

# Diplomarbeit im Studiengang Druck- und Medientechnologie

Erarbeitung eines firmeninternen Prüfstandards für Sieb- und Tampondruckfarben

Vorgelegt von: **Vivian Neubauer**

Matrikelnummer: 11537

Am: 14.05.2004

An der Fachhochschule Stuttgart – Hochschule der Medien

1. Prüfer: Prof. Dr. Ing. G. Hübner

2. Prüfer: Ing. (FH) Th. Enk

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Aufgabenstellung	5
1.2	Beschreibung der relevanten Druckverfahren Siebdruck und Tampondruck	6
1.3	Herstellung von Sieb- und Tampondruckfarben	10
2	Problembeschreibung, Analyse und Vorgehensweise zur Lösung der Aufgabe	12
2.1	Anlaß für die Ausarbeitung und Einführung eines hausinternen Prüfkatalogs	12
2.2	Anlaß für die Durchführung von Beständigkeitstests	13
2.3	Aufnahme der momentan verwendeten Methoden	14
2.4	Vorgehensweise zur Lösung der Aufgabe	14
3	Zusammenstellung und Beschreibung der Tests für den Prüfkatalog	16
3.1	Mechanische Beständigkeiten	18
3.1.1	Farbhaftung	19
3.1.1.1	Abriebfestigkeit	19
3.1.1.2	Blockfestigkeit und Blockfestigkeit unter Temperatur	20
3.1.1.3	Gitterschnitt-Tesafilm-Test	21
3.1.1.4	Haftung im Übereinanderdruck	22
3.1.1.5	Tesafilm-Haftung	22
3.1.2	Härte	23
3.1.2.1	Kratzfestigkeit	23
3.1.2.2	Ritzhärteprüfung mit dem Modell 291 v. Erichsen	23
3.1.3	Verformbarkeit / Flexibilität	24
3.1.3.1	Abkanten	24
3.1.3.2	Abzugsmessung	24
3.1.3.3	Dehnung	25
3.1.3.4	Knicktest / Biegetest	25
3.1.3.5	Prägen	25
3.1.3.6	Stanzen	26
3.1.3.7	Thermoforming von Kunststoffen (Tiefziehen)	26
3.1.3.8	Tilt-Messung und Klimakammerlagerung	26
3.2	Sonstige mechanische Beständigkeiten	27
3.2.1	Kanten-Rollneigung	27
3.2.2	Laminieren	27
3.2.3	Plakatierfähigkeit	27

3.3 Druckverhalten / Verarbeitungseigenschaften	27
3.3.1 Ergiebigkeit der Siebdruckfarbe	29
3.3.2 Farbabgabe vom Tampon	30
3.3.3 Farbaufbau und Fließverhalten der Farbe im Sieb	30
3.3.4 Eignung für geschlossenes Farbsystem	30
3.3.5 Detaildruckverhalten / Sieb- und Klischeeoffenhaltung und Wiederanlöseverhalten	31
3.3.6 Farbverlauf	31
3.3.7 Meßtechnische Bestimmung der Topfzeit	31
3.3.8 Verarbeitungszeit einer Zwei-Komponenten Farbe	32
3.4 Optische Eigenschaften einer Druckfarbe	33
3.4.1 Spezifische Messung des Deckvermögens	33
3.4.2 Spezifische Messung des Glanzgrades	36
3.5 Chemische Beständigkeiten /Echtheiten	37
3.5.1 Alkali-, Essigsäure-, Füllgut-, Milchsäure-, Handcreme-, Haushaltsreiniger-, Lösemittel-, Meerwasser-, Motoröl-, Paraffin / Wachs-, Salzsäure-, Schwefelsäure-, Schweiß-, Seifen-, Speisefett-, Speichel-, Waschmittel-, Wasser- und Zitronensäure-Echtheit	37
3.5.2 Eignung zur Verklebung	41
3.5.3 Klimakammer-Beständigkeit	41
3.5.4 Kondenswasser-Test	41
3.5.5 Natronlauge (2%-ig) – Echtheit	42
3.5.6 Rakel-Anlöseverhalten	42
3.5.7 Salzsprühnebel-Prüfungen	42
3.5.8 Schweißwassertest	42
3.5.9 Spülmaschinen-Echtheit	43
3.5.10 Wasserlagerungs-Echtheit	43
3.6 Physikalische Beständigkeiten bei Einwirkung von Chemikalien bzw. Klimata	43
3.6.1 Benzin-, Glasreiniger-, Haushaltsreiniger-, Scheuermilch-, Spiritus-, Testbenzin-, Ethanol-Beständigkeit	44
3.6.2 Waschbeständigkeit – (40, 50, 60, 95)°C	45
3.6.3 Licht- und Wetter-Echtheit	45
3.6.3.1 Kreidungsgrad	47
3.6.3.2 Blasengrad	47
3.6.4 Temperaturbeständigkeit	47
3.6.4.1 Autoklaven-Sterilisierbeständigkeit	48
3.6.4.2 Kältelagerung	48
3.6.4.3 Wärmelagerung	48

3.7 Sonstige Beobachtungen wie die Reinigungsfähigkeit und der Geruch der Farbe	49
4 Erstellung und Beschreibung des Individuellen Prüfplans der Prüfberichte und der Übersichtsmatrix zu den Testergebnissen	50
5 Zusammenfassung und Ausblick	54
6 Literaturverzeichnis	55
7 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	56

## Anhang A

- I. Individueller Prüfplan für Neuentwicklungen und bestehende Farbsorten
- II. Prüfkatalog für die Durchführung der Druckfarbentests

## Anhang B (befindet sich auf CD-ROM)

- I. Hauptteil der Diplomarbeit
- II. Individuelle Prüfpläne für Neuentwicklungen und bestehende Farbsorten
- III. Prüfkatalog für die Durchführung der Druckfarbentests
- IV. Prüfberichte für die Tests
- V. Übersichtsmatrix aller Farbsorten
- VI. Übersichtsmatrix der Farbsorte Marastar SR (1 komponentig)

# 1 Einleitung

## 1.1 Aufgabenstellung

Das Ziel der Diplomarbeit ist es, einen eigenen Hausstandard für die chemischen und mechanischen Prüfungen der Druckfarben der Marabuwerke zu entwickeln.

Dieser Prüfkatalog soll die Durchführung der Versuche beschreiben und die dafür benötigten Geräte, Prüfmittel und Bedruckstoffe aufzeigen. Unter anderem sollen vorhandene Normen evaluiert und bei Bedarf an die Erfordernisse von Marabu durch die Entwicklung einer Hausnorm angepaßt werden. Dabei ist großer Wert auf die Praxistauglichkeit des zu erarbeitenden Regelwerkes zu legen.

Dieser Prüfkatalog soll nach Abschluß der Diplomarbeit die Basis für alle weiteren Tests und Entwicklungen in den Marabuwerken darstellen, so daß standardisierte und wiederholbare Testergebnisse erzielt werden können und diese gegebenenfalls Einzug in die technischen Datenblätter der einzelnen Druckfarben finden werden.

Nach Ausarbeitung des Prüfstandards soll eine praktische Umsetzung ausgewählter Tests an einer repräsentativen Farbsorte (Marastar SR 1-komponentig) durchgeführt werden. Damit soll die praktische Durchführbarkeit der Tests ermittelt werden.

Um die Testergebnisse zu dokumentieren und vergleichbar zu machen, sollen je Test individuelle Prüfberichte ausgearbeitet werden, die in eine zu erarbeitende Übersichtsmatrix einzuspeisen sind. Die Einspeisung in die entsprechenden Matrizen soll exemplarisch an der Farbsorte Marastar SR erfolgen. Diese Matrix soll dann nach Abschluß der Arbeit als Grundlage zur Dokumentation und Weiterentwicklung der Prüfverfahren und Testergebnisse für die einzelnen Farbsorten in den Marabuwerken dienen.

## 1.2 Beschreibung der relevanten Druckverfahren Siebdruck und Tampondruck

Jedes Druckverfahren hat besondere Anforderungen an bestimmte Eigenschaften wie z.B. die Fließfähigkeit, das Trocknungsverhalten und die Verarbeitungszeit der zu verarbeitenden Druckfarbe. Das Verständnis der wesentlichen Vorgänge beim Druckvorgang legt die Grundlagen für die Anforderungen an eine Druckfarbe und die daraus resultierenden speziellen Prüfanforderungen für diese.

### Siebdruck

Der Siebdruck, auch Durchdruck genannt, gilt als eines der vier Hauptdruckverfahren. Die Druckform im Siebdruck besteht aus einem feinmaschigen Gewebe, welches auf einen Aluminiumrahmen aufgespannt ist. Dieses Gewebe enthält farbdurchlässige und farbundurchlässige Bildstellen. Durch diese farbdurchlässigen Gewebepartien wird mit Hilfe einer Siebdruckrakel die Siebdruckfarbe auf

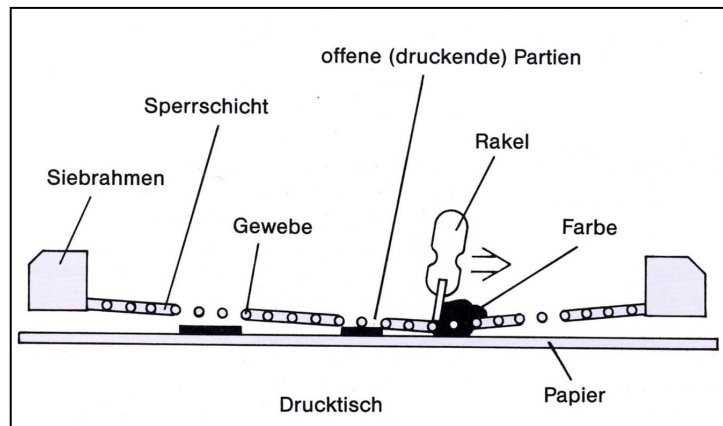


Abbildung 1: Prinzip des Siebdrucks am Beispiel des Flachbettendrucks aus Rombold, [1], S. 10

den Bedruckstoff übertragen. Bei den klassischen Druckverfahren wie dem Hoch-, Tief- und Flachdruck werden die Bildelemente mit der Druckfarbe eingefärbt und anschließend mit einem bestimmten Anpreßdruck auf den Bedruckstoff übertragen.

Die Siebdruckform kann flach, zylindrisch oder der Geometrie eines zu bedruckenden Körpers angepaßt sein. Dadurch ist eine sehr große Vielfalt bei den zu bedruckenden Objektformen und verarbeitbaren Farben und Pasten gegeben.

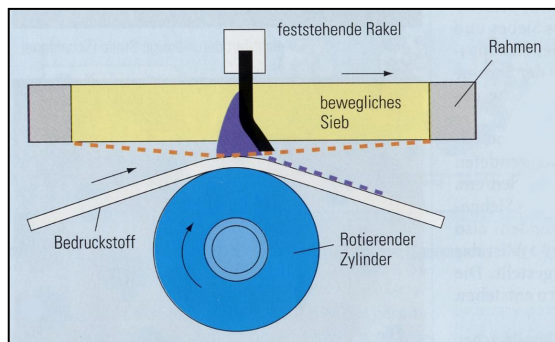
Man unterscheidet im Siebdruck zwischen vier unterschiedlichen Druckprinzipien:

#### *Druckprinzip flach – flach (Flachbettdruck)*

Dieses Prinzip ist dadurch gekennzeichnet, daß die Druckform und der Bedruckstoff ebene Flächen sind. Die Druckfarbe wird hier mit einer Rakelbewegung durch die offenen Gewebestellen auf den Bedruckstoff übertragen (Siehe Abb.1).

*Druckprinzip flach – rund (Flachformzylinderdruck)*

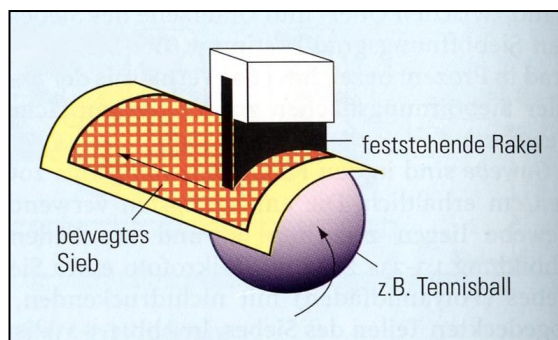
Bei diesem Prinzip ist die Druckform eben und der Druck auf den Bedruckstoff erfolgt über einen rotierenden Zylinder. Die Druckfarbe wird von einer stillstehenden Rakel durch die offenen Bildstellen auf den Bedruckstoff übertragen, während sich die Druckform und der Druckzylinder synchron in eine Richtung bewegen (vgl. Kipphan, [2], S. 57).



**Abbildung 2: Flachformzylinderdruck aus Kipphan, [2], S. 58**

*Druckprinzip flach – rund (Körperdruck)*

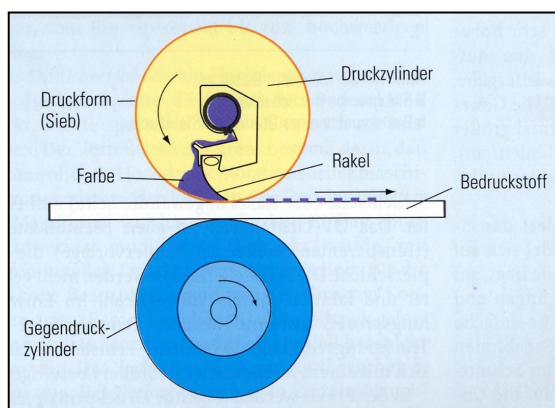
Hier sind die Druckform und die Rakel der Form des Bedruckstoffes angepaßt. Die Farbe wird wie beim Flachformzylinderdruck übertragen (vgl. Kipphan, [2], S. 59).



**Abbildung 3: Körperdruck aus Kipphan, [2], S. 58**

*Druckprinzip rund – rund (Rotationsdruck)*

Beim Rotationsdruck ist die Druckform zylindrisch und der Bedruckstoff, welcher mit Hilfe eines Gegendruckzylinders gegen das Sieb gepreßt wird, ist flach. Die Druckform, der Bedruckstoff als auch der Gegendruckzylinder bewegen sich synchron in eine Richtung. Die innerhalb der Druckform stillstehende Rakel wird regelmäßig mit Druckfarbe versorgt und überträgt diese durch die offenen Gewebepartien auf den Bedruckstoff (vgl. Kipphan, [2], S. 59).



**Abbildung 4: Rotationsdruck aus Kipphan, [2], S. 58**

Eine Druckfarbe für das Siebdruckverfahren sollte so beschaffen sein, daß die Farbe die Maschen des Siebgewebes nicht verstopft und dieses gleichmäßig bei der Überstreichbewegung des Rakels durchdringt. Dazu ist eine gewisse Fließfähigkeit der Farbe von Nöten. Die Farbe soll mit dem zu bedruckenden Stoff rasch eine feste Bindung eingehen, das Siebmaterial hingegen möglichst nicht benetzen. Sobald die Farbe sich auf dem Werkstück befindet, ist meist eine gleichmäßige und zügige Trocknung der Farbschicht gewünscht. Während der Trocknung soll die Farbe durch eine Vernetzung der Bindemittel außerdem die geforderten Eigenschaften hinsichtlich Oberflächenhärte, dauerhafter Verbindung mit dem Bedruckstoff sowie geforderten Glanz- und Oberflächeneigenschaften ausbilden.

Der Siebdruck wird gleichermaßen handwerklich, gewerblich und industriell genutzt. Das Siebdruckverfahren zeichnet sich insbesondere dadurch aus, daß nahezu alle Werkstoffarten und Werkstoffkörperformen bedruckt werden können sowie ein sehr starker Farbschichtauftrag (12µm und mehr) möglich ist.

Die Schwerpunkte des Siebdrucks liegen in der Werbung und Verkaufsförderung, in der Elektronik-, Glas-, Keramik- und Textilindustrie.

### Tampondruck

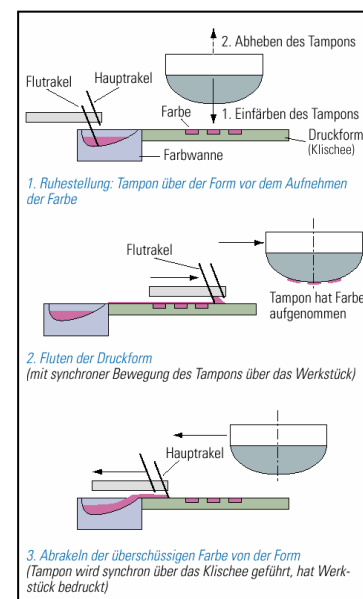
Der Tampondruck, auch als indirekter Tiefdruck bezeichnet, dient zur Bedruckung von Körpern in fast beliebiger Form und Material. Die Druckform ist im Tampondruck eine geätzte Stahl- oder ausgewaschene Fotopolymerplatte. Wie bei der Tiefdruckform liegen die druckenden Bildelemente vertieft in der nicht druckenden Oberfläche.

Im Tampondruck unterscheidet man zwischen offenen und geschlossenen Systemen.

#### *Offene Systeme:*

Bei den offenen Systemen befindet sich die Farbwanne direkt hinter dem Klischee. Bei dem Druckvorgang, wird das Klischee zunächst von einer Flutrakel mit Farbe überschwemmt und anschließend mit einem Messer (Rakel) abgezogen, so daß die restliche Druckfarbe in den Vertiefungen verbleibt.

Beim regulären Tiefdruck würde die Farbe nun direkt auf den Bedruckstoff übertragen werden. Im Tampondruck jedoch erfolgt der Farbübertrag aus den Vertiefungen mit Hilfe eines weich elastischen Tampons, aus diesem Grund wird der Tampondruck auch indirekter Tiefdruck genannt.



**Abbildung 5: Offenes System aus Kipphan, [2], S. 459**



### Geschlossene Systeme:

Bei den geschlossenen Systemen kommt ein mit einer Präzisionskante aus Hartmetall oder Keramik versehener Farbtopf zum Einsatz, in welchen die Druckfarbe eingefüllt wird. Dieser Farb-/Rakeltopf vereinigt die Aufgaben von Farbwanne, Rakel und Flutrakel.

Das Klischee ist bei diesen Systemen etwas größer, als bei den offenen Systemen. Der Topf muß einerseits beim Einfärben über das Druckbild geschoben werden können und andererseits auf dem nichtgravierten Teil der Druckform stehen, solange der Tampon die Farbe aus den Vertiefungen aufnimmt. Der Vorteil der geschlossenen Systeme gegenüber den offenen Systemen ist z.B. die geringe Lösemittelverdunstung und Geruchsbelästigung am Arbeitsplatz als auch eine höhere Produktionssicherheit über einen längeren Zeitraum, da die Farbe nicht mehr eintrocknen kann (vgl. Kipphan, [2], S. 458).

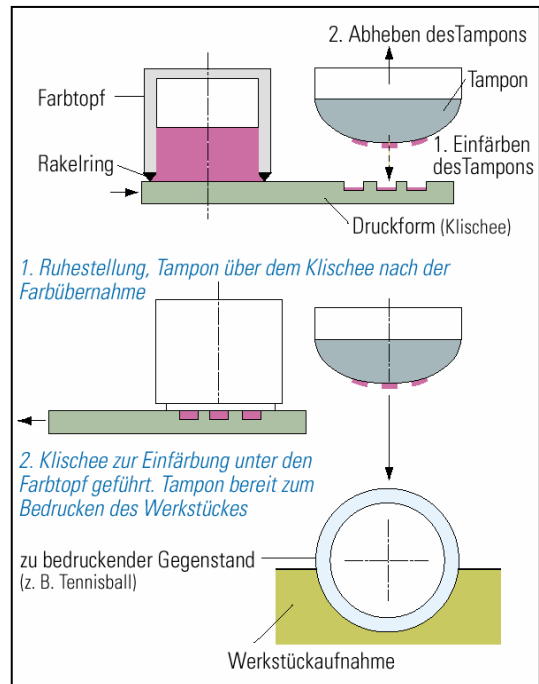


Abbildung 6: Geschlossenes System aus Kipphan, [2], S. 460

Die Farbe im Tampondruck muß so beschaffen sein, daß sie trotz des silikonhaltigen und damit tendenziell nicht leicht benetzbaren Tamponmaterials auf dessen Oberfläche haften bleibt. Während des Vorgangs der Farbaufnahme vom Klischee und dem Vorgang der Farbabgabe auf den Bedruckstoff, verdunstet das Lösemittel der Farbe an dessen Oberfläche. Somit wird die am Tampon haftende Farbe an ihrer Oberfläche „klebriger“ und kann am Bedruckstoff haften. Für einen restlosen Farbübertrag von nahezu 100% sorgt das im Tampon befindliche Silikonöl (vgl. Kipphan, [2], S. 458).

Unter anderem sollte eine Tampondruckfarbe eine einfache Verarbeitung ermöglichen, eine lange Topfzeit im Farbbecken aufweisen, leicht zu reinigen sein und die Haftung auf allen Teilen und Materialien sollte möglichst ohne Vor- oder Nachbehandlung möglich sein.

Die Anwendungsgebiete des Tampondruckverfahrens sind so umfangreich, daß man geradezu täglich mit tamponbedruckten Gegenständen konfrontiert wird. Typische Einsatzgebiete des Tampondrucks sind Werbeartikel wie z.B. Schreibgeräte, Feuerzeuge, Spielwaren sowie Gehäuse, Schalter, Tasten, Hebel und Knöpfe in der Automobil- und Elektroindustrie.

### 1.3 Herstellung von Sieb- und Tampondruckfarben

Das Siebdruck- und Tampondruckverfahren gehört zu den vielseitigsten Druckverfahren hinsichtlich ihrer breiten Anwendungspalette, welche sich insbesondere in der Vielfalt der Bedruckstoffe widerspiegelt. Mögliche Bedruckstoffe sind neben Papier und Karton auch Glas, Metall, Kunststoffe, Textilien sowie viele andere.

Aufgrund der vielfältigen Auswahl an Bedruckstoffen gibt es auch eine sehr große Farbsortenauswahl. Diese ist auf die jeweiligen chemischen und physikalischen Eigenschaften der Bedruckstoffe, den gewünschten Trocknungsmöglichkeiten und die geforderten Beständigkeitseigenschaften und Verformbarkeitseigenschaften abgestimmt.

Die Eigenschaften der Farbe werden im wesentlichen durch die verwendeten Zusätze und den Herstellungsprozeß bestimmt. Aus der Vielzahl von Druckfarben wird hier exemplarisch die Zusammensetzung einer Lösemittelfarbe stellvertretend für die anderen Sieb- und Tampondruckfarben beschrieben.

Lösemittelfarben enthalten im wesentlichen folgende Bestandteile:

#### *Pigmente oder Farbstoffe:*

Die Pigmente bilden die farbgebenden Bestandteile einer Druckfarbe. Sie beeinflussen im wesentlichen das Deckvermögen, die Farbintensität, das Füllvermögen, die Witterungsbeständigkeit und teilweise den Glanzgrad (vgl. van Duppen, [3], S. 75).

#### *Bindemittel (Harze und Lösemittel):*

Die Bindemittel sind die Basis einer Druckfarbe. Sie verbinden die Pigmente unter sich und verankern diese auf dem Bedruckstoff. Unter anderem bestimmen die Bindemittel spätere Eigenschaften des Farbfilms, wie z.B. die Farbhaftung auf dem Bedruckstoff, den Glanzgrad, die Flexibilität, die Beständigkeitseigenschaften gegen Chemikalien und Witterungseinflüsse sowie die Trocknungsart (vgl. Scheer [4], S. 163).

#### *Lösemittel bzw. Wasser:*

Die Lösemittel haben die Aufgabe, die Harze des Bindemittels zu lösen, um so die Farbe verdruckbar zu machen. Beim Trocknen verdunstet das Lösemittel aus der Druckfarbe und ein fester trockener Farbfilm entsteht (vgl. Rombold [1], S. 130 f.). Die Art des Lösemittels und die Geschwindigkeit der Verdunstung wirken sich auch auf die Art und den Grad der Vernetzung zwischen den Bindemitteltelchen aus. Somit hat auch das Lösemittel einen starken Einfluß auf die Eigenschaften einer Druckfarbe.

*Additive:*

Additive werden einer Druckfarbe meistens beigefügt, um die Verarbeitungseigenschaften wie die Verdruckbarkeit und die Qualität des Endprodukts zu steigern. So setzen z.B. Verlaufs- und Benetzungsmittel die Oberflächenspannung einer Druckfarbe herab und verhindern somit Verlaufsstörungen und Benetzungslücken (Orangenhauteffekt, Fischaugen). Es besteht auch die Möglichkeit, viele Arten von Zusatzmitteln erst in der Druckerei kurz vor der eigentlichen Verarbeitung einer Farbe beizumischen. Diese Verfahrensweise wird bei Mattierungsmitteln, Trockenstoffen oder Mittel zur Regulierung der Viskosität und zur Einstellung der Thixotropie häufig verwendet (vgl. Rombold [1], S. 132 f.). Diese Beimischung entzieht sich jedoch der Kontrolle des Druckfarbenherstellers und kann die vom Druckfarbenhersteller geplanten Verarbeitungseigenschaften stark verändern. Die Beimischung der Zusatzstoffe ist daher klar in den technischen Merkblättern für die einzelnen Farben beschrieben. Auch die Additive stehen in direkter Interaktion mit den anderen Bestandteilen einer Druckfarbe und können einen maßgeblichen Einfluß auf die Art und den Grad der Vernetzung zwischen den Bindemittelanteilen der Farbe haben.

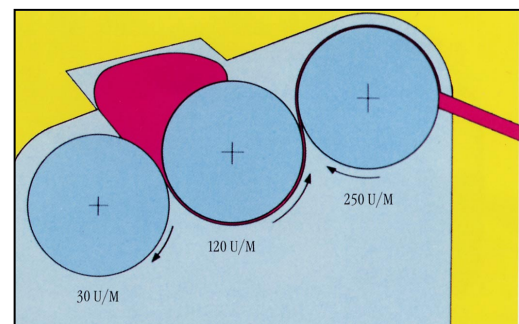
Herstellung der Druckfarbe

Für die Herstellung der Druckfarbe werden die Pigmente, das Bindemittel, das Lösemittel und die Additive wie Verdicker, Wachse, Benetzungs- oder Verlaufsmittel präzise eingewogen und in einem Dissolver homogen miteinander vordispersiert (vgl. Marabuwerke, [6], S. 3 f.)



**Abbildung 7-8: Vordispersierung im Dissolver aus Weyres, [5], S. 32**

Im eigentlichen Dispergiervorgang, welcher auf den Dreiwalzenstühlen oder in den Rührwerkskugelmöhlen stattfindet, werden Rohstoffe und Pigmentteilchen fein vermahlen und durch die Harzlösung optimal vernetzt. Im Anschluß an diese Reibvorgänge werden die Parameter wie Kornfeinheit, Farbstärke, Farbton und Viskosität durch Messung geprüft. Diese Kriterien sind schon hier mitentscheidend für eine spätere Qualitätsfarbe (vgl. Marabuwerke, [6], S. 3 f.).



**Abbildung 9: Dispergiervorgang im Dreiwalzenstuhl aus Weyres, [5], S. 33**

Die Druckfarben des Tampondrucks ähneln vielfach den Siebdruckfarben, jedoch sind sie in ihrer Viskosität herabgesetzt und weisen, je nach Farbton, eine höhere Pigmentierung als Siebdruckfarben auf, da nur sehr dünne Farbschichten übertragen werden (vgl. Kipphan, [2], S. 145).

Einen nicht unwesentlichen Unsicherheitsfaktor bei der Sicherung gleichbleibender Farbeigenschaften, stellt die Qualität der Zulieferprodukte bei der Farbherstellung dar. Ändert der Lieferant des

Bindemittels die Rezeptur auch nur geringfügig, kann die Farbe nach Interaktion mit den Additiven, den Lösemitteln und den Pigmenten plötzlich völlig andere Eigenschaften aufweisen und beispielsweise seine besondere Tauglichkeit für Thermoforming (Tiefziehen) verlieren. Um die Erkenntnis solcher Änderungen der Farbeigenschaften nicht erst beim Anwender gewinnen zu müssen, ist die Erarbeitung und Festlegung eines hausinternen Prüfstandards von essentieller Bedeutung für die Qualitätssicherung eines Farbherstellers.

## 2 Problembeschreibung, Analyse und Vorgehensweise zur Lösung der Aufgabe

### 2.1 Notwendigkeit für die Ausarbeitung und Einführung eines hausinternen Prüfkatalogs

Wie im vorhergehenden Kapitel erwähnt, können minimale Veränderungen in der Rezeptur der Farbe oder im Herstellungsprozeß bedeutenden Einfluß auf spezielle Eigenschaften der Druckfarben haben. Alle Einflußparameter kommen schließlich beim fertigen Produkt, also wenn sich die verkaufsfertige Farbe in der Dose befindet, zusammen. Einem fundiert ausgearbeiteten Prüfkatalog kommt große Bedeutung zu, da dieser letztlich die Schnittstelle zwischen den dem Kunden zusicherbaren oder zugesicherten und den tatsächlich erbringbaren bzw. vorhandenen Eigenschaften den Beständigkeitseigenschaften einer Farbe ist.

Mit der Einführung eines hausinternen Prüfstandards erhalten die Marabuwerke die Möglichkeit, wiederholbare, vergleichbare und einheitlich dokumentierbare Prüfergebnisse zu bekommen. Diese dienen dann als Grundlage, um bei Kundenanfragen schnell und sicher die richtige Druckfarbe für den jeweiligen Einsatzzweck zu bestimmen. Auf Kundenwunsch können die möglichen Einsatzzwecke dann sogar mit den angefertigten Beispielen von Druckproben belegt werden.

Innerhalb der Marabuwerke kann dieser Prüfkatalog zu Vergleichszwecken der Eigenschaften zwischen den Farbsorten benutzt werden, sowie zum Vergleich der Beständigkeitseigenschaften zwischen den Farbtönen innerhalb einer Farbsorte dienen. Somit besteht für die Marabuwerke die Möglichkeit, die Stärken und Schwächen der eigenen Farbsorten besser kennenzulernen und diese nach Kundenanforderungen auszuwerten und anzuwenden. Des weiteren besteht die Möglichkeit, die Vorteile der Marabueigenen Farben im Vergleich zu anderen Druckfarbenherstellern herauszuarbeiten.

Der Kunde selbst erhält durch den Prüfstandard einerseits die Sicherheit, daß die Farbe für ihn wichtige Eigenschaften und Beständigkeiten erfüllt. Andererseits bietet der Standard auch die Basis, bei Reklamationsforderungen des Kunden, die Ursache für plötzlich veränderte Eigenschaften der Farbe auf den Druckfarbenhersteller oder aber auf eventuelle Veränderungen im Verarbeitungspro-

zeß in der Druckerei des Kunden einzugrenzen. Der zu erarbeitende Prüfkatalog kann als Basis für alle weiteren Tests und Entwicklungen in den Marabuwerken benutzt werden. Er kann eine einheitliche und von den durchführenden Personen unabhängig wiederholbare Qualitätskontrolle, sowie die Sicherstellung der Farb-Qualität für die individuellen Einsatzfälle des Kunden ermöglichen.

Bislang arbeiten die verschiedenen Abteilungen in den Marabuwerken nach jeweils eigenen Prüfmethoden. Diese sind zwar einander ähnlich, aber nicht komplett miteinander vergleichbar.

## 2.2 Anlaß für die Durchführung von Beständigkeitstests

Bei der Auswahl einer Druckfarbe für einen bestimmten Zweck ist es erforderlich darauf zu achten, welchen Einflüssen das Druckerzeugnis später ausgesetzt sein kann und welche Eigenschaften die Druckfarbe an Beständigkeiten mechanischer, physikalischer und chemischer Art aufweisen soll. Diese hängen sehr stark von den verwendeten Zutaten und dem Prozeß der Farbherstellung ab. Praxisgerechte Prüfmethode sind somit ein unverzichtbares Hilfsmittel, für die Entwicklung, Forschung und anwendungstechnische Problemlösungen. Dieses gilt insbesondere im Sieb- und im Tampondruck, wo so vielfältige Anwendungsmöglichkeiten gegeben sind.

Obwohl die Tests nur eine verkürzte Simulation der in der Realität auftretenden Einflüsse darstellen können, dienen sie doch der grundlegenden Katalogisierung der Beständigkeiten der einzelnen Farben. Die in den einzelnen Versuchen bewiesenen und in den Versuchsprotokollen dokumentierten Beständigkeiten können anschließend in einer Matrix als Übersicht der Beständigkeiten für das gesamte Produktprogramm der Marabuwerke zusammengeführt werden. Diese kann den Anwendungstechnikern und Kundenberatern dazu dienen, für einen speziellen Anwendungsfall verwendbare Farben zu identifizieren. Wenn die Matrix in einem Programm wie Excel auf dem Computer gepflegt und ständig erweitert wird, können über die Filterfunktion schnell für einen bestimmten Anwendungsfall in Frage kommende Farben bestimmt werden.

Der Katalog der Beständigkeitstests kann auch für eine permanente Qualitätskontrolle der Marabu-Produkte herangezogen werden. Dazu könnten die Tests für einzelne Farben in regelmäßigen Abständen komplett oder auch nur stichprobenartig wiederholt und mit früheren Ergebnissen verglichen werden. Damit wäre eine ständige Aktualisierung und Erweiterung der Beständigkeitsmatrix denkbar, was den Ingenieuren der Anwendungstechnik für die tägliche Arbeit mit dem Kunden zu gute kommt und gleichzeitig auch die Qualität des Endproduktes überwacht und sichert.

### 2.3 Aufnahme der momentan verwendeten Methoden

Im Moment prüfen die Abteilungen Anwendungstechnik, Produktmanagement und das Labor die Druckfarben auf ihre Eigenschaften und Beständigkeiten hin. Allerdings wird hier nicht mit einheitlichen Prüfgeräten und Richtlinien geprüft, sondern relativ unabhängig innerhalb der einzelnen Abteilungen getestet und die Ergebnisse aus den Tests dokumentiert. Unter anderem sind zur Zeit die Informationen über Beständigkeiten sehr stark verstreut in den verschiedenen Abteilungen vorhanden. Für den kompletten Bestand der Eigenschaften und Beständigkeiten von Sieb- und Tampondruckfarben, gibt es momentan keine zentrale Datenbank oder Matrix, in der alle Eigenschaften einer Druckfarbe gesammelt hinterlegt und für die Mitarbeiter zugänglich sind. Für eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse ist es jedoch erforderlich, einheitliche Prüfgeräte festzulegen und auch die Dokumentation zugänglich und vergleichbar zu machen. Damit haben dann die Mitarbeiter der Marabuwerke die Möglichkeit, das Wissen über die Farben in einer Datenbank oder Matrix zu sammeln und somit gemeinsam in den verschiedenen Abteilungen von dieser immensen Informationsbasis zu profitieren. Damit ist es dem Unternehmen nicht zuletzt auch möglich, sich von Wettbewerbern am Markt durch eine noch gezieltere Reaktion auf Kundenanfragen und auftretende Beständigkeitsprobleme durch Verwendung ungeeigneter Farben abzuheben.

Nur wenn von der Entwicklung über die Produktion bis hin zur Anwendungstechnik nach einem einheitlichen Prüfstandard gearbeitet wird, kann von der Kundenanforderung ausgehend auf eine bestimmte Eigenschaft der Druckfarbe gezielt hingearbeitet werden und diese in den einzelnen Entwicklungs- und Produktionsstufen immer weiter verifiziert werden. Dann würde die Matrix auch über eine bloße Katalogisierung der Beständigkeiten zur Nutzung in Kundengesprächen hinausgehen und dem Unternehmen sowie dem Kunden einen nachhaltigen Mehrwert geben.

### 2.4 Vorgehensweise zur Lösung der Aufgabe

Um sich zunächst einmal einen Überblick über die möglichen Prüfmethoden und Anforderungen an eine Druckfarbe zu informieren, wurde in Publikationen anderer Druckfarbenhersteller wie der Siegwerk Farbenfabrik, der Huber Gruppe, sowie in den Datenblätter des Bundesverbandes recherchiert. Besonderes Augenmerk wurde jedoch auf die DIN- und ISO-Normen für die „Prüfung von Drucken und Druckfarben der Drucktechnik“ und für „Lacke und Anstrichstoffe“ gelegt. Schon vorhandene Versuchsbeschreibungen und -durchführungen in den Marabuwerken wurden jedoch nicht außer Acht gelassen.

Da in dieser Arbeit in großem Umfang auf schon vorhandene DIN-Normen eingegangen wird, ist die Entstehung einer DIN-Norm hier kurz aufgeführt.

Grundsätzlich haftet dem Begriff einer Norm oft ein etwas verstaubtes, kompliziert formuliertes und recht praxisfremdes Image an. Es muß jedoch eindeutig festgestellt werden, daß die sehr große

Mehrheit der im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Normen das genaue Gegenteil zu diesem Image darstellen.

Ein Bedarf an einer Norm wird dadurch erzeugt, daß jemand (das kann jeder sein) einen Normantrag stellt. Sobald Bedarf an der Erstellung eines Standards entsteht, treffen sich die Praxis-Experten aus den Bereichen Herstellung, Handel, Handwerk, Anwendung, Wissenschaft, Gewerkschaften, technische Überwachung und Staat in einem Fachausschuß (siehe Abb. 10), um über den Entwurf zu einer Norm zu beraten.

Anschließend wird dieser Entwurf der Öffentlichkeit vorgestellt und als Vornorm getestet. Relevante Verbesserungsvorschläge und Änderungen werden durch den Fachausschuß in den Entwurf eingearbeitet und nach einem Beschluß als gültige Norm verabschiedet.

Durch diesen Prozeß, also den Entwurf einer Norm durch Praxis-Experten aus einem konkreten Bedarf heraus, hat eine technische Norm prinzipiell auch eine sehr hohe Praxisrelevanz und vereint sehr wertvolles Fachwissen in sich. Zudem ist zumindest eine DIN Norm alle 5 Jahre auf ihre Aktualität zu prüfen, was ebenfalls die Praxisrelevanz einer Norm sichert.

Da vor allem auf internationaler Ebene oft eine Vielzahl an Gremien und Instituten an der Erstellung einer Norm beteiligt sind, beinhalten einige Dokumente am Ende zum Teil gesetzeshaft und auf den ersten Blick kompliziert klingende Formulierungen. Hier liegt es dann an dem Ingenieur selbst, diese auf sein konkretes Praxisproblem hin zu vereinfachen und anzupassen.

Abbildung 10 und 11 zeigt schematisch den teilweise komplexen Ablauf bei der Entstehung von Normen auf.

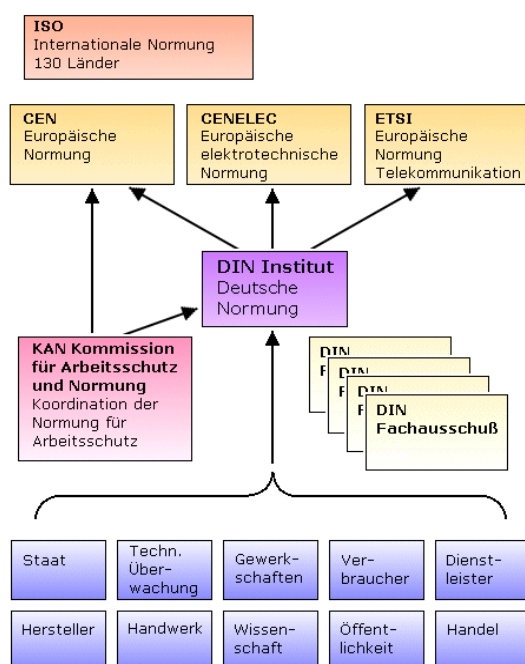


Abbildung 10: Überblick über die Normungsgremien aus Sozialnetz, [7], 02.04.04

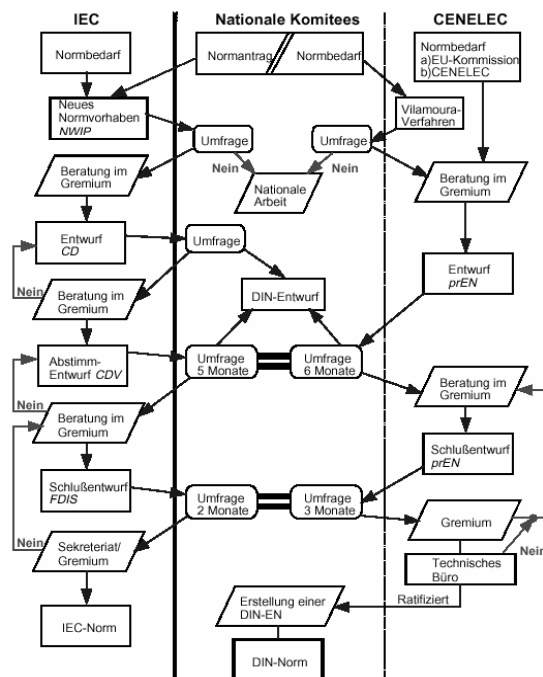


Abbildung 11: Entstehung einer Norm aus VdE, [8], 02.04.04

Der Vorteil bei der Verwendung von DIN- und ISO-Normen liegt darin, daß sie in der Bevölkerung ein großes Vertrauen genießen und der Allgemeinheit gegen eine Gebühr zugänglich sind. Auch wird durch die Anwendung bei dem Beständigkeitstest die Vergleichbarkeit mit anderen Druckfarbenherstellern besser gegeben, da deren Prüfberichte größtenteils nach DIN-Normen und anderen Regelwerken durchgeführt werden. Somit erreicht man für den Kunden eine bessere Vergleichbarkeit der Farben und deren Beständigkeiten.

Für die Erstellung eines hausinternen Prüfstandards für die Marabuwerke wurden im Rahmen dieser Arbeit ungefähr 150 verschiedene Normen und Regelwerke untersucht. Neben den bereits speziell auf Druckfarben zugeschnittenen Dokumenten wurden auch für andere Bereiche spezifizierte Testvorschriften herangezogen und angepaßt. Das Ergebnis dieser umfangreichen Bestandsaufnahme und Anpassung ist ein Katalog an durchzuführenden Prüfungen und Beständigkeitstests für die verschiedenen Sieb- und Tampondruckfarben der Marabuwerke. Für die Dokumentation eines jeden der 84 Tests aus dem Prüfkatalog wird daraufhin jeweils ein Formularentwurf zu einem Prüfbericht für jeden der Tests erarbeitet, sofern es noch nicht bei den Marabuwerken besteht. Dieses soll eine einheitliche Datenerfassung und Dokumentation zu den Tests sicherstellen. Die Ergebnisse aus den Prüfberichten werden dann in stark vereinfachter Form in einer Matrix zusammengefaßt, welche die einzelnen Farben der Marabuwerke hinsichtlich des Grads der Beständigkeiten als Übersicht und Arbeitsmittel für die Ingenieure der Anwendungstechnik aufzeigt. Die Prüfberichte selbst werden aufbewahrt und bei Bedarf als ergänzende Information zur Übersichtsmatrix hinzugezogen.

### 3 Zusammenstellung und Beschreibung der Tests für den Prüfkatalog

Bei der Bearbeitung der Aufgabe hat sich sehr schnell herausgestellt, daß eine sehr große Anzahl an Tests betrachtet und in den Prüfkatalog mit aufgenommen werden muß. Um die zahlreichen Tests für Sieb- und Tampondruckfarben für eine bessere Übersicht in Gruppen zu ordnen, wird in diesem Prüfkatalog eine Unterteilung in folgende Testkriterien vorgenommen:

- Mechanische Beständigkeiten
- Druckverhalten und Verarbeitungseigenschaften
- Optische Eigenschaften
- Chemische Echtheiten
- Physikalische Beständigkeiten bei Einwirkung von Chemikalien bzw. Klimata
- Sonstige Beobachtungen

Für die Durchführung der meisten Tests ist die Herstellung einer Druckprobe erforderlich. Im Gegensatz zu anderen Druckverfahren, gibt es im Sieb- und im Tampondruck jedoch keinen Standard für die Herstellung einer Normdruckprobe. Aus diesem Grund wurde in Absprache mit den Marabuwerken ein Standard zur Herstellung einer „Norm“-Druckprobe für beide Druckverfahren definiert. Diese Einführung einer firmeninternen „Norm“-Druckprobe ist notwendig, um vergleichbare Prüfergebnisse zu erhalten. Die nachfolgenden zwei Tabellen geben einen Überblick über die für die Her-



stellung der Probe festgelegten Abmaße und Bedruckparameter. Für die Parameter des Siebdruckverfahrens gibt Tabelle 1 einen Überblick:

**Tabelle 1: Druckparameter für die Herstellung einer Normdruckprobe im Siebdruckverfahren**

Druckparameter	Lösemittelfarbe	UV-Farbe
Gewebe	120-34	150-31
Gewebespannung in Newton	14-16	14-16
Rakelhärte in °Shore	75	75
Rakelwinkel in °	70-75	70-75
Rakeldruck in bar	1,2-1,3	1,2-1,3
Siebdruckformdistanz in mm	3-5	3-5
Druckformat in cm	ca. 16 x 18	ca. 16 x 18
Druckmaschine	Thieme: ¾-Automat	Thieme: ¾-Automat
Druckgeschwindigkeit in Druckzyklen / Stunde	350	350
Trocknung im Thieme Trockenkanal	1 x Warm (40°C), 1 x Kalt (30°C), bei 20m/min Trocknergeschwindigkeit, sowie 7 Tage in der Horde bei Raumtemperatur	2 x 120W, bei 20m/min Trocknergeschwindigkeit
Verdünnungsgrad in %	15% (10% UKV2 Verdünner + 5% SV5 Verzögerer)	-
Bedruckstoff	Hart PVC, weiß / transparent (150 µm), Abweichungen geregelt in den Testbeschreibungen	Hart PVC, weiß / transparent (150 µm), Abweichungen geregelt in den Testbeschreibungen

Für den Tampondruck wurden in Absprache mit Marabu die Druckparameter aus Tabelle 2 festgelegt:

**Tabelle 2: Druckparameter für die Herstellung einer Normdruckprobe im Tampondruckverfahren**

Druckparameter	Tampondruckfarbe
Tampon	Massek 087
Tamponhärte in °Shore A	12
Klischeematerial	Stahl-Testklischee mit Balken
Druckformat in cm	ca. 1 x 3
Klischeetiefe in µm	20-23
Druckmaschine	Kent Pad Printer PE 150 E
Verdünnungsgrad in %	15% TPV
Trocknung	<b>1Komponenten Farben:</b> 3 Tage bei Raumtemperatur <b>2Komponenten Farben:</b> Ofentrocknung bei 40°C bis zu 3 Tage
Bedruckstoff	Hart PVC, weiß / transparent (150 µm), Abweichungen geregelt in den Testbeschreibungen

Die mit diesen Einstellungen hergestellten Normdruckproben dienen als Grundlage aller Tests im Prüfkatalog, es sei denn, es ist testspezifisch eine andere Herstellung der Druckproben gefordert. Die Schaffung einer einheitlichen hausinternen „Norm“-Druckprobe stellt den ersten Schritt zur Schaffung wiederholbarer und einheitlich in den Marabuwerken anwendbarer Tests und Beständigkeitsprüfungen dar. Die Festlegung der Daten ist in Absprache mit den Anwendern aus den verschiedenen Abteilungen der Marabuwerke erfolgt. Von dieser Basis ausgehend ist nun eine Zusammenführung der momentan in Verwendung befindlichen Prüfverfahren und die Einarbeitung der in den DIN- und ISO-Normen empfohlenen Tests möglich.

Obwohl der Prüfkatalog aus Gründen der Übersichtlichkeit letztlich nur als Anhang dieser Arbeit beiliegt, so macht die eigentliche Erarbeitung und Erstellung dieses Kataloges doch den maßgeblichen Umfang und Wert dieser Diplomarbeit aus. Der Katalog ist besonders auf seine Anwendbarkeit in der täglichen Praxis der Marabu-Mitarbeiter zugeschnitten. Er wurde mehrmals innerhalb der Diplomarbeit umgestellt und erweitert, um so auf iterativem Wege eine möglichst hohe Praxisrelevanz und Anwendbarkeit zu schaffen. Der Katalog und die mit der Durchführung der Tests aus dem Katalog erhaltenen Prüfberichte bieten das Grundgerüst für die Ausfüllung der Matrix mit den Eigenschaften der Sieb- und Tampondruckfarben. Aus zeitlichen Gründen konnte im Rahmen dieser Diplomarbeit jedoch nur exemplarisch an der Farbsorte Marastar SR 1-komponentig der Katalog verifiziert und die Matrix ausgefüllt werden.

In diesem Teil der Arbeit wird zunächst nur ein einführender Überblick über die einzelnen Versuche und ihrer Anwendungsfälle in der Praxis gegeben. Die genaue Durchführung der Tests sowie die benötigten Geräte, Bedruckstoffe und Hilfsmittel sind dem Prüfkatalog im Anhang zu entnehmen. Für die tägliche Arbeit der Mitarbeiter von Marabu stellt der Katalog im Anhang ein in sich geschlossenes Arbeitsmittel dar, welches auch ohne diesen Hauptteil der Diplomarbeit verwendbar und ständig um neues Wissen erweiterbar ist. In einem zweiten Teil des Anhangs (aus Platzgründen nur auf CD-ROM dieser Arbeit beiliegend) befinden sich die Prüfberichte für die Durchführung der Tests aus dem Prüfkatalog sowie die Matrix. Für die insgesamt 84 Tests aus dem Katalog wurden 72 Prüfberichte im Rahmen dieser Arbeit neu erstellt und nach einem Praxisdurchlauf an der Beispielfarbe Marastar nochmals angepaßt.

### 3.1 Mechanische Beständigkeiten

Eine Einteilung der mechanischen Beständigkeiten erfolgt in diesem Prüfkatalog nach der Farbhaftung, der Härte, der Verformbarkeit und Flexibilität, sowie sonstigen mechanischen Beständigkeiten einer Druckfarbe. Die unterschiedlichen Eigenschaften sind vorwiegend abhängig vom Farbaufbau, der Wahl der Pigmentgröße, von der Art des Bindemittels sowie der Harz-Lösemittelkombination. Unter anderem werden sie auch stark durch die Art und Oberfläche des Bedruckstoffes beeinflusst.

### 3.1.1 Farbhaftung

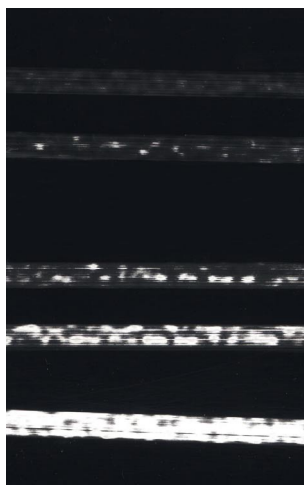
Die Farbhaftung einer Druckfarbe gibt den Grad der Verankerung der Druckfarbenschicht auf dem Bedruckstoff wieder. Ist die Farbhaftung einer Druckfarbe nicht ausreichend, so liegt das häufig nicht am Druckfarbenhersteller, sondern an der Wahl des Druckmaterials oder der versäumten Vorbehandlung des Materials. So können besonders bei Kunststoffen Haftungsprobleme auftreten, wenn vor der Verarbeitung ein Gleitmittel verwendet wurde. Des Weiteren können Haftungsverluste der Druckfarbe auch auftreten, wenn die Temperatur- und relative Luftfeuchtigkeit in der Druckerei stark schwankt oder die Farbe anders in der Verarbeitungsanweisung angegeben gemischt oder verdünnt wurde (vgl. Scheer, [4], S. 173). Um die Farbhaftung zu prüfen, können unter anderem Tests zur Abriebfestigkeit, die Tesafilmhaftung oder der Gitterschnitt-Test durchgeführt werden. Bei all diesen Tests ist es wichtig, die Stärke des Druckfarbenfilms zu messen, da er in direkter Abhängigkeit zur Farbhaftung steht.

#### 3.1.1.1 Abriebfestigkeit

Die Abriebfestigkeit einer Druckfarbe wird mit Hilfe mechanischer Reibung getestet. Dabei wird festgestellt, ob auf dem aufgebrachtten Farbfilm ein Oberflächenverschleiß entsteht. Bei den Marabuwerten erfolgt dieser Test mit Hilfe des Taber-Abraser (Taber 5700 Linear Abraser) Gerätes, welches in Abbildung 13 zu sehen ist. In dieses Gerät wird ein Abriebgummi eingespannt, welches mit einer definierten Geschwindigkeit und einem definierten Anpreßdruck auf dem Druckfarbenfilm eine reibende Hin- und Herbewegung ausübt.

Dieser Test wird solange betrieben, bis die Farbe abgerieben und der Untergrund fast vollständig sichtbar ist. Leider ist bei diesem Versuch, wie auch noch bei vielen anderen die zu der Gruppe der farbfilmzerstörenden Prüfungen gehören, eine Bewertung nur subjektiv möglich. Um diese zu vereinfachen und annähernd zu vereinheitlichen, erfolgt die Bewertung mit Hilfe eines selbst entworfenen Abriebmusters. DIN 53230 gibt einen Hinweis darauf, daß eine Bewertung in den Stufen 0 (keine Veränderung) bis 5 (sehr stark verändert) vorgenommen werden könnte. Um diese relativ subjektive Bewertung zumindest etwas mehr auf eine objektive Basis zu stellen, ist im Rahmen dieser Arbeit ein Beurteilungsmuster für diesen Test entworfen und angefertigt worden.

Auf diesem Muster, dargestellt in Abbildung 12, sind verschiedene Abriebstufen aufgeführt, die dem Vergleich mit der ungeprüften Probe dienen:



**Abbildung 12: Trockenabriebmuster**

- Stufe 0 = keine Veränderung
  - Stufe 1 = Spur verändert
  - Stufe 2 = gering verändert
  - Stufe 3 = mittel verändert
  - Stufe 4 = stark verändert
  - Stufe 5 = sehr stark verändert
- (vgl. DIN 53239, [21])



**Abbildung 13: Taber-Abraser Versuchsgerät**

Bei der Durchführung des Tests ist im Prüfbericht zu notieren, ab welcher Anzahl von Hin- und Herbewegungen der Abriebsgrad (Stufe 0-5) erreicht wird. Für die Marabuwerke lässt sich so anhand von Vergleichstests mit verschiedenen Farbsorten die abriebbeständigste Farbe je Bedruckstoff ermitteln.

Im Umgang mit Druckerzeugnissen können Abriebe an den verschiedensten Stellen innerhalb der Produktion als auch in der späteren Verwendung des Erzeugnisses entstehen. Schon beim Stapeln der Erzeugnisse in der Produktion werden häufig zwei in Kontakt stehende Bedruckoberflächen gegeneinander verschoben und einer Scheuerbeanspruchung ausgesetzt. Wird später ein bedrucktes Handy oder ein Feuerzeug in einer Hosentasche getragen, beansprucht die ständige Reibung am Stoff oder an anderen Gegenständen das Druckmotiv.

### 3.1.1.2 Blockfestigkeit und Blockfestigkeit unter Temperatur

#### Blockfestigkeit:

Die Ermittlung der Blockfestigkeit erfolgt, indem zwei bedruckte Flächen, nach Abwarten einer vorgeschriebener Trocknungszeit, mit einem bestimmten Druck aufeinander gepreßt werden.



**Abbildung 14: Blockfestigkeitstest**

Bei dem Versuch können die Drucke:

- Einfach Farbe gegen Farbe
  - Einfach Farbe gegen Material
  - Zweifach Farbe gegen Farbe
  - Zweifach Farbe gegen Material
- gelagert werden.

Eine gute Blockfestigkeit ist gegeben, wenn die Drucke weder verkleben noch sogenannte Abliege-Erscheinungen zeigen.

Ein mögliches Anwendungsbeispiel für die Blockfestigkeit ist das Lagern oder Stapeln einer Auflage direkt nach dem Trocknungsvorgang.

#### Blockfestigkeit unter Temperatur:

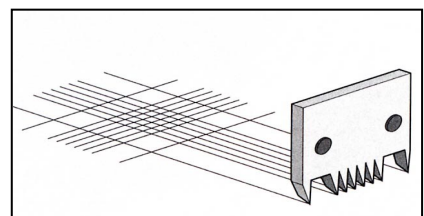
Die Prüfung und die Auswertung entsprechen der Prüfung der oben genannten Blockfestigkeit. Auftretende Abweichungen ergeben sich durch die Lagerzeit, Lagertemperatur sowie das Anpreßgewicht. Der Prüfkatalog im Anhang dieser Arbeit gibt dazu weitere Auskünfte.

#### 3.1.1.3 Gitterschnitt-Tesafilm-Test

Mit Hilfe des Gitterschnitt-Tesafilm-Test nach DIN EN ISO 2409, [9] wird die Verankerung des Druckfarbenfilms mit dem Untergrund getestet. Als Prüfgerät empfiehlt die Norm, je nach Größe des Testobjektes, ein Einschneiden- oder Mehrschneidengerät (siehe Abbildung 15). Mit diesen werden waagrecht und senkrecht bis in den Untergrund reichende Einschnitte vorgenommen, so daß ein Gitter entsteht. Zu sehen ist dieses Schneidprinzip in der Abbildung 16. Ist dieses Gitter auf dem Druckfarbenfilm aufgebracht, wird die Farbfläche mit einer weichen Bürste behandelt. Anschließend wird die Gitterfläche mit einem Klebeband überklebt und gut mit den Fingern angerieben. Zur Beurteilung des Versuches wird sofort nach dem Andrücken der Tesafilm ruckartig vom Bedruckstoff getrennt und die eventuell am Tesafilm verbleibenden Farbpartikel und –Stückchen mit Hilfe einer Bewertungsskala beurteilt.

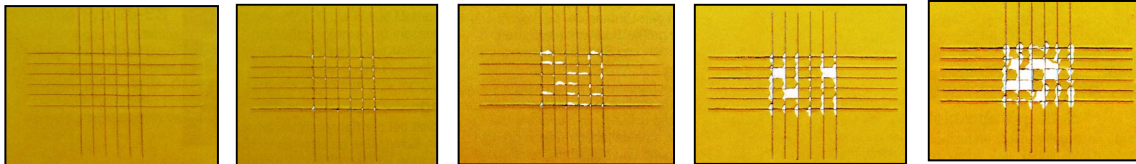


**Abbildung 15: Schneidengeräte aus BYK Gardner, [10], S. 115**



**Abbildung 16: Schneidprinzip aus BYK Gardner, [10], S. 116**

Als Einstufung der Haftungsqualität dient der Gitterschnittkennwert GT (GT 0 bis –GT 5). Je größer die abgeplatzte Fläche ist, desto schlechter ist die Haftung und somit die Verankerung mit dem Untergrund. In Abbildung 17-21 sind Beispiele für die Gitterschnittkennwerte Gt0 –GT4 zu sehen. Der Gitterschnittkennwert GT5 wird erst dann vergeben, wenn ein Abplatzen über die Stufe 4 hinaus geht.



**Abbildung 17–21: Darstellung der Gitterschnittkennwerte (von links nach rechts: GT0 bis GT4) aus BYK Gardner, [10], S. 114**

#### 3.1.1.4 Haftung im Übereinanderdruck

Um diesen Test durchzuführen, wird ein Farbton dreimal flächig übereinandergedruckt. Dieser Test wurde bislang innerhalb der Marabuwerke nur für den Übereinanderdruck verschiedener Druckfarben nach dem gleichen Druckverfahren verwendet. Auf eine beispielsweise im Siebdruck aufgetragene Farbschicht wurde eine andere Farbe ebenfalls im Siebdruck aufgetragen. Bei einem im Rahmen dieser Diplomarbeit organisierten firmeninternen Workshop ist die Idee aufgekommen, auch verschiedene Druckverfahren für den Auftrag der Farbschichten untereinander zu kombinieren. Bei der Herstellung von Drucken auf CDs wird beispielsweise auch zunächst eine Grundierung im Siebdruck aufgetragen, anschließend das eigentliche Motiv mit feinem Raster im Offsetdruck auf die Grundierung aufgebracht und diese beiden Schichten anschließend nochmals im Siebdruck mit einem Klarlack versiegelt.

Nach einer ausreichenden Trocknung des Druckfarbenfilms wird die Haftung mit Hilfe des Gitterschnitt-Tests oder des Tesafilm-Haftungs-Tests überprüft. Dabei ist besonders darauf zu achten, ob es zu einem Splitten des Farbfilms kommt.

#### 3.1.1.5 Tesafilm-Haftung

Die Tesafilm-Haftung wird geprüft, indem auf die unverletzte Druckfarbenschicht ein Tesafilm geklebt und mit den Fingern angerieben wird. Direkt nach dem Anreiben des Tesafilms wird dieser ruckartig von der Druckfarbenschicht abgezogen und auf Farbrückstände beurteilt. Die Beurteilung erfolgt bei einem Betrachtungsabstand von (30-40)cm, was einem normalen Leseabstand entspricht. Hier dürfen keine mit dem bloßen Auge erkennbaren Lack- oder Farbreste am Tesafilm zu erkennen sein, sowie auch die Druckfarbenschicht keine Verletzungen aufweisen.

Eine Prüfung auf Tesafilm-Haftung wird durchgeführt, da auf dem getrockneten Druckfarbenfilm keine Beschädigung durch selbstklebende Etiketten oder Folien / Kaschierfolien auftreten dürfen.

### 3.1.2 Härte

Unter der Härte einer Sieb- und Tampondruckfarbschicht versteht man deren Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einwirkungen wie Druck, Kratzen und Reiben. Dabei ist die Widerstandsfähigkeit des Druckfarbenfilms sehr stark von der Oberflächenfestigkeit des Bedruckstoffes, der Haftung der Farbschicht an dem Bedruckstoff sowie der Härte des Farbfilms abhängig. Diese ist durch das Bindemittelsystem einer Farbe vorgegeben und wird durch den Trocknungszustand (Polymerisationsgrad) und äußere Faktoren beeinflusst. So können zum Beispiel Weichmacheranteile in einem Bedruckstoff aus Kunststoff in den Farbfilm eindringen und diesen nach kurzer Zeit erweichen, so daß eine ausreichende Härte nicht mehr gegeben ist. Im Allgemeinen kann die Härteprüfung in Kratzfestigkeit und Eindringhärte unterschieden werden (vgl. Scheer, [4], S. 173).

#### 3.1.2.1 Kratzfestigkeit

Die Kratzfestigkeit wird durch Kratzen mit dem Fingernagel an einem Farbfilm vorgenommen. Dieser Test kann, je nach belieben, mit oder ohne Gitterschnitt durchgeführt werden.

Die Beurteilung dieses Prüfverfahrens ist leider nur sehr subjektiv, da das Ergebnis je nach Härte des Fingernagels anders ausfallen kann. Wesentlich eindeutiger ist die Prüfung der Eindringhärte nach dem Wolff-Wilborn Bleistifttest.

#### 3.1.2.2 Ritzhärteprüfung mit dem Modell 291 v. Erichsen

Diese Prüfmethode ist auch unter dem Namen Wolff-Wilborn Bleistifthärte-test bekannt und erfolgt nach ISO 15184 [11]. Zur Bestimmung der sogenannten Bleistifthärte wird mit Bleistiften in verschiedenen Härtegraden (17 Härtegrade, von 6B bis 9H) versucht, die Druckfarbschicht zu verletzen. Dafür werden die Bleistifte angespitzt und anschließend mit Hilfe eines Schmirgelpapiers scharfkantig plan geschliffen. Anschließend wird ein Bleistift mittleren Härtegrades (z.B. der Härte HB) in einen Halterklotz eingespannt und mit einer bestimmten Geschwindigkeit über den Druckfarbenfilm bewegt (siehe Abbildung 22). Je nach dem, ob der Bleistift auf dem Druckfarbenfilm schreibt oder ihn anritzt, wird ein härterer bzw. weicherer Bleistift gewählt. Hierbei wird ermittelt ab welchem Härtegrad die Bleistiftspitze die Filmoberfläche gerade durchbricht bzw. anritzt, dies ist die Wolff-Wilborn-Härte des Druckfarbenfilms.

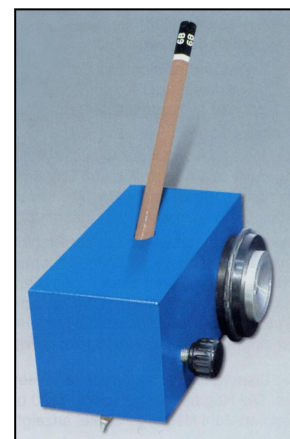


Abbildung 22: Ritzhärte Prüfgerät aus BYK Gardner, [10], S. 123

### 3.1.3 Verformbarkeit

Die Verformbarkeit von Siebdruckfarben ist bei vielen Anwendungen eine wichtige Eigenschaft. Denn gerade bei flexiblen Werkstoffen muß die jeweilige Farbschicht nicht nur sehr gut haften, sondern auch so elastisch sein wie der Bedruckstoff. Insbesondere auf Kunststoffen und Metallen muß die Farbschicht eine gute Verformbarkeit aufweisen, da diese nach der Bedruckung häufig noch durch Stanzen, Prägen, Thermoforming (Tiefziehen) oder Abkanten weiterverarbeitet werden.

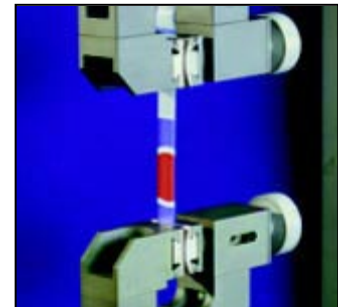
#### 3.1.3.1 Abkanten

Bei diesem Testverfahren, welches nicht in den Marabuwerken durchgeführt werden kann, wird ein thermoplastischer Kunststoff mit Hilfe eines Heißdrahtes um 90° gebogen. Eine oft gesehene Anwendung sind hierfür die Außenaufsteller zur Werbung vor Verkaufsgeschäften.

In Abwandlung von diesem externen Test besteht die Möglichkeit, einen internen Test durchzuführen. Hierfür wird ein Farbstreifen aus einer Normdruckprobe (Bedruckstoff Polystyrol der Stärke 0,5 mm) ausgeschnitten und scharfkantig im Winkel von 90° über eine Kante gezogen. Beim Begutachten des Ergebnisses wird besonderes Augenmerk auf ein mögliches Reißen des Farbfilms gelegt.

#### 3.1.3.2 Abzugsmessung nach DIN EN ISO 4624

Eine Abzugsmessung wird vorwiegend durchgeführt, um beispielsweise bei Folientastaturen und Kreditkarten die Mindestzugspannung zu ermitteln, bei der sich der Folienverbund auseinanderlöst. Hierfür wird die zu prüfende Folie auf der bedruckten Seite mit einem doppelseitigen Klebeband verklebt und anschließend auf eine Metallplatte aufgeklebt. Nun wird die Probe ins Meßgerät eingespannt und der Abzugsversuch gestartet, wobei die aufzuwendende Kraft bis zum Ablösen der Metallplatte gemessen wird (siehe Abbildung 23). Am Ende des Versuches befindet sich die Metallplatte mit den am doppelseitigen Klebeband anhaften Folien- und Druckverbundteilen auf der einen Seite der Versuchsanordnung, die eingespannte Probe mit der beschädigten Oberfläche auf der anderen Seite.



**Abbildung 23: Abzugsmessung**  
aus Zwick, [12], 12.05.04



### 3.1.3.3 Dehnung

Die Dehnung von Druckfarbenfilm und Bedruckstoff findet besonders beim Fleetmarking Anwendung. Hier werden die bedruckten Selbstklebefolien an die jeweilige Form des Autos, der Bahn oder anderen zu einer Fahrzeugflotte eines Unternehmens zugehörigen Fahrzeugen angepaßt (siehe Abbildung 24). Um eine Folie leichter und dauerhaft an die Form anzupassen, wird sie durch Wärmeeinwirkung flexibel gemacht und gedehnt. Im Anschluß wird sie auf das jeweilige Objekt aufgebracht.



**Abbildung 24: Fahrzeugbeschriftung aus Marabuwerke [13], S. 11**

Um zu prüfen, ob ein Druckfarbenfilm einer Dehnung standhält, wird von einer aus Selbstklebefolie bestehenden Normdruckprobe ein schmaler Streifen (2cm x 10cm) ausgeschnitten und ohne Wärmeeinwirkung auf seine doppelte Länge gedehnt. Dabei wird untersucht, ob der Farbfilm reißt oder die Folie durch die Farbe versprödet.

### 3.1.3.4 Knicktest / Biegetest

Insbesondere bei biegsamen Werkstoffen muß die jeweilige Farbschicht nicht nur sehr gut haften, sondern auch allen Formänderungen des Bedruckstoffes folgen. Diese Formänderungen sind in erster Linie Knick- oder Biegebeanspruchungen, wie sie beispielsweise beim Anbringen von Etiketten und Selbstklebefolien oder beim Gebrauch / Knicken von Tuben vorkommen können.

Um die Knickfestigkeit eines Druckfarbenfilms zu ermitteln, wird aus der Normdruckprobe ein schmaler Streifen (2cm x 10cm) geschnitten. Dieser wird bei Raumtemperatur um 90°, in den meisten Fällen sogar um 180° geknickt. Verstärkt durch einen Preßdruck mit den Fingerspitzen entlang der Knicklinie, wird nun die Farbhftung getestet. Hierbei wird darauf geachtet, ob der Farbfilm einreißt oder nicht und ob eventuell der Bedruckstoff versprödet ist, wie es unter anderem beim Einsatz von UV-Farben geschehen kann.

### 3.1.3.5 Prägen

Das Prägen gehört mit zu den anspruchs- und wirkungsvollsten aller Veredelungsarten eines Druckerzeugnisses. Prägungen entstehen durch Umformen eines Werkstoffes der mittels eines Klischees, also durch Reliefbildung deformiert wird (vgl. Kipphan, [2], S. 119). Leider läßt sich dieses Verfahren nicht in den Marabuwerken realisieren, daher muß es extern geprüft werden. Neben dem Prägen von Kunststoffen für Kredit-



**Abbildung 25: Kreditkartenprägung**

karten (siehe Abbildung 25) kann dieses Veredlungsverfahren auch sehr effektiv auf Papier oder Pappe für Visitenkarten eingesetzt werden.

#### 3.1.3.6 Stanzen

Unter dem Stanzen wird ein Trennverfahren verstanden. Es dient zur Herstellung von Faltschachteln, Verpackungen, Displays, Etiketten und ähnlichen Produkten. Beim Stanzvorgang wird der Werkstoff durch einen starken Anpreßdruck der scharfkantigen Stanzform auf das Druckprodukt getrennt, so daß der größte Teil des Werkstoffes durch die Stanzlinie vollständig abgetrennt wird. Ein kleiner Steg hält die Verbindung zum Druckbogen noch aufrecht, so daß die gestanzten Teile nicht herausfallen. Diese können später entweder manuell oder maschinell aus dem Bogen getrennt werden.

Die Prüfung einer Druckfarbe und deren Bedruckstoff auf seine Stanzfähigkeit können nur extern stattfinden. Von Interesse ist hier besonders die Kantenqualität der Produkte, d.h. ob es zu einem Splitten des Farbfilms durch den Stanzvorgang kommt.

#### 3.1.3.7 Thermoforming von Kunststoffen (Tiefziehen)

Das Vakuum-Tiefziehen (auch Vakuumformen oder Thermoforming genannt) ist eine Möglichkeit zum Umformen von Thermoplasten. Bei diesem Verfahren wird eine Kunststoffplatte bis zum thermoelastischen (gummiartigen) Zustand erwärmt und dann auf das entsprechende Werkstück gesaugt. Nach dem Abkühlen behält die verformte Platte die gegebene Form, zum Beispiel eine Schüssel-, Becher-, Handyschalen- oder Gehäuseform (vgl. Kessler Kunststoffverarbeitung, [14]). Bei der Durchführung der Prüfung kommt es darauf an, daß der Druckfarbenfilm den Belastungen der Verformung standhält und nicht reißt.

#### 3.1.3.8 Tilt-Messung und Klimakammerlagerung

Die Tilt-Messung beschreibt die Verformung einer DVD oder CD vor und nach der Bedruckung mit einer Druckfarbe. Besonders die DVD-Lesegeräte reagieren sehr sensibel auf eine Verformung, die eine plane Lage der DVD auf einer ebenen Fläche verhindert. Diese Abweichung von einer ebenen Lage wird im Prinzip als Tilt bezeichnet.

Für diesen Versuch werden von den unbedruckten DVDs die Grundverformungen mit dem Tilt-Meßgerät an drei Radien (im Außenring, Mittelring und Innenring) der DVD bestimmt. Anschließend werden 5 DVDs bedruckt und 5 weitere DVDs als Referenz- und Vergleichsmuster hinterlegt. Jetzt erfolgt eine Klimakammerlagerung über einen definierten Zeitraum der bedruckten DVDs und der unbedruckten Vergleichsmuster. Die Klimakammerlagerung dient dazu, das Raumklima zu simulieren. Im Anschluß an die Klimakammerlagerung erfolgt wieder eine Tilt-Messung der bedruckten und

unbedruckten DVDs, um die Verformung nach dem Klimakammertest zu ermitteln. Dieser Test dient der Entwicklungsabteilung dazu, die bestmögliche Druckfarbe für die DVD-Bedruckung zu entwickeln. Die Grundverformung der DVD darf  $\pm 0,8^\circ$  nicht überschreiten, sonst kann es passieren, daß Abspielgeräte diese nicht lesen können.

## 3.2 Sonstige mechanische Beständigkeiten

### 3.2.1 Kanten-Rollneigung

Bei diesem Versuch wird ermittelt, wie stark die Lösemittel der Farbe den Bedruckstoff (Selbstklebefolie) angreifen. Nach der Bedruckung einer Selbstklebefolie, werden kreuzweise Schnitte in den Farbfilm und Bedruckstoff eingebracht. Nach einer anschließenden Lagerzeit wird bestimmt, ob sich die Kanten des Bedruckstoffs durch eine Verflüchtigung der Lösemittel der Farbe wölben oder einrollen.

### 3.2.2 Laminieren

Dieser Test muß außerhalb der Marabuwerke durchgeführt werden. Es wird vor allem geprüft ob die verwendete Farbe einem Laminierprozeß unterworfen werden kann, d.h. ob die Pigmente der Druckfarbe nicht in die Klebeschicht der Laminierfolie migrieren und damit die Qualität des Druckbildes negativ beeinflussen.

### 3.2.3 Plakatierfähigkeit

Unter der Plakatierfähigkeit von Drucken und Druckfarben versteht man die Widerstandsfähigkeit eines bedruckten Outdoor-Papiers zum Plakatieren von Litfaßsäulen gegen eine längere Einwirkung von Leitungswasser. Dazu werden die Proben mindestens 8 Stunden in einem Eimer mit Leitungswasser gelagert und anschließend auf Ablösen, Reißen und Ausbluten des Farbfilms hin überprüft.

## 3.3 Druckverhalten / Verarbeitungseigenschaften

Eigenschaften wie Verdruckbarkeit, Maschendurchgängigkeit, Verlauf oder konturenscharfes Ausdrucken (Detaildruckverhalten) sind weitgehend von den rheologischen Eigenschaften einer Druckfarbe abhängig. Die rheologischen Eigenschaften einer Sieb- und Tampondruckfarbe werden durch die Rezeptur und den Dispersionsgrad bestimmt. Sie beeinflussen die Wechselbeziehungen zwischen Druckfarbe und Raketgeschwindigkeit sehr (vgl. Scheer, [4], S.171).

Die Viskosität, Thixotropie, Kürze und Zügigkeit sind Begriffe im Zusammenhang mit den rheologischen Eigenschaften einer Druckfarbe.

*Viskosität:*

Die Viskosität gibt den Grad der Zähflüssigkeit, also das Fließverhalten einer Druckfarbe unter Scherbelastung an. Im Wesentlichen beeinflusst sie die mit einer Farbe mögliche Druckgeschwindigkeit. So erfordern z.B. hochviskose Farben eine relativ langsame und niedrigviskose Farben eine schnelle Rakelbewegung. Zu niedrig viskose Farben tropfen evtl. aus dem Sieb heraus. Während des Druckvorgangs kann sich die Viskosität einer Farbe auch ändern. Dies trifft besonders für Farben mit einem hohen Anteil schnell verdunstender Lösemittel zu, da diese durch die permanente Farbbewegung mit der Rakel entweichen (vgl. Scheer, [4], S.171).

Grundsätzlich wird die Viskosität als Verhältnis von aufzubringender Scherspannung (Drehmoment in einem Rotationsviskosimeter) im Verhältnis zur Verformungsgeschwindigkeit, der sog. Scherrate (Schergefälle) definiert. Ist die Viskosität einer Flüssigkeit nicht vom Schergefälle abhängig, spricht man von Newtonschen Flüssigkeiten wie z.B. Wasser. Die Fließeigenschaften hängen stark von der Temperatur ab, können aber auch von der Schergeschwindigkeit, der Zeit und der Belastungshistorie abhängen. In Abhängigkeit dieser Parameter spricht man von unterschiedlichen Viskositätstypen. Nimmt die Viskosität einer Flüssigkeit mit zunehmender Scherrate nicht mehr proportional zu bezeichnet man sie als strukturviskos.

*Thixotropie:*

Ein weiterer Verhaltenstypus ist die Thixotropie, sie beschreibt die Eigenschaft insbesondere pastöser Druckfarben, die eine ausgesprochene Abhängigkeit der Viskosität von der Zeit (Scherdauer) bzw. der Verformungshistorie haben. Diese können von einer hohen Viskosität (Farbe im Ruhezustand = dicke Konsistenz) in eine fließende Konsistenz übergehen. Wird die Farbe wieder in den Ruhezustand zurückgeführt, nimmt sie nach einer gewissen Zeit ihre ursprüngliche Konsistenz wieder an.

*Kürze und Zügigkeit (Tack)*

Die Kürze und Zügigkeit einer Druckfarbe bezeichnen den Grad der Klebkraft. Hierunter versteht man die bei der Farbspaltung auftretenden Zugkräfte während des Druckvorgangs. So kann die Klebkraft das Auslösevermögen einer Siebdruckfarbe aus der Siebdruckform, sowie das Haftungsvermögen der Farbe am Bedruckstoff beeinflussen. Man bezeichnet Farben mit einer hohen Klebkraft als lang oder zügig und Farben mit einer geringen Klebkraft als kurz (vgl. Scheer, [4], S.171).

### 3.3.1 Ergiebigkeit der Siebdruckfarbe

Bei der Ermittlung der Ergiebigkeit stehen die Parameter wie Farbrheologie, die Geometrie des Schablonenträgers, der Rakelanstellwinkel, die Rakelgeschwindigkeit und die Shorehärte des Rakelblattes in einer ständigen Wechselbeziehung zueinander. All diese Wechselbeziehungen erschweren die genaue Ermittlung der Ergiebigkeit, so daß man nur in der Lage ist, Näherungswerte anzugeben. Diese Näherungswerte können in der Praxis ermittelt werden, indem man vor dem Druckvorgang zum Beispiel 100 g Farbe plus die benötigten Hilfsmittel (Verdünner, Verzögerer) im richtigen Mischungsverhältnis anmischt. Diese Menge wird anschließend erneut gewogen, um das exakte Gewicht zu ermitteln. Mit dieser abgewogenen Menge wird eine bestimmte Anzahl von vollflächigen Andrucken erstellt. Nach dem Druckvorgang wird die Farbe aus dem Sieb, Klischee, Rakeln und Hilfsgeräten entfernt und erneut gewogen. Durch anschließende Subtraktion erhält man die verbrauchte Farbmenge. Nach dem Trocknen der Druckproben wird die bedruckte Farbfläche ausgemessen und der Farbverbrauch hochgerechnet. Im Siebdruck wird ein Farbverlust von ca. 5% der ermittelten Farbmenge angenommen. Im Tampondruck wird kein Farbverlust berechnet. Der Farbverlust im Siebdruck entsteht überwiegend durch haften bleibende Farbe am Sieb und an der Rakel.

Es besteht auch die Möglichkeit, die Ergiebigkeit einer Farbe mit Hilfe der nachfolgenden Formel zu berechnen. Hierbei ist jedoch darauf zu achten, daß diese Formel nur Näherungswerte angibt und nicht die praktische Messung ersetzen kann.

$$E_{th} = \frac{V_{th} \cdot \text{Farbfläche}_{\text{der Auflage in m}^2}}{1000 \cdot S \cdot V \cdot 0,95} \quad \text{in Liter (l)}$$

$E_{th}$	=	<i>Theoretischer Farbverbrauch in Liter (l)</i>
$V_{th}$	=	<i>Theoretische Farbvolumen = Produkt aus dem Sieböffnungsgrad und der Dicke des Gewebes in cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup></i>
$S$	=	<i>Koeffizient für die Saugfähigkeit des Bedruckstoffes</i>
$S 0.5$	=	stark saugend;
$S 0.8$	=	schwach saugend;
$S 1.0$	=	nicht saugend
$V$	=	<i>Koeffizient für die Farbverdünnung</i>
$V 1.1$	=	10% Verdünnung;
$V 1.15$	=	15% Verdünnung;
$V 1.20$	=	20% Verdünnung usw.

Im Regelfall kann ein Farbverlust von etwa 5% angenommen werden. Dieser Regelverlust geht mit dem Koeffizienten 0.95 in die Berechnung des angenäherten Farbverbrauchs ein (vgl. Scheer, [4], S. 79).

### 3.3.2 Farbabgabe vom Tampon

Wie zu Beginn dieser Arbeit beschrieben wurde, muß eine Farbe im Tampondruck so beschaffen sein, daß sie trotz des silikonhaltigen Tamponmaterials auf dessen Oberfläche haften bleibt. Während des Vorgangs der Farbaufnahme vom Klischee und dem Vorgang der Farbabgabe auf den Bedruckstoff verdunstet das Lösemittel der Farbe an dessen Oberfläche. Somit wird die am Tampon haftende Farbe an ihrer Oberfläche klebriger und kann am Bedruckstoff haften. Für einen restlosen Farbübertrag von nahezu 100% sorgt das im Tampon befindliche Silikonöl (vgl. Kipphan, [2], S. 458).

Um die Farbabgabe vom Tampon zu bestimmen, wird eine bestimmte Anzahl von Fortdrucken erstellt. Nach diesem Druckdurchlauf wird die eventuell am Tampon verbliebene Restfarbe mit einem Tesafilm entfernt und im Vergleich zu anderen Farbmustern ausgewertet und im Bericht dokumentiert.

### 3.3.3 Farbaufbau und Fließverhalten der Farbe im Sieb

#### *Farbaufbau*

Unter dem Farbaufbau einer Druckfarbe versteht man das Ansammeln von unerwünschten Partikeln im Sieb, welche die Druckrakel nicht mehr sauber abziehen kann. Dieses Phänomen tritt besonders bei Deckweiß auf. Um den Farbaufbau zu ermitteln, erfolgt eine Farbbewegung über einen bestimmten Zeitraum im geschlossenen Sieb. Anschließend erfolgt eine Einstufung, ob ein Farbaufbau stattfindet oder nicht (Ja / Nein Prüfung).

#### *Fließverhalten der Farbe im Sieb*

Dieser Test erfolgt zusammen mit dem Versuch zur Ermittlung des Farbaufbaus. Hier wird jedoch darauf geachtet, ob die Farbe beim Stillstand der Maschine wieder zurück in das Druckbild fließt.

### 3.3.4 Eignung für geschlossenes Farbsystem

Bei diesem Versuch wird die Eignung einer Farbe für die Verwendung im geschlossenen Tampondrucksystem ermittelt. Dafür erfolgt eine Farbbewegung mit dem geschlossenen Topfsystem über einen längeren Zeitraum hinweg. Nach Testende wird der Farbrand der Farbe im Topf bzw. außerhalb des Topfes bewertet.

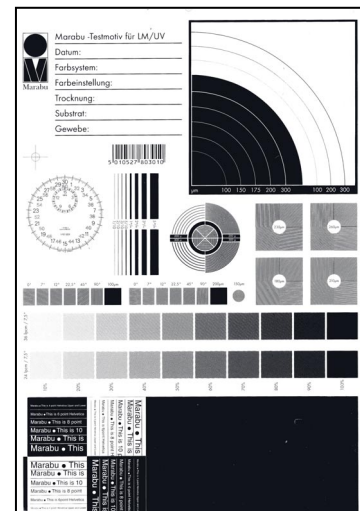
Die Bewertung erfolgt nach:

- kein Farbrand
- geringer Farbrand
- starker Farbrand
- sehr starker Farbrand

### 3.3.5 Detaildruckverhalten / Sieb- und Klischeeoffenhaltung und Wiederanlöseverhalten

Dieser Test dient dazu, die Druckfarbe insbesondere auf ihre Detaildruckwiedergabe und ihr Eintrocknungsverhalten zu beurteilen. Hierfür wird ein spezielles Siebdrucktestmotiv bzw. Tampondrucktestklischee verwendet. In Abbildung 26 ist das Siebdrucktestmotiv dargestellt.

Für die Durchführung der Prüfung erfolgt nun im Siebdruck ein Fortdruck von 30 Bogen. Anschließend erfolgt eine Unterbrechung des Druckvorgangs für eine Minute. Für die Unterbrechung des Druckvorgangs wird die Schablone geflutet, so daß die Sieböffnungen mit Farbe gefüllt sind. Nach dieser Minute werden nun die restlichen 20 Bogen bedruckt. Im Tampondruck werden 50 Proben ohne eine Unterbrechung gedruckt. Sind diese Druckproben im Sieb- und Tampondruck erstellt und ausreichend getrocknet, erfolgt eine visuelle Beurteilung des Detaildruckverhaltens anhand der Detailwiedergabe auf dem zehnten, zwanzigsten, dreißigsten, vierzigsten und fünfzigsten Druckbogen.



**Abbildung 26: Siebdrucktestmotiv**

Eine Beurteilung auf das Wiederanlöseverhalten erfolgt nur im Siebdruck. Hier wird anhand des 31sten bis 40sten Bogen visuell beurteilt, ob die feinen Details des Testmotivs sich wieder freidrukken, bzw. verstopfen.

### 3.3.6 Farbverlauf

Durch diesen Versuch wird eine eventuelle Benetzungsstörung der Druckfarbe ermittelt. Die zu prüfende Farbe wird hierfür nach mehrmaligen Andrucken auf einen transparenten Bedruckstoff gedruckt, jedoch wird erst der fünfte Andruck bewertet. Die Bewertung erfolgt visuell, indem der bedruckte Bogen gegen eine Lichtquelle gehalten wird. Hierbei wird besonders auf eventuell auftretende Benetzungsstörungen wie Orangerhaut-Effekt oder Fischaugen-Effekt geachtet und diese im Prüfbericht festgehalten. Sollte es zu solchen Störungen kommen, sind Verlaufs- und Benetzungsmittel zu verwenden, welche die Oberflächenspannung einer Druckfarbe herabsetzen.

### 3.3.7 Meßtechnische Bestimmung der Topfzeit

Die zu prüfende Zwei-Komponenten Farbe wird vor Versuchsbeginn mit dem empfohlenen Härter und den typischen Hilfsmitteln im richtigen Mischungsverhältnis angesetzt. Anschließend wird die Anfangs-Viskosität mit Hilfe eines Rotationsviskosimeters meßtechnisch bestimmt (siehe Abbildung 27). Dabei befindet sich die zu prüfende Farbe in einem Ringspalt zwischen einer Platte und einem

Kegel, wobei die Kegelgröße variabel ist. Die Bodenplatte (Stator) steht fest und der Kegel (Rotor) rotiert mit konstanter Drehzahl.

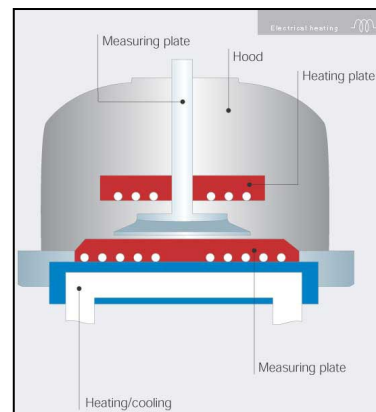
Das Schergefälle ist sehr genau einstellbar. Es ruft einen Fließwiderstand in der Substanz hervor, der ein Maß für die dynamische Viskosität ist und von einem hoch genauen Drehmomentaufnehmer aufgenommen wird.

Ermittelt werden hier die Drehzahl und das Drehmoment, das nötig ist, um den Reibungswiderstand der Flüssigkeit im Ringspalt zu überwinden. Die Farbe wird bei Raumtemperatur gelagert und die Viskosität stündlich gemessen. Sobald eine Verdopplung der Viskositätswerte festgestellt wird, ist die maximale Topfzeit erreicht.

In Abbildung 27 und 28 sind zunächst das Meßgerät sowie dessen Grundprinzip eines Viskosimeters dargestellt.



**Abbildung 27: Kegel-Platte Viskosimeter aus Anton Paar, [15], 12.05.04**



**Abbildung 28: Grundprinzip des Kegel-Platte Viskosimeters aus Anton Paar, [16], 12.05.04**

### 3.3.8 Verarbeitungszeit einer Zwei-Komponenten Farbe

Die zu prüfende Zwei-Komponenten Farbe wird vor Versuchsbeginn mit dem empfohlenen Härter und den typischen Hilfsmitteln im richtigen Mischungsverhältnis angesetzt. Anschließend wird die Anfangs-Viskosität durch Rühren und das Abfließverhalten der Farbe vom Spachtel subjektiv bestimmt. Die Farbe wird nun bei Raumtemperatur in der Tampondruckmaschine regelmäßig bewegt und angedrückt, um einen permanenten Druckprozeß zu simulieren. In regelmäßigen Abständen (1 / 2 / 4 / 8 / 16 / 24 Stunden) wird die Viskositätserhöhung subjektiv bestimmt. Der Druckprozeß erfolgt solange, bis eine Verdruckbarkeit nicht mehr gegeben ist bzw. die maximale Topfzeit überschritten wurde.



### 3.4 Optische Eigenschaften

#### 3.4.1 Spezifische Messung des Deckvermögens

Unter dem Deckvermögen wird der Grad der Farbabdeckung des Bedruckstoffes verstanden. Bei einer optimalen Deckkraft wird der Farbton nicht durch die Eigenfarbe des Bedruckstoffes beeinflusst. Im wesentlichen wird das Deckvermögen durch den Pigmentcharakter, den Deckweißgehalt und die Farbauftragsdicke bestimmt.

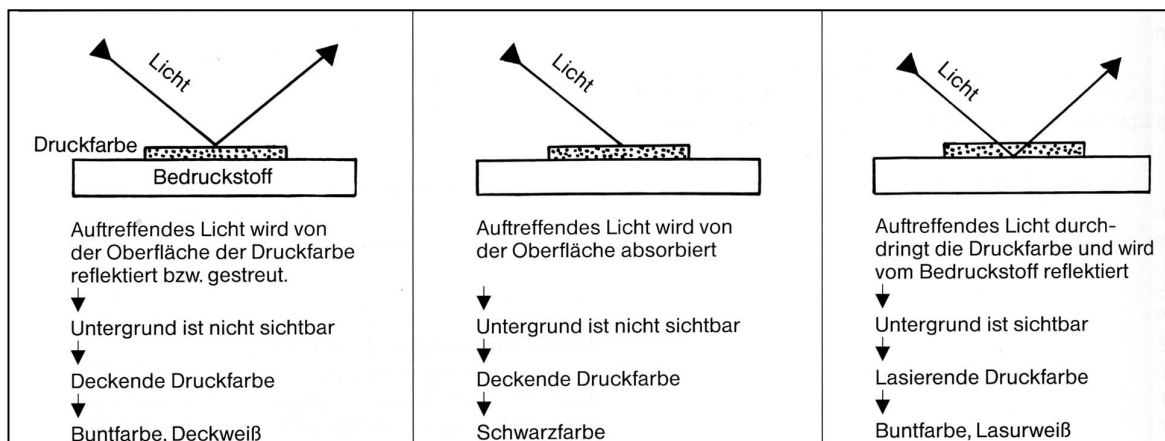
*Pigment:*

Zum größten Teil wird die Deckkraft der Farbe durch das Rückstrahlungsvermögen (Remission) auf das Pigment fallender Lichtstrahlen bestimmt.

Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Deckkraft ist die Kornfeinheit der Farbe. Die für die Farbherstellung angelieferten hochfeinen Pigmente kleben zum großen Teil in Agglomeraten aneinander. Beim Farbherstellungsprozeß werden diese Agglomerate durch die Reibbewegungen im Walzenstuhl aufgelöst und die einzelnen Pigmentteilchen mit einer Hülle aus Bindemittel umgeben. Je mehr Pigmentteilchen in diesem Prozeß voneinander separiert und mit Bindemittel umgeben werden können, desto höher ist am Ende auch die Deckkraft einer Farbe.

*Deckweißgehalt:*

Unter anderem ist der Anteil des Weißgehaltes in dem Farbfilm entscheidend für das Deckvermögen. Je höher dieser ist, desto heller und deckender erscheint eine Buntfarbe, denn die weißen Pigmentanteile im Druckfarbenfilm erhöhen den Remissionsgrad. Hier werden die auf dem Farbfilm auffallenden Lichtstrahlen nicht mehr vom Untergrund des Farbfilms, dem Bedruckstoff zurückgestrahlt, sondern in großem Umfang vom Farbfilm selbst. Man kann jedoch den Deckweißgehalt in einer Buntfarbe nicht beliebig erhöhen da mit steigendem Deckvermögen die Leuchtkraft der Farbe abnimmt (vgl. Scheer, [4], S. 172 f.).



**Abbildung 29: Veranschaulichung des Reflexions –und Absorptionvermögens einer Druckfarbe aus Teschner [17], S. 13/18**

### Farbaufragsdicke:

Die Farbaufragsdicke ist insofern für das Deckvermögen mit verantwortlich, indem im gleichen Maße wie sich die Stärke einer Druckfarbschicht erhöht, sich auch die Konzentration der Pigmentanteile steigert. Je höher die Konzentration der Pigmentanteile, desto höher ist die Deckkraft (vgl. Scheer, [4], S. 172 f.).

### Spezifische Messung des Deckvermögens:

Unter dem Deckvermögen einer Druckfarbe versteht man deren Eigenschaft die Farbe bzw. Farbunterschiede des Untergrundes mehr oder weniger zu verdecken. Um das Deckvermögen zu ermitteln, erfolgt zunächst ein Andruck der zu prüfenden Farbe auf einer Deckprüfkarte, dargestellt in Abbildung 30. Nach ausreichender Trocknung des Farbfilms erfolgt nun die Messung des spezifischen Deckvermögens mit Hilfe eines Spektralfotometers. Die Marabuwerke verwenden ein Gerät der Firma Gretag Macbeth. Zunächst wird der ideal Weiße und ideal Schwarze Hintergrund der Deckprüfkarte gemessen. Anschließend wird die Farbe, welche auf die Deckprüfkarte gedruckt wurde, auf dem hellen und dunklen Untergrund gemessen und überprüft, ob diese beiden Meßwerte miteinander identisch sind. Sind diese identisch, spricht man von einem 100%-igen Deckvermögen.



**Abbildung 30: Deckprüfkarte**

Trotz mehrfacher telefonischer Nachfragen bei der Firma Gretag Macbeth war es nicht möglich in Erfahrung zu bringen, nach welchem Farbsystem und Meßprinzip das bei Marabu verwendete Gerät arbeitet. Die Firma BYK-Gardner hingegen baut ähnliche Geräte. Dort war von sehr kompetenter Stelle durch Herrn Meister (Betriebsleiter Geretsried, [18]) Auskunft zu erhalten. Nach Erläuterungen von Herrn Meister beeinflusst das bei nicht 100%iger Deckung durchscheinende Schwarz oder Weiß vor allem den sogenannten Y Wert. Y erhält man durch eine mathematische Konvertierung der Meßwerte der L-Achse aus dem CIE-LAB System. Üblicherweise arbeitet man mit dem CIE-LAB System. Dies ist eine mathematische Konvertierung des CIE-XYZ Systems, welches auf den Empfindlichkeiten der drei Farbrezeptoren des Auges beruht.

Die Y Kurve repräsentiert die Grünempfindlichkeit des Auges. Wissenschaftliche Untersuchungen haben ergeben, daß die Y Kurve ziemlich genau dem Helligkeitsempfinden des Auges entspricht. Da es bei der Opazitätsmessung hauptsächlich darauf ankommt, ob der schwarze oder weiße Untergrund die zu messende Farbschicht etwas durchscheint und damit vor allem die empfundene Helligkeit der Farbschicht beeinflusst, wird der Y-Wert als repräsentative Meßgröße zur Bestimmung des Deckvermögens herangezogen.

Sowohl auf dem Schwarzen als auch auf dem Weißen Aufzug der Testkarte werden vom Spektralfotometer die Y-Werte der Farbschicht gemessen. Aus beiden Y-Werten wird der Quotient gebildet und durch Multiplikation mit dem Faktor 100 schließlich als Opazität oder Deckvermögen in der Ein-

heit Prozent angegeben. Je mehr vom Schwarz durchscheint, desto weniger Deckvermögen hat die zu messende Farbschicht.

Dem Meßgerät von BYK-Gardner ist folgende Formel für die Opazität hinterlegt (vgl. BYK Gardner, [10], S. 90):

$$\text{Opazität}(\%) = \frac{Y_{\text{Schwarz}}}{Y_{\text{Weiß}}} \cdot 100(\%)$$

Im Anschluß an die Messung erfolgt die automatische Ausgabe des Wertes für das Deckvermögen in Prozent. Auch das Gerät der Firma Marabu gibt automatisch einen Prozentwert als Ergebnis der Messung aus. Nach der Meßtechnischen Bestimmung des Deckvermögens erfolgt eine subjektive, visuelle Einteilung in die unterschiedlichen Deckungsgrade (sehr hoch, hoch, mittel, leicht deckend).

#### Transparenz-Messung / Lasur-Messung:

Unter Lasur versteht man die Eigenschaft einer Druckfarbe, das auffallende Licht möglichst wenig zu streuen. Die Prüfung der Transparenzzahl (Lasur) wird nach der DIN 55988 durchgeführt.

Zunächst erfolgt ein Andruck der betreffenden Farbe auf einer Deckprüfkarte. Nach der Trocknung kann nun mit Hilfe eines Spektralfotometers die Transparenz zahlenmäßig erfaßt werden. Hierfür wird

der Farbabstand  $\Delta E$  im Vergleich zum Ideal-Schwarz bestimmt. Als Maßzahl für die Transparenz wird entsprechend der DIN 55988 der Quotient aus der Schichtdicke  $h$  und dem Farbabstand  $\Delta E$  gegen den ideal schwarzen Untergrund berechnet, entsprechend der untenstehenden Formel (vgl. DIN 55988, [19], S.1).

$$T = \frac{h}{\Delta E^*_{ab}(h)}$$

T = Transparenzzahl

$\Delta E$  = Farbabstand der Probe zum ideal schwarzen Untergrund für die Schichtdicke  $h$

$h$  = Schichtdicke der Probe

Je höher hierbei der  $\Delta E$ -Wert ausfällt, desto geringer ist die Transparenz. Mit anderen Worten: je stärker der Bedruckstoff durch die Farbe durchscheint, desto höher ist die Transparenz.

### 3.4.2 Spezifische Messung des Glanzgrades

Der Glanz ist eine visuelle Wahrnehmung, welche bei einer Betrachtung von Oberflächen entsteht. Je gerichteter die Lichtreflexion erfolgt, desto glanzvoller erscheint eine Oberfläche. Auf ebenen, völlig glatten und polierten Oberflächen ist der Reflexionswinkel des Lichtstrahls gleich seinem Einstrahlwinkel, dargestellt in Abbildung 31.

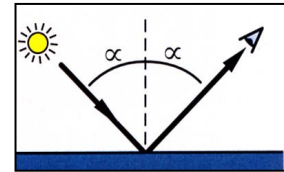


Abbildung 31: Gerichtete Reflexion aus BYK Gardner, [10], S. 13

Bei rauhen Oberflächen jedoch wird das Licht nicht nur in die Hauptreflexionsrichtung reflektiert, sondern auch diffus in andere Richtungen (siehe Abb. 32). Eine so reflektierte Druckfarbenschicht wird nicht mehr brillant und glänzend sondern verschwommen / matt wahrgenommen. Die Abbildungsqualität erscheint dann diffus und matt.

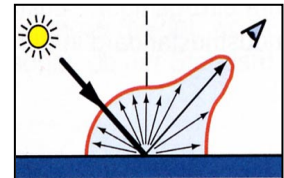


Abbildung 32 : Diffuse Lichtstreuung aus BYK Gardner, [10], S. 13

Der Glanz wird mit Hilfe eines Reflektometers von z.B. BYK Gardner gerichtet gemessen (siehe Abbildung 33). Um bei den Messungen vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, werden der verwendete Einstrahlwinkel und der verwendete Reflektometerwert kalibriert. Nur so können hochglänzende, glänzende und matte Oberflächen gut differenziert werden.

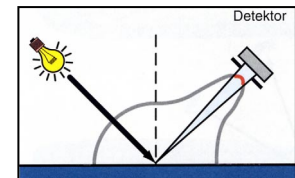


Abbildung 33: Gerichtete Reflexion im Gerät aus BYK Gardner [10] S. 13

In den unten stehenden Abbildungen ist ersichtlich, bei welchen Glanzgraden welcher Einstrahlungswinkel benutzt wird. Zunächst werden die zu untersuchenden Flächen mit der 60° Geometrie gemessen und der Reflektometerwert durch Messung ermittelt. Liegt dieser Wert zwischen 10 und 70 Glanzeinheiten, gilt die gemessene Fläche als Mittelglänzend. Sollten die gemessenen Glanzeinheiten jedoch außerhalb dessen liegen, so wird ab 70 Glanzeinheiten mit der 20° Geometrie gemessen. Diese gilt für Hochglänzende Flächen. Liegen die mit der 60° Geometrie gemessenen Glanzeinheiten unter 10, wird mit der 85° Geometrie für Mattglänzende Flächen gemessen. In den unten stehenden Abbildungen ist ersichtlich, bei welchen Glanzgraden welcher Einstrahlungswinkel benutzt wird.

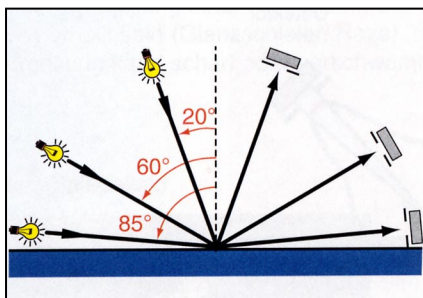


Abbildung 34 : Einstrahlungswinkel des Reflektometers aus BYK Gardner [10] S. 14

Tabelle 3: Abhängigkeit der Einstrahlungswinkel vom Glanzgrad aus BYK Gardner [10] S. 14

Glanzgrad	60° Wert	Wird gemessen mit
Mittelglanz	10 bis 70	60° Geometrie
Hochglanz	> 70	20° Geometrie
Mattglanz	< 10	85° Geometrie

### 3.5 Chemische Beständigkeiten / Echtheiten

Eine Druckprobe muß neben den mechanischen und verarbeitungstechnischen Eigenschaften auch sehr viele chemische Beständigkeiten aufweisen. Darunter versteht man den Widerstand einer Druckfarbe gegenüber der Angriffswirkung von Chemikalien einer bestimmten Art, Konzentration, Temperatur und Einwirkungsdauer. So sind Etiketten und andere Druckprodukte im Haushalt schwachen Alkalien, Säuren, Ölen, Handcremen, Haushaltsreinigern sowie Schweiß und Speichel ausgesetzt und sollten resistent sein gegen diese. Andere Einsatzgebiete sind Etiketten im und am Auto. Hier sollten die Druckprodukte eine Beständigkeit gegen Benzin, Alkohol, Säuren, Motorölen sowie Wachsemulsionen aufweisen. Ein so großer Umfang an Chemikalienbeständigkeit ist kaum mit einer Farbsorte realisierbar. Chemikalien können eine Farbschicht erweichen, anquellen, vom Bedruckstoff ablösen, den Glanzgrad, die Farbintensität und den Farbton verändern. Auch eine Riß- und Blasenbildung in dem Farbfilm kann durch Chemikalien verursacht werden. Diese allgemeinen und spezifischen Beständigkeiten einer Druckfarbe sind hauptsächlich durch ihre Rezeptur festgelegt.

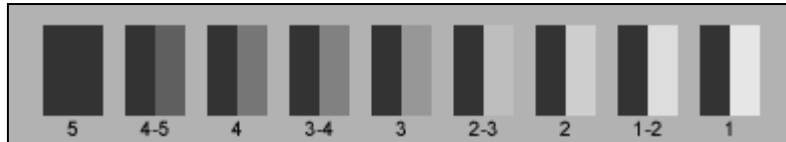
Je nachdem, welche Chemikalienresistenz ein Druckprodukt aufweisen soll, können verschiedene Tests durchgeführt werden.

#### 3.5.1 Alkali-, Essigsäure-, Füllgut-, Milchsäure-, Handcreme-, Haushaltsreiniger-, Lösemittel-, Meerwasser-, Motoröl-, Paraffin / Wachs-, Salzsäure-, Schwefelsäure-, Schweiß-, Seifen-, Speisefett-, Speichel-, Waschmittel-, Wasser- und Zitronensäure-Echtheit

Im Prinzip ist der Testverlauf bei all diesen hier aufgeführten Chemikalien sehr ähnlich. Je nach Konsistenz der Chemikalie werden die Druckproben direkt mit der Chemikalie bestrichen, zwischen zwei Glasplatten gelegt und mit einem Gewicht beschwert. Bei flüssigen Chemikalien besteht die Möglichkeit, die Druckprobe in die Prüflüssigkeit zu stellen oder es werden mehrere Lagen Filterpapier mit der betreffenden Lösung benetzt und auf eine Glasplatte gelegt. Anschließend kann die Druckprobe zwischen die Filtrierlagen oder mit der Druckfarbschicht auf die Filtrierlagen gelegt werden. Dies wird danach unterschieden, ob man nur die Einwirkung der Chemikalie auf den Druckfarbenfilm testen möchte oder aber auch auf den Bedruckstoff. Nach dem Einbringen der Druckprobe wird die Anordnung mit einer weiteren Glasplatte bedeckt und mit einem Gewicht beschwert. Nun kann die Chemikalie über einen bestimmten Zeitraum, welcher sich nach der Aggressivität der Chemikalie richtet, auf das Druckprodukt einwirken. In Abhängigkeit der Flüchtigkeit einer bestimmten Chemikalie ist es bei einigen Versuchen notwendig, den gesamten Testapparat in einem luftdichten Umschlag zu lagern.

Nach dem Testverlauf wird die Druckprobe mit einem Vlies abgewischt (bei Ölen) oder mit destilliertem Wasser abgespült (bei Flüssigkeiten) und auf ein Erweichen, Riß- und Blasenbildung, Anquellen

und ein Ablösen vom Bedruckstoff überprüft. Eine Veränderung der Farbtönung, sowie ein Ausbluten der Farbe in das Filterpapier, werden mit Hilfe des entsprechenden Graumaßstabes überprüft (siehe Abbildung 35). Hierbei wird der Farbabstand der geprüften Probe/Filterpapier im Vergleich mit der ungeprüften Probe/Filterpapier visuell bestimmt.



**Abbildung 35: Darstellung des Graumaßstabes  
aus Bayerpolymers, [20], 02.04.04**

Da viele der Prüfflüssigkeiten eine Eigenfarbe besitzen, empfiehlt es sich einen Test auch ohne eingebrachte Druckprobe durchzuführen. Eine Druckprobe gilt als beständig der entsprechenden Chemikalie gegenüber, wenn sie keine Veränderung des Farbfilms zeigt so wie kein Ausbluten in das Filterpapier erfolgt ist.

Viele dieser Tests haben den Vorteil, daß es bereits entsprechende DIN Normen oder andere Normen gibt, die im Rahmen dieser Arbeit auf ihre Durchführbarkeit geprüft und angepaßt wurden. Teilweise konnten die Beständigkeitstests auch anhand von Normen und Regelwerken aus ganz anderen technischen Bereichen als Anregung übernommen und angepaßt werden.

#### Alkali-, Seifen- und Waschmittel-Echtheit nach DIN 16524-2

Ein Test auf Alkali-Echtheit wird überwiegend durchgeführt, um die Widerstandsfähigkeit von Drucken gegenüber verdünnter Natronlauge festzustellen. Sie spielt besonders eine Rolle bei Klebstoffen (Versuchsaufbau siehe Abb. 36).

Mit Seifen und Waschmitteln kommen Druckfarben vor allem bei der Reinigung von Druckprodukten in Berührung.

Aufgrund der einfacheren Handhabung wurde die in der DIN Norm beschriebene Prüfseifenlösung, in Absprache mit den Chemikern bei Marabu zu Kernseife umgewandelt. Der Prozentsatz bleibt gleich.



**Abbildung 36: Alkali-Echtheit**

### Lösemittel- und Wasser-Echtheit nach DIN 16524-1

Druckproben werden auf ihre Lösemittelbeständigkeit geprüft, da diese häufig in Reinigungsmitteln oder bei der Weiterverarbeitung von Druckerzeugnissen anzutreffen sind.

Eine Prüfung von Druckfarben auf ihre Wasserbeständigkeit ist besonders bei einer Textilienbedruckung sinnvoll sowie bei Etiketten, Planen, Füllbehältern und Spielzeug (Siehe Abbildung 37).



**Abbildung 37: Wasser-Echtheit**

### Speisefett- und Paraffin/Wachs-Echtheit nach DIN 16524-3

Hier wird zwischen festen und flüssigen Speisefetten unterschieden. Als festes Fett gilt z.B. Butter und als flüssige Fette gelten beispielsweise Speiseöle. Diese kommen mit Druckprodukten in Berührung insbesondere bei der Beschriftung auf Herden und anderen Küchengeräten. Hier können sie durch eine Langzeiteinwirkung den Druckfarbenfilm erweichen, so daß dieser leicht mit dem Fingernagel entfernt werden kann. Der Versuchsaufbau ist in Abbildung 38 dargestellt.



**Abbildung 38: Speisefett-Echtheit**

### Schweiß- und Speichel-Echtheit nach DIN 53160-1/2

Mit dieser Prüfmethode wird der Einfluß von Schweiß und Speichel auf einen Druckfarbenfilm beurteilt, besonders wird dabei auf die Beeinflussung von Farben auf Spielzeugen geachtet. Denn diese kommen besonders bei Kleinkindern mit Speichel in Kontakt. Andere Einflußgebiete sind unter anderem auch Tastaturen (Handy, Computer, Taschenrechner), Rasierer, Computermäuse oder Beschriftungen von Stiften.

### Füllgut-Echtheit nach C.E.P.E. JN 16-80

Dies ist ein anwenderspezifischer Test, d.h. daß die Dauer, Prüftemperatur und Chemikalienkonzentration in Ansprache zum Kunden festgelegt werden. So können zahlreiche Füllstoffe aus dem Food und Non-Food Bereich auf ihren Einfluß auf die Druckfarbenschicht getestet werden

Die Prüfung unterscheidet sich nicht im wesentlichen von der Durchführung der anderen Tests und legt einheitliche Richtlinien fest.

### Haushaltsreiniger-Echtheit in Anlehnung an DIN 16524-2

Dies ist ein firmeninterner Test bei Marabu. Als Prüfmittel werden die Haushaltsreiniger „Der General“ und „Mr. Proper“ unverdünnt auf eine Druckprobe angewendet. Diese wird zwischen zwei Glasplatten auf getränkte Filterpapiere gelegt und mit einem Gewicht belastet. Anschließend wird ermittelt, ob eine Veränderung der Farbtönung oder ein Ausbluten der Farbe ins Filterpapier erfolgte.

### Handcreme- und Motoröl-Echtheit in Anlehnung an DIN 16524-3

Ein Test auf Handcremebeständigkeit erscheint notwendig, da viele Druckprodukte wie Tastaturen, Computermäuse oder Handys mit Handcreme in Berührung kommen und den Farbfilm erweichen können. Der Testablauf, Prüfzeit und Prüftemperatur von ca. 20°C entspricht dem der Speisefett-Echtheit von festen Speisefetten. In Abbildung 39 ist der Versuchsaufbau des Tests zu sehen.



**Abbildung 39: Handcreme-Echtheit**

Der Test auf Motoröl-Echtheit erfolgt im Grunde wie die Prüfung der Speisefett-Echtheit von flüssigen Speisefetten. Jedoch ist hier die Prüftemperatur auf ca. 50 °C angehoben aufgrund der hohen Motorraumtemperatur.

### Meerwasser-Echtheit nach DIN EN ISO 105-E02

Diese Prüfmethode ist auf die Einwirkung von Meerwasser auf Badebekleidung ausgelegt. Die Prüftemperatur beträgt hier ca. 37°C (Körpertemperatur des Menschen).

Sollen auch andere Bedruckstoffe geprüft werden, so ist die Norm entsprechend abzuwandeln. Es besteht so auch die Möglichkeit den Druckfarbenfilm auf weich PVC, welches unter anderem bei Wasserbällen oder Luftmatratzen zum Einsatz kommt, auf seine Meerwasser-Echtheit zu prüfen. Hier kann man die zu prüfende Probe auf getränktem Filterpapier und zwischen zwei Glasplatten positionieren und mit einem Gewicht beschweren. Als Prüftemperatur können, wie in der DIN-Norm, die 37°C verwendet werden oder aber man geht von einer Sonneneinstrahlung auf diesen Objekten aus und erhöht die Temperatur auf ca. 42 °C. Unter anderem kann es bei diesem Test auch sinnvoll erscheinen, eine gezielte UV-Bestrahlung auszuüben, um die Beeinflussung durch Sonnenstrahlen zu prüfen.



### Essigsäure-, Milchsäure-, Salzsäure-, Schwefelsäure- und Zitronensäure-Echtheit nach ISO 11628

Mögliche Berührungspunkte mit diesen Chemikalien ergeben sich beispielsweise im Haushalt bei Etiketten und bedruckten Küchengeräten. Es kann immer wieder vorkommen, daß Säfte (welche Zitronensäure enthalten) oder Milchprodukte wie Quark, Käse, Joghurt auf eine bedruckte Fläche gelangen.

Ein Test auf die Schwefelsäurebeständigkeit erscheint notwendig, da Autobatterien mit Etiketten aus Selbstklebefolien beschriftet sind und diese Beschriftung sich aus Sicherheitsgründen nicht zerstören darf.

#### 3.5.2 Eignung zur Verklebung

Bei diesem Test wird ein Bedruckstoff im Handdruck mit jeweils ein- und zwei-Komponentiger Farbe angedruckt. Danach erfolgt eine Ofentrocknung mit anschließender Abkühlphase. Nach dem Abkühlen erfolgt das Verkleben mit einem Zwei-Komponenten Kleber gegen eine transparente oder bedruckte Acryl-Platte. Bei der Beurteilung wird besonders auf eine Rißbildung, Verfärbung und Anlösung des Farbenfilms geachtet.

#### 3.5.3 Klimakammer-Beständigkeit

Dieser Test wird nicht direkt in einer Norm beschrieben und findet momentan nur in Verbindung mit dem Tilt-Test bei Marabu statt. Es besteht auch die Möglichkeit, andere Druckprodukte auf ihre Lagerfähigkeit bei Raumklima zu prüfen. Hier müßten je nach Bedarf die Lagerbedingungen definiert werden.

#### 3.5.4 Kondenswasser-Test nach DIN 50017

Der Kondenswasser-Test dient zum Feststellen der Belastbarkeit von Druckproben in einem Konstantklima oder einem Wechselklima. Ist neben einer Einwirkung von Kondenswasser auch die Wechselwirkung zwischen Temperatur und Luftfeuchte wichtig, wird nach den Vorgaben für das Wechselklima geprüft.

In diesem Versuch werden insbesondere mit einer Druckfarbschicht versehene Kunststoffe auf Korrosionserscheinungen hin untersucht. Sowohl der verwendete Bedruckstoff als auch die aufgedruckte Farbe sollten gegen die Einwirkung von Wasserkondensat beständig sein. Unter anderem werden bedruckte Getränkekästen hier auf ihre Lagerfähigkeit im Freien getestet.

### 3.5.5 Natronlauge (2%-ig) – Echtheit

Bei diesem Versuch wird die Beschriftung von Getränkekästen auf Ihre Beständigkeit gegenüber Ätz-Soda überprüft. Hierfür wird eine Druckprobe über einen bestimmten Zeitraum in kochendheiße Natronlauge getaucht. Nach diesem Tauchbad erfolgt eine Prüfung auf die Haftfestigkeit der Farbe. Dies ist notwendig, da die Getränkekästen nach der Rückgabe in Natronlauge eingeweicht werden, um Verschmutzungen aller Art zu entfernen. Je nach Verschmutzungsgrad werden die Kästen auch mit einem Hochdruckreiniger abgespritzt.

### 3.5.6 Rakel-Anlöseverhalten

Hier wird mittels Lagerung eines Rakelblattes in der jeweils in Frage kommenden Lösemittelösung geprüft, wie stark die Quellung des Rakelgummis während des Druckens durch die Lösemittel der Farbe ist. Der Test findet nach marabuspezifischen Richtlinien statt.

### 3.5.7 Salzsprühnebel-Prüfungen

In diesem Test, welcher nur außer Haus geprüft werden kann, werden überwiegend Fahrzeugembleme auf ihre Beständigkeit gegenüber auf der Fahrbahn gelöstem Streusalz im Winter und feinem Salzwassernebel in der Luft von küstennahen Regionen geprüft. Während des Testverlaufs wird die entsprechende Lösung mit Hilfe von Druckluft versprüht. Es werden folgende 3 Salzsprühnebel-Prüfungen unterschieden:

- 1) Salzsprühnebel-Prüfung
- 2) Essigsäure-Salzsprühnebel-Prüfung
- 3) Kupferchlorid-Essigsäure-Salzsprühnebel-Prüfung

### 3.5.8 Schweißwassertest

Der Schweißwassertest wird momentan nur für den Test der Beständigkeit von Farben auf Glas verwendet. Hierfür werden die entsprechenden Druckproben über siedendem Wasser gelagert und ständig vom Wasserdampf umströmt. Nach dem Test wird der Druckfarbenfilm auf Kratzfestigkeit und Gitterschnitt-Beständigkeit geprüft.

### 3.5.9 Spülmaschinen-Echtheit

Unter der Geschirrspülmaschinen-Echtheit eines Gegenstandes, versteht man seine Fähigkeit, eine Anzahl von Prüfzyklen in einer Geschirrspülmaschine ohne deutliche Veränderungen zu überstehen. Hierfür wird eine bestimmte Anzahl von Druckprodukten wiederholt einem Spülzyklus unterworfen. Die Anzahl der Sprühzyklen beträgt mindestens 150 Zyklen sowie vielfachen von 150 Zyklen. Im Anschluß an den Test erfolgt der Vergleich des Druckfarbenfilms mit einem Referenzmuster.

Im allgemeinen unterscheidet man zwischen der Geschirrspülmaschinen-Echtheit von Haushaltsmaschinen und Gastronomiemaschinen.

Die Durchführung und Auswertung der Geschirrspülmaschinen-Echtheit für Haushaltsmaschinen erfolgt entsprechend der DIN EN 12875-1/2.

Für die Durchführung des Tests mit Gastronomiemaschinen konnte keine entsprechende Norm gefunden werden, daher erfolgt der Test und die Auswertung in abgewandelter Form entsprechend der Norm für Haushaltsmaschinen. Er unterscheidet sich im wesentlichen in der Dauer der Spülzyklen, der Prüftemperatur und der Aggressivität des Spülmittels. Die benötigten Spülmittel sind vom Spülmaschinenhersteller zu beziehen, welcher bei seinen Spülmitteln zwischen zwei unterschiedliche Aggressivitätsgraden unterscheidet. So gilt das Spülmittel für Gläser als mild im Gegensatz zu dem Spülmittel für Geschirr.

### 3.5.10 Wasserlagerungs-Echtheit

Dieser Test richtet sich insbesondere an bedruckte Getränkeflaschen aus Polyethylen (PE). Diese werden in einem Eimer mit klarem Leitungswasser gelagert und nach Testende trocken gerieben und auf ihre Tesafilm- sowie Kratzbeständigkeit geprüft.

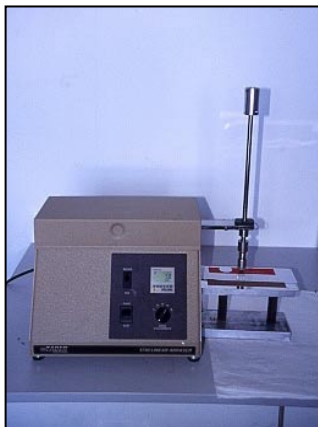
## 3.6 Physikalische Beständigkeiten bei Einwirkung von Chemikalien bzw. Klimata

Bei vielen Druckproben, welche durch das reine Einwirken von einer Chemikalie keine Veränderung zeigen, kann eine zusätzliche mechanische Reibung bewirken, daß der Farbfilm erweicht und sich nach mehreren Hin- und Herbewegungen vom Bedruckstoff ablöst. Momentan werden nur die nachfolgend beschriebenen Testflüssigkeiten für einen Naßabriebtest verwendet. Es besteht aber auch die Möglichkeit alle chemischen Substanzen der chemischen Beständigkeitstests zu verwenden.

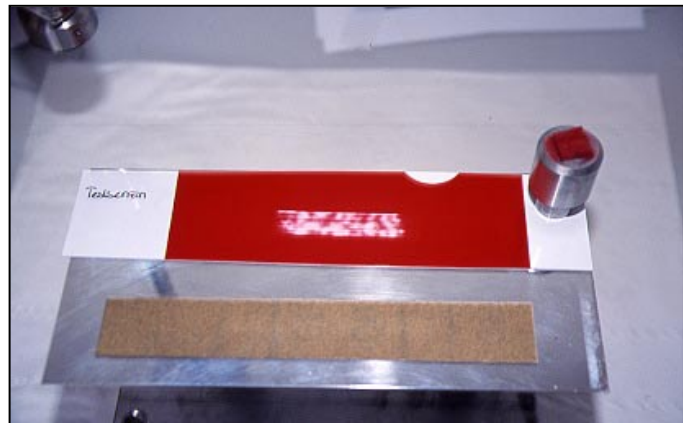
### 3.6.1 Benzin-, Glasreiniger-, Haushaltsreiniger-, Scheuermilch-, Spiritus-, Testbenzin-, Ethanol-Beständigkeit

Bei diesen Versuchen wird die Naßabriebfestigkeit einer Druckfarbe gegen bestimmte Chemikalien sowie mechanische Reibung geprüft. Im Versuchsverlauf wird festgestellt, ob auf dem aufgetragenen Farbfilm ein Oberflächenverschleiß entsteht. Bei den Marabuwerken erfolgt dieser Test mit Hilfe des Taber-Abraser (Taber 5700 Linear Abraser) Gerätes, welches in Abbildung 40 zu sehen ist. In dieses Gerät wird ein Filzstückchen, welches zuvor mit der betreffenden Flüssigkeit getränkt wurde, eingelegt. Nun wird mit einer definierten Geschwindigkeit und einem definierten Anpreßdruck auf dem Druckfarbenfilm eine reibende Hin- und Herbewegung mit dem in Chemikalie getränkten Filz ausgeübt.

Dieser Versuch wird solange betrieben, bis die Farbe von der Chemikalie erweicht und durch die Reibung der Untergrund fast vollständig sichtbar ist. Leider ist bei diesem Versuch, wie auch bei der Trockenabriebfestigkeit, nur eine subjektive Bewertung möglich. Um diese zu vereinfachen und annähernd zu vereinheitlichen, erfolgt die Bewertung mit Hilfe des selbst entworfenen Abriebmusters nach der DIN 53230, dargestellt in Abbildung 12 (Kapitel 3.1.1.1 Abriebfestigkeit). Hier sind verschiedene Abriebstufen aufgeführt, die dem Vergleich mit der ungeprüften Probe dienen. (vgl. DIN 53230, [21], S. 2)



**Abbildung 40: Taber-Abraser Versuchsgert**



**Abbildung 41: Durchweichter und abgeriebener Farbfilm**

Bei der Durchführung des Tests ist im Prüfbericht zu notieren, ab welcher Anzahl von Hin- und Herbewegungen der Abriebsgrad (Stufe 0 bis 5) erreicht wird. Für die Marabuwerke lässt sich so anhand von Vergleichstests mit verschiedenen Farbsorten die naßabriebbeständigste Farbe je Chemikalie und Bedruckstoff ermitteln.

### 3.6.2 Waschbeständigkeit – (40, 50, 60, 95)°C

Die Waschbeständigkeit eines Druckfarbenfilms auf Textilien wird mit Hilfe der DIN EN 20105-C01-C05 geprüft. Um den Test durchzuführen, werden verschiedene Textilien auf ihre Waschbeständigkeit in einer Prüflösung bei verschiedenen Temperaturen überprüft.

### 3.6.3 Licht- und Wetter-Echtheit

Die Licht- und Wetterechtheit ist von großer Bedeutung bei einem Außeneinsatz von Druckerzeugnissen wie Planen, Verkehrsschilder, Warnzeichen, Fahrzeugbeschriftungen oder Fahrplänen. Unter einer Licht- und Wetter-Echtheit versteht man die Beeinflussung einer Druckfarbenschicht durch die UV-Strahlung im Sonnenlicht, Luftfeuchte, Temperatur, Regen und die in der Atmosphäre enthaltenden Gase. Diese Faktoren sind je nach Freibewitterungsstandort sehr unterschiedlich, so daß von der Beständigkeit einer Druckprobe an einem Freibewitterungsort nicht automatisch auf einen anderen geschlossen werden darf.

Die Zerstörung einer Druckfarbenschicht beginnt in der Regel an deren Oberfläche, denn die Licht- und Wettereinflüsse greifen die Pigmente und das Bindemittel der Farbe an (vgl. hierzu und zum folgenden Scheer, [4], S. 174).

Die Moleküle der Pigmente werden durch Absorption bestimmter Lichtstrahlen des Lichtes gegeneinander in Schwingung versetzt. In der daraufhin eintretenden Ermüdungsphase bricht die Molekülbindung des Pigments auf, woraufhin das Pigment nicht mehr farbig erscheint - es ist zerstört.

Die Lichtbeständigkeit einer Siebdruckfarbe steht vorwiegend unter dem Einfluß:

- der Lichtbeständigkeitsstufe des Pigments
- der Menge der Pigmentanteile in der Farbe
- der Stabilität der Pigmentteilchen
- des verwendeten Bindemittel
- evtl. Überlackierung

Durch die Zerstörung der Bindemittel einer Farbe bricht die Farbschicht auf und es entstehen auf der Druckfarbenschicht weißliche Ablagerungen. Diese bestehen aus zerstörten Bindemittelanteilen sowie nicht mehr vom Bindemittel umschlossenen Pigmenten. Diese Ablagerungen sind auch unter dem Begriff Kreiden bzw. Auskreiden bekannt. Durch ein Abwischen des Druckfarbenfilms oder durch Regen werden diese Ablagerungen immer wieder von der Druckprobe gespült und der ursprüngliche Farbton ist wieder sichtbar. Jedoch wird die Druckfarbenschicht durch diesen Wechsel von Ablagerungen und Auswaschungen durch Regen immer dünner. Kreidungserscheinungen treten vorwiegend dann auf, wenn ein sehr hoher Weißpigmentanteil neben dem Buntpigmentanteil in

der Druckfarbe enthalten ist. Mitunter kann auch das Bindemittel zur Vergilbung neigen, dies ist jedoch nur bei Weiß- und Pastelltönen auffällig (vgl. Scheer, [4], S. 174 f.).

Die Beurteilungen über eine Schädigung des Druckfarbenfilms wie beispielsweise Rißbildung, Blasenbildung, Glanzverlust oder Kratzfestigkeitsverlust werden durch Zuhilfenahme eines Referenzmusters ausgewertet. Dieses Referenzmuster kann eine ungeprüfte Probe oder ein vergleichbares Produkt sein, welches den gleichen Bewitterungsbedingungen ausgesetzt war.

Im Allgemeinen kann man zwischen einer Freibewitterung und einer Bewitterung im Schnellbewitterungsgerät unterscheiden.

#### *Außenbewitterung*

Der Test, die Licht- und Wetter-Echtheit einer Druckprobe durch eine Außenbewitterung zu ermitteln, ist sehr langwierig. Für eine Langzeitbewitterung werden die Druckproben auf großen Bewitterungsständen unter einem definierten Winkel der Sonneneinstrahlung ausgesetzt. Die Bewitterung erfolgt solange, bis eine Veränderung in der Farbtönung auftritt oder bis eine weitere Veränderung nicht mehr relevant für eine Aussage über die Farbtönung ist.

#### *Schnellbewitterung*

Um die sehr langwierige Außenbewitterung zu beschleunigen, wurden die Schnellbewitterungsgeräte entwickelt. Diese Geräte sind so optimiert, daß die Versuchseinflüsse wie Licht und Wasser gleichmäßig und einheitlich auf die Druckproben einwirken und somit die chemischen Abbaureaktionen beschleunigen. Es kann grundsätzlich zwischen zwei Gerätetypen unterschieden werden. Die einen arbeiten mit einem Xenonbogenstrahler als Strahlungsquelle und einer Flutung des Probenraums um die Befeuchtung zu simulieren. Die anderen Geräte arbeiten mit einer UV-Leuchtstofflampe als Strahlungsquelle und einem Betauungssystem, mit welchem Regen und Tau nachgeahmt werden können.

Bei den Marabuwerken kommen beide Gerätearten zum Einsatz. Diese sind jedoch nicht entsprechend existierender DIN Normen eingestellt, sondern die Einstellungen sind auf die firmeneigene Freibewitterungsanlage abgestimmt. So erhält man die Möglichkeit, die Meßwerte der Außen- und Schnellbewitterung miteinander zu vergleichen. Allgemein läßt sich sagen, daß ein Schnellbewitterungszeitraum von ca. 800 Stunden einer Außenbewitterungszeit von ca. einem Jahr entspricht.

### 3.6.3.1 Kreidungsgrad nach DIN 53223

Der Kreidungsgrad ist eine Untersuchung, die im Anschluß an die jeweilig gewählte Bewitterung erfolgt. Er wird bestimmt, in dem auf die freigelegten Pigmentteilchen ein Klebeband aufgebracht und sofort danach wieder von der Druckschicht abgezogen wird. Die am Klebeband haftenden Pigmentteilchen werden mit Hilfe der relativen Bewertungsskala aus DIN 53230 eingestuft.

Stufe 0 = keine Veränderung

Stufe 1 = Spur verändert

Stufe 2 = gering verändert

Stufe 3 = mittel verändert

Stufe 4 = stark verändert

Stufe 5 = sehr stark verändert (vgl. DIN 53230, [21], S. 2)

### 3.6.3.2 Blasengrad nach DIN 53209

Der Blasengrad ist ebenfalls eine Folgeuntersuchung nach der Bewitterung. Nach Abschluß der Bewitterung wird die Druckprobe auf Blasen-Erscheinungen untersucht. Diese werden dann, je nach Größe und Menge, den in der DIN Norm veranschaulichten Blasengraden zugeordnet.

In den untenstehenden Abbildungen sind von den 16 möglichen Blasengraden ausgewählte Blasengrade dargestellt.

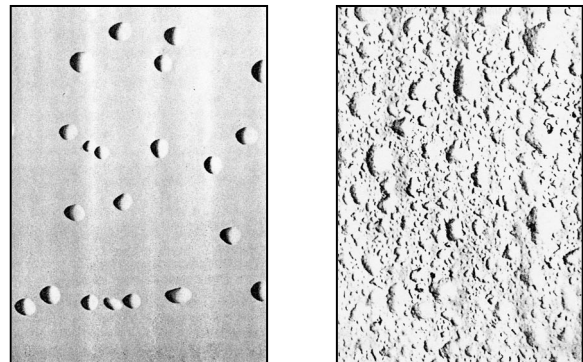


Abbildung 42-43: Darstellung möglicher Blasengrade aus DIN 53209, S. 3 ff.

### 3.6.4 Temperaturbeständigkeit

Neben allen anderen Beständigkeitseigenschaften muß auch die Temperaturbeständigkeit einer Druckfarbe berücksichtigt werden. So werden Druckfarben im Sieb- und Tampondruckbereich auch auf Babyflaschen und medizinischen Utensilien wie Spritzen oder Kathedern gedruckt. Diese müssen einem Sterilisiervorgang standhalten. Ein anderes Anwendungsgebiet finden vor allem Siebdruckfarben bei der Beschriftung von LKW-Planen. Diese müssen nicht nur gegen die Wärmeeinwirkung im Sommer (über 50°C) resistent sein, d.h. sie dürfen nicht vergilben, sondern auch gegen die tiefen Temperaturen (bis zu -20°C) im Winter. Eine LKW-Plane ist ständig einer Bewegung ausgesetzt, zum einen beim Fahren und zum anderen beim Ausladen der Produkte. Hier werden die Planen aufgerollt bzw. gefaltet. Bei diesen Bewegungen ist es wichtig, daß der Druckfarbenfilm nicht reißt und auch der Bedruckstoff den ständigen Bewegungen standhält.

#### 3.6.4.1 Autoklaven-Sterilisierbeständigkeit

Dieser Versuch wird entsprechend der DIN 16524-5 durchgeführt. Dabei wird die Widerstandsfähigkeit der Druckproben gegenüber einer Wasserdampf- und Naßsterilisation unter erhöhtem Druck hinsichtlich der Temperatur und Einwirkungsdauer getestet. Nach dem Sterilisiervorgang werden die Druckproben auf Verletzungen wie Rißbildung, Blasenbildung, Rauigkeit, Glanzverlust, Farbtonänderung und Haftung des Druckfarbenfilms hin untersucht.

#### 3.6.4.2 Kältelagerung

Die Kältelagerung einer Druckprobe erfolgt im Tiefkühlschrank bei ca.  $-18^{\circ}\text{C}$ . Nach einer bestimmten Einlagerungszeit werden die Druckproben dem Tiefkühlschrank entnommen und sofort auf mögliche Beständigkeitseigenschaften des Druckfarbenfilms untersucht. Dazu erfolgt ein Knicktest, Dehnungstest sowie ein Test zur Prüfung der Kratzfestigkeit des Druckfarbenfilms.

#### 3.6.4.3 Wärmelagerung

Wärmebeständige Druckfarben dürfen sich bei der Einwirkung von Wärme nicht in ihrem Erscheinungsbild verändern. Das heißt, es dürfen weder die Bindemittel noch die Pigmente durch die hohen Temperaturen zerstört werden. Die Wärmelagerung erfolgt im Wärmeschrank. Dabei wird die Druckprobe unterschiedlichen Temperaturen und Einwirkzeiten ausgesetzt, um ein möglichst aussagekräftiges Ergebnis zu erhalten.



### 3.7 Sonstige Beobachtungen wie die Reinigungsfähigkeit und der Geruch der Farbe

Zu den sonstigen Beobachtungen zählen weitere Verarbeitungseigenschaften der Farbe. So sollte eine Farbe gut von den verwendeten Arbeitsmitteln zu reinigen sein und auch die Geruchsbelastung sollte nicht zu stark sein.

#### *Reinigung der Arbeitsgeräte:*

Die Reinigung der Arbeitsgeräte wie Klischee, Druckrakel, Flutrakel, Sieb und Spachtel wird mit den empfohlenen Reinigern vorgenommen. Anschließend wird im Prüfbericht festgehalten wie einfach der Reinigungsprozeß durchgeführt werden konnte.

Eine Einteilung erfolgt dabei in:

- leicht
- schwer = Farbreste sind vollständig entfernt
- sehr schwer = Rückstände von Farbe sind noch vorhanden

#### *Geruch der Farbe:*

Auch der Geruch einer Farbe sollte nicht zu auffällig sein. Dazu wird der Eigengeruch der Farbe d.h. ohne Zugabe von Lösemittel oder Verzögerer ermittelt.

Die Beurteilung erfolgt von mindestens zwei Testpersonen, da der Geruchssinn sehr subjektiv ist und von Person zu Person ein anderes Urteil erfolgen kann.

Hier wird folgende Einteilung verwendet:

- geruchlos
- angenehm = nicht störend
- unangenehm
- stechend

## 4 Erstellung und Beschreibung des Individuellen Prüfplans der Prüfberichte und der Übersichtsmatrix zu den Testergebnissen

Bevor man mit der Durchführung der Tests aus dem Prüfkatalog für eine neu zu testende Farbe beginnt, kann man sich auf dem sogenannten Prüfplan einen Überblick über alle relevanten Tests machen und hier die für diese Farbsorte notwendigen Tests herausuchen. Diese Liste kann nach Abschluß der Tests für eine Farbsorte als Deckblatt und Inhaltsverzeichnis für die aufzubewahrenden ausgefüllten Prüfberichte verwendet werden. Auf dem Individuellen Prüfplan sind alle Tests des Prüfkatalogs festgehalten sowie das jeweils relevante Druckverfahren (S = Siebdruck; T = Tampondruck) für den Test angegeben. Nachdem man alle gewünschten Tests ausgewählt hat, kann man mit dem Individuellen Prüfplan, wie mit einer Art Inhaltsverzeichnis, auf den Prüfkatalog zugreifen und hier die Details für die Durchführung der Tests erfahren.

Individueller Prüfplan für die Farbsorte ...

		Abschnittswechsel (Fortlaufend)	
3	<b>mechanische Beständigkeiten</b>	39	9 Kondenswasserklima
	<b>Farbhaltung</b>	40	10 Lösemittel-Echtheit
1	1 Abriebfestigkeit	41	11 Meerwasser-Echtheit
2	2 Blockfestigkeit	42	12 Milchsäure-/Käse-Echtheit
3	3 Blockfestigkeit unter Temperatur	43	13 Motoröl-Echtheit
4	4 Gitterschnitt-Tesaflim-Teste	44	14 Natronlauge (2%), (Getränkekästen-Beständigkeit gegenüber Atz-Soda)
5	5 Haftung im Überdruck	45	15 Paraffin/Wachs-Echtheit
6	6 Tesaflim-Haftung	46	16 Rakel-Anlöseverhalten
	<b>Härte</b>	47	17 Salzsäure-Echtheit
7	1 Kratzfestigkeit (Fingernagel)	48	18 Salzsprühnebel-Prüfungen
8	2 Ritzhärteprüfer Modell 291 v. Erichsen	49	19 Schwefelsäure (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )-Echtheit
	<b>Verformbarkeit / Flexibilität</b>	50	20 Schweiß-Echtheit - siehe DIN V 53160-2
9	1 Abkanten	51	21 Schwitzwasser-Echtheit
10	2 Abzugsmessung (Zwick)	52	22 Seifen-Echtheit
11	3 Dehnung	53	23 Speichel-Echtheit
12	4 Kricktest (Etiketten, Tuben) / Biegetest	54	24 Speisefett-Echtheit <b>Für bei 20°C feste Speisefette</b>
13	5 Prägen	55	25 Speisefett-Echtheit <b>Für bei 20°C flüssige Speisefette</b>
14	6 Stanzen	56	26 Spülmaschinen-Echtheit Gastronomie-Geschirrspülmaschine
15	7 Tiefziehfähigkeit	57	27 Spülmaschinen-Echtheit Haushalts-Geschirrspülmaschine
16	8 Tilt (CD)	58	28 Waschmittel-Echtheit
	<b>sonstige mechanische Beständigkeiten</b>		
17	1 Kanten-Rollneigung (Schrumpf)		
18	2 Laminiere		

S = Siebdruck,  
T = Tampondruck

Abbildung 43: Individueller Prüfplan

Aus der Liste von Prüfberichten auf der CD-ROM können nun die zu den durchzuführenden Tests zugehörigen Formulare ausgedruckt werden. Diese Vordrucke können handschriftlich im Labor ausgefüllt und später in den Computer übertragen werden. Die handschriftlichen Berichte sollten nach Abschluß der Tests für eine Farbsorte jedoch möglichst sorgfältig aufbewahrt werden, um später als Referenz zu dienen.

Nachfolgend soll nur kurz ein exemplarischer Überblick über den Inhalt der Prüfberichte und der Übersichtsmatrix gegeben werden.

**Alkali-Echtheit**

Geräte: 2,5 gew.-%ige wäßrige Natronlauge, 10 Minuten, Raumtemp. Ort/Datum: \_\_\_\_\_

Wärmeschrank, Filtrierpapier (60 x 90)mm für analytische Zwecke mit guter Oberflächenglätte und nicht gehärtet, Glasplatten (60 x 90)mm, 1kg Gewicht Bearbeiter: \_\_\_\_\_

Geprüft nach Norm: DIN16524-2 sonstige Norm: \_\_\_\_\_

Farbsorte: \_\_\_\_\_ Hersteller: \_\_\_\_\_

Farbton/Charge: \_\_\_\_\_

Bedruckstoff: \_\_\_\_\_

Trocknung: \_\_\_\_\_

Prüfung eines Druckes:  oder einer Druckfarbe:

Meßgerät zur Trockenschichtdicke:

	x1	x2	x3	x4	x5	Mittelwert µm	Trockenschichtdicke d. Farbfilms in µm
Dicke (Bedruckstoff + Farbe) in µm	0	0	0	0	0	0	0
Dicke Bedruckstoff in µm	0	0	0	0	0	0	0

Oberflächenvorbereitung des Untergrundes: \_\_\_\_\_

**Graumaßstab bestimmen und gegebenenfalls Farbveränderung beschreiben:**

Ist das Filtrierpapier, was mit der Druckprobe direkt in Verbindung stand durch Ausbluten des Druckes angefärbt?  
**Graumaßstabstufe nach DIN EN 20105-A03:** \_\_\_\_\_

Ist die Farbe der behandelten Druckprobe verändert?  
**Graumaßstabstufe nach DIN EN 20105-A02:** \_\_\_\_\_

Farbveränderung: \_\_\_\_\_

Veränderung der Farbtonung bedingt durch eine Veränderung des Bedruckstoffes:  ja  nein

**sonstige Beobachtungen / Kommentar:**

Ungeprüfte Probe

Geprüfte Probe

Abbildung 44: Prüfbericht

Der Prüfbericht:

Diese Tabelle stellt eine Verknüpfung zu dem Computerprogramm Excel (Version Windows XP Office 2000) dar. Um sie zu bedienen wechselt man durch klicken auf die Tabelle automatisch in das Computerprogramm Excel.

In die Tabelle werden zunächst die gemessenen Trockenschichtdicken des Bedruckstoffes und des Bedruckstoffes inkl. Farbe eingegeben.

In diesen Spalten ist die Formel für den Mittelwert hinterlegt. Die Formel berechnet den Wert entsprechend der Eingaben für die Trockenschichtdicke jeweils neu.

Die Trockenschichtdicke errechnet sich aus der Subtraktion (Dicke des Bedruckstoffes – Dicke des Bedruckstoffes inkl. Farbschicht). Diese Formel ist ebenfalls entsprechend in Excel hinterlegt, so daß man automatisch den Wert für die Trockenschichtdicke erhält.

Nach den Eingaben der Schichtdicken, wechselt man wieder in das Word Programm und aktualisiert die Verknüpfung. Dafür geht man in Word in der Bedienleiste auf das Feld „Bearbeiten“ und hier klickt man auf „Verknüpfungen“. Daraufhin öffnet sich ein Fenster, aus dem man eine Aktion auswählen kann.

Die Übersichtsmatrix:

Die in den Berichten enthaltenen Informationen sind sehr umfangreich. Um den Mitarbeitern der Anwendungstechnik ein Werkzeug zur schnellen Übersicht über die in den Tests erhaltenen Ergebnisse zu geben, ist eine Übersichtsmatrix mit den Beständigkeiten der einzelnen Farben im Rahmen dieser Arbeit für die Tests der Farbsorte Marastar SR entwickelt worden. Diese Matrix ist im Computerprogramm Excel erstellt worden. Trotz des relativ großen Umfangs läßt sie sich über die Filterfunktionen von Excel sehr gut bedienen und erlaubt ein schnelles Auffinden der Informationen.

Sofern der Anwendungingenieur noch weiterführende Informationen benötigt, kann wiederum auf den jeweiligen Prüfbericht zurückgegriffen werden.

Da diese Übersichtsmatrix auch für alle folgenden Farbversuche benutzt werden soll, kann man aus der kompletten Testsammlung die Tests über Filter auswählen, die man betrachten oder zu denen man Informationen in die Matrix einpflegen möchte. Soll neue Ergebnisse zu einem Test eingepflegt werden, wird dieser zunächst über die Filterfunktionen in der Kopfleiste ausgewählt. Anschließend können die Testergebnisse in die entsprechenden Zellen für diesen Test eingetragen werden. Die Matrix ist so gestaltet worden, daß sie von mehreren Personen benutzt werden kann. Dazu ist an vielen Stellen ein Auswahlm Menü in die Matrix eingefügt worden, daß jeweils eine Reihe von möglichen Testergebnissen vorgibt. Damit soll das Risiko sehr subjektiver Beschreibungen der Versuchsergebnisse verringert und die Vergleichbarkeit der Ergebnisse untereinander erhöht werden. Dies wäre nicht möglich, wenn jeder Mitarbeiter die Tests mit eigenen Worten beschreiben würde.

Momentan wird für jede einzelne Farbsorte eine eigene Matrix erstellt und gepflegt. Das hat vor allem die Möglichkeit zu einem leichteren Ausdruck der Tabelle auf dem Drucker zum Grund. Es ist aber auch möglich, alle Farben in einer einzigen großen Matrix zusammenzuführen und diese dann als umfassende Datenbank zu verwenden. Nachfolgend soll an einem Beispiel kurz die Bedienung der Matrix veranschaulicht werden:

Beim Öffnen der Matrix erscheinen zunächst alle Tests in einer sehr langen Liste. Durch die Eingabe von einem „x“ oder einem „o“ in der ersten Spalte entscheidet man, auf welche Beständigkeiten eine Farbe getestet wird bzw. nicht getestet wird.

		Marastar SR 1-komponentig													Norm	Prüfdauer	Temperatur	
		Alkaliechtheit	Handcremebeständigkeit	Haushaltsreiniger	Motoröl	Schwefelsäure (H2SO4) 5%-ig	Schweiß-Echtheit	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1	(Alle)																	
2	(Top 10...)																	
3	(Benutzerdefiniert)																	
4	(Leere)																	
5	(Nichtleere)																	
6		x																
7		x																
8		x																
9		x																
10		o																
11		o																
12		x																
13		o																
14		x																
15		o																

Abbildung 45: Übersichtsmatrix 1

Durch ein Anklicken des Pfeils oben erscheint dieses Fenster. Über diese Filterfunktion kann man nun auswählen, ob man alle Tests anzeigen möchte, die nicht geprüft wurden (= o) oder die Tests die geprüft wurden (=x).

In diesem Beispiel erscheinen nun alle geprüften Tests, da „x“ als Filter in der ersten Spalte gewählt wurde. Indem man anschließend auf die einzelnen Beurteilungsfelder des Tests klickt, erscheint eine Auswahlliste. Hier sucht man sich nun das einzutragende Testergebnis heraus.

		Marastar SR 1-komponentig												Norm	Prüfdauer	Temperatur	
1	Farbsorte	Alkalicththeit	Haushaltsreiniger	Schwefeläure (H2SO4)	Schweiß-Echtheit	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2	X	31	1	19	50	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
4	X	31	1	19	50	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
7	X	31	1	19	50	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
8	X	37	7	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
9	X	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
12	X	49	19	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
14	X	50	20	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

**Anmerkungen:**  
 Druckbedingungen für den Druck mit einer Lösemittelfarbe:  
 Gewebe: 120-24T  
 Gewebespannung: 14-16N  
 Rakelwinkel: 70 - 75°  
 Rakeldruck: 12 - 13 bar  
 Trocknung: 1x warm 40°C; 1x kalt 30°C, + 7 Tage in der Horde  
 Verdünnungsgrad: 15% (10% UKV2 Verdünnung + 5% SV5 Verzögerer)  
 Druckmaterial: Hart PVC (Klökner Pentaplast, weiß glänzend PR-M 180223 (150<sub>g</sub>))

**Erläuterungen:**  
 1= sehr gut, bzw. keine Verfärbung  
 2= gut, bzw. kaum sichtbare Verfärbung  
 3= befriedigend, bzw. geringe Verfärbung  
 4= ausreichend, bzw. mittlere Verfärbung  
 5= mangelhaft, bzw. starke Verfärbung  
 6= ungenügend, bzw. sehr starke Verfärbung

Abbildung 46: Übersichtsmatrix 2

In der Fußleiste ist die entsprechende Bewertungsskala sowie die Normdruckprobenparameter festgehalten.

Am Ende der Eingabe aller Testergebnisse für die betreffende Farbsorte wird die Matrix entsprechend dem Namen der Farbsorte gespeichert und abgelegt.

Sollen alle vorhandenen Farbsorten und deren Farben in einer einzigen Matrix dargestellt werden, kann die Tabelle durch Einfügen entsprechender weiterer Spalten für die Farben horizontal erweitert werden. Eine andere Möglichkeit wäre, für jede Farbsorte ein eigenes Arbeitsblatt in einer Excel-Mappe aufzumachen und so ebenfalls alle Testergebnisse in einem einzigen Dokument zusammenzufassen.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Der Anwendungstechnischen Abteilung der Marabuwerke steht mit dieser Diplomarbeit ein Prüfkatalog für die Durchführung aller relevanten Tests im Sieb- und Tampondruck zur Verfügung. Die in diesen Katalog aufgenommenen Versuche dienen den Marabuwerken dazu, einen umfassenden Überblick über die Eigenschaften der einzelnen Farbsorten zu bekommen.

Da innerhalb der Marabuwerke Bedarf bestand, die einzelnen Farbsorten untereinander in Ihren Eigenschaften und Beständigkeiten vergleichen zu können, erschien es sinnvoll, sich auf bestehende Prüfnormen (DIN, ISO) zu beziehen. Für viele Tests existieren jedoch noch keine Normen. Hier wurde in Absprache mit den Mitarbeitern von Marabu ein eigener Hausstandard in starker Anlehnung an vorhandene Normen entworfen. Es besteht durch den starken Bezug auf vorhandene DIN-Normen auch die Möglichkeit, die Vorteile der Marabu-Farben im Vergleich zu anderen Druckfarbenherstellern herauszuarbeiten. Damit erhalten die Marabuwerke die Möglichkeit, die Stärken und Schwächen der eigenen Farbsorten besser kennenzulernen und diese nach Kundenanforderungen auszuwerten und anzuwenden.

Nach der Ausarbeitung eines Kataloges mit den durchzuführenden Prüfungen für jede Farbsorte sind im Rahmen dieser Arbeit auch die entsprechenden Prüfberichte zu den vorgeschlagenen Tests ausgearbeitet worden. Diese dienen der Datenaufnahme im Labor bei der Durchführung der Tests. Die umfangreichen Informationen aus den Prüfberichten sind anschließend in eine Übersichtsmatrix eingespeist worden. Diese wurde im Rahmen dieser Arbeit erstellt und anhand eines Testdurchlaufs mit der Farbsorte Marastar SR optimiert.

Den Marabuwerken steht mit dieser Diplomarbeit ein Werkzeug zur Dokumentation Ihres momentanen Produktprogramms an Sieb- und Tampondruckfarben zur Verfügung. Sie liefert mit dem Prüfkatalog, den Formularen für die Prüfberichte und die Übersichtsmatrix ein strukturiertes Gerüst, welches nun mit Informationen zu füllen ist. Die prinzipielle Anwendbarkeit konnte bereits am Beispiel der Farbsorte Marastar SR veranschaulicht und bewiesen werden. Da die Durchführung und Einspeisung der Tests in die Matrix für alle Farben der Marabuwerke sehr zeitaufwendig und vielleicht nicht immer in die tägliche Arbeitsroutine der Mitarbeiter mit aufgenommen werden kann, wäre eine Durchführung der Tests für alle Farbsorten über Praktikanten der Hochschule oder Universität denkbar und mit überschaubaren finanziellen Mitteln umsetzbar.

Der Prüfkatalog selbst könnte, neben einer bloßen einmaligen Dokumentation der Eigenschaften aller Farben, in Zukunft aber auch in die Qualitätssicherung der Marabuwerke Eingang finden. Ein Wechsel in den Rezepturen von Zulieferprodukten für die Farbherstellung oder aber kleinere Änderungen im Herstellungsprozeß selbst werden oft erst beim Endprodukt und dessen Eigenschaften sichtbar. Aufgrund der komplexen Wechselwirkungen der verschiedenen Farbzutaten untereinander können oft erst am Endprodukt spezielle Eigenschaften wie beispielsweise die Tiefziehfähigkeit verifiziert werden.

## 6 Literaturverzeichnis

- [1] Rombold, Andreas: Siebdruck und Serigraphie, Ravensburger Buchverlag, ISBN: 3 437 48383 4, 1995,
- [2] Kipphan, Helmut: Handbuch der Printmedien, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, ISBN: 3 540 66941 8, 2000,
- [3] van Duppen, Jan: Handbuch für den Siebdruck, Verlag der Siebdruck, ISBN: 3 925403 20 9, 1990,
- [4] Scheer, Hans Gerd: Siebdruck – Handbuch, Verlag der Siebdruck, ISBN: 3 925402 41 1, 1999,
- [5] Weyres Dr., Frank, Ink-Report Zusammensetzung, Herstellung und Anwendung von Druckfarben, Druckfarbenfabriken Gebr. Schmidt GmbH, 2. Auflage 1995
- [6] Marabuwerke, Kompetenz in Farben, Publikation
- [7] Rundnagel, Regine; Weber-Bensch, Jutta: Was sind Normen, wozu dienen sie und wer macht sie, [www.sozialnetz.de](http://www.sozialnetz.de), 2.04.04
- [8] Entstehung von Normen,  
<http://www.vde.com/VDE/Geschaeftsstellen/DVMT/Arbeitsgebiete/Normen+und+Richtlinien/#Ents>, 02.04.04
- [9] DIN EN ISO 2409: Lacke und Anstrichstoffe – Gitterschnittprüfung, 10/1994
- [10] Gerätekatalog: Qualitätskontrolle für Lacke und Kunststoffe 2003-2004: BYK Gardner Instrumente,
- [11] ISO 15184: Paints and varnishes – Determination of film hardness by pencil test, 11/1998
- [12] Zwick, Gerät für die Abzugmessung  
(<http://www.zwick.de/knowhow/anwendungen/kunststoffe/index.php?year=2002&page=1&item=1>), 12.05.04
- [13] Marabuwerke GmbH & Co. KG, Marabu-Siebdruckfarben, Komplette Farbsysteme für jeden Einsatz
- [14] Technologien und Know-How – Vakuum-Tiefziehen: Kessler Kunststoffverarbeitung GmbH & Co. KG - 01/2004 (<http://www.kessler-stockach.de/technik/tiefziehen.htm>) 12.05.04
- [15] Viskosimeter:  
([http://www.anton-paar.com/rheometers/physica-rheometers\\_CXSN-5QUDKG.en.0.js](http://www.anton-paar.com/rheometers/physica-rheometers_CXSN-5QUDKG.en.0.js)), 12.05.04
- [16] Grundprinzip vom Viskosimeter:  
(<http://www.anton-paar.com/ap/apinternet/html/default/cxsn-5qudzp.en.0.jsp>), 12.05.04
- [17] Teschner, Helmut: Informationsverarbeitung-Offsetdrucktechnik-Technologien und Werkstoffe in der Druckindustrie, Fachschriften Verlag, ISBN 3 9211217 14 8, 10. Auflage 1997
- [18] Hr. Meister, Telefonat über die Funktionsweise des Spektralfotometers zur Messung des Deckvermögens, Firma: BYK Gardner, Ort: Geretsried, 12.05.04
- [19] DIN 55988: Bestimmung der Transparenzzahl (Lasur) von pigmentierten und unpigmentierten Systemen - Farbmetrische Verfahren, 4/1989
- [20] Graumaßstababbildung: <http://www.ttc.bayerpolymers.com/> , 02.04.04
- [21] DIN 53230: Prüfung von Anstrichstoffen und ähnlichen Beschichtungsstoffen – Bewertungssystem für die Auswertung von Prüfungen, 4/1983

## 7 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Prinzip des Siebdrucks am Beispiel des Flachbettdrucks [1]	(6)
Abbildung 2: Flachformzylinderdruck [2]	(7)
Abbildung 3: Körperdruck [2]	(7)
Abbildung 4: Rotationsdruck [2]	(7)
Abbildung 5: Offenes System [2]	(8)
Abbildung 6: Geschlossenes System [2]	(9)
Abbildung 7-8: Vordispersierung im Dissolver [5]	(11)
Abbildung 9: Dispergiervorgang im Dreiwalzenstuhl [5]	(11)
Abbildung 10: Überblick über die Normungsgremien [7]	(15)
Abbildung 11: Entstehung einer Norm [8]	(15)
Abbildung 12: Trockenabriebmuster	(20)
Abbildung 13: Taber-Abraser Versuchsgerät	(20)
Abbildung 14: Blockfestigkeits-Test	(20)
Abbildung 15: Schneidengeräte [10]	(21)
Abbildung 16: Schneidprinzip [10]	(21)
Abbildung 17–21: Darstellung der Gitterschnittkennwerte (GT0-4) [10]	(22)
Abbildung 22: Ritzhärte-Prüfgerät [10]	(23)
Abbildung 23: Abzugsmessung [12]	(24)
Abbildung 24: Fahrzeugbeschriftung [13]	(25)
Abbildung 25: Kreditkartenprägung	(25)
Abbildung 26: Siebdrucktestmotiv	(31)
Abbildung 27: Kegel-Platte Viskosimeter	(32)
Abbildung 28: Verfahrensprinzip des Kegel-Platte Viskosimeters	(32)
Abbildung 29: Veranschaulichung des Reflexions –und Absorptionvermögen einer Druckfarbe	(33)
Abbildung 30: Deckprüfkarte	(34)
Abbildung 31: Gerichtete Reflexion [10]	(36)
Abbildung 32: Diffuse Lichtstreuung [10]	(36)
Abbildung 33: Gerichtete Reflexion im Gerät [10]	(36)
Abbildung 34: Einstrahlungswinkel des Reflektometers [10]	(36)
Abbildung 35: Darstellung des Graumaßstabs [20]	(38)
Abbildung 36: Alkali-Echtheit	(38)
Abbildung 37: Wasser-Echtheit	(39)
Abbildung 38: Speisefett-Echtheit	(39)
Abbildung 39: Handcremebeständigkeit	(40)
Abbildung 40: Taber-Abraser Versuchsgerät	(44)
Abbildung 41: Durchweichter und abgeriebener Farbfilm	(44)
Abbildung 42-43: Darstellung möglicher Blasengrade	(47)
Abbildung 44: Individueller Prüfplan	(50)
Abbildung 45: Prüfbericht	(51)



	Seite
Abbildung 46: Übersichtsmatrix 1	(52)
Abbildung 47: Übersichtsmatrix 2	(53)
Tabelle 1: Druckparameter für die Herstellung einer Normdruckprobe im Siebdruckverfahren	(17)
Tabelle 2: Druckparameter für die Herstellung einer Normdruckprobe im Tampondruckverfahren	(17)
Tabelle 3: Abhängigkeit der Einstrahlungswinkel vom Glanzgrad	(36)