

Titel

Verbesserung der Deinstoffqualität durch Beeinflussung des Restdruckfarbenanteils im deinkten Faserstoff während des Aufbereitungsprozesses

J. Strauß, E. Hanecker, A. Manoiu

Inhalt

1	Zusammenfassung	2
2	Abstract	3
3	Einleitung	5
4	Versuchsdurchführung	6
5	Modellversuche zur Anlagerung von Druckfarbenpartikel an Fasermaterial	8
5.1	Modellversuche zur Anlagerung von Druckfarbenpartikel in der Prozessstufe Zerfaserung	8
5.2	Modellversuche zur Anlagerung von Druckfarbenpartikel in der Prozessstufe Dispergierung	9
6	Gesamtbewertung der Ergebnisse der Modellversuche hinsichtlich der Relevanz der Anlagerung von Druckfarbenpartikel - Modell zur Wiederanlagerung	11
6.1	Gesamtbewertung Ink Redeposition - Prozessstufe Zerfaserung	11
6.2	Gesamtbewertung Ink Redeposition - Prozessstufe Dispergierung	17
7	Relevanz der Wiederanlagerung bei der Aufbereitung von bedruckten Papieren	20
7.1	Prozessstufe Zerfaserung	21
7.2	Prozessstufe Dispergierung	23
8	Prozesstechnische Maßnahmen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	25

1 Zusammenfassung

Thema	Verbesserung der Deinstoffqualität durch Beeinflussung des Ablöse- / Anlagerungsverhaltens von Druckfarben (Restdruckfarben) während des Aufbereitungsprozesses.
Ziel des Projektes	Ziel des Forschungsvorhabens war die Verbesserung der optischen Eigenschaften deinkter Stoffe, wobei der Fokus auf eine Minimierung des an den Fasern anhaftenden Restdruckfarbenanteils gerichtet war. Vorrangige Ziele waren dabei die Aufklärung der Ursachen für das Vorhandensein von an Fasern anhaftenden Restdruckfarben im Deinstoff in Abhängigkeit relevanter Einflussgrößen und darauf aufbauend die Herleitung von möglichen technologischen Maßnahmen zu ihrer Minimierung.
Ergebnisse	<p>Bei der Aufbereitung von Druckprodukten mit den mengenmäßig relevanten Druckfarbensystemen Offset- und Tiefdruck, konnte grundsätzlich eine Anlagerung von Druckfarbenpartikel an Fasermaterial ermittelt werden. Das Auftreten bzw. die Höhe der Anlagerung ist abhängig von den spezifischen Gegebenheiten bei der Aufbereitung. Dies gilt sowohl für die Prozessstufe Zerkleinerung als auch für die Prozessstufe Dispergierung. Als Einflussgrößen spielen dabei die Druckfarbe, der Faserstoff und die Prozessbedingungen eine Rolle.</p> <p>Voraussetzung für eine Wiederanlagerung ist das Vorliegen von freien Druckfarbenpartikeln im Faserstoff. Notwendig ist dann ein entsprechend hoher Druckfarbenanteil, wobei als Maß für den Druckfarbenanteil der dichtebezogene Lichtabsorptionskoeffizient K_{700} herangezogen wurde. Dieser wird beeinflusst von der Druckfarbenmenge und der Partikelstruktur (Tendenz zur Anlagerung bei Vorhandensein von sehr kleinen Partikeln), wobei letztere wiederum von der Druckfarbenart und den Prozessbedingungen geprägt wird.</p> <p>Die Anlagerung bei der Zerkleinerung wird wesentlich beeinflusst vom Ablöseverhalten der Druckfarbe (Druckfarbenart/Papier, Alter des Druckprodukts), von den chemischen Verhältnissen (Deinkingchemie vermindert eine Wiederanlagerung) und von der Zerkleinerungsdauer. Relevanter Einfluss bei der Dispergierung ist die Höhe des Druckfarbenanteils und die Dispergierdauer (Fragmentierung der Druckfarbenpartikel).</p>
Schlussfolgerung	Eine Wiederanlagerung trägt zum Vorhandensein von anhaftenden Restdruckfarben an den Fasern bei und mindert die optischen Eigenschaften des Deinstoffes. Anhand der erarbeiteten Kenntnisse über das Verhalten zur Anlagerung von Druckfarben an Fasermaterial konnten Empfehlungen für prozesstechnische Maßnahmen zur Minimierung des anhaftenden Restdruckfarbenanteils abgeleitet werden. Die entsprechenden Empfehlungen für die Prozessstufen Zerkleinerung und Dispergierung erfolgten zur Verbesserung der Druckfarbenablösung sowie zur Vermeidung der Wiederanlagerung und erhöhter Fragmentierung.

Danksagung

Das Forschungsvorhaben IGF 15078 N der Forschungsvereinigung PTS wurde im Programm zur Förderung der „Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie über die AiF finanziert. Dafür sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Unser Dank gilt außerdem den beteiligten Firmen der Papier- und Zulieferindustrie für die Unterstützung der Arbeiten.

2 Abstract**Theme**

Improving DIP quality by influencing the detachment / redeposition behaviour of printing inks (residual printing inks) during the recovered paper treatment process.

Project objectives

Aim of this research project was the improvement of optical properties of deinked pulps focusing on the minimisation of residual inks adhering to fibres. Main aims were the identification of causes of the presence of residual inks adhering to fibres in deinked pulp together with their relevant influences, to derive possible technological measures to minimise them.

Results

The experiments have proved that it is possible in principle for ink particles to redeposit themselves on fibrous materials during recovered paper treatment of offset and gravure print products, the printing ink systems occurring in relevant quantities in practice. The occurrence and level of redeposition depend on the specific conditions of the recovered paper treatment process (process stages defibering and dispersing), relevant influences being the printing ink, pulp and process conditions.

The prerequisite for redeposition is the presence of free ink particles and a certain share of printing ink in the pulp, which is expressed as the density-related light absorption coefficient K at 700 nm. The latter is influenced by the amount and particle structure of printing inks (very small ink particles tend to redeposit themselves on fibres). The particle structure depends on ink type and process conditions.

The redeposition during defibration is decisively influenced by the detachment behaviour of ink particles (ink type/paper, age of print product), by chemical conditions (redeposition is lowered by deinking chemicals) and defibration time. Ink content and dispersing time (fragmentation of ink particles) are relevant influences during dispersing.

Conclusions

Redeposition contributes to the presence of residual ink particles adhering to fibres and lowers the optical quality of deinked pulp. The knowledge gained about the redeposition behaviour of printing inks in fibrous materials has led to recommendations for process-technological measures designed to minimize the share of residual ink particles adhering to fibres. Recommendations for the process stages defibering and dispersing aimed for improved ink detachment as well as the avoidance of redeposition and increased fragmentation.

Acknowledgement

The IGF 15078 N research project of the research association PTS was funded within the programme of promoting “pre-competitive joint research (IGF)” by the German Federal Ministry of Economics and Technology BMWi and carried out under the umbrella of the German Federation of Industrial Co-operative Research Associations (AiF) in Cologne. We would like to express our warm gratitude for this support.

Last but not least, we would like to thank the companies of the paper and supply sectors involved in this project for their valuable support.

3 Einleitung

Qualitätsanforderungen an deinkte Altpapierstoffe Beim Einsatz von Altpapierstoff zur Herstellung von hellen Neupapieren, wie grafische Papiere und einer Reihe weiterer nicht grafischer Qualitäten (Hygienepapiere, weiß gedeckter Liner, Deck- und Schonschicht von Faltschachtelkarton) werden an die optischen Eigenschaften, wie Weißgrad, Helligkeit, Farbort und Reinheit, hohe Anforderungen gestellt. Dies erfordert eine hohe Abtrennung der Druckfarbenpartikel aus dem Faserstoff, aber auch zusätzliche Maßnahmen in der Altpapieraufbereitungsanlage zur Verbesserung der optischen Erscheinung des Altpapierstoffes (optische Sauberkeit) [1,2].

Probleme beim Altpapiereinsatz zur Herstellung von Deinkstoff Das heute erreichte hohe Sammelniveau von Altpapier hat zu einer qualitativen Verschlechterung des zur Verfügung stehenden Altpapiers geführt. Insbesondere die zunehmend schwieriger zu deinkenden Altpapiermischungen stellen ein Problem dar, die steigenden Qualitätsanforderungen an die Altpapierstoffe zu erfüllen. Veränderungen der Druckerzeugnisse (höhere Druckfarbenanteile oder Produkte mit neuen Druckverfahren, die schlecht deinkbar sind) tragen zu diesen Problemen bei. Diese Trends machen einen erhöhten Aufwand innerhalb der Aufbereitungstechnologie notwendig, um die hohen Qualitätsanforderungen deinkter Stoffe sicherzustellen [3,4,5,6,7].

Restdruckfarben - Terminologie Restdruckfarben im Altpapierstoff sind Druckfarben, die während des Aufbereitungsprozesses nicht entfernt wurden und so im Fertigstoff verbleiben. Dabei kann es sich sowohl um frei im Faserstoff vorliegende Druckfarbenpartikel (während des Druckfarbenentfernungsprozesses nicht abgetrennte freie Partikel), als auch um an Fasern fest anhaftende Druckfarben (gebundene Druckfarbenpartikel) handeln.

Restdruckfarben - Ursachen für an Fasern anhaftende Druckfarben Die Ursachen für das Vorhandensein von noch an den Fasern anhaftenden Druckfarbenpartikeln sind entweder

- eine mangelnde Druckfarbenablösung oder
- die Wiederanlagerung von bereits abgelösten Druckfarbenpartikel an das Fasermaterial in den Prozessstufen der Altpapieraufbereitung („Redeposition“).

So können an verschiedenen Stellen des Aufbereitungsprozesses abgelöste Druckfarbenpartikel wieder auf die Fasern aufziehen, was zur Verminderung der Effizienz des gesamten Deinkingprozesses und somit zur Verschlechterung der optischen Eigenschaften des deinkten Stoffs beiträgt [8,9,10,11,12].

Restdruckfarben und Deinkstoffqualität Beim Deinkingprozess nicht entfernbare Restdruckfarben beeinträchtigen die Deinkstoffqualität und führen zu geringeren Weißgraden des deinkten Stoffes. Insbesondere an Fasermaterial anhaftende Restdruckfarben beeinträchtigen die optischen Qualität des Faserstoffes und in der Folge auch die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes des Deinkstoffes. So vermindert der Anteil anhaftender Restdruckfarben die Wirkung der in der Bleichstufe eingesetzten Chemikalien. Zudem tritt durch anhaftende Druckfarben eine Hydrophobierung der Fasern ein, welche zu einer erhöhten Schmutzstoffmenge bei der Flotation und damit zu höheren Faserstoffverlusten führt [13,14,15].

Forschungsziel Ziel des Forschungsvorhabens war die Verbesserung der optischen Eigenschaften deinkter Stoffe, wobei der Fokus auf eine Minimierung des an den Fasern anhaftenden Restdruckfarbenanteils gerichtet war. Vorrangige Ziele waren dabei die Aufklärung der Ursachen für das Vorhandensein von an Fasern anhaftenden Restdruckfarben im Deinkstoff in Abhängigkeit relevanter Einflussgrößen und darauf aufbauend die Herleitung von möglichen technologischen Maßnahmen zu ihrer Minimierung. Das Wissen über die Ursachen für das Vorhandensein bzw. für das Zustandekommen von an Fasern anhaftenden Restdruckfarben ist eine notwendige Voraussetzung, um mögliche technologische Abhilfemaßnahme für eine Minimierung dieses Restdruckfarbengehalts ableiten zu können.

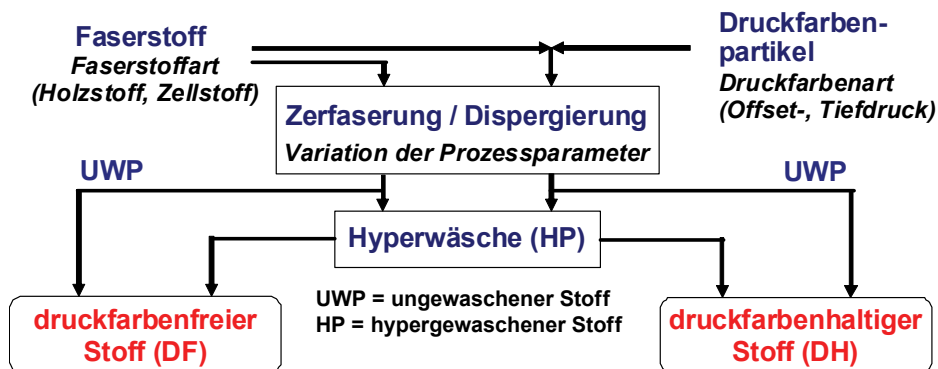
4 Versuchsdurchführung

Einleitung Mit einer grundlegenden systematischen Untersuchung zum Vorhandensein von an Fasern anhaftenden Restdruckfarben im Deinkstoff sollte der Frage nachgegangen werden, welche Faktoren für an Fasern gebundene Druckfarbenpartikel verantwortlich sind. Methodischer Ansatz dafür war die separate Betrachtung des Vorgangs der Wiederanlagerung bei der Stoffaufbereitung. So sollte insbesondere ermittelt werden, welche Prozessstufen und welche Prozessbedingungen, für eine eventuelle Wiederanlagerung von Druckfarben auf die Fasern eine maßgebliche Rolle spielen. Die zu untersuchenden relevanten Prozessstufen waren die Zerfaserung (Pulper) und Dispergierung.

Modellversuche zur Wiederanlagerung In Modellversuchen sollte der Beitrag der Anlagerung von Druckfarbenpartikeln an der Entstehung von anhaftenden Restdruckfarben in Abhängigkeit von relevanten Einflussgrößen (Prozessstufen, Prozessbedingungen) geklärt werden. Dabei erfolgte eine gezielte Untersuchung des Redeposition-Phänomens für Standarddruckfarben (Offset-Druckfarbe (Coldset-Offset / Heatset-Offset), Tiefdruckfarbe)).

Prinzip der Modellversuche

Um eine Wiederanlagerung sicher von einer mangelhaften Druckfarbenablösung unterscheiden zu können, besteht die Grundidee der Modellversuche darin, anstelle von Altpapier unbedruckten Faserstoff zu verwenden, welchem definiert hergestellte Druckfarbenpartikel zugegeben werden. Dieses Faserstoffgemisch wurde dann, unter Variation relevanter Einflussgrößen, zerfasert bzw. dispergiert und im Hinblick auf eine Anlagerung von Druckfarbenpartikeln an Fasern bewertet. Die Versuche wurden sowohl mit Zellstoff als auch mit Holzstoff durchgeführt. Abbildung 1 zeigt das Grundprinzip der Modellversuche.



Bewertung der Anlagerung: Weißgrad (Weißgradverlust $\Delta R_{457} = R_{457DF-HP} - R_{457DH-HP}$), Absorptionskoeffizient K_{700} , Partikelgrößenverteilung, Mikroskopie.

Abb. 1: Prinzip der Modellversuche

Für die Bewertung von angelagerten Druckfarbenpartikeln am Fasermaterial wurde bei den Modellversuchen eine Hyperwäsche des Faserstoffes vorgenommen, wobei freie und reversibel adsorbierte Druckfarbenpartikel entfernt werden. Die Beurteilung der Anlagerung erfolgte durch Vergleich der optischen Eigenschaften von druckfarbenfreiem Faserstoff mit denen des druckfarnehaltigen hypergewaschenen Faserstoffes. Eine Veränderung der optischen Eigenschaften des zu untersuchenden Faserstoffes ist folglich allein auf eine Anlagerung zurückführbar.

Modellversuche - Bewertung

Mit den Ergebnissen der Modellversuche wurden Rückschlüsse auf Ausmaß und Ursachen des Stattfindens einer Anlagerung von Druckfarbenpartikeln gezogen. Im Rahmen einer Gesamtbewertung wurde anhand einer neu definierten Kenngröße ein Modell aufgestellt, mit dem die Schlüsselfaktoren, welche für eine Anlagerung verantwortlich sind, identifiziert wurden.

Untersuchung von Druckprodukten im Hinblick auf Wiederanlagerung

In ergänzenden Versuchen mit praxisnah bedruckten Papieren wurden die beiden Prozessstufen Zerfaserung und Dispergierung im Hinblick auf Druckfarbenablösung bzw. Wiederanlagerung von Druckfarbenpartikeln an die Faser näher in Augenschein genommen. Ziel war es, die bei den Modellversuchen ermittelten Trends hinsichtlich der Wiederanlagerung von Druckfarbenpartikel an die Faser auf ihre Übertragbarkeit auf Druckprodukte zu untersuchen. Die Auswahl der Versuchsprodukte bzw. der Versuchsparameter wurden in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Modellversuche gewählt.

5 Modellversuche zur Anlagerung von Druckfarbenpartikel an Fasermaterial

5.1 Modellversuche zur Anlagerung von Druckfarbenpartikel in der Prozessstufe Zerfaserung

Vorgehen Die Zerfaserungsversuche im Labormaßstab wurden bei einer Stoffdichte von 15 % durchgeführt. Nach Zusammenbringen der Druckfarbenpartikel mit dem Faserstoff erfolgte die Zerfaserung unter Variation der Prozessbedingungen Temperatur, chemische Verhältnisse (ohne Chemikaliengabe, neutrale Deinking-Chemikalien-Rezeptur mit ausschließlichem Einsatz von Tensid, alkalische Deinking-Chemikalien-Rezeptur) und Energieeintrag. Ziel der Versuche war es, umfassende Tendenzen hinsichtlich der maßgeblichen Faktoren für eine mögliche Anlagerung aufzuzeigen.

Druckfarbenanteil des hypergewaschenen Stoffes in Abhängigkeit von den chemischen Verhältnissen und der Zerfaserungsdauer

Exemplarisch für die Untersuchungsergebnisse ist der Einfluss der chemischen Verhältnisse bei der Zerfaserung und der Zerfaserungsdauer auf eine mögliche Anlagerung für die Kombination Coldset-Offset/Holzstoff wiedergegeben. Der dichtebezogene Lichtabsorptionskoeffizient bei einer Wellenlänge von 700 nm kann als Maß für den Druckfarbenanteil herangezogen werden. So gibt der Druckfarbenanteil nach Hyperwäsche anschaulich die vorliegenden Verhältnisse wieder. Wie dieses Beispiel zeigt, liegt bei Zerfaserung mit alkalischer Deinkingchemie der K_{700} -Wert in der Größenordnung des Wertes des hier verwendeten Holzstoffes ohne Druckfarbe (in diesem Fall $K_{700} \sim 0,8 \text{ m}^2/\text{kg}$). Dies lässt den Schluss zu, dass keine Anlagerung stattgefunden hat. Es tritt keine signifikante Veränderung in Abhängigkeit von der Zerfaserungsdauer ein. Bei Zerfaserung ohne Chemie und mit Tensid ist ein deutlich höherer K_{700} -Wert festzustellen, der auf eine entsprechende Anlagerung von Druckfarben hinweist, wobei eine Zunahme mit steigender Zerfaserungsdauer zu verzeichnen ist. Beeinflusst wird die Anlagerung der Druckfarbe von der mechanischen Einwirkung abhängig von der Zerfaserungsdauer, wobei zum einen der Effekt des ‚Aufreibens‘, zum anderen die zunehmende Fragmentierung der Druckfarbenpartikel eine Rolle spielt.

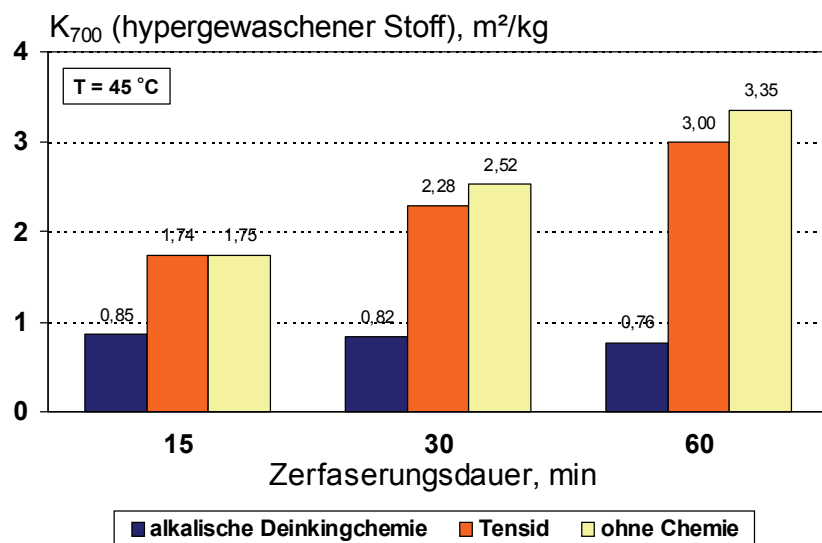


Abb. 2: Einfluss der Zerfaserungsdauer und Chemie auf den Druckfarbenanteil

**Fazit
Modellversuche
zur Anlagerung
von Druckfarben-
partikel -
Prozessstufe
Zerfaserung**

Anhand der Analyse aller Untersuchungsergebnisse konnten eindeutige Tendenzen im Bezug auf die Anlagerungswahrscheinlichkeit ermittelt werden. Die Anlagerung von Druckfarbenpartikel an Faserstoffen konnte festgestellt werden, wobei das Auftreten bzw. die Höhe der Anlagerung abhängig ist von

- der Höhe des Druckfarbenanteils der für eine Anlagerung dem Fasermaterial angeboten wird,
- den chemischen Verhältnissen bei der Zerfaserung
 - keine / geringe Anlagerung bei Zerfaserung mit alkalischer Deinkingchemie (Agglomeration der Druckfarbenpartikel),
 - im Vergleich deutliche Anlagerung bei Zerfaserung mit Tensid sowie ‚ohne Chemie‘ (Feinverteilung der Druckfarbenpartikel - Größe der freien Partikel),
- der Druckfarbe (Druckfarbenart – Druckfarbenpartikelzustand / Partikelgrößenverteilung),
- der Zerfaserungsdauer (zunehmende Dauer erhöht Anlagerungswahrscheinlichkeit unter denjenigen Bedingungen, bei denen grundsätzlich eine Anlagerung favorisiert wird),
- der Faserstoffart - Tendenz zu höheren Anlagerung bei Holzstoff.

Ein signifikanter Einfluss der Zerfaserungstemperatur auf die Anlagerung konnte nicht festgestellt werden.

5.2 Modellversuche zur Anlagerung von Druckfarbenpartikel in der Prozessstufe Dispergierung

Vorgehen

Für die Dispergierversuche im Labormaßstab wurde ein Laborkneteter eingesetzt. Nach Zusammenbringen der Druckfarbe mit dem Faserstoff erfolgte die Dispergierung unter Variation der Prozessbedingungen Temperatur, Energieeintrag und ohne bzw. mit Einsatz von Bleichchemie. Die Stoffdichte bei den Dispergierversuchen betrug 20 %.

Druckfarbenanteil in Abhängigkeit von der Dispergierdauer

Exemplarisch für die Untersuchungsergebnisse ist der Einfluss der Dispergierdauer auf eine mögliche Anlagerung für die Kombination Heatset-Offset/Holzstoff wiedergegeben. Wie dieses Beispiel zeigt, liegt bei geringer Dispergierdauer der Wert für K_{700} des hypergewaschenen Stoffes in der Größenordnung des druckfarbenfreien Faserstoffes ($K_{700} \sim 1,1 \text{ m}^2/\text{kg}$). Hier ist keine Anlagerung von Druckfarbenteilchen zu erwarten. Mit zunehmender Knetdauer tritt eine deutliche Fragmentierung der Druckfarbe aufgrund der Dispergierwirkung ein (Zunahme des k_{700} -Wertes des ungewaschenen Stoffes). Dies ist verbunden auch mit einer Zunahme des Wertes für den hypergewaschenen Stoff, was wiederum auf eine deutliche Anlagerung von Druckfarbenpartikel hinweist (die mechanische Einwirkung fördert das Aufziehen der Druckfarbenpartikel auf die Faser). Dieses Verhalten lässt aber auch auf einen entsprechenden Einfluss der Partikelgröße auf die Anlagerung schließen.

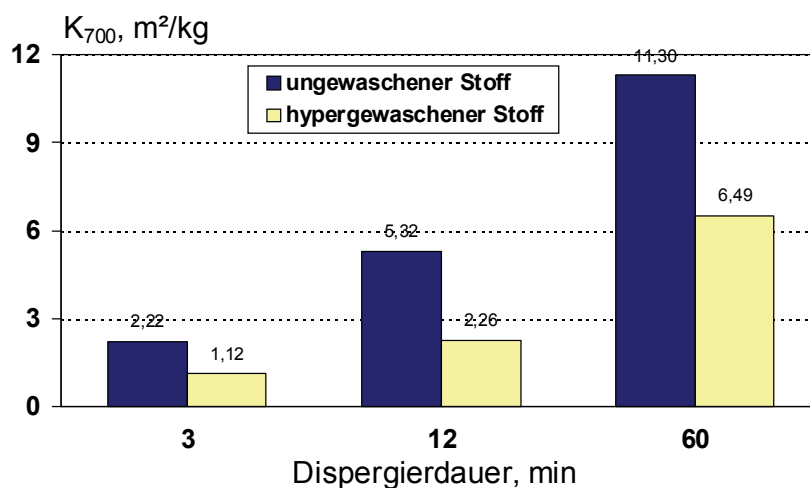


Abb. 3: Einfluss der Dispergierdauer auf den Druckfarbenanteil

Fazit Modellversuche zur Anlagerung von Druckfarbenpartikel - Prozessstufe Dispergierung

Auch bei der Prozessstufe Dispergierung war eine Anlagerung von Druckfarbenpartikel an Fasermaterial festzustellen, wobei in diesem Fall das Auftreten bzw. die Höhe der Anlagerung abhängig ist von

- der Höhe des Druckfarbenanteils der für eine Anlagerung dem Faserstoff angeboten wird,
- der Druckfarbe (Druckfarbenart – Druckfarbenpartikelzustand / Partikelgrößenverteilung),
- der Dispergierdauer (zunehmende Dauer erhöht Anlagerungswahrscheinlichkeit – insbesondere bei hohem Energieeintrag tritt im Vergleich eine Anlagerung auch unter Bedingungen ein, die eine Anlagerung sonst nicht favorisieren),
- der Faserstoffart - Tendenz zu geringerer Anlagerung bei Zellstoff.

Ein Einfluss der Prozesstemperatur auf die Anlagerung bei der Dispergierung konnte nicht festgestellt werden.

6 Gesamtbewertung der Ergebnisse der Modellversuche hinsichtlich der Relevanz der Anlagerung von Druckfarbenpartikel - Modell zur Wiederanlagerung

Überblick

Die Ergebnisse der Modellversuche wurden einer näheren Analyse sowie einer Bewertung unterzogen. Herausgestellt wurden die Zusammenhänge zwischen einzelnen untersuchten Einflussfaktoren und ihrer Auswirkung auf die Anlagerung von Druckfarbenpartikeln an die Faser. Dabei wurden grundlegende Aussagen zur Bedeutung des Phänomens der Anlagerung von Druckfarben und damit hinsichtlich der Entstehung von anhaftenden Restdruckfarben aufgestellt. Schlüsselfaktoren, welche für eine Anlagerung von Druckfarben verantwortlich sind wurden auf Basis der Modelluntersuchungen identifiziert. Eine abschließende Gesamtbewertung der Relevanz der einzelnen untersuchten Einflussfaktoren im Hinblick auf die Anlagerung von Druckfarbenpartikeln wird nachfolgend dargestellt. Sie erfolgt durch Beschreibung mittels der Kenngröße Ink Redeposition IR. Die Aussagen im Rahmen der Gesamtbewertung können als Modell für die Entstehung von anhaftenden Restdruckfarben dienen.

Gesamtbewertung der Anlagerung von Druckfarben – Ink Redeposition IR

Zur Bewertung der Ergebnisse auch bei Unterschieden im Druckfarbenanteil im Stoff vor der Wäsche wurde eine Kenngröße Ink Redeposition IR definiert, die wie die Kenngrößen IE und ID die Absorptionskoeffizienten K_{700} der Stoffe vor und nach der Hyperwäsche nach nachfolgender Gleichung zueinander in Bezug setzen.

$$IR = \left(1 - \frac{K_{UWP} - K_{HP}}{K_{UWP} - K_{Pulp}} \right) \times 100 [\%]$$

Mit:

K_{UWP} = K_{700} -Wert des Stoffes vor der Wäsche (ungewaschener Stoff)

K_{HP} = K_{700} -Wert des Stoffes nach Hyperwäsche

K_{Pulp} = K_{700} -Wert des Faserstoffes ohne Druckfarbenanteil.

6.1 Gesamtbewertung Ink Redeposition - Prozessstufe Zerfaserung

Betrachtete Einflussfaktoren bei der Zerfaserung

Neben der Druckfarbenmenge und deren Partikelgrößenverteilung können Unterschiede in der Anlagerung von Druckfarbenpartikeln von folgenden Faktoren beeinflusst werden:

- Faserstoffart,
- Druckverfahren,
- Einsatz von Chemikalien bei der Zerfaserung,
- Zerfaserungsdauer und damit Energieeintrag.

Vorgehensweise zur Bewertung der einzelnen Faktoren

Zur Bewertung von Unterschieden der einzelnen Faktoren wurde die Kenngröße IR ermittelt und einzelne Messwerte zu Mittelwerten zusammengefasst:

- Einfluss der Faserstoffart: Mittelwerte aus den Ergebnissen bei Variation der Druckverfahren Coldset, Heatset und Tiefdruck in Abhängigkeit von Zerfaserungsdauer und Chemikalieneinsatz.
- Einfluss Druckverfahren: Mittelwerte der Ergebnisse mit Zellstoff und Holzstoff in Abhängigkeit von Zerfaserungsdauer und Chemikalieneinsatz.
- Einfluss des Chemikalieneinsatzes: Mittelwert aller Ergebnisse bei Einsatz von alkalischen Deinkingchemikalien und ohne Deinkingchemikalien in Abhängigkeit von Zerfaserungsdauer.
- Einfluss Zerfaserungsdauer: Mittelwert aller Ergebnisse in Abhängigkeit von der Zerfaserungsdauer.

IR - Einfluss der Faserstoffart

Bei Einsatz von Deinkingchemikalien liegt der Kennwert IR für Zellstoff sehr niedrig. Über alle Ergebnisse nimmt bei Einsatz von Holzstoff die IR um 7 – 8 %-Punkte zu. In Gegenwart von Holzstoff kann daher von einer etwas höheren Anlagerung ausgegangen werden.

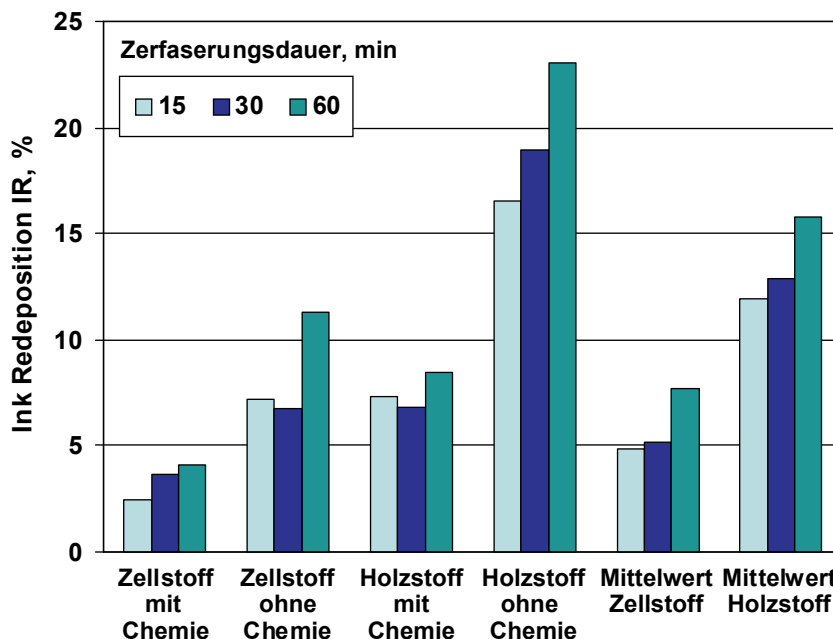


Abb. 4: Anlagerung in Abhängigkeit von Faserstoffart, Deinkingchemikalieneinsatz und Zerfaserungsdauer

**IR - Einfluss
Druckverfahren**

Bei den im Rahmen dieses Projektes durchgeführten Untersuchungen konnten in Gegenwart von Deinkingchemikalien keine Unterschiede in der Anlagerung für Druckfarbenteilchen aus unterschiedlichen Druckverfahren festgestellt werden. Über alle Ergebnisse für die verschiedenen Druckverfahren liegen die Unterschiede im IR-Wert im Bereich von 1,5 – 3 %-Punkten.

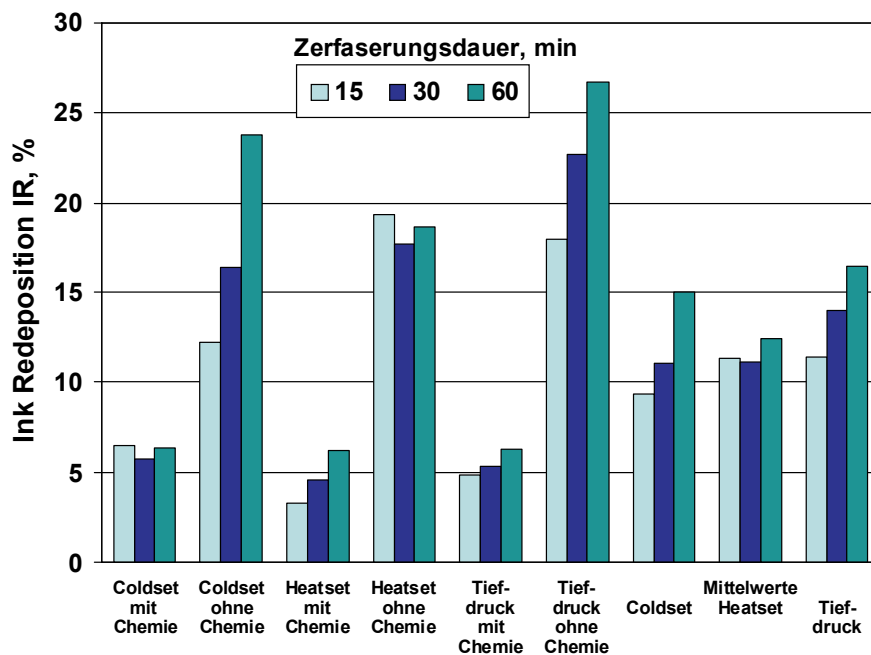


Abb. 5: Anlagerung in Abhängigkeit von Druckverfahren, Deinkingchemikalien-einsatz und Zerfaserungsdauer

IR - Einfluss des Chemikalieneinsatzes

Vor allem die Anwesenheit von Deinkingchemikalien ist ein entscheidender Faktor ob eine Anlagerung stattfindet. Über alle Ergebnisse liegen die IR-Werte in Abwesenheit von Deinkingchemikalien um 7 – 11 %-Punkte höher als in Gegenwart von alkalischen Deinkingchemikalien.

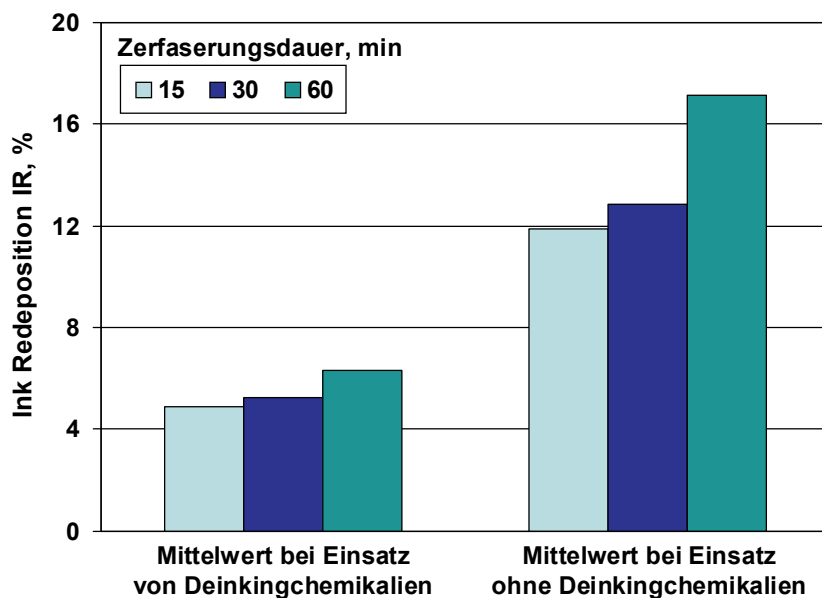


Abb. 6: Anlagerung in Abhängigkeit von Chemikalieneinsatz und Zerfaserungsdauer

**IR - Einfluss der
Zerfaserungs-
dauer**

In Abwesenheit von Deinkingchemikalien erhöht sich die Anlagerung mit zunehmender Zerfaserungsdauer, allerdings nicht linear. Eine Erhöhung der Zerfaserungsdauer von 15 auf 60 Minuten, also eine Steigerung um den Faktor 4, führt im Mittel zu einer Erhöhung des IR-Wertes um 3,3 %-Punkte.

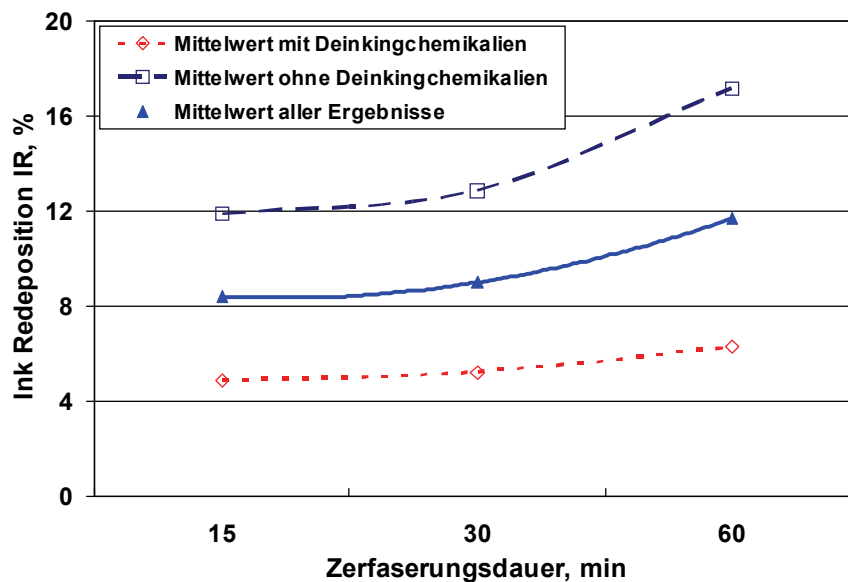


Abb. 7: Anlagerung in Abhängigkeit von der Zerfaserungsdauer

Fazit

Aus den zuvor aufgezeigten Ergebnissen hat sich herauskristallisiert, dass vor allem der Chemikalieneinsatz entscheidende Bedeutung hat, ob eine Anlagerung von Druckfarbenpartikeln stattfindet. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass die Druckfarbenpartikel in Gegenwart von Seife agglomeriert werden und daher die Anlagerung vermindert bzw. verhindert wird.

Bei Abwesenheit von Chemikalien werden Druckfarbenpartikel eher an Holzstoff als an Zellstoff angelagert. Aufgrund der Ligninbestandteile ist Holzstoff weniger hydrophil als Zellstoff. Hydrophobe, nicht stabilisierte Druckfarbenpartikel adsorbieren daher eher an Holzstoff als an Zellstoff.

Eine Anlagerung wird auch mit zunehmender Zerfaserungsdauer vor allem bei Abwesenheit von Deinkingchemikalien erhalten, allerdings verstärkt sich die Anlagerung erst bei deutlich erhöhter Zerfaserungsdauer.

Allerdings, und das lassen die Daten erkennen, erfolgt schon eine geringfügige Steigerung des IR-Wertes bei niedriger Zerfaserungsdauer, wenn man einen logarithmischen Zusammenhang zugrunde legt. Hier ist allerdings zu berücksichtigen, dass ein IR-Wert von < 5 % sehr niedrig ist, kritisch sollte erst ein Bereich um 10 % und größer sein.

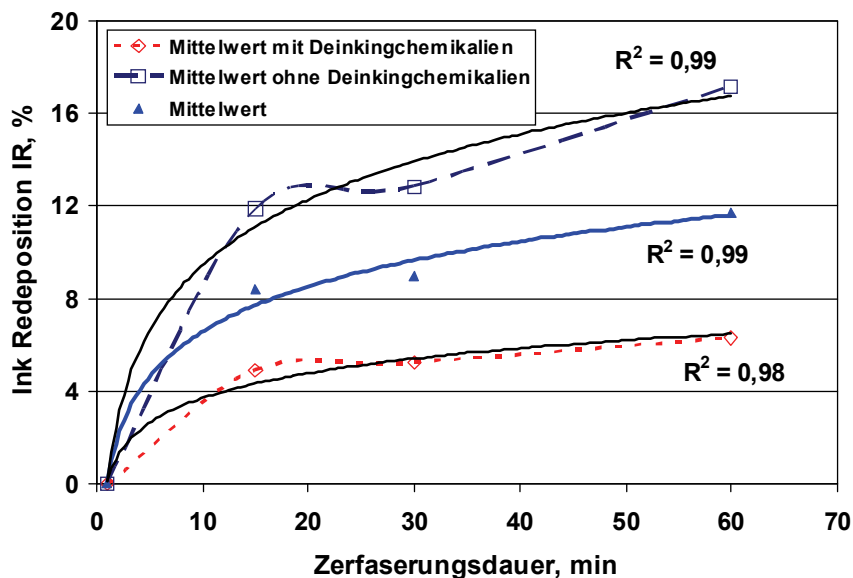


Abb. 8: Anlagerung in Abhängigkeit von der Zerfaserungsdauer

6.2 Gesamtbewertung Ink Redeposition - Prozessstufe Dispergierung

Betrachtete Einflussfaktoren bei der Dispergierung

Auch bei der Dispergierung können neben der Druckfarbenmenge und deren Partikelgrößenverteilung Unterschiede in der Anlagerung von Druckfarbenpartikeln von folgenden Faktoren beeinflusst werden:

- Faserstoffart,
- Druckverfahren,
- Einsatz von Bleichchemikalien bei der Dispergierung,
- Dauer der Dispergierung und damit Energieeintrag.

Zur Bewertung der Anlagerung in Abhängigkeit von den genannten Faktoren werden wieder Mittelwerte des IR-Wertes für die einzelnen Gruppen herangezogen.

IR - Einfluss der Faserstoffart

Zum Einfluss der Faserstoffe führt auch die Anwesenheit von Holzstoff zu einer höheren Anlagerung von Druckfarbenpartikeln als Zellstoff. Die Unterschiede im IR-Wert bewegen sich in Anhängigkeit von der Behandlungsdauer im Bereich von 10 – 12 %-Punkte.

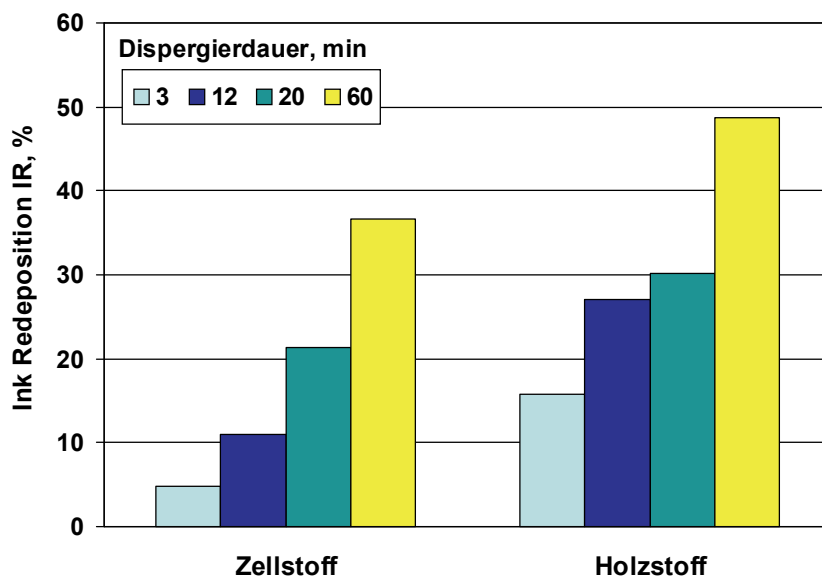


Abb. 9: Anlagerung in Abhängigkeit von Faserstoffart und Dauer der Dispergierung (ohne Bleichchemikalien)

**IR - Einfluss
Druckverfahren**

Zumindest bei niedriger Dispergierdauer sind die Unterschiede nicht signifikant. Erst bei längerer Dispergierdauer ist für Tiefdruckfarben die Anlagerung geringer.

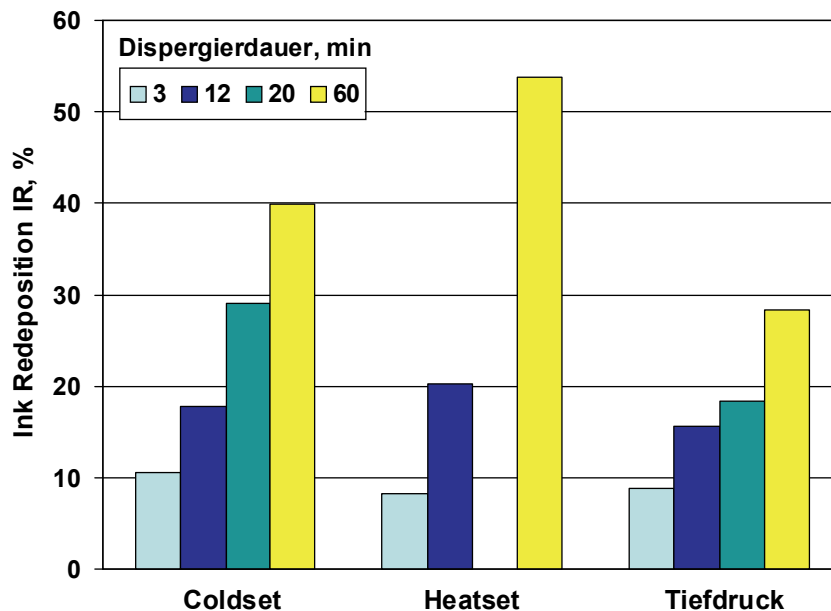


Abb. 10: Anlagerung in Abhängigkeit von Druckverfahren und Dauer der Dispergierung (ohne Bleichchemikalien)

IR - Einfluss von Bleichchemikalien

Sowohl in Anwesenheit von Holzstoff als auch in Gegenwart von Zellstoff führt die Anwesenheit von Bleichchemikalien zu niedrigeren IR-Werten. Dies könnte auf eine stabilisierende Wirkung von Wasserglas, das als Hilfsmittel bei der Peroxidbleiche zugesetzt wird, zurückzuführen sein.

Die Unterschiede im Mittelwert des IR-Wertes mit bzw. ohne Bleichchemikalien liegen zwischen 6 und 14 %-Punkten.

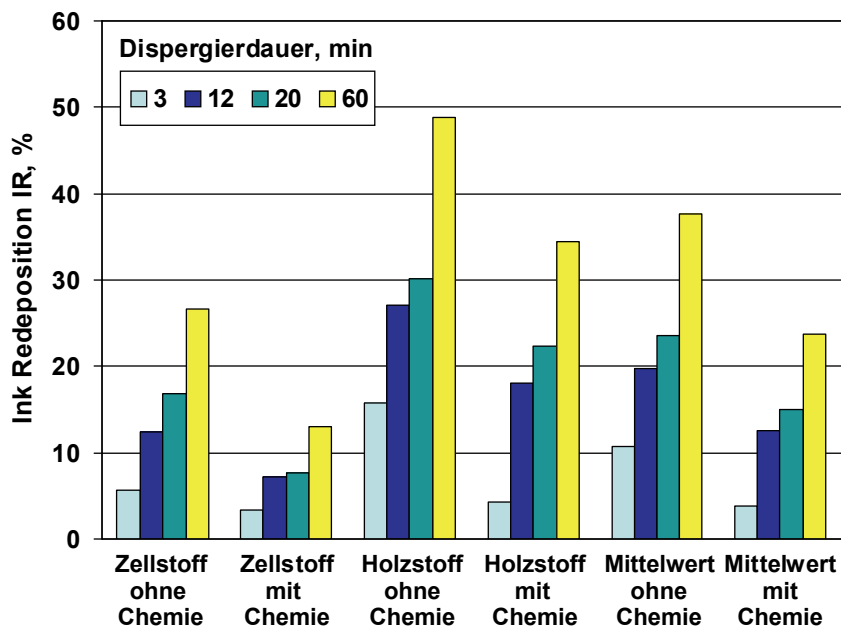


Abb. 11: Anlagerung in Abhängigkeit von Bleichchemikalien und Dauer der Dispergierung

IR- Einfluss der Dauer der Dispergierung

Ein entscheidender Faktor hinsichtlich einer Anlagerung ist auch bei der Dispergierung die Dauer der Behandlung. Ab einer Dauer von 15 Minuten tritt nahezu ein linearer Anstieg der IR-Werte ein.

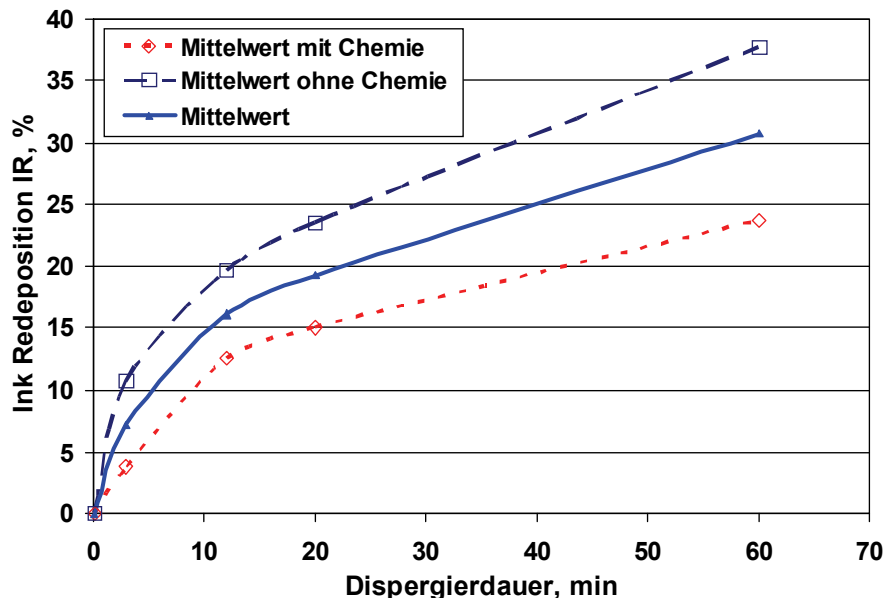


Abb. 12: Anlagerung in Abhängigkeit von der Dauer der Dispergierung

Fazit - Dispergierung

Vergleichbar zu den Ergebnissen bei der Zerfaserung kommt auch bei der Dispergierung der Behandlungsdauer große Bedeutung zu. Die Anwesenheit von Bleichchemikalien wirkt sich positiv auf die Wiederanlagerung aus (geringere Anlagerung), was sich in den geringeren IR-Werten zeigt. Druckfarbenpartikel werden leichter an Holzstoff angelagert als an Zellstoff.

7 Relevanz der Wiederanlagerung bei der Aufbereitung von bedruckten Papieren

Vorgehen

Basierend auf den Ergebnissen der Modellversuche sowie deren Analyse wurde in einigen Versuchen mit praxisnah bedruckten Papieren die Relevanz der Wiederanlagerung bei der Aufbereitung in den beiden Prozessstufen Zerfaserung und Dispergierung näher in Augenschein genommen. Ziel war es, die bei den Modellversuchen ermittelten Trends hinsichtlich der Wiederanlagerung von Druckfarbenpartikel an die Faser auf ihre Übertragbarkeit auf Druckprodukte zu untersuchen.

Für diese Untersuchungen wurden ausgewählte Probedrucke (Coldset- und Heatset-Offset / holzhaltige ungestrichene Papiere, die keinen Altpapierstoff enthalten) verwendet. Im Fokus standen die Prozessbedingungen, wobei jeweils die Aufbereitung des Druckprodukts unter für die Anlagerung kritischen sowie unkritischen Prozessbedingungen betrachtet wurde.

7.1 Prozessstufe Zerfaserung

Prozessstufe Zerfaserung - Vorgehen

Als wesentliche relevante Prozessbedingungen, die bei der Zerfaserung Einfluss auf die Anlagerung nehmen, kristallisierten sich bei den Modellversuchen heraus:

- Chemische Verhältnisse,
- Zerfaserungsdauer.

Druckfarbenanteil - Gegenüberstellung unterschiedliche Prozessbedingungen

Exemplarisch für die Untersuchungen sind am Beispiel eines Coldset-Offset-Druckes auf Zeitungsdrukpapier die Versuchsergebnisse anhand des Druckfarbenanteils dargestellt. Die Gegenüberstellung - günstige/ungünstige Prozessbedingungen für eine Anlagerung - bestätigen in ihrer Tendenz die Ergebnisse der Modellversuche.

Grundsätzlich ist aufgrund des hohen Niveaus des Druckfarbenanteils des ungewaschenen Stoffs eine Wiederanlagerung zu erwarten und zwar sowohl bei Zerfaserung ohne Chemie als auch mit Deinkingchemie. Dies wird bestätigt, wenn man die ungünstigen Prozessbedingungen - hohe Zerfaserungsdauer - betrachtet. Deinkingchemie fördert die Agglomeration der Druckfarbenpartikel abhängig von der Einwirkzeit, was durch die Partikelgrößenverteilung bestätigt wird. Im Vergleich zur Zerfaserung ohne Chemie ist damit das Ausmaß der Wiederanlagerung deutlich geringer, aber eine Redeposition kann nicht vollständig verhindert werden. Bei diesem Druckprodukt liegen bereits bei geringer Zerfaserungsdauer (< 15 min) hohe Chancen für Redeposition vor.

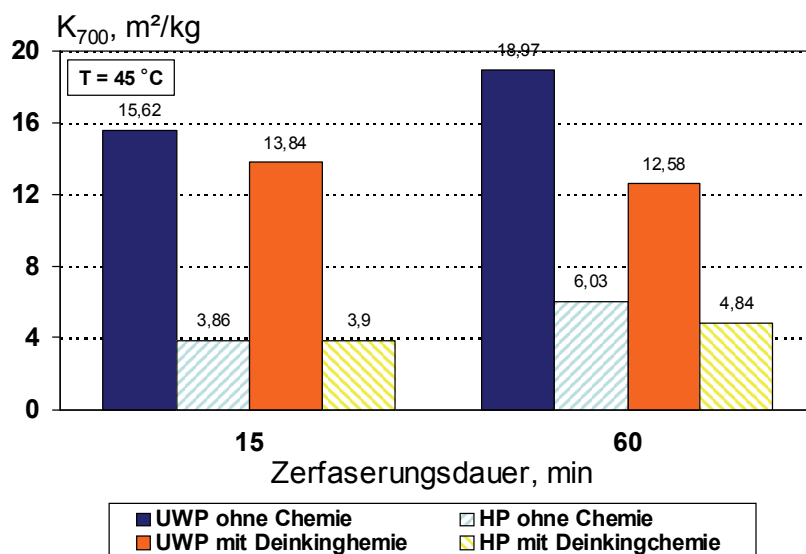


Abb. 13: Vergleich des Druckfarbenanteils abhängig von Zerfaserungsdauer und Chemie (UWP = ungewaschener Stoff / HP = gewaschener Stoff)

**Bewertung
anhand der
Kenngröße Ink
Detachment ID -
Coldset-Offset**

Um auch das Ablöseverhalten der Druckfarbe bei der Zerfaserung mit zu bewerten, wurde die Veränderung des Ink Detachments ID in Abhängigkeit von der Zerfaserungsdauer in die Betrachtung mit einbezogen. Nachfolgendes Beispiel zeigt den Verlauf der Kurven für zwei Druckmuster (Coldset-Offset).

Beide Druckmuster unterschieden sich signifikant in der Druckfarbenablösung, was auf das unterschiedliche Alter der Druckprodukte zurückgeführt werden kann. Steigende Zerfaserungsdauer führt bei beiden Mustern zu einem Abfall der Kenngröße ID. Damit liegt eine Wiedieranlagerung von Druckfarbenpartikeln vor. Unterschiede zwischen den beiden Mustern in der Höhe der Veränderung über die Zerfaserungsdauer sind auf das Papier und seine Zusammensetzung zurückzuführen (Muster A: Papier aus 100 % Holzstoff; Muster B: hh Papier mit hohem Zellstoffanteil).

Die Höhe des Abfalls über die Zerfaserungsdauer - entspricht dem Anteil der Wiedieranlagerung - ist im Vergleich zum Unterschied im Niveau des Ink Detachments zwischen den beiden Mustern relativ gering. Das lässt den Schluss zu, dass hinsichtlich der Bedeutung von Ablösung und Wiedieranlagerung im Bezug auf anhaftende Restdruckfarben, die Druckfarbenablösung der dominierende Faktor ist. Im Hinblick auf Verbesserungsmaßnahmen ist Hauptaugenmerk auf die Druckfarbenablösung zu legen.

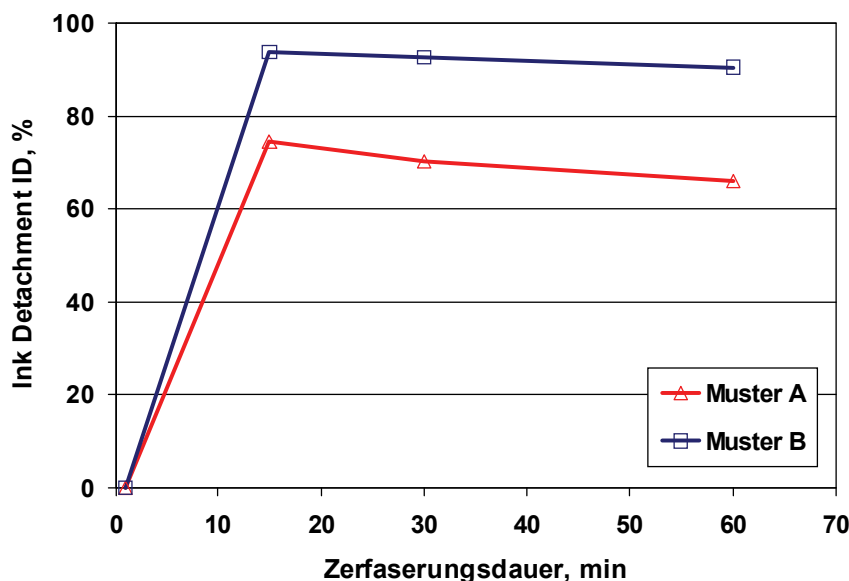


Abb. 14: Ink Detachment abhängig von Zerfaserungsdauer (Coldset-Offset)

**Fazit -
Zerfaserung**

Insgesamt bestätigen die Ergebnisse der Untersuchung der Aufbereitung der bedruckten Papiere die ermittelten Kenntnisse aus den Modellversuchen. Eine Wiederanlagerung von Druckfarbenpartikel an Fasermaterial konnte festgestellt werden. Die chemischen Verhältnisse beeinflussen das Ablöseverhalten und das Partikelgrößenspektrum. So vermindert die Zerfaserung mit Deinkingchemie eine Wiederanlagerung (Agglomeration von Druckfarbenpartikel in Gegenwart von Seife). Eine zunehmende Wiederanlagerung ist festzustellen in Abhängigkeit von der Zerfaserungsdauer unter der Voraussetzung, dass die Bedingungen für eine Wiederanlagerung vorliegen. Eine geringere Wiederanlagerung konnte bei Papieren ermittelt werden, die einen relativ geringen Holzstoffanteil aufweisen.

Hinsichtlich der Bedeutung von Ablösung und Wiederanlagerung im Bezug auf anhaftende Restdruckfarben, ist die Druckfarbenablösung der dominierende Faktor.

7.2 Prozessstufe Dispergierung**Dispergierung -
Untersuchung
Probedrucke**

Für die Bereitstellung des Ausgangsstoffes für die Dispergierversuche wurden praxisnahe Verhältnisse im Labor nachgestellt. So wurde nach der Zerfaserung eine Laborflotation durchgeführt und der flotierte Stoff der Dispergierung unterzogen.

**Kritische
Prozessbe-
dingungen**

Als wesentliche relevante Prozessbedingung, die bei der Dispergierung Einfluss auf die Anlagerung nimmt, kristallisierte sich bei den Modellversuchen die Dispergierdauer heraus.

Druckfarbenanteil in Abhängigkeit von der Dispergierdauer – Beispiel Coldset-Offset / Zeitungsdruckpapier

Exemplarisch für die Untersuchungen sind am Beispiel eines Coldset-Offset-Druckes auf Zeitungsdruckpapier die Versuchsergebnisse anhand des Druckfarbenanteils dargestellt. Nach der Flotation zeigt der hypergewaschene Stoff einen relativ hohen Druckfarbenanteil, was auf die schlechte Ablösung bei der Zerfaserung zurückzuführen ist. Mit Beginn der Dispergierbehandlung und der damit verbundenen Druckfarbenablösung und Fragmentierung der frei vorliegenden Druckfarbenpartikel steigt auch der Wert für den Druckfarbenanteil des ungewaschenen Stoffes an. Durch die Knetbehandlung erfolgt eine deutliche Wiederanlagerung von Druckfarbenpartikel. Betrachtet man das Ergebnis für den Druckfarbenanteil über der Zeitachse, erkennt man, dass die Zunahme des Druckfarbenanteils des hypergewaschenen Stoffes der Zunahme Druckfarbenanteils des ungewaschenen Stoffes folgt.

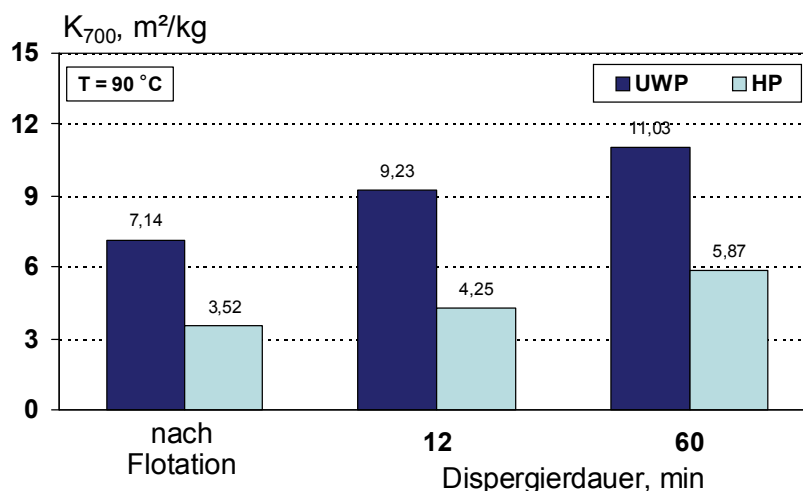


Abb. 15: Einfluss Dispergierdauer auf den Druckfarbenanteil (UWP = ungewaschener Stoff / HP = gewaschener Stoff)

Fazit - Dispergierung

Auch bei der Prozessstufe Dispergierung bestätigen die Ergebnisse der Untersuchung der bedruckten Papiere die ermittelten Kenntnisse aus den Modellversuchen. Die festgestellte Wiederanlagerung von Druckfarbenpartikel an Fasern ist abhängig vom Druckfarbenanteil der für eine Anlagerung zur Verfügung steht (freie Druckfarbenpartikel), wobei dieser beeinflusst wird vom Ausgangsstoff (Druckfarbenablösung, Ausmaß der Flotation) sowie vom Verhalten der vorhandenen Druckfarben in Abhängigkeit von der Dispergierdauer (Ablösung, Fragmentierung - Einfluss auf die Partikelstruktur).

Abhängig von den Gegebenheiten (insbesondere von Kombination Druckfarbe/Papier) tritt bereits nach kurzer Dispergierdauer eine Wiederanlagerung auf, während in diesem Bereich für andere Kombinationen keine oder nur eine geringe Anlagerung zu ermitteln war. In allen Fällen war nach einer hohen Dispergierdauer eine signifikante Wiederanlagerung festzustellen. Der Dispergierdauer, d.h. der mechanischen Behandlung kommt eine große Bedeutung zu.

8 Prozesstechnische Maßnahmen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Fazit aus den Ergebnissen der Modellversuche bzw. der Untersuchungen der Druckprodukte

Die Ergebnisse der grundlegenden Untersuchungen zur Wiederanlagerung von Druckfarbenpartikel an Fasermaterial haben gezeigt, dass bei der Aufbereitung von Druckprodukten mit den mengenmäßig relevanten Druckfarbensystemen Offset- und Tiefdruck, grundsätzlich eine Anlagerung auftreten kann. Die Wiederanlagerung trägt demnach zum Vorhandensein von anhaftenden Restdruckfarben an den Fasern bei und mindert die optischen Eigenschaften des Deinkstoffes.

Voraussetzung für eine Wiederanlagerung ist das Vorliegen von freien Druckfarbenpartikeln im Faserstoff mit einer entsprechend hohen Druckfarbenmenge bzw. Partikelstruktur, welche wiederum von der Druckfarbenart und den Prozessbedingungen geprägt werden.

Bei der Zerkleinerung spielt zunächst das Ablöseverhalten der Druckfarbe von den Fasern eine Rolle, das bestimmt wird von der Kombination Druckfarbenart/Papier, aber auch vom Alter des Druckprodukts (Vernetzungsgrad des Druckfarbenfilms). Als wesentliche Einflussfaktoren, die für eine Wiederanlagerung von Bedeutung sind, haben sich die Dauer der Zerkleinerung und die Abwesenheit von konventionellen Deinkingchemikalien herauskristallisiert. Eine zunehmende Wiederanlagerung ist festzustellen in Abhängigkeit von der Zerkleinerungsdauer (Einfluss der Scherkräfte auf die Druckfarbenfragmentierung, mechanisches ‚Aufreiben‘ der Druckfarbe). Zerkleinerung mit Deinkingchemie vermindert eine Wiederanlagerung (Agglomeration von Druckfarbenpartikel in Gegenwart von Seife).

Einflussfaktor bei der Dispergierung ist der Zustand des Ausgangsstoffes (Druckfarbenablösung, Ausmaß der Vorflotation), aber auch das Verhalten der vorhandenen Druckfarben in Abhängigkeit von der Dispergierdauer (Ablösung, Fragmentierung). So erhöht zunehmende Dauer die Anlagerungswahrscheinlichkeit.

Im Vergleich der Prozessstufen im Hinblick auf das Auftreten von anhaftenden Restdruckfarben spielt die Zerkleinerung die bedeutsamere Rolle, wobei hinsichtlich der Bedeutung von Druckfarbenablösung und Wiederanlagerung, die Ablösung der dominierende Faktor ist.

Das Ausmaß der Wiederanlagerung wird auch beeinflusst durch die Faserstoffart (Holzstoff - Zellstoff). Papiere mit einem geringen Holzstoffanteil zeigen Tendenz zu geringerer Wiederanlagerung.

Empfehlungen zur Zerkleinerung

Aus den zur Verfügung stehenden Ergebnissen lassen sich bei Einsatz von Deinkingware folgende Empfehlungen zur Verbesserung der Druckfarbenablösung, Vermeidung einer Wiederanlagerung und erhöhter Fragmentierung ableiten:

- Vermeidung zu langer Zerkleinerungsdauer bei hoher Stoffdichte und hohen Temperaturen (Wiederanlagerung als Funktion der Zeit und Fragmentierung als Funktion von Zeit und Temperatur),
 - Reduzierung der Zerkleinerungsdauer, Zerkleinerungstemperatur und Verringerung der Alkalimenge auf ein Minimum
 - Einsatz von Deinkingchemikalien bei der Zerkleinerung (optimale Alkalidosierung + Seife).
-

Empfehlungen zur Dispergierung

Zur Vermeidung einer zu hohen Fragmentierung und Wiederanlagerung im Disperger wird empfohlen:

- Verbesserung des Druckfarbenaustrags in der Vorflotation, um Weißgradreduzierung zu vermeiden.
-

Vorteile einer Strategie zur Verringerung der Zerfaserungsdauer

Hinsichtlich der Prozessmodifikationen zur Vermeidung einer Wiederanlagerung und Fragmentierung bei der Zerfaserung zur Erzeugung von DIP für einen optimierten Druckfarbenaustrag bietet vor allem eine Verringerung der Zerfaserungsdauer auf ein Minimum erhebliche Vorteile:

- Geringe Fragmentierung von Druckfarben bei effizienter Druckfarbenablösung führen zu optimalen Druckfarbenaustrag durch Flotation,
 - Geringerer Verlust durch Erhöhung der Selektivität der Flotation,
 - Geringere Fragmentierung von Klebstoffapplikationen führen zu besserer Abtrenneffizienz in den Sortierstufen und damit zu geringerer Stickybelastung im Fertigstoff,
 - Geringerer Energiebedarf,
 - Höhere Produktivität der Prozessstufe Zerfaserung,
 - Verbesserung der optischen Eigenschaften und Reinheit.
-

Wirtschaftlicher Nutzen - Vorteile einer Minimierung des anhaftenden Restdruckfarbenanteils

- Reduzierung der Chemikalienkosten bei der Nachbleiche durch höheres Bleichpotenzial eines Deinkstoffes mit geringerem Restdruckfarbenanteil.
 - Die Erhöhung der Ausbeute in Deinkinganlagen durch eine optimale Druckfarbenentfernung. Bei der Flotation werden bevorzugt Faserstoffe mit anhaftenden Druckfarben ausgetragen. Durch geringere anhaftende Restdruckfarbenanteile können Faserstoffverluste reduziert werden. Dies bedeutet, dass die eingesetzten Altpapiere effektiver für die Erzeugung von deinktem Stoff eingesetzt werden können. Dadurch werden sowohl die Rohstoffkosten als auch die Kosten für die Entsorgung der bei der Aufbereitung anfallenden Abfälle verringert.
 - Eine Erhöhung der Qualität der aufbereiteten Altpapierstoffe. Dies ist Voraussetzung für die Sicherstellung und Steigerung der Altpapiereinsatzquoten.
-

Einsparpotenziale für eine Deinkinganlage

Mit optimierten Zerfaserungs- und Dispergierbedingungen können insbesondere Rohstoffkosten und Entsorgungskosten sowie Energiekosten reduziert werden. Entsprechende Einsparpotenziale können errechnet werden, wenn als Beispiel von folgenden Vorgaben ausgegangen wird:

- Verringerung der Rohstoffkosten durch die Reduzierung des Verlustes um 1 % durch eine optimale Verfahrenseinstellung von Zerfaserung und Flotation,
- Reduktion der Entsorgungskosten durch Abnahme des Verlustes um 1 %,
- Reduktion des Energieeinsatzes um ca. 10 % bei der Prozessstufe Zerfaserung von ca. 34 kWh/t DIP auf ca. 31 kWh/t DIP und damit Energieeinsparung um ca. 1 %.

Damit errechnen sich für eine Deinkinganlage (300 tato) folgende Einsparpotenziale:

- Ca. 29 T€/a für den Rohstoff Altpapier,
 - Ca. 21 T€/a für Entsorgung,
 - Ca. 63 T€/a für Energieeinsatz durch Verringerung der Zerfaserungsdauer.
-

Ansprechpartner für weitere Informationen:

Dipl.-Ing.(FH) Johann Strauß
Tel. 089/12146-491
johann.strauss@ptspaper.de

Dr. Elisabeth Hanecker
Tel. 089/12146-495
elisabeth.hanecker@ptspaper.de

Papiertechnische Stiftung PTS
Heißstraße 134
80797 München
Tel. (089) 1 21 46-0
Fax (089) 1 21 46-36
e-Mail: info@ptspaper.de
www.ptspaper.de

Dipl.-Ing. Adrian Manoiu
Tel. 03529/551-680
adrian.manoiu@ptspaper.de

Papiertechnische Stiftung PTS
Pirmaer Straße 37
01809 Heidenau
Tel. (03529) 55 1-60
Fax (03529) 55 18 99
e-Mail: info@ptspaper.de
www.ptspaper.de

Literaturverzeichnis

- 1 STRAUSS J. u. E. HANECKER
Welches technologische Potenzial steckt heute noch in Altpapierfaserstoffen?
12. PTS-CTP-Deinking-Symposium
G. Galland und E. Hanecker (Hrsg.)
München: PTS 2006
PTS Symposium DE 604
- 2 PUTZ H.-J., SCHABEL S. und A. FAUL
Aktuelle Ergebnislage zur Bewertung der Rezyklierbarkeit von Druckerzeugnissen
11. PTS-CTP-Deinking-Symposium
G. Galland und E. Hanecker (Hrsg.)
München: PTS 2004
PTS Symposium DE 404
- 3 SCHUSTER H. und E. HANECKER
Rohstoff und Prozessbenchmarking der deinkenden Papierindustrie
Internationale Papierwirtschaft, T157-T160 (2004) Nr. 9
- 4 FAUL A.
Deinked Pulp – Quality and Trends at INGEDE Member Mills
INGEDE Seminar
13 September 2005, London
- 5 HANECKER E. und A. FAUL
Veränderungen in den Qualitätseigenschaften von Altpapierstoffen
ipw – Das Papier, T10-T14 (2007) Nr. 1-2
- 6 FAUL A., HÖKE U. und G. LAMBRECHT
Deinking und wirtschaftliche Herstellung von Publikationspapieren
Wochenblatt für Papierfabrikation 134, 1091-1097 (2006) Nr. 19
- 7 MOORE G.
Print Market Trends
16. INGEDE Symposium, 31 January 2007, Munich, Germany
- 8 FABRY B. und B. CARRE
Pulping and ink detachment
8th Advanced Training Course on Deinking Technology
29.05.-31.05.2007, Grenoble. CTP, Grenoble (Hrsg.)
- 9 BEN Y. und G.M. DORRIS
Handsheet and pulp pad preparation procedures for measurement of total and bound ink in
ONP/OMG furnishes
Progress in Paper Recycling 8, 34-41 (1999) Nr. 2
- 10 JOHANSSON B.
Pulping chemistry – Effects of and adaptation to the regional differences in waste paper furnish
In: 10. PTS-CTP-Deinking-Symposium
J. Murr, G. Galland und E. Hanecker (Hrsg.)
München: PTS 2002
PTS Symposium DE 31 204
- 11 GALLAND G., CARRE B. ROUSSET X. und Y. VERNAC
Deinking difficulties related to waterbased ink printed papers analysis of redeposition phenomena
TAPPI Recycling Symposium, 503-516 (2000)

- 12 STACK K., TRIA J. und D. RICHARDSON
Ink detachment and redeposition in alkali flotation deinking systems
Appita Journal 58, 297-301 (2005) Nr. 4
- 13 HAVERI M. und C. LE NY
The role of ONP/OMG in ink detachment and removal
ATIP 57, 16-23 (2003) Nr. 3
- 14 CARRE B., VERNAC Y. und D. BENEVENTI
Reduction of flotation losses, Part 1: Is there something interesting to recover in flotation deinking froths?
Pulp & Paper Canada 105, T152-T155 (2001)
- 15 BEN Y., DAGENAIS M. und G.M. DORRIS
Irreversible ink redeposition during repulping. Part 1. Model deinking systems
Journal of Pulp and Paper Science 26, 83-89 (2000) Nr. 3