

## **Optimierung der Oberflächenveredelung von zweifach gestrichenem Bilderdruckpapier zur Reduzierung der Satinagearbeit**

M. Kleebauer

J. Eckl

### **Zusammenfassung**

Bei der Herstellung hochwertiger holzfreier Papiere für den Bilderdruck ist die Satinage ein unabdingbarer Prozessschritt, durch den die erforderlichen Glanz- und Glättewerte eingestellt werden. Die Anwendung von Druck und Temperatur hat aber auch eine Reihe negativer Auswirkungen insbesondere auf das spezifische Volumen. Im Rahmen dieses Projektes sollten bei zweifach gestrichenen Papieren Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie mit weniger Satinagearbeit Glanz- und Glättewerte erreicht werden können, die mit denen heute marktüblicher Produkte vergleichbar sind.

Anhand von Laboruntersuchungen konnte festgestellt werden, dass eine Steigerung des Glanzes durch den Einsatz von Pigmentmischungen mit sorgfältig abgestimmter Korngrößenverteilung (feines Calciumcarbonat in Verbindung mit stark plättchenförmigen Kaolin) erreicht werden kann. Der Einsatz von kleinen Anteilen an Kunststoffpigmenten im Deckstrich führte bereits bei wenig Satinagearbeit zu sehr hohen Glanzeffekten. Sehr hohe Feststoffgehalte und damit hoher Glanz konnten mit Hilfe strukturstabilisierender Verdicker erreicht werden.

Die Ergebnisse aus den Laborversuchen wurden an einer schnellaufenden Versuchsstreichmaschine überprüft. Die Satinage erfolgte dabei an einem Superkalander. Die Wirkung sehr hoher Feststoffgehalte und damit der Einfluss der strukturstabilisierenden Verdicker war an den Eigenschaften der Versuchspapiere sehr deutlich erkennbar. Die Glanzwerte dieser Papiere lagen überdurchschnittlich hoch. Die Opazitäten der Versuchspapiere bewegten sich meist in marktüblichen Bereichen. Die Be- und Verdruckbarkeit der Versuchspapiere waren durchweg gut. Sowohl zwischen den Versuchspapieren untereinander als auch zwischen Versuchspapieren und marktüblichem Bilderdruckpapier konnten keine wesentlichen Unterschiede beobachtet werden. Alle Papiermuster zeigten zudem eine hohe Laufstabilität mit wenig bis gar keiner Veränderung der optischen Farbdichte am Anfang und am Ende eines Durchlaufs.

### **Danksagung**

Das Forschungsvorhaben AiF 13707 wurde durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), Köln, mit finanziellen Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit gefördert. Dafür sei an dieser Stelle gedankt.

### **Abstract**

In the production of high-quality coated freesheet, calendering is an indispensable process step that allows the required gloss and smoothness values to be adjusted. But the application of pressure and temperature has a series of negative consequences, particularly on the specific volume. The objective of this research project was to identify possibilities for achieving gloss and smoothness values for double-coated papers that would involve less calendaring work but which would still be equivalent to currently available commercial products.

Studies conducted on a laboratory scale revealed that an increase in gloss can be obtained by using pigment mixtures with accurately adjusted particle size distributions (fine calcium carbonate combined with highly platy kaolin). The application of small amounts of plastic pigments in the top coating resulted in very high gloss values but involved little calendaring

work. Very high solids contents and thus very high gloss was able to be achieved with the use of structure-stabilising thickeners.

The results obtained from the laboratory trials were verified on a high-speed pilot coater. Calendering was conducted on an offline supercalender. The effect of the very high solids contents and thus the influence of the structure-stabilising thickeners were clearly evident in the properties of the paper samples produced. The gloss values of these paper samples were far above average. The opacity values of the paper samples were within the value range of commercially available papers. Runnability and printability were good in all cases. No major differences could be detected between the paper samples themselves nor between the paper samples and commercially available papers. All paper samples demonstrated a high degree of constancy at the beginning and end of each printing cycle with only small or no changes whatsoever in optical density.

### **Acknowledgement**

The AiF 13707 research project was sponsored by the German Federal Ministry of Economics and Labour and carried under the umbrella of the German Federation of Industrial Co-operative Research Associations (AiF) in Cologne. We would like to express our warmly gratitude for this support.

## **1 Einleitung**

Bilderdruckpapiere sind holzfreie, oft mehrfach gestrichene Papiere für den Bogenoffsetdruck. Zur Erzeugung einer guten Druckqualität muss dieses qualitativ sehr hochwertige Papier besonders hohe Anforderungen an Glanz und Glätte erfüllen, die üblicherweise nur durch eine thermo-mechanische Nachbehandlung, die Satinage, erreichbar sind.

Die wichtigsten Parameter der Satinagebedingungen sind die aufgebrachte Linienkraft, die Temperatur [1,2] und die Oberflächenbeschaffenheit der Walzen [3] sowie der Feuchtigkeitsgehalt [4] und die Geschwindigkeit der Papierbahn. Die Satinage ist ein Prozessschritt, der nicht nur durch hohe Investitions- und Betriebskosten, v.a. Energie, wesentlich in die Kostenstruktur bei der Papiererzeugung eingeht, sondern dessen positive Auswirkungen auf die Produktqualität in vielen Fällen auch mit der Verschlechterung einer Reihe wichtiger Papiereigenschaften verbunden ist. Insbesondere das spezifische Volumen wird kleiner. Daraus resultieren Biegesteifigkeits-, Weiße- und vor allem Opazitätsverluste, die umso stärker ausfallen, je intensiver die Satinage erfolgt [5-7]. Alle diese Eigenschaften sind jedoch für das Anwendungsprofil von Bilderdruckpapier außerordentlich wichtig.

Die erwünschten Eigenschaften müssen vor allem gezielt durch eine optimierte Abstimmung von

- Strichaufbau,
- Strichgewicht,
- Auftragsaggregaten und
- Strichbestandteilen

eingestellt werden.

Heute ist bei Bilderdruckqualitäten der Zwei- bzw. Dreifachstrich Stand der Technik [8,9]. Der erste Strich dient vor allem zum Auffüllen von Unebenheiten des Rohpapiers, wodurch die Glätte gesteigert wird. Für die Erhöhung der Opazität kann vor allem in einem voluminösen Mittelstrich etwas getan werden. Der Deckstrich hat die Funktion, dem Papier die gewünschten Bedruckbarkeitseigenschaften zu verleihen. Glanz, Glätte und Druckfarbenan-

nahme sind die wichtigsten Eigenschaften des Deckstrichs. Dafür werden heute praktisch ausnahmslos Bladecoater eingesetzt.

## 2 Zielsetzung und Lösungsweg

Ziel des Projektes war es, für die Herstellung von Bilderdruckpapieren durch

- den optimierten Einsatz von Streichfarbkomponenten,
- einen darauf abgestimmten Strichaufbau und
- die geeignete Wahl der Auftragsaggregate

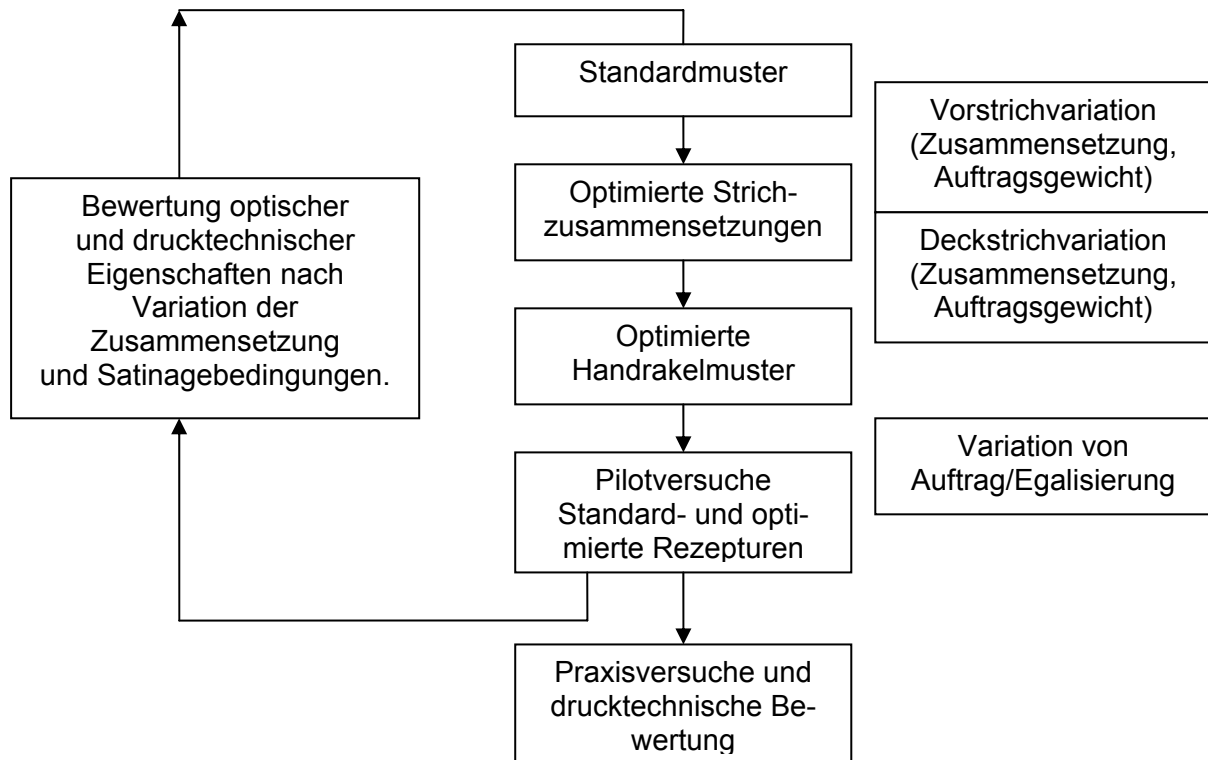
Möglichkeiten aufzuzeigen, mit denen bei weniger Satinagearbeit Glanz- und Glättewerte erreicht werden können, die mit denen heute marktüblicher Produkte vergleichbar sind.

Für alle Versuche im Rahmen des Projekts sollte ausschließlich das Konzept des Zweifachstrichs berücksichtigt werden. Die durchgeführten Versuchsreihen beschränkten sich auf eine Rohpapiersorte mit einer flächenbezogenen Masse von 60 g/m<sup>2</sup>. Alle Maßnahmen hatten zum Ziel, Strichzusammensetzungen bereitzustellen, die auch nach der Satinage neben hohem Glanz auch durch eine gute Abdeckung des Rohpapiers zu einer hohen Opazität beitragen. Die Vorgehensweise ist in Abbildung 1 in groben Zügen wiedergegeben.

Der Lösungsansatz beruhte auf einer Kombination von Effekten, die aus dem Einsatz von

- Pigmenten mit abgestimmter Korngrößenverteilung im Vor- und besonders im Deckstrich,
- strukturbildenden Additiven, insbesondere Verdickern im Vor- und Deckstrich,
- glanzsteigernden Kunststoffpigmenten im Deckstrich und
- volumenschonenden Auftrags- und Egalisierungselementen beim Streichen (Kombination aus Filmpresse und Blade)

resultieren.



**Abbildung 1:** Fließschema der Projektbearbeitung

### 3 Materialien und Methoden

#### 3.1 Papiermuster

Für das Projekt wurde ausschließlich das in Tabelle 1 charakterisierte Rohpapier verwendet. Für Vergleiche von Eigenschaften (Glanz, Opazität, Bedruckbarkeit o.ä.) wurde im weiteren Verlauf der Untersuchungen oftmals ein industriell hergestelltes Bilderdruckpapier S1 verwendet, welches ebenfalls mit dem in Tabelle 1 beschriebenen Rohpapier produziert wurde. Die Eigenschaften dieses Papiers sind ebenfalls in Tabelle 1 aufgelistet. Des Weiteren standen die Streichfarben des industriell hergestellten Papiers für Laborversuche zur Verfügung. Damit konnten für Vergleichszwecke ein Laborstandardpapier erzeugt werden, welches im weiteren Text als Standardmuster S3 bezeichnet wird.

**Tabelle 1:** Aufbau, Zusammensetzung und wichtige Eigenschaften des verwendeten Rohpapiers sowie des daraus unter industriellen Bedingungen hergestellten Bilderdruckpapiers

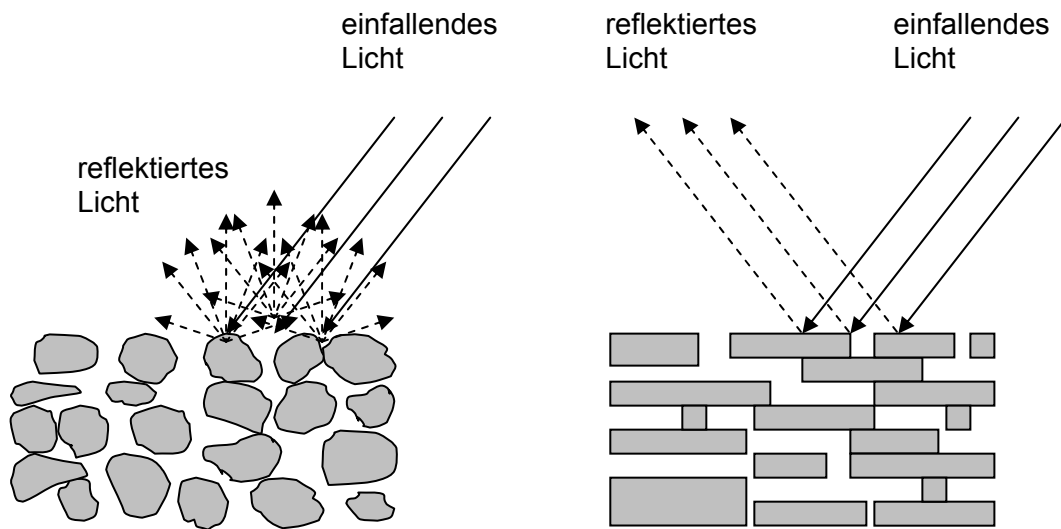
Papiermuster	Zusammensetzung	flächenbezogene Masse
Rohpapier	Holzfrei	60 g/m <sup>2</sup>
Bilderdruckpapier S1	zweifach beidseitig gestrichen, satiniert	100 g/m <sup>2</sup>

#### 3.2 Streichfarbenkomponenten

Eine besondere Bedeutung zur Erreichung der Zielsetzung kommt den einzelnen Bestandteilen der Streichfarbe zu. Plättchenförmige Pigmente, insbesondere Kaoline, sind in der Lage, durch Ausrichtung der Plättchen an der Oberfläche hohe Glanzwerte zu erzeugen [17-20]. Die Wirkungsweise kann mit einem einfachen Modell erklärt werden, welches in Abbildung 2

dargestellt ist. Während kugelförmige Pigmente auftreffende Lichtstrahlen relativ diffus in alle Raumrichtungen reflektieren, wirken ausgerichtete, plättchenförmige Pigmentteilchen wie kleine Spiegel, die das Licht an der Oberfläche zielgerichtet reflektieren. Die Ausrichtung der plättchenförmigen Pigmente parallel zur Oberfläche geschieht vor allem während der Satinage.

Den Formfaktoren von Kaolinen kommt aus diesem Grund eine wichtige Bedeutung zu. Wichtigste Größe ist dabei das Verhältnis von mittlerem Plättchendurchmesser zu mittlerer Plättchendicke, das in der Literatur meist mit dem angelsächsischen Begriff „Aspect Ratio“ bezeichnet wird.



**Abbildung 2:** Lichtreflexion bei Pigmenten mit kugelförmiger (links) und plättchenförmiger Geometrie

Sehr hohe Glanzeffekte können auch durch Kunststoffpigmente [21,22] erzielt werden. Die Wirkung beruht darauf, dass beim Kalandrieren ein plastisches Verformen der Pigmente erfolgt, welches schließlich zum Auswalzen der kugelförmigen Teilchen führt. Sie erhalten damit ebenfalls eine planare Oberfläche, die parallel zur Papieroberfläche ausgerichtet ist. Da der Grad der Ausrichtung parallel zur Oberfläche sehr hoch ist, entstehen sehr hohe Glanzeffekte.

Sowohl Kaoline vor allem aber Kunststoffpigmente machen die Rezepturen teuer und müssen daher zusammen mit preisgünstigeren Calciumcarbonatsorten sparsam eingesetzt werden. In Tabelle 2 sind die im Rahmen des Projektes verwendeten Pigmentsorten zusammen mit ihren wichtigsten Kenngrößen aufgelistet.

Eine weitere wichtige Eigenschaft von Streichmassen, die zu hohen Glanzeffekten führt, ist der Feststoffgehalt. Je höher der Feststoffgehalt, umso höherer Glanz kann erzielt werden. Werden nun Kaolin- und Calciumcarbonat-Pigmente in einer Mischung eingesetzt, sollte die Mischung mit der dichtesten Packung an Teilchen den höchsten Feststoffgehalt ermöglichen. Aus diesem Grund wurde sowohl bei den Kaolinen als auch bei den Carbonaten auf eine Variation der Korngrößenverteilung geachtet.

Durch geeignete Auswahl der Binder und Additive kann die Satinagewirkung verstärkt werden. Bei der Auswahl der Binder wurde darauf geachtet, dass sowohl harte als auch weiche Binder vertreten sind. Für die Satinage sollten vor allem weiche Binder Vorteile bieten, da sie eine einfachere Deformation der Strichoberfläche erlauben und damit zu einer leichteren Ausrichtung von Pigmentteilchen bei niedriger Kalandriertemperatur beitragen.

**Tabelle 2:** Liste der verwendeten Pigmentsorten zusammen mit ihren wichtigsten Kenngrößen

Code	Art	Korngröße	Aspect	Weißgrad	Zustand	Feststoff-
------	-----	-----------	--------	----------	---------	------------

			Ratio	mit UV [%]		gehalt [%]
GCC1	Calciumcarbonat	90%<2µm 64%<1µm	ca. 1	94	Slurry	77,6
GCC2	Calciumcarbonat	25%<2µm 75%<1µm	ca. 1	94,5	Slurry	72,0
GCC3	Calciumcarbonat	98%<2µm 80%<1µm	ca. 1	94	Slurry	78,5
GCC4	Calciumcarbonat	60%<2µm 32%<1µm	ca. 1	94	Slurry	71,3
Kaolin 1	Kaolin	92%<2µm 74%<1µm	10-25:1	89	Slurry	69,9
Kaolin 2	Kaolin	97%<2µm 62%<1µm	10-25:1	89	Slurry	74,7
Kaolin 3	Kaolin	98%<0,3µm 86-96<2µm	10-16:1	89	Slurry	71,0
KP	Kunststoffpigment	1,3±0,2 µm	ca. 1	n.b.	Slurry	35,0

Neben synthetischen Bindern wurde Stärke als kostengünstiger natürlicher Binder eingesetzt, der neben Bindekraft auch verdickende Wirkung aufweist. Die eingesetzten synthetischen Binder sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Neben der Pigmentzusammensetzung spielen wie bereits erwähnt hohe Feststoffgehalte zur Erreichung maximaler Glanzeffekte eine wichtige Rolle. In diesem Zusammenhang kommen den eingesetzten Verdickern und Cobindern wichtige Aufgaben zu. Für die Versuche waren neben konventionellen Verdickern vor allem solche interessant, deren verdickende Wirkung über die Stabilisierung hoher Pigmentzugaben erfolgte. Alle verwendeten Verdicker und Cobinder sind zusammen mit ihren wichtigsten Eigenschaften in Tabelle 4 aufgeführt.

Zusätzlich zu den bereits erwähnten Komponenten wurden den Streichfarbenansätzen meist optische Aufheller zugesetzt, weil dadurch bei Betrachtung der gestrichenen Flächen im UV-Licht eine weitere Möglichkeit zur Beurteilung der Strichqualität gegeben ist. Zur Verankerung des Aufhellers sind geringe Mengen eines Cobinders (Polyvinylalkohol) erforderlich, die deshalb ebenfalls zugesetzt worden sind.

**Tabelle 3:** Zusammenstellung der verwendeten Bindemittel mit ihren wichtigsten Eigenschaften

Code	Art	Mindestfilmbildetemperatur [°C]	Feststoffgehalt [%]
B1	SB-Copolymer	ca. 23	50
B2	SB-Copolymer	ca. 0	50
B3	SB-Copolymer	ca. 0	50
B4	Acrylat-Copolymer	ca. 20	50
B5	Acrylat-Copolymer	< 1	50

**Tabelle 1:** Zusammenstellung der verwendeten Verdicker und weiterer Additive mit ihren wichtigsten Eigenschaften

Code	Chemische Bezeichnung	Wirkungsweise	Feststoffgehalt [%]
V1	Acrylat-Verdicker	Verdicker	30
V2	Polyamidmethacrylat-Copolymer	Stabilisierung hoher Feststoffgehalte	25
V3	Vinylactam-Polyamid	Stabilisierung hoher Feststoffgehalte	40
V4	Vinylactam-Aminoethylacrylat-Copolymer	Stabilisierung hoher Feststoffgehalte	20
V5	Poly(2-ethyl-2-oxazolin)	Verdicker, Cobinder, Ersatz für PVOH	20,4
Stärke	Stärke	Cobinder, Verdicker	---
PVOH	Polyvinylalkohol	Cobinder, Verdicker	23
Opt. Aufheller	Stilbenderivat	Optische Aufhellung	100

### 3.3 Streichversuche im Labor

Zur Herstellung der Streichfarben im Labor wurden die entsprechenden Mengen an Pigmentslurry in einem Edelstahlbehälter vorgelegt. Während des Mischvorgangs wurden die Slurries bzw. Farben mit einer Geschwindigkeit zwischen 500 und 5000 min<sup>-1</sup>, je nach sich einstellender Viskosität, gerührt. Wenn nicht anders erwähnt, wurde als erste Komponente der Cobinder zu der Pigmentsuspension gegeben. Anschließend wurden die Binder zugegeben. Der Feststoffgehalt der Farben wurde je nach Versuchsreihe auf 60% bis zu maximal möglichen Werten (ca. 70%) eingestellt. Der pH-Wert wurde auf 8-8,5 eingestellt.

Die so hergestellten Streichfarben wurden mit Hilfe eines halbautomatischen Draht rakelgerätes (Control Coater der Firma Erichsen GmbH & Co. KG) auf das Rohpapier aufgetragen. Zum Auftragen wurde das Rohpapier in eine dafür vorgesehene Halterung geklemmt. Je nach gewünschtem Strichgewicht wurde ein geeignetes Rakel (Rakel 1 bis 8 mit abgestufter Drahtstärke bzw. Tiefe der gefrästen Rille) ausgewählt und die dafür passende Geschwindigkeit (Geschwindigkeit 1 bis 10) ermittelt. Wenn nicht anders erwähnt, wurden nach dem Streichen die Papiermuster in einen auf 150°C vorgeheizten Ofen 90 s lang getrocknet.

Die Prüfungen der gestrichenen Papiermuster wurden entsprechend DIN EN 20 187 (11.93) an klimatisierten Proben im Normklima (23°C, 50% rel. Luftfeuchte) durchgeführt. Folgende Verfahren bzw. Prüfmethode wurden angewendet:

- Bestimmung der flächenbezogenen Masse nach DIN EN ISO 536 (08/1996)
- Bestimmung der Dicke nach DIN EN 20 534 (10/1993)
- Bestimmung von Weißgrad nach DIN 53 145-2 (04/2000)
- Bestimmung der Opazität nach DIN 53 146 (04/2000)
- Bestimmung des Glanzes nach Lehmann 75° [17], Tappi 480 [18] und Gardner [16]
- Bestimmung der Rauigkeit nach Print-Parker-Surf nach DIN ISO 8791-4 (07/1996)

### 3.4 Kalandrierversuche im Labor

Zur Durchführung der Satinageversuche an den Labormustern wurde ein 2-Walzen-Laborkalander der Firma Kleinewefers (siehe Abbildung 3) eingesetzt. Die obere Walze des Laborkalanders ist eine elektrisch beheizte Stahlwalze, deren nutzbarer Temperaturbereich bei Beheizung zwischen 30° und 130°C liegt. Die untere, angetriebene Papierwalze wird hydraulisch gegen die Stahlwalze gepresst. Die nutzbare Arbeitsbreite beträgt 320 mm. Der Durchmesser der Stahlwalze liegt bei 140 mm, der der Papierwalze 170 mm. Durch mehrfache Durchläufe der Bogen können auch Mehrfachnips simuliert werden.



**Abbildung 3:** Laborkalander der Fa. Kleinewefers zur Satinage der Handrakelmuster

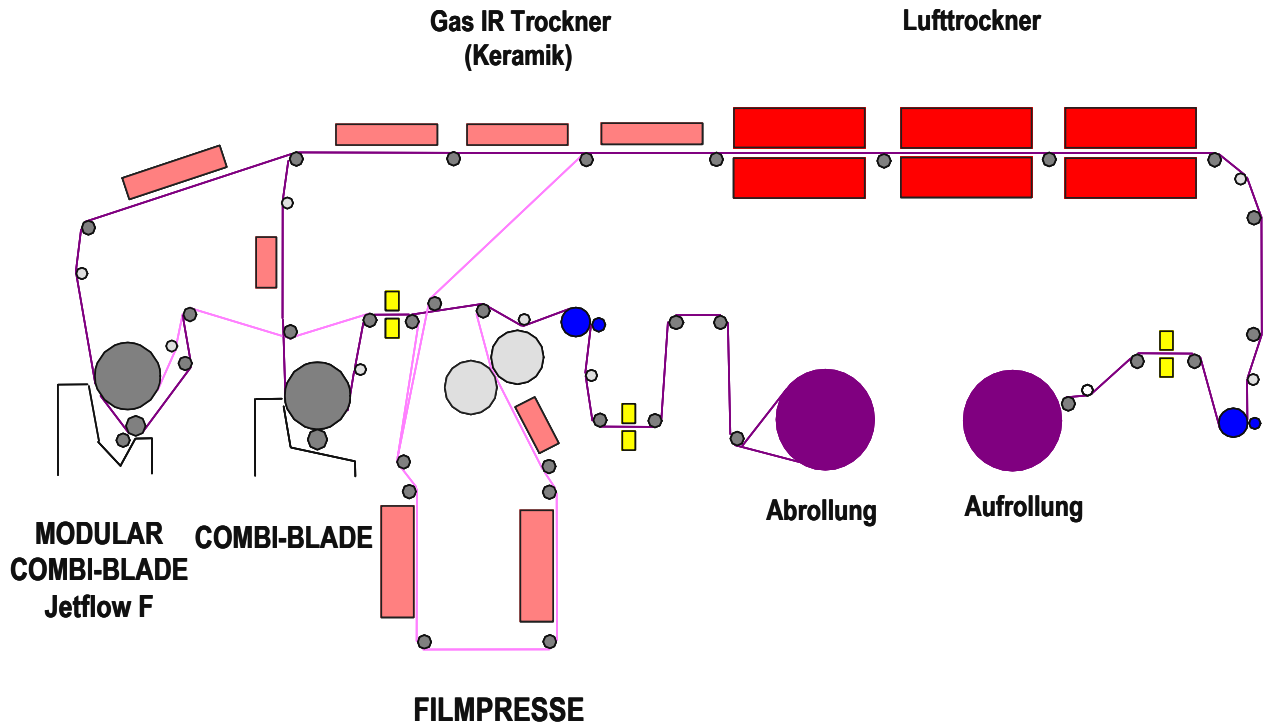
### 3.5 Schnelllaufende Versuchsstreichmaschine

Die Streichversuche unter Praxisbedingungen wurden an der schnelllaufenden Versuchsstreichmaschine der VESTRA GmbH [10-13] durchgeführt, die folgende technische Möglichkeiten (siehe dazu auch Abbildung 4) aufweist und damit alle Voraussetzungen für die Herstellung der Versuchspapiere erfüllt:

Arbeitsbreite	580 - 600 mm
Betriebsgeschwindigkeit	50 - 2500 m/min
Basispapier	28 - 600 g/m <sup>2</sup>
Auftragsgewicht je Seite	1 - 25 g/m <sup>2</sup>
Rollendurchmesser max.	1500 mm
Hülseninnendurchmesser	76/150 mm
Auftragswerke 1 und 2	FILMPRESS mit 2 Arbeitskreisläufen
Auftragswerk 3	COMBI-BLADE mit Auftragswalze und Leitdüse F-NIP 2
Auftragswerk 4	MODULAR COMBI-BLADE mit Querprofilierung PIANO
Trocknung	Keramik-Gas-Infrarot- und Schwebetrockner - Freistrahldüse JETCOAT 2 (6-Uhr-Position)



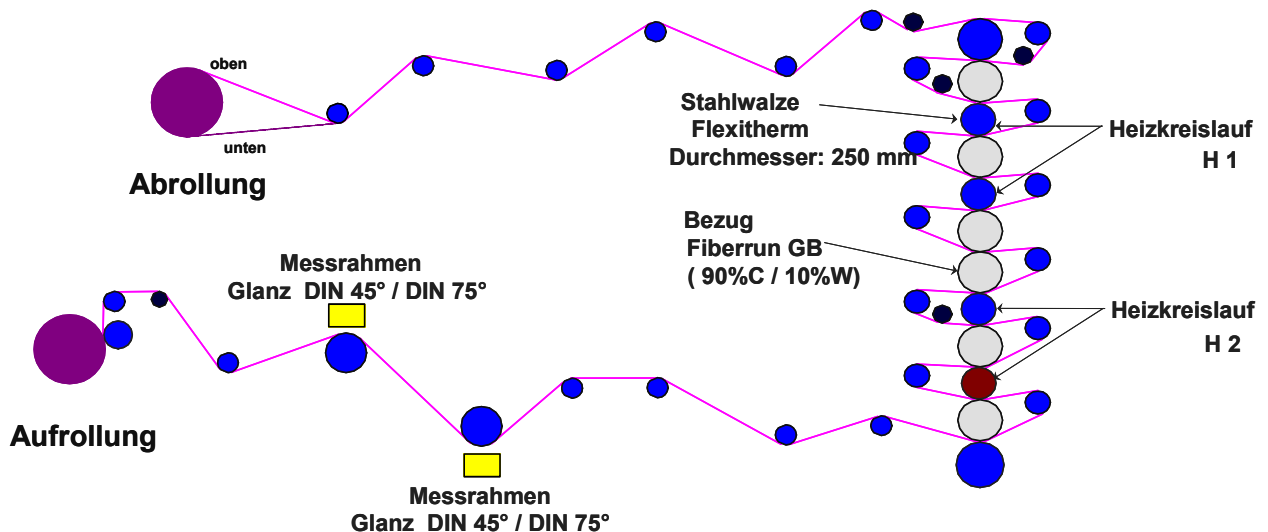
Der Vorstrich der Versuchspapiere wurde - wie im Folgenden noch ausführlicher beschrieben - mit der Filmpresse aufgetragen. Der Deckstrich wurde mit dem Auftragswerk 3 appliziert.



**Abbildung 4:** Schematische Darstellung der verwendeten schnelllaufenden Versuchsstreichmaschine

### 3.6 Superkalander

Für Satinageversuche an den mit der schnelllaufenden Versuchsstreichmaschine hergestellten Papieren wurde der in Abbildung 5 gezeigte Superkalander [11] verwendet. Es handelt sich dabei um einen Superkalander der Fa. Voith Sulzer mit insgesamt 12 Walzen und 11 Nips. Die Geschwindigkeit kann zwischen 50 und 600 m/min variiert werden. Die Streckenlast kann im Bereich von 110 bis 320 kN/m eingestellt werden. Die Temperatur ist zwischen 40 und 95°C einstellbar. Die Bedingungen für die Satinage der Versuchspapiere werden in den folgenden Kapiteln noch näher beschrieben.



**Abbildung 5:** Superkalander zur Satinage der an der schnelllaufenden Versuchsstreichmaschine hergestellten Versuchspapiere

### 3.7 Druckversuche unter Praxisbedingungen mit einer Bogenoffset-Maschine

Mit den Versuchspapieren, die an der schnelllaufenden Versuchsstreichmaschine hergestellt wurden, wurden Druckversuche an einer Bogenoffsetmaschine vom Typ Heidelberg SM52 durchgeführt. Die Bedingungen waren wie folgt:

Druckgeschwindigkeit:	7500 Bogen/Stunde
Druckplatten:	Aluminium
Gummitücher:	Kompressible Gummitücher
Druckfarben:	Coates Lotus+ Serie von Coates Lorilleux
	Reihenfolge der Übertragung = Cyan+Magenta+Yellow+Black
	Zielwerte optische Dichte:
	K = 1,8; Cyan = Magenta = 1,4; Yellow = 1,2
Feuchtmittel:	Wasser – Alkohol, pH = 5,6
Bogenformat:	450 x 320 mm

Von jedem Muster wurde ein Lauf mit insgesamt 1000 Bogen durchgeführt. Während und nach dem Bedrucken der Bogen wurden folgende Prüfungen und Bewertungen durchgeführt:

- Bewertung der Be- und Verdruckbarkeit
- Beobachtung der Laufstabilität anhand der optischen Farbdichte
- Messung des Papier- und des Druckglanzes

Für die Messung der optischen Farbdichte wurden handelsübliche Densitometer eingesetzt. Die Messung des Glanzes erfolgte mit einem Glanzmessgerät der Firma Byk Gardner nach der Methode von Gardner [14].

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Rezepturoptimierung von Vorstrichen und Deckstrichen im Labormaßstab

Entsprechend der in Kapitel 2 aufgezeigten Strategie wurden zunächst im Labor Versuchsreihen zur Optimierung der Streichfarbenzusammensetzung von Vor- und Deckstrich durchgeführt. Unter Einsatz der in Tabelle 5 aufgelisteten Streichfarben (VS I, DS 1-10) wurden gestrichene Papierproben hergestellt. Das in Kapitel 3.1 beschriebene Rohpapier wurde im ersten Schritt mit dem Vorstrich (I) und anschließend mit den unterschiedlichen Deckstrichen (1 bis 10) gestrichen. Das Auftragsgewicht der Streichfarbe betrug für den Vorstrich jeweils  $(12 \pm 1)$  g/m<sup>2</sup> und für den Deckstrich  $(14 \pm 1)$  g/m<sup>2</sup>. Der Feststoffgehalt der applizierten Streichfarben lag bei  $(59 \pm 1)\%$ .

**Tabelle 5:** Zusammenstellung der Streichfarbenrezepturen für die erste Versuchsreihe

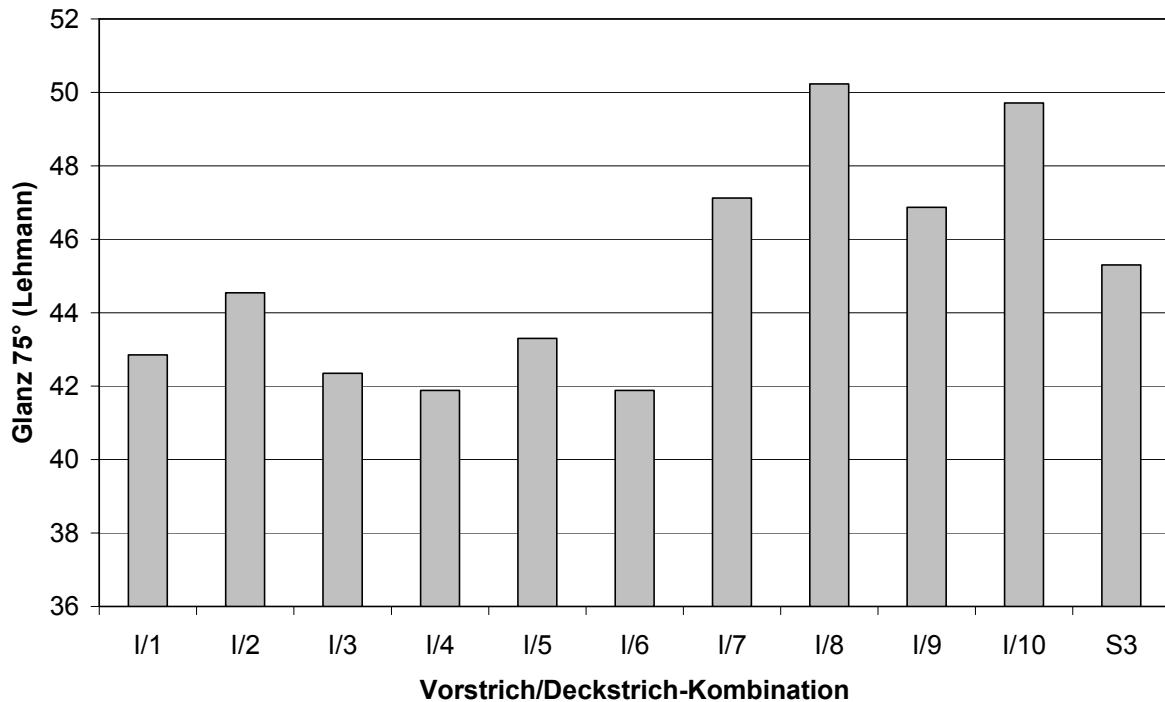
Nr.	Typ*	Pigment 1		Pigment 2		Binder Nr.		Additive	
		CaCO <sub>3</sub>	Teile	Kaolin	Teile	Typ	Teile	Verdicker	Teile
I	VS	GCC1	100	---	---	B2	12	V1	0,3
1	DS	GCC2	90	Kaolin1	10	B1	12	V1	0,3

2	DS	GCC3	90	Kaolin1	10	B1	12	V1	0,3
3	DS	GCC2	90	Kaolin3	10	B1	12	V1	0,3
4	DS	GCC3	90	Kaolin3	10	B1	12	V1	0,3
5	DS	GCC2	90	Kaolin2	10	B1	12	V1	0,3
6	DS	GCC3	90	Kaolin2	10	B1	12	V1	0,3
7	DS	GCC3	80	Kaolin2	20	B1	12	V1	0,3
8	DS	GCC3	70	Kaolin2	30	B1	12	V1	0,3
9	DS	GCC2	80	Kaolin1	20	B1	12	V1	0,3
10	DS	GCC2	70	Kaolin1	30	B1	12	V1	0,3

\*VS = Vorstrich, DS = Deckstrich

Insgesamt konnten aus der ersten Versuchsreihe nach den entsprechenden Laborprüfungen folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Der Weißgrad der getesteten Kombinationen war bis auf eine Ausnahme (VS I/DS 10) gleich oder besser als der des Standardmusters S3, welches unter den gleichen Laborbedingungen mit den industriellen Streichfarben hergestellt wurde.
- Die erzielten Opazitäten lagen alle mit dem Standardmuster S3 gleich auf oder waren sogar besser.
- Die Rauigkeiten der verschiedenen Streichfarbenkombinationen zeigten im Rahmen der Messgenauigkeit kaum Unterschiede. Die Ergebnisse wurden hauptsächlich durch die Kalandерwalzenoberflächen vorgegeben, die innerhalb der Versuchsreihe stets gleich blieben.
- Bezüglich des Glanzes (siehe Abbildung 6) müssen die einzelnen Strichkombinationen der Versuchsreihe differenziert betrachtet werden: Vier Rezepturen (I/7, I/8, I/9, I/10) entwickeln einen deutlich höheren Glanz als der Standard S3. Zwei Kombinationen (I/7 und I/9) sind dabei besonders vorteilhaft, da sie die gleiche Kaolinmenge wie S3 enthalten, nämlich 20 Teile. Die Kombinationen I/1 bis I/6 liefern weniger Glanz als das Standardmuster S3. Sie enthalten aber auch weniger Kaolinanteile. Die Unterschiede innerhalb der Gruppe sind mit geringfügig anderen Korngrößenverteilungen zu erklären.



**Abbildung 6:** Glanz bei 75° nach Lehmann der bei 90°C und 75 kN/m kalandrierten Labormuster von Tab. 5

Zusätzlich zu den optischen Eigenschaften und der Rauigkeit wurde von den Mustern die Rupffestigkeit in trockenem Zustand geprüft. Dabei zeigten sich bei den Mustern I/1-I/10 geringfügige Schwächen insbesondere bei höheren Geschwindigkeitswerten (> 1,5 m/s). Da die Rupffestigkeit vor allem durch die Art und Menge des Bindersystems bestimmt wird, wurden in der folgenden Versuchsreihe (siehe Tabelle 6) noch andere Binder und Binderkombinationen erprobt.

Aus Abbildung 6 geht hervor, dass die Kombination I/8 das beste Glanzergebnis liefert. Die dort verwendete Rezeptur wurde daher als Ausgangspunkt für weitere Modifikationen mit dem Ziel weiterer Glanzsteigerung gewählt. Rezeptur 8-a entspricht exakt der Rezeptur 8 in Tabelle 5 allerdings bei höheren Feststoffgehalten. Bei Rezeptur 8-b wurde gegenüber 8 bzw. 8-a ein anderes Bindersystem verwendet. Durch die Kombination mit einem zweiten Binder mit niedrigerer Mindestfilmbildetemperatur sollte die Rupffestigkeit verbessert werden. Gleichzeitig wurde aber gegenüber der Rezeptur in Tabelle 5 wiederum der Feststoffgehalt angehoben.

Zusätzlich dazu wurde der Einfluss des Vorstrichs näher untersucht. Dazu wurde bei VS II gegenüber VS I ein feinkörnigeres Carbonat (GCC3) eingesetzt. Weitere Versuche, den Glanz unter schonenden Bedingungen zu erhöhen, wurde mit den Rezepturen 11 und 12 gestartet, die ein Kunststoffpigment enthielten. Mit den Rezepturen 13 und 14 sollte eine weitere Kaolinsorte hinsichtlich der erzielbaren Glanzeffekte bewertet werden.

**Tabelle 6:** Rezepturen der zweiten Versuchsreihe zur weiteren Optimierung

Nr.	Typ*	Pigment 1		Pigment 2		Binder Nr.		Additive		Feststoffgehalt [%]
		CaCO <sub>3</sub>	Teile	Kaolin	Teile	Typ	Teile	Verdicker	Teile	
I-a	VS	GCC1	100	---	---	B1	8	V1	0,3	62
I-b	VS	GCC1	100	---	---	B1	12	V1	0,3	62

I-c	VS	GCC1	100	---	---	B1/B2	6/6	V1	0,3	60
II	VS	GCC3	100	---	---	B1	12	V1	0,3	59
8-a	DS	GCC3	70	Kaolin1	30	B1	14	V1	0,3	68
8-b	DS	GCC3	70	Kaolin1	30	B1/B3	7/7	V1	0,3	70
11	DS	GCC3	90	KP	10	B1	14	V1	0,3	58
12	DS	GCC2	90	KP	10	B1	14	V1	0,3	60
13	DS	GCC2	80	Kaolin2	20	B1	12	V1	0,3	58
14	DS	GCC2	70	Kaolin1	30	B1	12	V1	0,3	58

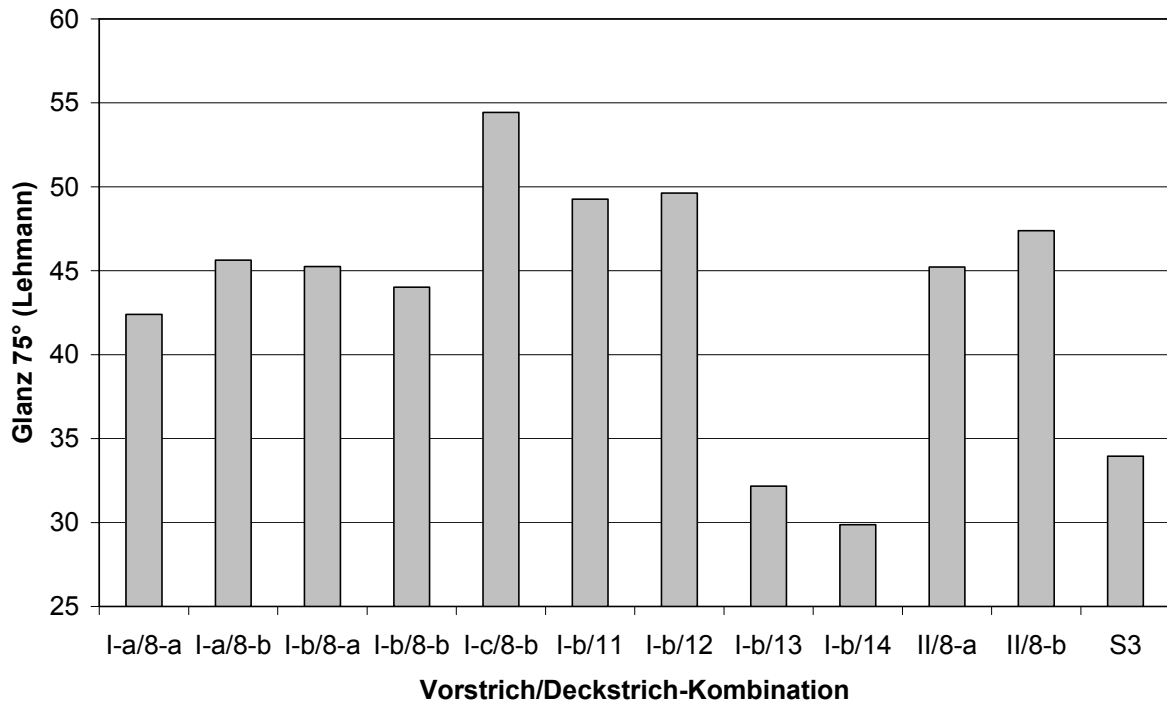
\*VS = Vorstrich, DS = Deckstrich

Nach den entsprechenden Laborprüfungen ließen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

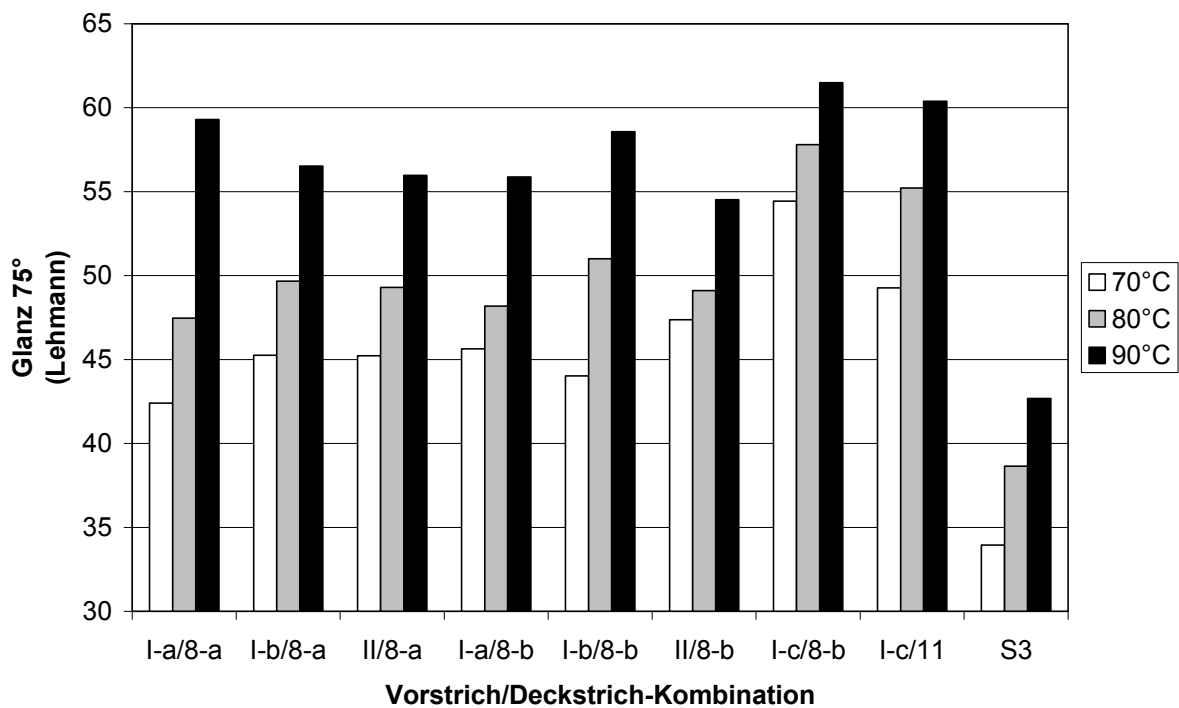
- Die Opazität konnte gegenüber dem Standardmuster S3 mit allen Rezepturen gesteigert werden.
- Die Deckstriche DS 13 und DS 14 schnitten beim Glanz schlechter ab als der Standard S3. Alle anderen Rezepturen zeigten aber einen deutlich höheren Glanz. Vor allem die Rezepturen mit den Kunststoffpigmenten erwiesen sich als sehr effektiv (siehe DS 11 und 12). Aber auch die Rezepturen 8-a und 8-b schnitten sehr gut ab. Neben einer günstigeren Pigmentkombination ist der hohe Feststoffgehalt sehr stark glanzfördernd.
- Die Rauigkeit wurde wie bei der vorhergehenden Versuchsreihe kaum beeinflusst.

Die Papiermuster erwiesen sich nun auch als sehr rupffest. Anhand der erzielten Ergebnisse aus den bisherigen Versuchsreihen wurde der Kreis geeigneter Rezepturen für Vor- bzw. Deckstrich eingengt und deren Satinageverhalten weiter untersucht. Dazu wurde die Satinagetemperatur schrittweise von 70°C auf 90°C erhöht und die optischen Eigenschaften der Papiermuster verfolgt.

Dabei konnte gegenüber dem Standardmuster S3, welches mit den beiden Industriefarben hergestellt wurde, eine deutliche Glanzsteigerung erreicht werden (siehe Abbildung 8). Schon bei der niedrigen Kalandriertemperatur von 70°C konnten Glanzwerte erreicht werden, die der Standard S3 erst bei der wesentlich höheren Temperatur von 90°C erreichte. Tendenziell nahm die Opazität mit steigender Kalandertemperatur ab. Leider war die Opazität der Labormuster um durchschnittlich 3-4 Prozentpunkte geringer als beim Standard S3. Am besten schnitten die Kombinationen I-a/8-a und I-c/8-b ab. Der Opazitätsverlust dürfte aber durch die sehr starken Glanzsteigerungen bei Anwendung niedriger Satinagetemperaturen in der praktischen Anwendung kompensiert werden können.



**Abbildung 7:** Glanz bei 75° nach Lehmann der bei 70°C und 75 kN/m kalandrierten Labormuster von Tab. 6



**Abbildung 8:** Abhängigkeit des Glanzes (Lehmann 75°) ausgewählter Labormuster von steigenden Kalandriertemperaturen

## 4.2 Erhöhung der Feststoffgehalte bei den Laborversuchen

Wie bereits erwähnt, wirken sich Feststofferhöhungen positiv auf den Glanz aus. Es wurde daher versucht, diese Strategie in den folgenden Laborversuchen weiter zu vertiefen. Die Umsetzung sollte vor allem mit dem Einsatz geeigneter Verdicker erfolgen. Bei den nun beschriebenen Versuchsreihen wurden neben konventionellen Verdickern auch solche eingesetzt, die hohe und höchste Feststoffgehalte stabilisieren konnten.

Für die Versuchsreihe wurden Streichfarben nach folgenden Vorgaben hergestellt:

Vorstrich (VS):

- Viskosität: 1300 mPas (BV 100)
- Feststoffgehalt: ca. (63±1)%
- Auftragsgewicht: ca. 12 g/m<sup>2</sup>

Deckstrich (DS):

- Viskosität: 1000 mPas (BV 100)
- Feststoffgehalt: max. einstellen (60-71 %)
- Auftragsgewicht: ca. 14 g/m<sup>2</sup>

**Tabelle 7:** Zusammenstellung der Rezepturbestandteile der Vorstriche

Nr.	Pigment		Binder Nr.		Binder Nr.		Additive	
	CaCO <sub>3</sub>	Teile	Typ	Teile	Typ	Teile	Verdicker	Teile
III-a	GCC4	100	B1	6	B3	6	V1	0,3
III-b	GCC4	100	B1	6	B3	6	Stärke PVOH	3 1,9
III-c	GCC4	100	B1	6	B4	6	Stärke PVOH	3 3,6
IV	GCC4	80	B4	12	---	---	Stärke PVOH	3 2,4
V	GCC2	70	B4	12	---	---	Stärke PVOH	3 6,1

Insgesamt wurden fünf Vor- und sieben Deckstriche getestet. Variiert wurden jeweils der Binder und der Verdicker mit dem Ziel, sehr hohe Feststoffgehalte zu erreichen. Die Auswahl der Pigmente, Binder und Verdicker beruhte aus den Erfahrungen der bisherigen Untersuchungen.

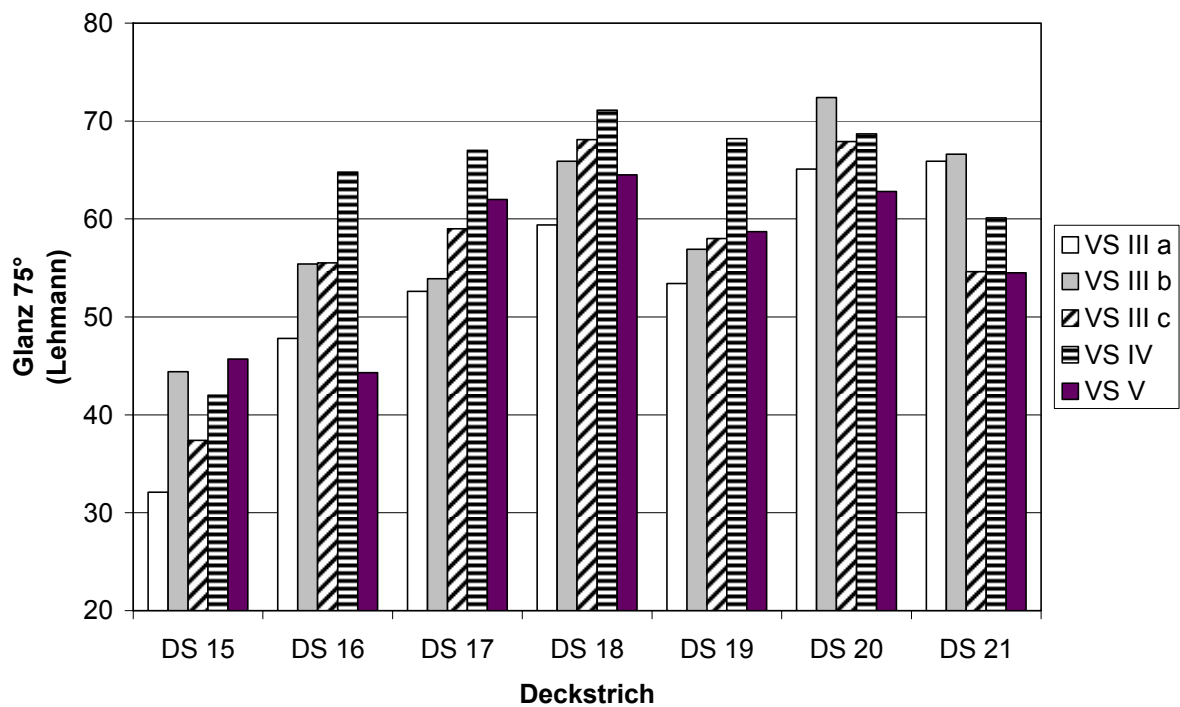
Aus der Versuchsreihe konnten nach den entsprechenden Untersuchungen folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Je höher der Feststoffgehalt in den Vor- und Deckstrichfarben war, desto höher war der Glanz. Aus den Versuchen gingen Vorstrich III-b und IV kombiniert mit Deckstrich 18 und 20 als Optima hervor (siehe Abbildung 9). Die hohen Feststoffgehalte konnten dort in erster Linie durch den Einsatz der beiden Verdicker V2 und V3 bewerkstelligt werden.
- Die Opazität (siehe Abbildung 10) sank durch den Vorgang des Kalandrierens erwartungsgemäß etwas ab. Gegenüber dem Standardmuster S3 im Minimum um 1 % bei

einem Maximum von 4 %. Es konnten aber Rezepturkombinationen gefunden werden (z.B. VS IIa + DS 18 oder VS V + DS 20), die sehr hohen Glanz bei nur wenig Opazitätsverlust aufwiesen. Aufgrund der sehr guten Glanzentwicklung dürften daher die Opazitäten in der Praxis unter schonenderen, d.h. energiesparenderen Kalandrierbedingungen, auf dem Niveau des Standardpapiers S3 in jedem Fall erhalten bleiben.

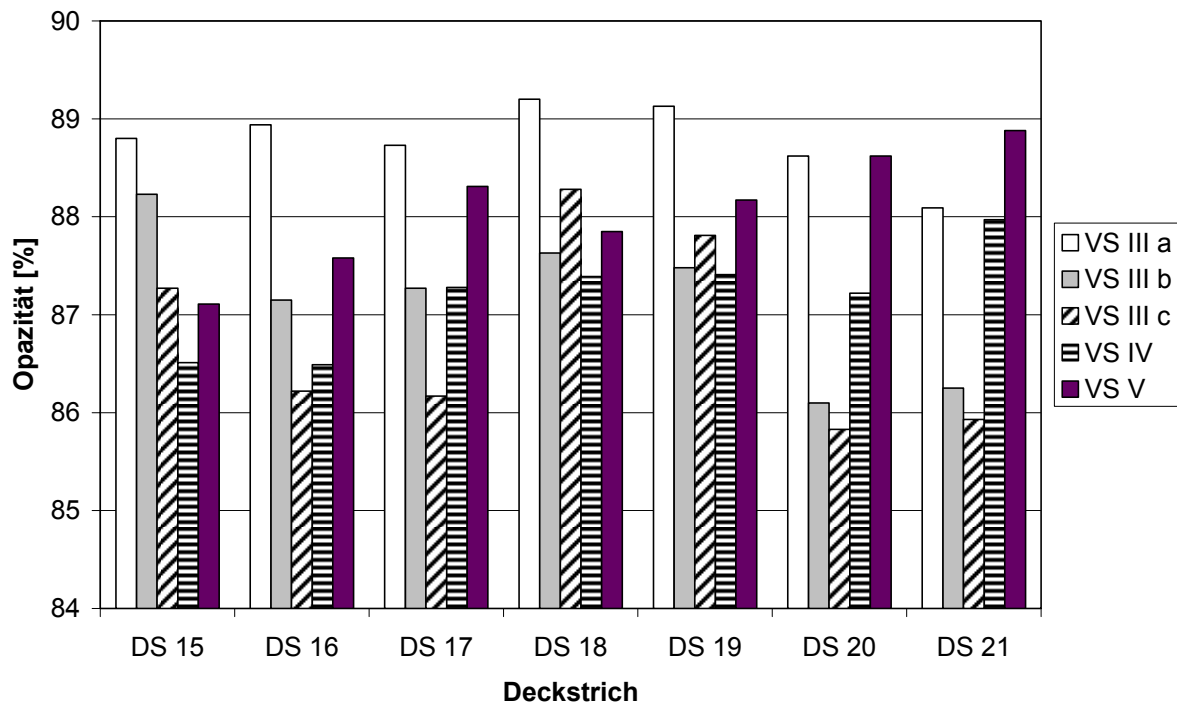
**Tabelle 8:** Zusammenstellung der Rezepturbestandteile der Deckstriche

DS Nr.	Pigment	Teile	Binder	Teile	Verdicker Additive	Teile	Opt. Aufheller	Teile	Feststoffgehalt [%]
15	GCC3	70	B1	6	V1	0,25	ja	1	60
	Kaolin1	30	B3	6	PVOH	1,50			
16	GCC3	70	B1	6	V1	0,10	ja	1	63
	Kaolin1	30	B3	6	PVOH	0,80			
17	GCC3	70	B1	6	PVOH	1,20	nein	--	68
	Kaolin1	30	B4	6					
18	GCC3	70	B4	12	V2	0,10	nein	--	68
	Kaolin1	30							
19	GCC3	70	B4	12	V1	0,07	nein	--	67
	Kaolin1	30			V5	1,00			
20	GCC3	70	B4	12	V3	0,07	nein	--	71
	Kaolin1	30							
21	GCC3	70	B5	12	V3	0,07	nein	--	71
	Kaolin1	30			PVOH	0,30			



**Abbildung 9:** Glanzwerte 75° nach Lehmann der im Labor unter Verwendung von Streichfarben mit hohen Feststoffgehalten hergestellten Papiermustern





**Abbildung 10:** Opazitäten der im Labor unter Verwendung von Streichfarben mit hohen Feststoffgehalten hergestellten Papiermustern

### 4.3 Herstellung und Beurteilung der Versuchspapiere

#### 4.3.1 Auswahl der Streichaggregate

Bilderdruckqualitäten werden heute hauptsächlich zweifach gelegentlich sogar dreifach gestrichen. Wie eingangs erwähnt, sollten sich die hier gemachten Untersuchungen auf den Zweifachstrich beschränken.

Zum Auftragen des Vorstrichs eignen sich neben Bladestreichverfahren vor allem Filmpressen. Sie arbeiten mit einer direkten Streichfarbendosierung (kein Überschussauftrag). Eine vordosierte Menge Streichfarbe wird auf die Filmpressenwalze übertragen. Im Walzennip kommt es zum Kontakt von Farbe und Papier, erst hier setzen Penetrations- und Immobilisierungsprozesse ein. Die Farbe wird jedoch nicht vollständig vom Papier aufgenommen; es kommt zu einem Filmsplitting. Dieses Splitting erfolgt in der noch flüssigen Farbe, da hier der geringste Feststoffgehalt und die geringsten Kohäsionskräfte auftreten.

Die Filmpresse wirkt beim Streichen deutlich weniger egalisierend als Bladeverfahren. Da dadurch eine bessere Faserabdeckung und somit geringere Opazitätsverluste zu erwarten waren, wurde in Einklang mit der Zielsetzung des Projektes diesem Verfahren der Vorzug eingeräumt.

Der Deckstrich hat die Funktion, dem Papier die gewünschten Oberflächeneigenschaften zu verleihen. Glanz, Glätte und Druckfarbenannahme sind die wichtigsten Eigenschaften des Deckstrichs. Dafür werden heute praktisch ausnahmslos Bladecoater eingesetzt. Die Streichfarbe wird dabei durch Düsen oder Walzen im Überschuss auf das Papier aufgetragen und anschließend mit einem Schaber (Blade) abgerakelt. Die abgerakelte Streichfarbe gelangt wieder zurück in den Arbeitsbehälter; sie wird in einem Kreislauf geführt, in dem ein Teil der Farbe immer wieder in Kontakt mit dem Papier gelangt und durch Druck- und Kapillarkräfte entwässert wird.

Düsenauftragssysteme ermöglichen erfahrungsgemäß das Auftragen von Streichfarben mit sehr hohen Feststoffgehalten. Sie führen meist besser als alle anderen Systeme zu hoher Glätte und hohem Glanz. Daher wurde ein solches Auftragssystem zur Herstellung der Versuchspapiere verwendet.

Bei der Fahrweise der Schaber sind heute zwei Möglichkeiten üblich, nämlich Stiffblade und Bentblade. Auf eine detaillierte Darstellung der Vor- und Nachteile jeder Möglichkeit wird an dieser Stelle verzichtet und stattdessen auf die Literatur [23,24] verwiesen. Unbestritten das breiteste Anwendungsspektrum wird heute mit der Stiffblade-Fahrweise abgedeckt. Sie wird sehr häufig zur Erzeugung glatter und hochglänzender Strichoberflächen eingesetzt. Sie wurde deshalb auch bei der Herstellung der Versuchspapiere verwendet. Es wurden Stahlblades mit einer Dicke von 0,381 mm und Anschliffwinkeln von 25° (Versuchspapiere Nr. 1-3) und 35° (Versuchspapiere Nr. 4-6) eingesetzt. Der Balkenwinkel betrug 27° (Versuchspapiere Nr. 1-3) bzw. 37° (Versuchspapiere Nr. 4-6). Der Spalt Auftragswalze-Gegenwalze war einheitlich auf 0,4 mm eingestellt.

### 4.3.2 Streichfarbenrezepturen

Zu diesem Zweck wurden verschiedene Rezepturen für Vor- und Deckstrich auf dem Pilotcoater gefahren. Die ausgewählten Rezepturen beruhten auf den im Labor gemachten Erfahrungen und zwar wurden 6 Versuchspapiere in zwei Versuchsserien mit unterschiedlichen Strategien zur Glanzerhöhung hergestellt:

Serie 1: Versuchspapier Nr. 1-3: Glanzerhöhung durch Rezepturoptimierung

Serie 2: Versuchspapier Nr. 4-6: Glanzerhöhung über Erhöhung des Feststoffgehalts

Bei der Rezepturentwicklung wurden zusätzlich folgende Überlegungen berücksichtigt:

- Einsatz von kostengünstigen Pigmenten (grobkörniges GCC) und Bindemittel (SB-Latex + Stärke) für den Vorstrich.
- Niedriger PVOH Anteil im Deckstrich, da PVOH den Glanz negativ beeinflusst.
- Hohe Feststoffgehalte insbesondere im Deckstrich durch Einsatz von Strukturverdickern.

Zum besseren Vergleich werden die aus beiden Serien gewonnenen Ergebnisse gemeinsam dargestellt. Eine Auflistung der angesetzten Streichfarbenrezepturen geben die Tabellen 9-14.

**Tabelle 9:** Rezeptur für Versuchspapier Nr. 1 (Feststoffgehalt 64%)

Komponenten	Vorstrich		Deckstrich	
	Einsatzstoff	Teile	Einsatzstoff	Teile
Pigment 1	GCC1	100	GCC3	90
Pigment 1	---	---	KP	10
Binder 1	B1	6	B1	5
Binder 2	B3	5	B2	5
Verdicker	Stärke	3	V1	0,1
Cobinder	---	---	PVOH	1,5
Additive	---	---	Opt. Aufheller	1

**Tabelle 10:** Rezeptur für Versuchspapier Nr. 2 (Feststoffgehalt 65%)

Komponenten	Vorstrich		Deckstrich	
	Einsatzstoff	Teile	Einsatzstoff	Teile
Pigment 1	GCC4	100	GCC3	70
Pigment 1	---	---	Kaolin 2	30
Binder 1	B1	6	B1	5
Binder 2	B3	5	B2	5
Verdicker	Stärke	3	V1	0,15
Cobinder	---	---	PVOH	1,5
Additive	---	---	Opt. Aufheller	1

**Tabelle 11:** Rezeptur für Versuchspapier Nr. 3 (Feststoffgehalt 64%)

Komponenten	Vorstrich		Deckstrich	
	Einsatzstoff	Teile	Einsatzstoff	Teile
Pigment 1	GCC1	100	GCC3	70
Pigment 1	---	---	Kaolin 2	30
Binder 1	B1	6	B1	5
Binder 2	B3	5	B2	5
Verdicker	Stärke	3	V1	0,15
Cobinder	---	---	PVOH	1,5
Additive	---	---	Opt. Aufheller	1

**Tabelle 12:** Rezeptur für Versuchspapier Nr. 4 (Feststoffgehalt 69%)

Komponenten	Vorstrich		Deckstrich	
	Einsatzstoff	Teile	Einsatzstoff	Teile
Pigment 1	GCC4	100	GCC3	70
Pigment 1	---	---	Kaolin 1	30
Binder 1	B5	8	B4	10
Binder 2	Stärke	4	---	---
Verdicker	V2	0,4	V3	0,3
Cobinder	---	---	PVOH	0,5
Additive	---	---	Opt. Aufheller	0,5

**Tabelle 13:** Rezeptur für Versuchspapier Nr. 5 (Feststoffgehalt 68%)

Komponenten	Vorstrich		Deckstrich	
	Einsatzstoff	Teile	Einsatzstoff	Teile
Pigment 1	GCC4	100	GCC3	70
Pigment 1	---	---	Kaolin 1	30
Binder 1	B5	8	B4	10
Binder 2	Stärke	4	---	---
Verdicker	V2	0,4	V4	0,2
Cobinder	---	---	PVOH	0,5
Additive	---	---	Opt. Aufheller	0,5

**Tabelle 14:** Rezeptur für Versuchspapier Nr. 6 (Feststoffgehalt 69%)

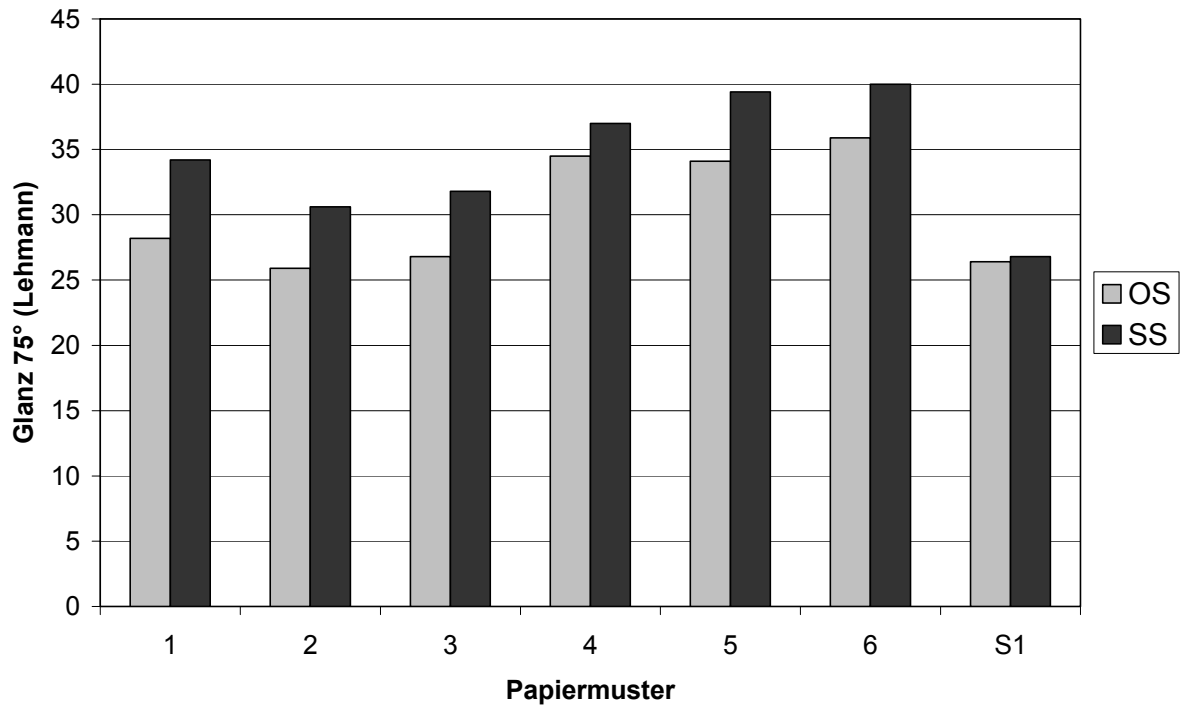
Komponenten	Vorstrich		Deckstrich	
	Einsatzstoff	Teile	Einsatzstoff	Teile
Pigment 1	GCC2	100	GCC3	70
Pigment 1	---	---	Kaolin 1	30
Binder 1	B5	8	B4	10
Binder 2	Stärke	4	---	---
Verdicker	V2	0,4	V3	0,3
Cobinder	---	---	PVOH	0,5
Additive	---	---	Opt. Aufheller	0,5

### 4.3.3 Eigenschaften der Versuchspapiere

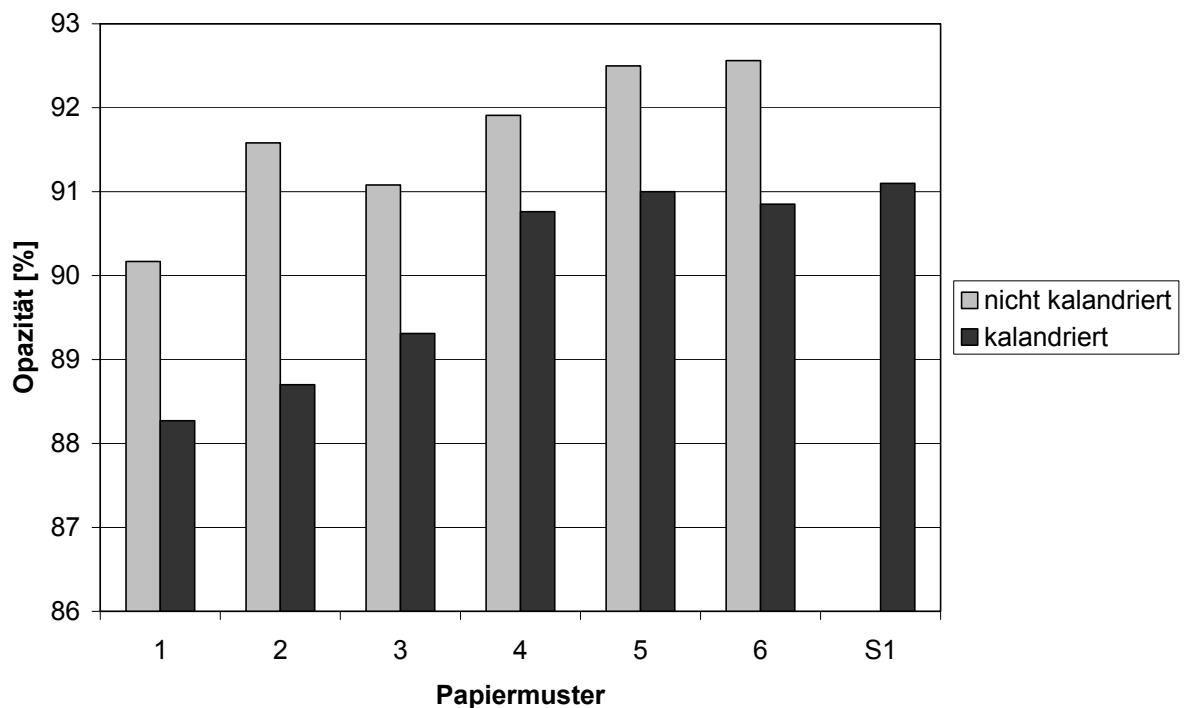
Die Herstellung erfolgte auf der bereits beschriebenen schnelllaufenden Versuchsstreichmaschine. Die gestrichenen Papiere wurden satiniert, geprüft und bewertet. Für die Satinage wurde der ebenfalls bereits beschriebene Superkalander verwendet. Zur Einstellung des Superkalanders wurden die Glanzwerte des Industripapiers S1 (vgl. dazu Tabelle 1) als Standard verwendet.

Aus den graphischen Darstellungen der Versuchsergebnisse (siehe Abbildung 11 und 12) lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- Die Glanzwerte sämtlicher Versuchspapiere liegen über dem Industriestandard S1. Insbesondere die Wirkung sehr hoher Feststoffgehalte ist bei den Versuchspapieren Nr. 4-6 zu sehen.
- Erfreulicherweise sind auch die Opazitäten der Versuchspapiere Nr. 4-6 auf dem gleichen Niveau wie die des Industriestandards S1. Die Versuchspapiere Nr.1-3 schneiden dagegen um bis zu 3%-Punkte schlechter ab. Da das Glanzniveau aller Versuchspapiere aber höher als das des Industripapiers S1 ist, kann voraussichtlich mit niedrigerer Satinagearbeit eine dem Standard S1 vergleichbare Opazität bei vergleichbarem Glanz erreicht werden.



**Abbildung 11:** Glanzwerte (75° nach Lehmann) der satinierten Versuchspapiere im Vergleich zum Industriestandard S1



**Abbildung 12:** Opazitäten der satinierten und nicht satinierten Versuchspapiere im Vergleich zum Industriestandard S1

#### 4.3.4 Druckversuche unter Praxisbedingungen

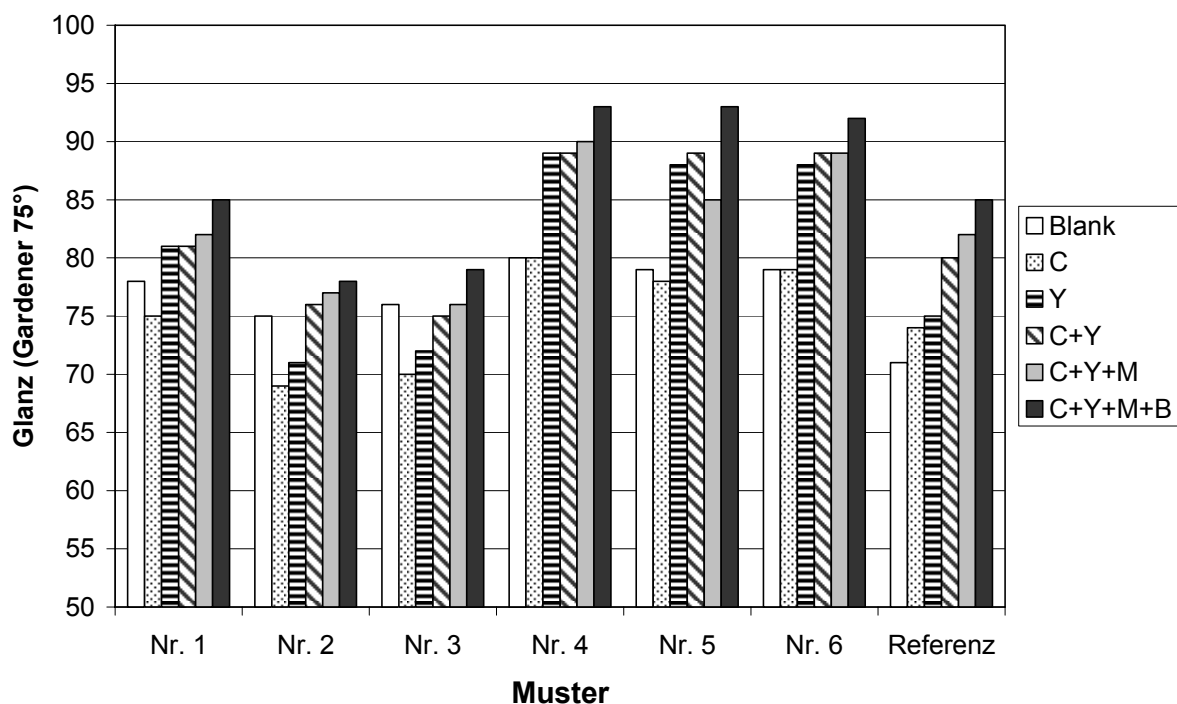
Die Versuchspapiere wurden im abschließenden Arbeitsschritt auf ihre drucktechnische Eignung im Bogenoffsetdruck untersucht. Dazu wurden Druckversuche unter Praxisbedingungen (siehe dazu Kapitel 3.7) an einer Bogenoffset-Maschine durchgeführt.

Als Standard für Vergleiche wurde außerdem das industriell gefertigte Papier S1 (siehe Tabelle 1) in gleicher Weise bedruckt und untersucht.

Die Be- und Verdruckbarkeit aller getesteten Papiere waren gut. Sowohl zwischen den Versuchspapieren untereinander als auch zwischen Versuchspapieren und Standard konnten keine wesentlichen Unterschiede beobachtet werden. Alle Papiermuster zeigten zudem eine hohe Laufstabilität mit wenig bis gar keiner Veränderung der optischen Farbdichte am Anfang und am Ende eines Durchlaufs.

Einzig der Druckglanz, bewertet an Stellen, die vollflächig mit Cyan (C), Yellow (Y), Cyan + Yellow (C+Y), Cyan + Yellow + Magenta (C+Y+M) und Cyan + Yellow + Magenta + Black (C+Y+M+B) bedruckt wurden, wies zwischen den Mustern Unterschiede auf.

Gegenüber dem Standardpapier S1 liefern die Versuchspapiere Nr. 4-6 einen höheren Druckglanz (siehe Abbildung 13). Die Versuchspapiere Nr. 1-3 schneiden schlechter als der Standard S1 ab, obwohl die Werte für die unbedruckten Stellen auf gleichem Niveau liegen. Offenbar gewinnen die Versuchspapiere Nr.1-3 beim Bedrucken weniger an Glanz als S1.



**Abbildung 13:** Vergleich der Glanzwerte (Druckglanz nach Gardner) der Versuchspapiere auf der Oberseite

Weitere Informationen: [m.kleebauer@ptspaper.de](mailto:m.kleebauer@ptspaper.de)

Autor:

Dr. Markus Kleebauer

PTS München

Heißstraße 134

80797 München

Tel. 089 – 12146-387

Fax 089 – 12146-36

### **Danksagung**

Das Forschungsvorhaben AiF 13707 wurde durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e.V. (AiF), Köln, mit finanziellen Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit gefördert. Dafür sei an dieser Stelle gedankt.

## Verzeichnis der Abbildungen

- Abbildung 1: Fließschema der Projektbearbeitung
- Abbildung 2: Lichtreflexion bei Pigmenten mit kugelförmiger (links) und plättchenförmiger Geometrie
- Abbildung 3: Laborkalender der Fa. Kleinewefers zur Satinage der Handrakelmuster
- Abbildung 4: Schematische Darstellung der verwendeten schnelllaufenden Versuchsstreichmaschine
- Abbildung 5: Superkalender zur Satinage der an der schnelllaufenden Versuchsstreichmaschine hergestellten Versuchspapiere
- Abbildung 6: Glanz bei 75° nach Lehmann der bei 90°C und 75 kN/m kalandrierten Labormuster von Tab. 5
- Abbildung 7: Glanz bei 75° nach Lehmann der bei 70°C und 75 kN/m kalandrierten Labormuster von Tab. 6
- Abbildung 8: Abhängigkeit des Glanzes (Lehmann 75°) ausgewählter Labormuster von steigenden Kalandriertemperaturen
- Abbildung 9: Glanzwerte 75° nach Lehmann der im Labor unter Verwendung von Streichfarben mit hohen Feststoffgehalten hergestellten Papiermustern
- Abbildung 10: Opazitäten der im Labor unter Verwendung von Streichfarben mit hohen Feststoffgehalten hergestellten Papiermustern
- Abbildung 11: Glanzwerte (75° nach Lehmann) der satinierten Versuchspapiere im Vergleich zum Industriestandard S1
- Abbildung 12: Opazitäten der satinierten und nicht satinierten Versuchspapiere im Vergleich zum Industriestandard S1
- Abbildung 13: Vergleich der Glanzwerte (Druckglanz nach Gardner) der Versuchspapiere auf der Oberseite

## Verzeichnis der Tabellen

- Tabelle 1: Aufbau, Zusammensetzung und wichtige Eigenschaften des verwendeten Rohpapiers sowie des daraus unter industriellen Bedingungen hergestellten Bilderdruckpapiers
- Tabelle 2: Liste der verwendeten Pigmentsorten zusammen mit ihren wichtigsten Kenngrößen
- Tabelle 3: Zusammenstellung der verwendeten Bindemittel mit ihren wichtigsten Eigenschaften
- Tabelle 4: Zusammenstellung der verwendeten Verdicker und weiterer Additive mit ihren wichtigsten Eigenschaften
- Tabelle 5: Zusammenstellung der Streichfarbenrezepturen für die erste Versuchsreihe
- Tabelle 6: Rezepturen der zweiten Versuchsreihe zur weiteren Optimierung
- Tabelle 7: Zusammenstellung der Rezepturbestandteile der Vorstriche



- Tabelle 8: Zusammenstellung der Rezepturbestandteile der Deckstriche
- Tabelle 9: Rezeptur für Versuchspapier Nr. 1 (Feststoffgehalt 64%)
- Tabelle 10: Rezeptur für Versuchspapier Nr. 2 (Feststoffgehalt 65%)
- Tabelle 11: Rezeptur für Versuchspapier Nr. 3 (Feststoffgehalt 64%)
- Tabelle 12: Rezeptur für Versuchspapier Nr. 4 (Feststoffgehalt 69%)
- Tabelle 13: Rezeptur für Versuchspapier Nr. 5 (Feststoffgehalt 68%)
- Tabelle 14: Rezeptur für Versuchspapier Nr. 6 (Feststoffgehalt 69%)

## 5 Literatur

- [1] Croze A.  
Einfluss der Temperatur auf die Satinage von gestrichenen Offsetpapieren bei unterschiedlichen Formulierungen der Streichfarben.  
Industria Della Carta (Inca) 28, S. 35 (1990) Nr. 1
- [2] Jansen F.  
Glanz- und Glätteherzeugung – Betriebserfahrungen mit Karton  
Wochenblatt für Papierfabrikation 121; S. 98-102 (1993); Nr. 3
- [3] Hess H.  
Paper and print characteristics of high quality grades: How to achieve these with modern calendering techniques  
Pulp and Paper Canada 94, S. 60-68 (1993) Nr. 11
- [4] Suontausta O.; Järvinen H.; Hakanen P.  
Effect of Calendering on the Gloss and Roughness of Printed Paper  
Wochenblatt für Papierfabrikation 129; S. 359-367 (2001); Nr. 6
- [5] Strauß, J.  
Auswirkungen der thermisch-mechanischen Oberflächenbehandlung auf Wichtige Papier- und Kartoneigenschaften  
PTS-Manuskript 04/95: Grundprozesse der Papierherzeugung - Glätten 3/1995
- [6] Brecht W.; Baumgarten H.L.; Zivkovic S.  
Versuche zur dickeschonenden Steigerung der Glätte und des Glanzes von gestrichenem Karton  
Das Papier 25, S.366-380 (1971), Nr.7
- [7] Gerspach, A.  
Physikalische Zusammenhänge beim Glättprozess  
Wochenblatt für Papierfabrikation 121; S. 76-81 (1993); Nr. 3
- [8] N. N.  
Dreifach Gestrichenes aus den Ardennen  
Allgemeine Papier Rundschau 128, S. 27-28 (2004) Nr. 3
- [9] N. N.  
Hallein: Konzentration auf einfach und doppelt gestrichene Papiere  
Allgemeine Papier Rundschau 123, S. 158 (1999) Nr. 7

- [10] Lex R.  
2. VESTRA-Meeting Point 1998 mit Inbetriebnahme des neuen Auftragsaggregates Modular-Combi-Blade  
Wochenblatt für Papierfabrikation 126, S. 676 (1998) Nr. 14/15
- [11] N. N.  
Maschinentechnische Voraussetzungen für das Hochgeschwindigkeitsstreichen mit dem Blade-Coater  
Wochenblatt für Papierfabrikation 124, S. 551-552 (1996) Nr. 11/12
- [12] N. N.  
Vestra nimmt neue Filmpresse in Betrieb  
Wochenblatt für Papierfabrikation 124, S. 705 (1996) Nr. 16
- [13] Däubner H., Schachtl M. und Weigl J.  
Münchner Streichereizentrum – Vorstellung der neuen Versuchsstreihanlage Vestra im Hause der PTS, München  
Wochenblatt für Papierfabrikation 124, S. 132-135 (1996) Nr. 4
- [14] N. N.  
BYK Gardner Applikationsbericht 2: Haze and Gloss Measurement.  
Homepage von Byk Gardner im Internet
- [15] N. N.  
DIN 54502 – 1992: Prüfung von Papier und Pappe. Glanzbeurteilung ebener Papier- und Pappoberflächen mit Hilfe von Reflektometern  
Beuth Verlag
- [16] N. N.  
Tappi T480 om-92: Specular gloss of paper and paperboard at 75 degrees
- [17] Gane, P.A.C.  
Mineralische Pigmente für Papier – Struktur, Funktion und Entwicklungspotential, Teil 1  
Wochenblatt für Papierfabrikation 129, S. 110-116, (2001), Nr. 3
- [18] Gane, P.A.C.  
Struktur des Streichens: Ein fortgeschrittenes Streicherei-Design für das gegenwärtige Printmedium und die Herausforderung von morgen  
Paper Technology 42, S. 35-44, (2001)
- [19] Baumeister M., Pfeifle, M.  
Streichmasse zur Herstellung bedruckbarer Papiere  
Patent DE 19936476 A1, Anmeldung 1999/08/03
- [20] Wygant R. W.  
Coating formulation optimization  
TAPPI Coating and Graphic Arts Conference and Exhibition. May 16-19 2004  
Baltimore MD; TAPPI Press Atlanta 2004 (1-11).
- [21] Saito Y., Touda H., Kasai J. und Hamada H.,  
Structural analysis of coating layer containing plastic pigments  
Japan Tappi Journal 58, S. 508-515 (2004) Nr. 4

- [22] Brown J.T. und Lunde D. I.,  
Developments in hollow sphere pigments for coating Word Pulp & Paper technology  
1992  
Buch 1992; Teil 87PEpa163/92; S 1 (229 S); Sterlings Publications International,  
London 1992
- [23] Sangl R.,  
Auftragssysteme für das Streichen von Papier und Karton  
PTS-Manuskript PTS-MS 34255, Papiertechnische Stiftung (PTS), München, 2002
- [24] Klein H.,  
Streichen und Beschichten – Teil 3  
Coating 27, S. 56-58, (1994), Nr. 5