

IGF-Forschungsvorhaben Nr. 18288 N

Laufzeit: 01.07.2014 – 30.06.2017

gefördert durch das



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

über die



Synergistische und antagonistische Effekte beim Deinken von Altpapiermischungen

Schlussbericht

Oktober 2017

Technische Universität Darmstadt
Fachgebiet Papierfabrikation und
Mechanische Verfahrenstechnik

Prof. Dr.-Ing. Samuel Schabel
Projektbearbeiter:
Dipl.-Ing. Saskia Runte
Dr.-Ing. Hans-Joachim Putz

Schlussbericht

zu IGF-Vorhaben Nr. 18288 N

Thema

Synergistische und antagonistische Effekte beim Deinken von Altpapiermischungen

Berichtszeitraum

01.07.2014 bis 30.06.2017

Forschungsvereinigung

Kuratorium für Forschung und Technik der Zellstoff- und Papierindustrie im VDP e.V.

Forschungsstelle(n)

Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Papierfabrikation und Mechanische Verfahrenstechnik

Darmstadt, 27.10.2017

Ort, Datum

S. Runte, Hans-J. Putz
S. Runte, Dr. H.-J. Putz

Name und Unterschrift aller Projektleiter der Forschungsstelle(n)

Zusammenfassung

Altpapier war 2016 mit 75 % der wichtigste Faserrohstoff der deutschen Papierindustrie. Für die Herstellung grafischer Papiere kommen bisher aufgrund optischer Qualitätsanforderungen nur Altpapiersorten in Frage, die aus grafischen Papieren bestehen. Dabei wird überwiegend die Altpapiersorte 1.11.00 eingesetzt. Bei dem zu verarbeitenden Rohstoff handelt es sich stets um eine Altpapiermischung in der auch Papierprodukte enthalten sein können, die als schwer oder nicht deinkbar eingestuft werden. In den letzten Jahren hat sich die Medienlandschaft drastisch verändert. Auffällig ist, dass besonders Druckprodukte basierend auf Inkjet zunehmen. Bisher liegen aus verschiedenen Projekten zur Deinkbarkeit Erfahrungen über das Deinkingverhalten von Druckerzeugnissen vor. Diese Erkenntnisse beziehen sich aber im Wesentlichen auf das Deinkingverhalten einzelner Druckprodukte unter Standardbedingungen, d. h. deinken eines zuvor beschleunigt gealterten Druckerzeugnisses nach INGEDE-Methode 11.

Ziel dieses Projektes ist neben der Untersuchung und Bewertung einzelner Druckprodukte bezüglich ihrer Deinkbarkeit auch die Erfassung des Einflusses verschiedener Alterungsarten und -zeiträumen. Des Weiteren wird das Deinkingverhalten in einer Altpapiermischung unter Zumischung von digitalen Druckprodukten untersucht und modelliert. Neben der Deinkbarkeit im einstufigen Deinkingprozess wurde für das Deinken der Druckprodukte und der Mischungen am PMV eine 2-Loop Methode entwickelt, die neben einer Dispergierstufe eine zweite Flotationsstufen aufweist.

Im Vergleich zwischen dem 1- und 2-stufigen Deinkingprozess im Labormaßstab wird gezeigt, dass der Endweißgrad der Offset-Coldset Zeitungen nach dem Deinken mittels der 2-Loop Methode leicht niedriger ist als nach dem einstufigen Prozess. Zum einen wird beim entwickelten Standard-2-Loop Prozess im Vergleich zum einstufigen Prozess mit einer verkürzten Flotationszeit in der ersten Flotationsstufe gearbeitet. Des Weiteren wird durch die Dispergierung ohne zusätzliche Bleichstufe der Weißgrad in dem Maße gesenkt, wie er durch die 2. Flotation wieder angehoben werden kann. Bei den weiteren untersuchten klassischen Druckprodukten liegt der Weißgrad nach dem Deinken mittels der 2-Loop Methode auf einem leicht höheren Niveau.

Der Indigo Testdruck besitzt insgesamt schon ein hohes Weißgrad und wird durch die Flotation mit beiden Methoden nur noch leicht gesteigert. Beim Trockentoner wird wie bei der Zeitung durch die Dispergierung der Weißgrad gesenkt und durch die 2. Flotation wieder angehoben. Der Endweißgrad liegt auf gleichem Niveau wie beim Deinken im einstufigen Deinkingprozess.

Bei einem der untersuchten pigmentbasierten Inkjet Testdruck, der bereits im einstufigen Flotationsversuch ein unüblich gutes Deinkingergebnis lieferte, wird ein deutlich höherer Endweißgrad durch das Deinken nach der 2-Loop Methode erreicht, da bei diesem Druckprodukt u. a. der Weißgrad durch die Dispergierung nicht beeinträchtigt wird. Bei einem weiteren pigmentbasierten Inkjet Testdruck wird der Weißgrad nur leicht gesteigert. Nach der 2-Loop Methode wird dieser zwar um weitere

zwei Punkte angehoben, jedoch verdoppelt sich dadurch auch die an sich schon schlechte Filtratverdunkelung.

Wie zu erwarten werden durch die Dispergierung und anschließende 2. Flotation bei der 2-Loop Methode die Schmutzpunkte im Vergleich zum einstufigen Prozess stärker reduziert. Dies wird vor allem bei Zeitungen und beim Indigo Testdruck deutlich. Dennoch liegen die Schmutzpunkte des Indigo Testdrucks im Vergleich zu den anderen deinkten Druckerzeugnissen auf einem höheren Niveau. Durch das Deinken wird nach beiden Methoden tendenziell gleich viel Asche ausgetragen. Lediglich beim Trockentoner Testdruck wird bei der 2-Loop Methode besonders durch die 2. Flotation um ca. 10 % mehr Asche ausgetragen.

Zur Ermittlung des Einflusses unterschiedlicher Alterungsvariationen in Abhängigkeit von der Alterungsdauer wurden die Deinkinguntersuchungen im 1- und 2-stufigen Prozess an einer Offset-Coldset Zeitung und verschiedenen digitalen Druckprodukten durchgeführt. Es zeigt sich deutlich, dass die beschleunigte Alterung für drei und sechs Tage im Trockenschrank bei 60 °C den erwarteten Einfluss auf die Weißgradentwicklung beim Deinken der Offset-Coldset Zeitung hat. Zum einen stellt sich ein geringerer Weißgrad des undeinkten Faserstoffs ein und des Weiteren wird die Weißgradsteigerung durch die Flotation reduziert. Dahingegen hat die Lagerung der Offset-Coldset Zeitung bei Normklima und im Kühlraum keinen signifikanten Einfluss auf die Weißgradentwicklung. Die Untersuchungen zur Alterung von Indigo, Trockentoner und Inkjet Testdruck zeigen, dass die Lagerart und -dauer keinen Einfluss auf das Deinkingergebnis haben. Wobei beim Trockentoner Testdruck die Lagerung im Vergleich zur ungealterten Probe einen positiven Einfluss auf das Deinkingergebnis zu haben scheint. Bei allen Versuchen zum Einfluss der Alterung zeigt sich, dass durch das Deinken im 1- und 2-stufigen Deinkingprozess die gleichen Trends erzielt werden.

Zur Bewertung der Deinkbarkeit von Altpapiermischungen wurde zunächst eine Mischung aus verschiedenen klassischen Druckprodukten zusammengestellt und untersucht. Dieser Mischung wurden verschiedene Anteile an Inkjet- und Indigo Testdruck hinzugefügt und die Deinkbarkeit im einstufigen Prozess sowie anhand der 2-Loop Methode untersucht. Für beide Methoden zeigt sich für alle Altpapiermischungen der gleiche Trend, wobei die optischen Eigenschaften tendenziell nach der 2-Loop Methode besser sind. Dabei wird der Weißgrad der Mischungen durch die Dispergierung reduziert und durch die 2. Flotation auf ein höheres Niveau als nach dem einstufigen Deinkingprozess gehoben. Durch die Zugabe von Inkjet Testdruck zur Referenzmischung sinkt der Weißgrad leicht und die Schmutzpunktfläche wird reduziert. Durch die Zugabe von Indigo Testdruck wird wie zu erwarten der Weißgrad der Mischung gesteigert und vor allem die Schmutzpunktfläche gesteigert. Das Deinken nach der 2-Loop Methode führt durch die Dispergierung und die nachfolgende Flotation zu signifikant weniger Schmutzpunkten im fertigen Faserstoff.

In diesem Projekt wird gezeigt, dass die Streu- und Absorptionskoeffizienten, die Farborte sowie die CIE-Weiße der Altpapiermischungen aus den Werten der Einzelprodukte modelliert werden können.

Abschließend wurden verschiedene Optimierungsversuche für die 2-Loop Methode durchgeführt. Durch das Integrieren und Nachschalten von Bleichstufen, wie sie in der Industrie üblich sind, konnten die optischen Eigenschaften am Beispiel von zwei Altpapiermischungen verbessert werden. Des Weiteren wird am Beispiel von Zeitungen und Indigo Testdruck gezeigt, dass das vor der Dispergierung bei der Entwässerung anfallende Eindickfiltrat, welches zum Herauswaschen und Verdünnen des dispergierten Faserstoffs für die 2. Flotation eingesetzt wird, keinen signifikanten Einfluss auf die optischen Eigenschaften hat.

Mit dem projektbegleitenden Ausschuss wurde abgestimmt, dass innerhalb dieses Projektes keine Zielwerte für ein mögliches Bewertungsschema vorgeschlagen werden. Die zu untersuchenden Parameter sowie die Ziel- und Schwellenwerte sollen in Kooperation mit verschiedenen Vertretern aus der Papierindustrie und weiteren Forschungseinrichtungen ermittelt und anschließend dem European Paper Recycling Council (EPRC) vorgelegt werden.

Inhalt

Zusammenfassung	II
Inhalt.....	V
Abkürzungsverzeichnis.....	VII
1 Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung	1
1.1 Ausgangssituation.....	1
1.2 Stand der bisherigen Forschung zum Deinken	4
1.2.1 Deinkbarkeit von Offset und Tiefdruck Druckerzeugnissen	5
1.2.2 Deinkbarkeit von Flexo Druckerzeugnissen.....	6
1.2.3 Deinkbarkeit von Inkjet Druckerzeugnissen	9
1.2.4 Deinkbarkeit von Toner Druckerzeugnissen	10
1.2.5 Zusammenfassung Deinkbarkeit von Einzelprodukten	13
2 Forschungsziel / Lösungsweg	14
2.1 Forschungsziel.....	14
2.1.1 Angestrebte Forschungsergebnisse	14
2.1.2 Innovativer Beitrag der angestrebten Forschungsergebnisse.....	15
2.2 Lösungsweg zur Erreichung des Forschungsziels	15
2.2.1 Entwicklung eines 2-stufigen Aufbereitungsprozesses im Labormaßstab (Arbeitspaket 1)	16
2.2.2 Deinkingverhalten einzelner Druckobjekte (Arbeitspaket 2 + 3)	18
2.2.3 Untersuchung und Modellierung des Deinkingverhaltens von Altpapiermischungen (Arbeitspaket 4)	19
2.2.4 Ausarbeitung eines Bewertungsschemas (Arbeitspaket 5).....	19
2.2.5 Optimierung der Aufbereitung (Arbeitspaket 6).....	20
2.2.6 Bleiche.....	20
2.2.7 Personaleinsatz	21
3 Material und Methodik	22
3.1 Auswahl der Rohstoffe	22
3.1.1 Industriestoffproben	22
3.1.2 Druckprodukte	22
3.1.3 Flotationschemikalien	25
3.1.4 Bleichchemikalien	25
3.2 Versuchsdurchführung	25
3.2.1 1-Loop Methode.....	25

3.2.2	2-Loop Methode.....	26
3.2.3	Alterung	28
3.2.4	Entwässerung mittels Durchlaufzentrifuge bzw. Wäscheschleuder.....	28
3.2.5	Dispergierung	29
3.2.6	Flotation	29
3.2.7	Altpapiermischungen	29
3.2.8	Verwendete Normen.....	30
4	Ergebnisse und Diskussion	31
4.1	Entwicklung eines 2-stufigen Aufbereitungsprozesses im Labormaßstab.....	31
4.2	Deinkingverhalten einzelner Druckobjekte ohne Alterung.....	35
4.3	Einfluss der Alterung auf Deinkbarkeit	42
4.3.1	Alterungseinfluss beim Deinken nach INGEDE-Methode 11	42
4.3.2	Alterungseinfluss beim Deinken nach der 2-Loop Methode.....	46
4.4	Untersuchung des Deinkingverhaltens von Altpapiermischungen	53
4.4.1	Deinking der Einzelprodukte für die Modellierung von Altpapiermischungen	53
4.4.2	Deinking von Altpapiermischungen.....	54
4.4.3	Modellierung des Deinkingverhaltens von Altpapiermischungen	60
4.5	Optimierung der 2-Loop Methode	66
4.5.1	Substitution des Eindickfiltrats durch Frischwasser	66
4.5.2	Bleichversuche	69
4.5.3	Variation der Flotationsbedingungen	70
4.5.4	Optimierung der Zerfaserung.....	71
4.5.5	Optimierung der Dispergierung.....	71
4.6	Parameterauswahl für ein Bewertungsschema.....	71
5	Bedeutung der Forschungsergebnisse für kleine und mittlere Unternehmen (KMU).....	74
5.1	Voraussichtlicher Nutzen der angestrebten Forschungsergebnisse	74
5.2	Voraussichtlicher Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit.....	74
5.3	Aussagen zur voraussichtlichen Umsetzung der FuE-Ergebnisse	75
6	Ergebnistransfer	76
7	Danksagung	77
8	Literaturverzeichnis	78