

Titel

Entwicklung geeigneter Laborprüfmethoden für eine verbesserte Kommunikation zwischen Druckern, Papiererzeugern und Druckfarbenlieferanten (PrinIP)

Development of suitable laboratory test methods for improved communication between printers and paper and ink suppliers (PrinIP)

Irene Pollex, Uwe Bertholdt, Katrin Kühnöl

Beteiligte Forschungsstellen:

- Papiertechnische Stiftung - Institut für Zellstoff und Papier – PTS-IZP, Heidenau
- FOGRA Forschungsgesellschaft Druck e.V. , München, Deutschland
- AIDO Instituto Tecnológico de Óptica, Color e Imagen, Valencia, Spanien
- CELABOR SCRL, Herve, Belgien
- VIGC Flemish Innovation Center for Graphic Communication, Turnhout, Belgien

Inhalt

1	Zusammenfassung	2
2	Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung	6
2.1	Stand der Technik	6
3	Forschungsziel	10
4	Gesamtvorgehen	10
5	Material und Methoden inklusive Projektbegleitung	12
6	Forschungsergebnisse	13
6.1	Laborseitige und industrielle Ist-Situation zu Druckproblemen und eingesetzten Bewertungsmethoden	13
6.2	Entwicklung von Testmethoden	14
6.2.1	Wegschlagen	14
6.2.2	InkTrap-Mottling	15
6.2.3	Trockenrupffestigkeit	16
6.3	Primäre und sekundäre Einflüsse (AP 5/6)	16
6.4	Untersuchung des Alterungsverhaltens von Gummi-Materialien	17
6.5	Design, Vorbereitung und Durchführung der industriellen Druckversuche	18
6.6	Benchmark von Druckpapieren und Festlegung von Toleranzen für Probedruckverfahren	20
7	Nutzen und wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsthemas für kleine und mittlere Unternehmen (kmU)	23
Anhang – Testmethoden		

1 Zusammenfassung

Zielstellung	<p>Vor dem Hintergrund steigender Qualitätsanforderungen an Druckprodukte, die mit hochproduktiver Technik bei stetig kleiner werdenden Auflagen erzeugt werden, soll mit dem vorliegenden Projekt ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung der Kommunikation zwischen der Druckindustrie und ihren Zulieferern aus der Papier- und Druckfarbenbranche geleistet werden.</p> <p>Zielstellung der Projektarbeiten war die Entwicklung wiederholbarer Testmethoden, die für die Bewertung der Bedruckbarkeit und der Bildwiedergabe beim Bogenoffsetdruck relevant sind. Im Rahmen des Projekts konzentrierten sich die Arbeiten auf die Eigenschaften Mottling, Wegschlagen und Rupfen, wobei folgende Teilaspekte betrachtet wurden:</p> <ul style="list-style-type: none">• Bestandsaufnahme zu den von den Papier-, Druckfarben- und Druckproduzenten aktuell verwendeten Prüfgeräte und –verfahren,• Untersuchung ausgewählter prüf- und materialtechnischer Faktoren, die das Prüfergebnis und damit die Bewertung der Bedruckbarkeitseigenschaften beeinflussen,• Entwicklung geeigneter Test- und Messmethoden, die für die Bewertung und Differenzierung der einzelnen druckrelevanten Erscheinungen herangezogen werden können,• Ermittlungen zur Wiederholbarkeit / Reproduzierbarkeit der einzelnen Verfahren; Benchmarking der am häufigsten verwendeten Materialien zur Ermittlung der in der Praxis erzielbaren Toleranzen,• Analyse zeitabhängiger Schwankungen ausgewählter Papiereigenschaften unterschiedlicher Chargen.
Ergebnisse	<hr/> <p>Basierend auf einer zielgerichteten Auswahl von in ihrer Performance differierenden Druckpapieren erfolgten umfangreiche Arbeiten zur Entwicklung der einzelnen Prüfmethode. Begleitend wurden über den gesamten Projektzeitraum industrielle Druckpapiere chargenweise beschafft, die hinsichtlich der Konstanz ihrer Eigenschaften untersucht wurden und die auch für die Validierung der Testmethoden sowie vergleichende industrielle Drucke herangezogen wurden.</p> <p>Im Ergebnis der Arbeiten wurden Testmethoden für die Eigenschaften des Langzeit- und Kurzzeitwegschlagen mit gut reproduzierbaren Ergebnissen entwickelt. Diese Testmethoden können an Laborprobedruckgeräten unterschiedlicher Bauweise eingesetzt werden.</p> <p>Für die Bewertung des InkTrap-Mottling wurde eine Methodik entwickelt, die für einen Probedruckgerätetyp einsetzbar ist. Für diese Methode zeigten sich deutlich Grenzen hinsichtlich des Einsatzes unterschiedlicher Probedruckgeräte und der Vergleichbarkeit der Druckergebnisse an verschiedenen Geräten gleicher Bauart.</p> <p>Anhand der Untersuchungen konnten u.a. folgende primäre und sekundäre Einflussfaktoren auf das Laborprobedruckergebnis detektiert und untersucht werden: die Farbauftragsmenge, die klimatische Bedingungen beim Einfärben der Druckwalzen, der Anpressdruck bei Konterdrucken sowie die Reinigung der Druckformen (Reinigungsmittel und -ablauf).</p>

Erstmalig liegen auch Ergebnisse bezüglich des Einflusses der Gummimaterialalterung auf das Druckergebnis im Labormaßstab vor.

Mit der Untersuchung der einzelnen Einflussfaktoren konnten zahlreiche neue Informationen bezüglich notwendiger Randbedingungen für reproduzierbare Laborprobedruckergebnisse gewonnen werden, die für Probedruckverfahren nutzbar sind.

Mittels dreier industrieller Druckversuche wurde die Übertragbarkeit der Laborprobedruckergebnisse auf den industriellen Maßstab geprüft. Auf Grund der zahlreichen, nicht konstant zu haltenden Druckbedingungen an den Industriedruckmaschinen konnten allerdings hierbei keine ausreichend guten Übereinstimmungen gefunden werden. Hierfür macht sich eine deutlich umfangreichere Datenbasis notwendig. Alle Papier-Farb-Kombinationen reagierten im Labormaßstab wesentlich sensitiver hinsichtlich Mottling- und Rupfneigung sowie Wegschlagverhalten als in den Druckmaschinen.

**Schluss-
folgerung**

Laborprobedruckmethoden sind prinzipiell eine im Vorfeld der Produktion geeignete und kostengünstige Möglichkeit zur Differenzierung von Bogenoffsetdruckpapieren, die unter Beachtung der vielfältigen industriellen Druckeinflüsse gewisse Rückschlüsse zur Eignung von Druckmedien und -farben für den Produktionsprozess zulassen.

Die Methoden bieten damit auch fundierte und in der Industrie nutzbare Ansätze zur Materialentwicklung. Dies gilt insbesondere für die neu entwickelten Prüfmethode zur Bewertung des Wegschlagverhaltens.

Danksagung

Das Forschungsvorhaben IGF 43EBG der kooperierenden AiF-Forschungsvereinigungen PTS und FOGRA wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Dafür sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Unser Dank gilt außerdem den beteiligten Firmen der Laborprobedruckgerätehersteller sowie Papier- und Druckfarbenindustrie für die Unterstützung der Arbeiten sowie unseren Forschungspartnern Celabor (Belgien), VIGC (Belgien) und AIDO (Spanien) und deren Förderern.

Conclusions

Objective

Against the background of highly efficient print technologies, steadily decreasing print volumes and high demands on the quality of print products, the project was intended to contribute significantly to improving the communication between printers and their suppliers from the paper and ink manufacturing sectors.

Aim of the project was the development of reproducible test methods for parameters relevant to the assessment of printability and image reproduction in sheet-fed offset printing, focusing on the properties mottling, ink setting and picking.

More specifically, the following tasks were to be performed:

- Determining the test methods and equipment currently used by paper, printing ink and print manufacturers
- Investigating selected technological and material factors that have a significant effect on the test result and, thus, evaluation of printability parameters under laboratory test printing conditions
- Developing suitable test and measuring methods that can be used to evaluate and differentiate between individual phenomena relevant to print quality
- Studying the repeatability / reproducibility of the methods and benchmarking of the materials commonly used in industry to determine the tolerances achievable in practice
- Analyzing time-dependent variations in selected paper properties in different batches of printing papers

Results

Printing papers with different performance characteristics were systematically selected and used for extensive studies aimed at developing suitable test methods.

Batches of industrial printing papers were procured throughout the project time, and used to study the consistency of paper properties, validate the test methods and perform comparative industrial printing trials.

The project work has led to test methods for long- and short time ink setting that gives adequately reproducible results and can be used with different types of printability testers.

The method developed for the evaluation of inktrap mottling requires the use of a particular printability tester, its suitability for different device types and the comparability of print results obtained by different devices of the same type were found to be limited.

The following primary and secondary influences on laboratory test printing results were detected and examined in detail: the amount of ink applied, the climate conditions during inking of the rollers, the pressure during conter prints and cleaning of printing forms (washing agents and -procedures).

For the first time, knowledge was gained about the effect of ageing processes of rubber materials on laboratory test print results.

The project work has produced numerous new findings about the conditions necessary to achieve reproducible results in laboratory test printing.

The transferability of laboratory test printing results to industrial processes was studied and verified by means of three full-scale printing trials. However, the results were not sufficiently in agreement, due to the numerous influences on industrial printing presses many of which could not be kept constant during the trials. This requires a significantly more extensive data base

Compared to the trials on full-scale presses, the paper-ink combinations were considerably more sensitive in terms of mottling, picking and ink setting properties when tested on lab-scale.

Conclusions

Laboratory test printing methods are generally a practicable and cost-effective way to characterize and differentiate between offset papers prior to industrial printing. Considering the numerous influences on industrial print processes, they make it possible to draw certain conclusions about the suitability of print media and inks for the envisaged production process.

The methods offer well-founded, practically usable starting points for material development, especially the test methods developed for ink setting.

Acknowledgment

The research project IGF43 EBG of the co-operating research associations PTS, FOGRA, Celabor, AIDO and VIGC was also funded by the German Federal Ministry of Economics and Technology BMWi within the programme of promoting “pre-competitive joint research (IGF)” and carried out under the umbrella of the German Federation of Industrial Co-operative Research Associations (AiF). We would like to express our sincere thanks for this support.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



agentschap voor innovatie
door Wetenschap en Technologie

We would also like to thank the involved companies of the manufacturers of test printing devices, printing papers and printing ink for supporting the project work and our project partners Celabor (Belgium), VIGC (Belgium) and AIDO (Spain),

2 Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung

2.1 Stand der Technik

Wirtschaftlicher Hintergrund

Die Bedruckbarkeit ist eine der wichtigsten verarbeitungsrelevanten Papiereigenschaften. Sie entscheidet über das Einhalten von Lieferzeiten und die erzielbaren Gewinnspannen. Nicht optimale Bedruckbarkeitseigenschaften führen häufig zu geringeren Maschinengeschwindigkeiten, zu Reklamationen aufgrund unzureichender Druckbildqualität oder zur Notwendigkeit von Neudrucken, in deren Folge wiederum Lieferverzögerungen, zusätzliche Materialkosten, Reinigungsarbeiten sowie Entsorgungskosten entstehen.

Eine 2007 von VIGC durchgeführte Umfrage hat gezeigt, dass die Käufer von Druckerzeugnissen vor allem auf niedrige Kosten, pünktliche Lieferung und Qualität Wert legen. Kosten lassen sich nur durch einen effizienteren, fehlerfreien Produktionsprozess sparen. Das gleiche gilt für die Einhaltung von Lieferfristen: im Prozess bleibt keine Zeit für Bedruckbarkeitsprobleme. Druckqualität und Farbgenauigkeit stehen daher im direkten Zusammenhang mit den Fragen der Bedruckbarkeit und Kosteneffizienz.

In den letzten zehn Jahren haben sich die Durchlaufzeiten in der Druckindustrie deutlich verringert. Für normale Offsetdruck-Aufträge ohne komplizierte Veredlungs- oder Verarbeitungsschritte liegen sie häufig bei 48 Stunden oder weniger. Offsetdruckerzeugnisse sind heute Gebrauchsgüter, d. h. die Gewinnspannen sind überwiegend gering. Nach Aussage der belgischen Landesbank betrug die durchschnittliche Netto-Gewinnspanne 2007 2,9%, der Mittelwert lag bei 3,8%. (Quelle: <http://www.nbb.be/DOC/BA/cdromst/pdf/E/DE222.pdf> Seite 25). Der Erlös der Druckereien ist also zumeist zu gering, um eventuelle Zusatzkosten durch Probleme in der Druckvorbereitung und Produktion – wie z.B. Bedruckbarkeitsprobleme – auszugleichen.

Im Druckmaschinenbau hat als Reaktion auf den Digitaldruck in den letzten 5 bis 10 Jahren eine enorme Entwicklung stattgefunden, die im Bogenoffsetdruck deutlich höhere Produktionsgeschwindigkeiten von 10.000-12.000 Bogen/Stunde vor 10 Jahren auf momentan bis zu 18.000 Bogen/Stunde, zur Folge hatte. Gleichzeitig sind die Einricht- oder Rüstzeiten von 45 min oder 1 Stunde vor zehn Jahren auf gegenwärtig 5 oder 10 min gesunken, und es wird sehr viel weniger Papier, Druckfarbe und Reinigungsmittel verbraucht.

Höhere Produktionsgeschwindigkeiten erfordern auf die Geschwindigkeiten abgestimmte Papiereigenschaften mit anderen Eigenschaftsausprägungen. Oft sind nicht nur die Anforderungen anders / höher, sondern auch die Toleranzen wesentlich geringer.

Dieser Entwicklung entgegenstehend ist die Papierqualität für den Drucker häufig eine unbekanntere Größe, auf die er in kurzer Zeit in seinem Produktionsprozess reagieren muss.

In vielen Fällen entscheidet der Designer oder Produktentwickler nur anhand von Aussehen und Haptik, welche Papiersorte verwendet werden soll. Bedruckbarkeits- oder Lauffähigkeitseigenschaften spielen dabei keine Rolle. Selbst bei Verwendung einer bereits bekannten Sorte hat der Drucker keinerlei Garantie, dass die Qualität mit anderen Lieferungen identisch ist: das Papier kann aus einer anderen Maschine, von einem anderen Produktionsstandort oder aus einer anderen Fabrik stammen, was Schwankungen in einer ganzen Reihe von Qualitätseigenschaften einschließlich Bedruckbarkeit nach sich ziehen kann.

Die meisten Druckereien sind klein- und mittelständige Unternehmen und beschäftigen keine eigenen Papierexperten. Es besteht daher ein realer Bedarf an geeigneten, auf den Prozess abgestimmten Papierspezifikationen und leicht durchzuführenden, aussagekräftigen Testverfahren für die Bewertung der Bedruckbarkeit.

Zu diesem Schluss kamen auch die Delegierten mehrerer Treffen des deutschen "Forums Druck und Papier", die in einer gemeinsamen Initiative von VdP und VDMA mit Unterstützung der Druckfarbenindustrie und mehrerer deutscher Forschungseinrichtungen durchgeführt wurden.

Die Verfügbarkeit und Anwendung geeigneter Prüfverfahren für die Bedruckbarkeitseigenschaften von Papier sind der Schlüssel zur Entwicklung von Parametern für einen effizienten Informationsaustausch zwischen Druckbetrieben und ihren Zulieferern aus der Papier- und Druckfarbenbranche und zur zielgerichteten Auswahl geeigneter Materialkombinationen für die konkreten Prozessbedingungen des jeweiligen Druckauftrages.

Die Verluste durch Farbungleichmäßigkeiten, Einrichtmakulatur und diverse Bedruckbarkeitsprobleme während der Produktion belaufen sich momentan auf schätzungsweise 10% bis 20%. Weitere Verluste entstehen durch Überproduktion und zur Behebung eventueller Produktions- und Verarbeitungsprobleme durch z.B. zu viel gekaufte Rohstoffe etc.

Besonders bei kleineren Druckauflagen, die im Bogenoffset hergestellt werden, kann der Wert unverkäuflicher Produkte insgesamt bis zu 30% des Papier-Einkaufswerts ausmachen. Auch wenn bei höheren Auflagen der Anteil der beim Einrichten entstehenden Makulatur weniger ins Gewicht fällt, lässt sich, abhängig von Auflagenhöhe und Produktionsart, ein Teil dieser Verluste nicht vermeiden. Seriöse Schätzungen gehen davon aus, dass sich durch geeignete Spezifikationen und korrekte Zulieferungen der Makulaturanteil von momentan 10-20% auf 3-5% oder weniger senken ließe.

2008 betrug der Gesamtverbrauch der in Europa erzeugten Druckpapiere 31.441.000 t grafisches und 10.267.000 t Zeitungspapier (nach CEPI: <http://www.cepi.org/DocShare/Common>). Für eine Branche mit niedrigen Gewinnspannen entscheidet die Senkung des Makulaturanteils am Ende über den wirtschaftlichen Erfolg.

Davon profitiert auch die Umwelt. In einer belgischen Umfrage gaben 63% der Befragten an, dass sie 2008 Probleme mit der Bedruckbarkeit von Papier hatten. Daraus lässt sich schließen, dass bei diesen Unternehmen zirka 10% des Papierabfalls einzig und allein auf Bedruckbarkeitsprobleme zurückzuführen sind. Dazu kommt, dass ein Teil der beim Einrichten entstehenden Makulatur ebenfalls durch Bedruckbarkeitsprobleme verursacht wird. Bessere Bedruckbarkeit bedeutet also zugleich weniger Einrichtmakulatur, ein Fakt, der ebenfalls kostensenkend wirkt.

Technischer Hintergrund

Das vorliegende Projekt konzentriert sich auf die Fragen der Bedruckbarkeit von Papier im Bogenoffsetdruck. Nachfolgend sind dazu einige ausgewählte Basisinformationen zusammengestellt, die der Erläuterung des technischen Hintergrundes der Aufgabenstellung dienen.

Offsetdruckverfahren

Der Offsetdruck ist ein Rotationsdruckverfahren mit flacher Druckform.

Das Druckbild wird durch das unterschiedlichen Benetzungsverhalten von zumeist wässrigen Feuchtmitteln für nichtdruckende Bereiche und ölhaltiger Druckfarbe für druckende Bereiche erzeugt, die gleichzeitig auf die Druckform gebracht werden.

Das Druckbild wird über einen Transferzylinder mit elastischem Gummituch, also indirekt, von der Druckform auf den Bedruckstoff übertragen (daher „Offset“). Dabei wirken mehrere Materialien in sehr komplexer Weise zusammen, deren Kombination nur unter genau kontrollierten Bedingungen richtig funktioniert.

Durch die immer höheren Anforderungen bezüglich Geschwindigkeit, Qualität und Vielfalt der Materialien sind die Toleranzbereiche in allen Teilen der Produktionskette kleiner geworden, so dass bei der Herstellung der einzelnen Materialien und Zwischenprodukte enge Grenzen auf Basis von exakten Spezifikationen eingehalten werden müssen.

Zu diesem Zweck müssen, beginnend mit dem kostenintensivsten Material, dem Bedruckstoff Papier, geeignete Prüf- und Bewertungsverfahren entwickelt werden, damit dieser für die konkreten Anforderungen des jeweiligen Druckauftrags genau spezifiziert werden kann.

Alle Aspekte der Bildwiedergabe auf dem Bedruckstoff werden unter dem Begriff Bedruckbarkeit zusammengefasst. Die meisten Bedruckbarkeitseigenschaften konnten bis vor nicht allzu langer Zeit in der Industrie nur mit hohem Zeit- und Materialaufwand in industriellen Druckversuchen empirisch ermittelt werden. Neben dem hohen Aufwand wirkt begrenzend, dass der Druckvorgang in der Praxis nur unter ganz bestimmten und eng begrenzten Voraussetzungen stabil ist und das Druckbedingungen Maschinen- und Farbabhängig gesamtsystemabhängig aufeinander abgestimmt werden müssen. Das erschwert in der Praxis die Anwendung universeller Tests in einer bestimmten Druckmaschine enorm.

Druckprobleme /-fehler

Rupfen

Als "Rupfen" werden lokale Schäden in der Papieroberfläche bezeichnet, die durch starke Kohäsionskräfte in der Druckfarbe sowie starke Adhäsionskräfte zwischen Farbe, Gummituch und Papieroberfläche am Ende des Druckspalts verursacht werden und als Fehler im Druckbild sichtbar sind. Die aus der Papieroberfläche heraus gelösten Bestandteile verschmutzen das Gummituch. Die Folgen sind verminderte Druckqualität und zusätzlicher Reinigungsbedarf.

Bei der Rupffestigkeit von Papier- oder Kartonoberflächen muss zwischen Trocken- und Nassrupffestigkeit unterschieden werden.

Nassrupfen ist in erster Linie auf den Einfluss des Feuchtmittels und das Emulgieren der Druckfarbe auf dem Weg durch die einzelnen Druckwerke der Maschine zurückzuführen. Trockenrupffestigkeit ist zumeist eine Frage der internen Strichfestigkeit oder der Haftung des Striches auf der Papieroberfläche und ist u.a. wichtig im Hinblick auf die mechanische Belastung des Materials.

Mit einer Labormethode zum Prüfen der Rupffestigkeit sind die Fragen zur Ermittlung der Farbannahme/Abstoßung und oder/oder der Schwächung der Papieroberflächenfestigkeit infolge mechanischer und Benetzungsvorgänge zu klären, die in der Endkonsequenz bis zum Rupfen führen.

Folgende Schlüsselparameter müssen im Rahmen der Entwicklung von Rupfverfahren für das Labor definiert werden:

- Geschwindigkeitseinstellung für den Test, Abhängigkeit von der Papierqualität,
- verwendetes Rupföl (in bestimmten Fällen auch Druckfarbe),
- Wartezeit vor dem Farbauftrag beim Nassrupfen,
- Feuchtmittelmenge und Intervalle beim Nassrupfen.

Wegschlagen

Als Wegschlagen wird das Eindringen der aufgetragenen Druckfarbe ins Papier zum Erzeugen der gewünschten Bindung zwischen den Materialien bezeichnet.

Die anfängliche Benetzung ist nicht Teil des Wegschlagens. Das Wegschlagverhalten wird hauptsächlich durch die Eindringgeschwindigkeit der Druckfarbenöle in den Bedruckstoff und die damit einhergehende Verfestigung der Druckfarbe charakterisiert.

Folgende Parameter müssen für ein Laborverfahren zum Testen des Wegschlagverhaltens definiert werden:

- Geschwindigkeitseinstellungen beim Test ,
- Art der Prüfung und verwendete Farbmenge,
- Art des Bedruckstoffs zum Kontern,
- Wartezeit(en) vor dem Kontern.

Mottling

Unter Mottling wird die Wolkigkeit /Ungleichmäßigkeit gedruckter Flächen verstanden, die eigentlich gleichmäßig aussehen sollten.

Ursache ist die lokal ungleichmäßige Penetrationsgeschwindigkeit der Feuchtmittel oder Druckfarbe und die damit einhergehende unterschiedliche Farbabstoßung oder Benetzung bzw. Farbspaltung in den nachfolgenden Druckwerken.

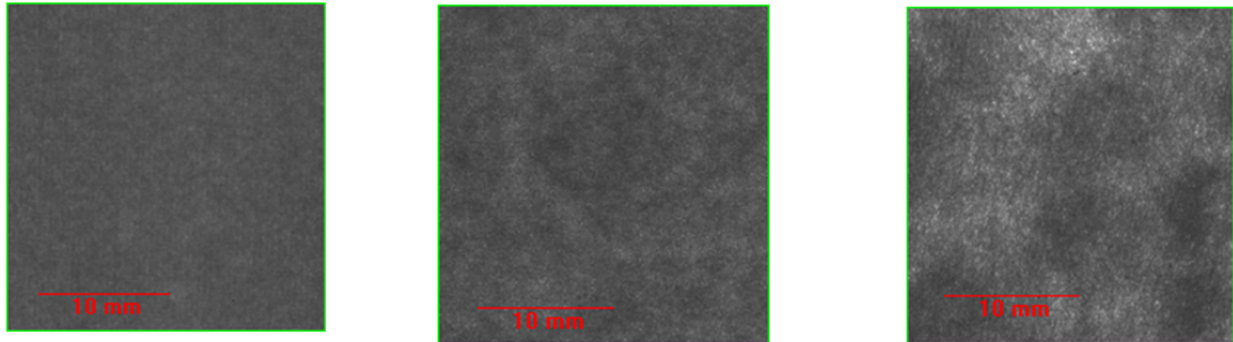


Abbildung 2-1: Mögliche Erscheinungsformen von Druckmottling

Beim Mottling wird üblicherweise unterschieden in

- Rückspalt- oder Backtrap-Mottling
- Wasserabstoßmottling (Water Interference Mottling)
- Druckmottling

Ziele von Laborverfahren zum Testen des Mottlingverhaltens:

- Bestimmen von Ungleichmäßigkeiten bzw. Unterschieden der Farbabsorption in den Bedruckstoff nach einem oder mehreren Druckvorgängen
- für Spezialanwendungen:
 - Bestimmung des Verhaltens nach dem Benetzen des Papiers mit Feuchtmittel vor dem Druck
 - Bestimmung der Mottlingneigung beim Übereinanderdruck zweier Farben

Die Parameter für die Bewertung des Mottlingverhaltens müssen getrennt für die unterschiedlichen Erscheinungen /Verfahren zum Testen definiert werden.

Drucksimulationen

Testgeräte zum Simulieren von Druckprozessen sind, sowohl für die Industrie als auch für den Laborgebrauch verfügbar. Die Korrelation zwischen Praxis- und simulierten Druckergebnissen ist jedoch nicht nachgewiesen bzw. in vielen Fällen noch nicht einmal untersucht worden. Aufgrund der Vielzahl der in der Praxis möglichen Prozessvarianten, Parameterschwankungen etc. können viele Eigenschaften aber nur über Korrelationen bestimmt werden. Zu diesem Zweck müssen universell anwendbare Prüfverfahren entwickelt werden.

Zum Thema Drucksimulation gibt es bisher nur sehr wenige Veröffentlichungen, die meisten davon auch nur zu ganz speziellen Problemstellungen und nicht zur Erstellung von Spezifikationen.

Grundlagenwissen zur Bedruckbarkeitsprüfung findet man in

- IGT-Veröffentlichungen, IGT W-Broschüren (<http://www.igt.nl/GB/testmethods>)
- dem Fogra-Forschungsbericht "Erstellung von Standards an Probedruckgeräten zur Beurteilung der Be- und Verdruckbarkeit von Papieren im Offsetverfahren" (Fogra Nr. 42016; www.fogra.org)

- sowie im "Fogra-Praxisreport Nr. 76".

Weitere Untersuchungen zur Messung und Analyse verschiedener Einflüsse auf Druckversuche – teilweise unveröffentlicht – wurden u. a. von der Fogra, dem schwedischen STFI (jetzt Innventia), KCL (heute Teil des finnischen VTT) durchgeführt. Die Korrelation mit Labortests wurde dabei nur sporadisch untersucht.

Mehrere von verschiedenen Expertengruppen in Deutschland mit unterschiedlicher Zielstellung durchgeführte Ringversuche haben eine sehr geringe Wiederholbarkeit der Probedruck-Testergebnisse gemeinsam verwendeter Papierproben gezeigt. Dazu gehörten Ringversuche des deutschen Zellcheming-Fachausschusses „Papierprüfung“ zum Mottling und Rupfen, sowie ein Ringversuch der Bogenoffsetpapier-Gruppe des "Forum Druck und Papier" zum Wegschlagen (unveröffentlicht). Da Maschinenversuche aber extrem teuer und zeitaufwändig sind, gibt es jedoch so gut wie keine Alternative zu Bedruckbarkeitstests im Labor.

3 Forschungsziel

Das Ziel des Forschungsprojektes ist die Entwicklung wiederholbarer Testmethoden für Papiereigenschaften, die für Bedruckbarkeit und Bildwiedergabe beim Drucken relevant sind.

Im Rahmen des Projekts konzentrieren sich die Arbeiten auf die Eigenschaften Mottling, Wegschlagen und Rupfen beim Bogenoffsetdruck.

Folgende Teilziele werden verfolgt:

- Bestandsaufnahme zu den von den Papier-, Druckfarben- und Druckproduzenten aktuell verwendeten Prüfgeräten und –verfahren,
- Untersuchung ausgewählter prüf- und materialtechnischer Faktoren, die das Prüfergebnis und damit die Bewertung der Bedruckbarkeitseigenschaften beeinflussen,
- Entwicklung geeigneter Test- und Messmethoden, die für die Bewertung und Differenzierung der einzelnen druckrelevanten Erscheinungen herangezogen werden können,
- Ermittlungen zur Wiederholbarkeit / Reproduzierbarkeit der einzelnen Verfahren; Benchmarking der am häufigsten verwendeten Materialien zur Ermittlung der in der Praxis erzielbaren Toleranzen,
- Analyse zeitabhängiger Schwankungen ausgewählter Papiereigenschaften unterschiedlicher Chargen.

Ein Hauptziel des Projekts bestand darin, die Grundlagen für einen besseren Informationsaustausch zwischen der Druckindustrie und ihren Zulieferern aus der Papier- und Druckfarbenbranche zu schaffen. Das Projekt ging auf eine Initiative der CEPI (Confederation of European Paper Industries) zurück und wurde von der Intergraf (International Confederation for Printing and Allied Industries) unterstützt.

4 Gesamtvorgehen

Schwerpunkt der Projektarbeiten war die Entwicklung standardisierter Bewertungsverfahren für Bedruckbarkeitsaspekte im Bogenoffsetdruck. Das Projekt umfasste folgende Arbeitsabschnitte:

Auditierung der Laboratorien und Erfassung der industriellen Ist-Situation zu Druckproblemen und eingesetzten Bewertungsmethoden

Die Auditierung der Labors beinhaltete eine Vielzahl von Schritten, unterschiedlichen Beobachtungen in deren Ergebnis eine detaillierte Bestandsaufnahme der Prüfgeräte und Randbedingungen für die Prüfungen incl. der Bewertung der Druckerfahrung aller Partner erfolgte. Darauf aufbauend wurden die Rahmenbedingungen zur Entwicklung der Testmethoden sowie die Auswahl der wichtigsten zu untersuchenden Einflussfaktoren definiert.

Die Arbeitsweise der Projektpartner wurde durch mehrere Round Robins und deren umfassende Auswertung sowie gemeinsame Drucktrainingstage verbessert und aneinander angepasst.

Von den Papier- und Druckfarbenherstellern sowie Druckbetrieben wichtiger europäischer Märkte wurden Informationen zu den für die Bewertung von Mottling- und Rupferscheinungen sowie des Wegschlagverhaltens eingesetzten Prüfgeräten, ihrer Anwendung und den verwendeten Bewertungsmethoden eingeholt und ausgewertet.

Entwicklung von Testmethoden

Die Entwicklung reproduzierbarer Testmethoden für Mottling, Rupfen und Wegschlagen war Inhalt eines sehr umfangreichen Arbeitspaketes.

Die Projektpartner wählten vor Beginn der Arbeiten alle einzusetzenden Materialien aus, wobei auf ausreichende Differenzierung der Industriematerialien geachtet wurde. Es wurde zudem sichergestellt, dass alle Partner konsequent nur die vereinbarten Druckfarben und Prüfpapiere einsetzen, die dazu in ausreichender Menge beschafft und umfangreich charakterisiert wurden.

Durch iteratives Vorgehen wurden die zu entwickelnden Testmethoden schrittweise verfeinert und in der Durchführung präzisiert und entsprechend dokumentiert.

Primäre und sekundäre Einflussfaktoren

Im Zusammenhang mit der Entwicklung der Testmethoden war es unabdingbar, Parameter, die sich primär und sekundär auf die Testmethoden Wegschlagen und Mottling auswirken, detailliert zu untersuchen. Dazu wurden in unterschiedlichen Labors abgestimmte Versuchsreihen zu den wichtigsten primären und sekundären Einflussgrößen wie Druckgeschwindigkeit, Anpressdruck, Farbschichtdicke, Farbverteilzeit, Temperatur während der Farbverteilung, Art und Eigenschaften der Druckformen sowie Wartezeiten zwischen den Tests sowie Temperatur und Luftfeuchtigkeit während der Prüfung, die Art des Reinigungsmittels und –verfahrens durchgeführt, deren Ergebnisse in die Methodenentwicklung einfließen.

Untersuchung der Alterung von Gummi

Die Untersuchungen in AP 7 hatten das Ziel, den Einfluss der Eigenschaften von den aus Elastomeren hergestellten Druckformen auf das Druckergebnis zu untersuchen. Es wurde geprüft, inwieweit sich durch künstliche oder reale Alterung mittels Wärme, Druckfarben, Lösungsmittel, wiederholt auftretende Druckbelastungen und Lichteinwirkungen diese Druckformeneigenschaften verändern und welche Auswirkungen diese Eigenschaftsänderungen auf die Qualität des Druckes haben.

Entwicklung, Vorbereitung und Durchführung von Druckversuchen

Ein Ziel des Projekts war die Prüfung der Übertragbarkeit von Laborprobedruckergebnissen auf industrielle Drucke. Dazu wurde ein spezielles Druckprogramm sowie darauf abgestimmte Testdruckformen entwickelt. Der Transfer der Laborergebnisse auf reale Druckprozesse wurde mit Hilfe von drei unabhängig voneinander durchgeführten Druckversuchen an industriellen Bogenoffsetdruckmaschinen geprüft. Die Druckergebnisse wurden hinsichtlich Mottling, Rupfen und Wegschlagen bewertet.

Benchmark und Festlegung von Toleranzen

Eine umfassende Benchmark-Untersuchung an den für den europäischen Markt typischen Bogenoffsetdruckpapieren sollte Aussagen zur Schwankung von Papier – und Druckeigenschaften bei gleichen Papieren unterschiedlicher Chargen liefern. Dazu wurden ausgewählte Papiere über den Zeitraum von zwei Jahren mehrmals beprobt,

An diesen Materialien wurden die Schwankungen der Papiereigenschaften sowie die der Prüfmethoden zu Mottling, Rupfen und Wegschlagverhalten untersucht.

Zusammenfassend wurden alle Testergebnisse einer einheitlichen Bewertung unterzogen, um die Toleranzen und Praxisrelevanz der Laborverfahren zu ermitteln.

5 Material und Methoden inklusive Projektbegleitung

Die Charakterisierung der Mustermaterialien erfolgte im Wesentlichen mittels der allgemein üblichen Labormessverfahren zu denen u.a. Farb- und Glanzmessungen, Rauheitsbewertungen, und ausgewählte mechanische und Grundeigenschaften gehörten.

Für die drucktechnischen Projektarbeiten wurden Probedruckgeräte der Firmen IGT (Amsterdam) und der Firma prüfbau (Peißenberg) genutzt. Die für die Versuche benötigten Druckfarben wurden von der Firma Huber zur Verfügung gestellt.

Für die Bewertung der Labor- und industriellen Drucke kamen noch nicht standardisierte, bildanalytische Verfahren zum Einsatz, da absehbar war, dass die ausschließliche Konzentration auf visuelle Bewertungen der Druckbilder unzureichend sein würde.

Das Mottling der Druckproben wurde mittels des Moduls Druckungleichmäßigkeiten des DOMAS-Systems (Digital Optical Measuring Analysis System) erfasst. Auswertungen wurden mittels Powerspektrums- und PTS-Methode durchgeführt.

Die Untersuchung des Wegschlagens am ganzen Druckbogen beim Druckversuch mit den Papieren der Methodenentwicklung erfolgte an einem externen Kontergerät für Druckbogen mit einem Format von 50 cm x 70 cm.

Die Bewertung des Wegschlagverhaltens an Ausschnitten der Druckbogen erfolgte bei allen Druckversuchen an *prüfbau* Trockenzeitestern und abschließend an einem speziell programmierten IGT GST-2 Gerät.

Die freien Oberflächenenergien an den Druckformen wurden aus experimentell ermittelten Randwinkeln mit Wasser und Diiodmethan nach der Methode von Owens, Wendt, Rabel und Kaelbele berechnet. Die Randwinkelmessungen wurden an einem Krüss DSA 100 Gerät mit der Software DSA 3 gemessen.

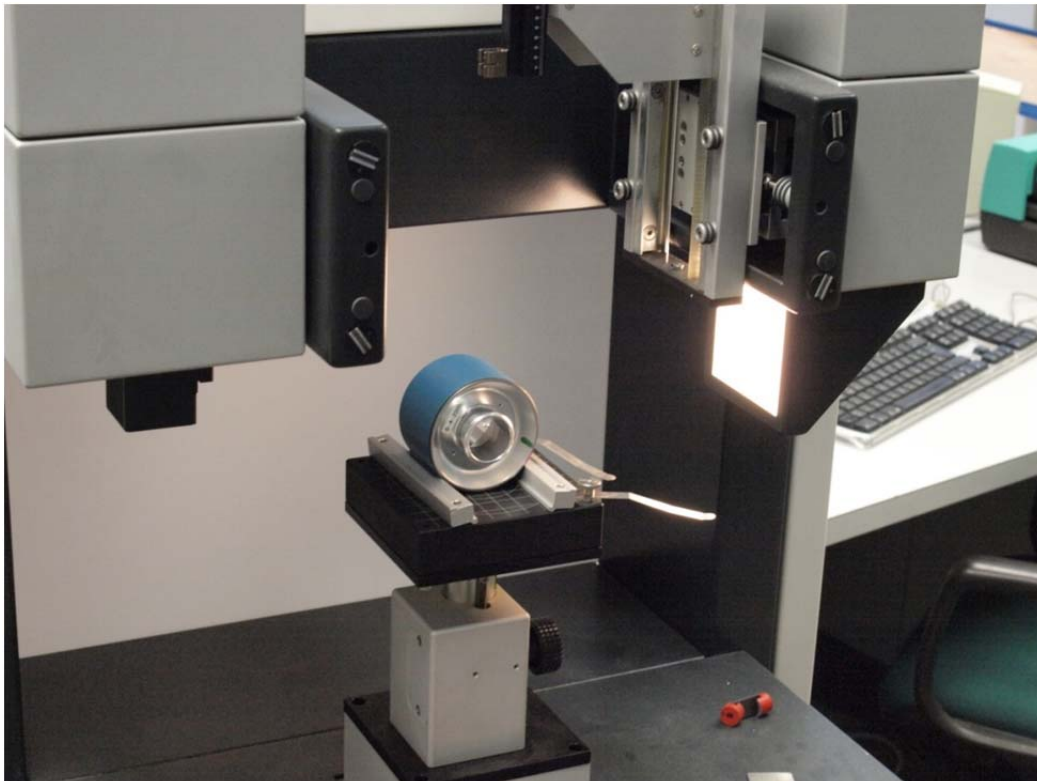


Abbildung 5-1: *prüfbau* Probedruckform auf dem adaptierten Messtisch des DSA 100 Gerätes.
PTS-Forschungsberichte

6 Forschungsergebnisse

6.1 Laborseitige und industrielle Ist-Situation zu Druckproblemen und eingesetzten Bewertungsmethoden

Voraussetzung zur Entwicklung geeigneter Labor-Probendruckverfahren ist die Verfügbarkeit, ein korrekter technischer Zustand der Geräte und Hilfsmittel sowie ausreichende Kenntnisse und Fertigkeiten des Prüfpersonals zur Durchführung der Untersuchungen

Die Erfassung und Bewertung des diesbezüglichen Ist-Zustandes für die in die Entwicklung einbezogenen Labors wurde in Form von Audits durch die PTS, die Fogra sowie mit einem Vertreter der Firma IGT durchgeführt. Hierzu wurden die projektbeteiligten Institute, PTS, Fogra, Celabor, AIDO und VIGC, besucht und die vorhandene Ausstattung der Drucklabore, der Zustand der Probendruckgeräte, der Druckformen und zusätzlicher Ausstattung sowie das Klima in den Versuchsräumen erfasst. Außerdem wurden anhand von praktischen Demonstrationen die bei den Versuchsdurchführenden vorhandenen Erfahrungen bewertet.

Basierend auf diesen Informationen konnten die Laboratorien mit entsprechenden Ausrüstungen und Materialien ausgestattet werden, um gleichwertige Voraussetzungen für die Versuchsdurchführungen zu schaffen. Um Fehlerquellen auszuschließen, wurden mit allen Laboranten Drucktrainingstage durchgeführt, um die korrekte Arbeitsweise zu trainieren und die drucktechnischen Fertigkeiten des involvierten Versuchspersonals weiter anzugleichen.

Zur Beobachtung der Entwicklung bzw. zur Sicherung konstanter Druckqualität wurden über den Projektzeitraum insgesamt 5 Round Robins für die Prüfverfahren Druckpenetration (Print Penetration) und Trockenrupffestigkeit (Dry Pick Test) durchgeführt. Zur Verbesserung der Vergleichbarkeit des Ist-Zustandes der einzelnen Labore wurden ergänzend zusätzliche Tests zur Druckhomogenität vorgenommen.

In Auswertung der Laboraudits sowie der Round Robin Versuche für die Verfahren Trockenrupffestigkeit (IGT), Druckpenetration (IGT) und Druckhomogenität (IGT und prüfbau) zeigte es sich, dass nur Ergebnisse, welche unter exakt eingehaltenen Prüfbedingungen (Geräteausstattung, Raumklima, Zustand der Probendruckgeräte, Druckfarbenauftrag in sehr engen Grenzen etc.) erhalten wurden, vergleichbar sind. Insbesondere sind die Arbeitsweisen der Versuchsdurchführenden sowie die exakte Einhaltung der Versuchsbedingungen wie auch der Zustand der für die Tests eingesetzten Materialien (Druckformen, Unterlagen) ausschlaggebend für die Qualität und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. Regelmäßiges Training und wiederholte Durchführung der Prüfverfahren unter intensiver Kontrolle führten zu besser miteinander vergleichbaren Druckergebnissen der einzelnen Laboratorien.

Die Ergebnisse der Arbeiten führten zur Schaffung der Voraussetzungen für die Entwicklung und Durchführung der Bedruckbarkeitsprüfungen und ermöglichten über den Zeitraum der Projektlaufzeit eine Qualitätskontrolle der ausgeführten Laborarbeiten.

Bei den Papier- und Druckfarbenherstellern sind viele unterschiedliche Geräte im Einsatz, oft im Zusammenhang mit firmeneigenen Prüfverfahren, deshalb erfolgte parallel die Erfassung der Prüfgeräte und -verfahren, die in den projektrelevanten Marktsegmenten (Papierherzeugung, Druck, Druckfarbenherstellung) vorhanden sind und verwendet werden.

Für jedes der relevanten Marktsegmente wurden detaillierte Fragebögen zu ausgewählten Fragen der Bedruckbarkeitsbewertung und zu verwendeten Geräten und Verfahren erstellt.

Insgesamt zeigten sich die Unternehmen zurückhaltend bei der Beantwortung der Fragebögen. Trotzdem lassen sich in einigen Bereichen gewisse Tendenzen ausmachen.

Papierproduzenten und Druckfarbenhersteller führen in der Regel Bedruckbarkeitstests ihrer Erzeugnisse durch, während Druckereien ihre Papiere oder Druckfarben vor dem Drucken anscheinend kaum auf Fehler untersuchen. Dies trifft besonders auf sehr kleine Firmen zu, denen für Bedruckbarkeitsprüfungen Zeit, Geld und Personal fehlen.

In Druckereien kommt es regelmäßig zu Bedruckbarkeitsproblemen. Dies bestätigen auch die Reklamationen, die Papierproduzenten und Druckfarbenhersteller erhalten und die mutmaßlich auf ihre Produkte zurückzuführen sind. Wenig überrascht hat die Tatsache, dass die Druckereien Bedruckbarkeitsprobleme hauptsächlich auf die verwendeten Druckpapiere zurückführen.

Mottling wird in allen drei Bereichen als das häufigste Bedruckbarkeitsproblem genannt, gefolgt von Rupfen, was seitens der Druckereien als Bestätigung für die Zielstellung des Projektes angesehen werden kann. Als problematisch muss die mangelhafte Ausstattung der Druckereien mit Prüftechnik zur Bewertung der Druckmaterialien angesehen werden.

6.2 Entwicklung von Testmethoden

Mit dem vorliegenden Projekt wurden Testmethoden zum Wegschlagen (Lang-Zeit- und Kurz-Zeit-Wegschlagen), InkTrap-Mottling und zum Trockenrupfen entwickelt, auf die im Folgenden kurz eingegangen werden soll.

Die Methoden Wegschlagen und InkTrap-Mottling wurden sowohl für den Einsatz an IGT-Probedruckgeräten wie auch an der prüfbau-Mehrzweck-Probedruckmaschine entwickelt, die Methode Trockenrupfen für die IGT-Probedruckgeräte. Die Methoden sind zusammenfassend im Anhang zusammengestellt.

6.2.1 Wegschlagen

Unter Wegschlagen wird das Eindringen dünnflüssiger Druckfarbenbestandteile in saugfähige Substrate verstanden. Bei den dünnflüssigen Druckfarbenbestandteilen handelt es sich um Mineralöle, Pflanzenöle oder Pflanzenölester. Durch die Abgabe dieser dünnflüssigen Substanzen verfestigt sich der verbleibende Druckfarbenfilm. Diese Verfestigung geht in Abhängigkeit vom Druckfarbenbindemittelsystem und der Zeit mit einer stärkeren oder auch schwächeren Veränderung der Oberflächenklebrigkeit einher. Diese steigt in der Regel mit Beginn des Wegschlagens zunächst an, um später bis auf Null abzusinken. Das Wegschlagen ist für einige Druckfarbensysteme (z.B. Zeitungsdruckfarben) der vorherrschende Trocknungsmechanismus und für andere (z.B. die hier untersuchten konventionellen Bogenoffset-Druckfarben) ein Bestandteil verschiedener Trocknungsprozesse.

Die Prüfung des Wegschlagens erfolgt im Labor durch einen zeitlich definierten und bei Bedarf gestaffelten Konterdruck frischer Drucke auf ein unbedrucktes Substrat. Der dabei erfolgende Transfer von Druckfarbenbestandteilen auf das unbedruckte Substrat ist nicht nur von der Verfestigung der Druckfarbe durch Wegschlagen, sondern auch durch den aktuellen Klebrigkeitsgrad des originalen Druckfarbenfilms bestimmt. Das Prüfergebnis gibt somit eine kombinierte Größe an, die gleichwohl bei konstanter Druckfarbe eine Untersuchung der Abstufung verschiedener Papiere hinsichtlich des Wegschlagens ermöglicht. (siehe Abbildung 6-1).



Abbildung 6-1: Wegschlagen von Druckfarbe in Druckpapier nach abgestufter Trockenzeit

Langzeit-Wegschlagen (mit Wartezeit)

Mit den Probedruckgeräten prüfbau MZ 2 und IGT GST 2 sind wiederholbare Wegschlagtests mit gestrichenen Papieren und Offsetdruckfarben in guter Übereinstimmung zwischen verschiedenen Laboren unter gleichen Bedingungen möglich.

Dazu ist insbesondere die Einhaltung verabredeter Druckfarbenauftragsmengen in engen Grenzen ($\pm 0,01 \text{ g/m}^2$) erforderlich. Die Ergebnisse von Tests an nicht baugleichen Probedruckgeräten sind nicht materialunabhängig korrelierbar. Sie zeigen jeweils verschiedene Charakteristiken.

Kurzzeit-Wegschlagen (ohne Wartezeit)

Die Versuche erfolgten in ähnlicher Weise wie bei den Wegschlagtests mit Wartezeit. Als Probedruckgeräte wurden ein IGT AIC2-5 mit Hochgeschwindigkeits-Einfärbestation und ein IGT AC 2 mit AE-Einfärbestation verwendet.

Die Probedrucke wurden ohne Wartezeit auf unbedrucktes Papier gekontert (sofortiges Wegschlagen) und ergaben ebenfalls gut vergleichbare Ergebnisse.

6.2.2 InkTrap-Mottling

Unter Mottling versteht man die Wolkigkeit oder auch Ungleichmäßigkeit der Druckfarbenverteilung auf dem Papier. Der Grund für Mottlingerscheinungen ist die an verschiedenen Orten der Papieroberfläche ungleichmäßige Penetrationsgeschwindigkeit der Druckfarbenöle und/oder des Feuchtmittels und die damit verbundene Abstoßung oder Benetzung des Druckpapiers.

Beim Übereinanderdruck mehrerer Farben kommt zusätzlich zu den Penetrationsvorgängen auch noch die ungleichmäßige Farbannahme in Folge der bereits beschriebenen ungleichmäßigen Penetration der erstgedruckten Farbe dazu. Die Farbückspaltung in nachfolgenden Druckwerken kommt als Einflussfaktor immer hinzu und visualisiert die Unterschiede in der Penetration und der Farbannahme durch Unterschiede im Rückspalten, die damit dann das Mottling als unregelmäßigen Druckfarbenauftrag sichtbar machen. Das dadurch auftretende Mottling wird als InkTrap-Mottling bezeichnet.

InkTrap-Mottling-Test

Es wurde sowohl für den Einsatz an IGT-Probedruckgeräten wie auch an der prüfbau-Mehrzweck-Probedruckmaschine eine InkTrap-Mottling Prüfmethode entwickelt.

Die bildanalytische Bewertung der Druckmuster zeigte eine bessere Übereinstimmung der Mottlingwerte der Druckproben als die visuelle Bewertung. Die Abweichungen der Mottling-Indizes lagen bei den Vergleichen der Drucke des Probedruckgerätes GST 2 bei bis zu 30 % (nach Ausschluss von Fehldrucken).

Die visuelle Bewertung der Druckmuster hingegen war insgesamt nicht zufriedenstellend. Bei Anwendung der entwickelten Methode zum Prüfen der Mottling-Neigung verschiedener Farb-Papier-Kombinationen konnten:

- bei visueller Bewertung keine Übereinstimmung der Ergebnisse an Drucken, die an verschiedenen Probedruckgeräten (prüfbau und GST2) hergestellt wurden, erreicht werden,
- bei Verwendung von prüfbau-Probedruckgeräten in verschiedenen Laboratorien keine visuell übereinstimmenden Färbungsniveaus erzielt werden,
- für die an GST2-Probedruckgeräten in verschiedenen Laboratorien hergestellten Drucken keine Übereinstimmung bei visueller Bewertung festgestellt werden.

Die Untersuchungen ergaben, dass das Mottling bei Labordruckmustern von einer Vielzahl maschinen- sowie durchführungsabhängigen Faktoren beeinflusst wird. Hinzu kommt insbesondere auch die Frage der Auswertung der Versuchsergebnisse, die Diskrepanzen zwischen visueller und bildanalytischer Auswertung ergeben haben, deren Ursachen im Rahmen des Projektes aus Aufwandsgründen nicht nachgegangen werden konnte.

Die notwendigen Untersuchungen aller Parameter zum Erhalt reproduzierbarer Versuchsergebnisse konnten innerhalb des Zeitrahmens dieses Projektes nicht zu Ende geführt werden, insbesondere da hierzu auch Entwicklungsarbeit der Probedruckgerätehersteller zu leisten ist.

6.2.3 Trockenrupffestigkeit

Beim Papier spricht man von "Rupfen" oder „Pick“, wenn während des Druckvorgangs Strichbestandteile, Fasern oder kleine Papierteilchen aus der Blattoberfläche herausgelöst werden. Bei gestrichenen Papieren kommt es zum Rupfen, wenn die Druckfarbe stärker am Strich haftet als der Strich am Papier oder wenn die Bindungskräfte im Rohpapier zu gering sind, um dessen Aufspaltung zu verhindern.

Das Herauslösen von Strichpartikeln ist häufig kein einfacher Strichfehler sondern auf unzureichende Abstimmung der Druckkomponenten zurückzuführen und kann z.B. durch veränderte klimatische Bedingungen, Druckgeschwindigkeit und einhergehende Kraftveränderungen oder eine zu zügige oder klebrige Druckfarbe verursacht werden. In letzterem Fall muss die Zügigkeit der Druckfarbe verringert werden, da die physikalischen Wechselwirkungen zwischen Druckfarbe und Papierstrich von den Kohäsionskräften zwischen diesen bestimmt werden.

Im Projekt wurde die Trockenrupffestigkeit untersucht.

Dry Pick Test

Die Bewertung der über den Projektzeitraum ausgeführten Round Robin Versuche zum Trockenrupfen, basierend auf der ISO 3783 zeigen, dass die bestehende Methode zum Trockenrupfen ausreichend Potential besitzt, um sie, zugeschnitten auf Geräte bestimmter Bauarten, für die Bewertung von Papieren einsetzen zu können.

Im Rahmen des Projektes hat sich insbesondere gezeigt, dass Temperaturschwankungen die Messergebnisse entscheidend beeinflussen können und daher der Beachtung der, auch im nächsten Kapitel diskutierten, sekundären Einflussgrößen große Bedeutung hinsichtlich reproduzierbarer Messergebnisse aber auch bezüglich der Vergleichbarkeit zu industriellen Druckversuchen beizumessen ist.

6.3 Primäre und sekundäre Einflüsse

In zwei Arbeitspaketen wurden die primären und sekundären Einflussfaktoren auf die Ergebnisse der Probedruckverfahren Druckhomogenität, Wegschlagen (Set off) und InkTrap-Mottling an Laborprobedruckgeräten analysiert. Zu den primären Faktoren zählen hierbei:

- die Druckgeschwindigkeit,
- der Anpressdruck,
- Farbauftragsmenge,
- die Farbverteilung in der Einfärbeeinheit,
- die Eigenschaften der Druckformen (siehe AP7).

Unter den sekundäre Einflussfaktoren wurden

- Klimabedingungen im Prüfraum,
- die Temperatur in der Einfärbeeinheit ,

- die Menge und Art des Reinigungsmittels

verstanden.

Das gewählte Parameterset bei der Durchführung von Bedruckbarkeitstests bestimmt die Ergebnisse maßgeblich mit. In diesem Arbeitspaket wurden die Auswirkungen der Änderung der wichtigsten Einflussfaktoren auf die Testergebnisse untersucht. Dabei wurden sowohl die prinzipiellen Einflüsse untersucht als auch versucht, inkrementelle Einflüsse auf die Testergebnisse zu identifizieren. Bei den praxisrelevanten Testanwendungen in der Industrie liegen in der Regel exakt ausgearbeitete Prüfanweisungen vor. Hier sollten auch Hinweise für Einflüsse geringer Parameterschwankungen, wie sie durch Ungenauigkeiten in Folge ungenügender Geräte-Kalibrierung entstehen könnten, abgeschätzt werden.

Die umfangreichsten Untersuchungen wurden hinsichtlich der Einflüsse auf die Wegschlagtests durchgeführt, da hier bereits in einem relativ frühen Stadium des Projektes mit ausgewählten Materialien gute Ergebnisübereinstimmung bei den Tests erreicht werden konnten.

Prinzipiell kann davon ausgegangen werden, dass die meisten untersuchten Faktoren auch andere Labordrucktests beeinflussen. Die quantitativen Auswirkungen können allerdings durchaus verschieden sein.

Ergebnisse

Andrucke an Probedruckgeräten, die oft die Grundlage weiterer Tests sind, können eine deutliche Inhomogenität ihrer Druckfarbenverteilung sowohl in Druck- als auch senkrecht zur Druckrichtung aufweisen. Diese Inhomogenitäten sollten für jedes Probedruckgerät bestimmt und der Gerätehersteller gebeten werden, bei Bedarf Verbesserungen zu realisieren.

Die Farbauftragsmenge sollte in jedem Falle gravimetrisch geprüft werden, Druckfarbenpipetten weisen gewisse Fehler auf. Die Verdunstungscharakteristik der verwendeten Waschmittel sollte geprüft werden und es sollte sichergestellt werden, dass durch andauernde Waschmittelverdunstung keine Beeinträchtigung bei Wägungen von Druckformen für nachfolgende Prüfungen auftreten können.

Die absoluten Ergebnisse von Wegschlagtests hängen vom Gerätetyp (prüfbau/IGT) ab. An prüfbau-Geräten treten die größeren Abdruckverhältnisse auf – die entsprechenden Materialkombinationen schlagen hier langsamer weg.

Bei Wegschlagtests werden generell die Abdruckverhältnisse mit wachsendem Druckfarbenauftrag und steigendem Anpressdruck beim Kontern größer und damit das Wegschlagen langsamer. Keine eindeutigen Trends bei den Ergebnissen sind bei Druckvariationen beim Andruck und bei kleineren Klimaveränderungen feststellbar.

Beim InkTrap Mottling konnten erste Hinweise auf verringertes Mottling bei größerem Druckfarbenauftrag (insbesondere der erstgedruckten Druckfarbe) und bei geringerem Konterdruck gewonnen werden.

6.4 Untersuchung des Alterungsverhaltens von Gummi-Materialien

Unter Berücksichtigung des Faktes, dass die Drucktücher für die Farbübertragung und für die Druckgleichmäßigkeit verantwortlich sind und damit auch die Druckqualität maßgeblich beeinflussen, wurde der Einfluss der Alterung der Druckformen auf die Farbübertragung untersucht. Im Fokus standen dabei das Alter sowie die damit einhergehenden Eigenschaften der Druckformoberflächen sowie deren Veränderungen durch verschiedene Alterungseinflüsse wie z.B. Lichteinfall, Reinigung, Nutzung in Laborprobedruckgeräten.

Druckformen von Probedruckgeräten verändern mit der Nutzung und mit der Lagerung ihre Farbübertragungseigenschaften. Im Projekt wurden Änderungen der Oberflächenenergien von Drucktuch- und Gummidruckformen bei Lagerung, Verwendung und während künstlicher Alterungen mit Hilfe von Randwinkelmessungen mit Wasser und Diiodmethan untersucht.

Als Alterungsszenarien kamen Wärmeeinwirkung, Druckfarbeneinwirkung, Waschmitteleinwirkung, Lichteinwirkung und mechanische Belastung zum Einsatz. Nach allen Alterungsschritten wurden auch Änderungen der Kompressibilitätseigenschaften und der Farbübertragung untersucht.

Ergebnisse

Die Oberflächen der mit Elastomeren oder mit Drucktüchern bezogenen Druckformen erfuhren sowohl bei unterschiedlich intensiver Nutzung als auch bei Nichtnutzung Veränderungen ihrer freien Oberflächenenergien. Im Verlaufe dieses Projektes zeigten sich Hinweise auf wachsende freie Gesamtoberflächenenergien und steigende disperse und polare Anteile nach Lagerung der Druckformen. Im Gegensatz dazu sinken die freien Oberflächenenergien und ihre beiden Anteile bei Nutzung zu Probedruck- und Testzwecken. In Nutzungsphasen kommt es zu einer Überlagerung beider Effekte.

Im Zuge künstlicher Alterungen konnten deutliche Beeinträchtigungen der Verdruckbarkeits-eigenschaften nur für IGT- Drucktuchformen nach Belichtung beobachtet werden. Bei anderen Druckformtypen und Alterungssimulationen konnten keine Veränderungen bei den Verdruck-barkeitseigenschaften und keine eindeutigen Trends in den Oberflächenenergieveränderungen detektiert werden.

Die im Rahmen dieses Projektes vorgenommenen Bestimmungen der freien Oberflächenenergien konnten die Eignung dieser Methodik zur Dokumentation von Alterungserscheinungen an Probe-druckformen nicht untermauern. Es wird vermutet, dass die simulierten Alterungsschritte noch nicht den tatsächlichen Alterungen entsprechen.

6.5 Design, Vorbereitung und Durchführung der industriellen Druckversuche

Für die industriellen Druckversuche wurde eine spezielle Druckform entwickelt, mit der sich die jeweiligen Effekte zu den entwickelten Testmethoden unter Praxisbedingungen zeigen lassen. Gemeinsam mit den Druckereien wurden die Versuche besprochen und vorbereitet. Den Druckereien wurden die erforderlichen Instruktionen, Prozessparameter und Druckbedingungen zur Verfügung gestellt.

Die Druckform enthält Bildelemente zum Prüfen aller Papier- und Bedruckbarkeitseigenschaften, die für die entwickelten Labormethoden relevant sind. Die Messfelder sind so gestaltet, dass sie ausreichend große Druckbildelemente repräsentieren, die mit der verfügbaren Technik untersucht werden können und zur Erzeugung der Druckfehler geeignet sind.

Die Druckversuche erfolgten auf zwei Maschinen ähnlicher Bauart (bei der Fogra in München: HEIDELBERG Speedmaster CD 74-5 und bei Plantin in Brüssel: HEIDELBERG Speedmaster XL 75), beide mit jeweils 5 Druckwerken.

Bei allen Druckversuchen wurden die gleichen Chargen der auch bei den Methodenentwicklungen eingesetzten, langsam wegschlagenden Druckfarbe SSI und der schnell wegschlagenden Druckfarbe FSI verwendet. Nicht alle Parameter der Druckversuche an beiden Standorten waren identisch (z.B. Feuchtmittel, Drucktücher, Druckplatten, Umweltbedingungen, Personal).

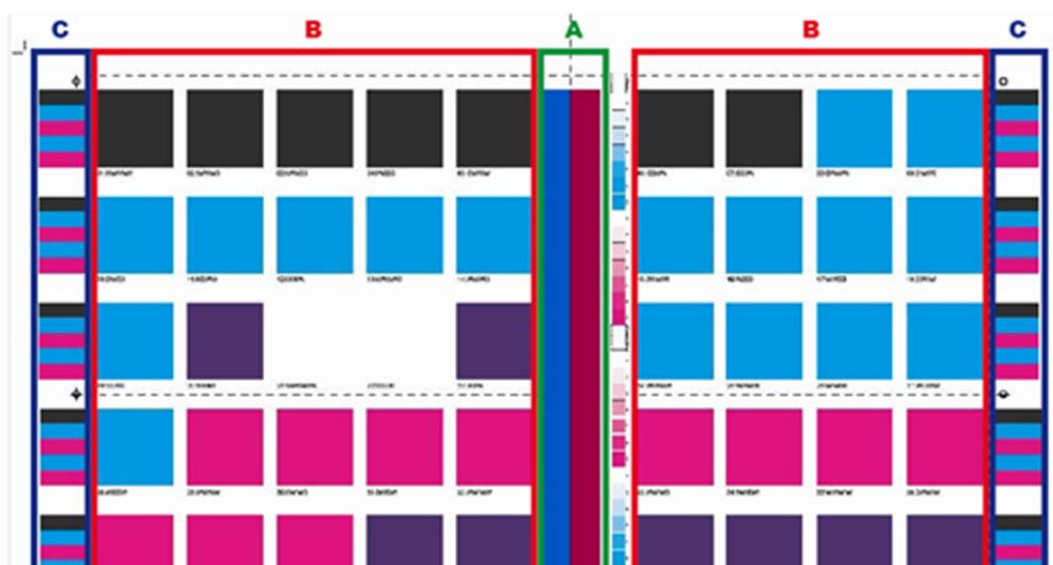


Abbildung 6-2: Druckform: A: Messfelder für Wegschlagen; B: Messfelder für Mottling (ITM, WIM und BTM); C: Messfelder für Rupfen.

Nachfolgend sind die jeweils eingesetzten Papiere und Parameter der Druckversuche zusammengefasst.

Druckversuche in München und Brüssel:

Papiere: 3, 10, 16

Druckgeschwindigkeit:

Jede Druckfarbe/Papier-Kombination wurde bei zwei unterschiedlichen Geschwindigkeiten gedruckt:

- 8000 /h: für Wegschlag- und Mottlingtests und
- 15.000 /h (12.500 in München): für Rupftests.

In der nachfolgenden Tabelle sind die weiteren Materialien und Einstellungen der Druckversuche zusammengefasst.

Tabelle 6-1: Druckversuche mit den Methodenentwicklungspapieren

Einstellungen und Materialien		
	<i>Fogra in München erster Druckversuch</i>	<i>PMA (Print Media Academy) in Brüssel zweiter und dritter Druckversuch</i>
Vorstufe		
RIP	Prinect Metadimension (2011)	Prinect Metadimension (2011)
Plattenbelichter	Heidelber Suprasetter (A74) 2540 dpi	Heidelberg Suprasetter (A75) 2400 dpi
Druckplatten	Agfa Energy Elite	Saphire, chemiefrei
Rasterfrequenz	70 / cm	70 / cm
Rasterpunktform	elliptisch	elliptisch
Druckmaschine		
Hersteller	Heidelberg	Heidelberg
Typ	CD 74	XL 75
Drucktücher	Vulcan 714 Master	Saphire (Stripper)
Drucktuchunterlage	Kalibrierter Karton (0,4 mm)	Kalibrierter Karton (0,4 mm)
Temperierung	ja (26°C)	ja (28°C)
Wasserqualität	Osmosewasser (8° DH)	Osmosewasser (Saphire Wasseraufbereitung)
Feuchtmittel	5% Saverio Rief "IPA Stop"	Sinal 5% Saverion Rief
Auflagenkontrolle	Image control	Inline image control (Impress)
Reinigungsmittel	Eurostar NV	Ancor A 325 and Saphire 562
Druckfarbreihenfolge	KCMCC	KCMCC

Ergebnisse

Wegschlagen

Wegschlagtests an mit Druckmaschinen gedruckten Mustern können in kontinuierlichen Abdruckversuchen durchgeführt werden. Dabei muss sichergestellt sein, dass keine Verblockungen auftreten und der Anpressdruck unabhängig von der Dicke des Papiers konstant gehalten werden kann.

Mit Hilfe eines IGT GST 2 Probedruckgerätes können aus Druckbogen ausgeschnittene Muster gut untersucht werden. Während die Wegschlagcharakteristik der hier verwendeten Druckfarben im Probedruck und an der Druckmaschine vergleichbar ist, gilt dies nicht für die verwendeten Papiere. Als Erklärung kann hier das nur an der Druckmaschine vorhandene Feuchtmittel dienen.

Bei verschiedenen Papierchargen können teilweise deutliche Unterschiede beim Wegschlagen beobachtet werden. Daraus resultieren jedoch nicht zwangsweise vergleichbar deutliche Unterschiede bei den Tonwertzunahmen.

Mottling-Tests

Die entwickelte Druckform war geeignet im industriellen Maßstab Mottling-Tests durchzuführen. Die bei den ersten industriellen Druckversuchen mittels Referenzpapieren in München sichtbaren Tendenzen zum Mottling (hier DOMAS-Messwerte) wurden bei den industriellen Druckversuchen in Brüssel bestätigt.

Die visuelle Mottling-Bewertung stimmt nicht immer mit den bildanalytisch erhaltenen Resultaten überein, insbesondere dann nicht, wenn die Mottling-Abstufungen zwischen den zu bewertenden Druckmustern sehr gering sind, was gerade bei industriellen Druckversuchen der Fall ist.

In den industriellen Druckversuchen bestätigten sich folgende bereits bei den Laborprobedruckversuchen erkennbaren Tendenzen:

- Bei der Farbfolge C+M ergab sich mehr Mottling als bei der Farbfolge M+C.
- Der Einsatz einer schnell wegschlagenden Druckfarbe (FSI) erhöht die Mottlingneigung bei dem überwiegenden Teil der untersuchten Papiere.

6.6 Benchmark von Druckpapieren und Festlegung von Toleranzen für Probedruckverfahren

Um die Zuverlässigkeit der drei Testmethoden Wegschlagen, Mottling und Rupfen zu überprüfen, wurden Labor-Untersuchungen mit weiteren kommerziellen Papieren durchgeführt. Dazu wurden durch die Projektpartner in ihren jeweiligen Ländern insgesamt 15 verschiedene Papiere ausgewählt und in bis zu vier unterschiedlichen Chargen beschafft. Dieser Papiere dienten neben der Testmethodenentwicklung auch zu Validierung der Prüfverfahren sowie zur Erzeugung von industriellen Drucken zu Vergleichszwecken Laborergebnisse – Industriedruckergebnisse.

Die ausgewählten Papiere (jeweils 5 aus Deutschland, Belgien und Spanien) waren für die Druckmärkte der Projektteilnehmer repräsentative glänzende und semi-matte gestrichene Papiere.

Zur Prüfung der Einheitlichkeit von einzelnen Papieren und zur Prüfung der Zuverlässigkeit der entwickelten Methoden wurden verschiedene Chargen jedes Papiers im Abstand einiger Monate beschafft. Die gesammelten Papiere wurden hinsichtlich ihrer physikalischen Materialeigenschaften untersucht. Hierzu wurden folgende, druckergebnisrelevante Eigenschaften ausgewählt:

- Grundeigenschaften: Dicke, flächenbezogene Masse
- Festigkeitseigenschaften: Biegesteifigkeit
- Oberflächen- / Sorptionseigenschaften: Rauheit Bendtsen, Glätte Bekk, Wasseraufnahmevermögen Cobb
- Optische Eigenschaften: D65-Brightness, CIE-Whiteness; Farbort (d/0, 45/0), Glanz (TAPPI 75°, DIN 75°, 60°), Opazität

Ergebnisse

Physikalische Papiereigenschaften

An allen Chargen der Benchmarkpapiere wurden die ausgewählten Papiereigenschaften bestimmt. Es zeigten sich insbesondere bei den Oberflächeneigenschaften Glätte (Bekk) und Glanz, der Biegesteifigkeit sowie des Wasserabsorptionsvermögens größere Messwertdifferenzen zwischen den einzelnen Chargen.

Die maximalen Chargen-Schwankungen lagen für die Eigenschaften Glätte (Bekk) und Biegesteifigkeit bei ca. 50 -57 % (bezogen auf den Mittelwert aller untersuchten Chargen einer Papiersorte), beim Wasserabsorptionsvermögen bei max. 43 % und bei den Glanzmesswerten bei 22 %. Diese Differenzen lassen natürlich auch Schwankungen im Druckergebnis erwarten.

Bei den Grundeigenschaften und der Papierweiße waren nur geringe Chargen-Schwankungen festzustellen.

Langzeit-Wegschlagen

Bei Langzeit-Wegschlagtests der einzelnen Papierchargen der Benchmark-Papiere wird deutlich, dass die optische Auswertemethode keinen Einfluss auf die relative Bewertung hat, die relative Abfolge des Wegschlagens der Chargen eines Papiers jedoch oft von den verschiedenen Typen der Probedruckgeräte nicht gleich detektiert wird. Die absoluten Unterschiede bei den Abdruckverhältnissen beider optischer Methoden und beider Probedruckgerätetypen (IGT und prüfbau) bestätigen sich erneut.

Kurzzeit-Wegschlagen

Die Abdruckverhältnisse sind für die schnell wegschlagende Druckfarbe FSI (Fast Setting Ink) immer kleiner als für die langsam wegschlagende Druckfarbe SSI (Slow Setting Ink).

InkTrap-Mottling

Mittels der entwickelten Methodik zur Ermittlung der Mottlingneigung von Papieren und Druckfarben konnten an den untersuchten Benchmark-Papieren Unterschiede zwischen den verschiedenen Papiersorten detektiert werden. Für einige wenige Papiere waren auch deutliche Schwankungen zwischen den verschiedenen Chargen zu erkennen.

Die in den Labor-Benchmark-Druckversuchen ermittelten Mottling-Werte konnten nur mit den Eigenschaften Glanz und Wasserabsorptionsvermögen in Korrelation gebracht werden:

- bei Abnahme des Wasserabsorptionsvermögens erhöht sich der Mottling-Index,
- mit zunehmenden Glanzwerten steigt die Mottlingneigung.

Hierbei zeigten sich für matte wie glänzende Papiere die gleichen Tendenzen.

Vergleich Laborbewertung - Industriedruck

Mittels dreier industrieller Druckversuche wurde die Übertragbarkeit der Laborprobedruckergebnisse auf den industriellen Maßstab geprüft. Dazu wurden die Testergebnisse, die an den Bedruckbarkeitstestgeräten für Wegschlagen, Mottling und der Rupfen an den Benchmarkpapieren und an den Papieren der Methodenentwicklungen ermittelt wurden, den Ergebnissen der Druckversuche gegenüber gestellt.

Alle Papier-Farb-Kombinationen reagierten im Labormaßstab wesentlich sensitiver hinsichtlich Mottling- und Rupfneigung sowie Wegschlagverhalten als in den Druckmaschinen.

Dies ist mit Sicherheit ein Grund dafür, dass nur in wenigen Fällen, überwiegend bei deutlichen Unterschieden zwischen einzelnen Papieren, Übereinstimmung zwischen Labordruckergebnissen und industrieller Druckqualität erreicht werden konnte.

Trotz der umfangreichen Untersuchungen im Labor- und industriellen Maßstab können daher vor dem Hintergrund der festgestellten Schwankungen bei den Labor- und industriellen Druckversuchen für Wegschlagen, InkTrap Mottling und Rupfen noch keine Toleranzen für den Vergleich von Probedruckergebnissen mit realen Druckergebnissen angegeben werden.

Hierzu werden weitere umfangreiche Versuchsreihen im Labor sowie im industriellen Maßstab notwendig sein.

Nachfolgend einige Ausführungen zu den drei untersuchten Bewertungsaspekten:

Wegschlagen

Es hat sich gezeigt, dass mit Hilfe von Wegschlagversuchen an Probedruckgeräten bei größeren Unterschieden im Wegschlagverhalten verschiedener Papiere oder Papierchargen gute Chancen für eine zuverlässige Vorhersage der Wegschlagabstufungen an Druckmaschinen bestehen.

Kleinere Unterschiede beim Wegschlagen an beiden Probedruck-Gerätetypen werden allerdings nicht sicher analysiert. Dies ist insbesondere bei verschiedenen Chargen eines Papiers wiederholt deutlich geworden. Auch beim Vergleich der Abstufungen des Wegschlagverhaltens verschiedener Papierchargen zwischen Probedruckgeräten und einem Druckversuch wird nur in wenigen Fällen Vergleichbarkeit zwischen den Ergebnissen des Druckversuches und einer oder beider Probedruckgeräte festgestellt.

Für die Detektion von Unterschieden beim Wegschlagen sind bei *prüfba* Probedruckgeräten bei einem Wegschlagintervall von 40 Sekunden und bei Dichteauswertungen Unterschiede im Abdruckverhältnis von zumindest 0,15 und bei IGT von zumindest 0,1 notwendig.

Eine Einteilung der Papiere hinsichtlich des Wegschlagens in die drei Gruppen schnell wegschlagend, mittel schnell wegschlagend und langsam wegschlagend führte bei jeder der drei Methoden zu etwas unterschiedlichen Gruppenbildungen aber für die meisten Papiere zu einer bei allen drei Methoden richtigen Gruppenidentifikation.

Bei einer Separation der Papiere in glänzende und in semimatte Qualitäten ergab sich für keine der beiden Gruppen eine signifikante Verbesserung.

Rupftests

Bei den Druckversuchen wurden statt Rupftestöl die Druckfarben SSI und FSI eingesetzt. Es wurden keine Delaminationen in den Druckversuchen beobachtet.

Die Rangfolgen des Rupfens bei den einzelnen Chargen eines Papiers ist zwischen den Ergebnissen der Laborprüfungen mit Rupftestöl und den Druckversuchen sowohl mit langsam wegschlagender Druckfarbe SSI als auch schnell wegschlagender Druckfarbe FSI nicht identisch. Kleinere Schwankungen der Papiere, die dann zusätzlich von diversen Druckeinflüssen bei Industriedruck überlagert werden, können damit offensichtlich im Probedruck nicht sicher abgeschätzt werden.

Mottling

Bei den industriellen Druckversuchen zeigte sich deutlich weniger Mottling als bei den Labordruckversuchen. Da bei den industriellen Druckversuchen die Mottling-Indizes sehr klein waren und zwischen den einzelnen Chargen wenig differenzierten, wurde ein Ranking der Mottling-Indizes der Labordrucke und industriellen Drucke vorgenommen. Auch wenn in einigen Fällen die Aussagen zu den Kombinationen mit den geringsten und den deutlichsten Mottlingwerten übereinstimmten, sind auch beim Mottling keine sicheren Vorhersagen der Mottlingneigung aus Labordruckergebnissen möglich.

Zurückzuführen ist dies auch auf die sehr geringen Spannweiten der Mottling-Werte zwischen den Chargen einer Papiersorte innerhalb der industriellen Druckversuche. Während in den Labordruckversuchen Spannweiten von mehr als 30 % für den überwiegenden Teil aller Papiere ermittelt wurden, liegen die Spannweiten bei den Industrierversuchen in der Regel im Bereich von unter 10 %, so dass ein Ranking dieser Druckfelder auf sehr geringen Absolut- Differenzen basiert, die visuell nur schwer erfassbar sind.

Die in den Projektarbeiten gesammelten Erkenntnisse zu notwendigen Randbedingungen bei Labor- und industriellen Druckversuchen bilden eine gute Grundlage zur Planung weiterer zielführender Arbeiten auf diesem Gebiet. Hierbei ist insbesondere auf eine konsequente, umfassende Festlegung und Umsetzung der Druckvorgaben im industriellen Druckversuch zu achten und es ist zu klären, inwieweit beim industriellen Drucken den druckrelevanten Problemstellungen möglicherweise seitens der Drucker direkt oder über Maschineneinstellungen entgegen gewirkt wird.

7 Nutzen und wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsthemas für kleine und mittlere Unternehmen (kmU)

Die Konsumenten von Druckprodukten erwarten nicht nur eine hohe Produktvielfalt sondern auch eine gute und günstige Preisgestaltung sowie eine schnelle Lieferung. Bedruckbarkeit wird somit zu einem sehr wichtigem Faktor hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit. Probleme beim Bedrucken führen zu höheren Ausschussmengen sowie geringeren Druckgeschwindigkeiten verbunden mit Verspätungen bei der Lieferung, zusätzlichen Reinigungsdurchläufen und Kosten für Ausschussentsorgung.

Eine Prüfung ausgewählter Bedruckbarkeitseigenschaften im Vorfeld der eigentlichen Produktion sowie die zielgerichtete Steuerung und spätere Nutzung von Eigenschaftsprofilen gewinnt in den beiden entlang der Wertschöpfungskette eng miteinander verbundenen Industriezweigen Papier und Druck daher nahezu existenzielle Bedeutung.

Erstmals wurde in Rahmen dieses Projektes untersucht, ob und unter welchen Bedingungen Laborprobedruckergebnisse reproduzierbar sind und mit dem Verhalten der Papier-/Farbkombinationen im industriellen Druck in Korrelation gebracht werden können.

Erarbeitet wurden für verschiedene Probedruckgerätetypen einsetzbare Methoden zur Bestimmung des Kurz- und Langzeitwegs Schlagens. Die InkTrap-Methode wurde so weit entwickelt, dass sie unter bestimmten Bedingungen eine Differenzierung von Werkstoffen erlaubt. Die Arbeiten liefern umfangreiche Erkenntnisse über signifikante Einflussfaktoren des Laborprobedruckprozesses auf das Probedruckergebnis sowie neue Informationen über die Vergleichbarkeit der an verschiedenen Probedruckgerätetypen erhaltenen Ergebnisse.

Insbesondere die neu entwickelten Methoden zur Bestimmung des Kurz- und Langzeitwegs Schlagens können im Anschluss an dieses Projekt von der Industrie genutzt werden, da die Versuche mit verschiedenen Probedruckgeräten durchführbar sind und die entsprechenden Firmen oder Laboratorien damit in der Regel über alle notwendigen Voraussetzungen für die Testdurchführung verfügen.

Es konnte der Nachweis angetreten werden, dass Probedruckergebnisse zumindest unter Einsatz eines Probedruckgerätetypen und unter präziser Einhaltung von Versuchsbedingungen reproduzierbare Ergebnisse liefern.

Auch wenn Labordrucke weitaus sensibler hinsichtlich Druckproblemen reagieren, als die gleichen Materialkombinationen im industriellen Druck, können die neu entwickelten Methoden dabei helfen, die Einflüsse technologischer oder rohstoffseitiger Änderungen der Werkstoffe mit dem Druckprozess abzustimmen und somit die Voraussetzungen für Produkt- und Kostenoptimierungen zu schaffen.

Unabdingbare Voraussetzung für die Nutzung von Probedruckverfahren ist, wie im Projekt nachgewiesen wurde, der Einsatz von geschultem und immer wieder trainiertem Personal sowie ein perfekter Zustand der Probedruckgeräte, des Zubehörs und der sonstigen Hilfsmittel.

Neben der intensiven Untersuchung von primären und sekundären Einflussfaktoren, wie z.B. Druckfarbenauftragsmenge, Anpressdruck beim Drucken, klimatische Bedingungen in der Einfärbereinheit etc., auf Probedruckergebnisse, wurden auch die Auswirkungen der Gummidruckformenalterung untersucht. Hierbei wurde die Alterung der Druckformen durch verschiedenste Einflüsse, wie Licht-, Wärme-, Farb- und Lösemittleinwirkung bis hin zur mechanischen Alterung durch Druckversuchsanwendungen simuliert.

Allen Anwendern von Laborprobedruckverfahren steht somit erstmalig umfangreiches Hintergrundwissen zu vielen Randbedingungen von Versuchen dieser Art zur Verfügung.

Im Rahmen des Projektes entwickelte sich eine intensive Zusammenarbeit zwischen Forschungsstellen und den Probedruckgeräteherstellern. Die gemeinsamen Versuche sowie die Bereitstellung der Projektergebnisse zeigten den Probedruckgeräteherstellern Schwächen und Stärken ihrer Geräte. Somit ergibt sich ein hohes Potential zur Weiterentwicklung der Geräte mit dem Ziel reproduzierbare Probedruckergebnisse im Labormaßstab zu erhalten und diese Verfahren bei nachgewiesener Eignung später auch fest in der Papierprüfung zu etablieren.

Die an den Projektarbeiten beteiligten Forschungsstellen verfügen über trainiertes Personal, umfangreiches Hintergrundwissen sowie geeignete Messmethoden, um bei Bedarf entsprechende neutrale Untersuchungen durchzuführen und Druckfarben-, Papier-Hersteller sowie Druckereien bei Optimierungen und unabhängigen Bewertungen ihrer Produkte zu unterstützen.

Ansprechpartner für weitere Informationen:

Dipl.-Ing. Irene Pollex / Dipl.-Ing. Katrin Kühnöl
Tel. +49 3529-551-611 / - 670
irene.pollex@ptspaper.de / katrin.kuehnoel@ptspaper.de
Papiertechnische Stiftung PTS
Pirnaer Straße 37, 01809 Heidenau
e-Mail: info@ptspaper.de
www.ptspaper.de

Dr. Uwe Bertholdt
Tel. +49 89 431 82 – 212
bertholdt@fogra.org
Fogra, Forschungsgesellschaft Druck e.V.
81673 München, Streitfeldstraße 19
e-Mail: info@fogra.org
www.fogra.com

Anhang Testmethoden

Tabelle 2: Prüfbedingungen Methode Langzeit-Wegschlagen (Set Off – long time)

	IGT GST 2	prüfbau
Druckfarbenauftrag	so wählen, dass ein Farbauftragsgewicht von $(1,90 \pm 0,01) \text{ g/m}^2$ erhalten wird	
Druckform - / konterdruckform	Aluminium Breite 50 mm	Aluminium Breite 40 mm
Unterlage	Gummi	-
Farbverteilzeit in der Einfärbeeinheit	High Speed Inking Unit 4: 30 s (Mode 2, Rampe 5 s) bei 0,5 m/s	prüfbau – integriert : 30 s
Temperatur in der Einfärbeeinheit	$(23 \pm 1)^\circ\text{C}$	
Einfärbezeit der Druckformen	20 s	30 s
Druck	1000 N	800 N
Druckgeschwindigkeit	0,5 m/s	0,5 m/s
Wartezeiten* zwischen Druck und		
1. Konterdruck	40 s (Programmzeiten nachmessen!)	40 s
2. Konterdruck	70 s (Programmzeiten nachmessen!)	70 s
3. Konterdruck	100 s (Programmzeiten nachmessen!)	100 s
4. Konterdruck	130 s (Programmzeiten nachmessen!)	130 s
Kontermaterial	Rückseite des Druckpapiers	
Druckfarben	FSI (schnell wegschlagende Druckfarbe) SSI (langsam wegschlagende Druckfarbe)	
Reinigungsmittel	StarWash / T-grün	

Tabelle 3: Prüfbedingungen Methode Kurzzeit-Wegschlagen (Short-Time-Set off)

Kurzzeit-Wegschlagen	
Geräte	AC 2 + AE Einfärbestation (IGT)
Druckfarbenfilm am Einfärbegerät	Zieldichte: 2,25 - 2,35 für SSI und FSI; Die benötigte Druckfarbenmenge ist Druckfarben- und Papier-spezifisch und auch vom Einfärbewerk abhängig.
Verreibzeit	90 s
Einfärbezeit	60 s
Temperatur	23° (± 1°C)
relative Luftfeuchtigkeit	50% (± 2%)
Anpressdruck obere Druckeinheit	625 N (65 kgF)
Anpressdruck untere Druckeinheit	625 N (65 kgF)
Druckgeschwindigkeit	0.5 m/s, konstante Geschwindigkeit
Druckform	32 mm Metalldruckform (oben und unten)
Zeit zwischen Druck und Konterdruck	0 s (keine Intervallzeit)
Unterlage	Gummi
Druckfarbe	zu testende Druckfarbe; hier: SSI und FSI
Papier	zu testendes Papier
Waschmittel	Starwash
Vorbereitung des AC 2	
Schritt 1	Montage Gummi-Unterlage
Schritt 2	Einstellen des Drucks (oberes und unteres Druckwerk!)
Schritt 3	Geschwindigkeit einstellen
Schritt 4	10 Andrucke ohne Druckfarbe ausführen
Schritt 5	bei Bedarf Unterlage nachspannen
Schritt 6	Überprüfung der Intervallzeiteinstellung (hier 0 s)
Einfärbung	
Schritt 1	Bei einer Testserie immer die gleiche Druckform und die gleiche Verreiberwalze verwenden
Schritt 2	Druckfarbe auf einem Segment der Verreiberwalze der Einfärbestation AE auftragen
Schritt 3	Verreibung der Druckfarbe für 90 s
Schritt 4	Einfärbung der Druckform für 60 s
Vorbereitung zum Konterdruck	
Schritt 1	Konterpapier auf Konter-Druckform befestigen
Schritt 2	Konter-Druckform an unterem Druckwerk befestigen
Versuchsdurchführung	

Schritt 1	Papierprobe befestigen
Schritt 2	Eingefärbte Druckform an oberem Druckwerk befestigen
Schritt 3	Druck an oberem und unterem Druckwerk anstellen
Schritt 4	Druck durchführen
Schritt 5	Probe sofort abnehmen
Schritt 6	Druckform reinigen
Schritt 7	Andruck wiederholen ???
Schritt 8	Reinigung des Segmentes der Einfärbestation nach zwei Andrucken
Auswertung	
Schritt 1	Beschriftung der Probe: Geschwindigkeit, Papierbezeichnung, Papierseite, Faserlaufrichtung, Druckfarbenbezeichnung, Temperatur, rel. Luftfeuchte, Datum.
Schritt 2	Bewertung des Tests durch Dichte- bzw. Farbmessung aller Testfelder und Berechnung des Abdruckverhältnisses

Tabelle 4: Prüfbedingungen Methode InkTrap-Mottling

	IGT GST 2	prüfbau
Druckfarbenauftrag	so wählen, dass eine Druckdichte von $1,5 \pm 0,01$ der Einzelfarben erhalten wird	
Druckformen	Gummiwalzen (Rubber coated) Breite 50 cm	Gummituchwalzen (rubber blanket) Breite 40/35 mm
Konterdruckformen	Gummituchwalzen (rubber blanket)	
Farbverteilzeit in der Einfärbeeinheit	High Speed Inking Unit 4: 30 s	prüfbau – integriert : 30 s
Einfärbezeit der Druckformen	20 s	30 s
Druck	625 N	450 N
Rückspaltung	2x	2x
Wartezeiten* zwischen:	erstem und zweitem Druck: 13 s	
	zweitem Druck und erstem Kontern: 18 s	
	erstem und zweitem Kontern 14 s	
Druckfarben	FSI (schnell wegschlagende Druckfarbe) SSI (langsam wegschlagende Druckfarbe)	
Farbenfolgen	Cyan + Magenta Magenta + Cyan	
Reinigungsmittel	StarWash / T-grün	

Tabelle 5: Prüfbedingungen Methode Trockenrupfen

Rupftest in Anlehnung an ISO 3783	
Geräte	IGT AC2, AIC2-5 + AE,
Druckfarbenfilm auf Farbwalze (AE)	1,0 cm ³
Verteilzeit	10 min
Einfärbzeit	60 s
Temperatur	23° (+/- 1°)
Rel. Luftfeuchte	50% (+/- 2%)
Anpressdruck	350 N
Druckgeschwindigkeit	beschleunigt (Endwert je nach verwendetem Papier)
Druckform	Aluminium 10 mm
Unterlage	Papier (5 Blatt, insgesamt 1,5 mm Spezialpackpapier)
Druckfarbe	Rupföl MV (mittlere Viskosität, für die im Projekt verwendeten Papiere)
Papier	zu prüfendes Papier
Reinigungsmittel	Starwash
Vorbereitung AIC2-5	
Schritt 1	Papierunterlage befestigen
Schritt 2	Beschleunigungsmodus einstellen
Schritt 3	Kraft einstellen
Schritt 4	Geschwindigkeit einstellen
Schritt 5	10 Andrucke ohne Farbe mit 10 mm-Aluwalze
Schritt 6	ggf. Unterlage nachspannen
Einfärben	
Schritt 1	Druckfarbe auf 1 Oberwalze der AE auftragen
Schritt 2	Farbe 10 min lang verteilen (mit Verreibwalze)
Schritt 3	Druckform einfärben (2 Formen gleichzeitig möglich). Nach Einfärben anheben
Versuchsdurchführung	
Schritt 1	Probe befestigen
Schritt 2	Eingefärbte Form in oberem Druckwerk befestigen
Schritt 3	Versuch durchführen
Schritt 4	Probe sofort herausnehmen
Schritt 5	Probe innerhalb von 30 s bewerten
Schritt 6	Einfärben und Versuch für alle Proben wiederholen (maximal 10 pro 1 cm ³ Rupfölauftrag in Einfärbestation)
Auswertung	
Schritt 1	Beginn des Rupfens und der Delaminierung mit PSV (pick start viewer) bestimmen
Schritt 2	Probe beschriften mit: Endgeschwindigkeit, Papiersorte, Seite, Faserlaufrichtung, verwendetes Rupföl, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Datum.
Fertigstellung	
Schritt 1	Walze reinigen
Schritt 2	Mittlere Abstände bestimmen, Rupf- und Delaminiergeschwindigkeit berechnen.

Tabelle 6 Homogenitätsandrucke

Homogeneity				
Geräte	IGT AC 2 + IGT AE Einfärbestation	IGT AIC2-5/AIC2-5T2000+HSIU4	IGT GST2+HSIU4	Prüfbau MZ2
Druckfarbenfilm am Einfärbegerät	für einen Druckfarbenfilm von 1,00 ($\pm 0,01$) g/m ² benötigte Menge			
Verreibzeit	90 s	30 s bei 0,5 m/s nach einer 5 s Rampe (mode 2)	31 s bei 0,5 m/s nach einer 5 s Rampe (mode 2)	30 s
Einfärbezeit	60 s	30 s	30 s	30 s
Temperatur	23° ($\pm 1^\circ\text{C}$)			
relative Luftfeuchtigkeit	50% ($\pm 2\%$)			
Anpressdruck obere Druckeinheit	400 N	650 N	650 N	800 N
Druckgeschwindigkeit	0,3 m/s, konstant	0,3 m/s, konstant	0,3 m/s, konstant	1,0 m/s, konstant
Druckform	Gummi, 32 mm	Gummi, 50 mm	Gummi, 50 mm	Drucktuch, 40 mm
Unterlage	keine	keine	keine	Standard Probenträger
Druckfarbe	Mottlingtestfarbe			
Papier	Testpapiere A und B			
Waschmittel	Starwash/T-Grün			
Einfärbung				
Schritt 1	Bei einer Testserie immer die gleiche Druckform und die gleiche Verreiberwalze verwenden	Bei einer Testserie immer die gleiche Druckform und die gleiche Sektion der gleichen Verreiberwalze verwenden	Bei einer Testserie immer die gleiche Druckform und die gleiche Sektion der gleichen Verreiberwalze verwenden	Bei einer Testserie immer die gleiche Druckform und die gleiche Sektion der gleichen Verreiberwalze verwenden
Schritt 2		Mode 2 auswählen	Mode 2 auswählen	
Schritt 3	Druckfarbe auf einem Segment der Verreiberwalze der Einfärbestation auftragen			
Schritt 4	Verreibung der Druckfarbe			
Schritt 5	Einfärbung der Druckform			
Versuchsdurchführung				
Schritt 1	Druckgeschwindigkeit einstellen (konstant)	Druckgeschwindigkeit einstellen (konstant)	Select Colour/density and follow instructions on display	Druckgeschwindigkeit einstellen (konstant)
Schritt 2	Anpressdruck einstellen	Anpressdruck einstellen		Anpressdruck einstellen
Schritt 3	Papierprobe befestigen			
Schritt 4	Druckform wiegen (Tara)			
Schritt 5	Andruck durchführen			
Schritt 6	Druckform zurückwiegen (übertragene Farbmenge)			
Schritt 7	Probe entnehmen			

Schritt 8	Druckprobe auf Dokumentationsblatt kleben, Versuchsnummer, Papier, Druckfarbe, Farbauftragsmenge notieren
Schritt 9	Druckform reinigen
Schritt 10	Einfärbeselement reinigen
Schritt 11	Versuch wiederholen bis 6 Drucke mit richtigen Farbauftrag vorliegen