folien zurück zu führen. Eine Berücksichtigung der Oberflächenbeschaffenheit der Metallfolie ist z.B. bei einer Multi-Reel Anwendung mit verschiedenen Folientypen zu empfehlen.

Bewertung der eingesetzten Druckfarben bei einem 80er Rasters:

"Printcom":	mangelhaft
"Huber Folienfarbe":	befriedigend
"Huber Folienfarbe" + Dispersionslack:	gut
"CureInk UV"-Farbe:	mangelhaft
"CureInk UV"-Farbe + UV-Lack:	ausreichend

Für den Vergleich wurden die jeweiligen Proben einer Belastung von 30 Hüben ausgesetzt. Zum Schutz des veredelten Produktes ist eine Lackierung zu empfehlen.

5.4.3.2 Farbhaftung

Die Benetzung einer Oberfläche mit einer Flüssigkeit ist unter anderem von der Oberflächenspannung der beteiligten Stoffe abhängig. Die Oberflächenspannung σ_s wird in mN/m angegeben. Damit eine Farbe auf einem Feststoff wie z.B. einer Folie benetzt, muss gewährleistet sein, dass die Oberflächenspannung des Feststoffes höher ist als die der Druckfarbe. Bei einer schlechten Farbhaftung ist die Oberflächenspannung des Feststoffes niedriger, als die der Farbe. Die Flüssigkeit strebt eine möglichst kleine Oberfläche an, zieht sich zusammen und bildet im Idealfall eine Kugel.

Eine sehr schnelle und einfache Methode, um die Oberflächenspannung eines Feststoffes zu bestimmen, ist der Einsatz von Testtinten oder Teststiften, die eine definierte Oberflächenspannung besitzen.

Die Folienoberfläche kann nicht vor dem Druckgang getestet werden, da die metallisierte Schicht der Folie auf dem Trägermaterial haftet. Die Metallschicht wird während dem Druckprozess auf den Bedruckstoff übertragen und löst sich vom Träger. Um die Oberflächenspannung zu bestimmen muss die zu testende Oberfläche sauber sein. Testtinten können mit einem Lack reagieren. Bei der Kaltfolienkaschierung ist die oberste Schicht jedoch ebenfalls ein Lack, der die Metallisierung schützt, siehe Aufbau Kaltprägefolie Abbildung 4.2. Ob dieser Lack mit den Testtinten reagiert ist nicht bekannt. Ein weiterer Einfluss kann die Puderbestäubung bei einer Anwendung ohne Lackierung sein.

Die Oberfläche wurde vor den Tests mit einem Pinsel von Puder befreit, Rückstände sind jedoch nicht auszuschließen. Die Oberflächenspannung der Metallschicht konnte mittels Testtinten nicht eindeutig bestimmt werden.

Eine mikroskopische Betrachtung der Rasterpunkte soll eine Beurteilung der Farboberfläche auf der Silberfolie ermöglichen. Mit einem Tesafilmtest wird die Haftung der Druckfarbe zusätzlich überprüft.

Mikroskopische Betrachtung:

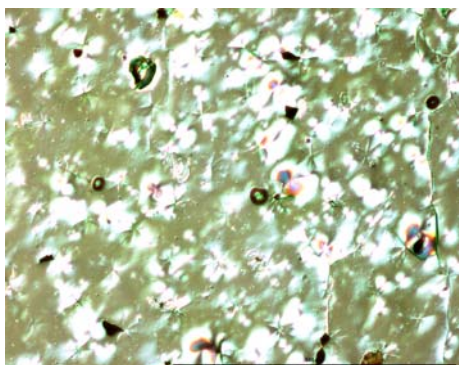


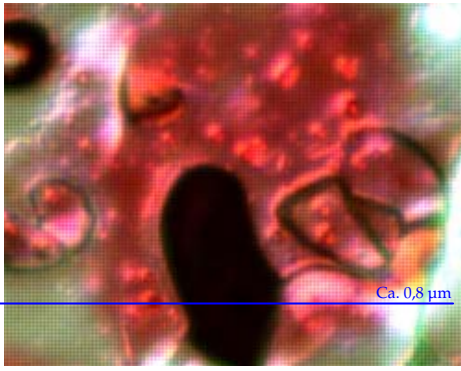
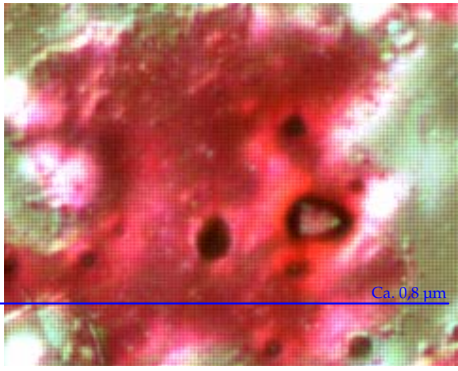
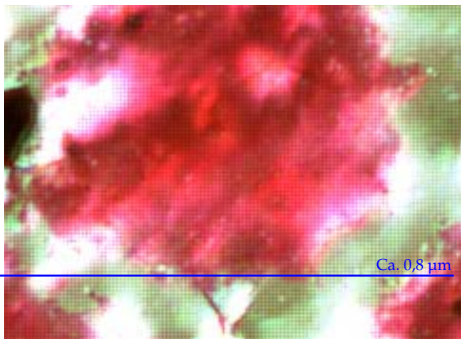
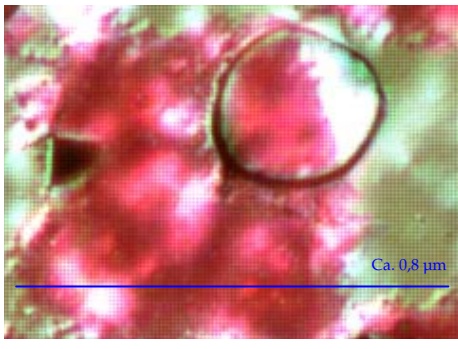
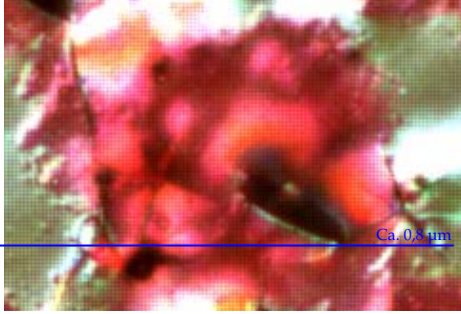
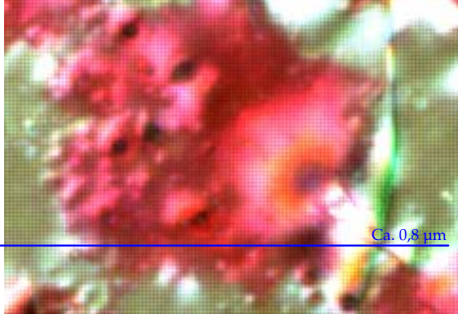
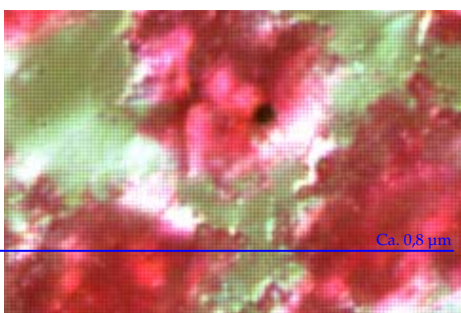
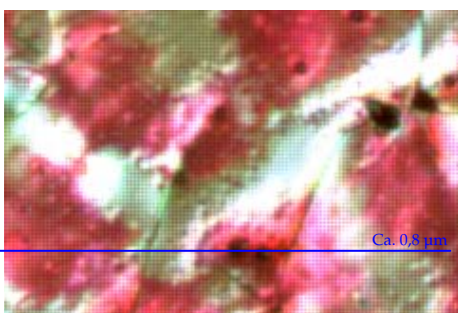
Abbildung 5.42 Silberfolie glänzend,
100fache Vergrößerung

Um einen Vergleich zu geben, wurde bei den Aufnahmen auf einer Silberfolie eine Belichtungszeit von 4 – 6 ms eingestellt, beim Papier 14 – 16 ms.

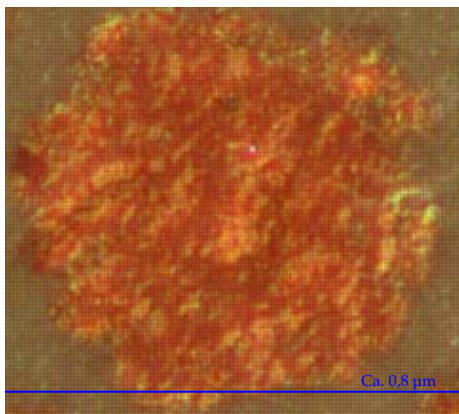
In Abbildung 5.42 sind Unebenheiten und Lichtreflexionen auf der Folienoberfläche erkennbar. Die schwarzen Stellen sind Fehlstellen in der Folie. Fehlstellen können bei einem schlechten Ablöseverhalten der Folie, geringer Zügigkeit des Klebers, geringer Schichtdicke des Klebers oder an Unebenheiten in der Papieroberfläche liegen.

Zum Vergleich der Farbannahme verschiedener Rasterformen und -weiten wird jeweils ein Rasterpunkt mit 40% Flächendeckung verwendet. Beurteilt wird die Randschärfe und die Geschlossenheit des Rasterpunktes.

Tabelle 5.17 Rasterpunkte in 100x Vergrößerung, Huber Folienfarbe auf Silberfolie

Rasterbezeichnung	Mikroskopische Aufnahme, 100x	Rasterbezeichnung	Mikroskopische Aufnahme, 100x
Lumiart Folienfarbe			
60l/cm Round		60l/cm Square	
70l/cm Round		70l/cm Square	
80l/cm Round		80l/cm Square	
120 l/cm Square		FM 20µm	

Die starken Lichtreflexionen an der Folienoberfläche erschweren die Beurteilung, da an manchen Stellen nicht eindeutig zu erkennen ist, ob eine hellere Stelle im Rasterpunkt

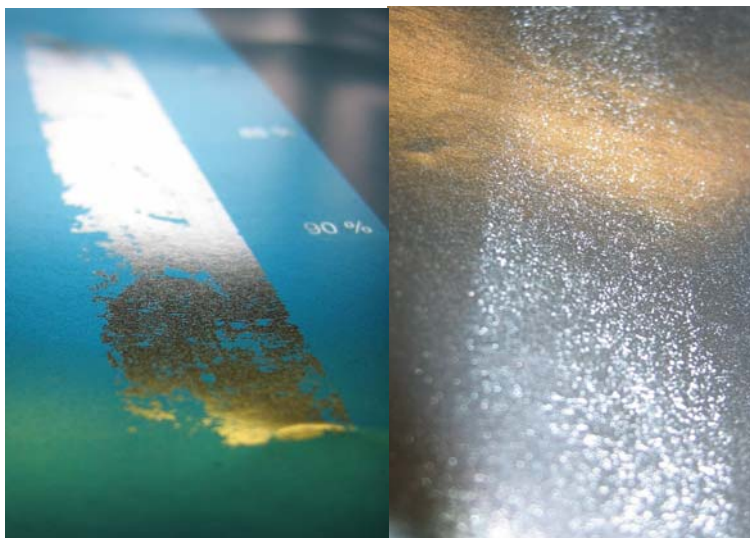


eine Lichtreflexion oder eine Fehlstelle in der Farbschicht ist. Die Rasterpunkte weisen in jeder Rasterform und –weite einen ausgefransten Randbereich auf. Die Farbe scheint sich zusammenziehen zu wollen. Ein Rasterpunkt auf Papier, siehe Abbildung 5.27, hat eine höhere Randschärfe.

Abbildung 5.43 Rasterpunkt auf Lumiart, 40% Flächendeckung Magenta, 100x Vergrößerung

Mit weiteren Tests wäre zu untersuchen, ob der ausgefranste Rand auf eine mangelhafte Haftung zurückzuführen ist. Eine Bestimmung der Oberflächenspannung der aufkaschierten Kaltprägefolie ist für die richtige Auswahl einer Druckfarbe hilfreich. Zusätzlich könnte die optimale Farb- und Wasserführung für die metallisierte Oberfläche bestimmt werden.

Tesatest



Der Tesatest kann zum Test der Farb- oder Lackhaftung auf verschiedenen Oberflächen verwendet werden. Dabei wird ein Tesastreifen auf die zu testende Stelle aufgeklebt und ruckartig abgezogen. Der Ausmaß der Beschädigung der Farbschicht wird visuell ausgewertet.

Abbildung 5.44 Beschädigung der Farbschicht nach einem Tesatest. Von links: „CureInk-UV“ und „printcom“

Abbildung 5.44 zeigt, dass die Farbe „Cure-Ink“ nicht auf der Folienoberfläche haftet, die Farbschicht wird nahezu komplett mit dem Tesafilm abgezogen. Die konventionelle Offsetdruckfarbe „printcom“ haftet nach vollständiger Trocknung der Druckfarbe deutlich besser als die getestete UV-Farbe. Es sind jedoch flächige Fehlstellen nach dem Abzug des Tesafilms in der Farbschicht zu beobachten. Die konventionelle Folienfarbe „Huber Folienfarbe“ haftet hervorragend auf der Folienoberfläche, der Tesatest verursacht keine Schäden an der Farbschicht.

5.4.3.3 Tonwertzunahme Folie- Bedruckstoff

Die Tonwertzunahme auf Papier wird vorzugsweise optisch mittels Densitometrie bestimmt. Die Flächendeckung auf der Folie kann aufgrund der $45^\circ/0^\circ$ oder $0^\circ/45^\circ$ -Geometrie des Densitometers auf diese Weise nicht ermittelt werden. Die optische Dichte des Farbauftrags auf Metallfolie kann daher nicht bestimmt werden. Es wurden folgende weitere Messverfahren untersucht:

Plattenmessgerät: Techkon SpectroPlate

Das Messgerät besteht aus einer Mikroskop-Optik mit hochauflösender Digitalkamera. Ein Bild wird aufgenommen und digital analysiert. Entscheidend für die Analyse ist der Kontrast der zu messenden Stellen (belichtete Rasterpunkte) zum Untergrund. Um einen optimalen Kontrast zu gewährleisten werden verschiedene Druckplattentypen im Speicher des Plattenmessgeräts hinterlegt und bei der Messung einer Platte ausgewählt. Die Kalibration auf einen Druckplattentyp wird vom Hersteller vorgenommen.

Theoretisch müsste dieses Verfahren auch für Messungen auf Folie geeignet sein, allerdings unterscheidet sich die metallische Folienoberfläche derart von den üblichen Plattenoberflächen, dass die integrierte Bildanalyse keine Rasterpunkte erkennt. Die Messungen verschiedener Rasterfelder mit unterschiedlichen Flächendeckungen auf der Metallfolie liefern annähernd gleiche Werte.

Grund dafür sind möglicherweise die hohen Reflexionswerte der Metallfolie. Es müsste wie bei der Bildaufnahme bei einer mikroskopischen Betrachtung die Belichtungszeit für das digitale Bild an die spiegelnde Oberfläche angeglichen werden. Die gedruckten Rasterpunkte auf Metallfolie können erst bei einer scharfen Bildaufnahme sinnvoll analysiert werden. Möglicherweise führen die Reflexionen an der Folienoberfläche zu so starken Kontrasten zwischen hellen und dunklen Bereichen, dass die gedruckten Rasterpunkte nicht wahrgenommen werden.

Da der Lichtfang bei einer spiegelnden Oberfläche keine Rolle spielt, würde eine rein geometrische Tonwertbestimmung wahrscheinlich der Wahrnehmung entsprechen. Da derartige Forschungsergebnisse nicht vorliegen, ist die Aussage eine Behauptung, die zu beweisen ist.

Mikroskopische Aufnahmen und Auswertung mit „ImageJ“

Bei mikroskopischen Aufnahmen eines Rasterpunktes auf Papier und auf Metallfolie wurde die Beleuchtung angepasst.

„Image-J“ bietet vielfältige Analysemöglichkeiten von Bildern. Eine Bestimmung der Flächendeckung der Rasterpunkte gegenüber der unbedruckten Oberfläche ist möglich.

Die Licht- und Schattenerscheinungen auf der silbernen Folienoberfläche erschweren wie beim visuellen Betrachten auch das Auswerten mit dem Bildanalyseprogramm „ImageJ“.

Reflexionen des metallischen Untergrunds werden als Fehlstellen in der Farbschicht analysiert und Schatten auf der Folienoberfläche als Rasterpunkte. Je nach Einstellungen schwankt das Ergebnis bis zu 20%. Der fehlende Kontrast ist die Ursache.

Da der Analysevorgang farbspezifisch angepasst werden muss, ist kein Vergleich der Tonwerte der Prozessfarben untereinander möglich. Das Ziel, einen Vergleich zwischen der Tonwertzunahme auf Folie und auf Papier herzustellen, ist ebenfalls durch eine hohe Unsicherheit gekennzeichnet. Der Kontrast eines Rasterpunktes auf Papier wird von dem Programm genauer erfasst als auf Metallfolie. Für eine Überprüfung der Produktionsqualität wäre dieses Verfahren zu ungenau und wird daher nicht verwendet.

Ein Verfahren, bei dem die Oberfläche aufgenommen wird und anschließend digital analysiert wäre durchaus denkbar. Hierfür müsste eine Kalibration, z.B. eines üblichen Plattenmessgeräts, oder Programmierung, die auf den metallischen Untergrund abgestimmt ist, vorgenommen werden. Nur so kann sichergestellt werden, dass die zu analysierenden Bereiche in das Messergebnis einfließen.

5.4.3.4 Visuelle Beurteilung der Strichelemente und Rasterflächen

Feine Strichelemente und Schriften sind auf einem Bedruckstoff wie Papier sehr gut wahrnehmbar, bzw. lesbar. Dünne Linien auf einem metallischen und hochglänzendem Untergrund sind unter einem bestimmten Betrachtungswinkel nicht mehr wahrnehmbar, feine Schriften mit einer niedrigen Flächendeckung (z.B. 20% Gelb) sind schwer lesbar. Feine Strich- und Schriftelemente auf der Testform „Rastertestform“ sollen auf Wahrnehmung und Lesbarkeit geprüft werden. Dabei wird die Probe unter einer Abmusterungskabine unter verschiedenen Neigungswinkel bewertet. Es soll außerdem untersucht werden, ob die Rasterfeinheit oder -form einen Einfluss auf die Lesbarkeit hat.

Bei flächiger Überdruckung im Rasterfeld wird beurteilt, mit welchen Rasterformen und -weiten ein besonders ruhiges Druckbild erzeugt werden kann.

Auswertung Strich- und Schriftelemente

Die einzelnen Strichelemente wurden unter verschiedenen Neigungswinkeln betrachtet. Zusammenfassend können folgende Empfehlungen ausgesprochen werden:

Linien mit einer Breite von 0,5 pt oder kleiner, sollten eine Flächendeckung von mindestens 50% aufweisen, um sich vom metallischen Untergrund zu differenzieren. Wenn Linien dieser Stärke in niedrigerer Flächendeckung (z.B. ein Grau in 20 % Schwarz aufgebaut) gedruckt sind, sind sie unter bestimmten Betrachtungswinkeln wegen der hohen Reflexionen an der Metallfolienoberfläche nicht sichtbar. Linien von 0,25 pt Breite sind generell sehr schlecht erkennbar. Linien, die eine Breite größer als 0,5 pt aufweisen, sollten eine Flächendeckung von min. 30% aufweisen, um visuell wahrnehmbar zu sein.

Je heller die Farbe, desto schlechter ist der Kontrast auf der Folie. Um einen höheren Kontrast zu erzielen und die Lesbarkeit zu gewährleisten, sollten besonders bei hellen Prozessfarben, z.B. Gelb, größere Linienstärken und hohe Flächendeckungen gewählt werden.

Der Schriftzug ist mit Gelb ab 80 % Flächendeckung unter allen Beobachtungswinkel lesbar, in Magenta, Cyan und Schwarz ab 30 % Flächendeckung. Wird ein Text über mehrere Zeilen auf einer Folie dargestellt, sind Flächendeckungen von 100% zu bevorzugen, um für das Auge einen möglichst hohen Kontrast zu erzielen.

Auswertung der Raster- und Volltonflächen auf Silberfolie

Visuell lässt sich außer der Rasterfeinheit kein Unterschied zwischen den verschiedenen Rasterweiten und -formen feststellen. Die Flächendeckungen von 10% sind auch bei feineren Rastern auf Folie sauber darstellbar, fehlende Rasterpunkte wurden nicht beobachtet.

Beim Übereinanderdruck der Prozessfarben auf Folie treten bei einer gesamten Flächendeckungen von 200% oder mehr Schwierigkeiten in der Farbannahme auf. Die Farbannahme ist eine prozentuelle Kenngröße für die Übertragung einer Druckfarbe auf einen bereits bedruckten Bedruckstoff.

Sie kann mit folgender Formel berechnet werden: $FA = 100\% * ((D_{v1+2}) - D_{v1}) / D_{v2}$

Mit FA = Farbannahmeverhalten in %

D_{v1} = Volltondichte der zuerst gedruckten Farbe

D_{v2} = Volltondichte der zuletzt gedruckten Farbe

D_{v1+2} = Volltondichte des Übereinanderdrucks der Farbe 1 und der Farbe 2

Während des Druckprozesses konnte ein Aufbauen der Druckfarbe auf Druckwalzen und Gummituch beobachtet werden. Das Aufbauen tritt durch unzureichende Farbübertragung auf, es kommt dabei zu einem fehlerhaften Ansammeln der Druckfarbe auf den Farbauftragswalzen oder Gummituch. [43]

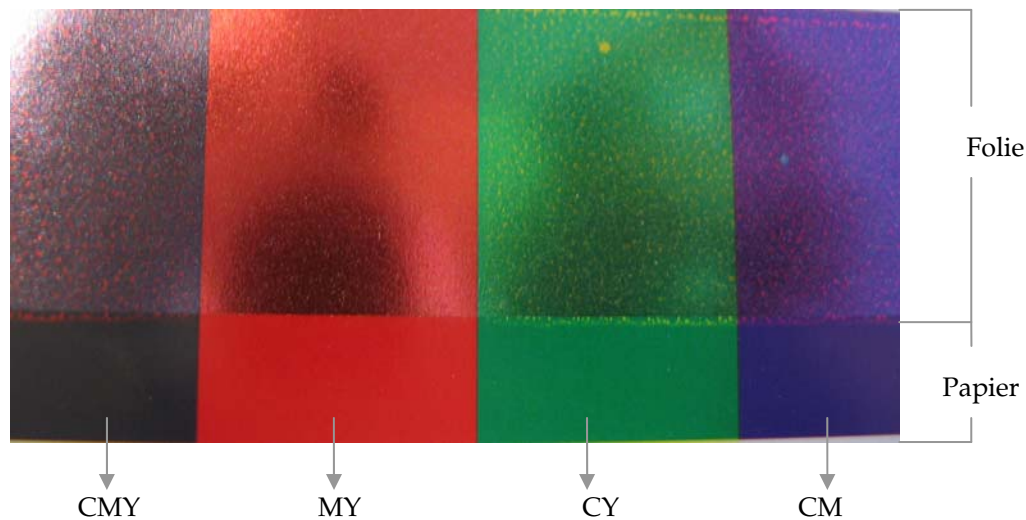


Abbildung 5.45 Übereinanderdruck von Prozessfarben auf Silberfolie und Papier

In Abbildung 5.28 sind die Folgen des Aufbaus der Prozessfarbe Cyan auf dem Gummituch sichtbar. Das Druckbild auf Papier ist dabei zufrieden stellend. An den Stellen der Folienveredelung ist die Farbübertragung schlechter.

5.5 Goldeffekte auf Silberfolie

Ein großer Vorteil des Kaltfolientransferverfahrens mittels *“InlineFoiler Prindor”* ist, dass unter Einsatz einer Standardfolie vielfältige Metallicfarbtöne erzielt werden können. Die Bindung an verschieden farbige Folien, wie z.B. beim Heißfolienprägen, entfällt. Dies bedeutet, dass theoretisch nur noch ein Silberfolientyp bevorratet werden muss, da alle anderen Farb- bzw. Metalltöne durch das Überdrucken mit Farbe erzielt werden können. Sehr gefragt sind Kombinationen von Silber- und Goldtönen. Beim Heißfolienprägen würde man bei einer derartigen Anwendung eine Silber- und eine Goldfolie auswählen. Durch Überdruckung einer Silberfolie können zahlreiche Silber- und Goldtöne entstehen. Die folgenden Versuche sollen einen Anhaltspunkt geben, wie ein Goldtönen im Vierfarb-Druck auf Silberfolie erstellt werden kann. Dabei werden Testfelder erstellt, die ein Goldton ergeben könnten und auf ihre Tendenz zum Goldton untersucht. Es wird von Tendenz gesprochen, da das Empfinden eines Goldtons sehr individuell und subjektiv ist. Dabei spielt neben der Farbe auch die Brillanz eine große Rolle. Gold wird psychologisch mit etwas Edlem, Schönerem und Teurem in Verbindung gebracht. Das Wort beschreibt jedoch nicht nur das Edelmetall, es weckt Assoziationen.

Gerne wird es daher in Redewendungen verwendet, wie z.B. *„Es ist nicht alles Gold, was glänzt“*, *„Reden ist Silber, Schweigen ist Gold“* oder *„Morgenstund hat Gold im Mund“*. Die Assoziationen und Erfahrungen mit Gold können daher bei Menschen völlig unterschiedlich sein, was eine rein analytische Vorgehensweise bei der Erstellung von Goldtönen auf Silberfolie mit Übereinanderdruck von CMYK nahezu unmöglich macht. Die Zielgröße ist nicht klar definierbar.

Im *“Design Guide”* sollen Goldtöne auf Silberfolie dargestellt werden. Das Ziel ist mit Druckversuchen sich an die Töne, die als Goldtöne empfunden werden anzunähern. Eine Auswahl von Goldtönen wird dann in einer Umfrage von mehreren Personen bewertet. Diejenigen Goldtöne, die von der Mehrzahl der Befragten als Gold empfunden werden, sollen im *“Design Guide”* vorgestellt werden.

5.5.1 Erster Goldtest

5.5.1.1 Druckparameter

Druckmaschine: ROLAND 706 LTTLV
 Druckfarbe: Michael Huber „CureInk UV“
 Bedruckstoff: „LumiArt“, 135 g/m²
 Folie: Kurz „Alufin“
 Lack: UV Glanzlack „printcom“

5.5.1.2 Testform „Erster Goldtest“

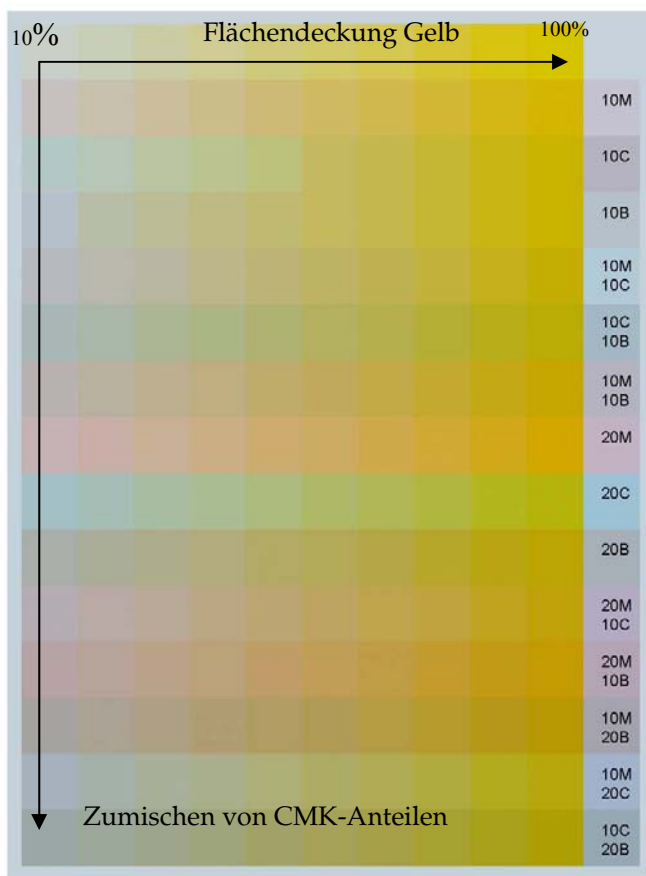


Abbildung 5.46 Testform „erster Goldtest“

Ausgangsthese: Ein Goldton kann auf einer Silberfolie nur erzielt werden, wenn beim vierfarbigen Übereinanderdruck ein hoher Anteil an „Gelb“ verwendet wird.

Um diese These zu bekräftigen wurde ein Feld von 12 x 15 cm in eine Testform integriert, siehe Abbildung 5.48. Dabei entstehen 165 Töne, die jeweils auf einer Fläche von 1cm x 1cm dargestellt sind. Die Fläche ist zum Bewerten einer metallischen Oberfläche sehr klein, eine grobe Tendenz lässt sich erkennen und genügt zur ersten Einschätzung.

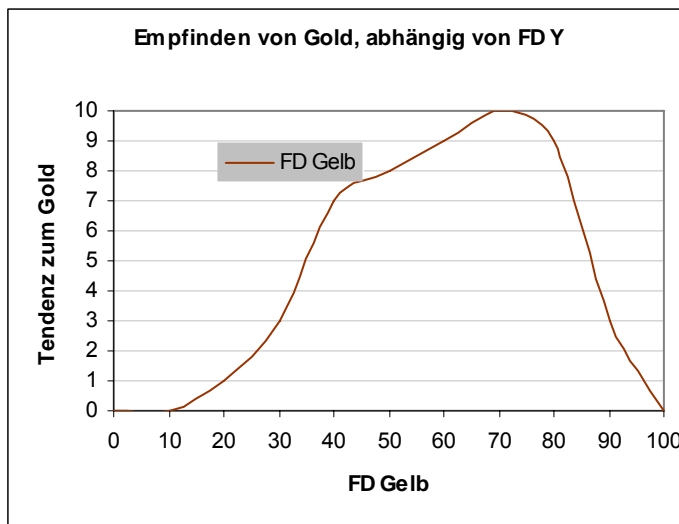
Auf der Testform „erster Goldtest“ ist horizontal von links nach rechts der Gelbanteil in 10 % Abstufungen von 10 % - 100 % Flächendeckung dargestellt. Diese Abstufungen wurden vertikal konstant gehalten und Anteile von Magenta, Cyan und Schwarz zugemischt. Rechts wird der zu Gelb hinzugefügte Farbanteil auf der Metallfolie dargestellt und die Flächendeckung angegeben.

Rechts wird der zu Gelb hinzugefügte Farbanteil auf der Metallfolie dargestellt und die Flächendeckung angegeben.

5.5.1.3 Bewertung

Im Anhang werden in der Tabelle „Tendenz zum Goldton aus „erster Goldtest““ die gedruckten Töne kommentiert.

Die Ausgangsthese kann bekräftigt werden. Wie erwartet konnte ein Goldton visuell nur bei einem hohen Anteil an Gelb wahrgenommen werden.



86 % der als tendenziell Gold empfundenen Goldtöne liegen im Bereich von 40 % FD bis 80 % FD im Gelb. Zu beachten ist, dass die gesamte FD von CMK (FD(C+M+K)) max. 30 % ist. Es ist in weiteren Tests zu untersuchen, ob bei erhöhter FD von CMK eine höhere FD von Gelb nötig ist.

Abbildung 5.47 Empfinden von Gold abhängig von der FD Y

Die Felder, die eine Tendenz zum Goldton aufweisen, werden in folgenden Tests variiert.

Die untersten zwei Reihen sind aus 100 % Gelb und Anteilen von C, M und K aufgebaut. Die höchste Gesamt-Flächendeckung von CMK beträgt dabei 55 %.

5.5.2.3 Bewertung

Im Anhang befindet sich eine Tabelle „Tendenz zum Goldton aus „Zweiter Goldtest““, sie enthält bewertete Druckergebnisse.

Da 5 % Stufen vom menschlichen Auge kaum unterschieden werden können, wurden bei weiteren Tests 10 % Stufen verwendet

Von Testpersonen wurde bei subjektiver, visueller Beurteilung ein Grünstich bei den meisten Tönen auf der Testbogen wahrgenommen. Grün entsteht durch ein Mischverhältnis von Gelb und Cyan. Felder ohne Cyan, z.B. bei Übereinanderdruck von Gelb und Schwarz, wurden jedoch ebenfalls als grünlich empfunden. Die Felder mit einem Magenta-Anteil wurden als Goldton kenntlich gemacht. Der Magenta-Anteil soll in weiteren Test angehoben werden.

Um einen Anhaltspunkt für das optimale Mischverhältnis für Goldtöne zu erhalten, soll der Anteil von CMK zu Y bei den als Gold empfundenen Tönen untersucht werden.

CMK ca. 10 %	ein Goldton wird zwischen	Y 30 % – 85 %	wahrgenommen
CMK ca. 15 %	ein Goldton wird zwischen	Y 35 % – 75 %	wahrgenommen
CMK ca. 20 %	ein Goldton wird zwischen	Y 50 % – 100 %	wahrgenommen
CMK ca. 25 %	ein Goldton wird zwischen	Y 40 % – 100 %	wahrgenommen
CMK ca. 35 %	ein Goldton wird zwischen	Y 60 % – 100 %	wahrgenommen
CMK ca. 45 %	ein Goldton wird zwischen	Y 75 % – 100 %	wahrgenommen

Bei der Erhöhung der Flächendeckung von Gelb, wären die Anteile von Cyan, Magenta und Schwarz ebenfalls anzuheben. Der Anteil an Gelb sollte mindestens 15 % höher sein als der der restlichen Farben.

Ein Goldton ist auch bei 100 % Flächendeckung im Gelb mit angepassten CMK- Anteilen erzielbar.

5.5.3 Dritter Goldtest

5.5.3.1 Druckparameter

Druckmaschine: ROLAND 706 LTV

Druckfarbe: „Huber Folienfarbe“

Bedruckstoff: „LumiArt, 135 g/m²“

Lack: „printcom“ Dispersions-Glanzlack

5.5.3.2 Testform „Dritter Goldtest“

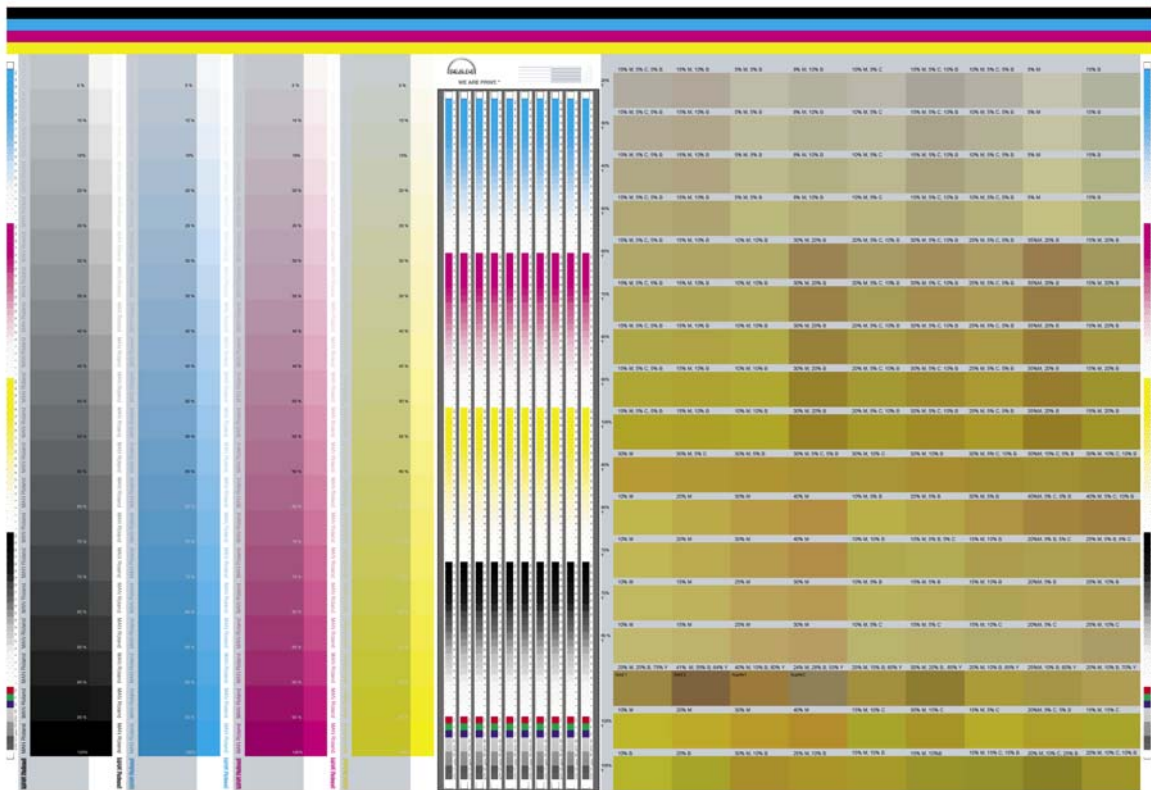


Abbildung 5.49 Testform „dritter Goldtest“

Wie aus dem Vortest als vorteilhaft erwiesen wurde der Gelb-Anteil in der Testform im Gelbanteil ca. 15 % höher als die Gesamtflächendeckung von CMK gehalten. Der Magenta-Anteil wurde bei den Tönen höher gewählt, um einen Grünstich zu vermeiden. Ein Zwischenraum zwischen den horizontalen Reihen soll einer Verbesserung der visuellen Beurteilung dienen.

5.5.3.3 Bewertung

Die Mehrzahl der entstandenen Töne werden als Gold wahrgenommen. Die Darstellung der Goldtöne soll visuell angeglichen werden.

5.5.3.4 Druckparameter

Druckmaschine: ROLAND 706 LTV

Druckfarbe: „Huber Folienfarbe“

Bedruckstoff: „LumiArt“, 135 g/m²

Lack: Schutzlack „printcom“

5.5.3.5 Testform

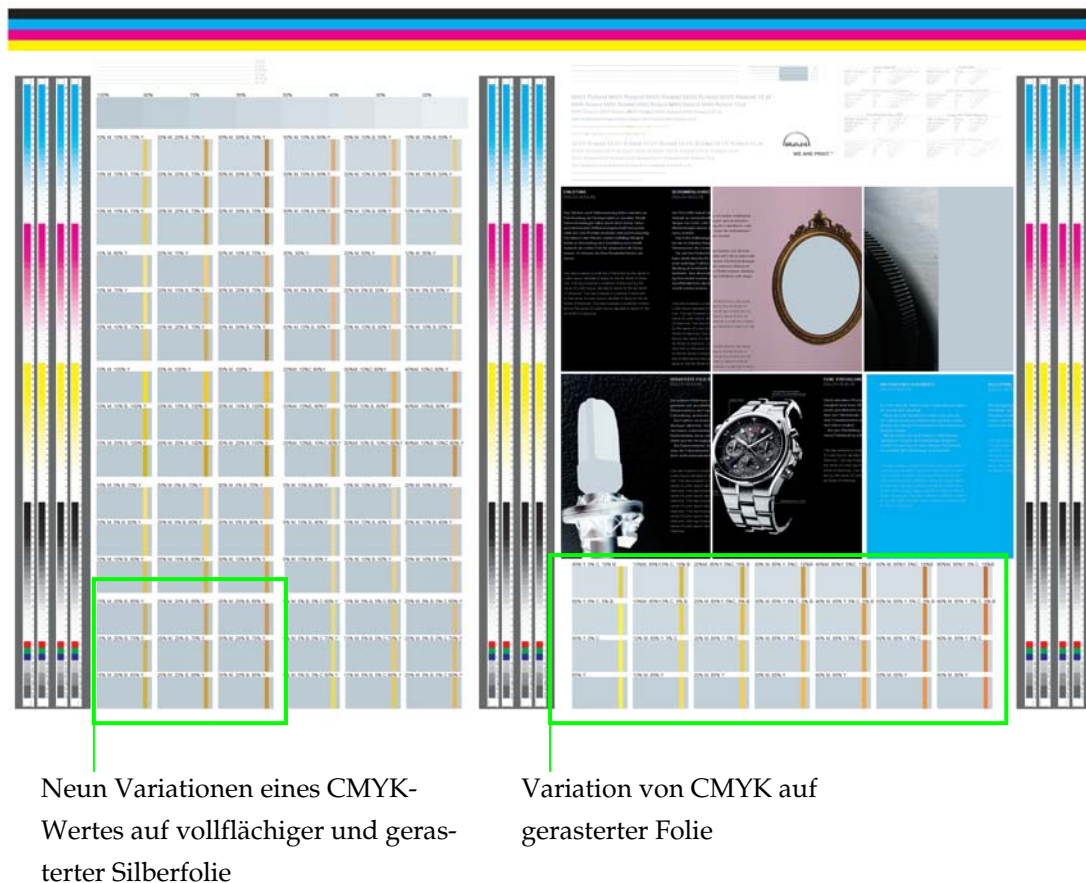


Abbildung 5.50 Testform „dritter Goldtest“

Diese Testform vereint die besten Ergebnisse der Vortests. Die Silberfolie wird vollflächig oder von 60 % bis 90 % gerastert dargestellt. Es soll untersucht werden, ob ein Goldton bei gerasteter Folie wahrgenommen wird.

Auf der linken Seite der Testform wird jeweils in neun Variationen ein Grundton demonstriert, z.B. wenn der Grundton aus 80 % Y und 10 % M auf Silberfolie aufgebaut ist, wird horizontal der M – Wert, vertikal der Y-Wert angehoben. Die genauen Werte entnehmen sie der Tabelle „*dritter Goldtest*“ im Anhang. Insgesamt sind 10 Grundtöne in neun Variationen platziert. Im rechten Teil der Testform werden verschiedene CMYK-Werte auf gerasterter Folie dargestellt.

Auf der Testform befinden sich weitere Felder mit Inhalten des *“Technic & Design Guides”*, Testfelder zum Auflösungsvermögen der Folie, Überdruckbarkeit von feinen Strichelementen sowie Keile zur Überprüfung der Druckqualität.

Da die Goldtöne eine Kombination der „gelungenen“ Goldtöne aus den Vortests darstellen, werden die Töne an dieser Stelle von mehreren Personen bewertet.

5.5.4 Umfrage zu Goldtönen

25 Goldtöne wurden aus der Testform *„Dritter Goldtest“* ausgewählt und 18 Personen befragt. Diese Testpersonen teilten die Proben in *„Gold“* und *„Nicht Gold“* unter einem Standardlicht ein und kennzeichneten, die als besonders schön und edel empfundenen. Anschließend wurde die Brillanz der bedruckten Silberfolie mit einer Heißfolienprägung verglichen. Die Töne, die der Brillanz einer Heißfolienprägung am nächsten kommen, wurden gekennzeichnet.

Dargestellt wurden neben eindeutigen Goldtönen, Töne mit einer Tendenz zu Bronze oder Weißgold. Töne mit einem Raster in der Folie wurden ebenfalls in die Umfrage

integriert.

Zur Auswertung wurden fünf Goldtestkarten erstellt, eine Karte enthält jeweils fünf Farbtöne. Um ein möglichst neutrales Umfeld zu gewährleisten, sind die einzelnen Testfelder in einem gewissen Abstand zu einander platziert und mit einer eindeutigen Nummerierung versehen.

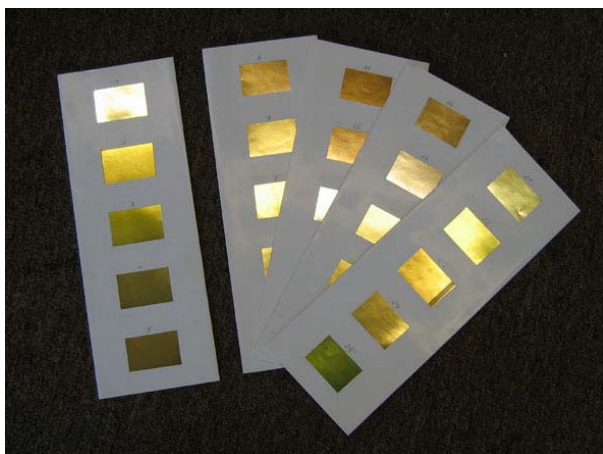


Abbildung 5.51 Goldtestkarten: Goldtöne auf Silberfolie für die Umfrage zu Goldtönen

Die Bewertung wurde unter standardisierter Beleuchtung und einer neutralen Umgebung am Abstimpfpult einer Druckmaschine durchgeführt.



Abbildung 5.52 Umfrageutensilien(von links: Farbfächer „Luxor Alufin“, Fragebogen, Farbkarten) für die Umfrage zu Goldtönen und zwei Teilnehmer beim Bewerten

Für die Befragung wurden folgende Utensilien ausgeteilt:

- ein Fragebogen mit den Fragen:
 1. Welche der Töne würden Sie als ein Gold empfinden?
 2. Welche der Töne würden Sie als schön und edel empfinden oder welche Töne gefallen Ihnen am meisten?
 3. Welcher Ton ist von der Brillanz her mit einer Heißfolienprägung vergleichbar (siehe Muster Heißfolienprägung)?
- fünf Farbkarten(Silberfolie mit vierfarbigem Übereinanderdruck)
- und für die dritte Frage einen Farbfächer „Luxor Alufin“ von Leonhard Kurz GmbH & Co. KG.

5.5.4.1 Auswertung

Die Goldtöne wurden von 1 bis 25 nummeriert, die CMYK-Anteile der Überdruckung und die Flächendeckung der Folie im Anhang sind in der Tabelle „Ausgewählte Goldtöne für die Umfrage“ definiert. Da die Goldtöne im „Designer Guide“ lediglich Anhaltspunkte zum Erzeugen von Goldtönen auf Silberfolie geben sollen, sind die Angaben von 18 Befragten ausreichend.

Welche Töne werden als Goldton empfunden?

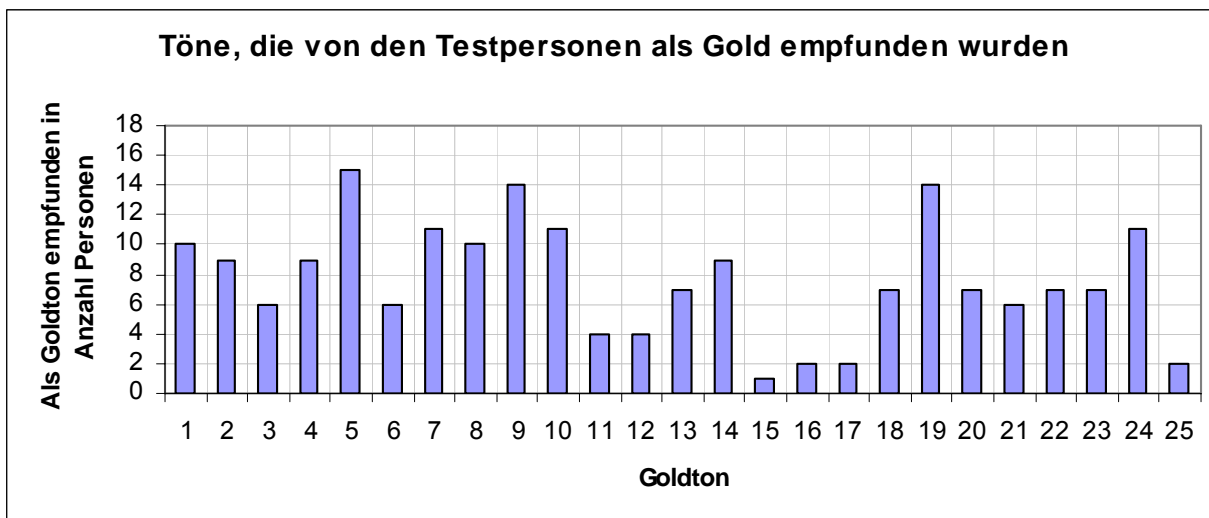


Abbildung 5.53 Töne, die von den Testpersonen als Goldton empfunden wurden.

Welche der Töne würden Sie als schön und edel empfinden oder welche Töne gefallen Ihnen am meisten?

Die Befragten wurden gebeten, diejenigen Töne, die sie als besonders edel und schön empfinden, zu kennzeichnen. Die Anzahl der Nennungen wurde nicht ausdrücklich begrenzt, um den Teilnehmern eine möglichst intuitive Entscheidung zu ermöglichen. Durchschnittlich wurden drei Töne ausgewählt.

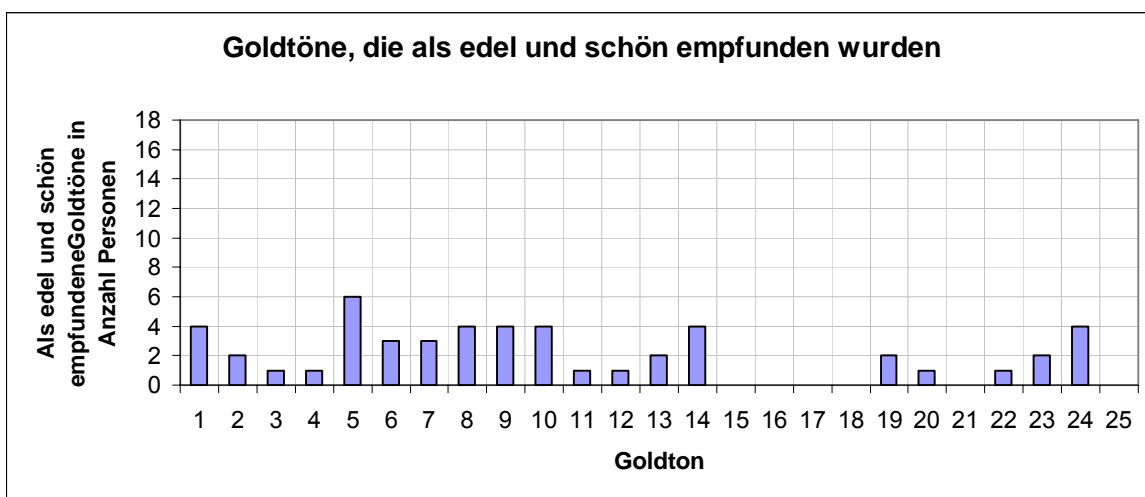


Abbildung 5.54 Goldtöne, die von den Testpersonen als edel und schön empfunden wurden.

Bei den als edel und schön empfundenen Goldtönen lässt sich in den Nennungen eine Tendenz zum vorherigen Test erkennen. Z.B. wurde der Goldton 5 von 83 % der Befragten als Goldton und von 40 % als schön und edel empfunden. Die Töne 15, 16, 17 und 25 wurden von höchstens zwei Personen als Gold empfunden und von keinem Befragten als schön und edel.

Welcher Ton ist von der Brillanz her mit einer Heißfolienprägung vergleichbar (siehe Muster Heißfolienprägung)?

Weiter wurden die vorliegenden Proben mit einer Heißfolienprägung verglichen und die Brillanz bewertet. Die Befragten bezeichneten Töne, die sie als vergleichbar brillant einschätzten.

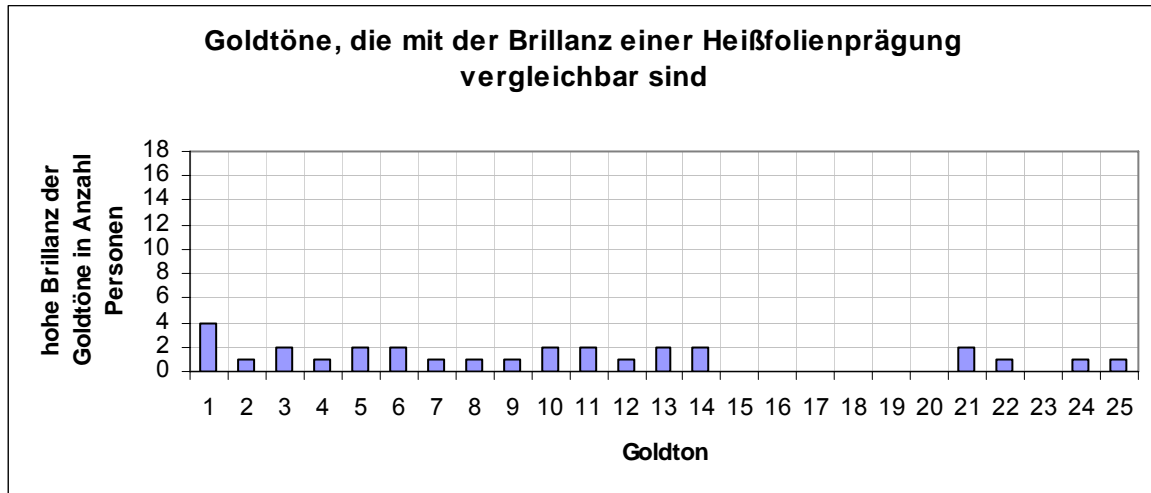


Abbildung 5.55 Goldtöne, die von den Testpersonen als besonders brillant empfunden wurden.

Durchschnittlich wurden 1-2 Töne genannt. 28 % der Befragten gaben an, keiner der auf Silberfolie gedruckten Töne sei mit der Brillanz einer Heißfolienprägung vergleichbar.

Allgemein kann gesagt werden, dass die Töne 16 bis 20 die Brillanz nicht erreichen, da die Metallfolie als Raster gedruckt ist. Durch die gerasterte Erscheinung der Folie entsteht je nach Beobachtungswinkel ein körniger Effekt, der die Proben weniger brillant erscheinen lässt.

Um eine bessere Differenzierung der Goldtöne zu erreichen, werden die Nennungen aller drei Fragen summiert (Punkte der Fragen(1+2+3) für jeden Goldton).

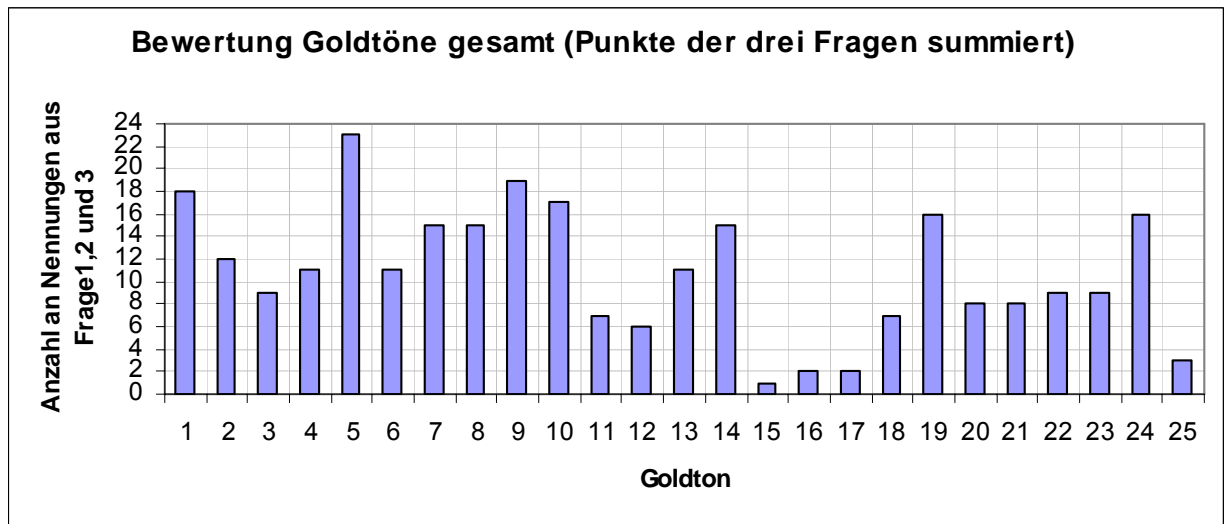


Abbildung 5.56 Gesamte Anzahl von Nennungen für die jeweiligen Goldtöne

Zehn Goldtöne, die in der Gesamtbetrachtung die höchste Punktzahl erreicht haben, werden für die Verwendung im Designer Guide vorgesehen. Diese sollen in den genannten CMYK- Werten und in Variation in Designer Guide vorgestellt werden.

Tabelle 5.18 Die Top10 der Goldtöne

Rang	Goldton	Erreichte Punktzahl	Rang	Goldton	Erreichte Punktzahl
1	5	23	6	24	16
2	9	19	7	7	15
3	1	18	8	8	15
4	10	17	9	14	15
5	19	16	10	2	12

Bei der Gold- Nr. 19, Rang 5, ist die Folie gerastert, daher wird diese Möglichkeit ebenfalls im Designer Guide bei den Goldtönen aufgezeigt.

Folgende Mischverhältnisse der Prozessfarben haben sich aus den „Top10 der Goldtöne“ kristallisiert:

C 0 - 5 % FD

M 10 – 30 % FD

Y 60 – 100 % FD

K 0 – 20 % FD

Notwendig für die Entstehung eines Goldtons sind Gelb- und Magenta-Anteile. Optional können Anteile von Schwarz oder Cyan beigemischt werden. Als besonders schön und edel wurden Töne mit einem Gelb – Anteil von 60 – 85 % FD empfunden. Bei den als brillant bezeichneten Tönen konnte kein Rückschluss auf die Brillanz getroffen werden.

5.5.5 Goldtöne für den Design-Guide

Die "Top 10" der Goldtöne werden im "Design Guide" verwendet. Ein Farbanteil wird dabei vertikal und horizontal variiert.

Im "Design Guide" werden auf vier Doppelseiten jeweils sechs Goldtöne dargestellt. Die Variation eines Grundgoldtons soll dem Betrachter die Möglichkeit geben, sich die Zwischentöne vorzustellen.

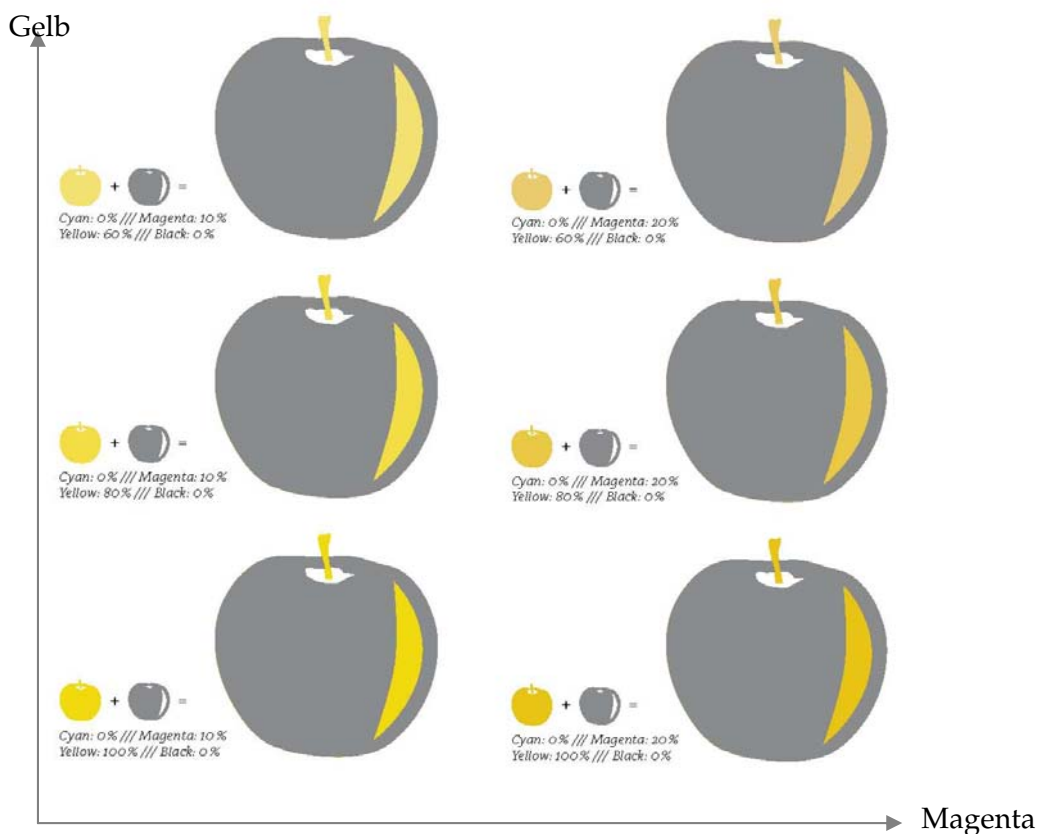


Abbildung 5.57 Darstellung der Goldtöne im Designer-Guide

Wie in der Abbildung 5.40 dargestellt wird horizontal die Flächendeckung einer Prozessfarbe verändert, z.B. Magenta um 10 % reduziert, und vertikal eine andere Prozessfarbe, z.B. Gelb in 20 % Abstufungen reduziert.

Tabelle 5.19 Goldtöne auf den Doppelseiten im Designer-Guide

Aufbau erste Doppelseite											
FD in %	Y	M	B	C	Folie	Y	M	B	C	Folie	
Y 100	↑	100	10	0	0	100	100	20	0	0	100
		80	10	0	0	100	80	20	0	0	100
Y 60		60	10	0	0	100	60	20	0	0	100
		M10 → M20									
Aufbau zweite Doppelseite											
FD in %	Y	M	B	C	Folie	Y	M	B	C	Folie	
M 30	↑	80	30	5	0	100	80	30	15	0	100
		80	20	5	0	100	80	20	15	0	100
M 10		80	10	5	0	100	80	10	15	0	100
		K 5 → K 15									
Aufbau dritte Doppelseite											
FD in %	Y	M	B	C	Folie	Y	M	B	C	Folie	
Y 85	↑	85	25	20	0	100	85	15	20	0	100
		75	25	20	0	100	75	15	20	0	100
Y 65		65	25	20	0	100	65	15	20	0	100
		M 25 → M 15									
Aufbau vierte Doppelseite											
FD in %	Y	M	B	C	Folie	Y	M	B	C	Folie	
Folie 80	↑	85	20	0	0	80	85	20	5	5	80
		85	20	0	0	90	85	20	5	5	90
Folie 100		85	20	0	0	100	85	20	5	5	100
		C 0, K 0 → C 5, K 5									

Die markierten Stellen in der Tabelle 5.11 präsentieren die Goldtöne aus den „Top10 der Goldtöne“ Die Goldtöne auf Rang 1-5 und 8-10 werden somit in den “Design Guide” aufgenommen.

6 Technik- & Design-Guide

6.1 Informationsmaterial „InlineFoiler Prindor“

Es sind bereits mehrere Produktbroschüren und Mustersammlungen vorhanden, die die Vorteile und Möglichkeiten des „*InlineFoiler Prindor*“ herausstellen. Diese wurden im Vorfeld analysiert um dann die Notwendigkeit einer weiteren Broschüre zu begründen.

- Informationsbroschüre „*InlineFoiler Prindor*“: Auf vier Seiten findet man hier Informationen zum Prinzip des Kaltfolientransfers, zur Qualität der Veredelung und zur Wirtschaftlichkeit.

Abbildung 6.1 Informationsbroschüre „*ROLAND InlineFoiler Prindor*“



- Broschüre „*MachBar*“: Diese Broschüre enthält Informationen zu den Produktvorteilen und Beispiele für Etiketten. Mehrere Etiketten sind auf Einzelblätter aufgeklebt, die jeweilige Anwendung wird auf einem semitransparentem Zwischenblatt erläutert. Mehrere Bedruckstoffe und Folien werden eingesetzt und somit die Möglichkeiten von Folienanwendungen als Vollfläche und Strich und Effekte beim Überdrucken von Folienflächen demonstriert. Eine Mustersammlung der vorgestellten Etiketten ist der Broschüre beigelegt.

Abbildung 6.2 Broschüre „*MachBar*“



- Mustersammlung des Grafik Centers: „*Veredelung macht den Unterschied*“. Auf einer einleitenden Seite wird kurz das Prinzip des Kaltfolientransfers dargestellt. Danach folgen auf 46 Seiten verschiedene Beispiele von Etiketten, Verpackungen, Grußkarten, Titelblättern und sonstigen Darstellungen. Eingesetzt wurde Etikettendruckpapier, Bilderdruckpapier und ein einseitig gestrichener Karton, veredelt wurde mit Silber- und Effektfolien. Diese Sammlung ermöglicht einen Überblick über Anwendungsgebiete. Eine klare Struktur ist nicht erkennbar, außer dem einleitenden Blatt werden die Druckmuster nicht kommentiert.



Abbildung 6.3 Mustersammlung „*Veredelung macht den Unterschied*“

- Mustersammlung des Grafik Centers: „Veredelung macht den Unterschied. Cover“:
Diese Mustersammlung vereint in einer Ringbindung verschiedene Titelblätter.
Zur Veranschaulichung ist die Folienapplikation des jeweiligen Titelblatts gesondert auf der drauffogenden Seite dargestellt. Die Mustersammlung ist folgendermaßen aufgebaut:
S.2 – 14 Bilderdruckpapier, Veredelung mit Silberfolie
S. 15- 27 Bilderdruckpapier, Veredelung mit Goldfolie
S. 28-30 Einseitig gestrichener Karton, Veredelung mit Silberfolie
S. 31-36 Einseitig gestrichener Karton, Veredelung mit Goldfolie
S. 37-43 einseitig gestrichener Naturkarton, Veredelung mit Silberfolie
S. 44 Funktionsprinzip des Kaltfolientransfer- Verfahrens
- Druckbogen: Mit Einverständnis des Kunden werden Druckbogen nach einer Kundendemo ausgelegt und können von Interessenten mitgenommen werden. Bei Testdrucken mit Kleber-, Folien oder Farblieferanten werden bei einem guten Druckergebnis und beidseitigem Einverständnis ebenfalls Drucke ausgelegt.



Abbildung 6.4 Mustersammlung „Veredelung macht den Unterschied. Cover.“

Alle fünf aufgezeigten Informationsquellen verschaffen einem Interessenten einen guten Überblick über die Vorteile und Möglichkeiten des „InlineFoiler Prindor“. Der „Technic & Design-Guide“ soll dem Anwendern und Unternehmen in der Entscheidungsphase eine Orientierung geben, er enthält nützliche Informationen für den Techniker und den Gestalter. Das Hauptziel ist es somit, neben der Vermittlung von Informationen, praxisnahe Empfehlungen auszusprechen sowie Beispiele und Möglichkeiten zu präsentieren.

6.2 Konzeption

6.2.1 Zielgruppen

Der Designer Guide soll hauptsächlich zwei Zielgruppen ansprechen:

- Druckereien, die bereits einen *„InlineFoiler Prindor“* erworben haben und die eine Investition planen. Diesen Kunden soll der *„Technic & Design Guide“* einen Überblick über die wichtigsten technischen Details, Vorteile und Nachteile des Moduls/Verfahrens sowie eine Lieferantenauswahl ermöglichen.
- „Designer“, z.B. Werbeagenturen, Vorstufenbetriebe etc., für die eine derartige Folienanwendung grundsätzlich interessant wäre und die einen Auftrag mit einer derartigen Veredelung planen. Für diese Kunden enthält der *„Designer Guide“* Gestaltungsmöglichkeiten und Empfehlungen zur Erstellung des Dokumentes sowie zur Formherstellung.

Beide Teile zusammen sollen eine Ergänzung zu den vorhandenen Informationsbroschüren beratstellen. Sie sollen einen Anreiz für neue Investitionen schaffen und Anwender den neuesten Stand vermitteln. Es ist ein praktisches Tool für die Druckerei, um den Kunden die Vorteile der Anwendung zu vermitteln. Ebenso kann z.B. eine Werbeagentur Ihren Kunden neue Möglichkeiten für eine Produktwertsteigerung aufzeigen.

Beide Teilbroschuren werden in einem Schuber angeboten

Da die MAN Roland Druckmaschinen AG ein global agierendes Unternehmen ist, werden die Inhalte zweisprachig in deutsch und englisch präsentiert.

6.2.2 Mitwirkung am Designer Guide

Die an der Erstellung des *„Technic & Design Guide“* beteiligten Partner und Personen werden im folgenden aufgeführt:

Konzeption/ Organisation: Olga Martin, Diplomandin der Hochschule der Medien,
Offenbach

Marketing: Andreas Brandt, MAN Roland Druckmaschinen AG,
Offenbach
Ingo Wölk, MAN Roland Druckmaschinen AG,
Offenbach

Technische Details: Michael Zinke, MAN Roland Druckmaschinen AG,
Offenbach

Qualität des Produktes:	Michael Müller, MAN Roland Druckmaschinen AG, Offenbach
Produktionsplanung- und Vorbereitung:	Oliver Murrmann, MAN Roland Druckmaschinen AG, Offenbach Stefan Engel, MAN Roland Druckmaschinen AG, Offenbach Rainer Seibel-Birkholz, MAN Roland Druckmaschinen AG, Offenbach
PrePress:	Ilka Döbert, MAN Roland Druckmaschinen AG, Offenbach Ernst Büche, MAN Roland Druckmaschinen AG, Offenbach Oliver Sommer, MAN Roland Druckmaschinen AG, Offenbach
Übersetzung ins Englische:	John A. Chapman
Gestaltung:	Stavros Papandreou, Herzblut Design-Bureau, Stuttgart
Weiterverarbeitung:	W.B. Druckerei, Hochheim WSD Stanzwerkzeuge für die Druckindustrie, Nordhorn.
Betreuung:	Prof. Rainer Läzer, Hochschule der Medien, Stuttgart Thomas Walther, MAN Roland Druckmaschinen AG, Offenbach

6.2.3 Inhalte

Die Inhalte sind in „*Designer Guide*“ (Inhalte für Gestaltung und PrePress), und den „*Technic-Guide*“ (Technische Details und Lieferanten) untergliedert.

6.2.3.1 Inhalte des „*Technic Guides*“: „*Silver Star*“

Der „*Technic Guide*“ soll dem „*Business-Innovator*“ eine Hilfestellung bieten, er erhält Informationen über die technischen Details des „*InlineFoiler Prindors*“, einsetzbare Materialien, Vorteile und Einschränkungen.

Struktur „Technic-Guide“:**1. Produkt und Markt:**

Einleitung und Überblick über die wichtigsten Vorteile des Inline-Kaltfolientransfers und Anreize für eine Investitionsentscheidung.

2. Veredelungsverfahren:

Vorstellung von gängigen Technologien zur Folienveredelung und deren Vor- und Nachteile.

3. Technologie:

Prinzip des Inline-Kaltfolientransfers mittels *„InlineFoiler Prindor“* mit überschaubarer Prinzipgrafik als Altarfalz in der Mitte der Broschüre. Es werden die Möglichkeiten von *„Multi-Reel“* und *„Single-Reel“* vorgestellt.

4. Technische Daten:

Abmessungen, Gewicht und Rüstzeiten zur Abschätzung des benötigten Raumes, der auftretenden Belastungen durch Gesamtgewicht (Druckmaschine, *„InlineFoiler Prindor“* - Modul) und erforderlichen zusätzliche Rüstzeiten.

5. Produktvorteile:

Vorteile des *„InlineFoiler Prindors“*. Hier werden die Vorteile gegenüber anderen Verfahren dargestellt.

6. Druckfarben:

Aus den im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Versuchen mit drei Druckfarben (UV-, konventionelle Offsetdruckfarbe und konventionelle Folienfarbe) und aus Erfahrungswerten des Graphic Centers sowie aus der durchgeführten *„Umfrage zum Stand der Technik“* wird zusammenfassend eine Empfehlung für den optimalen Druckfarbeneinsatz ausgesprochen.

7. Lackierung:

Einsetzbarer Lack und Vorteile bei Lackierung.

8. Weiterverarbeitung:

Empfehlungen, wann das veredelte Produkt weiterverarbeitet werden kann und worauf zu achten ist.

9. Einschränkungen:

Besonderheiten des Verfahrens, die als Einschränkungen des *„InlineFoiler Prindors“* im Vergleich zu anderen Folienapplikationsverfahren gesehen werden

10. Produktfunktionalität der Verfahren im Vergleich:

Gegenüberstellung der Verfahren nach dem Kriterium Funktionalität.

11. Lieferanten:

Empfohlene Lieferanten für Kleber und Folie

12. Impressum:

Nennung der mitwirkenden Personen an der Entstehung des Guides und Informationen zu Produktionsparametern.

6.2.3.2 Inhalt des Design-Guides: „Golden Delicious“

Der „Design-Guide“ beinhaltet die gestalterischen Möglichkeiten mit einem „InlineFoiler Prindor“ Modul und Empfehlungen zur Erstellung von Dokumenten und der Druckform. Der Schwerpunkt liegt auf der Erzielung von Goldtönen.

Struktur:

1. Trend:

Gründe für die Differenzierung am Markt durch Folienveredelung.

2. Designmöglichkeiten:

Überblick über die gestalterischen Möglichkeiten bei Verwendung des „InlineFoiler Prindors“.

3. Flächenelemente:

Veredelungsmöglichkeiten mit vollflächigen und gerasterten Folienelementen.

4. Strich- und Schriftelemente:

Darstellungsvarianten von Schriftelementen und Linien, positiv mit Silberfolie oder negativ in einer silbernen Fläche, und Angaben des jeweiligen Schriftgrades bzw. der Linienstärke.

5. Überdrucken von Folienfläche:

Empfehlungen für das Aufdrucken von Strichelementen und vollflächiger Überdruckung.

6. Gerasterte Folie überdrucken:

Die Folie muss nicht als Vollfläche appliziert werden, bei einer geeigneten Wahl der Rasterfeinheit kann die Folie aufgerastert und ebenfalls überdruckt werden. Mit der nicht-vollflächigen Darstellung der Folie ist ein Effekt erzielbar, der z.B. bei einem aluminiumbedampften Bedruckstoff nur eingeschränkt durch Überdruckung von Deckweiß möglich ist.

7. Feine Strichelemente überdrucken:

Durch die hervorragende Passgenauigkeit des Offsetdrucks können auch sehr feine Elemente, z.B. Linien oder Schriftzeichen, überdruckt werden. Vielfältige Effekte sind damit erzielbar.

8. Sicherheitsmerkmale:

Folienelemente sind bewährte Sicherheitselemente für verschiedene Produkte, z.B. Verpackungen oder Eintrittskarten, da sie schwer zu kopieren sind und daher Produktfälschungen entgegen wirken.

9. Faksimile:

Ein Faksimile ist eine möglichst originaltreue Kopie. Oft handelt es sich dabei um jahrhunderte alte Büchern, die Goldverzierungen aufweisen. Die Goldverzierungen können Alterungsspuren enthalten, die durch Überdruckung einer Gold- oder Silberfolie hervorragend nachgestellt werden können.

10. Goldeffekte auf Silberfolie:

Der Schwerpunkt des „*Design Guide*“ widmet sich der Erstellung von Goldtönen auf Silberfolie. Um einen Anhaltspunkt zu geben, mit welchen Anteilen von CMYK ein Goldton erzielbar ist, werden Töne mit den jeweiligen Angaben vorgestellt.

11. Anlegen eines Dokumentes: Dieser Abschnitt stellt dem Anwender das Anlegen eines Dokumentes mit Folienveredelung vor.

12. Belichtung der Kleberplatte: Dieses Kapitel enthält Tipps für die Druckformherstellung.

13. Bedruckstoff: Hier werden Bedruckstoffe, die für eine Veredelung mit dem „*InlineFoiler Prindor*“ geeignet sind, vorgestellt. Somit kann schon bei dem kreativen Prozess der Bedruckstoff berücksichtigt werden.

14. Impressum: Nennung der mitwirkenden Personen an der Entstehung des Guides und Informationen zu Produktionsparametern.

Sowohl der „*Technic Guide*“ als auch der „*Design-Guide*“ werden vierfarbig gedruckt. Neben der Folienveredelung wird die Umschlagsseite mit einer Stanzung versehen. Dadurch entsteht eine dritte Dimension, die die Wertigkeitsanmutung des Produktes erhöht. Der Schuber vereint die beiden Teile.

6.3 Durchführung

6.3.1 Materialauswahl

Der Inhalt des „*Technic & Design Guides*“ und der Schubser werden mit Silberfolie veredelt, für eine hochwertige Veredelung ist ein Bedruckstoff mit vorbehandelter und glatter Oberfläche wichtig. Nur so kann der Kleber eine ebene Fläche bilden und die Folie sich optimal vom Träger lösen. Die veredelten Stellen werden in der Druckmaschine und bei der Weiterverarbeitung mechanisch beansprucht. Um Kratzer zu vermeiden, wird ein Schutzlack verwendet, der für Schön- und Widerdruck geeignet ist. Glanzlacke gewährleisten nicht immer den benötigten Schutz.

Aufgrund der beschriebenen Kriterien wurde folgende Materialauswahl getroffen:

- **Bedruckstoff:**
Inhalt und Umschlag: Stora Enso „*LumiArt*“, 135 g/m²
(beidseitig gestrichenes Bilderdruckpapier)
Schuber: Schneidersöhne „*Crescendo*“, 240 g/m²
(weißer und holzfreier grafischer Chromo-Sulfat Karton, einseitig doppelt matt gestrichen.)
- **Druckfarben:**
Inhalt: „*Michael Huber Folienfarbe*“
(konventionelle Folienfarbe)
Schuber: „*printcom*“
(konventionelle Offsetdruckfarbe)
- **Lack: Inhalt und Schuber:** „*printcom*“
(Schutzlack (glanz), für Wendedruck)

6.3.2 Produktion

- **Druck des „*Technic- & Design Guides*“ und Stanzung der Umschlagsseiten:**
ROLAND 706 LTLV, eine sechsfarben- Druckmaschine im Mittelformat mit einem Lackwerk und verlängertem Ausleger
- **Weiterverarbeitung:** W.B. Druckerei GmbH, Hochheim
- **Auflage:** 3.000 Exemplare.

Folgende Produktionsschritte sind notwendig:

1. Druck Schubser
2. Druck Inhalt
3. Stanzung der Elemente der Umschlagseiten
4. Falzen, Zusammentragen, Rückstichheften und dreiseitiges Beschneiden der beiden Broschüren
5. Stanzung Schubser
6. Einlegen der beiden Broschüren in den Schubser

In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Schritte näher beschrieben.

6.3.2.1 Schubser

Die Konstruktion und das Layout des Schubers wurde von „Herzblut Design-Bureau“ vorgenommen und mit der MAN Roland Druckmaschinen AG abgestimmt.

Der Schubser hat eine Gesamtmaße von 49,4 cm x 25,4 cm, genauere Angaben siehe Anhang. Der Schubser wird bei der Weiterverarbeitung gestanzt. Die Platzierung der Nutzen auf dem Bogen wurde unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit beim Stanzen vorgenommen. Es wird ein Nutzen auf einem Bogen von 70 cm x 50 cm platziert.

Da der Schubser eine Identifikation mit dem Unternehmen und dem Produkt „InlineFoiler Prindor“ ermöglichen soll, wird der Schriftzug mit Silberfolie appliziert und der Hintergrund in der MAN-Hausfarbe angelegt.

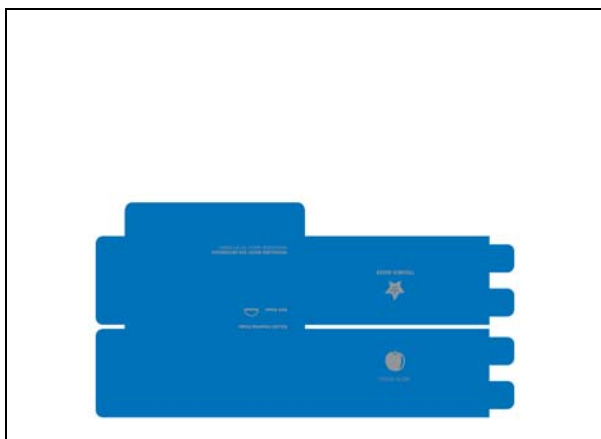


Abbildung 6.5 Druckbogen Schubser

Damit der Kleber vollständig trocknet, wird eine Trockenzeit von 48 Stunden vor der Weiterverarbeitung berücksichtigt.

6.3.2.2 „Technic & Design Guide“

Seitenumfang: jeweils 36 Seiten

Seitenformat: 10 cm x 21cm.

Um bei dem Layout der Seiten keine Einschränkungen zu verursachen, wird der Bogen beidseitig veredelt. Im *“Design Guide“* soll der Inhalt durch erklärende Darstellungen unterstützt werden. Er soll sich von anderen Produkten differenzieren, auffallen und Raum für eigene Ideen bieten.



Der *“Technik Guide“* wird nur auf der Umschlagsseite 1, Seite 3 und dem Innenteil des Altarfalzes veredelt.

Der Inhalt soll informativ sein und ist in der Veredelung daher eher zurückhaltend gestaltet. Der Altarfalz dient zur übersichtlichen Darstellung der Technologie des *“InlineFoiler Prindor“* und stellt einzelne Prozessschritte dar.

Abbildung 6.6 Magnetfolie zur Aufnahme der Stanzwerkzeuge [52]

Die Stanzung auf dem Umschlag wird in der Maschine mit „WSD“ Inline- Stanzwerkzeugen durchgeführt, die eine kostengünstige und schnell Produktion ermöglichen. „WSD Stanzwerkzeuge für die Druckindustrie“ entwickelt Systemlösungen, mit denen Weiterverarbeitungstechniken in die Druckmaschine integriert werden können und bieten Lösungen für Stanzen, Perforieren, Schneiden, Rillen oder Prägen in einem Arbeitsgang an.

Dabei wird eine auf Edelstahl kaschierte Magnetfolie in das Lack- oder Druckwerk eingespannt. Das benötigte Werkzeug kann auf dem magnetischen Träger platziert werden [52].



Abbildung 6.7 Stanzwerkzeuge für den Technic- und Design-Guide auf dem Magnettuch im Lackwerk

Sehr vorteilhaft ist dabei, dass für die Ausstanzung keine Prägeplatte in voller Bogenbreite und -höhe nötig ist. Das Stanzwerkzeug wird entsprechend der auszustanzenden Fläche angefertigt. Da die Stanzfläche für beide Guides kleiner als 9 cm² ist, sind die Kosten des Werkzeuges im Vergleich zu einer Stanzform im Format 70 cm x 100 cm deutlich gering. Ein Nachteil sind die produktionsbedingt benötigten Haltepunkte, da momentan keine Absaugung der ausgestanzten Teile möglich ist. Die Formen müssen nach dem Stanzprozess manuell heraus gebrochen werden, Haltepunkte bleiben nach dem Herausbrechen sichtbar.

Für die Folienveredelung, den vierfarbigen Druck des „*Technic & Design Guides*“ und die vollflächige Lackierung werden sechs Druckwerke und ein Lackwerk benötigt. Der Prozess der Stanzung muss daher in einem zusätzlichen Durchgang realisiert werden.

Mit der Roland 700 kann ein Bogen im minimalen Format von 50 cm x 70 cm und im maximalen Format von 74 cm x 104 cm bedruckt werden. Die ersten Umschlagsseiten sollen nahe der Anlagekante liegen, so dass nach zwei Druckdurchgängen bei der Inline-Prägung eine hohe Passgenauigkeit trotz möglichem Papierverzug gewährleistet werden kann.

Nutzenberechnung und Ausschießschema:

N_{ges} (Nutzen gesamt) gibt an, wie viele Blätter auf einem Bogen platziert werden. Die Zahl setzt sich aus N_{hor} (Nutzen horizontal) und N_{ver} (Nutzen vertikal) zusammen. S_{ges} ist die Seitenzahl, sie wird berechnet, indem N_{ges} mit zwei multipliziert wird.

Es werden im folgenden mögliche Ausschießschemata auf einem 70 cm x 100 cm Bogen berechnet. Das beschnittene Endformat des Produktes ist 10 cm x 21 cm. Der Bund soll bei einem hochwertigen gebundenem Produkt parallel zur Laufrichtung des Bedruckstoffs liegen.

a) N_{ver} = 70 cm / 10 cm = 7 Nutzen (Raum für Schneidemarken, 3 mm Beschnitt und Pas-skreuze) = 6 Nutzen

N_{hor} = 100 cm / 21cm = 4,76 = 4 Nutzen

N_{ges.} = N_{ver} * N_{hor} = 6*4 = 24 Nutzen

S_{ges} = N_{ges.} * 2 = 24 * 2 = 48 Seiten

→ 48 Seiten liegend. 36 Seiten für den „*Design Guide*“ (DG) und zwölf Seiten des „*Technic Guides*“ (TG) können auf einem 100 cm x 70 cm Bogen platziert werden. Somit müssten 24 Seiten des Technic-Guides auf einem zweiten Druckbogen untergebracht werden. Ein Bedruckstoff in Schmalbahn (SB) ist in diesem Fall einzusetzen.

DG	DG	DG	TG
DG	DG	DG	TG
DG	DG	DG	TG
DG	DG	DG	TG
DG	DG	DG	TG
DG	DG	DG	TG

Abbildung 6.8 Seitenanordnung liegend Druckbogen1

b) $N_{ver} = 70 \text{ cm} / 21 \text{ cm} = 3 \text{ Nutzen}$

$N_{hor} = 100 \text{ cm} / 10 \text{ cm} = 10$ (Raum für Schneidemarken, 3 mm Beschnitt und Passkreuze) = 9 Nutzen, jedoch ungünstig zum Falzen, deshalb 8 Nutzen

$N_{ges.} = N_{ver} * N_{hor} = 3 * 8 = 24$

$S_{ges} = N_{ges.} * 2 = 24 * 2 = 48 \text{ Seiten}$

→ 48 Seiten stehend, 36 Seiten für den „Designer-Guide“ und zwölf Seiten des „Technic Guides“ können auf einem 100 cm x 70 cm Bogen platziert werden. Somit müssten 24 Seiten des „Technic-Guides“ auf einem zweiten Druckbogen untergebracht werden. Ein Bedruckstoff in Breitbahn (BB) ist in diesem Fall zu wählen.

DG	DG	DG	DG	DG	DG	TG	TG
DG	DG	DG	DG	DG	DG	TG	TG
DG	DG	DG	DG	DG	DG	TG	TG

Abbildung 6.9 Seitenanordnung stehend Druckbogen1

Für den ersten Druckbogen wird eine Seitenanordnung mit liegenden Seiten und somit ein Bedruckstoff in SB gewählt.

Auf einem zweiten Druckbogen werden 24 Seiten des „Technic Guides“ platziert. Hierfür wird ein Bogenformat von 50 cm x 70 cm gewählt. In der Mitte des „Technic Guides“ soll ein Altarfalz entstehen, der eine erklärende Grafik mit Veredelung enthält.

a) $N_{ver} = 50 \text{ cm} / 10 \text{ cm} = 5 \text{ Nutzen}$ (Raum für Schneidemarken, 3 mm Beschnitt und Passkreuze) = 4 Nutzen

$N_{hor} = 70 \text{ cm} / 21 \text{ cm} = 3 \text{ Nutzen}$

$N_{ges.} = N_{ver} * N_{hor} = 4 * 3 = 12 \text{ Nutzen}$

$S_{ges} = N_{ges.} * 2 = 12 * 2 = 24 \text{ Seiten}$

TG	TG	TG
TG	TG	TG
TG	TG	TG
TG	TG	TG

Abbildung 6.10 Seitenanordnung liegend Druckbogen 2

b) $N_{ver} = 50 \text{ cm} / 21 \text{ cm} = 3 \text{ Nutzen}$

$N_{hor} = 70 \text{ cm} / 10 \text{ cm} = 7$ (Raum für Schneidemarken, 3mm Beschnitt und Passkreuze 6 Nutzen) = 6 Nutzen

$N_{ges.} = N_{ver} * N_{hor} = 3 * 6 = 12 \text{ Nutzen}$

$S_{ges} = N_{ges.} * 2 = 12 * 2 = 24 \text{ Seiten}$

→ die Anordnung mit stehenden Seiten ist etwas ungünstig, da der Altarfalz aus vier Nutzen, also aus acht zusammenhängenden Seiten, besteht. Es wird die Variante mit liegenden Seiten gewählt.

TG	TG	TG	TG	TG	TG
TG	TG	TG	TG	TG	TG

Abbildung 6.11 Seitenanordnung stehend Druckbogen 2

Beim „Designer Guide“ werden 3 x 12 Seiten gesammelt. Gefalzt wird im Taschenfalzprinzip, ein Zickzackfalz mit anschließendem Mittelbruch.

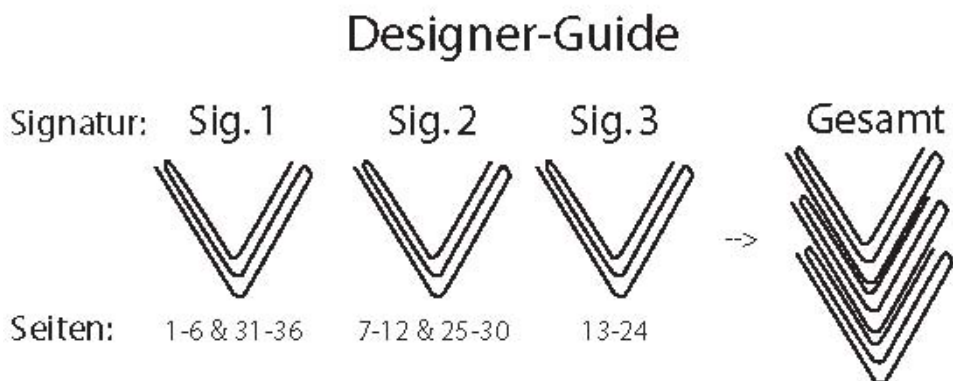


Abbildung 6.12 Gefalzte Signaturen „Design Guide“

Der „Technic Guide“ besteht dann aus einem 12-seitigen und drei 8-seitigen Falzbogen. Der Zwölf-Seiter als Zickzackfalz mit Mittelbruch, zwei acht-Seiter mit zwei Mittelbrüchen und einem Altarfalz.

Die Innenseite des Altarfalzes wird nicht nummeriert, daher sind 32 Seiten nummeriert. Die inneren und äußeren Seiten des Altarfalzes werden mit verkürzten Seitenbreiten angelegt, so dass beim dreiseitigen Beschnitt die Falzkante nicht aufgeschnitten wird und die eingeklappten Seiten keine Knicke durch minimale Passdifferenzen aufweisen.

-96mm-	-98mm-	-98mm-	-96mm-
--------	--------	--------	--------

Abbildung 6.13 Seitenformat Altarfalz

Um Platten zu sparen und die Maschine auszunutzen könnte die Form auch zum Umschlagen auf einen 100 cm x 70 cm Bogen platzieren werden. Da der Altarfalz jedoch eine Folienapplikation aufweist und eine beidseitige Applikation zusätzliche Wartezeiten erfordert, wird die Form nicht zum Umschlagen angelegt und daher auf einem Bogenformat von 70 cm x 50 cm platziert.

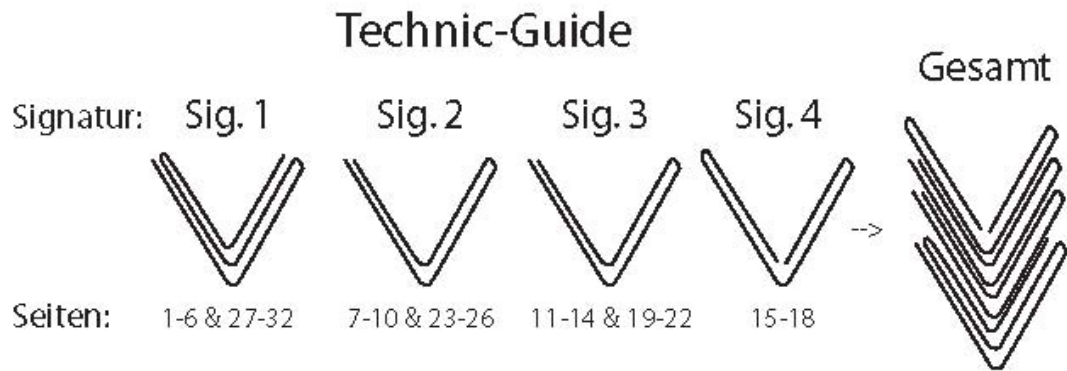


Abbildung 6.14 Gefalzte Signaturen „Technic Guide“

Das angelegte Ausschießschema ist in der Anlage zu finden.

Die Produktion wird in folgende Teilschritte unterteilt:

Produktion Bogen 100 cm x 70cm:

- Widerdruck mit Veredelung und Lackierung → Bogen werden 48 Stunden in einen klimatisierten Raum gestellt, bis die Druckfarben vollkommen getrocknet sind
- Schöndruckseite → Bogen werden 48 Stunden in einen klimatisierten Raum gestellt, bis die Druckfarben vollkommen getrocknet sind.
- Inline-Stanzung
- Weiterverarbeitung beim Buchbinder
- Fügen des „Technic & Design Guides“ in den Schubler

6.3.3 Qualitätskontrolle

Druckfarbe:

Die Michael Huber Folienfarbe erwies sich für die Folienoberfläche als geeignet. In vorherigen Tests wurde diese auf Farbhaftung als auch die Scheuerfestigkeit geprüft. Die VOLTöne der Druckfarbe liegen in ihren L*a*b*- Werten ebenfalls im Toleranzbereich nach PSO.

Lack:

Der Lack soll die kratzerempfindliche Folienoberfläche optimal schützen. Folgende Belastungen soll der Bogen aushalten: Schön- und Widerdruck in der Maschine, Inline-Stanzung, einen Durchgang durch den Falzapparat, Sammelstation, Rückstichheftung und dreiseitigen Beschnitt.



Abbildung 6.15 Folienveredelte Bögen gefalzt

Um die Eignung des Lacks zu testen, wurde die Rückseite der veredelte Bögen nach 48 Stunden Ruhezeit bedruckt. Anschließend wurden 60 Bogen beim Buchbinder gefalzt. Dabei sind 30 mit dem Schöndruck nach oben, 30 mit dem Widerdruck nach oben in die Falzmaschine eingelaufen.

Vereinzelt sind Kratzer in der lackierten Oberfläche vorzufinden, die Beschädigungen sind jedoch minimal und können vernachlässigt werden. Ein Aufbrechen der Farbe an den gefalteten Stellen wurde nicht beobachtet. Die Qualität des Produktes wurde nach einer Bewertung als gut eingestuft und für die Produktion freigegeben.

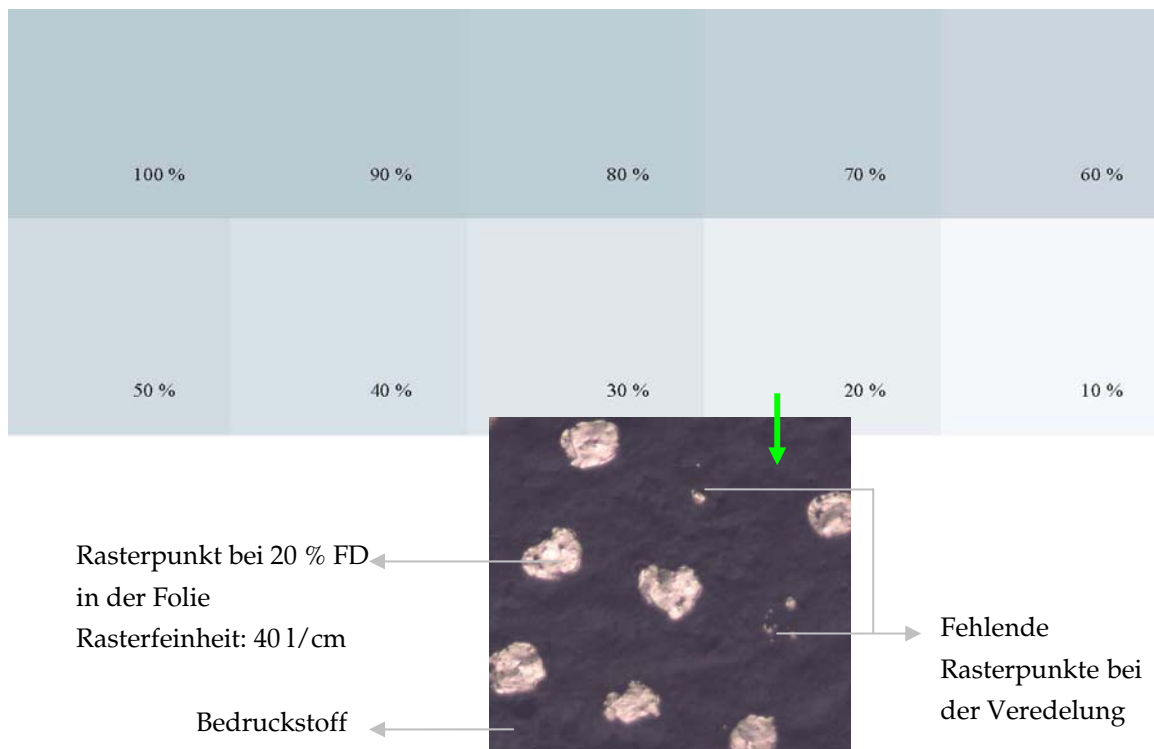
Rasterflächen mit InlineFoiler Prindor:

Abbildung 6.16 Testelement Rasterflächen mit Silberfolie

Ein sauberes Ablöseverhalten der Silberfolie und damit ein gleichmäßiges Raster lässt sich bei einer Rasterfeinheit von 40 l/cm bis zum 40 % Feld erzielen. Bei Felder, die mit einer kleineren Flächendeckung angelegt sind, können Abrisse und fehlende Rasterpunkte auftreten.

Feine Linien- und Strichelemente mit "InlineFoiler Prindor":

Um die Grenzen feiner Schrift- und Linienelemente zu bestimmen wurden acht verschiedene Schriftzüge von 10 pt bis 3 pt angelegt.

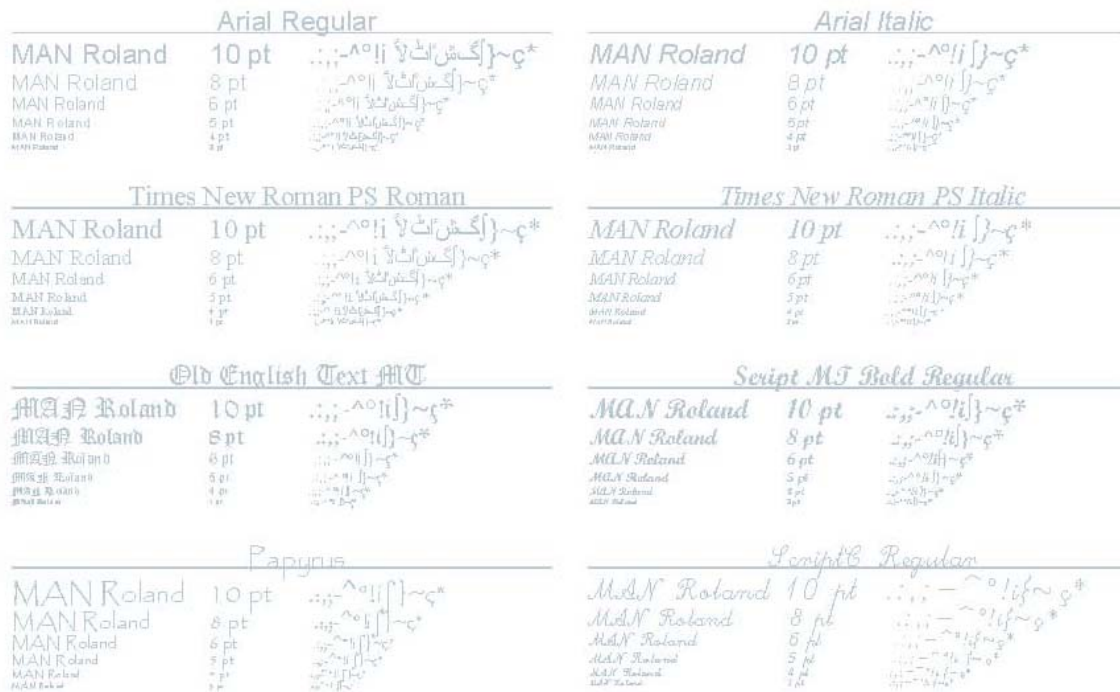


Abbildung 6.17 Schriftzüge (Auszug aus einer Testform)

Bei der Bewertung wurde die Randschärfe, die Lesbarkeit der Zeichen und die Geschlossenheit der Folienfläche bewertet. Die besten Ergebnisse lieferten serifenlose Schriften. Bei der Schrift „Arial Regular“ war die Qualität auch bei 3 pt hervorragend. Bei Serifenschriften, z.B. „Times New Roman PS Roman“ zeigte sich das Ablöseverhalten der Folie bis 5 pt gut, bei kleiner Mittelhöhe wurden die Serifen teilweise nicht mit Folie beschichtet. Ein Grund könnte die mangelnde Zügigkeit des Klebers bei dünnen Linien sein. Bei einer verspielten Schrift, wie z.B. „Papyrus“ sind daher Vortest zu empfehlen. Alle angelegten Schriftzüge wiesen bei 6 pt eine gute Lesbarkeit und ein gutes Ablöseverhalten auf.

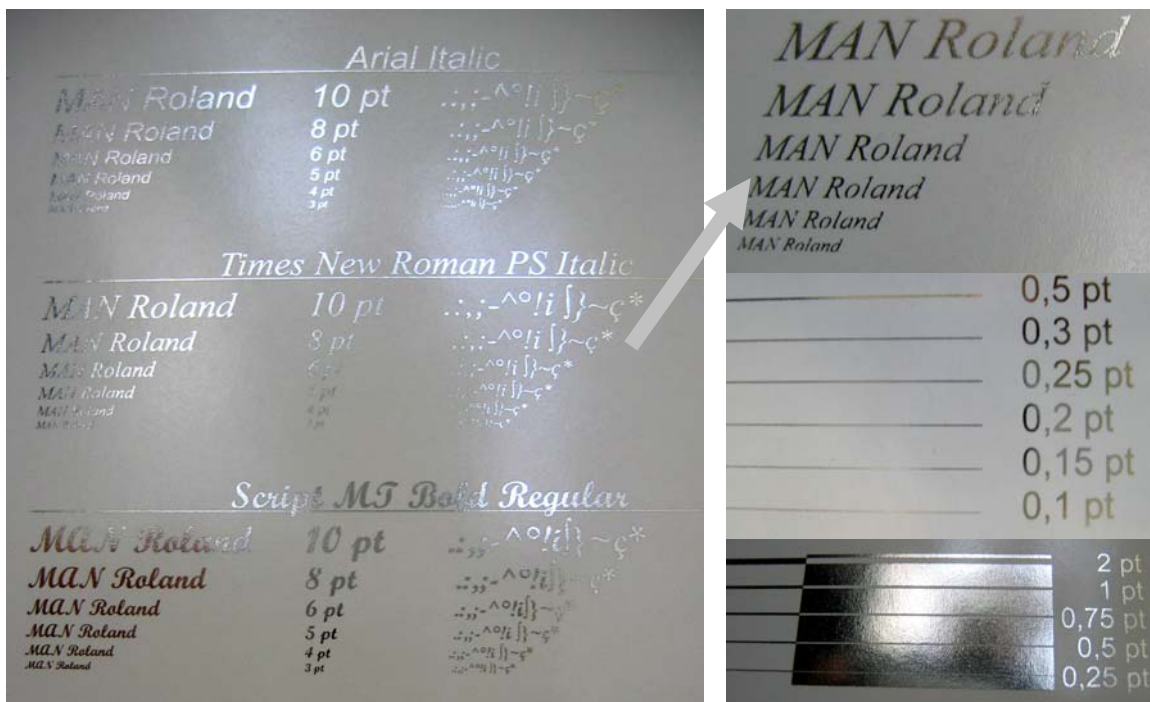


Abbildung 6.18 Schrift- und Linienelemente mit Silberfolie

Feine Linien sind ab 0,25 pt gut darstellbar. Bei dünneren Linien wird die Folie teilweise nicht optimal abgelöst. Bei negativen Linien ist die Linie teilweise nicht sichtbar.

Es können folgende Empfehlungen ausgesprochen werden:

Serifenlose Schrift ab 3 pt

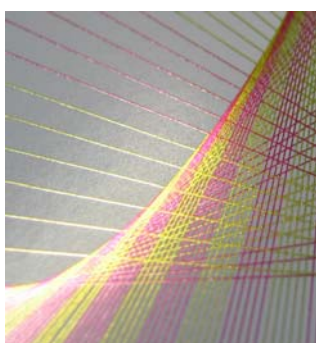
Serifenschrift ab 5 pt

Verspielte Schrift ab 6 pt

Linien ab 0,25 pt

Ein Test ist bei unbekanntem Parametern, wie z.B. Bedruckstoff, Kleber oder Schriftart, zu empfehlen.

Überdruckung feiner Linienelemente



Feine Linien bis zu 0,25 pt und Schriften bis 3 pt konnten mit guter Passqualität überdruckt werden. Somit können z.B. auch feine Schrift Elemente auf einer Silberfolie in einem Goldton dargestellt werden.

Abbildung 6.19 Feine Linien überdruckt mit 100% Flächendeckung in Gelb und Magenta.

ProzessStandard Offset

Der "ProzessStandard Offset" wurde beim Druck auf Papier eingehalten. Dabei wurden einerseits die optimalen Volltondichten ermittelt (Messwerte im Anhang) sowie die Tonwertzunahmen eingehalten.

C	Dichte 1,65	ΔE^*_{ab} (C1,65 zu Soll-Wert) = 1,05 unter günstigen Bedingungen sichtbar
M	Dichte 1,52	ΔE^*_{ab} (M1,52 zu Soll-Wert) = 1,67 unter günstigen Bedingungen sichtbar
Y	Dichte 1,35	ΔE^*_{ab} (Y1,35 zu Soll-Wert) = 3,51 Kleiner bis mittlerer Unterschied
K	Dichte 1,90	ΔE^*_{ab} (B1,90 zu Soll-Wert) = 3,29 Kleiner bis mittlerer Unterschied

Die Druckkennlinien wurden mehrmals angeglichen. Dabei traten Schwankungen in der Tonwertzunahme trotz Einhaltung der optimalen Dichten auf. Mögliche Gründe könnte eine veränderte Feuchtwasserführung, das Gummituch und sonstige Maschineneinstellungen sein.

Alle vier Prozessfarben sind nach der letzten Angleichung vor der Produktion nahezu im Toleranzbereich.

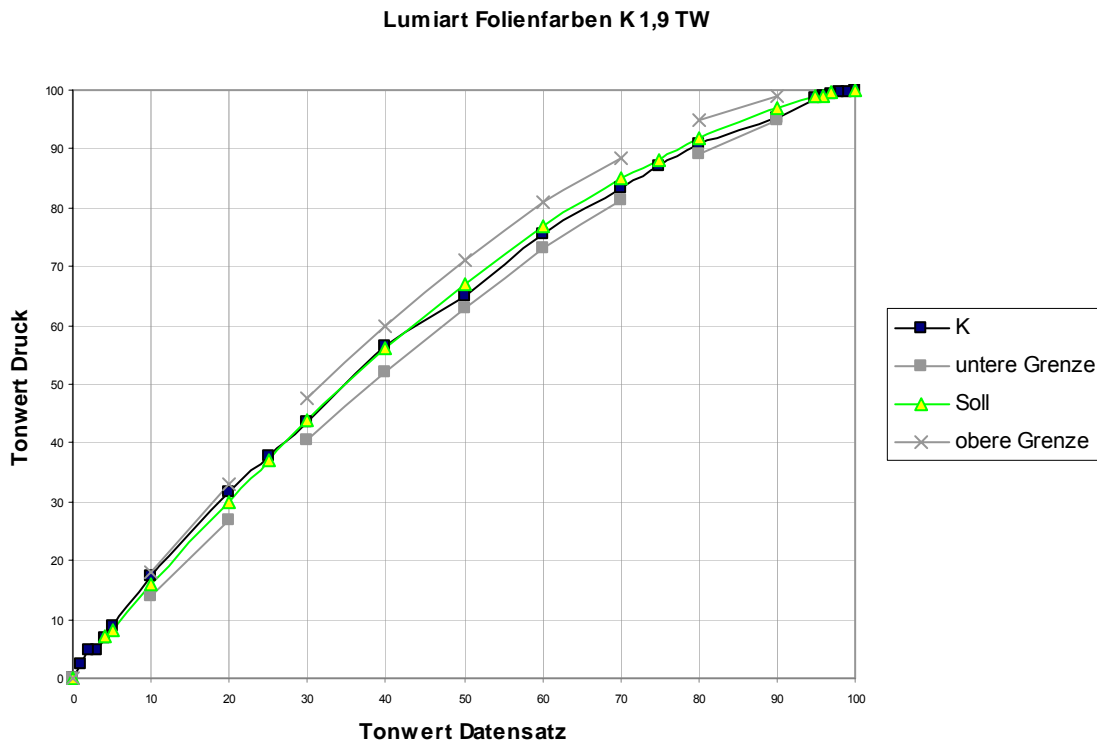


Abbildung 6.20 K, Platten mit Linearisierungskurve und angepasster Maschinenkennlinie belichtet

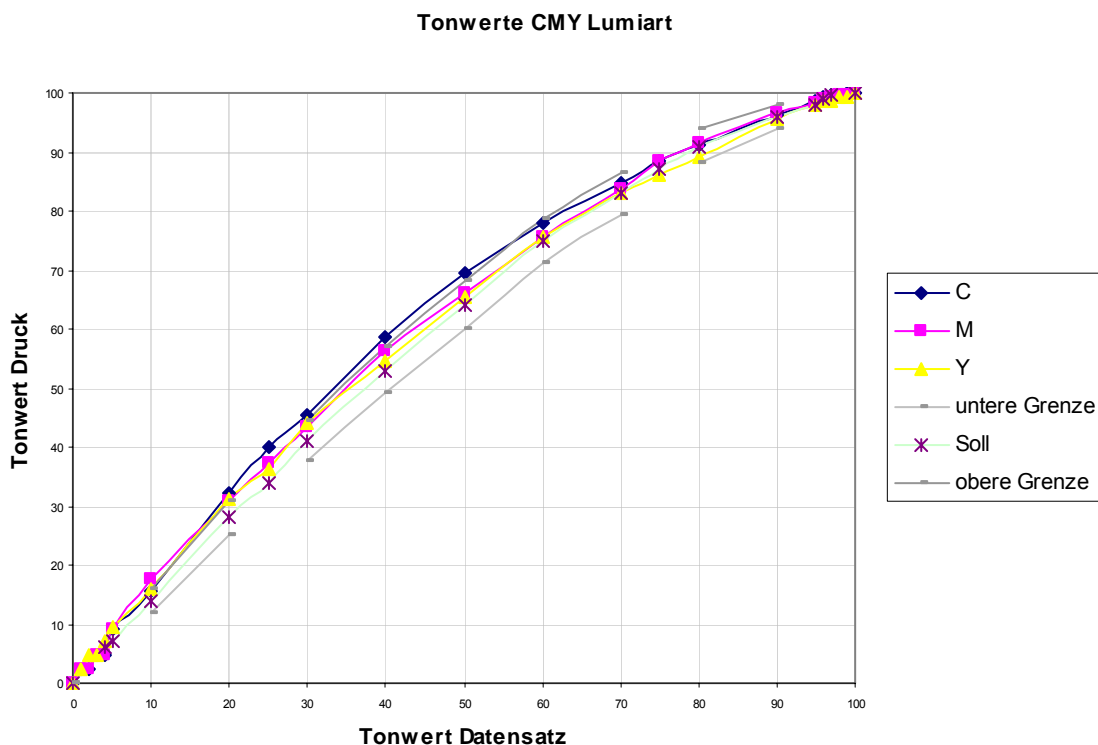


Abbildung 6.21 CMY, Platten mit Linearisierungskurve und angepasster Maschinenkennlinie belichtet

6.3.4 Fazit

Der „Technic & Design Guide“ stellt eine hervorragende Ergänzung zu den vorhandenen Informationsbroschüren zum „InlineFoiler Prindor“ dar. Übersichtlich und kurz werden die Möglichkeiten des Moduls dargestellt und Empfehlungen für die Praxis ausgesprochen. Sowohl in der Druckerei, als auch im PrePress -Unternehmen oder in einer Werbeagentur können die Broschüren zum Nachschlagen, als Ideensammlung oder Anleitung, verwendet werden. Sollten die Broschüren eine Fragestellung nicht beantworten können, kann der Anwender sich an die angegebenen Kontaktadressen wenden.

Das kompakte Format fällt auf und ermöglicht z.B. auch einen direkten Versandt in der vorgesehenen Schuber. Eine flexible Streuung an Kunden ist damit möglich.

Anmerkung:

Die genauen Inhalte und Darstellungen des „Technic & Design Guides“ können im beigelegten Produkt beurteilt werden.

7 Schlussbetrachtung

Im Rahmen der Diplomarbeit wurden Grundlagen der Farb- und Glanzmessung untersucht, um auf Basis dieser Erkenntnisse Strahlengänge an einer metallischen Oberfläche im Vergleich zur Papieroberfläche erklären zu können. Umfangreiche messtechnische Tests zeigten, dass für die Farbmessung eine in der Druckindustrie übliche $45^\circ/0^\circ$ oder $0^\circ/45^\circ$ Geometrie ungeeignet ist. Es wurden Ansätze für eine messtechnische Beurteilung auf einem metallischen Untergrund vorgeschlagen. Messungen mit einem Gonio-photometer ermöglichten eine umfassend Betrachtung der Glanzkurven. Eindeutige Unterschiede im Glanz verschiedener Substrate wurden zusammenfassend dargestellt.

Weiter wurde die Qualität der veredelten Bogen überprüft. Folgende Parameter sollten demnach aufeinander abgestimmt werden, um ein hochwertiges Ergebnis zu erzielen: Bedruckstoff, Kleber, Metallfolie, Druckfarbe und Lack.

Für die Bedruckung der Metalloberfläche können in der grafischen Industrie üblicherweise verwendete Rastertypen eingesetzt werden. Feine Raster von 120 l/cm oder FM-Raster reagieren empfindlicher auf Scheuerbelastungen als Raster von 60 l/cm, 70 l/cm und 80 l/cm. Wird die Folie nicht als Vollfläche, sondern gerastert appliziert, ist eine Rasterfeinheit bis 60 l/cm zu wählen.

Für die Inhalte des „*Technic & Designer Guide*“ wurden weitere Parameter untersucht. In Druckversuchen konnte festgestellt werden, dass feine Schriften schon ab 3 pt und Linien ab 0,25 pt darstellbar sind und sich in höchster Passgenauigkeit überdrucken lassen. Bei Verwendung eines Schutzlacks für Schön- und Widerdruck kann die Veredelung auf beide Seiten eines Bogens aufgebracht werden, ohne dass auf der veredelten Folienfläche Kratzer sichtbar sind.

Auf einer Silberfolie konnten Goldtöne durch vierfarbige Überdruckung erzielt werden. Mehrere Testpersonen bewerteten ausgewählte Töne. Gelb und Magenta sind die entscheidenden Prozessfarben für die Entstehung eines Goldtons auf einer Silberfolie. Im „*Designer Guide*“ wurden diejenigen Töne, die von den meisten Befragten als Goldtöne wahrgenommen wurden, dargestellt.

Eine Konzeption für den „*Technic & Designer Guide*“ wurde ausgearbeitet und umgesetzt. Die Entstehung des Guides wurde von der kreativen Phase bis zur Produktion begleitet und umgesetzt wird an Kunden und Vertriebspartner verteilt.

7.1 Nachwort

Für die hervorragende Unterstützung seitens der MAN Roland Druckmaschinen AG möchte ich mich herzlich bedanken. Ohne den technischen Rat von Michael Zinke, der Unterstützung seitens des „Graphic Centers“ (Gerhard Augsberg, Stephan Engel, Michael Müller, Oliver Murmann, Wilhelm Gräff, Rainer Seibel-Birkholtz, Ilka Doebert, Oliver Sommer und den Druckern an der Maschine) und des Marketings (Andreas Brandt, Ingo Wölk) wären die umfangreichen Testversuche und die Produktion des „*Technic & Design Guides*“ nicht möglich gewesen. In allen Phasen der Diplomarbeit konnte ich immer mit Rat und Unterstützung rechnen.

Bedanken möchte ich mich auch bei meinem Erstbetreuer, Prof. Rainer Lärer, der mich jederzeit unterstützte und einen Kontakt zu Stavros Papandreou herstellte, und meinem Zweitbetreuer, Herrn Thomas Walther, für die vielen Kontakte und Ideen und besonders für die hervorragende Unterstützung in schwierigen Phasen.

Für die Zusammenarbeit und hervorragende Gestaltung des „*Technic & Design Guides*“ danke ich Herrn Stavros Papandreou.

Für jegliche Unterstützung und Ideen möchte ich einen Dank an meine „*Diplomanden-Kollegen*“ Evgeny Kurmakaev, Andreas Lorenz, Constantin Schulz-Mons, Eva Paul, Markus Hösel und Eugen Enns aussprechen.

8 Weiteres Vorgehen

- Während der Produktion traten sowohl bei einer Anwendung mit konventionellen Folienfarben als auch mit einer UV-Farbserie an verschiedenen Druckterminen Schwankungen in der Tonwertzunahme auf. Obwohl nach einer Tonwertkorrektur die Tonwertzunahmen im Toleranzbereich lagen, wichen diese beim nächsten Drucktermin ab. Eine exakte Reproduzierung eines Druckbogens war nicht möglich, der *“ProzessStandard Offset”* konnte nicht durchgängig eingehalten werden. Um standardisiert zu drucken, müssten die im Unternehmen vorhandenen Prozesse analysiert werden. Sinnvoll wäre daher eine Erarbeitung und Umsetzung eines Optimierungskonzeptes, um Schwankungen im Produktionsprozess zu minimieren.
- Bei der Qualitätskontrolle der veredelten Bogen haben sich zwei Farben als ungeeignet für den Druck auf einer Silberfolie erwiesen. Im Graphic Center werden bereits ausgewählte Druckfarben und Lacke eingesetzt. Eine umfangreiche Erarbeitung geeigneter Kombinationen von Silberfolie, Druckfarbe und Lack würde eine Qualitätssteigerung ermöglichen. Dabei sind als Zielgrößen die Farbhaftung, die Scheuerfestigkeit mit und ohne Lack und der Glanz nach dem Lackauftrag anzusetzen.
- Die messtechnische Thematik wurde in dieser Diplomarbeit diskutiert. Weiterführende Untersuchungen zur Eignungen von Farb- und Glanzmessgeräten für das Messen auf metallischen Oberflächen sind sinnvoll. Dabei ist neben dem technischen Aspekt auch die Wirtschaftlichkeit zu beleuchten.
- Die Ermittlung der Tonwertzunahme eines gedruckten Rasterpunktes auf einer metallischen Oberfläche ist mit in der Druckindustrie üblichen Messverfahren derzeit nicht möglich. Weitere Versuche zur densitometrischen oder geometrischen Bestimmung des Tonwertes eines Rasterpunktes sind hilfreich, z.B. könnte gemeinsam mit Herstellern für Plattenmessgeräte eine geeignete Kalibration durchgeführt werden, in dem die digitale Aufnahme und Bildanalyse an die Oberfläche einer metallisierten Folie angeglichen wird.
- Vor dem eigentlichen Druckprozess wird oft ein farbverbindlicher Proof erstellt. Dies ermöglicht einerseits die frühzeitige Erkennung von Fehlern und andererseits die Bereitstellung einer Vorlage für den Auflagedruck. Für eine Folienapplikation mit Überdruckung gibt es derzeit keine Prooflösungen. Eine Studie zu möglichen Lösungen anhand bestehenden Technologien und der Nachfrage seitens Kunden an einer derartigen Technologie sind zu erstellen. Als nächster Schritt ist die Wirtschaftlichkeit verschiedener Prooflösungen zu untersuchen.

9 Glossar

<i>Altarfalz</i>	auch Fensterfalz genannt. Bei einem 6-seitigen Altarfalz werden die beiden äußeren Seiten nach innen gefalzt. Bei einem 8-seitigen Altarfalz werden ebenfalls die beiden äußeren Seiten nach innen gefalzt, zusätzlich wird nochmals in der Mitte gefalzt.
<i>BB</i>	Breitbahn. Kennzeichnung eines Druckbogens dessen kürzere Seite parallel zur Laufrichtung des Bedruckstofffasern liegt.
<i>Delta E</i>	Farbabstand ΔE zwischen zwei Farben bei spektralphotometrischer Messung. Z.B. die Differenz zweier $L^*a^*b^*$ -Werte: $\Delta E^*_{ab} = ((\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{0,5}$
<i>Faksimile</i>	Bezeichnung für eine originaltreue Wiedergabe, z.B. einer Handschrift oder eines Gemäldes
<i>Falzschema</i>	Grafische Darstellung der Falzfolge.
<i>Farbton</i>	Buntheit. Die charakteristische Eigenschaft, die eine bunte Farbe von einer unbunten Farbe unterscheidet.
<i>FD</i>	Flächendeckung in %
<i>FM-Rasterung</i>	Frequenzmodulierte Rasterung, die auf Stochastiken beruht.
<i>GCR</i>	Gray Component Replacement
<i>ISO</i>	International Organisation for Standardisation.
<i>Laufrichtung:</i>	Bezeichnung für die Produktionsrichtung, in der das Papier durch die Papiermaschine läuft. Dadurch ist sie in der Regel auch die bevorzugte Faserrichtung im Papier.
<i>Linearisierungskennlinie</i>	Eine Angleichung im CtP-Belichter, die eine lineare Übertragung vom digitalen Datensatz auf die Druckplatte sicherstellt.
<i>Maschinenkennlinie</i>	Eine Kennlinie, die im CtP –Belichter spezifisch für eine Druckmaschine, einen Bedruckstoff und eine Druckfarbe hinterlegt wird. Die gewünschten Tonwerte im Druckprozess können somit erreicht werden.
<i>Mittelbruch</i>	Ein Falz in der Mitte des Bogens oder Falzbogens.
<i>Multi Reel</i>	Bis zu fünf Rollen können im „ <i>InlineFoiler Prindor</i> “ Modul nebeneinander angebracht werden.
<i>PSO</i>	Prozess Standard Offset

<i>RIP</i>	Raster Image Processor
<i>Single Reel</i>	Eine Rolle kann im „ <i>InlineFoiler Prindor</i> “ Modul eingespannt werden.
<i>SS</i>	Schmalbahn. Kennzeichnung eines Druckbogens dessen längere Seite parallel zur Laufrichtung des Bedruckstoffs liegt.
<i>Taschenfalzprinzip</i>	Beim Taschenfalz läuft der Bogen in eine Falztasche ein, wird gestaucht und von den Falzwalzen gefalzt.
<i>UCR</i>	Under Color Removal (Unterfarbenentfernung). Ein reprotechnisches Verfahren bei der Herstellung von bunt aufgebauten Farbsätzen. In neutralen Farbtiefen und Dreivierteltönen werden dabei bunte Druckfarben reduziert, um Druckschwierigkeiten zu vermeiden.
<i>Zickzackfalz</i>	Auch Loporellofalz genannt. Parallelfalze, die nacheinander jeweils die Richtung wechseln.

10 Literaturverzeichnis

Skripte

- [1] Farbmesstechnik, Skript zur Vorlesung 11211, Prof. Dr.-Ing. Gerhard Schumm, 2002, Hochschule der Medien
- [2] Spezielle Weiterverarbeitung, Skript zur Vorlesung 15326 Spezielle Technologie, Prof. Nestler, 2006, Hochschule der Medien
- [3] Psychologie, Aufschrieb zur Vorlesung, Prof. Wüst, 2006

Diplomarbeiten

- [10] Diplomarbeit, Erstellung eines Vermarktungskonzeptes für den Roland InlineFoiler Prindor – ein Produkt der MAN Roland Druckmaschinen AG, Anne Hinkelmann
- [11] Diplomarbeit, Glanzmessung freier Lackfilme mit dem Goniophotometer (FC80), Jutta Reinhardt und Herbert Schöner, Fachhochschule für Druck Stuttgart, 1980

Normen

- [20] DIN 67530, Reflektometer als Hilfsmittel zur Glanzbeurteilung an ebenen Anstrich- und Kunststoff-Oberflächen
- [21] ASTM E 430, Glanzmessung von Hochglanzoberflächen mittels Goniophotometrie
- [22] DIN EN 14086, Bestimmung des Glanzes, Messung mit einem parallelen Strahl bei 45 °
- [23] EN ISO 8254, Bestimmung des Glanzes, Teil2: Messung mit einem parallelen Strahl bei 75 °
- [26] DIN 5033- Teil 1-9, Farbmessung
- [27] ASTM International E2194 Standard Practice for Multiangle Color Measurement of Metal-Flake Pigment Materials
- [28] DIN 6175 Farbtoleranzen für Automobillackierungen

Fogra Berichte/Fachartikel

- [30] Aluminiumbedampfte Papiere, Wolfgang Walenski
- [31] Visuelle und messtechnische Bewertung von Metalleffekten bei Drucken, Dr. Artur Rosenberg, FOGRA Forschungsbericht Nr. 52.029, München, März 2000
- [32] Densitometrie, Dr.-Ing. Harald Krzyminski, TECHKON GmbH
- [33] Untersuchungen von optischen Veränderungen an Drucken mit Metallpigmentfarben, Bronzierungen und metallisierten Prägefolien in der Buchherstellung und im Verpackungsdruck, Dipl. -Ing. (FH) Manfred Wimmer, FOGRA Forschungsbericht Nr. 73.003, München, Mai 1996

[34] Messtechnische und visuelle Beurteilung von Glanz bei Drucken, Dr. Ursula Schultz, Dipl.-Phys. Andreas Paul, FOGRA Forschungsbericht Nr. 5.023, München 1992

Bücher

[40] Licht und Beleuchtung, Theorie und Praxis der Lichttechnik, Hans-Jürgen Hentschel, 1972 Siemens Aktiengesellschaft, Berlin und München

[41] Farbmeterik in der Reproduktionstechnik und im Mehrfarbendruck, Schläpfer Kurt, 1993

[42] Technische Optik in der Praxis, Professor Dr. Gerd Litfin, 1997 Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York

[43] Druck & Medien Technik, Helmut Teschner, 2003, Fachschriftenverlag

[44] Prägefoliendruck, Verfahren, Technik und Gestaltung, Arbeitskreis Prägefoliendruck(Hrsg), 2005 Hüthing GmbH & Co. KG , Heidelberg

[45] Druckqualität, Grundlagen der Qualitätsbewertung im Offsetdruck, von Prof. Dr. – Ing. habil. Thomas Helbig unter Mitarbeit von Dr. –Ing. Rolf Bosse, 1993 Polygraph Verlag Frankfurt am Main

[46] Waypoints, Zukunftspotentiale der Druckindustrie, Gerd Finkbeiner, Bernd Jürgen Matt, Herausgegeben von der Senefelder Stiftung in Zusammenarbeit mit der Hochschule der Medien, Stuttgart und der MAN Roland Druckmaschinen AG, Offenbach. 2000

Internet

[50] www.konicaminolta.eu

[51] www.kurz.de

[52] www.wsd-stanzen.de

[53] www.grapho-metronic.com

[54] www.datacolor.com

[55] www.man-roland.de

[56] www.mhm.de

[57] www.eci.org

[58] www.gretagmacbeth.com

11 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen:

- Abb.2.1: Reflexion eines Lichtstrahls an der Grenzfläche
- Abb.2.2: Reflexion und Brechung eines Lichtstrahls
- Abb.2.3: Farbschichtdicke und Dichte, Quelle: www.grapho-metronic.com
- Abb.2.4: Grundprinzip eines Densitometers
- Abb.2.5: Punktzuwachs
- Abb.2.6: Lichtfang
- Abb.2.7: Reflexionsverhalten an einer Oberfläche
- Abb.2.8: Kenngrößen der Indikatrix, die für die Glanzbewertung herangezogen werden können. Beleuchtung unter 45°
- Abb.2.9: In der Norm DIN 67530 vorgeschriebene Geometrien, Quelle: www.iemb.de
- Abb.2.10: Prüfbau-Scheuertestgerät „Quarant“ und Spannschienen mit Gegenstücken
- Abb. 3.1: Reliefprägung, Quelle www.kurz.de
- Abb. 3.2: Flachprägung, Quelle www.kurz.de
- Abb. 3.3: Anwendungsbeispiele Heißfolienprägung, Quelle www.kurz.de
- Abb. 3.4: Druckprodukte (Auswertung Frage 1)
- Abb. 3.5: Einsatz der Veredelungsarten (Auswertung Frage 2) bezogen
- Abb. 3.6: Anwendung messtechnischer Methoden (Auswertung Frage 3)
- Abb. 3.7: Druckfarbeneinsatz beim Druck auf metallisierten Oberflächen (Auswertung Frage 4)
- Abb. 3.8: Lackeinsatz beim Druck auf metallisierten Oberflächen (Auswertung Frage 5)
- Abb. 4.1: Strahlengang bei einer aufkaschierten, bedruckten und lackierten Metallfolie
- Abb. 4.2: Prinzip Reflektometer
- Abb. 5.1: Testform 1
- Abb. 5.2: Gretag Macbeth, Messgeometrien mit Ringoptik
- Abb. 5.3: Remissionskurven gemessen mit „Spectrolino“
- Abb. 5.4: L*a*b* Werte gemessen mit Spectrolino
- Abb. 5.5: Messgeometrie CM-2600D

- Abb. 5.6: Einfluss vom Lackauftrag, gemessen mit „CM-2600D“ auf Silberfolie (Silber Kleber)
- Abb. 5.7: Einfluss vom Lackauftrag, gemessen mit „CM-2600D“ auf Silberfolie (Gold Kleber)
- Abb. 5.8: Einfluss vom Lackauftrag, gemessen mit „CM-2600D“ auf Goldfolie (Silber Kleber)
- Abb. 5.9: Einfluss vom Lackauftrag, gemessen mit „CM-2600D“ auf Goldfolie (Goldr Kleber)
- Abb. 5.10: Kleberauftrag, gemessen mit „CM-2600D“
- Abb. 5.11: Einfluss von der Farbigkeit des Klebers , gemessen mit „CM-2600D“ auf Silberfolie (ohneLack)
- Abb. 5.12: Einfluss von der Farbigkeit des Klebers , gemessen mit „CM-2600D“ auf Silberfolie (mit Glanzlack)
- Abb. 5.13: Einfluss von der Farbigkeit des Klebers , gemessen mit „CM-2600D“ auf Silberfolie (mit Mattlack)
- Abb. 5.14: Darstellung im a*b*-Diagramm mit Angaben des L*-Wertes, gemessen mit Glanzeinschluss
- Abb. 5.15: Darstellung im a*b*-Diagramm mit Angaben des L*-Wertes, gemessen ohne Glanzeinschluss
- Abb. 5.16: Messgeometrie CM-512m3
- Abb. 5.17: Kleberauftrag, gemessen mit „CM-512m3“
- Abb. 5.18: Einfluss vom Lackauftrag, gemessen mit „CM-512m3“ auf Silberfolie (Gold Kleber)
- Abb. 5.19: Einfluss vom Lackauftrag, gemessen mit „CM-512m3“ auf Goldfolie (Gold Kleber)
- Abb. 5.20: Beleuchtungs- und Messwinkel des MultiFX10
- Abb. 5.21: Vergleich Winkelangaben des Herstellers und nach DIN 6175-2
- Abb. 5.22: Remissionskurven des Silberklebers unter verschiedenen Geometrien, gemessen mit „MultiFX10“
- Abb. 5.23: Remissionskurven Goldfolie unter 65 °/50 °, gemessen mit „MultiFX10“
- Abb. 5.24: Glanzmessung auf Silber- und Goldfolie mit micro-tri-gloss
- Abb. 5.25: Goniophotometer GP2, Carl Zeiss
- Abb. 5.26: Glanzkurven der Silberfolien im Vergleich, Messungen mit GP2
- Abb. 5.27: Glanzkurven der Goldfolien im Vergleich, Messungen mit GP2

- Abb. 5.28: Testform SolidInking 70x100
- Abb. 5.29: Testform „InlineFoiler Tonwertstufen“
- Abb. 5.30: Gemessene Dichten auf der Testform SolidInking für die Parameter:
AM 901/cm, LumiArt, Druckfarbe: printcom
- Abb. 5.31: ΔE im Vollton der jeweiligen Dichtestufen für die Parameter:
AM 901/cm, LumiArt, Druckfarbe: printcom
- Abb. 5.32: Testelement der Rastertestform
- Abb. 5.33: Rastertestform
- Abb. 5.34: Scheuerfestigkeit verschiedener Raster bei der Werkstoffkombination
Bilderdruckpapier „LumiArt“, Huber Folienfarbe
- Abb. 5.35: Scheuerfestigkeit verschiedener Raster bei der Werkstoffkombination
Etikettendruckpapier „Niklakett Brilliant“, Folienfarbe
- Abb. 5.36: Scheuerfestigkeit Prozessfarben der Farbserie Huber Folienfarben
- Abb. 5.37: Scheuerfestigkeit verschiedener Raster bei der Werkstoffkombination
Niklakett, printcom
- Abb. 5.38: Scheuerfestigkeit der Prozessfarben „printcom“ untereinander
- Abb. 5.39: Fingernagelkratztest, Folienoberfläche bedruckt „printcom“ und
„CureInk-UV“
- Abb. 5.23: Scheuerfestigkeit mit Cure UV mit und ohne Lack, Belastung 500 Hübe
- Abb. 5.24: Scheuerfestigkeit der Huber Folienfarbe auf verschiedenen Metallfolien
mit Dispersionslack, Belastung 100 Hübe
- Abb. 5.25: Silberfolie glänzend, 100fache Vergrößerung
- Abb. 5.26: Rasterpunkt auf Lumiart, 40% Flächendeckung Magenta, 100x Vergrößerung
- Abb. 5.27: Beschädigung der Farbschicht nach einem Tesatest
- Abb. 5.28: Übereinanderdruck von Prozessfarben auf Silberfolie und Papier
- Abb. 5.29: Testform „erster Goldtest“
- Abb. 5.30: Empfinden von Gold abhängig von der FC Y
- Abb. 5.31: Testform „zweiter Goldtest“
- Abb. 5.32: Testform „dritter Goldtest“
- Abb. 5.33: Testform „dritter Goldtest“
- Abb. 5.34: Goldtestkarten: Goldtöne auf Silberfolie für die Umfrage zu Goldtönen
- Abb. 5.35: Umfrageutensilien für die Umfrage zu Goldtönen und zwei Teilnehmer
beim Bewerten

Abb. 5.36: Töne, die von den Testpersonen als Goldton empfunden wurden

Abb. 5.37: Goldtöne, die von den Testpersonen als edel und schön empfunden wurden

Abb. 5.38: Goldtöne, die von den Testpersonen als besonders brillant empfunden wurden

Abb. 5.39: Gesamte Anzahl von Nennungen für die jeweiligen Goldtöne

Abb. 5.40: Darstellung der Goldtöne im Designer-Guide

Abb. 6.1: Informationsbroschüre „*Roland InlineFoiler Prindor*“

Abb. 6.2: Broschüre „*MachBar*“

Abb. 6.3: Mustersammlung „*Veredelung macht den Unterschied*“

Abb. 6.4: Mustersammlung „*Veredelung macht den Unterschied. Cover*“

Abb. 6.5: Druckbogen Schuber

Abb. 6.6: Magnetfolie zur Aufnahme der Stanzwerkzeuge [52]

Abb. 6.7: Stanzwerkzeuge für den Technic- und Design-Guide auf dem Magnettuch im Lackwerk

Abb. 6.8: Seitenanordnung liegend Druckbogen 1

Abb. 6.9: Seitenanordnung stehend Druckbogen 1

Abb. 6.10: Seitenanordnung liegend Druckbogen 2

Abb. 6.11: Seitenanordnung stehend Druckbogen 2

Abb. 6.12: Gefaltzte Signaturen „*Design Guide*“

Abb. 6.13: Seitenformat Altarfalz

Abb. 6.14: Gefaltzte Signaturen „*Technic Guide*“

Abb. 6.15: Folienveredelte Bogen gefalzt

Abb. 6.16: Testelement Rastflächen mit Silberfolie

Abb. 6.17: Schriftzüge (Auszug aus einer Testform)

Abb. 6.17: Schrift- und Linienelemente mit Silberfolie

Abb. 6.19: Feine Linien überdruckt mit 100% Flächendeckung in Gelb und Magenta

Abb. 6.20: K, Platten mit Linearisierungskurve an angepasster Maschinenkennlinie belichtet

Abb. 6.21: CMY, Platten mit Linearisierungskurve an angepasster Maschinenkennlinie belichtet

Tabellen:

- Tabelle 2.1: Sollwerte für den Bedruckstoff
- Tabelle 2.2: L*a*b* Vorgaben für Prozessfarben und Sekundärfarben
- Tabelle 2.3: Anforderungen an Daten und Filme
- Tabelle 2.4: Soll- Tonwertzunahmen für den Auflagendruck
- Tabelle 3.1: Verfahrensvergleich
- Tabelle 3.2: Wichtigkeit zukünftiger Entwicklungen (Auswertung Frage 8)
- Tabelle 4.1: Literaturstudie zum Messen auf metallisierten Oberflächen
- Tabelle 5.1: Beleuchtungsstärke der Abmusterungsleuchte
- Tabelle 5.2: Versuch 1, verwendete Materialien
- Tabelle 5.3: Versuch 1, Versuchsmatrix
- Tabelle 5.4: Vergleich Messgeometrien ausgewählter Farbmessgeräte
- Tabelle 5.5: Vergleich Messgeometrien ausgewählter Glanzmessgeräte
- Tabelle 5.6: ΔE^*_{ab} bei farbmeterischer Messung mit CM-2600d, mit Glanzeinschluss
- Tabelle 5.7: ΔE^*_{ab} bei farbmeterischer Messung mit CM-2600d, ohne Glanzeinschluss
- Tabelle 5.8: Winkelangaben
- Tabelle 5.9: Einfluss des Lackauftrags, ΔE^*_{ab} unter verschiedenen Messgeometrien, gemessen mit „MultiFX10“
- Tabelle 5.10: Glanzkurven unter verschiedenen Beleuchtungswinkel, Messungen mit GP2
- Tabelle 5.11: Versuchsmatrix “Drucken nach PSO”
- Tabelle 5.12: Ermittelte Soll-Dichten
- Tabelle 5.13: Versuchsmatrix “Rastertest”
- Tabelle 5.14: Standarddichten nach PSO
- Tabelle 5.15: Versuchsmatrix „Rastertest“, Werkstoffkombinationen für die Auswertung
- Tabelle 5.16: Die Top10 der Goldtöne
- Tabelle 5.17: Goldtöne auf den Doppelseiten im Designer-Guide
- Tabelle 5.18: Rasterpunkte in 100x Vergrößerung, Huber Folienfarbe auf Silberfolie