



» NEUE WERKSTOFFE / » VERPACKUNGEN / » PRINTPRODUKTE / » RESSOURCENEFFIZIENZ

PTS-FORSCHUNGSBERICHT IGF 16358

SICHERSTELLUNG DER FESTIGKEIT VON WELLPAPPENROHPAPIEREN
DURCH SELEKTIVE FLOTATION VON ANORGANISCHEN BESTANDTEILEN
(ENTASCHUNG)

Titel

Sicherstellung der Festigkeit von Wellpappenrohpa-pieren durch selektive Flotation von anorganischen Bestandteilen (Entaschung)

C. Seidemann

Inhalt

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | Zusammenfassung | 2 |
| 2 | Abstract | 4 |
| 3 | Einleitung | 7 |
| 4 | Versuchsdurchführung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung | 9 |
| 5 | Charakterisierung der mineralischen Stoffe | 10 |
| 6 | Initiales Flotationsverhalten Faserstoffe und Screening Flotationshilfsmittel | 13 |
| 7 | Selektive Flotation im Technikumsmaßstab | 20 |
| 8 | Mahlung von flotiertem Altpapierfaserstoff | 22 |
| 9 | Verfahrenskombination | 23 |
| 10 | Wirtschaftlichkeitsbetrachtung | 30 |

1 Zusammenfassung

| | |
|----------------------------------|--|
| Thema | Sicherstellung der Festigkeit von Wellpappenrohlapieren durch selektive Flotation von anorganischen Bestandteilen (Entaschung) |
| Ziel des Projektes | <p>Das Ziel dieses Forschungsprojekts der PTS war es, ein Verfahrenskonzept in der Stoffaufbereitung zu entwickeln, das die Festigkeit von Altpapierfaserstoff um mehr als 20 % erhöht, damit die Festigkeit von Wellpappenrohlapier sichergestellt werden kann.</p> <p>Dies sollte durch die Integration einer Flotationsstufe (Entaschung von Altpapierstoff) sowie einer Mahlung in den Stoffaufbereitungsprozess von Produktionsanlagen von Wellpappenrohlapieren erreicht werden. Durch die Anwendung von chemischen Additiven soll der Betrieb der Flotation sehr selektiv gestaltet werden.</p> |
| Ergebnisse | Für die Flotation der Kurzfasernfraktion wurde mit einem anionischen Tensid auf der Basis von verseiften Fettsäuren die höchste Selektivität bezüglich der Abtrennung von anorganischen Stoffen erreicht. Damit wurde eine Reduzierung des Glührückstandswertes 525°C des Kurzfasernstoffes um 38,4% von 16,9 % auf 10,4 % bei einem Gesamtverlust von 17 % erzielt. Durch die Zugabe des Tensides wird die Flotationsgeschwindigkeit in etwa um den Faktor zwei erhöht. |
| Flotation | Um das Verhalten der einzelnen Fraktionen während der Flotation zu charakterisieren, wurden Versuche zur Flotation von Pigmenten durchgeführt. Die verstrichenen und resuspendierten Pigmente zeigten gute Flotationseigenschaften. Diese konnten bei Zusatz von Faserstoffen jedoch nicht beibehalten werden. |
| Oberflächenspannung | Eine Eignung des Parameters Oberflächenspannung als Indikator für die Wirksamkeit des Flotationsprozesses konnte durch die Versuche nicht nachgewiesen werden. |
| Mahlung | Für die Mahlung der flotierten Kurzfasernfraktion wurden keine entscheidenden Unterschiede zwischen den Einstellungen im Low-Intensity-Bereich und mit praxistypischen spezifischen Mahlantenbelastungen ermittelt. |
| Stoffaufbereitungskonzept | Durch ein Stoffaufbereitungskonzept, bestehend aus einer Flotation und Mahlung der Kurzfasernfraktion und ohne Mahlbehandlung der Langfasernfraktion , können der SCT-Index um 10 % und der Berstwiderstand-Index um 20 % erhöht werden. |

**Trocken-
verfestiger**

Das erarbeitete Verfahrenskonzept mit Anwendung von Flotation und Mahlung sowie Einsatz eines synthetischen Trockenverfestigers ergab eine Steigerung des Streifenstauchwiderstand-Index um insgesamt 25 % und des Berstwiderstand-Index um 56 %.

**konzeptionellen
Empfehlungen**

- Installation des Flotations- und des Mahlprozesses in der Kurzfaserfraktion,
- Auslegung und Betrieb der Flotation als einstufige Anlage und
- Ausführung und Betrieb der Fraktionierung mit dem Ziel der Erreichung einer möglichst hohen Trennschärfe

**Rahmen-
bedingungen**

- Die Anwendung eines Flotationsprozesses in Faserstoffströmen der Wellpappenrohpaperzeugung ist nur unter der Voraussetzung, dass eine kostenfreie Entsorgung des Flotates und der Feinsortierrejekte möglich ist, wirtschaftlich darstellbar. Hierfür ergeben sich perspektivisch gute Möglichkeiten aufgrund der steigenden Bedeutung der Erzeugung von Energieträgern und/oder chemischen Stoffen aus nachwachsenden Rohstoffen.
- Die Wirtschaftlichkeit der untersuchten Verfahrenskonzepte ist nur bei einer Erhöhung der Produktion um den Betrag, der bei vollständiger Substitution des Oberflächenstärkeauftrages möglich ist, oder der Erzielung eines entsprechend höheren Produktpreises gegeben.

**Schluss-
folgerung**

Die technologische Eignung eines Stoffaufbereitungskonzeptes für die Wellpappenrohpaperherstellung mit integrierter Flotation und Mahlung in der Kurzfaserfraktion zur Steigerung der Festigkeitseigenschaften des Altpapier-Faserstoffes konnte nachgewiesen werden. Die gewonnen Erkenntnisse bezüglich der technologischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und der Konzeptgestaltung können als Entscheidungshilfe und für die Umsetzung der Verfahren in die Praxis genutzt werden.

**Nutzen und
wirtschaftliche
Bedeutung des
Forschungsthema
s für kleine und
mittlere
Unternehmen
(kmU)**

Der Nutzen der Forschungsergebnisse für deutsche klein und mittlere Unternehmen liegt in der weiteren Verbreitung der Flotationstechnik und der Anwendung von Trockenverfestigern innerhalb der Papierindustrie.

Davon profitieren vor allem die stark kmU-geprägten Branchen der Aufbereitungstechnik, der Herstellung von Spezialchemikalien und deren Zulieferindustrie. Angesichts der geringen eigenen Forschungs- und Entwicklungskapazitäten von kmU in diesem Bereich, sind die Ergebnisse dieses Projektes von großer Bedeutung für deren Wettbewerbsfähigkeit. Durch die angestrebte Weiterentwicklung im Stand der Technik erschließt sich für kmU aus diesen Branchen ein neuer, höchst attraktiver Absatzmarkt innerhalb der Papierindustrie.

Danksagung

Das Forschungsvorhaben IGF 16358 BR der AiF-Forschungsvereinigung PTS 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:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Unser Dank gilt außerdem den beteiligten deutschen Firmen für die Probenbereitstellung und für die freundliche Unterstützung bei der Projektdurchführung.

2 Abstract

Objective

Aim of the project was the development of a process concept for stock preparation leading to a more than 20 % strength increase in recycled fibre pulp to ensure the desired strength levels in corrugating base production. This was to be achieved by integrating a flotation stage (de-ashing of recycled fibres) and a refining stage in the stock preparation process of corrugating base production systems. Chemical additives were to be used to ensure a high selectivity of the flotation stage.

Results

An **anionic surfactant based on saponified fatty acid** was found to give the greatest selectivity of the flotation stage for the removal of inorganic materials from short-fibre fractions. By means of this additive, the ash content (525°C) could be reduced by 38,4% (from 16,9 % to 10,4 %), at a total loss of 17 %. Moreover, the surfactant increased the **flotation speed** approximately by a factor of two.

| | |
|--|---|
| Flotation | Pigment flotation tests were performed to study the behaviour of individual fractions during flotation. After coating and re-suspension, the pigments showed good flotation properties. The latter were not maintained in the presence of fibres, however. |
| Surface tension | The suitability of the parameter surface tension as flotation efficiency indicator could not be demonstrated by the tests. |
| Refining | No significant differences were detected between the refining of flotation-treated short-fibre fractions with low-intensity parameter settings and their refining at specific edge loads typically used in practice. |
| Stock preparation concept | The stock preparation concept comprised of flotation and refining of the short-fibre fraction without refining of the long-fibre fraction produced a 10 % increase in SCT index and 20 % increase in burst index. |
| Dry strength agent | The developed process concept including the use of flotation and refining treatment as well as a synthetic dry strength agent produced a 25 % increase in short span compression strength (total) and 56 % increase in burst index. |
| Recommendations for the process concept | <ul style="list-style-type: none">- Installing flotation and refining stages for the treatment of short-fibre fractions- Dimensioning and operating the flotation stage as single-stage unit- Designing and operating the fractionation stage for maximum selectivity |
| Prerequisites | <ul style="list-style-type: none">- Using flotation for the treatment of pulp flows in corrugating base production is only profitable if flotation and fine-screening rejects can be disposed of at no charge. This is very likely to be possible in future because of the growing importance and use of rejects as renewable raw materials for energy recovery and/or chemical recycling.- The proposed process concept can only be profitable if the production volume is increased to at least the level achievable without surface starch application, or if correspondingly higher product prices can be realized |
| Conclusion | The technological suitability of a stock preparation concept with integrated flotation and refining of the short-fibre fraction to increase the strength properties of recycled fibre pulps for corrugating base production could be demonstrated. The findings about technological and economic prerequisites and concept design can be used as decision aids and for implementing the processes in practice. |

Acknowledgement

The IGF 16358 BR research project of the AiF research association PTS was funded within the program of promoting “pre-competitive joint research (IGF)” by the German Federal Ministry of Economics and Technology BMWi based on a decision of the German Bundestag 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.

We would also like to thank the paper and supply firms involved in the project for supporting the project work.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

3 Einleitung

Forschungsthese Das Forschungsprojekt stützt sich auf den Ansatz, dass durch Reduzierung des mineralischen Anteils im Faserstoff mittels Flotation und einer gezielten Faserfibrillierung unter Low-Intensity-Bedingungen eine Verbesserung der Faser-Faser-Bindung ohne wesentliche Verringerung der Faserlänge erreicht wird. Zudem wird erwartet, dass die Reduzierung des mineralischen Anteils im Faserstoff auch die Wirksamkeit von synthetischen Trockenverfestigern verbessert. Daraus leitet sich der übergreifende Ansatz ab, dass die bei der Wellpappenroh-papierherstellung durch einen einseitigen Oberflächenauftrag erzielten Festigkeitssteigerungen durch eine kombinierte Anwendung dieser Verfahren wirtschaftlicher erreichbar sind.

Problemstellung Die bei der Wellpappenroh-papierherstellung üblicherweise eingesetzten Altpapiersorten 1.02 und 1.04 weisen steigende Gehalte an mineralischen Stoffen und sinkende Anteile an Faserlangstoff auf [1]. In Folge davon sind die erforderlichen Festigkeitseigenschaften nur durch zusätzliche Maßnahmen – insbesondere durch den Auftrag von Oberflächenstärke – erreichbar. Die Steigerungsrate durch den Auftrag von Oberflächenstärke ist begrenzt. Es besteht daher ein Bedarf an Verfahren, welche wirtschaftlich höhere Festigkeitssteigerungen als ein Oberflächenstärkeauftrag ermöglichen.

Herkunft der mineralischen Stoffe Bei der Papierherstellung werden mineralische Stoffe zur Verbesserung der optischen Eigenschaften und der Bedruckbarkeit der Fertigpapiere sowie die Substitution von kostenintensiven Faserstoffen eingesetzt. Der Einsatz erfolgt als Füllstoff in das Fasergefüge des Papierblattes oder/und als Streichpigment auf die Papieroberfläche.

Ein bedeutender Einsatzbereich für Füllstoffe und Pigmente ist die Herstellung von holzhaltigen grafischen Druckpapieren, insbesondere SC- und LWC-Papieren. Bei SC-Papieren handelt es sich um hochgefüllte Papiere. Der Füllstoffgehalt kann bis zu 35 % betragen. LWC-Papiere sind gestrichene Papiere. Durch einen Strichauftrag von 5 - 12 g pro m² je Seite besitzen diese Papiere einen Pigmentanteil von 24 - 38 % [2, 3, 4]. Diese Papiere werden vorwiegend zur Herstellung von Magazinen und Werbedrucken eingesetzt.

Diese Papierqualitäten gehören mit einer jährlichen Produktionsmenge in Deutschland von ca. 3,8 Mio. Tonnen im Jahr und einem Anteil von ca. 39 % an der Produktion von grafischen Papieren in Deutschland zu den Massendruckpapieren [5]. Der Anteil der stark gestrichenen LWC-Papiere am Verbrauch grafischer Massendruckpapiere in Deutschland wurde für das Jahr 2008 mit ca. 30 % bestimmt [6]. Diese Papiere gelangen insbesondere mit der aus der haushaltsnahen Erfassung generierten Altpapiersorte 1.02 direkt in den Verpackungspapierkreislauf.

Anhand der vom PMV Darmstadt für das Jahr 2010 vorgelegten Untersuchungsergebnissen zur stofflichen Zusammensetzung und Qualität von Altpapiersorten in Deutschland und Europa, wonach der Anteil an grafischen Papieren in der Sorte 1.02 ca. 55 % und in der Sorte 1.04 ca. 18 % beträgt, ist ableitbar, dass diese gestrichenen und gefüllten Druckpapieren eine wesentliche Quelle für die mineralischen Stoffe in den Altpapierfaserstoffen der Verpackungspapierherstellung darstellen [1].

Wirkung von mineralischen Stoffen

Mineralische Stoffe tragen im Papierblatt nicht zur Faser-Faser-Bindung und damit zur Entwicklung der hauptsächlich darauf beruhenden Festigkeitseigenschaften bei. An der Forschungseinrichtung wurde der Einfluss zwischen dem Gehalt an mineralischen Stoffen im Papier auf die für die Wellpappenrohpaierherstellung wesentlichen Festigkeitseigenschaften im Labormaßstab untersucht. Die in Abbildung 1 dargestellten Ergebnisse zeigen eine mit steigendem Anteil an mineralischen Stoffen weitestgehend lineare Abnahme des Berst- und Streifenstauchwiderstandes [7]. Anhand dieser Daten kann – ausschließlich unter dem Aspekt des Anstieges des Aschegehaltes – geschätzt werden, dass für die Altpapiersorte 1.04 im Zeitraum von 2000 bis 2010 eine Verringerung des SCT-Wertes um ca. 5 % und des Bestwiderstandes um ca. 10 % erfolgte.

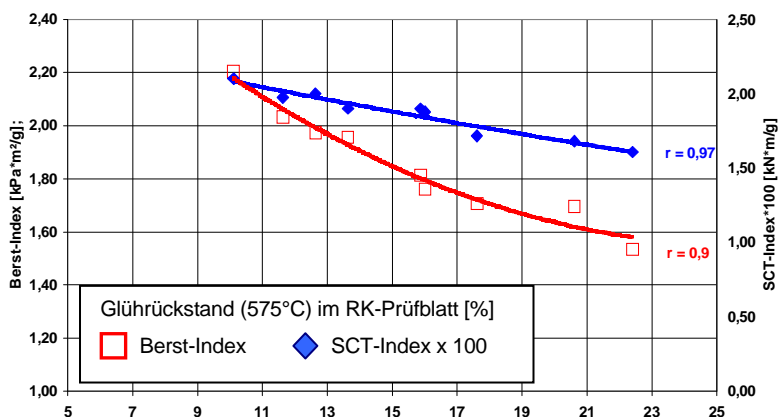


Abbildung 1: Veränderungen der Festigkeitseigenschaften von Laborprüfblättern in Abhängigkeit des Gehaltes an mineralischen Stoffen [7]

| | |
|-----------------------|--|
| Forschungsziel | <p>Ziel des Projektes ist es, ein Verfahrenskonzept in der Stoffaufbereitung zu entwickeln, das die Festigkeit von Altpapierfaserstoff um mehr als 20 % erhöht, damit die Festigkeit von Wellpappenroh papier sichergestellt werden kann.</p> <p>Dies soll durch die Integration einer Flotationsstufe (Entaschung von Altpapierstoff) sowie einer Low-Intensity Mahlung in den Stoffaufbereitungsprozess von Produktionsanlagen von Wellpappenrohpapieren erreicht werden. Durch die Anwendung von chemischen Additiven soll der Betrieb der Flotationsstufe sehr selektiv gestaltet werden.</p> <p>Die technologische Eignung der Oberflächenspannungsmessung zur Regelung der Dosierung von Flotationschemikalien und damit der Steuerung des Flotationsprozesses soll geprüft werden.</p> <p>Außerdem sind Konzepte zur Aufbereitung bzw. Entsorgung der bei der Flotation anfallenden Rückstände aufzuzeigen.</p> <p>Empfehlungen für die Auslegung und die Betriebsweise der selektiven Flotation, der Low-Intensity Mahlung sowie für ein Stoffaufbereitungskonzept werden erarbeitet.</p> <p>Auf Grundlage dieser Ergebnisse soll ein technologisches und wirtschaftliches Konzept für die industrielle Umsetzung entwickelt werden.</p> |
|-----------------------|--|

4 Versuchsdurchführung und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

| | |
|---|--|
| Charakterisierung der mineralischen Stoffe | Charakterisierung der Mineralien von Füllstoffen und Modellstrichen hinsichtlich Korngrößenverteilung und Oberflächenladung. |
| Screening Flotationshilfsmittel | Bestimmung von Chemikalien, die einen Austrag von Mineralien bei der Flotation begünstigen und nur minimale Faserverluste verursachen. Ableitung von Bedingungen (Flotationschemikalien, Dosiermenge, Stoffdichte) für die kontinuierliche Flotation. Ermittlung des Zusammenhanges zwischen der Oberflächenspannung und dem Austrag von Mineralien bei der Flotation. |
| Flotation im Technikum | Ermittlung der Wirksamkeit der in den Laborversuchen ermittelten Chemikalien bei kontinuierlicher Betriebsweise der Flotation im Technikum. |
| Mahlung von flotiertem Altpapierfaserstoff | Bestimmung von Kennwerten für morphologische und mechanische Eigenschaften von Altpapierstoffen bei der Low-Intensity Mahlung und bei Mahlung unter Standardbedingungen. |
| Verfahrenskombination | Die geeignete Verfahrenstechnologie zur Kombination aus selektiver Flotation und Mahlung sowie Einsatz eines synthetischen Trockenverfestigers wird untersucht. |
| Wirtschaftlichkeitsbetrachtung | Wirtschaftliche Bewertung der untersuchten Verfahrenskonzepte im Vergleich zu den derzeit üblichen Verfahrenskonzepten zur Sicherung der Festigkeiten von Wellpappenroh papier. Dieses Arbeitspaket zeigt die wirtschaftliche Machbarkeit der erfolgreichen Konzepte auf. |

5 Charakterisierung der mineralischen Stoffe

Vorgehen

Für die Bewertung der Flotationseigenschaften der in Altpapiersuspensionen der Verpackungspapierherstellung vorliegenden mineralischen Stoffe wurden folgende Ansätze verfolgt:

- Bestimmung von Oberflächeneigenschaften (Zeta-Potential und Anhaftung von Strichbindemitteln) und Partikelgröße von
 - o Füllstoffen und nativen Pigmenten sowie von
 - o verstrichenen und redispergierten Pigmenten (Modellstriche)
- Abschätzung der Partikelgröße von flotierten Mineralien verschiedener Papierqualitäten

Die Analysen von definierten, typischen Füllstoffen, Pigmenten und redispergierten Strichpigmenten ermöglichte eine Aussage bezüglich der Eigenschaftsparameter dieser Stoffe. Durch das gewählte Vorgehen, die Charakterisierung an reinen mineralischen Stoffen bzw. präparativ gewonnenen Strichpigmenten vorzunehmen, wurden die bei Einsatz von realen Altpapierstoffgemischen bestehenden nicht abschätzbaren Unsicherheiten durch Feinstoff und undefinierbare Faser- und mineralische Stoffe ausgeschlossen.

In einem weiteren Schritt sollte anhand von Flotationsversuche mit Primärfaserstoffen geklärt werden, ob und in welcher Größenordnung das Flotationsverhalten der mineralischen Stoffe durch die Vermischung mit Faserstoffen beeinflusst wird.

Eigenschaftskennwerte von Füllstoffen und Pigmenten

Die Werte für die mittlere Partikelgröße der Mineralienpartikel sind anzahlgewichtet ausgewertet; die Standardabweichung betrug je nach Probe zwischen 105 und 282 nm. Die Untersuchungsergebnisse sind in der Tabelle 5.1 dargestellt.

Tabelle 5.1: Eigenschaftskennwerte von Füllstoffen und Pigmenten sowie Pigmenten von redispergierter Streichfarbe

| Mineralische Stoffe | | Bezeichnung | Zeta-Potential | Mittlere Partikelgröße (anzahlgewichtet) [µm] | qualitativer Nachweis des Strichbindemittels (Copolymerisate auf Basis Butadien und Styrol) mittels IR-Spektroskopie |
|------------------------|---|-------------|--------------------------------|--|--|
| | | | Verdünnungswasser: W_2 [mV] | | |
| Kaolin | Füllstoff - Handelsware | K_1 | -0,72 | 1,9 | - |
| | Pigment - Handelsware | K_2 | -23,9 | 1,2 | - |
| | verstrichenes und redispergiertes Pigment | K_3 | -21 | 1,8 | positiv (Nachweis von Styrolbutadiencopolymeren) |
| Calciumcarbonat | Füllstoff - Handelsware | C_1 | -17 | 1,0 | - |
| | Pigment - Handelsware | C_2 | -22,9 | 1,2 | - |
| | verstrichenes und redispergiertes Pigment | C_3 | -23,7 | 1,1 | positiv (Nachweis von Styrolbutadiencopolymeren) |

Bindemittelanhaftung an den redispergierten Pigmenten

Die redispergierten und gewaschenen Pigmente C_3 und K_3 wurden mittels IR-Spektroskopie in Bezug auf das eingesetzte Streichfarbenbindemittel untersucht. In beiden Pigmentproben wurde die Bindemittelkomponente der Modellstreichfarbe analysiert. Daraus ist ableitbar, dass die Oberflächen der redispergierten Pigmente zumindest teilweise mit dem Bindemittel belegt sind. Diese Aussage wird zusätzlich durch die Glührückstandsmessungen bei 525°C von Original- und redispergierten Pigmenten gestützt (Tabelle 5.2). Für die verstrichenen und redispergierten Pigmente C_3 und K_3 wurden gegenüber den Originalpigmenten um 6,6 bis 7,4 % höhere Glührverluste bestimmt, welche durch die anhaftenden Bindemittelpartikel begründet sind.

Tabelle 5.2: Vergleich der Glührückstände 525°C zwischen nativen Pigment und verstrichenem, redispergiertem und gewaschenem Pigment

| Mess-/ Kennwerte \ Pigmente | K_2 | K_3 | C_2 | C_3 |
|---|-------|-------|-------|-------|
| Glührückstand 525°C [%] | 86,96 | 80,34 | 99,37 | 91,95 |
| Differenz Glührückstand zu Original-Pigment - absolut [%] | | 6,62 | | 7,42 |

Nach der Redispergierung der Strichpigmente bleiben Strichbindemitteln anhaften. Aufgrund des hydrophoben Charakters der Strichbindemittel wird die Wasserbenetzbarkeit der Pigmente durch Anhaftung von Strichbindemittel verringert. Zudem erhöht die anhaftende Bindemittelmenge die durch eine Entaschung bewirkte Verlustrate.

Zusammenfassung

Im Arbeitspaket 1 wurden verschiedene Arten und Produkte von mineralischen Stoffen, welche bei der Papierherstellung eingesetzt werden bzw. im Altpapierfaserstoffen vorliegen können, in Bezug auf ihre Flotierbarkeitseigenschaften untersucht. In einem weiteren Schritt wurde die Flotierbarkeit von Füllstoffen und Pigmenten anhand von Laborflotationen einzeln und in Mischung mit ausgewählten Faserstoffen untersucht.

Durch diese Untersuchungen wurden folgende Erkenntnisse gewonnen:

- In Altpapiersuspensionen liegen neben den Original-Mineralien auch die aus dem redispergierten Strich stammenden Pigmente überwiegend in einem sehr kleinen Partikelgrößenbereich von 1 bis 2 μm vor.
- Die Oberflächenladung der untersuchten Mineralien liegen bis auf den Kaolin-Füllstoff (K_1) im Bereich von Fasersuspensionen, wobei die redispergierten Pigmente K_3 und C_3 gegenüber den Original-Mineralien eine tendenziell geringfügig stärkere Anionität aufweisen.
- An Pigmenten aus redispergierter Streichfarbe sind Anhaftungen an Strichbindemittel analytisch nachweisbar.
- Die Bindemittelanhaftungen an den redispergierten Strichpigmenten führen gegenüber den Originalpigmenten zu einer Erhöhung des Glühverlustes um ca. 7 % (absolut).

Zusammenfassend kann aus diesen Ergebnissen abgeleitet werden, dass die redispergierten Streichfarbepigmente aufgrund der durch die Bindemittelanhaftung bewirkten Hydrophobierung der Oberflächen der Pigmentpartikel gute Flotationseigenschaften aufweisen. Diese Aussage wurde anhand von Laborflotationsversuchen mit reinen Füllstoff- und Pigmentsuspensionen bestätigt. Füllstoffe und Pigmente ohne diese anhaftenden Bindemittelpartikel sind aufgrund ihres relativ hydrophilen Charakters und ihre mit Faserstoffen vergleichbaren anionischen Oberflächenladung nicht mittels der derzeit bei der Flotation angewandten Wirkmechanismen flotierbar.

Die Zeta-Potentialwerte der Faserstoffe und mineralischen Stoffe – ausgenommen des Füllstoffes auf Kaolinbasis (K_1) – liegen relativ eng beieinander, d.h. deren Unterschiede sind nicht groß genug, um diese für eine gezielte Anlagerung von Flotationshilfsmitteln nutzen zu können.

Als Wirkmechanismus zur Flotation der hydrophobierten Pigmente aus den redispergierten Streichfarben ist das Prinzip der hydrophoben Wechselwirkung zu nutzen. Für die Umsetzung sind insbesondere Flotationshilfsmittel mit stark hydrophobem Charakter geeignet.

6 Initiales Flotationsverhalten Faserstoffe und Screening Flotationshilfsmittel

Vorgehen Für das Auswahlverfahren für Hilfsmittel zur selektiven Flotation von Füllstoffen und redispergierten Streichpigmenten aus Altpapiersuspensionen wurden folgende Ansätze verfolgt:

- direkte Bestimmung der Flotationseigenschaften der Mineralien mittels Flotationsversuchen
 - o ohne Faserstoffzugabe
 - o in Mischung mit mineralienfreien Faserstoffen
- Einbeziehung von bei der Druckfarbenflotation eingesetzten Tensiden, da diese Produkte und deren Einsatzbedingungen in der Papierindustrie bereits bekannt sind
- Untersuchung eines breiten Spektrums an in anderen Industriezweigen genutzten Tensiden; keine Einschränkung bezüglich der Ionogenität der Tenside
- Prüfung des Parameters Oberflächenspannung in Bezug auf seine Aussagekraft zur Selektivität des Flotationsprozesses
- Durchführung des Tensid-Auswahlverfahrens in zwei Stufen:
 - o Im ersten Schritt wurden Flotationsversuche zur Bestimmung des Einflusses von Tensiden auf das Flotationsverhalten von einem Papier mit einem hohen Anteil an Strichpigmenten (LWC-Papier) durchgeführt
 - o In der zweiten Stufe wurden mit den wirksamsten Tensiden der LWC-Papier-Flotationen Versuche mit einem Wellpappenrohpapier vorgenommen. Zusätzlich wurden auch die erst später zur Verfügung gestellten Versuchsprodukte mit einbezogen.

Die aus der Charakterisierung abgeleitenden Schlussfolgerungen bezüglich des Flotationsverhaltens wurden mittels Flotationsversuchen geprüft. Zudem konnte anhand dieser mit genau definierten Zusammensetzungen an mineralischen Stoffen und Faserstoffen durchgeführten Flotationsversuche, Auskunft bezüglich der möglichen Wechselwirkungen zwischen diesen beiden Komponenten erhalten werden. Aus diesem Grund wurden die Versuchsreihen zur Tensid-Vorauswahl mit einer stark gestrichenen Papiersorte durchgeführt. Das hierfür ausgewählte LWC-Papier ist in der gemischten Altpapiersorte 1.02 mit enthalten und somit auch Eintragsbestandteil bei der Herstellung von Wellpappenrohpapieren. Ein weiterer Grund für die Einbeziehung des LWC-Papiers bestand darin, den qualitativen und quantitativen Einfluss des Faserstoffes auf das Flotationsergebnis zu reduzieren.

Der zweite Versuchsteil beinhaltete Flotationsversuche zur Prüfung der Flotierbarkeit von Praxisstoffen. Hierfür wurden eine Kurzfaserfraktion und ein Filtrat aus einer Altpapieraufbereitungsanlage zur Herstellung von Wellpappenrohpapieren ausgewählt. Im Filtrat wurde aufgrund der geringen Stoffdichte und des erhöhten Anteils an anorganischen Stoffen ein potentiell geeigneter Stoffstrom zur effizienten Abtrennung der mineralischen Stoffe gesehen.

In einem dritten Versuchskomplex wurde anhand von Flotationsversuchen mit dem wirksamsten Tensid der Einfluss der relevanten Prozessparameter:

- Stoffdichte
- Tensiddosierung
- pH-Wert und Elektrolytgehalt des Verdünnungswassers
- Rührerdrehzahl

sowie der Einfluss der Bauart der Laborflotationszelle hinsichtlich der Wirksamkeit des Prozesses untersucht.

Auswahl und Charakterisierung der Hilfsmittel

Die Auswahl der Tenside für die Flotationsversuche erfolgte unter folgenden Aspekten:

- unterschiedliche Ionogenität der Tenside,
- unterschiedlicher Aufbau des hydrophoben Molekülteils der Tenside und
- Bekanntheit in der Papierindustrie im Rahmen der Druckfarbenflotation.

Insgesamt wurden 14 Tenside bezüglich ihrer Wirksamkeit zur selektiven Mineralienflotation von Altpapierfaserstoffen geprüft (Tabelle 6.1). Die Produkte HMA_1, HMA_2, HMA_3, HMA_5, HMA_6 und HMNS_1 sind Flotationshilfsmittel, welche in der Papierindustrie bei der Druckfarbenflotation eingesetzt werden.

Flotationshilfsmittel

Tabelle 6.1: Übersicht und Charakterisierung der in den Flotationsversuchen eingesetzten Tenside

| Bezeichnung | Untersuchungsergebnisse | Angaben lt. Produkt- oder Sicherheitsdatenblatt bzw. Herstellerinformationen | Untersuchungsergebnisse |
|-------------|-------------------------|---|--|
| | Ionogenität | Wirkstoff / chemische Inhaltsstoffe | Kritische Micellkonzentration [g/l] |
| HMA_1 | anionisch | Mischung ausgewählter Fettsäuren (verseift mit NaOH) | 10 |
| HMA_2 | anionisch | Fettsäuren verseift (NaOH) | 10 |
| HMA_3 | anionisch | Mischung ausgewählter Fettsäuren (verseift mit NaOH) | 10 |
| HMA_4 | anionisch | Alkylbenzol-Sulfonsäure (C10-C13) | 5 |
| HMA_5 | anionisch | Fettsäureester, ethoxyliert | > 10 |
| HMA_6 | schwach anionisch | Fettsäureester, ethoxyliert | 5 |
| HMN_1 | nichtionisch | unbekannt | n.b. |
| HMN_2 | nichtionisch | Trideceth-7 (7 Ethoxygrp.) | 5 |
| HMNS_1 | nichtionisch | Silikonderivat | > 10 |
| HMK_1 | kationisch | ethoxyliertes Amin, quaternisiert (Kokosalkylmethylaminethoxylatethylchlorid) | >10 |
| HMK_2 | kationisch | Quartäre Ammoniumverbindung (Dikoko-dimethylammoniumchlorid (quaternäres Amin)) | 50 |
| HMK_3 | kationisch | destilliertes Kokosamin | n.b. |
| HMK_4 | stark kationisch | Kokosaminacetat | > 10 |
| HMK_5 | stark kationisch | Kokospropylendiamin | 50 |

Flotationsverhalten Primärfaserstoffe

Ein Mit-Austrag von Faserstoffen bei der Flotation von mineralischen Stoffen muss unter den Aspekten Verlust an kostenintensiven Faserstoffen, erhöhte Entsorgungskosten sowie mögliche Reduzierung der Festigkeiten durch Verlust an bindungsaktiven Fein- und Faserstoffen so gering wie möglich gehalten werden. Um einen Eindruck über das Flotationsverhalten von Faserstoffen zu erhalten wurden verschiedene Primärfaserstoffe bezüglich ihres Flotationsverhaltens mit und ohne Flotationshilfsmittel untersucht. Für die Untersuchungen wurden holzhaltige und holzfreie sowie gemahlene und ungemahlene Primärfaserstoffe ausgewählt.

Bei allen untersuchten Faserstoffen konnte bei Einsatz des anionischen Tensides HMA_3 keine bzw. nur eine sehr geringe Schaumentwicklung beobachtet werden, was sich in dem sehr geringen Austrag widerspiegelt. Bei Einsatz des kationischen Tensides HMK_4 wurde bei allen Faserstoffen eine Schaumbildung und damit ein Austrag beobachtet.

Die Ergebnisauswertung zeigt ein unterschiedliches Austragsverhalten der Faserstoffe: nach drei Minuten Flotationszeit wurde für den Holzschliff (HS) der mit Abstand höchste Faserverlust bestimmt, gefolgt von dem gemahlene Kurzfasierzellstoff (ZS_2) und dem ungemahlene Kurzfasierzellstoff (ZS_1). Der geringste Faseraustrag in dieser Versuchsreihe wurde für den ungemahlene Langfasierzellstoff (ZS_3) bestimmt. Die genannte Reihenfolge steht in direktem Zusammenhang mit der Faserlänge bzw. dem Feinstoffgehalt der Faserstoffe. Der Langfasierzellstoff wurde nur in geringem Maße abgetrennt, während der gemahlene Kurzfasierzellstoff und der stark feinstoffhaltige Holzschliff in deutlich stärkerem Maße ausgetragen wurden.

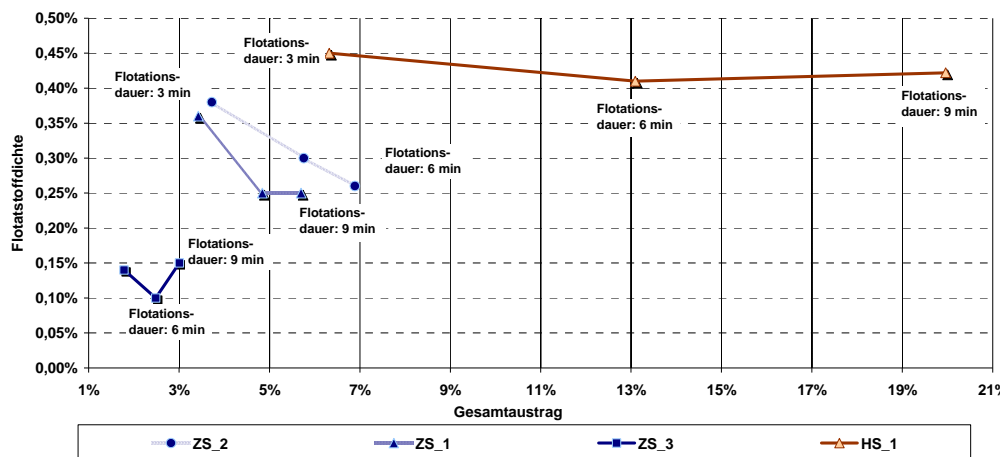


Abbildung 6.1: Flotationsverhalten von Primärfaserstoffen bei Einsatz eines kationischen Tensides; Flotationshilfsmittel: HMK_4; Zugabemenge Flotationshilfsmittel: 0,8 % bezogen auf Gesamtfaserstoff; Verdünnungswasser: W_1; Flotationszelle: PTS-Laborzelle

Flotationsverhalten Faserstoff- / Pigmentgemisch

Die bei der Flotation der Einzelkomponenten (Faserstoffe und redispergierten Pigmente) festgestellten Unterschiede im Flotationsverhalten wurden durch die Ergebnisse von Flotationen an Faserstoff-/Pigmentmischungen nicht in gleichem Umfang bestätigt.

Während die Primärfaserstoffe bei der Einzelkomponentenflotation mit dem Hilfsmittel HMA_3 nicht flотиert werden konnten, wurde das redispergierte Pigment C_3 mit dem gleichem Tensid nach einer Flotationszeit von sechs Minuten zu ca. 91 % ausgetragen. Die Modellmischungen aus ca. 30 % redispergiertem Pigment C_3 und dem Langfaserzellstoff ZS_3 bzw. HS zeigen ein bezüglich Mineralienaustrag und Faserstoffverlust ungünstigeres Flotationsverhalten (Abbildung 6.2). So wurden bei diesen Flotationsversuchen zusätzlich zu dem Pigment auch Faserstoff mit ausgetragen und der Pigmentaustrag erfolgte deutlich langsamer als bei der Einzelkomponenten-Flotation. Als eine Ursache für die bei den Mehrkomponenten-Flotationen beobachtete relativ geringen Pigment-Austragsgeschwindigkeit kann die geringere Kollisionswahrscheinlichkeit zwischen den Pigmentpartikeln und den Gasblasen sowie die Faserstoff-Konkurrenz um die begrenzte Anlagerungsfläche der Gasblasen gesehen werden.

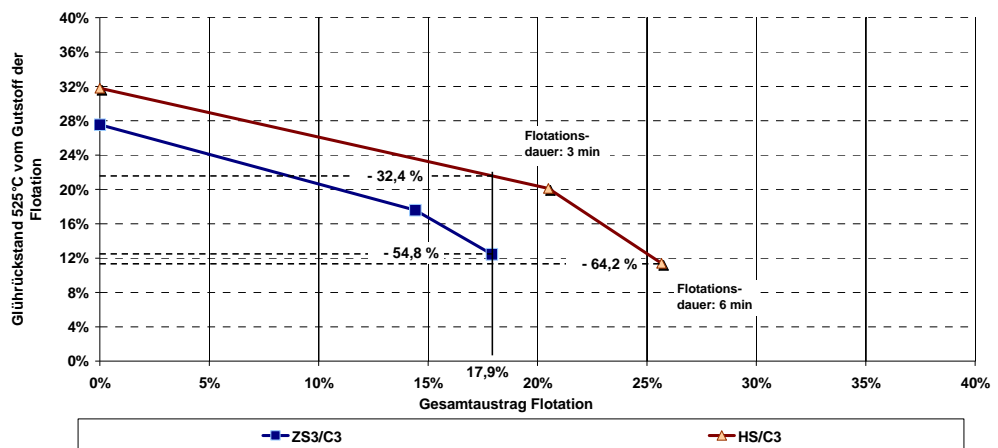


Abbildung 6.2: Flotationsverhalten von Modellstoffen (Z_3 und C_3 sowie HS und C_3) bei Einsatz eines anionischen Tensides; Flotationshilfsmittel: HMA_3; Zugabemenge Flotationshilfsmittel: 0,8 % bezogen auf Gesamtfaserstoff; Verdünnungswasser: W_1; Flotationszelle: PTS-Laborzelle

Flotationsverhalten Wellpappenrohlpapier WPR

Im zweiten Schritt wurde die Wirksamkeit unterschiedlicher Tenside bezüglich einer selektiven Mineralienflotation durch Laborversuche mit einem Wellpappenrohlpapier untersucht (Abbildung 6.3). Das anionische Tensid HMA_3 sowie die kationischen Produkte HMK_2, HMK_4 und HMK_5 zeigten die beste selektive Wirksamkeit, verbunden mit einer normalen Austragsgeschwindigkeit. Gleichzeitig ist festzustellen, dass eine Flotation ohne Flotationshilfsmittel eine nur geringfügig schlechtere Selektivität aufweist, jedoch ist die Flotationsgeschwindigkeit gegenüber einer Hilfsmittelflotation um ca. 50 % geringer.

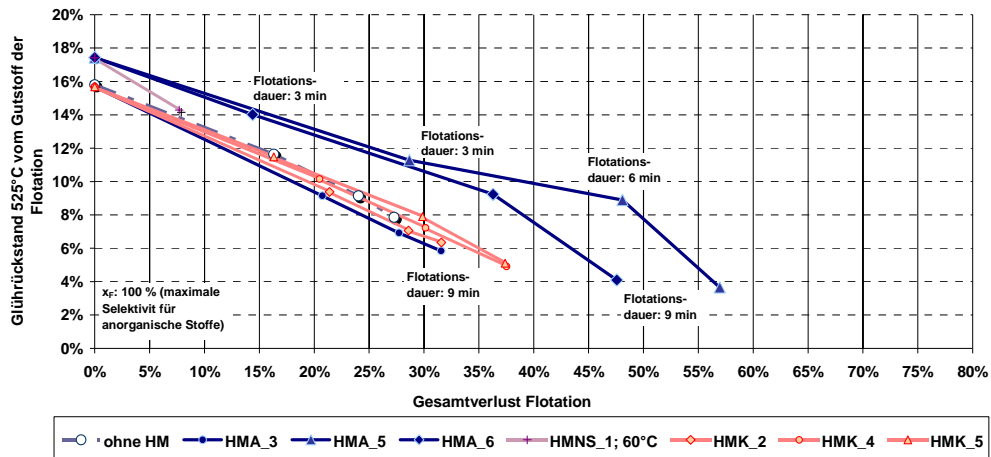


Abbildung 6.3: Vergleich der Wirksamkeit von Tensiden mit unterschiedlicher Ionogenität bezüglich der selektiven Flotation von anorganischen Stoffen; Zugabemenge Flotationshilfsmittel: 0,8 % bezogen auf Gesamtfaserstoff; Faserstoff: WPR; Verdünnungswasser: W_2 ; Flotationszelle: PTS-Laborzelle

Zusammenfassung

Im Arbeitspaket 2 erfolgte ein Screening verschiedener Tensidprodukte anhand von Laborflotationen mit einem LWC-Papier und einem Wellpappenroh papier (WPR). Zudem wurde geprüft, ob ein Zusammenhang zwischen der Wirksamkeit der Tenside und der Oberflächenspannung der Suspensionsfiltrate besteht und damit dieser Parameter ggf. als Indikator für die Effizienz des Prozesses geeignet ist.

Durch diese Untersuchungen wurden folgende Erkenntnisse gewonnen:

Mit einem typischen Deinkinghilfsmittel auf der Basis von verseiften natürlichen Fettsäuren durchgeführte Flotationsversuche an Modellmischungen aus redispergiertem Strichpigment und Primärfaserstoffen zeigte, dass bei Zellstoff faserstoffen eine hohe Selektivität der Pigmentabtrennung erreicht wird. Bei Holzstoff ist die erreichte Selektivität deutlich geringer. Weiterhin wurde festgestellt, dass die Austragsgeschwindigkeit der redispergierten Pigmente durch Faserstoff bedeutend verringert wird. Zudem nimmt die Selektivität mit steigen der Flotationsdauer ab. Die Erforschung der genauen Ursachen für diese Beobachtungen und eine darauf begründete Ableitung von geeigneten Maßnahmen ist nicht Gegenstand des bearbeiteten Projektes.

Für die Mineralienflotation des LWC-Papiers zeigten verschiedene kationische Tenside die höchste Wirksamkeit bezüglich einer effizienten Abtrennung der anorganischen Stoffe. Bei der Flotation mit dem Tensid HMK-4 wurde eine Reduzierung des Glührückstandswertes 525°C des Faserstoffes um 77,1 % von 39,8 % auf 9,18 % bei einem Gesamtverlust von 59,4 % erreicht.

Für das Wellpappenroh papier wurde für das anionische Tensid HMA_3 die höchste wirksamkeit beobachtet. Die Versuche mit den kationischen Produkten HMK_2, HMK_4 und HMK_5 sowie der Versuch ohne Hilfsmittel zeigten nur eine geringfügig geringere Abtrennr ate und Selektivität. Bei der Flotation mit dem bestmöglichen Tensid HMA-3 wurde eine Reduzierung des Glührückstandswertes 525°C des Faserstoffes um 62,6 % von 15,7 % auf 5,8 % bei einem Gesamtverlust von 31,6 % erreicht. Durch die Zugabe von geeigneten Tensiden wird bei der Flotation von Wellpappenroh papier die Flotationsgeschwindigkeit etwa um den Faktor zwei erhöht. Die Flotation des Wellpappenroh papiers zeigte gegenüber den Versuchen mit LWC-Papieren und der Modellmischung HS / C_3 die geringste Abtrennr ate für anorganische Stoffe und die niedrigste Selektivität.

Eine Kurz faserfraktion aus einer Praxisanlage zeigte ein mit dem Modellstoff vergleichbares Flotationsverhalten, die Selektivität der Mineralienabtrennung war bei dem Praxisstoff nur etwas geringer. Der Einsatz einer Entschungsfotation in Filtratströmen erscheint aufgrund der beobachteten geringen Selektivität der Filtratflotation nicht zielführend.

Nachfolgend sind eine Reihe denkbarer Ursachen für die verhältnismäßig geringe Effizienz der Entschungsflotation für Wellpappenroh papier aufgeführt. Sie wurden im Rahmen des bearbeiteten Projektes nicht explizit untersucht sondern stellen Ansätze für weitere Forschungsarbeiten dar.

- Anhand der Ergebnisse aus dem Arbeitspaket 1 ist davon auszugehen, dass die in dem Wellpappenroh papier enthaltenen Füllstoffe nur in sehr geringem Umfang durch den Flotationsprozess ausgetragen werden. Der Anteil der Füllstoffe an den im Wellpappenroh papier enthaltenen mineralischen Stoffen ist nicht bekannt, es ist aber davon auszugehen, dass er im Vergleich zu dem LWC-Papier deutlich höher ist.
- Der bei Wellpappenroh papier im Verhältnis zu LWC-Papier höhere Faserstoffanteil reduziert die Selektivität des Flotationsprozesses. Inwieweit das Verhältnis zwischen anorganischen Stoffen und Faserstoff oder die Konzentration der anorganischen Stoffe in der Gesamtsuspension ausschlaggebend für die selektive Wirksamkeit des Flotationsprozesses ist, kann nur durch weiterführende Versuche mit Modellstoffen geklärt bzw. quantifiziert werden.

Eine Eignung des Parameters Oberflächenspannung als Indikator für die Wirksamkeit des Flotationsprozesses konnte durch die Versuche nicht nachgewiesen werden. Die Ursache liegt darin, dass die Oberflächenspannungswerte der Versuche sehr eng beieinander liegen und somit eine Ableitung von Zusammenhängen nicht möglich war.

In Bezug auf den Einfluss von Prozessparametern auf den Flotationsprozess und die Einordnung der in den Hauptversuchsreihen gewählten Einstellungen können anhand der durchgeführten Parametervariationen folgende Aussagen getroffen werden:

Die Drehzahl des in den Trogzellen für die Durchmischung und Turbulenzerzeugung installierten Rührers hat Einfluss auf die Selektivität der Flotation. Für die PTS-Laborzelle wurde die höchste Selektivität mit der standardmäßig eingestellten Drehzahl erzielt.

Die Abtrennung von mineralischen Stoffen erfolgte in den beiden Laborzellen-Typen PTS-Laborzelle und LFL25-Zelle mit gleicher Selektivität

Eine Flotation mit einer sehr niedrigen Stoffdichte von 0,2 % verbunden mit einer – auf den Faserstoff bezogenen – typischen Tensiddosierung würde die Selektivität der Mineralienabtrennung gegenüber der Standardstoffdichte von 0,8 % verbessern. Dieser Ansatz ist jedoch aufgrund der sich daraus ergebenden hohen Investitions- und Energiekosten nicht praxisrelevant und wurde in den nachfolgenden Versuchen nicht mehr verfolgt.

Im Gegensatz zur Elektrolytkonzentration des Verdünnungswassers beeinflusst der pH-Wert die Selektivität der Mineralienabtrennung signifikant: mit sinkenden pH-Wert verringert sich die Selektivität. Die im Rahmen dieses Projektes durchgeführten Flotationsversuche erfolgten bei den Praxisanlagen bestmöglich einstellbaren pH-Bedingungen. Dadurch wurden insbesondere die sich bei einem pH-Wert von < 7,0 aus der undefinierten Lösung von Calciumcarbonat ergebenden analytischen und auswertungstechnischen Ungenauigkeiten ausgeschlossen.

7 Selektive Flotation im Technikumsmaßstab

Vorgehen

Das Arbeitspaket 3 hat die Prüfung der Wirksamkeit einer Entschungsflotation an Kurzfaserfraktionen unter industrienahen Bedingungen zum Inhalt.

Es wurden folgende Ansätze verfolgt:

- Grundcharakterisierung von Kurzfaserfraktionen aus Papierfabriken der Wellpappenrohpaierzeugung und Bestimmung der Schwankungsbreite der Eigenschaftskennwerte
- Begleitung der Probenahme Flotationsversuche durch online-Ladungsmessungen
- Durchführung von Flotationsversuchen mit der Laborflotationszelle LFL25-Zelle. Dadurch soll eine Vergleichsbasis zwischen der in dem Projekt eingesetzten PTS-Laborzelle, der in der Papierindustrie und der Anlagenbaubranche oft genutzten Laborflotationszelle LFL25-Zelle und der in den Arbeitspaketen 3 und 4 verwendeten Technikumszelle EcoCell hergestellt werden.
- Flotation mit der kontinuierlich betriebenen Technikumsflotationszelle, Prüfung der Selektivität der Abtrennung der mineralischen Stoffe und der erzielten Verbesserung der Festigkeits- und Entwässerungseigenschaften

Bestimmung des kationischen Bedarfs während des Flotationsversuches. Dadurch sollen Aussagen zum Austrag von anionischen Störstoffen durch den Flotationsprozess getroffen werden können.

Vergleich Labor- und Technikums-Flotationszelle

Die Kurzfaserfraktion KF_1 wurde mit dem Flotationshilfsmittel HMA_3 in drei unterschiedlichen Flotationszellen flотиert um zu bestimmen, inwieweit der Aufbau der Flotationszelle das Flotationsergebnis beeinflusst. Zudem sollte eine Vergleichsbasis bezüglich der Abtrennwirkung der unterschiedlichen Versuchsflotationsanlagen für anorganische Stoffe geschaffen werden. Die Ergebnisse sind in Abbildung 7.1 und Abbildung 7.2 dargestellt. Deutlich ist die Tendenz zu erkennen, dass mit steigendem Volumen der Versuchszellen die die Flotationsgeschwindigkeit abnimmt. Das Abtrennverhalten der beiden größeren Zellen LFL25 und EcoCell kann bezüglich der Selektivität der Mineralienabtrennung als identisch bewertet werden, im Vergleich dazu ist die Selektivität der PTS-Laborzelle deutlich geringer. Der Anteil an organischen Stoffen im Flotat ist bei der PTS-Laborzelle um absolut ca. 4 % höher als im Flotat der beiden größeren Versuchszellen. Anhand dieses Ergebnisses kann abgeleitet werden, dass innerhalb des Projektes nicht untersuchte hydrodynamische Parameter das Ergebnis einer Entschungsflotation beeinflussen. Deren Kenntnis und die entsprechende prozesstechnische Umsetzung stellen somit ein Potential zur Steigerung der Selektivität der Entschungsflotation dar.

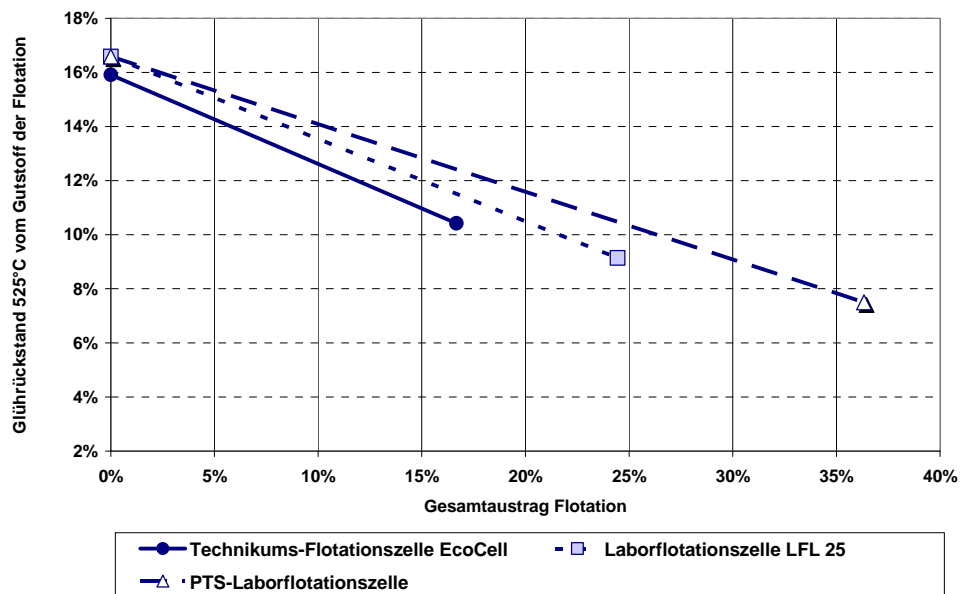


Abbildung 7.1: Einfluss des Zellentypes auf die Wirksamkeit des Flotationsprozesses bezüglich einer selektiven Abtrennung von anorganischen Stoffen; Faserstoff: KF_1; Flotationshilfsmittel: HMA_3; Zugabemenge Flotationshilfsmittel: 0,8 % bezogen auf Gesamtstoff; Wasserqualität: W_1, Flotationszeit: 8 min

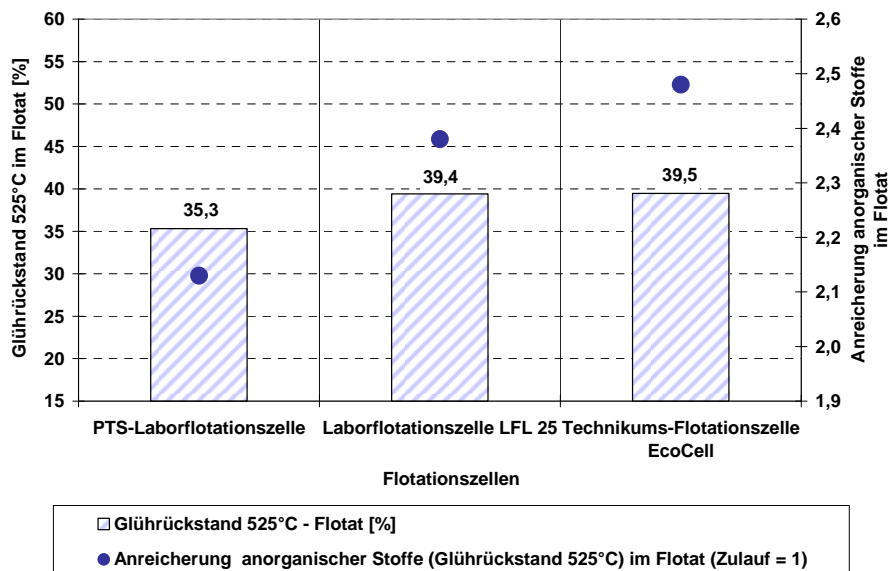


Abbildung 7.2: Anreicherung anorganischer Stoffe im Flotat in Abhängigkeit vom Type der Flotationszelle; Faserstoff: KF_1; Flotationshilfsmittel: HMA_3; Zugabemenge Flotationshilfsmittel: 0,8 % bezogen auf Gesamtstoff; Wasserqualität: W_1, Flotationszeit: 8 min

Zusammenfassung

Der im Arbeitspaket 3 durchgeführte Vergleich der drei Flotationszellen – PTS-Laborzelle, LFL Delta 25 und Technikumszelle EcoCell – in Bezug auf die Selektivität der Mineralienabtrennung und der Flotationsgeschwindigkeit mit einer Kurzfaserfraktion zeigte, dass die Flotationsgeschwindigkeit der drei Zellen sehr unterschiedlich ist und die PTS-Zelle im Vergleich zu den beiden anderen Zellen die geringste Selektivität bewirkt.

Durch den Flotationsprozess wurden der Streifenstauchwiderstand und die Entwässerungseigenschaften der untersuchten Kurzfaserfraktion deutlich verbessert. Dem gegenüber steht eine in dem Austrag von bindungsaktivem Feinstoff begründete Reduzierung der Festigkeitskennwerte Berstwiderstand und Reißlänge.

Durch die während des Flotationsprozesses erfolgte Bestimmung des kationischen Bedarfes der Flotationssuspension konnte der Austrag von anionischen Stoffen mit dem Flotat festgestellt werden.

8 Mahlung von flotiertem Altpapierfaserstoff

Vorgehen

Das Arbeitspaket 4 beinhaltet die Aufnahme von Mahlkurven von der flotierten Kurzfaserfraktion mit einem Technikums-Scheibenrefiner. Bei den Versuchen wurde der Einfluss folgender Mahlbedingungen auf die Entwicklung der Festigkeits- und Entwässerungseigenschaften sowie morphologischer Kennwerte untersucht:

Spezifische Mahlkantenbelastung: 0,3 J/m; 0,7 J/m und 1,0 J/m

Spezifische Mahlarbeit: 25 kWh/t, 50 kWh/t, 75 kWh/t und 100 kWh/t

Die Einstellung der spezifischen Mahlkantenbelastung in einem Bereich von 0,3 J/m bis 1,0 J/m deckte sowohl eine Betriebsweise unter Low-intensity-Bedingungen als auch die überwiegend in den Papierfabriken eingestellte Mahlbedingungen ab. Die Mahlung erfolgte bei einer Stoffdichte von 4 %.

Fazit

Im Rahmen des Arbeitspaketes 4 wurden Untersuchungen bezüglich der Möglichkeiten zur weiteren Steigerung der Festigkeitswerte der flotierten Kurzfaserfraktion durch einen Mahlprozess durchgeführt. Die Versuche wurden mit spezifischen Mahlkantenbelastungen im praxistypischen und im Low-Intensity-Bereich durchgeführt. Dabei konnten keine entscheidenden Unterschiede zwischen diesen Einstellungen beobachtet werden. Bezüglich der Entwicklung der Entwässerungs- und Festigkeitseigenschaften konnten folgende Ergebnisse gewonnen werden:

- Der Entwässerungswiderstand steigt über den untersuchten Bereich der spezifischen Mahlarbeit von 25 bis 100 kWh/t stetig um ca. 9 SR pro 25 kWh/t Eintrag an spezifischer Mahlarbeit.
- Der für Stoffsysteme der Wellpappenrohpaperherstellung übliche Bereich für den Entwässerungswiderstand von 50 SR wird bereits mit einem Eintrag an spezifischer Mahlarbeit von 25 kWh/t erreicht bzw. überschritten.
- Bei den Festigkeitseigenschaften Berst- und Streifenstauchwiderstand sowie der Tensil-Index können durch die Mahlung deutlich verbessert werden.
- Die höchste Steigerungsrate für die Festigkeiten wird bei einem Eintrag an spezifischer Mahlarbeit von 25 kWh/t erreicht, danach sinkt sie deutlich ab

Durch die Kombination von einem Flotationsprozess und einer Mahlung mit einer spezifischen Mahlarbeit von 25 kWh/t wurde für den SCT-Wert eine Steigerung um insgesamt 20 % erzielt. Für den Berstwiderstand wurde durch die Kombination der Verfahren – aufgrund des deutlichen Rückganges durch den Flotationsprozess – ein Rückgang um 7 % ermittelt.

9 Verfahrenskombination

Vorgehen

Im Rahmen des Arbeitspaketes 5 werden auf der Basis von Technikumsversuchen die vier im Antrag angegebenen Verfahrenskonzepte auf die Wirksamkeit hin untersucht, eine Festigkeitssteigerung in Höhe eines Oberflächenstärkeauftrages zu erbringen. Damit soll die Möglichkeit zur kostengünstigen Substitution einer Oberflächenstärkeauftrages aufgezeigt werden.

Für die Durchführung der Technikums- und Laborversuche zum Vergleich der Wirksamkeit unterschiedlicher Aufbereitungskonzepte zur Festigkeitssteigerung des Altpapierfaserstoffes wurden folgende Ansätze verfolgt:

- Einsatz von unter für die Wellpappenrohpaperzeugung typischen industriellen Aufbereitungsbedingungen erzeugten Kurz- und Langfaserfraktionen als Ausgangsstoffe für die Technikumsversuche. Die Aufbereitung des Altpapierfaserstoffes bei der Probenahme erfolgte ausschließlich durch Zerfaserungs- und Trennprozesse
 - Die Bestimmung der Referenz-Eigenschaften erfolgte an der entsprechend dem Fraktionsverhältnis hergestellten Mischung aus Kurz- und Langfaserfraktion
 - Die durch einen Oberflächenstärkeauftrag erzielbaren Festigkeitssteigerungen wurden anhand von Literaturdaten sowie Angaben der Hersteller von Wellpappenrohpapieren bestimmt
 - Die Auswahl der Prozessparameter für die Mahlung der Lang- und Kurzfaser-
-

fraktion erfolgte auch unter dem Aspekt, die Entwässerungseigenschaften des Faserstoffes nicht wesentlich zu verschlechtern

Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Verfahrenskonzepte anhand einer Kosten-/Nutzen-Analyse erfolgt im Arbeitspaket 6.

**Referenz –
Faserstoff**

Zur Bewertung der untersuchten Verfahrenskonzepte in Bezug auf die erzielten Veränderungen der Entwässerungs- und Festigkeitseigenschaften wurde eine Mischung der beiden Faserstofffraktionen hergestellt. Das Mischungsverhältnis betrug entsprechend der Einstellung des Fraktionieraggregates bei der Probenahme 50/50 Lang-/Kurzfaserfraktion (massebezogen). Damit repräsentieren die an dieser Faserstoffmischung ermittelten Eigenschaften die Werte eines typischen, nur mittels Zerfaserungs- und Trennprozessen aufbereiteten, maschinenfertigen Altpapierstoffes für die Wellpappenrohpaperherstellung.



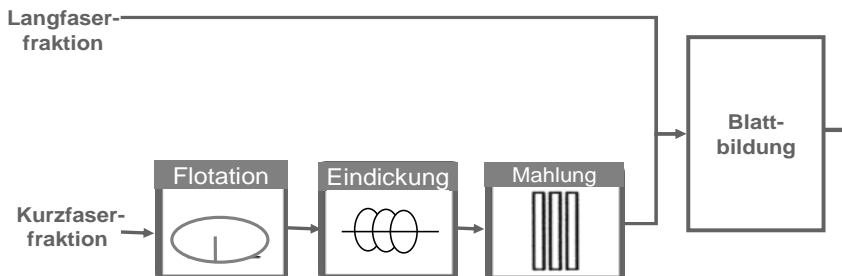
**Referenz –
Oberflächen-
stärkeauftrag**

Zur Bewertung der festigkeitssteigernden Wirkung des Oberflächenstärkeauftrages wurde im Rahmen der Besprechungen des projektbegleitenden Ausschusses durch ein Wellpappenrohpaper herstellendes Unternehmen umfangreiches Datenmaterial zur Verfügung gestellt. Die Daten basieren auf bereits seit mehreren Jahren durchgeführten Festigkeitsprüfungen des Papiers vor und nach dem Oberflächenstärkeauftrag. Diese Daten weisen für einen Testliner mit 120 g/m² flächenbezogener Masse pro mittels Leimpresse aufgetragenem Gramm Oberflächenstärke eine Steigerung des Berstwiderstandes um 15 kPa und des SCT-quer um 0,14 kN/m aus. Diese Werte stimmen sehr gut mit den von Kvesa [8] veröffentlichten Daten zur Festigkeitssteigerung durch Oberflächenstärkeauftrag mittels einer Filmpresse überein. Für die Erzeugung eines Testliner II in dem angegebenen Flächengewichtsbereich ist ein einseitiger Oberflächenstärkeauftrag von 2 g/m² üblich.

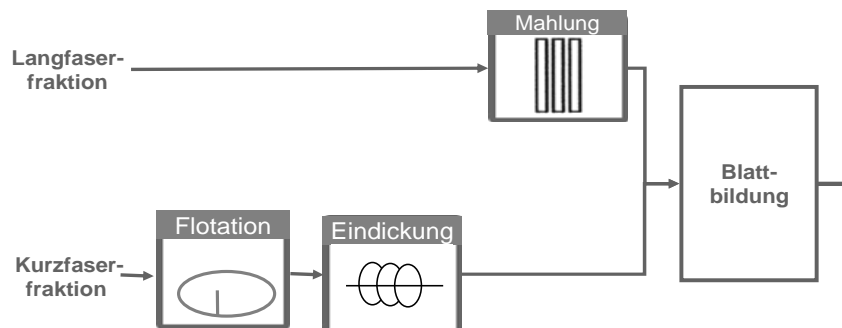
Verfahrenskonzepte mit Flotations- und Mahlprozessen

Neben dem Referenzfaserstoff wurden im Technikumsmaßstab drei Verfahrenskonzepte (Var. 1 bis Var. 3) untersucht, in denen ein Flotationsprozess im Kurzfasersstrang sowie ein Mahlprozess im Lang- und/oder Kurzfasersstrang integriert ist. Die einzelnen Verfahrenskonzepte sind nachfolgend schematisch dargestellt:

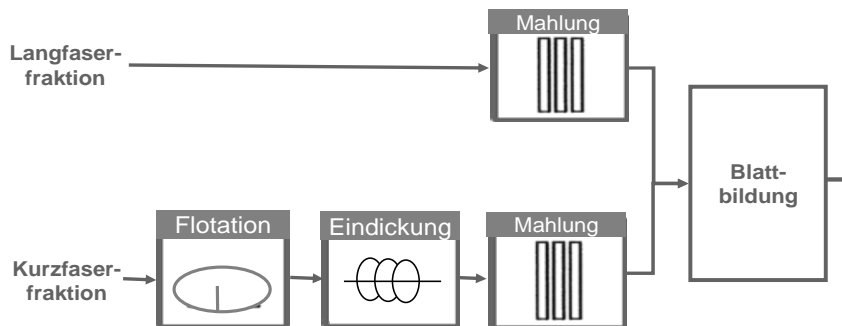
Var. 1



Var. 2



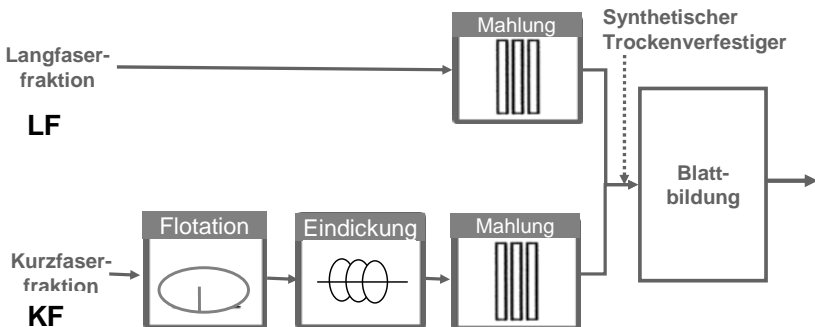
Var. 3



Verfahrenskonzepte mit Anwendung von Trockenverfestiger in der Masse

Ein weiteres untersuchtes Verfahrenskonzept beinhaltet zusätzlich zur Anwendung der Flotations- und Mahlprozesse den Einsatz eines Trockenverfestigers in der Masse. Das untersuchte Konzept ist nachfolgend schematisch dargestellt.

Var. 4



**Einsatz
Trockenver-
festiger**

Die Dosierung des synthetischen Trockenverfestigers erfolgte im LC-Bereich. Für die Untersuchungen wurde ein handelsübliches Produkt ausgewählt, welches für den ausschließlichen Einsatz als Einkomponentensystem konzipiert ist. Die wesentlichen Kenndaten des Produktes sind in der Tabelle 9.1 angegeben.

Tabelle 9.1: Charakterisierung des synthetischen Trockenverfestigers

| Parameter | Einheit | Trockenverfestiger |
|----------------------------|---------|--------------------|
| Ladungscharakter | | kationisch |
| Gehalt Wirksubstanz (WS) | % | 28,9 |
| Ladungsdichte Handelsware | mmol/g | 3,136 |
| Ladungsdichte Wirksubstanz | mmol/g | 10,85 |
| pH-Wert | | 8,4 |
| Dichte | g/ml | 1,065 |

Die Dosierung des Produktes erfolgte mit 1 % (Handelsware bezogen auf otro Faserstoff).

**Entwicklung der
Eigenschaften**

Die Bewertung von unterschiedlichen Verfahrenskonzepten der Altpapieraufbereitung zur Festigkeitssteigerung erfolgte anhand der Veränderung des Entwässerungswiderstandes und der Entwicklung der Festigkeitseigenschaften. Für eine genaue Analyse des Einflusses der einzelnen verfahrenstechnischen Prozesse auf die Eigenschaftsentwicklungen erfolgt die Auswertung sowohl getrennt für die beiden Fraktionen als auch für den Gesamtfaserstoff.

Wesentlicher Prozess in den untersuchten Konzepten ist die mittels Flotation der Kurzfaserfraktion bewirkte Reduzierung des Anteils an anorganischen Stoffen im Gesamtfaserstoff. In den Versuchen wurde für den Gesamtfaserstoff eine Verringerung des Glührückstandes von 14 % auf ca. 10,8 % bzw. um ca. 22 % erreicht (Tabelle 9.2). In der nachstehenden Tabelle 9.2 sind auch die mittels der unterschiedlichen Verfahrenskonzepte erreichten Festigkeitswerte zusammengefasst. Dabei ist sehr schön eine stetige Steigerung über die Varianten 1, 3 und 4 erkennbar. Eine Ausnahme bildet die Variante 2, bei der durch die fehlende Mahlung der Kurzfaserfraktion nur eine geringe Steigerung der Festigkeiten gegenüber dem Referenz-Faserstoff erreicht wurde. Zudem wurde bei dieser Variante mit 11,7 % ein relativ hoher Glührückstand ermittelt, was auf Ungenauigkeiten bei der Herstellung der Faserstoffmischung hindeutet. Aus diesem Grund wurde die Variante 2 in den nachfolgenden Detailauswertungen nur in Bezug auf die Eigenschaftsentwicklung in den beiden Fraktionen, nicht aber explizit im Vergleich zu den anderen untersuchten Varianten analysiert.

Tabelle 9.2: Glührückstand und Festigkeitseigenschaften der Fertigstoffe der einzelnen Verfahrensvarianten

| | KF | | | | LF | | | | absolute Werte | | | |
|------------|-----------|---------|---------|--------------------|---------------------|------------------|-------------|---------------|----------------|--------|---------|------|
| | Flotation | Mahlung | Mahlung | Trockenverfestiger | Glührückstand 525°C | SCT Index (*100) | Berst Index | Tensile-Index | | | | |
| | | | | | | | | | % | kN*m/g | kPa*m/g | Nm/g |
| Referenz | | | | | 14,0 | 2,04 | 1,81 | 36,2 | | | | |
| Variante 1 | X | X | | | 10,8 | 2,24 | 2,18 | 39,9 | | | | |
| Variante 2 | X | | X | | 11,7 | 2,19 | 1,99 | 35,2 | | | | |
| Variante 3 | X | X | X | | 11,0 | 2,31 | 2,25 | 44,0 | | | | |
| Variante 4 | X | X | X | X | 10,2 | 2,55 | 2,83 | 52,7 | | | | |

Streifenstauchwiderstand

Für den Streifenstauchwiderstand konnte auch bei einer Behandlung beider Fraktionen nur eine Steigerung von ca. 13 % erreicht werden (Abbildung 9.1). In den beiden Einzelfraktionen ist durch den Mahl- als auch durch den Flotationsprozess eine deutliche Verbesserung des SCT-Wertes bestimmbar. Diese guten Entwicklungen sind in den Gesamtfaserstoffen nur tendenziell wieder zu finden.

Anhand der Versuche mit der Kurzfaserfraktion kann die Wirksamkeit der Flotation und der Mahlung miteinander verglichen werden. Dieser Vergleich zeigt, dass die Mahlung, trotz des geringen Eintrages an spezifischer Mahlarbeit, eine gegenüber der Flotation deutlich höhere Steigerung des Streifenstauchwiderstandes bewirkt. Diese Tendenz wurde auch bei der Entwicklung der Zugfestigkeit beobachtet.

Ob und in welchem Umfang der vorangegangene Austrag an mineralischen Stoffen durch die Flotation die Wirksamkeit der Mahlung positiv beeinflusst, muss im Rahmen weiterer Forschungsprojekte beantwortet werden.

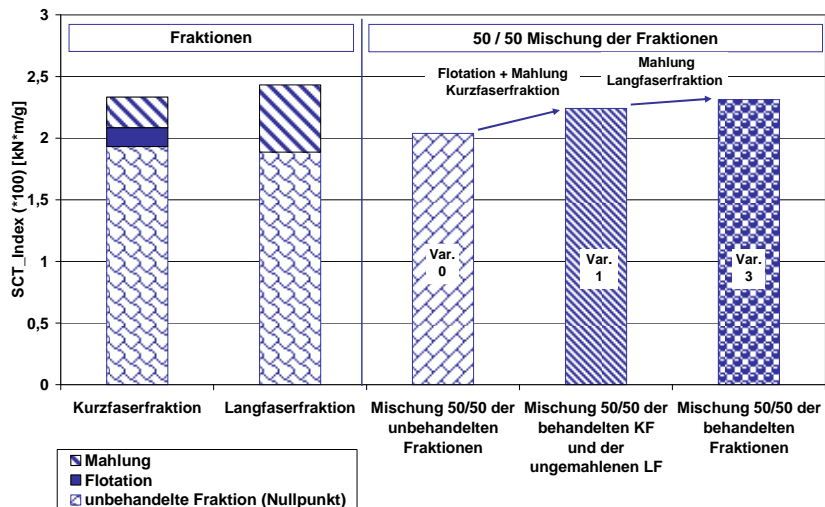


Abbildung 9.1: Entwicklung des Streifenstauchwiderstandes des Gesamtfaserstoffes durch Flotations- und/oder Mahlbehandlung der Einzelfraktion

Fazit

Im Arbeitspaket 5 wurden vier Verfahrenskonzepte bezüglich der bewirkten Verbesserung der Festigkeitseigenschaften untersucht und mit den Eigenschaftskennwerten eines ohne zusätzliche festigkeitssteigernde Prozesse hergestellten Faserstoffes verglichen. Die durch die einzelnen Verfahrenskonzepte bewirkten Festigkeitssteigerungen sind in der Tabelle 9.3 zusammengestellt. Die Auswertung bezieht sich auf die aus der 50/50 Mischung der Kurz- und Langfaserfraktion an der Technikums-Papiermaschine hergestellten Papiermuster. Diese repräsentieren somit die Festigkeitseigenschaften des aufbereiteten Gesamtfaserstoffes.

Tabelle 9.3: Vergleich der Wirksamkeit unterschiedlicher Verfahrenskonzepte bezüglich der Steigerung der Festigkeitseigenschaften

| | Veränderung gegenüber Referenzversuch | | | | | | |
|------------|---------------------------------------|---------|---------|--------------------|-----------|-------------|---------------|
| | KF | | LF | | SCT-Index | Berst-Index | Tensile-Index |
| | Flotation | Mahlung | Mahlung | Trockenverfestiger | | | |
| Referenz | | | | | % | % | % |
| Variante 1 | X | X | | | 10% | 20% | 10% |
| Variante 2 | X | | X | | 7% | 10% | -3% |
| Variante 3 | X | X | X | | 13% | 24% | 22% |
| Variante 4 | X | X | X | X | 25% | 56% | 46% |

Ein wesentlicher Aspekt der untersuchten Verfahrenskonzepte ist die Einbeziehung des Prozesses der Fraktionierung, so dass die ausgewählten Verfahren nicht am Gesamtfaserstoff sondern an einer Kurzfaser- und ggf. auch der Langfaserfraktion angewandt wurden. Die Ergebnisse der Technikumsversuche können wie folgt zusammengefasst werden:

- Eine Behandlung der Kurzfaserfraktion durch einen Flotations- und einen Mahlprozess bringt für den Gesamtfaserstoff eine im Vergleich zur Mahlung der Langfaserfraktion höhere Steigerung der Festigkeitseigenschaften (10 % Steigerung des SCT-Index und 20 % des Berst-Index). Dieses Ergebnis ist insbesondere auch im Zusammenhang mit dem geringen Eintrag an spezifischer Mahlarbeit von nur 25 kWh/t als positiv zu bewerten.
- Die Mahlung der Langfaserfraktion ist – trotz des relativ hohen Eintrages an spezifischer Mahlarbeit von 75 kWh/t – in Bezug auf die Entwicklung der Festigkeitseigenschaften des Gesamtfaserstoffes deutlich weniger wirksam als eine Flotations- und Mahlungsbehandlung der Kurzfaserfraktion. Zudem erfolgt durch diese Langfasermahlung eine deutliche Erhöhung des Entwässerungswiderstandes.

Der Zusatz des synthetischen Trockenverfestigers zum Gesamtfaserstoff ergab eine sehr hohe Festigkeitssteigerung ohne signifikante Erhöhung des Entwässerungswiderstandes. Die erzielte Steigerung liegt deutlich über den durch verfahrenstechnische Prozesse erzielten Verbesserungen. Diese Ergebnisse lassen den Ansatz erkennen, dass eine vorangegangene Abtrennung von Fein-, Füllstoffen und Pigmenten die Wirksamkeit von Trockenverfestigern erhöht.

- In allen Versuchen war zu beobachten, dass die in den einzelnen Fraktionen durch die Anwendung von Flotations- und Mahlprozessen ermittelten positiven Entwicklungen der Festigkeitseigenschaften nicht in einer proportionalen Steigerung der Festigkeitseigenschaften des Fertigstoffes umgesetzt wurden.

In Bezug auf eine Substitution des Oberflächenstärkeauftrages erforderlichen Steigerungen von Berst- und Streifenstauchwiderstand können auf der Basis der in Tabelle 9.4 vorliegenden Gegenüberstellung von Soll- und Istwerten folgende Aussagen getroffen werden:

- Der Berstwiderstand ist bereits durch einen vergleichsweise geringen verfahrenstechnischen Aufwand – Flotation und Mahlung der Kurzfaserfraktion – um den erforderlichen Betrag von 30 kPa zu verbessern
- Die erforderliche Steigerung des Streifenstauchwiderstandes ist allein durch verfahrenstechnische Maßnahmen nicht sicher zu gewährleisten
- Ein zusätzlicher Einsatz eines synthetischen Trockenverfestigers mit einer Zugabemenge von 1 % (Handelsware bezogen auf otro Faserstoff) erhöht die Festigkeiten weit über das erforderliche Maß hinaus

Tabelle 9.4: Für die zur Substitution eines Oberflächenstärkeauftrages erforderlichen Festigkeitssteigerungen im Vergleich zu den durch die Verfahrensvarianten erzielten Festigkeitssteigerungen

| | | | | | Streifenstauchwiderstand | | Berstwiderstand | |
|------------|-----------|---------|---------|--------------------|--|---|--|---|
| | | | | | Ist-Werte | Sollwerte | Ist-Werte | Sollwerte |
| | | | | | Steigerung gegenüber Referenzversuch (absolut) | Erforderliche Steigerung zur Substitution von 2 g/m ² Oberflächenstärkeauftrag (absolut) | Steigerung gegenüber Referenzversuch (absolut) | Erforderliche Steigerung zur Substitution von 2 g/m ² Oberflächenstärkeauftrag (absolut) |
| | | | | | SCT-Wert | SCT-Wert | Berstdruck | Berstdruck |
| | | | | | kN/m | kN/m | kPa | kPa |
| Referenz | Flotation | Mahlung | Mahlung | Trockenverfestiger | | | | |
| | | | | | | | | |
| Variante 1 | X | X | | | 0,21 | 0,28 | 34 | 30 |
| Variante 2 | X | | X | | 0,03 | | 43 | |
| Variante 3 | X | X | X | | 0,25 | | 38 | |
| Variante 4 | X | X | X | X | 0,42 | | 83 | |

10 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Vorgehen

Ziel der Arbeitspakete 6 und 7 ist es, die im Arbeitspaket 5 untersuchten Verfahrenskonzepte unter technologischen und wirtschaftlichen Aspekten zu bewerten. Aus dieser Untersuchung sollen die geeigneten Konzepte und die erforderlichen Randbedingung für eine Umsetzung hervorgehen.

Da der ausschlaggebende Grund für eine Umsetzung eines Verfahrenskonzeptes, welches eine Entaschung und Mahlung im Teilstrom beinhaltet, in einer Kostenreduktion gegenüber dem etablierten Verfahren besteht, erfolgt in einem ersten Schritt eine Kosten- und Ergebnisanalyse für alle vier untersuchten Verfahrenskonzepte und den Referenzprozess. Als Referenz wurde eine modellhafte Kostenstruktur für eine mit etablierten Prozessen produzierende Papierfabrik für Wellpappenrohpaapiere verwendet.

Im Einzelnen wurden folgende Ansätze verfolgt:

- Ermittlung der Kosten- und Gewinndaten für die einzelnen Konzepte und Identifizierung derjenigen Varianten, welche im Vergleich zum Referenzprozess ein schlechteres wirtschaftliches Ergebnis aufweisen
- Untersuchung der einzelnen Verfahrenskonzepte in Bezug auf die Kostenarten, welche eine wesentliche Verbesserung oder Verschlechterung des Ergebnisses bewirken
- Erarbeitung von technologischen und/oder wirtschaftlichen Ansätzen zur Verbesserung der Kostenstrukturen; die sich aus dieser Betrachtung ergebenden Verfahrensvariationen sind in der nachfolgenden aufgeführt

Prüfung der wirtschaftlichen Auswirkungen der erarbeiteten Maßnahmen mittels Kostenmodell

**Technologische
Konzept-
empfehlungen**

Anhand der Ergebnisse der Technikums- und Laboruntersuchungen sowie unter wirtschaftlichen Aspekten können für die Gestaltung eines Stoffaufbereitungskonzeptes für die Wellpappenroh papierherstellung mit integrierter Flotation folgende grundsätzliche Empfehlungen formuliert werden:

- Eine Flotation zur Reduzierung der anorganischen Stoffe sollte nur in der Kurzfaserfraktion und nicht im Vollstrom installiert werden. Gründe hierfür sind:
 - o die Begrenzung der durch den zusätzlichen Faserstoffbedarf entstehenden Rohstoff-, Energie- und Anlagenkosten
 - o die Nutzung der durch die Fraktionierung bewirkte Anreicherung der mineralischen Stoffe in der Kurzfaserfraktion
- Eine Mahlung der Kurzfaserfraktion ist aufgrund des durch den Flotationsprozess bewirkten starken Rückganges der Festigkeiten erforderlich. Ein Vorteil einer Mahlung der flotierten Kurzfaserfraktion ist, dass mit geringem Eintrag an spezifischer Mahlenergie ein relativ deutlicher Festigkeitssteigerung erreicht wird
- Über eine zusätzliche Mahlung der Langfaserfraktion muss aufgrund des erforderlichen hohen Eintrages an spezifischer Mahlarbeit in Zusammenhang mit den anwendungsspezifischen Kosten für den Einsatz eines synthetischen Trockenverfestigers entschieden werden.
- Der Einsatz einer zweistufigen Flotation kann aufgrund der derzeit erzielbaren relativ geringen Selektivität des Flotationsprozesses nicht empfohlen werden. Als erste Trennstufe wird in den untersuchten Verfahrenskonzepten die Fraktionierung genutzt. Für den Fraktionierprozess sind eine Reihe von Anlagen- und Prozessparametern bekannt, mittels derer eine Erhöhung der Trennschärfe bewirkt werden kann. Derartige Parameter sind z.B.: die Art der Perforation der Siebkörbe und die offene Fläche der Siebkörbe, die Stoffdichte oder das Fraktionierverhältnis.

Kosten-/Nutzen-Analyse der Verfahrenskonzepte

In einer nachfolgenden Untersuchung wurde der Einfluss der Dosiermenge des synthetischen Trockenverfestigers sowie die Anzahl der aufgetragenen Schichten für Oberflächenstärke auf die Gewinnsituation untersucht (Abbildung 10.1). Auch für diese Auswertung kann ein klares Ergebnis formuliert werden: eine deutliche wirtschaftliche Verbesserung gegenüber dem Referenz-Stand kann nur erreicht werden, wenn durch die untersuchten verfahrenstechnische Veränderungen eine vollständige Substitution des Oberflächenstärkeauftrages gelingt. Diese erhebliche wirtschaftliche Auswirkung des Oberflächenstärkeauftrages ist insbesondere in dessen Einfluss auf die Produktionsmenge und damit auf den erzielten Umsatz begründet.

Ein weiterer Parameter, welcher wesentlich über die Wirtschaftlichkeit eines Verfahrenskonzeptes mit integrierter Flotation entscheidend ist, ist die Dosiermenge des kostenintensiven synthetischen Trockenverfestigers. So konnte für das Verfahrenskonzept 4 mit einer Dosiermenge von 1 % des Trockenverfestigers keine wirtschaftliche Tragfähigkeit bestimmt werden. Im Vergleich dazu konnte für eine auf der Basis der in den Versuchen gezeigten guten Wirksamkeit des Produktes vorgenommene theoretische Halbierung der Dosierung auf 0,5 % (Variante 4 / I / b) eine überzeugende Wirtschaftlichkeit für dieses verfahrenstechnisch sehr anspruchsvolle Konzept bestimmt werden. Als eine weitere Möglichkeit für ein im Vergleich zur Referenz wirtschaftliches Verfahrenskonzept wurde die Variante 1 identifiziert. Für sie wurde – um eine Eliminierung des Oberflächenstärkeauftrages zu erreichen – eine zusätzliche Dosierung des synthetischen Trockenverfestigers mit einer Zugabemenge von 0,8 % angenommen (Variante 1* / I / a). Allerdings reduziert auch in dieser Variante eine Erhöhung der Einsatzmenge des Trockenverfestigers auf 1,0 % (Variante 1* / I / c) die Wirtschaftlichkeit in so erheblichen Maße, dass diese Konzeptvariante nur für Unternehmen mit einer bereits bestehenden erweiterten Stoffaufbereitung (entsprechend der Referenzanlage „Referenz X“) als eine Alternative betrachtet werden kann.

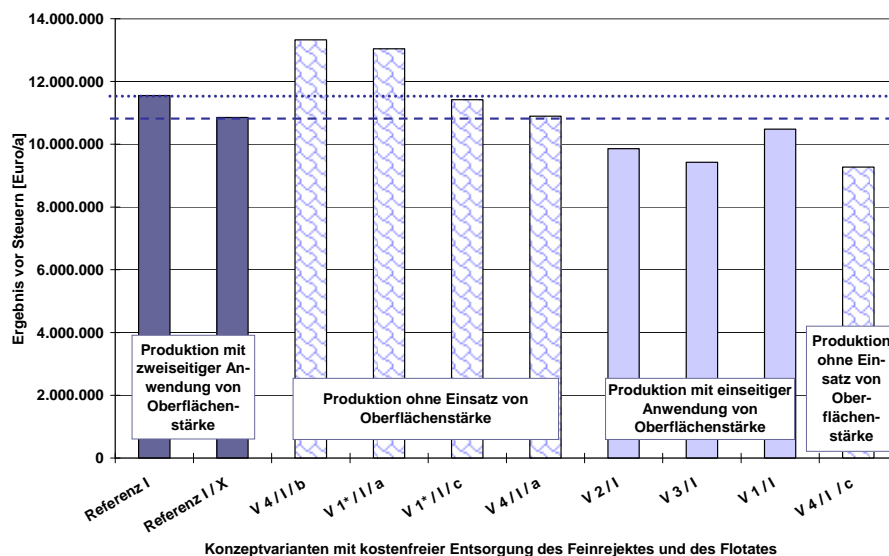


Abbildung 10.1: Einfluss des Einsatzes von synthetischen Trockenfestmitteln und Oberflächenstärke auf die Gewinnsituation von ausgewählten Verfahrenskonzepten und Konzeptvariationen; Auswahlkriterium: kostenfreie Entsorgung von Feinrejekt und Flotat

Fazit

Folgende grundsätzliche Empfehlungen für die Konzeption von Stoffaufbereitungsanlagen im Wellpappenrohpbereich mit integriertem Flotationsprozess wurden erarbeitet:

- Installation des Flotationsprozesses als einstufige Anlage in der Kurzfaserfraktion
- Auslegung des Fraktionierprozesses in Richtung einer möglichst hohen Trennschärfe zwischen Kurz- und Langfaserfraktion
- Mahlung der flotierten Kurzfaserfraktion mit geringem Eintrag an spezifischer Mahlarbeit; die Anwendung der Low-Intensity-Bedingungen ergibt keine entscheidenden technologischen Vorteile

Auf der Basis der durchgeführten Technikumsversuche und Kosten-/ Nutzenanalysen konnten für zwei Verfahrenskonzepte mit integrierter Flotation unter definierten wirtschaftlichen und technologischen Rahmenbedingungen eine gegenüber dem Referenzverfahren erheblich verbesserte Wirtschaftlichkeit ausgewiesen werden.

Die wirtschaftliche Bewertung der untersuchten verschiedenen Verfahrenskonzepte zur Festigkeitssteigerung von Wellpappenrohpbereich ergab folgende Ergebnisse:

Die untersuchten alternativen Verfahrenskonzepte mit integriertem Flotationsprozess sind durch die Erhöhung der spezifischen Bedarfskennwerte für Faserrohstoff und elektrischer Energie sowie das erhöhte Rejektaufkommen sehr kostenintensiv. Diese im Vergleich zu Standard- bzw. Referenzverfahren zu verzeichnenden erheblichen Mehrkosten sind allein durch die sich in diesen alternativen Verfahrenskonzepten sich ergebenden Möglichkeiten zur Kostenreduktion nicht zu kompensieren. Eine Wirtschaftlichkeit für diese Verfahren ist nur darstellbar, wenn zusätzlich zur Ausschöpfung aller Potenziale zur Kostenreduktion eine deutliche Steigerung der Betriebsleistung durch erhöhten Produktionsausstoß oder/und Verkaufspreis ausgewiesen werden kann.

Im Einzelnen wurden für die Umsetzung von ausgewählten Verfahrenskonzepten folgende Rahmenbedingungen herausgearbeitet:

- eine kostenfreie Entsorgung der Rejekte aus der Feinsortierung und des Flotates
 - o Für diese Voraussetzung bestehen u.a. aufgrund des zunehmenden Bedarfes an lignocellulosehaltigen Stoffen zur Erzeugung von Energieträgern und Chemikalien mittelfristig gute Umsetzungschancen.
- eine Steigerung der Produktion um den Betrag, der einer vollständigen Einsparung des Oberflächenauftrages entspricht; alternativ ist eine entsprechende Erhöhung des Produktpreises aufgrund höherer Qualität
 - o Anhand der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ist eine Substitution des Oberflächenstärkeauftrages allein durch verfahrenstechnische Maßnahmen nicht gesichert möglich. Zur Erreichung dieser Zielstellung ist zusätzlich der Einsatz eines Trockenverfestigers mit hoher Wirksamkeit erforderlich.
- eine für den Anwendungsfall spezifische Festlegung der unter wirtschaftlichen Aspekten maximal möglichen Einsatzkosten für den Trockenverfestiger

Wirksame Produkte zur Trockenverfestigung sind im Vergleich zur nativen Stärke für den Oberflächeneinsatz sehr preisintensiv. Daraus resultiert eine sehr hohe Sensitivität der Wirtschaftlichkeit gegenüber der spezifischen Einsatzmenge dieser Produkte. Aufgrund der schwierigen Einschätzbarkeit der weiteren Preisentwicklung dieser Produkte und der in den einzelnen Papierfabriken erzielbaren Wirksamkeit ist eine Festlegung und Bewertung des Einsatzes von Trockenfestmitteln nur anhand einer anlagenspezifischen Kosten-/Nutzenanalyse möglich. Für spezifische Einsatzkosten von mehr als 27 Euro/t konnte für die untersuchten Verfahrenskonzepte keine Wirtschaftlichkeit ausgewiesen werden. Durch die Projektarbeit wurde der Ansatz eingebracht, dass durch die mit dem Flotationsprozess verbundene Abtrennung von anorganischen Stoffen und anionischen Störstoffen die Wirksamkeit von Trockenverfestigern gesteigert wird.

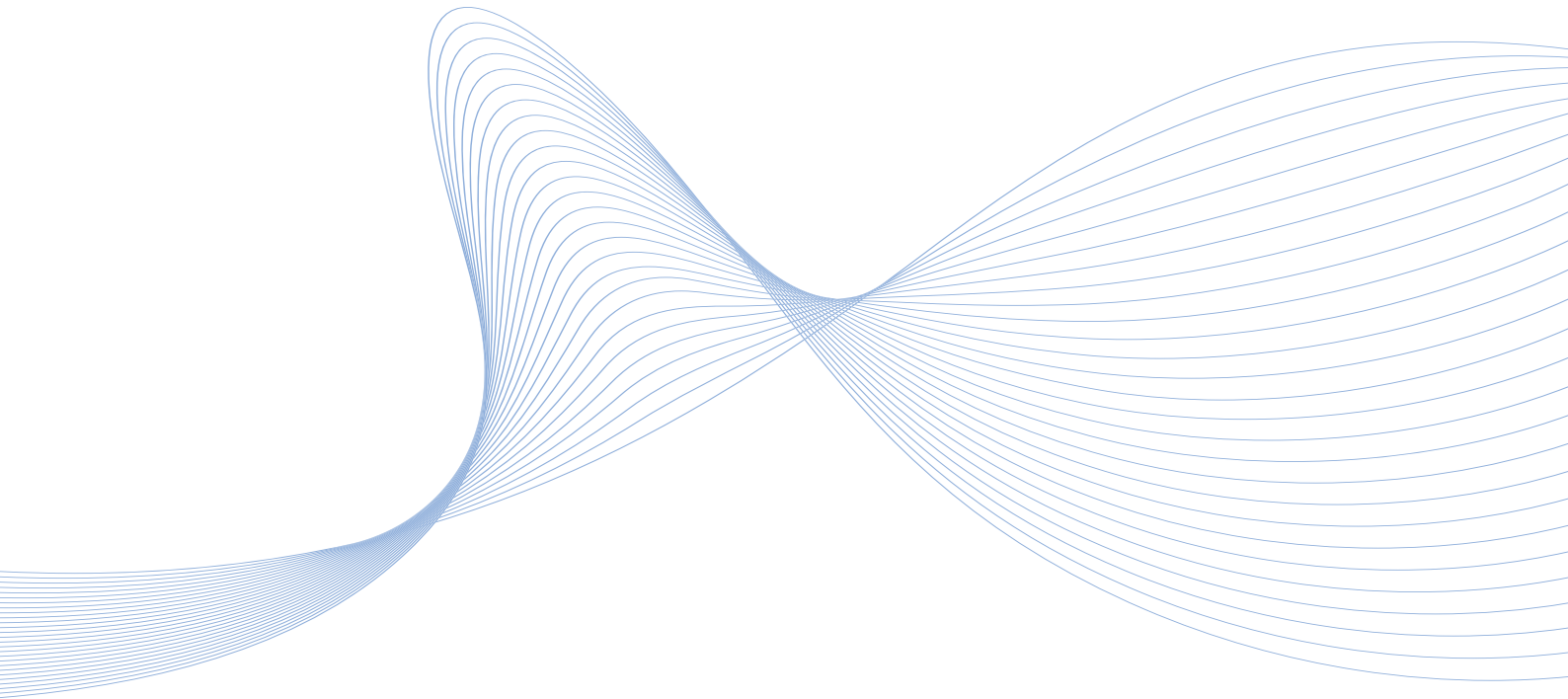
Ansprechpartner für weitere Informationen:

Constanze Seidemann
Tel. 3529/551-636
constanze.seidemann@ptspaper.de

Papiertechnische Stiftung PTS
Institut für Zellstoff und Papier IZP
Pirnaer Straße 37
01809 Heidenau
Tel. (03529) 551-620
Fax (03529) 551-899
e-Mail: info@ptspaper.de
www.ptspaper.de

Literaturverzeichnis

- 1 Hans-Joachim Putz, Christian Ewald, Samuel Schabel S.:
Entwicklung von Zusammensetzung und Qualität von Altpapier in Deutschland und Europa; Vortrag auf PTS-Seminar Qualitäts-sicherung für Altpapiere und Stickyvermeidung im Prozess am 03. Mai 2011 in Dresden
- 2 Erhard, K.; Kretzschmar, J.:
Sicherung der Runnability von SC- und LWC-Papier bei kostenoptimaler Substitution von Zellstoff durch deinkten Altpapierstoff
PTS-Forschungsbericht; 2007.
- 3 [http://www.norskeskog.com/Products/Super-calandered-\(SC\).aspx](http://www.norskeskog.com/Products/Super-calandered-(SC).aspx)
- 4 <http://www.norskeskog.com/Products/LWC.aspx>
- 5 N.N.:
VDP-Leistungsbericht 2011; Bonn
- 6 Seidemann, C., Tempel, L., Schiefer, M.:
Methodische Ansätze zur Bilanzierung von Altpapierströmen und deren Inhaltsstoffen;
Vortrag auf PTS-Seminar Qualitätssicherung für Altpapiere und Stickyvermeidung im Prozess am 03. Mai 2011 in Dresden
- 7 Strunz, A. u. Erhard, K.:
Ascheabtrennung Wellpappenrohapiere
PTS-Forschungsbericht 17/04, München: 2004
- 8 Kvesa M.:
Mögliche Maßnahmen der Papierhersteller zur Sicherung des Gebrauchswertes leichter Wellpappenpapiere; Manuskript SE 31 258 PTS-Symposium 6/1-7 (2002)



www.ptspaper.de

Papiertechnische Stiftung

Heßstraße 134 · 80797 München · Telefon +49 (0)89-12146-0 · Telefax +49 (0)89-12146-36

Pirnaer Straße 37 · 01809 Heidenau · Telefon +49 (0)3529-551-60 · Telefax +49 (0)3529-551-899