

**Sonja Kunkel**

Beitrag zur Aufklärung des  
Entstehungsmechanismus für das  
Vorhandensein von Restdruckfarben im  
Deinkstoff

**Diplomarbeit**

# BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei [www.GRIN.com](http://www.GRIN.com) hochladen  
und kostenlos publizieren



### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

### **Impressum:**

Copyright © 2007 GRIN Verlag  
ISBN: 9783640793150

### **Dieses Buch bei GRIN:**

<https://www.grin.com/document/120703>

**Sonja Kunkel**

**Beitrag zur Aufklärung des Entstehungsmechanismus  
für das Vorhandensein von Restdruckfarben im Deink-  
stoff**

## **GRIN - Your knowledge has value**

Der GRIN Verlag publiziert seit 1998 wissenschaftliche Arbeiten von Studenten, Hochschullehrern und anderen Akademikern als eBook und gedrucktes Buch. Die Verlagswebsite [www.grin.com](http://www.grin.com) ist die ideale Plattform zur Veröffentlichung von Hausarbeiten, Abschlussarbeiten, wissenschaftlichen Aufsätzen, Dissertationen und Fachbüchern.

### **Besuchen Sie uns im Internet:**

<http://www.grin.com/>

<http://www.facebook.com/grincom>

[http://www.twitter.com/grin\\_com](http://www.twitter.com/grin_com)



Papiertechnische Stiftung  
München



Fachhochschule München  
Fachbereich 06: Physikalische Technik

Beitrag zur Aufklärung des Entstehungsmechanismus für  
das Vorhandensein von Restdruckfarben im Deinkstoff.

## **Diplomarbeit**

von

**Sonja Kunkel**

Fachhochschule München  
Fachbereich 06  
Physikalische Technik  
Studienrichtung Technische Physik

vorgelegt am 14.09.2007



## Danksagung

*Bedanken möchte ich mich bei meinem Betreuer Herrn Dipl.-Ing. (FH) Johann Strauß, der mir die Bearbeitung dieses interessanten Forschungsthemas an der Papiertechnischen Stiftung (PTS) ermöglicht hat und mir bei allen Fragen mit Rat und Tat zur Seite stand.*

*Frau Prof. Neukirchinger und Herrn Prof. Vass danke ich für ihre freundliche Unterstützung und ihre Bereitschaft, die Betreuung der Diplomarbeit von Seiten der FH München zu übernehmen.*

*Ein besonderer Dank gilt Frau Dr. Hanecker für die große Hilfsbereitschaft bei allen chemischen und altpapiertechnischen Fragen und für die nützlichen Anregungen bei der Interpretation einiger Messwerte.*

*Bedanken möchte ich mich außerdem bei Herrn Dieter Schulte für die Hilfe im Laboralltag und seine kreative und tatkräftige Unterstützung bei der Lösung aller nur denkbaren versuchstechnischen Probleme, bei Herrn Blasius und Herrn Schwarz von der PTS-Heidenau für die Durchführung der zahlreichen Schmutzpunktemessungen sowie bei allen Mitarbeitern der PTS-München für die kollegiale Zusammenarbeit.*

*Besonderer Dank gilt allen Mitarbeitern des Kompetenzzentrums Altpapierforschung für das tolle Arbeitsklima und die Hilfe bei der praktischen Durchführung.*

*Mein herzlichster Dank gilt schließlich meinem Mann, meinen Eltern sowie meiner gesamten Familie, die während meines Studiums immer hinter mir standen, mich stets vorbehaltlos unterstützten und somit ganz wesentlich daran beteiligt sind, dass ich mein Studium zu einem erfolgreichen Abschluss bringen konnte.*

---



## Kurzfassung

Im Deinkingprozess nicht entfernbare Restdruckfarben beeinträchtigen die Deinkstoffqualität und führen zu deutlich geringeren Weißgraden des aufbereiteten Altpapierstoffs. Ursachen für Restdruckfarben im aufbereiteten Faserstoff können eine schlechte Ablösung der Druckfarben von den Fasern sowie eine Wiederanlagerung von bereits abgelösten, freien Druckfarbenpartikeln sein.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Aufklärung eines möglichen Zustandekommens einer Wiederanlagerung in der Prozessstufe Zerfaserung. Hierfür wurden grundlegende Modellversuche zur Ermittlung der Wiederanlagerung von Druckfarbenpartikeln an Fasermaterial konzipiert. Um eine möglichst eindeutige Abgrenzung zwischen mangelhafter Druckfarbenablösung und Wiederanlagerung zu erhalten, wurde mit frischem unbedrucktem Faserstoff gearbeitet. Die Zugabe der Druckfarbe erfolgte entweder in Form getrockneter Druckfarbenpartikel oder in Form von bedrucktem nassfestem Papier. Mögliche Einflussgrößen auf eine Wiederanlagerung während der Zerfaserung, wie Faserstoffart, Druckfarbenart, Chemikalieneinsatz, Zerfaserungsdauer und Prozesstemperatur, wurden bei den Untersuchungen variiert. Dies sollte Rückschlüsse auf den Entstehungsmechanismus erlauben. Die Beurteilung der Wiederanlagerung erfolgte durch Vergleich der optischen Eigenschaften von druckfarbenfreiem Faserstoff mit denen des druckfarbenenthaltenden hypergewaschenen Faserstoffs.

**Schlagworte:** Deinking, Restdruckfarbe, Wiederanlagerung, Zerfaserung

---

## Abstract

### **Contribution to clarifying the mechanism responsible for the presence of residual ink in deinked stock.**

In the deinking process, non-removable residual ink impairs the DIP quality and results in much lower brightness of the processed RCF pulp. Residual ink in RCF pulp may be due to poor removal of printing inks and redeposition of removed ink particles that are freely available in the paper fibres.

This paper is concerned with clarifying how redeposition might occur in the repulping process stage. Basic model tests designed to investigate ink redeposition onto pulp were therefore created and developed for this purpose. In order to achieve the clearest possible differentiation between poor ink detachment and redeposition, fresh, unprinted pulp was used. The ink was added either in the form of dry printing ink particles or in the form of printed, wet-strength paper. Parameters that might possibly influence redeposition during repulping such as pulp type, chemicals, pulping time and process temperature were varied during the study. This was done to allow conclusions to be drawn about how this mechanism comes about. Redeposition was evaluated by comparing the optical characteristics of ink-free pulp with those of the ink-containing hyperwashed pulp.

**Keywords:** Deinking, residual ink, redeposition, repulping

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Danksagung</b> .....	<b>I</b>
<b>Kurzfassung</b> .....	<b>II</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>II</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>III</b>
<b>Glossar</b> .....	<b>IV</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Aufgabenstellung und Zielsetzung</b> .....	<b>2</b>
<b>3 Theoretische Grundlagen</b> .....	<b>3</b>
<b>3.1 Der Altpapieraufbereitungsprozess im Überblick</b> .....	<b>3</b>
3.1.1 Suspendieren und Zerfasern .....	4
3.1.2 Reinigen .....	5
3.1.3 Verbessern .....	6
<b>3.2 Der Deinkingprozess</b> .....	<b>7</b>
3.2.1 Die Druckfarbenablösung .....	7
3.2.1.1 Mechanische Kräfte .....	7
3.2.1.2 Faserquellung .....	8
3.2.1.3 Oberflächenionisation .....	9
3.2.1.4 Verseifung .....	9
3.2.1.5 Stabilisierung .....	9
3.2.1.6 Deinkingchemikalien .....	10
3.2.1.7 Zusammenspiel der Ablösefaktoren .....	11
3.2.2 Die Druckfarbenentfernung .....	12
3.2.2.1 Das Flotations-Deinking .....	12
3.2.2.2 Das Wasch-Deinking .....	13
<b>3.3 Druckfarbe und Druckverfahren</b> .....	<b>14</b>
3.3.1 Aufbau und Zusammensetzung von Druckfarben .....	14
3.3.1.1 Das Farbmittel .....	14
3.3.1.2 Das Lösungsmittel .....	14
3.3.1.3 Das Bindemittel (Firnis) .....	15
3.3.1.4 Druckhilfsmittel .....	16
3.3.2 Druckverfahren und Eigenschaften des Druckfarbenfilms .....	17
3.3.2.1 Offsetdruck .....	17
3.3.2.2 Flexodruck .....	19
<b>3.4 Wiederanlagerung</b> .....	<b>20</b>
3.4.1 Grundlagen und Einteilung .....	20
3.4.2 Mögliche Einflussgrößen auf eine Wiederanlagerung von Druckfarbenpartikeln an Fasern bei der Zerfaserung .....	23
3.4.2.1 Zerfaserungsbedingungen .....	23
3.4.2.2 Druckprodukt und Druckfarbe .....	28
3.4.2.3 Faserstoff .....	30

---

<b>3.5 Optische Eigenschaften von deinkten Faserstoffen</b> -----	<b>32</b>
3.5.1 Weißgrad .....	32
3.5.2 Schmutzpunkte und Partikelgrößenverteilung .....	33
3.5.3 Berechnungsgrundlagen von weiteren Kenngrößen.....	34
<b>4 Experimenteller Teil</b> .....	<b>37</b>
<b>4.1 Konzeption der Untersuchungen</b> -----	<b>37</b>
4.1.1 Grundidee .....	37
4.1.2 Ablaufplan .....	38
<b>4.2 Eingesetzte Materialien und Geräte</b> -----	<b>39</b>
4.2.1 Eingesetzte Materialien.....	39
4.2.2 Verwendete Geräte und Prüfmittel.....	39
<b>4.3 Auswahl und Festlegung benötigter Methoden</b> -----	<b>40</b>
4.3.1 Bereitstellung der Druckfarbenpartikel für die Modellversuche.....	40
4.3.1.1 Druckfarbenpartikel aus getrockneter Druckfarbe .....	40
4.3.1.2 Druckfarbenpartikel aus abgelösten Druckfarbenpartikeln .....	41
4.3.1.3 Einsatz von bedrucktem nassfestem Papier als Druckfarbenpartikelspender.....	41
4.3.1.4 Verfahrensauswahl zur Bereitstellung der Druckfarbenpartikel.....	43
4.3.2 Auswahl der Methode zur Bewertung der Wiederanlagerung.....	44
4.3.2.1 Hyperwäsche mit Haindl-McNett-Fraktionierer .....	44
4.3.2.2 Hyperwäsche mit Brecht-Holl-Fraktionierer .....	46
4.3.2.3 Vergleich und Auswahl der Methode .....	47
<b>4.4 Beschreibung der Verfahrensschritte zur Durchführung der Modellversuche</b> -----	<b>48</b>
4.4.1 Probenvorbereitung .....	49
4.4.1.1 Vorbereitung des Faserstoffs.....	49
4.4.1.2 Herstellung der Chemikalienlösungen .....	51
4.4.2 Zerfaserung.....	52
4.4.3 Probenentnahme .....	53
4.4.4 Homogenisieren im Desintegrator.....	53
4.4.5 Hyperwäsche .....	54
4.4.6 Herstellung der Laborproben zur Bestimmung der optischen Eigenschaften .....	55
4.4.6.1 Herstellung der Laborblätter (Nutschenblätter).....	55
4.4.6.2 Herstellung der Laborfilter .....	55
<b>4.5 Beschreibung der Verfahrensschritte zur Ermittlung relevanter Kenngrößen</b> -----	<b>57</b>
4.5.1 Vermessung mittels Spektralphotometer .....	58
4.5.2 Partikelgrößenverteilung mittels DOMAS-Schmutzpunktmodul.....	60
4.5.2.1 Große Schmutzpunktmessung GSM .....	61
4.5.2.2 Kleine Schmutzpunktmessung KSM.....	61
4.5.2.3 Mikroskopie.....	62
4.5.3 Abgeleitete Kenngrößen .....	63
4.5.3.1 Weißgradverlust.....	63
4.5.3.2 ERIC-Wert .....	64
4.5.3.3 Modifizierter ERIC <sub>700</sub> -Wert.....	65
<b>4.6 Modellversuche</b> -----	<b>66</b>
4.6.1 Versuche unter Verwendung des Holzstoffs.....	67

---

---

4.6.2 Versuche unter Verwendung des Zellstoffs .....	69
<b>4.7 Referenzversuche mit Altpapier -----</b>	<b>70</b>
<b>5 Ergebnisse _____</b>	<b>71</b>
<b>5.1 Ergebnisse der Referenzversuche mit Altpapier -----</b>	<b>71</b>
<b>5.2 Ergebnisse der Modellversuche-----</b>	<b>73</b>
5.2.1 Ergebnisse bei Einsatz der Coldset-Offset-Druckfarbe und des Holzstoffs .....	73
5.2.2 Ergebnisse bei Einsatz der Coldset-Offset-Druckfarbe und des Zellstoffs .....	77
5.2.3 Ergebnisse bei Einsatz der Heatset-Offset-Druckfarbe und des Holzstoffs .....	80
5.1.3 Ergebnisse bei Einsatz der Rußpigmente .....	84
<b>5.2 Ergebnisse der Schmutzpunktanalysen -----</b>	<b>86</b>
<b>5.3 Ergebnisse der Mikroskopieuntersuchungen -----</b>	<b>90</b>
<b>6 Bewertung und Diskussion der Ergebnisse _____</b>	<b>95</b>
<b>6.1 Bewertung der Einflussgrößen auf eine Wiederanlagerung -----</b>	<b>95</b>
6.1.1 Bewertung der chemischen Verhältnisse.....	97
6.1.2 Bewertung von Druckfarbenart und Menge .....	100
6.1.3 Bewertung der Prozesstemperatur .....	102
6.1.4 Bewertung des Faserstoffs .....	104
6.1.5 Bewertung der Zerfaserungsdauer .....	105
<b>6.2 Diskussion der Ursachen für das Zustandekommen einer Wiederanlagerung-----</b>	<b>106</b>
<b>6.3 Bewertung des Anteils der Wiederanlagerung am Restdruckfarbengehalt -----</b>	<b>108</b>
<b>7 Zusammenfassung und Ausblick _____</b>	<b>110</b>
<b>Summary _____</b>	<b>112</b>
<b>Abbildungsverzeichnis _____</b>	<b>114</b>
<b>Tabellenverzeichnis _____</b>	<b>118</b>
<b>Literaturverzeichnis _____</b>	<b>119</b>
<b>Anhang _____</b>	<b>125</b>

---

## Glossar

aC	alkalische Chemikalienrezeptur
CH	Holzstoff mit Coldset-Druckfarbe
CZ	Zellstoff mit Coldset-Druckfarbe
DIP	Deinked Pulp, deinkter Faserstoff
DOMAS	Digital Optical Measurement and Analysis System
Dr	Drum-Pulper
DTPA	Diethylentriaminpentaessigsäure
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure
ERIC	Effektive Residual Ink Concentration bei 950 nm [ppm]
ERIC <sub>700</sub>	Effektive Residual Ink Concentration bei 700 nm [ppm]
GSM	Große Schmutzpunktmessung
HC	Hochkonsistenz Pulper (Stoffdichte von bis zu 20 %)
HH	Holzstoff mit Heatset-Druckfarbe
HP	hypergewaschener Faserstoff (Pulp)
K	dichtebezogener Lichtabsorptionskoeffizient [ $\text{m}^2/\text{kg}$ ]
KSM	Kleine Schmutzpunktmessung
LC	Konventionelle Pulper (niedrige Stoffdichte meist < 8 %)
lutro	lufttrocken
MC	Pulper im Mittelkonsistenzbereich (Stoffdichte meist zwischen 12 und 15 %)
MF	Membran – Filter
nC	neutrale Chemikalienrezeptur (Einsatz von Tensid)
nf	bedrucktes nassfestes Papier
NP	Nullprobe, druckfarbenfreier Faserstoff
NPH	Nullprobe Holzstoff, druckfarbenfreie Holzstofffasern
NPZ	Nullprobe Zellstoff, druckfarbenfreie Zellstofffasern
oC	ohne Chemikaliengabe
otro	ofentrocken
P	getrocknete Heatset-Druckfarbenpartikel
R <sub>∞</sub>	Reflexionsfaktor eines Papierblattes über einem opaken Papierstapel des gleichen Papiers
R <sub>0</sub>	Reflexionsfaktor eines Papierblattes über einem ideal schwarzen Hintergrund
R457	Weißgrad [%]
$\Delta R457$	Weißgradverlust [%-Punkten]

---