



INFOR-Projekt Nr. 209

Abhängigkeit des CSB-Eintrags beim Aufschlagen von Altpapier von den Aufschlagbedingungen

Schlussbericht

August 2019

Papiertechnische Stiftung – PTS

TU Darmstadt
Fachgebiet Papierfabrikation und
Mechanische Verfahrenstechnik

Clemens Zotlöterer/Dr. Tiemo Arndt

Projektbearbeiter:
Dipl.-Ing. Lutz Hamann

Professor Dr.-Ing. Samuel Schabel

Projektbearbeiter:
Dipl.-Chem. Antje Kersten
Dr.-Ing. Hans-Joachim Putz

INFOR-Projekt 209

**Abhängigkeit des CSB-Eintrags beim Aufschlagen von Altpapier
von den Aufschlagbedingungen**

Abschlussbericht

L. Hamann, PTS Heidenau
A. Kersten und H.-J. Putz, PMV Darmstadt
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf



2

Einleitung

Diese Powerpoint-Präsentation beinhaltet den Abschlussbericht zum **INFOR-Projekt 209**

Abhängigkeit des CSB-Eintrags beim Aufschlagen von Altpapier von den Aufschlagbedingungen

In Absprache mit den Projektbegleitern wurde entschieden, den Abschlussbericht in Form eines Chartberichtes zu erstellen.

Alle wesentlichen Projektdaten und Ergebnisse werden im Folgenden in chronologischer Abfolge dargestellt und erläutert. Am Anfang des Berichtes erfolgt eine Zusammenfassung der wesentlichen Projektergebnisse.

Danksagung:

Die Autoren danken dem Kuratorium für Forschung und Technik der Zellstoff- und Papierindustrie im VDP und der Vereinigung Pack- und Wellpappenpapiere / Arbeitskreis Wasserkreislauf für die Förderung dieses Projektes. Ein besonderer Dank für die aktive Unterstützung geht an alle Mitglieder des Projektbegleitenden Ausschusses und den Projektsprecher G. Pingen.

Projektdaten im Überblick

Antrag wurde vorgelegt von:

Arbeitskreis Wasserkreislauf der Vereinigung
Pack- und Wellpappenpapiere

Wissenschaftliche Bearbeitung:

PTS, Lutz Hamann (Projektleitung)
PMV, Antje Kersten, Hans-Joachim Putz

Laufzeit: 01.06.18 - 31.05.19

Projektmeetings:

Kickoff 07.06.2018, Hof
Telefonkonferenz 17.09.2018
Midterm 14.11.2018, Düren
Abschluss 09.05.2019, Durbach

Projektbegleiter:

Delkeskamp Verpackungswerke	Christian Austermühle
Carl Macher	Raimon Babiarczyk
Hamburger Rieger Trostberg	Rainer von Eichhorn
Papier- und Kartonfabrik Varel	Jens Finke
DS Smith Paper (Aschaffenburg, Witzenhausen)	Dr. Alexander Fried
Papierfabrik Adolf Jass Schwarza	Daniel Kindermann
Papierfabrik Adolf Jass	Heiko Kirfel
Papierfabrik Schoellershammer	Christoph Nahrath
Papierfabrik Julius Schulte Söhne	Georg Pingen
Hamburger Rieger Spremberg	Thomas Rehklau
Papierfabrik Palm	Klaus Schmidt
Smurfit Kappa Hoya	Olaf Truppner
Klinge Weener	Thomas Wischeropp
Smurfit Kappa Wrexen	Dörthe Wölker

Projektsprecher: G. Pingen

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Inhalt

- **Management Summary**
- **Projektbeschreibung:** Ausgangssituation Forschungsziel, Arbeitspakete, Anwendungspotenzial
- **Arbeitspaket 1:** Einflüsse auf den CSB-Eintrag im Labormaßstab und aus vorliegenden Daten (Literaturstudie)
- **Arbeitspaket 2:** Technikumsversuche zur Einweichtrommel-Technologie
- **Arbeitspaket 3:** Datenerfassung in Werken
- **Arbeitspaket 4:** Zusammenfassung und Bewertung

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Management Summary

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf



Management Summary: Ziel und Gesamtfazit

Ziel:

Es sollte wissenschaftlich untersucht werden, wie die **Zerfaserungsbedingungen von Altpapier** und die **Verfahrenstechnik der Stoffaufbereitung** den **CSB-Eintrag** in den Wasserkreislauf beeinflussen.

Gesamtfazit:

- Die Haupteinflüsse auf die absolute Höhe der CSB-Herauslösung sind die Altpapiersorte, die Auflösetemperatur und die Auflösedauer.
- Stärke wird schneller und vollständiger herausgelöst, als anderer CSB.
- Es existiert ein eindeutiger, weitgehend linearer Zusammenhang zwischen der CSB-Herauslösung und der Zerfaserungsintensität. Je geringer der Rest-Stippengehalt, desto höher ist die CSB-Herauslösung.
- Die CSB-Input-Output-Bilanz in den untersuchten Werken ging mit hoher Genauigkeit auf. Der aus dem AP herausgelöste CSB wurde nahezu komplett im Abwasser ausgetragen bzw. in der integrierten Prozesswasserreinigung eliminiert.
- Die Steuerungsmöglichkeiten zur CSB-Herauslösung in Papierfabriken werden vor dem Hintergrund der Projektergebnisse als gering eingestuft.

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf



Management Summary: wichtigste Ergebnisse

Arbeitspaket 1: Einflüsse auf den CSB-Eintrag im Labor und aus vorliegenden Daten

Höhe der CSB-Herauslösung aus verschiedenen Altpapiersorten

- aus Altpapiersorten 1.02., 1.04 und 4.03 ca. 24 - 28 g/kg CSB herauslösbar (Werte bis 2010)
- neueste Ergebnisse aus 2019 erreichen 40 g/kg im Mittel bei Sorte 1.04.
- aus reiner Wellpappe werden im Mittel 47 g/kg CSB herausgelöst
- mit steigender Zerfaserungsdauer und Temperatur steigt die CSB-Herauslösung

Tendenzielle Entwicklung der CSB-Beladung im Prozesswasser der Stoffaufbereitung

- CSB im Zulauf zur ARA aller Altpapier verarbeitenden Papierindustrie seit 2010 im Mittel um ca. 25 % von 16 auf 20 g/kg gestiegen

Verhalten von aus dem Altpapier herausgelöster Stärke

- Generell: die herausgelöste Stärke ist in der Regel ungeladen und hat damit nur ein begrenztes Anlagerungspotenzial in Form von „neuer“ Massestärke
- Die Molmasse von Stärke wird im Prozesswasser in sehr kurzer Zeit (3 -24 h) auf eine Molmasse reduziert, die nicht festigkeitssteigernd wirkt

++ starke Erhöhung
+ geringe Erhöhung
O kein Einfluss
- Reduzierung

Einflussgrößen auf die CSB-Herauslösung im Labor und deren Wichtung

- Temperaturanstieg 20–70 °C(++), pH-Anstieg 6–9 (+)
- Stoffdichte /Mahlung (o/+), Salzgehaltsanstieg (-), Zerfaserungsdauer >10 min (o/+)

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Management Summary: Wichtigste Ergebnisse AP 2

Arbeitspaket 2: Labor- und Technikumsversuche zur Einweichtrommel-Technologie

Labor:

- höhere Temperaturen verstärkten die CSB-Herauslösung signifikant
- 60 - 90 % des herausgelösten CSB bestand aus Stärke
- die Herauslösung von Stärke erfolgte schneller als von „Nichtstärke“-CSB
- es bestand durchgängig ein weitgehend linearer Zusammenhang zwischen Stippengehalt und CSB-Herauslösung: je geringer der Stippengehalt durch zunehmende Zerfaserung, desto größer die CSB-Herauslösung

Technikum:

- signifikant geringere CSB-Herauslösung in der Einweichtrommel allein, bei gleichzeitig deutlich höherem Stippengehalt
- sehr schnelle CSB-Herauslösung im LC-Pulper
- ebenfalls direkter Zusammenhang Stippengehalt zu CSB- bzw. Stärkeherauslösung
- nur sehr geringer Vorteil der Kombination Trommel/Pulper im Vergleich zum Pulper allein sichtbar (eventuell rein statistischer Effekt)

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Management Summary: Wichtigste Ergebnisse AP 3

Arbeitspaket 3: Datenerfassung in Werken

- Vergleichbare CSB-Herauslösung aus dem Altpapier in allen untersuchten Werken (zwischen 26,1 und 32,7 t/h)
- Gegenüber dem theoretischen CSB-Eintrag der jeweiligen AP-Mischung werden zwischen 73 und 89 % auf Basis der Antragsdaten bei der Zerkleinerung herausgelöst
- Zwischen der gemessenen bzw. berechneten CSB-Herauslösung bei der Zerkleinerung und der CSB-Fracht im Abwasser des Werkes bestehen nur geringfügige Unterschiede von max. 13 %
- Prozesswasserqualität in Bezug auf Temperatur und pH-Wert ist in allen Werken vergleichbar
- Beim CSB im Auflösewasser, der Wasserhärte und der Leitfähigkeit unterscheidet sich Werk 3 durch den engeren Wasserkreislauf von den anderen Werken. Ein signifikanter Einfluss dieser Parameter oder der Zerkleinerungstechnologie auf die CSB-Herauslösung ist nicht feststellbar.
- **Die CSB-Input-Output-Bilanz in den untersuchten Werken ging mit hoher Genauigkeit auf. Der aus dem AP herausgelöste CSB wurde nahezu komplett im Abwasser ausgetragen bzw. in der integrierten Prozesswasserreinigung eliminiert.**

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Projektbeschreibung:

Ausgangssituation

Forschungsziel

Arbeitspakete

Anwendungspotenzial

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Ausgangssituation

Der Arbeitskreis Wasserkreislauf der Vereinigung Pack- und Wellpappenpapiere hat im Rahmen seiner Tätigkeit unter anderem das Thema CSB-Eintrag aus Altpapier bearbeitet. Dabei hat sich herausgestellt, dass die teilnehmenden Werke unterschiedlich viel CSB aus Altpapier herauslösen. Hierzu wurden mittels der PTS-Methode zunächst die spezifischen CSB-Frachten der einzelnen Altpapiersorten ermittelt. Diese wurden verrechnet mit den in den Papierfabriken im Betrachtungszeitraum eingesetzten Mengen der betreffenden Sorten. Anhand dieser Methode wurde der theoretische CSB-Eintrag der Papierfabrik ermittelt. Andererseits wurde ermittelt, wie viel CSB-Fracht real in den jeweiligen Abwasserbehandlungsanlagen der gleichen Papierfabrik im gleichen Zeitraum behandelt werden musste. Durch die Division beider Zahlen ergeben sich Quoten, die zwischen 51% und 109% liegen.

Diese große Spanne offenbart, dass es erhebliche Unterschiede gibt, wie viel CSB in dem jeweiligen Werk aus dem Altpapier gelöst wird. Insbesondere das Werk mit der Quote von nur 51% rückt hierbei ins Interesse. Beim Vergleich verschiedener in Frage kommender Prozess-Eigenschaften dieses Werkes mit den anderen Werken stellt sich eine Besonderheit heraus: Dieses Werk betreibt eine Einweichtrommel, der ein Schredder vorgeschaltet und eine Pulper-Anlage nachgeschaltet sind (Einweichtrommel-Technologie). Der Pulper fällt dadurch im Vergleich zur Auflöseleistung klein aus. Die anderen Werke betreiben konventionelle Auflöseanlagen.

08.08.2019

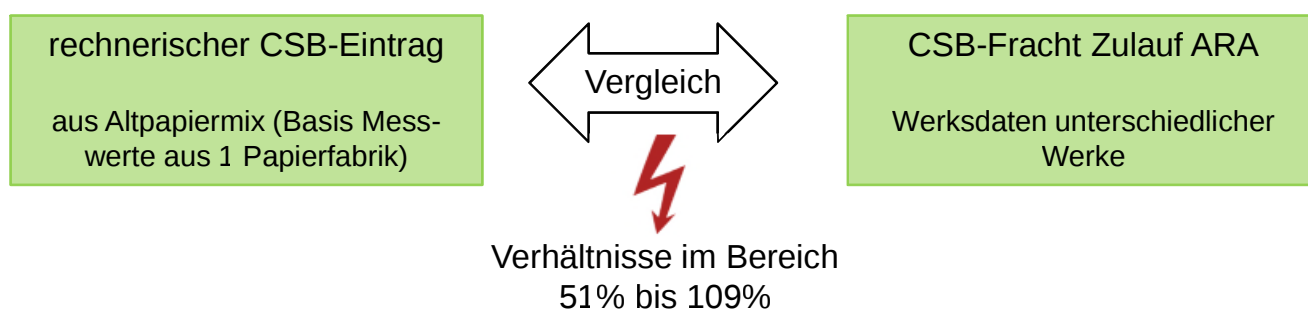
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Ausgangssituation

- Voruntersuchungen des Arbeitskreises "Wasserkreislauf" der Vereinigung Pack- und Wellpappenpapiere für verschiedene Fabriken:



- erhebliche Unterschiede in der CSB-Auslösung aus dem Altpapier in den Werken erwartet
- Werk mit Verhältnis 51% im Fokus – betreibt eine Einweichtrommel-Zerfaserung:



- die anderen Werke betreiben konventionelle Zerfaserungsanlagen

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Vorversuch im Labor im Arbeitskreis WKL

CSB-Herauslösung hängt stark von den Auflösebedingungen ab:

	Einweichzeit in min	Auflösezeit in min	CSB- Herauslösung [mg/l]	CSB- Herauslösung [g/kg]
Nullversuch	0	20	1.000	83
Versuch 1	10	20	1.200	100
Versuch 2	10	10	900	75
Versuch 3	15	5	700	58

Methode PTS-RH 014/2015: CSB-Abgabe

- mit entmineralisiertem Wasser
- Zerkleinerung auf 2x2 cm, 2 h einweichen, 24 g in 1 l
- Verdünnung auf 12 g/l
- 25 min zerfasern im Standard-Desintegrator
- 500 ml abfüllen ☐ CSB-Bestimmung

$$A = \frac{C \cdot V}{E \cdot t}$$

mit

- A CSB-Abgabe beziehungsweise TOC-Abgabe beziehungsweise Wasserlöslicher Anteil; je in g/kg
- C CSB-Wert beziehungsweise TOC-Konzentration beziehungsweise Gesamttrockenrückstand des Filtrats in mg/l
- E Masse des eingewogenen Halbstoffs in g
- t Trockengehalt des Halbstoffs
- V Volumen der gesamten aufgeschlagenen Suspension in l (2 l)

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Ziel

Es soll wissenschaftlich untersucht werden, wie die **Zerfaserungsbedingungen von Altpapier** und die **Verfahrenstechnik der Stoffaufbereitung** den **CSB-Eintrag** in den Wasserkreislauf beeinflussen.

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Lösungsweg lt. Antrag

Für das Ausmaß des Eintrags an CSB-verursachenden Substanzen (CSB-Eintrag) sind bei gegebener Altpapierrezeptur Parameter wie Einweichzeit, Auflösezeit, Auflösetechnik, pH-Wert, Temperatur, Energieeintrag, zusätzliche Mahlung, Entstippung oder Dispergierung, Additiveinsatz und spezifischer Wassereinsatz als Einflüsse relevant.

Um Aussagen treffen zu können, muss bei der Untersuchung variiert Parameter die erzielte Qualität des erzeugten Altpapierstoffes vergleichbar sein. Dies betrifft insbesondere Stippenfreiheit und Festigkeitspotenzial, gegebenenfalls auch den Gehalt an Stickys in verschiedenen Größenklassen.

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Lösungsweg / Arbeitspakete

- | | | |
|----|--|--|
| 1. | Einflüsse auf den CSB-Eintrag im Labormaßstab und aus vorliegenden Daten | <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung von Publikationen und Forschungsergebnissen • Auswertung von vorliegenden Daten an PTS und PMV |
| 2. | Technikumsversuche zur Einweichtrommel-Technologie | <ul style="list-style-type: none"> • Laboruntersuchungen im Standard-Desintegrator • Pilotversuch: Zerfaserungstrommel Ø 2,7 m, CTP/Grenoble • Referenzversuch: nur LC-Pulper • variierte Zerfaserung mit Trommel + Pulper • Vergleich auf Basis erzielter Stippengehalte |
| 3. | Datenerfassung in Werken | <ul style="list-style-type: none"> • Erfassung CSB-Werte und Technologie in 3-4 Werken (Trommelzerfaserung und konventionell) • Ermittlung des CSB-Beitrags von Altpapier, Zerfaserungs- und Prozesstechnologie • Bilanzrechnungen der CSB-Fracht |
| 4. | Bewertung | <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenfassende Auswertung • CSB-Eintrag, Nebeneffekte und Kosten |

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Anwendungspotenzial und wirtschaftliche Bedeutung

Gelingt es, den Eintrag von CSB verursachenden Substanzen durch eine veränderte Altpapierzertifizierung zu verringern, ergeben sich für altpapierverarbeitende Unternehmen folgende wirtschaftliche Potenziale:

- Abwasserreinigungsanlagen können kleiner gebaut und mit geringeren Betriebskosten betrieben werden.
- Der Einsatz von Bioziden kann reduziert werden.
- Maßnahmen zur Geruchsminderung können verringert werden.
- Die Problematik von Kalkausfällungen wird entschärft.
- Durch die verringerte Versäuerung sinkt die Korrosionsneigung.
- Die Wirksamkeit von chemischen Additiven steigt und geringerer Verbrauch.
- Das Festigkeitspotenzial des Altpapierstoffes bleibt besser erhalten, durch am Faserstoff verbleibende Stärke.
- In der Summe können Emissionen reduziert werden, insbesondere CO₂-Emissionen

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Arbeitspaket 1

Einflüsse auf den CSB-Eintrag im Labormaßstab und aus vorliegenden Daten (Literaturstudie)

Bearbeitung: PTS und PMV

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Inhalt

- Einleitung
 - Beschreibung Arbeitspaket 1
 - Übersicht der Einflussgrößen auf die CSB-Herauslösung aus dem Altpapier
 - überschlägige Kalkulation des Stärkegehaltes im Altpapier
 - recherchierte Themenstellungen

- Ergebnisse Arbeitspaket 1
 - Zusammenfassung der Rechercheergebnisse
 - Übersicht der Literaturliste
 - Darstellung wesentlicher Ergebnisse aus den Literaturstellen

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf



Einleitung

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf



Beschreibung Arbeitspaket 1

Publikationen und Forschungsergebnisse zu den o.g. Einflüssen liegen vor und werden zusammenfassend interpretiert.

Auch ist an PTS und PMV eine breite Datenbasis aus Labor- und Prozessuntersuchungen vorhanden, die im Hinblick auf die Fragestellung gezielt quantitativ ausgewertet wurde.

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Übersicht Arbeitspaket 1: Einflüsse auf den CSB-Eintrag

Bezeichnung des Arbeitspaketes

Einflüsse auf den CSB-Eintrag im Labormaßstab und aus vorliegenden Daten

Durchführende Partner

- PTS
- PMV

Vorgehensweise

- Recherche und Sichtung von Publikationen und Projektberichten
- Auswertung vorhandener Labordaten
- Visualisierung und Interpretation der wesentlichen Zusammenhänge
- Einbeziehung der Vorversuchsdaten aus dem Arbeitskreis

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Arbeitspaket 1: Einflüsse auf den CSB-Eintrag

Generelle Einflussparameter auf die CSB-Herauslösung

• Altpapiersorte	Rohstoff
• Vorzerkleinerung • Einweichzeit • Zerfaserungszeit • Zerfaserungstechnik (Pulper, Trommel) • Stoffdichte • pH-Wert • Temperatur • Energieeintrag	Auflösung
• physikalische Stoffbehandlung: Mahlung, Entstippung, Dispergierung • chemische Stoffbehandlung: Bleiche • Additiveinsatz • spezifischer Wassereinsatz • CSB-Beladung Prozesswasser zur Zerfaserung (Gleichgewicht Desorption-Adsorption) • Verweilzeit	Prozess

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 - im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
 Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
 FIBRE based solutions

PMV

Arbeitspaket 1: Einflüsse auf den CSB-Eintrag

überschlägige Kalkulation des Stärkegehaltes im Altpapier

	2015	
Produktion Wellpappe in Deutschland		
Produktionsmenge Wellpappe VDW [t]	5.421.000	
Stärkeeinsatz für Wellpappenverklebung (www.staerkeverband.de) [t]	115.800	
Stärkegehalt im Papier aus Verklebung [%]	2,14	gilt nur für Wellpappe
Produktion Papier in Deutschland		
Produktion Verpackungspapiere VDP [t]	11.185.000	
Stärkeeinsatz für Papiererzeugung (www.staerkeverband.de) [t]	540.400	
Stärke in Verpackungspapieren [%] Annahme: Stärkeeinsatz bei Verpackungen >> Stärkeeinsatz bei anderen Papieren	4,83	Masse und Oberflächenstärke
Stärke im Altpapier (Verpackungsaltpapier) [%]	5,9	Mittelwert im gemischten Altpapier
Stärke im Altpapier (Verpackungsaltpapier) [g/kg]	59	
CSB kalkuliert [mg/l] Annahme: Stoffverdünnung auf 5 % und komplette Stärke-Herauslösung (1 mg Stärke = 1 mg CSB)	2.933	LC-Pulper
CSB kalkuliert [mg/l] Annahme: Stoffverdünnung auf 1,2 % und komplette CSB-Herauslösung (1 mg Stärke = 1 mg CSB)	704	CSB-Herauslösung PTS-RH 014/2015

08.08.2019

PTS
 FIBRE based solutions

PMV

Arbeitspaket 1: Einflüsse auf den CSB-Eintrag recherchierte Themenstellungen

- Höhe der CSB-Herauslösung aus verschiedenen Altpapiersorten
- tendenzielle Entwicklung der CSB-Beladung im Prozesswasser der Stoffaufbereitung
- Einflussgrößen auf die CSB-Herauslösung und deren Wichtung
- Einflussgrößen auf das Zerfaserungsverhalten von OCC und Mischaltpapier (1.02 / 1.04.)
- Einflussgrößen auf die Altpapierzerfaserung in einer Auflösetrommel
- Verhalten von aus dem Altpapier herausgelöster Stärke

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Ergebnisse Arbeitspaket 1

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Zusammenfassung I

Höhe der CSB-Herauslösung aus verschiedenen Altpapiersorten

- CSB-Herauslösung bei Verpackungspapieren generell deutlich höher als bei Druckpapieren
- **Lit. PMV-01:** aus Altpapiersorten 1.02., 1.04 und 4.03 können ca. 24 – 28 g/kg CSB herausgelöst werden, bei Deinkingware 1.11 nur 8 g/kg
- **Lit. PTS-04:** Wellpappe 41 – 52 g/kg CSB-Herauslösung und 23 - 50 g/kg Stärkegehalt im Papier gemessen, fallweise entspricht die herausgelöste CSB-Menge nahezu dem Stärkegehalt im Papier
- **Lit. PTS-07:** Wellpappe 27 – 62 g/kg CSB-Herauslösung, im Mittel 47 g/kg
- **Lit. PTS-05:** CSB im Zulauf zur ARA im Durchschnitt aller Altpapierverarbeiter bei 20 g/kg

tendenzielle Entwicklung der CSB-Beladung im Prozesswasser der Stoffaufbereitung

- **Lit. PTS-05:** CSB im Zulauf zur ARA aller Altpapier verarbeitenden Papierindustrie seit 2010 im Mittel um ca. 25 % von 16 auf 20 g/kg gestiegen
- Ursachen: Anteil Stärke haltiger Verpackungspapiere steigend und Reduzierung mittlere Abwassermenge bei Verpackungspapieren
- **Lit. PTS-03:** CSB-Beladung im Zulauf zur ARA kann auch in kurzer Zeit stark schwanken

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Zusammenfassung II

Einflussgrößen auf die CSB-Herauslösung und deren Wichtung

- **Lit. PTS-01:** Graukarton, SD-Einfluss und Temperatureinfluss 20/60 °C gering, Mahlung & Dispergierung mit üblichen Energieeinträgen erhöhen CSB leicht
- **Lit. PTS-02:** Mischung 1.02/1.04., Temperatureinfluss 20/32/50 °C erheblich, Auflösezeit von 5 auf 30 min erhöht CSB-Herauslösung um 20%, bei höherem Ausgangsfiltrat-CSB signifikant verstärkte CSB-Adsorptionseffekte
- **Tab.:** Auswertung Einflussgrößen nach Lit. **PMV02, PMV03, PMV04**

++ starke Erhöhung + geringe Erhöhung
O kein Einfluss - Reduzierung

Einflussgröße	Bereich	Bewertung des Einflusses
Temperatur	20 --> 70 °C	++
pH-Wert	6 --> 9	+
Zerfaserungsstoffdichte	2 --> 6 %	O Für Wellpappenpapier O/+ Für graphische Papiere (ZD)
Aufschlagdauer	10 --> 50 min	O/+
Spezif. Arbeitsaufwand bei Mahlung	50 – 250 kWh/t	O/+
Mahlgrad	30 – 85 SR	O für Wellpappenpapier
Wasserqualität	höherer Salzgehalt	-

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Zusammenfassung III

Einflussgrößen auf das Zerfaserungsverhalten von OCC und Mischaltpapier (1.02 / 1.04.)

- generell kaum Literatur zur OCC-Zerfaserung verfügbar
- **Lit. PTS-06:** geringe vorteilhafte Wirkung einer Vorbefeuchtung bei kleinen Laborballen vorhanden, Effekte und Machbarkeit bei Industrieballen fraglich
- **Lit. PTS-11:** bei Zerfaserungstrommel höhere Auflösedauer und Auflösestoffdichte aber geringerer spezifischer Energieeintrag als im Pulper

Einflussgrößen auf die Altpapierzerfaserung in einer Auflösetrommel

- **Lit. PTS-06:** Testliner zerfasert leichter als Kraftliner und Kraftliner leichter als Wellpappe
- **Lit. PTS-06:** größere Fallhöhe von 3,75 anstelle 2,75 m bei Zerfaserung von Kraftliner deutlich vorteilhaft, bei Testliner kein Unterschied, bei Deinkingware 2 m Trommeldurchmesser ausreichend
- **Lit. PTS-06:** Stoffdichteeinfluss auf Zerfaserungsergebnis (Stippengehalt) zwischen 10 und 17 % SD gering
- **Lit. PTS-11:** in 2 m Trommel Zerfaserungsdauer bei OCC bei 50 min bis zur vollständigen Zerfaserung

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 - im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
 Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
 FIBRE based solutions

PMV

Zusammenfassung IV

Verhalten von aus dem Altpapier herausgelöster Stärke (Lit. PTS 08-10)

- generell: die herausgelöste Stärke ist in der Regel ungeladen und hat damit nur begrenztes Anlagerungspotenzial in Form von „neuer“ Massestärke
- in Publikationen wird ein Festigkeitsanstieg bei Einsatz Stärkehaltiger Prozesswässern beschrieben, mögliche Effekte einer verstärkten Retention von bindungsaktivem Feinstoff werden nicht berücksichtigt
- die Molmasse von Stärke wird im Prozesswasser in sehr kurzer Zeit (3 -24 h) auf eine Molmasse reduziert, die nicht Festigkeitssteigernd wirkt
- Innerhalb von 1-2 Tagen wird der Stärkegehalt in Prozesswasserproben sehr stark reduziert (enzymatischer Abbau)
- eine Kurzzeiterhitzung oder hochdosierte Dosierung von Bioziden kann den Stärkeabbau kurzzeitig verzögern (wirtschaftlich und technisch schwierig)

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 - im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
 Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
 FIBRE based solutions

PMV

Literaturübersicht PMV

Lfd. Nr.	FuE-Projekt bzw. Publikation	Jahr	Titel
01	IGF 15408	2011	Qualitätseigenschaften der wichtigsten Altpapiersorten in Abhängigkeit von den Sortierbedingungen
02	Dissertation Walter Lüttgen	1982	Quellen der Wasserbelastung und innerbetriebliche Entlastungsmaßnahmen bei der Papiererzeugung
03	IGF 5117	1983	Minimierung der durch gelöste organische Inhaltsstoffe aus Altpapier verursachten Wasserbelastung in der Papierindustrie
04	Das Papier 1(31), S. 1-11	1977	Über die Bestimmung von CSB, BSB und TOC am Filtrat von Suspensionen aus Halbstoff, Papier und Altpapier

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PMV 01: Spezif. CSB-Fracht verschiedener AP-Sorten

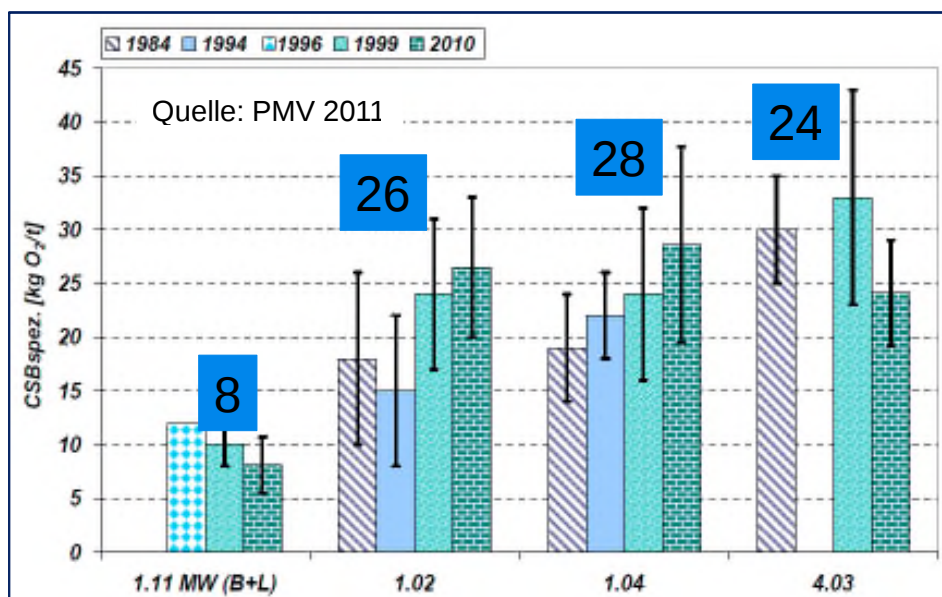


Abb. PMV01_1: CSB-Herauslösung aus 100 %-Altpapier (in Leitungswasser)

- Mittelwert überschlägig anhand der Produktionsmengenverteilung: 18 kg/t
- Gesamtmenge im Altpapier bei 17 Mio t AP im Jahr 2017: ca. 300.000 t

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PMV 02: Informationen im Überblick

Quelle: „Quellen der Wasserbelastung und innerbetriebliche Entlastungsmaßnahmen bei der Papiererzeugung“, Doktorarbeit Dipl.-Ing, Walter Lüttgen, TU Darmstadt 1982

Durchführung:

- Faserstoffe: Bu-Si Zellstoff gebl., Holzstoff (Steinschliff), bedruckte graphische Papiere 45-60 g/m² (gestrichen und ungestrichen)
- Untersuchte Wasserproben: Weißbandfiltrate
- **Einweichzeit bei Stoffdichte 1,2 %: 2 h**, dann 25 min Zerfaserung im Standard-Desintegrator, Mahlung im Labor und im Technikum
- Variablen Zerfaserung: Wasserqualität, pH-Wert, Stoffdichte, Aufschlagdauer, Lagerdauer (nach Aufschlagen bis Filtration), Temperatur; Variablen Mahlung: Wasserqualität, SR-Wert, Stoffdichte, spezif. Kantenbelastung

wichtigste Ergebnisse:

- Verwendung von Leitungswasser (höherer Salzgehalt) führt zu ca. 30 % geringeren CSB-Werten im Filtrat als mit Reinstwasser (Adsorptionsvorgänge an der Faseroberfläche)
- keine Veränderung der spezif. CSB-Werte bei Variation der Stoffdichte zwischen 1,2 und 5,0 %
- keine Veränderung der spezif. CSB-Werte bei Aufschlagdauer zw. 10 und 60 min. (Zellstoff, Holzstoff)
- bei Lagerung des zerfaserten Faserstoffs vor der CSB-Messung von 0 bis 4 Std. keine Veränderung

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PMV 02: Einfluss von Temperatur bei Primärfaserstoffen

Temperatur	Spezif. CSB	
°C	Zellstoff kg/t	Holzstoff kg/t
20	14,4	15,8
35	12,6	15,6
50	13,2	17,6
80	16,5	19,2

Hinweis: Proben wurden schon während der 2 stündigen Einweichzeit vor dem Aufschlagen bei der jeweiligen Temperatur belassen und nach der Zerfaserung wiederum 2 Std. temperiert

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PMV 02: Einfluss von Mahlung bei Primärfaserstoffen

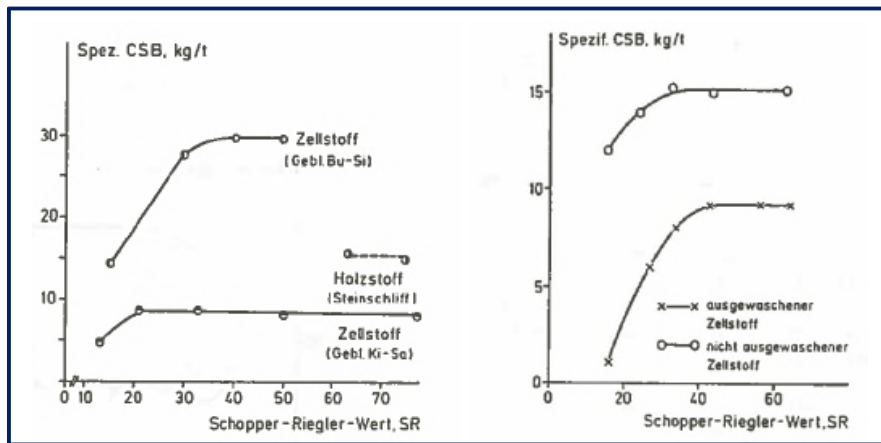


Abb. PMV02_1: Spezifische CSB-Fracht in Abhängigkeit vom Mahlgrad (Jokro-Mühle); links: Zellstoff / Holzstoff; rechts: ausgewaschener / nicht ausgewaschener Zellstoff

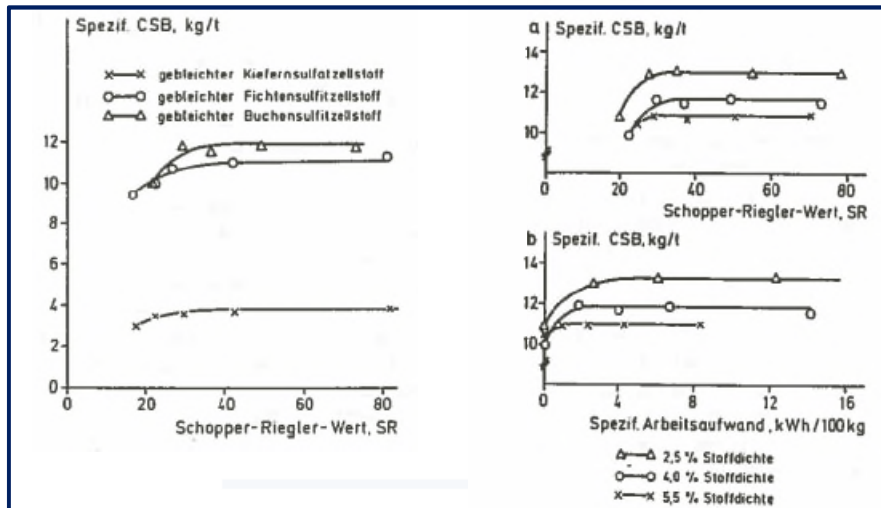


Abb. PMV02_2: Spezifische CSB-Fracht in Abhängigkeit vom Mahlgrad (Laborrefiner); links: verschiedene Zellstoffe; rechts: Vergleich mit spezif. Arbeitsaufwand

PMV 02: Wichtige Ergebnisse für Zerfaserg. bedruckter graph. Papiere

- spezif. CSB steigt bei Aufschlagstoffdichte von 3 bis 6 % leicht an
- keine Abhängigkeit von Aufschlagdauer zwischen 5 und 20 min
- bei pH = 8,3 steigender spezif. CSB bei Erhöhg. der Verweilzeit in der Bütte zw. 1 und 3 Std.
- sehr starker Anstieg des spezif. CSB bei Erhöhung des pH-Wertes von 8,3 (24 kg/t) auf 12 (64 kg/t)

PMV 03: Informationen im Überblick

Quelle: „Minimierung der durch gelöste organische Substanzen aus Altpapier verursachten Wasserbelastung in der Papierindustrie“, Schlussbericht AiF-Projekt 5117, Götsching, Putz, 1983

Durchführung:

- Faserstoffe: LWC (FG=60 g/m²), ZDP 47 g/m², Wepa-ropa WP 119 g/m², holzfreies Schreibpapier 80 g/m²
- untersuchte Wasserproben: Weißbandfiltrate
- im Standard-Desintegrator: Einweichzeit 2 h, dann Zerkleinerung 25 min. nach Zellcheming-MBI. V/4/61 bei 4 % SD; im Escher-Wyss-Laborpulper: kein Einweichen
- Variablen Zerkleinerung: Stoffdichte, Zerkleinerungsdauer, pH-Wert, Temperatur, Stoffdichte bei Filtration

wichtigste Ergebnisse:

- Spezif. CSB-Fracht von WP ist bei Pulper-Zerkleinerung mit ca. 20 kg/t deutlich geringer als im Desintegrator 27 kg/t (mechan. Faserbehandlung im Pulper höher, daher Adsorptionsvorgänge an der Faseroberfläche)
- Unterschiede in spezif. CSB-Fracht in Abhängigkeit von der Zerkleinerungsstoffdichte (siehe. Abb. PMV02_1)
- Einfluss der Zerkleinerungsdauer ebenfalls abhängig vom Zerkleinerungsaggregat (siehe Abb. PMV02_2)
- Einfluss des pH-Wertes beim Aufschlagen im Desintegrator im Bereich von pH 5 bis pH 9 gering (Ausnahme: holzfreies Papier)
- Steigung des spezif. CSB bei Temperaturerhöhung im Desintegrator von 20 auf 70 °C fast linear (siehe Abb. PMV02_3)

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PMV 03: Abhängigkeit des spezif. CSB von verfahrens-technischen Kenngrößen – Stoffdichte beim Aufschlagen

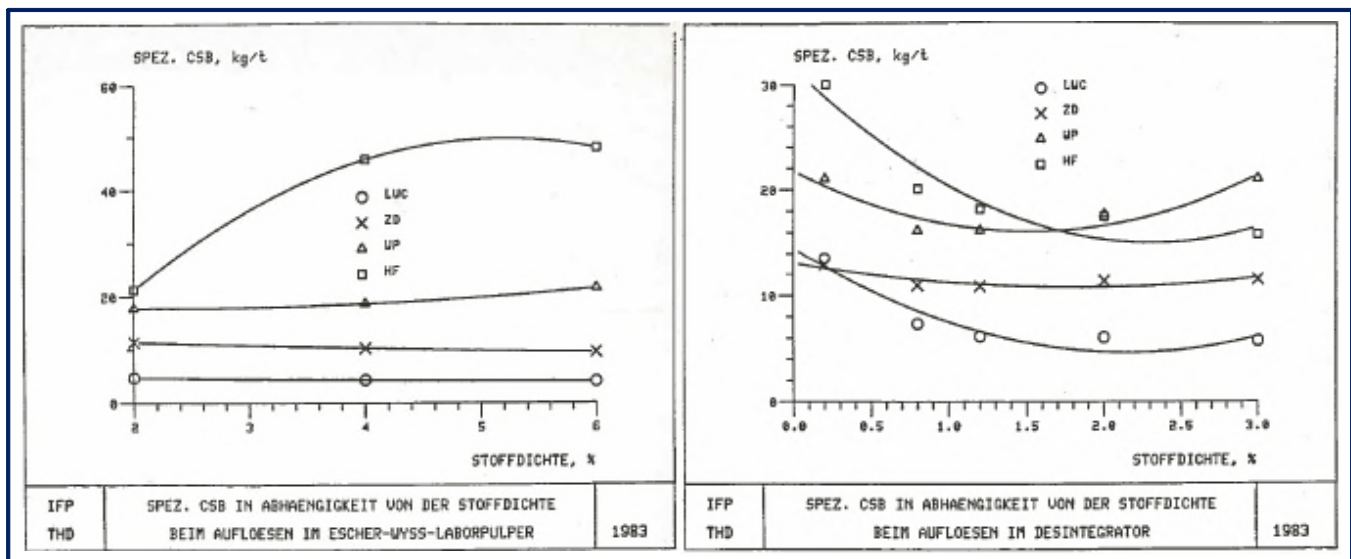


Abb. PMV03_1: Spezifische CSB-Fracht in Abhängigkeit von der Zerkleinerungsstoffdichte

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PMV 03: Abhängigkeit des spezif. CSB von verfahrenstechnischen Kenngrößen – Aufschlagdauer

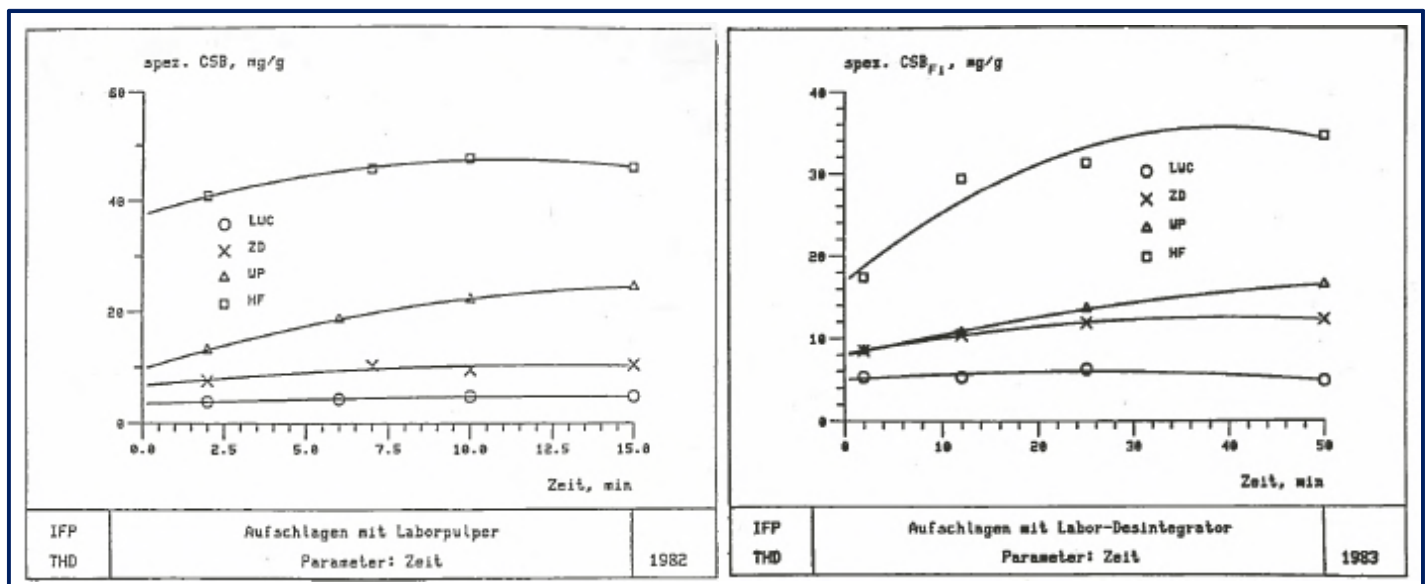


Abb. PMV03_2: Spezifische CSB-Fracht in Abhängigkeit von der Aufschlagdauer

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PMV 03: Abhängigkeit des spezif. CSB von verfahrenstechnischen Kenngrößen – Temperatur

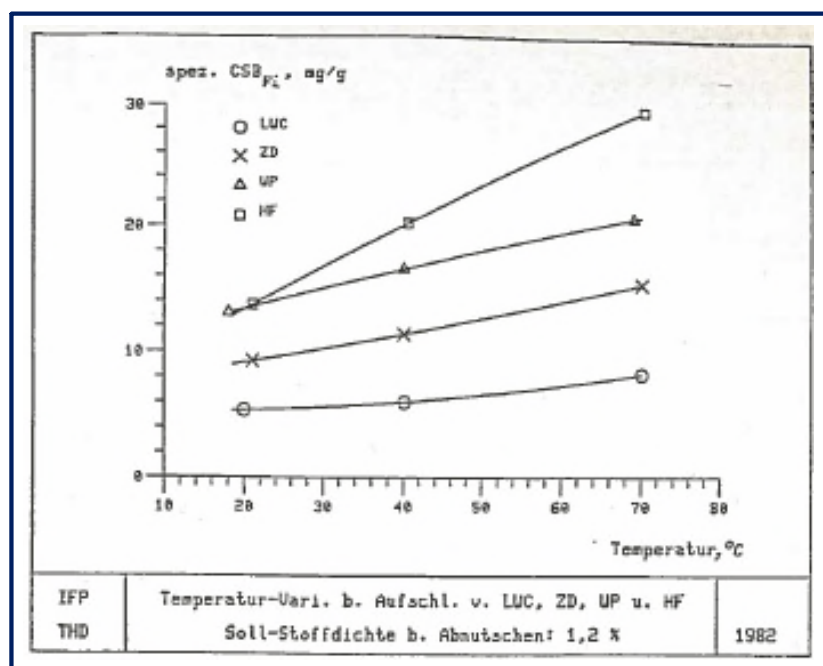


Abb. PMV03_3: Einfluss der Temperatur bei Zerkleinerung von LWC, ZDP, Wellpappenrohpaper und HF auf spezif. CSB

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PMV 03: Abhängigkeit des spezif. CSB von verfahrenstechnischen Kenngrößen – Mahlung

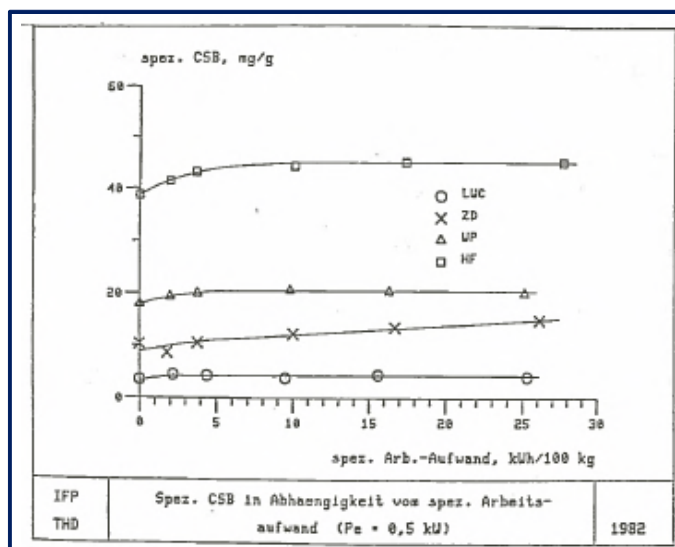


Abb. PMV03_4: Einfluss des spezif. Arbeitsaufwandes bei Mahlung im Escher-Wyss-Laborrefiner auf spezif. CSB

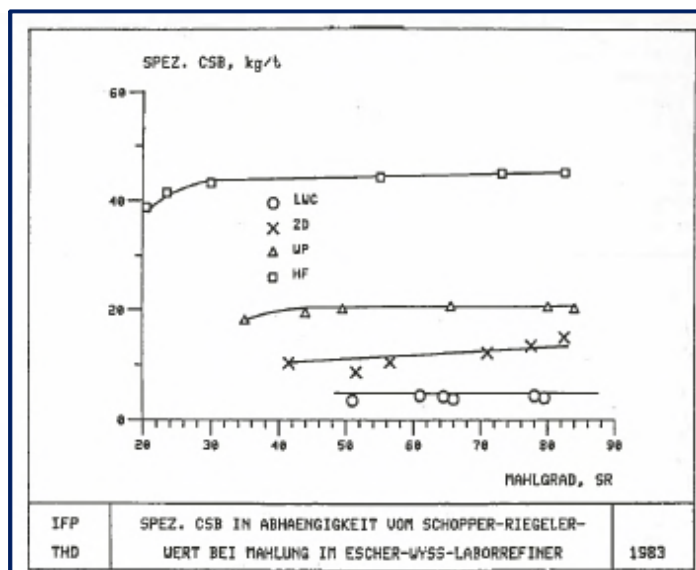


Abb. PMV03_5: Spezifischer CSB in Abhängigkeit vom SR-Wert

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PMV 03: Übersicht über sortenspezifische CSB-Fracht

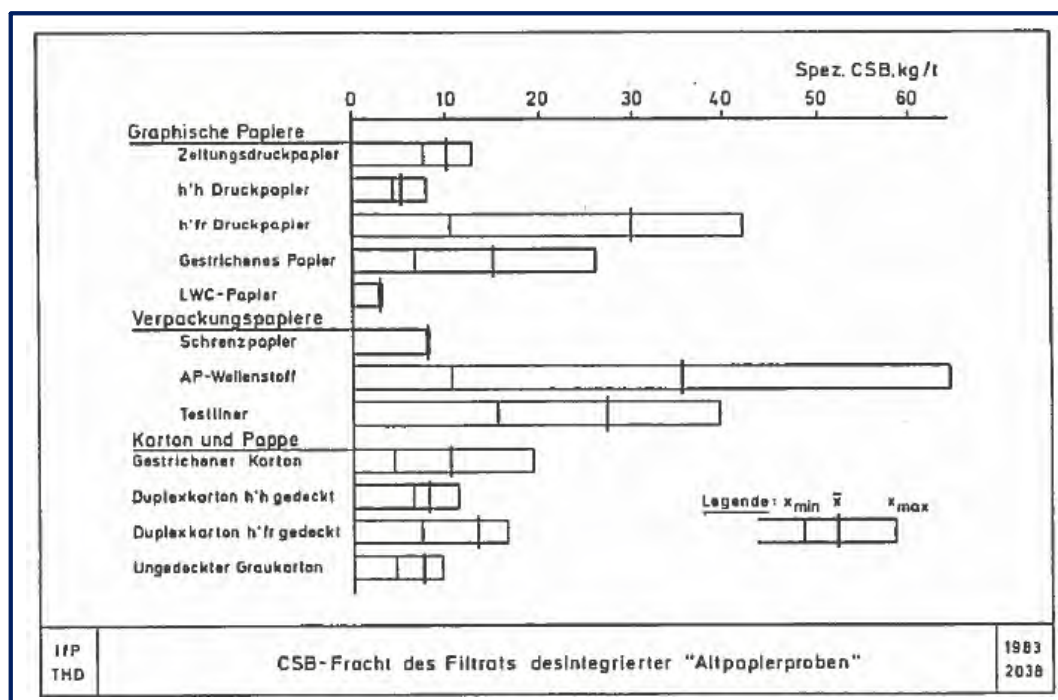


Abb. PMV03_6: CSB-Fracht im Weißbandfiltrat desintegrierter Altpapierproben

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PMV 04: Informationen im Überblick

Quelle: „Über die Bestimmung von CSB, BSB und TOC am Filtrat von Suspensionen aus Halbstoff, Papier und Altpapier“. Götsching, L.; Dalpke, H.-L., von der Heyde, H., Das Papier 1(31), S. 1-11, 1977

Durchführung:

- Untersuchung von gebleichtem Buchensulfitzellstoff, vorgetrocknetem Steinschliff und Wellpappenabfällen
- Untersuchte Wasserproben: Weißbandfiltrate (zusätzlich Vergleich mit Membranfilter und Glasfaserfilter)
- **Einweichzeit bei Stoffdichte 1,2 %: 2 h**, dann 25 min Zerkleinerung im Standard-Desintegrator, Mahlung im Labor
- Variablen Zerkleinerung: Stoffdichte, Aufschlagdauer, pH-Wert, Lagerdauer (nach Aufschlagen bis Filtration), Temperatur

Ergebnisse:

- spez. CSB-Wert ändert sich zwischen 10 und 60 min Aufschlagdauer nicht mehr
- Mahlung hat insbesondere bei Wellpappenabfällen bis ca. 40 SR einen deutlichen Einfluss auf CSB-Wert
- Bei zunehmender Lagerdauer der aufgeschlagenen Suspension wird auch CSB-Wert höher

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PMV 04: Ergebnisse

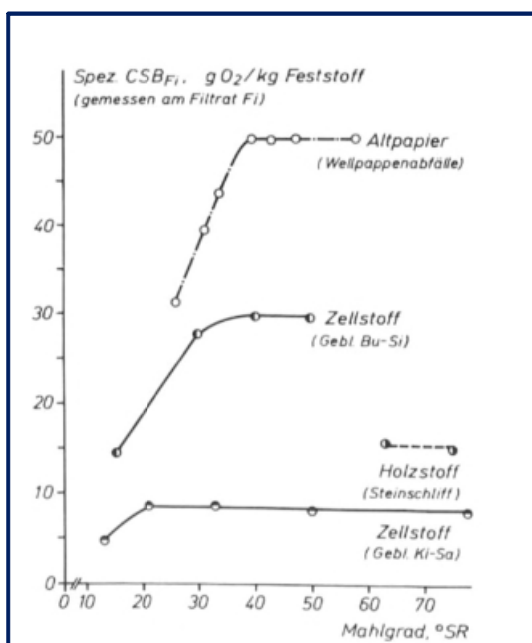


Abb. PMV04_1: Einfluss des Mahlgrades auf spezif. CSB

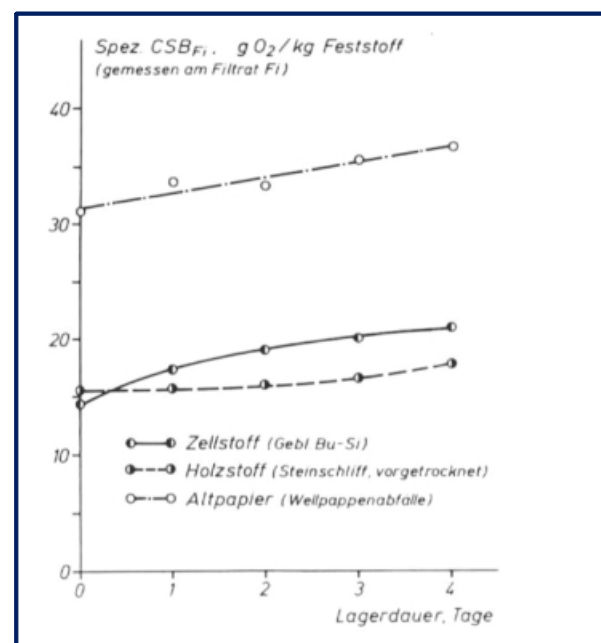


Abb. PMV04_2: Einfluss der Lagerdauer der Suspension nach dem Aufschlagen auf gemessene CSB-Fracht

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Literaturübersicht PTS

Lfd. Nr.	FuE-Projekt bzw. Publikation	Jahr	Titel	Info
01	IGF 14696 BR	2006	Prognose der temperaturabhängigen Rest-CSB-Freisetzung	
02	AiF 12111 B	2001	Modellgestützte Kreislaufoptimierung unter besonderer Berücksichtigung des Parameters CSB	
03	IGF 13279	2005	Verminderung des refraktären CSB im Abwasser durch den Einsatz mikrobiologischer Additive	
04	IK-MF 120064	2015	Gebrauchswertrechner Altpapier	
05	INFOR 146, 172, 201	2010/16	Wasser- und Rückstandsumfrage in der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie	
06	VALMET/ H. Upola	2017	Disintegration of Packaging Material	
07	INFOR 131	2011	Eigenschaftsvektor: Altpapier aus Asien	PTS/PMV
08	IGF 18699 N	2017	Recyclingstärke	Themenkomplex vagabundierende Stärke
09	FNR 22029211	2015	Vagabundierende Stärke	
10	FNR 22013507	2009	Refixierung vagabundierende Stärke in WPR	
X	diverse	x	Publikationen von Additivlieferanten (nicht Inhalt der Studie)	
11	CTP / B. Fabry	2015	Pulping and ink detachment	

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 - im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
 Arbeitskreis Wasserkreislauf



PTS 01: Informationen im Überblick

Quelle:

- PTS-Forschung, IGF 14696 BR (2006)
- Titel: Prognose der temperaturabhängigen Rest-CSB-Freisetzung

Durchführung:

- Faserstoffe: Kiefer-Sulfatzellstoff ungebleicht, TMP, Graukarton Sorte 1.03 (Altpapier)
- untersuchtes Filtrat: 0,45 µm Membranfilter !
- Zerkleinerung in Labor und Technikum, Mahlung und Dispergierung in Technikum
- Variablen: Stoffdichte, Temperatur (Zerkleinerung), spezifischer Energieeintrag (Mahlung und Dispergierung)

wichtigste Ergebnisse (Graukarton):

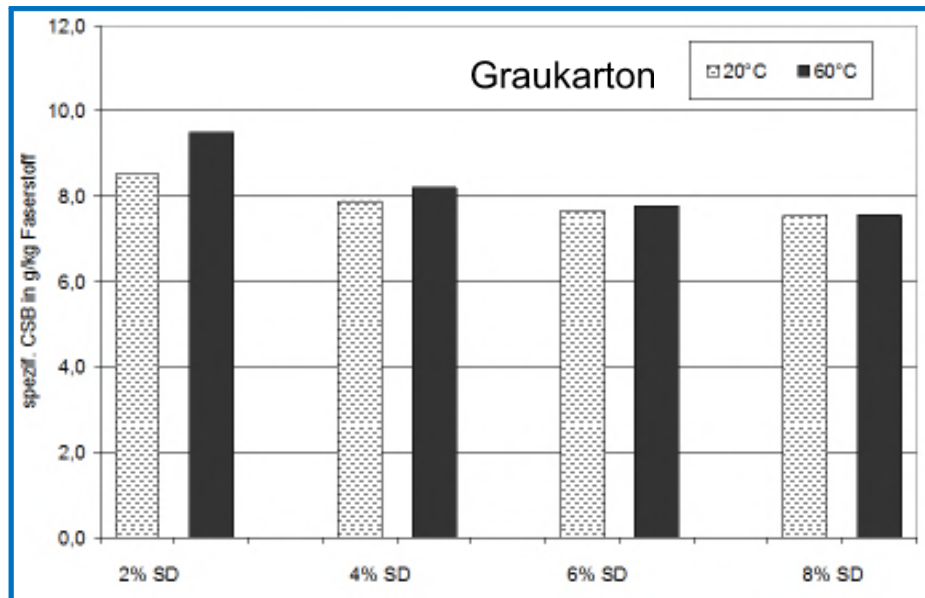
- eine Erhöhung der Prozesstemperatur im Pulper führte meist zu einer leichten Erhöhung des CSB im Filtrat
- mit steigendem Feststoffgehalt erhöhte sich die CSB-Adsorption an die Faseroberfläche leicht
- in der Mahlung wirkten zwei Effekte: spezifischer Energieeintrag und nicht vermeidbarer Temperaturanstieg
- im Disperger stieg die CSB-Herauslösung mit steigendem spezifischen Energieeintrag

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 - im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
 Arbeitskreis Wasserkreislauf



PTS 01: CSB-Herauslösung in der Altpapier-Zerfaserung



Zerfaserung im Labor: 2 und 4 % SD

Zerfaserung im Technikum: 6 und 8 % SD

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

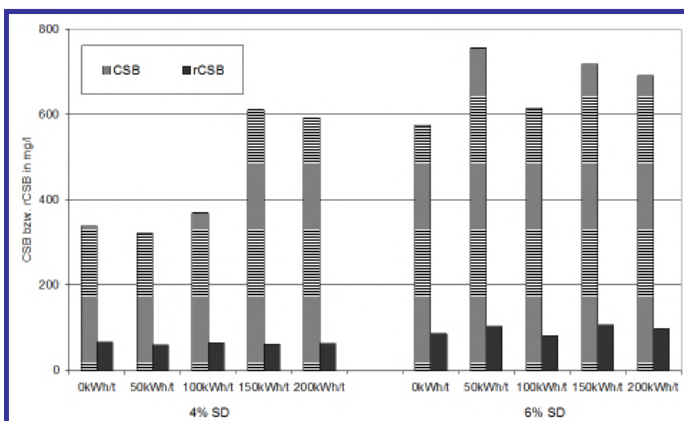
PTS
FIBRE based solutions

PMV

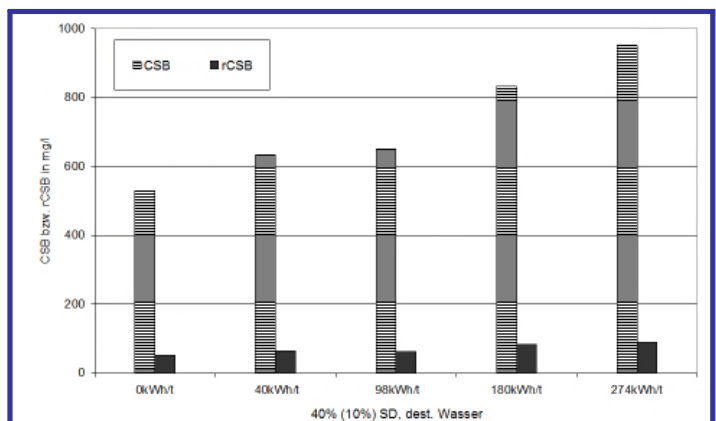
PTS 01: CSB-Herauslösung durch Mahlung & Dispergierung

40 ---> 48 °C

40 ---> 60 °C



Altpapierstoff-Mahlung



Altpapierstoff-Dispergierung

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 02: Informationen im Überblick

Quelle:

- PTS-Forschung, IGF AIF 12111B (2001)
- Titel: Modellgestützte Kreislaufoptimierung unter besonderer Berücksichtigung des Parameters CSB

Durchführung:

- Untersuchung in Papierfabriken und Technikum
- untersuchtes Filtrat: Schwarzbandfilter (d.h. inkl. Stärke, wenn vorhanden)
- Untersuchung der Adsorption/Desorption von CSB am Faserstoff in Prozessstufen der Stoffaufbereitung

wichtigste Ergebnisse:

- deutlicher Anstieg der CSB-Herauslösung im Pulper mit der Temperatur
- je höher die vorhandene CSB-Beladung im Lösewasser, desto geringer die weitere CSB-Herauslösung
- ab einem CSB-Niveau von 1.000 mg/l ist mit deutlichen Sorptionseffekten zu rechnen
- keine signifikante Adsorption/Desorption in Sortierung, Hydrozyklon, Deinken, Mahlung (Zellstoff) und Kreislaufwasserreinigung
- Dispergierung: je höher die Temp., desto höher die CSB-Herauslösung und je höher die Stoffdichte, desto höher die CSB-Herauslösung (aber CSB-Bestimmung bei hohen Stoffdichten schwierig)

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 02: CSB-Herauslösung in der Altpapier-Zerfaserung

Δ -CSB (= herausgelöster CSB) in mg/l Suspension			
Sorte 1.02/1.04			
CSB im Lösewasser	20 °C	32 °C	50 °C
1.990 mg/l	490	655	776
3.970 mg/l	112	276	466
5.960 mg/l	73	-	10

CSB-Adsorption bei hohen Lösewasserbeladungen

	Wellpappenabfälle (WPA)	Lebensmittelverpackungen (LVA)	Zeitungen-Illustrierte (ZI)
Lösezeit t	SD-2,8%	SD-2,4%	SD-2,9%
5 min	923	781	546
10 min	947	806	583
15 min	939	815	653
20 min	952	793	588
25 min	1001	741	601
30 min	1087	832	594

CSB im Filtrat [mg/l]

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 03: Informationen im Überblick

Quelle:

- PTS-Forschung, IGF AIF 12111B (2001)
- Titel: Verminderung des refraktären CSB im Abwasser durch Einsatz mikrobiologischer Additive / Enzyme

Durchführung:

- Betriebsuntersuchung der ARA in Deinkinganlagen
- Test der Wirksamkeit von 5 neuen Additiven (Enzyme, Mikroorganismen) zur CSB-Reduzierung in der ARA

wichtigste Ergebnisse:

- die neuen Additive wiesen keine signifikante Wirksamkeit auf
- der Zulauf zur ARA kann innerhalb eines Monats erheblich schwanken

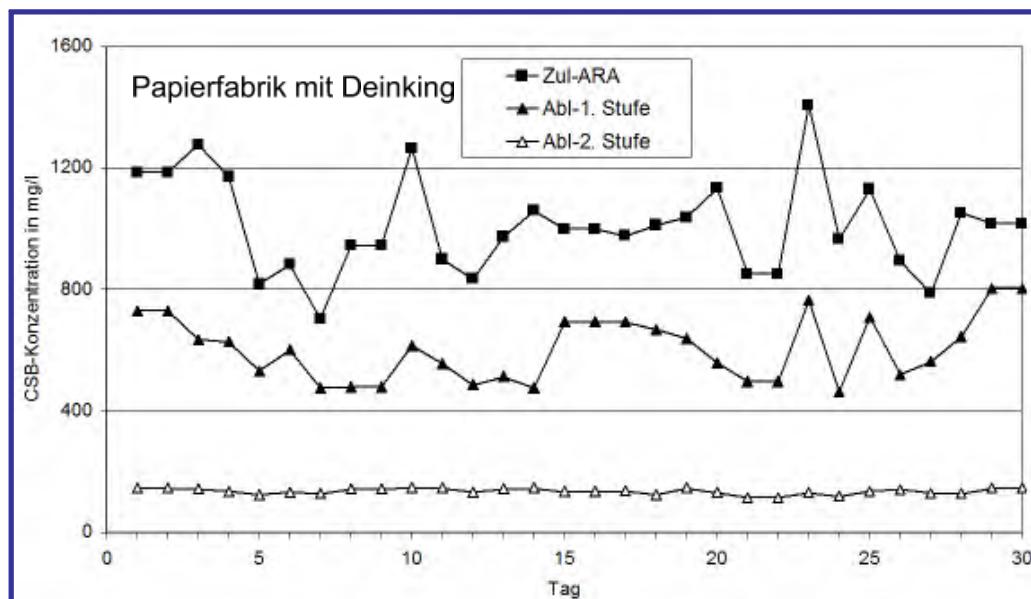
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 03: Schwankungsbreite der CSB-Beladung im Zulauf zur ARA



08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 04: Informationen im Überblick

Quelle:

- PTS-Forschung, IK-MF 120064 (2015)
- Titel: Gebrauchswertrechner Altpapier

Durchführung:

- Beprobung und Untersuchung einzelner Papierprodukte
- Ermittlung eines Eigenschaftsvektors (Morphologie, Entwässerung, Festigkeiten, Stickies, CSB,...)
- „Design“ von Altpapiermischungen und deren Gebrauchswert zur Papierherstellung

wichtigste Ergebnisse:

- CSB-Abgabe von Papiermustern variierte sehr stark
- im Mittel bei Verpackungen (vor allem Wellpappe) deutlich höhere CSB-Abgabe als bei Druckpapieren
- gemessener Stärkegehalt in Verpackungspapieren zwischen 1 und 5 %

08.08.2019

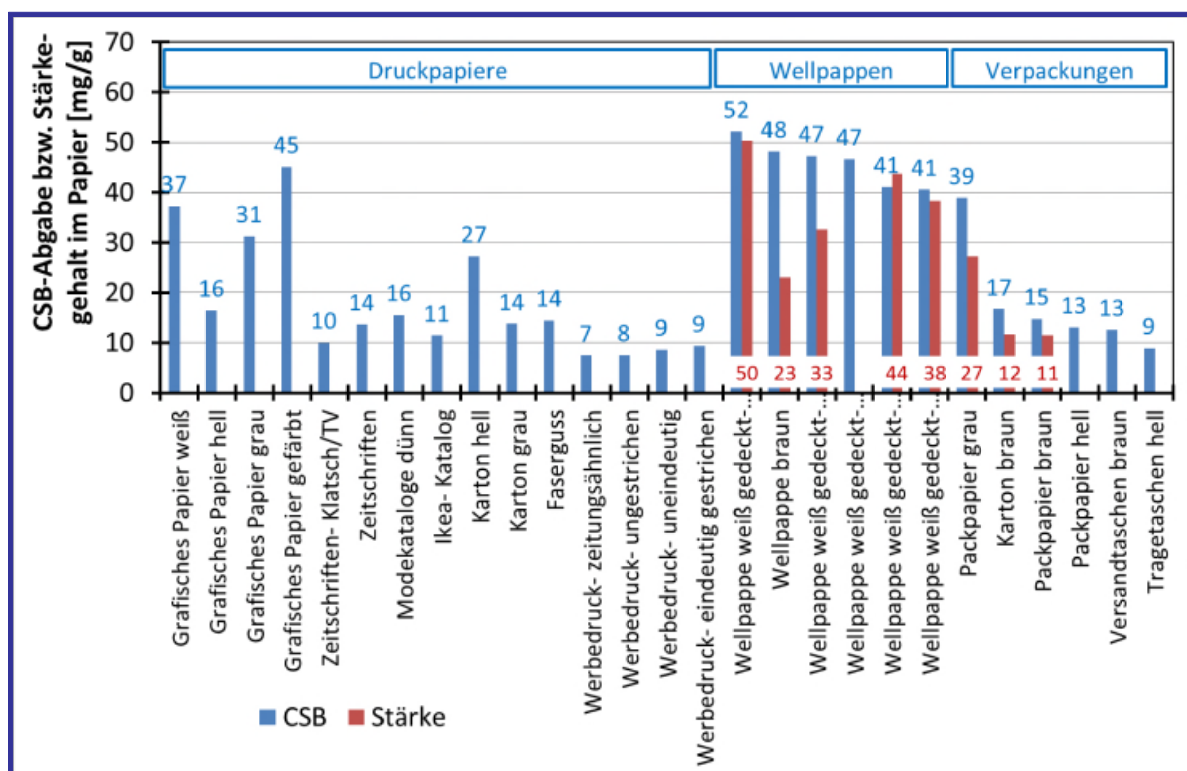
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 04: CSB-Abgabe und Stärkegehalt diverser Papiersorten



08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 05: Informationen im Überblick

Quelle:

- PTS-INFOR-Projekte 146, 172 und 201 (2010, 2013 und 2016)
- Titel: Wasser- und Rückstandsumfrage in der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie

Durchführung:

- Fragebogenaktion an 92 und 82 Papierfabriken

wichtigste Ergebnisse:

- der CSB im Abwasser bei Einsatz von Altpapier war im Mittel von 1996 bis 2007 bei ca. 16 kg/t konstant
- anschließend bis 2016 signifikant steigende Tendenz auf knapp unter 20 kg/t
- die fallweise hohen Beladungen im Abwasser mit kolloidalen und gelösten Substanzen führten in relativ vielen Werken zu Problemen mit Geruch, der instabiler Betriebsweise der ARA und zu unerwünschten Kalkablagerungen
- im Durchschnitt lag die Abwassermenge beim Einsatz von Altpapier unter 5 l/kg Papier
- bei Verpackungspapieren aus Altpapier lag die mittlere Abwassermenge 2016 nur knapp über 3 l/kg

08.08.2019

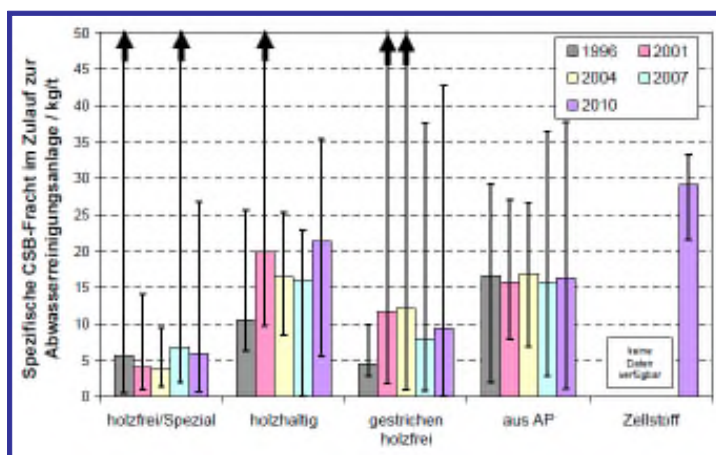
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

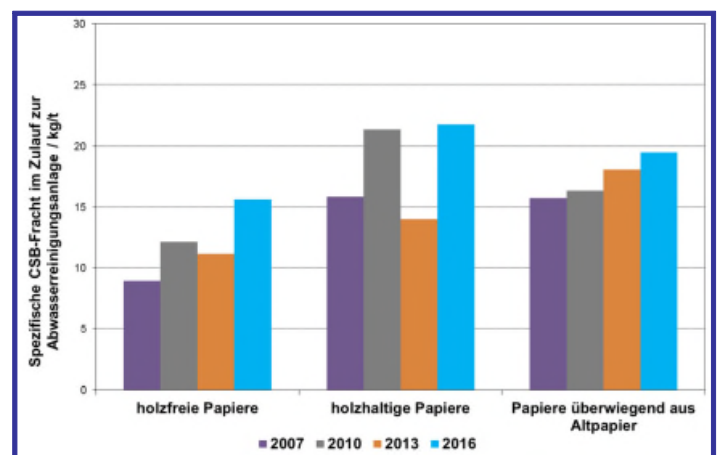
PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 05: CSB-Beladung im Zulauf zur ARA



aus AP: konstant zwischen 1996 und 2010



aus AP: Anstieg ab 2010

08.08.2019

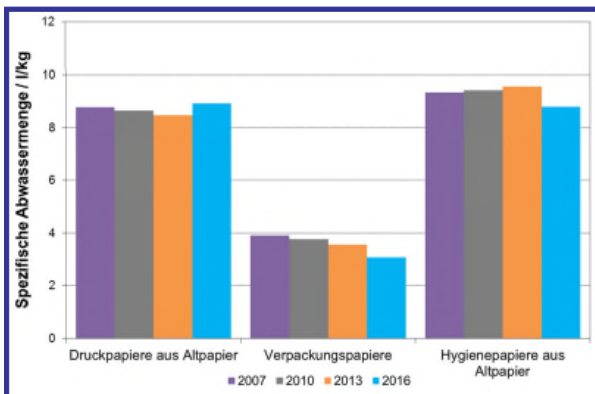
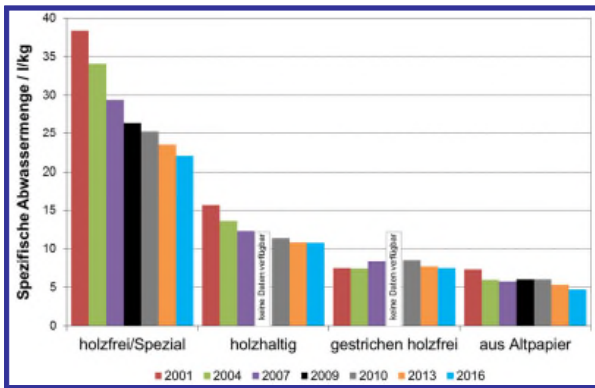
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

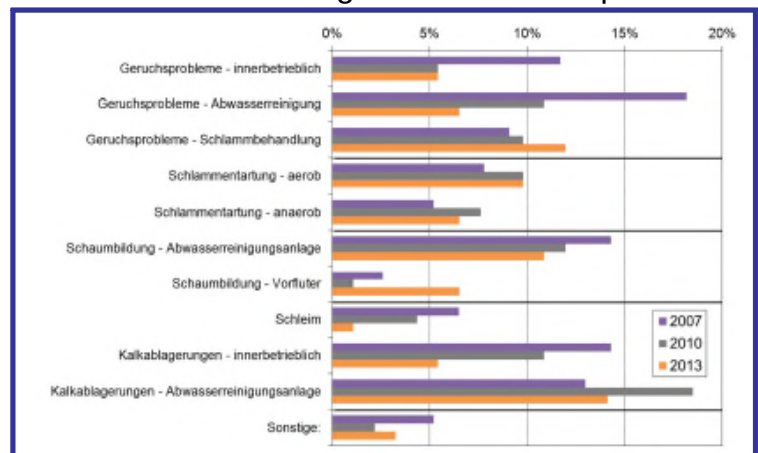
PMV

PTS 05: Abwassermenge und auftretende Betriebsprobleme



Abwassermenge
bei Einsatz von Altpapier

Häufigkeit von Betriebsproblemen



08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 06: Informationen im Überblick

Quelle:

- VALMET-Publikation (2017, Dissertation, Reviewed by S. Schabel und B. Fabry)
- Heikki Upola: Disintegration of Packaging Material - An experimental study of approaches to lower energy consumption

Durchführung:

- Studium des Zerkleinerungsverhaltens in einer Auflösetrommel
 - Zerkleinerungsversuche in Fallturm h = 3,75 m, Technikumstrome d = 1,5 m, LC/MC- und HC-Pulper
 - Material: Testliner, Kraftliner, Wellpappe, Fluting
 - Variablen: Faserstoff, Fallhöhe, SD, Dauer, Temperatur
- Fraktionierung (nur Reststippen werden länger zerkleinert, Einzelfasern nicht)

wichtigste Ergebnisse:

- geringer Einfluss vorab-Befeuchtung (untersucht bei Laborballen, ist aber bei Großballen unrealistisch)
- Kraftliner zerkleinerte deutlich langsamer als Testliner (doppelter Tensile-Index bei Kraftliner)
- Erhöhung der Stoffdichte bei konstantem Gesamtenergieeintrag möglich
- Fraktionierung kann in Zerkleinerungstrommel max. 20 % Energie sparen (ohne Aufwand zur Fraktionierung)

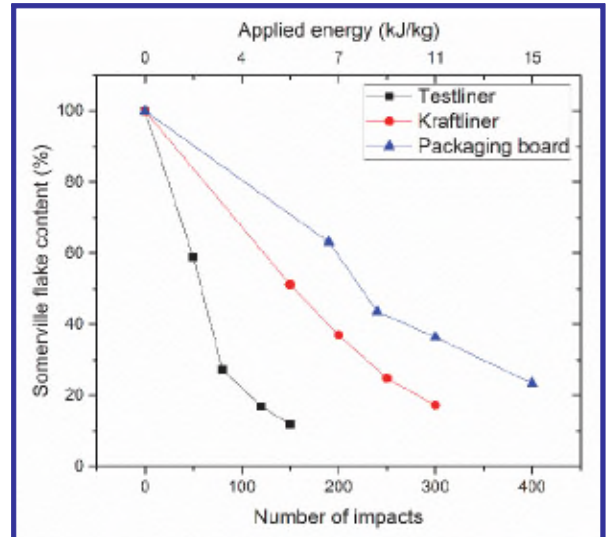
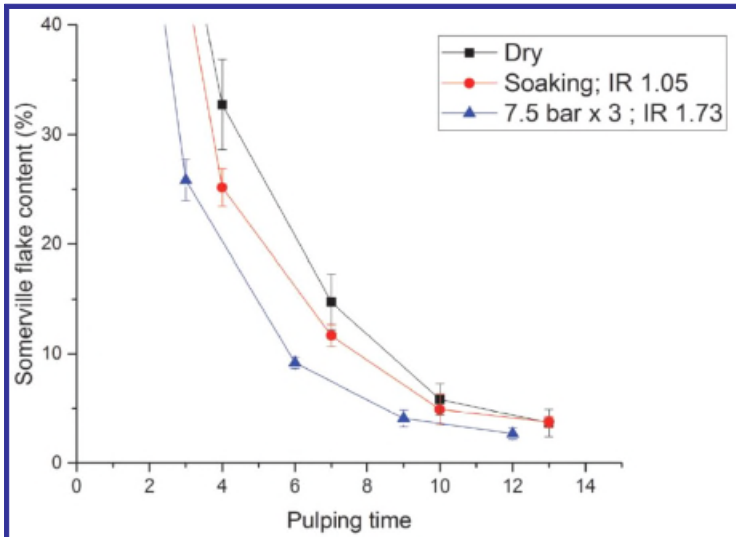
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 06: Einfluss vorab-Befeuchtung und Rohstoff



- OCC, Labor-Ballen klein, 4,5 min soaking time
- LC-Pulper mit/ohne Vorbefeuchtung
- 10 % Energieeinsparung bei vorab-Befeuchtung
- 30 % bei Druckbefeuchtung (hoher Aufwand)
- Unterschiede geringer bei höherer Zerkleinerungsdauer
- Fallturm
- 15 % SD, Anzahl der Fallimpulse
- Testliner zerfasert am schnellsten
- OCC (Packaging B.) zerfasert am langsamsten

08.08.2019

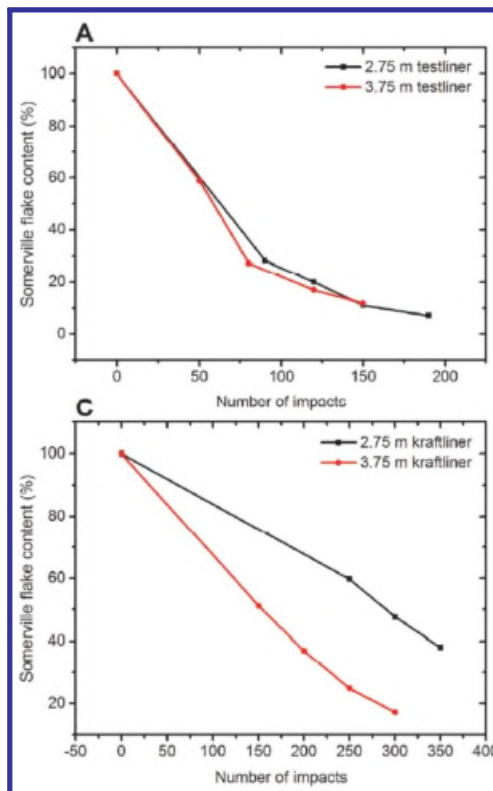
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

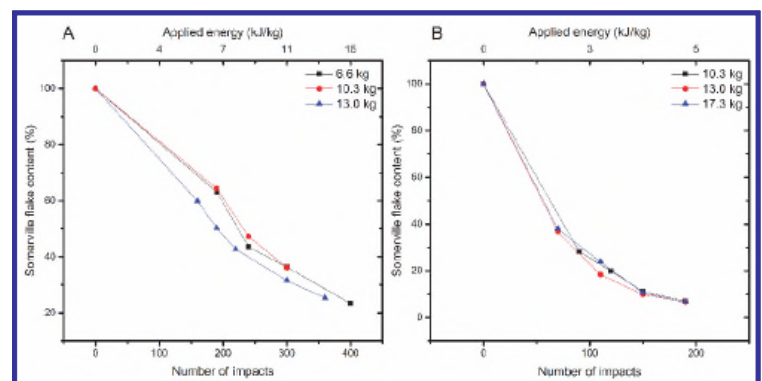
PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 06: Einfluss Rohstoff, Fallhöhe und Stoffdichte



Fallturm: Einfluss der Stoffdichte



Kraftliner

Testliner

Fallturm: Einfluss der Fallhöhe

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 07: Informationen im Überblick

Quelle:

- PTS-INFOR-Projekt 131 (2011, mit PMV)
- Titel: Prognose der Zusammensetzung von Altpapier in Deutschland durch den Einfluss globaler Verpackungspapierströme und der daraus resultierenden Auswirkungen (Altpapier Asien)

Durchführung:

- Beprobung von Wellpappenverpackungen vom Warenimport aus Asien
- Bewertung von Schwarzband-Filteraten nach Zerkleinerung im Technikum/Labor
- Aufnahme des gesamten Eigenschaftsvektors (Morphologie, Festigkeiten, CSB, Inhaltsstoffe)
- Bewertung möglicher Eigenschaftsabweichungen zu europäischem OCC
- Berechnung von Szenarien

wichtigste Ergebnisse:

- CSB-Abgabe aus Wellpappenmustern generell hoch zwischen 37 und 62 kg/t
- Festigkeitseigenschaften bei asiatischen Mustern im Mittel leicht geringer, da mehr Asche und weniger Anteil Nadelholz Zellstoff

08.08.2019

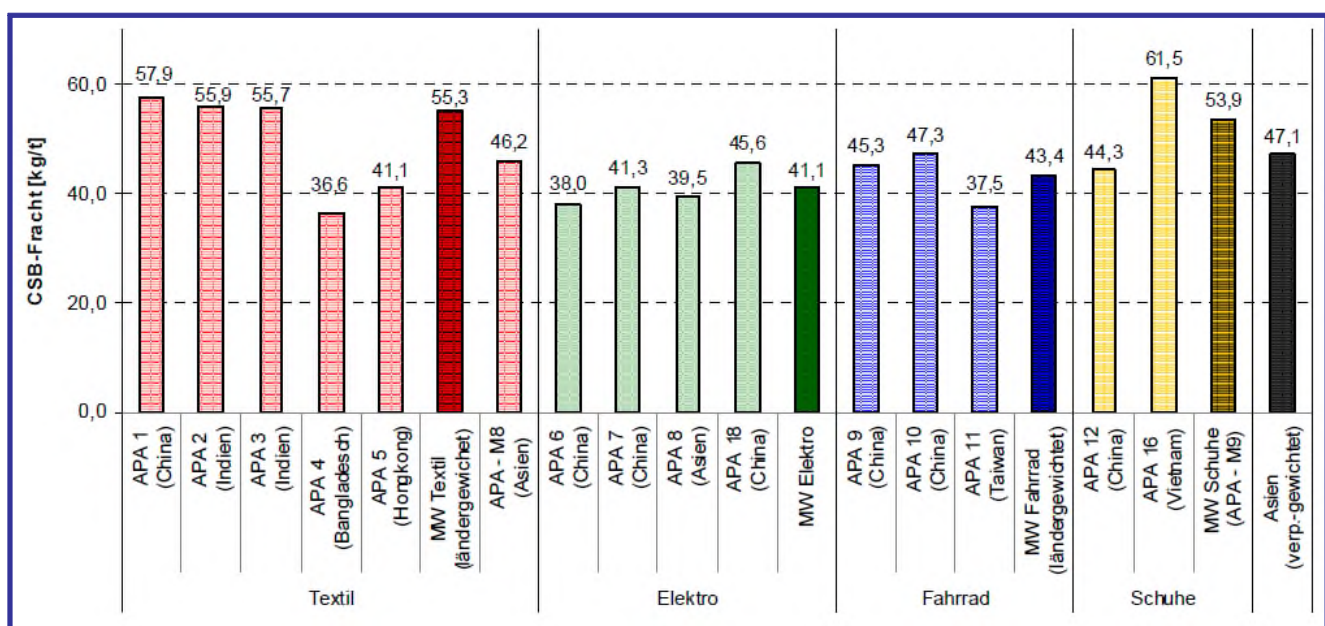
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 07: CSB-Fracht von OCC-Verpackungen (Referenz D: 52 kg/t)



08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 08: Informationen im Überblick

Quelle:

- PTS-Projekt: IGF 18699 N (2017)
- Titel: Gewinnung und Nutzung von Wertstoffen aus Prozessabwässern zur Einsparung des Rohstoffs Stärke bei der Papiererzeugung und Wellpappenherstellung

Durchführung:

- Versuche mit Modellstärke in Prozesswasser
- Untersuchung des Abbauverhaltens (Extinktionsmessung) unter variablen Bedingungen
- Untersuchung der Stärkeabtrennung aus Prozesswasser mittels Membranfiltration
- Versuche zum Wiedereinsatz als Oberflächenstärke oder Wellpappenkleber (nur Tastversuche mit Modellstärke)

wichtigste Ergebnisse:

- eine Kurzzeiterhitzung der Probe auf $> 75^{\circ}\text{C}$ verlangsamte den Abbau von Stärke um über 80 %
- eine Membranfiltration kann Stärke prinzipiell weitgehend vollständig aus Prozesswasser abfiltrieren, aber in Papierfabrik sehr heterogene Zusammensetzung der Wasserinhaltsstoffe (Füllstoffe, Feinstoffe,...)

08.08.2019

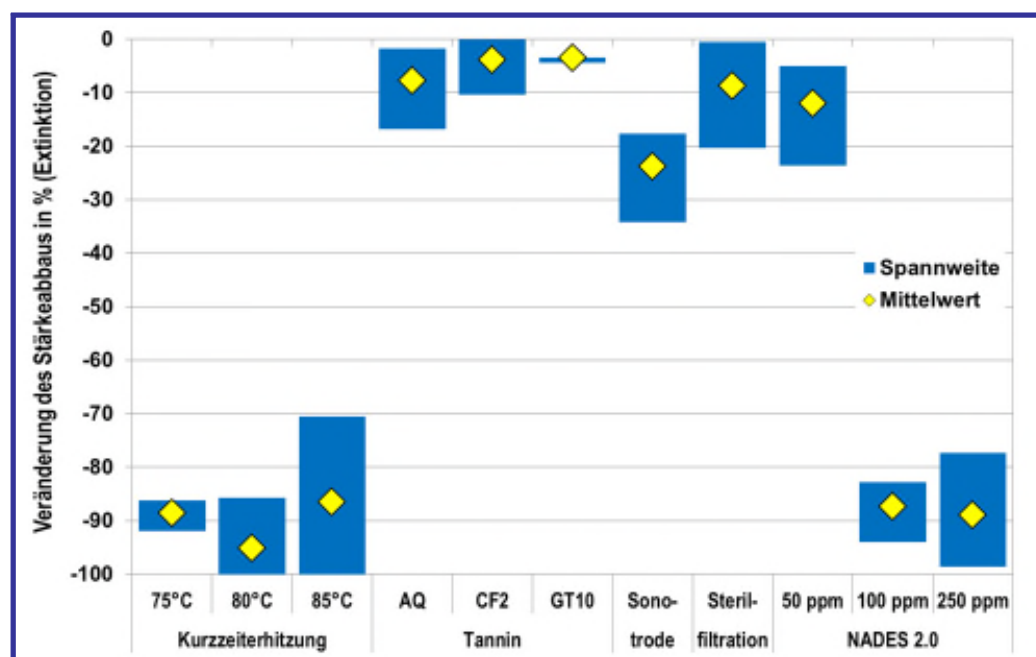
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 08: Änderung Stärkeabbau nach 24 h im Vergleich zu unbehandeltem Prozesswasser



08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 09: Informationen im Überblick

Quelle:

- PTS-Projekt: 22029211 (2015, mit IAP Potsdam)
- Titel: Verminderung der Metabolisierung vagabundierender Stärke im Prozesswasser von Papierfabriken zur verbesserten Effizienz der Biomassennutzung

Durchführung:

- Versuche zur Keimzahlreduzierung durch Additive, Erhitzung, Ultraschall
- Versuche mit Modellstärke

wichtigste Ergebnisse:

- vagabundierende Stärke baut sich sehr schnell in einen Bereich nicht festigkeitswirksamer Molmassen $< 1 \cdot 10^6$ g/mol ab (wenige Stunden)
- durch hochdosierte Additive und Kurzzeiterhitzung konnte die Keimzahl deutlich reduziert werden und der Stärkeabbau um bis zu 3 h gestoppt werden
- Ultraschall wirkte nur eingeschränkt bezüglich Reduzierung der Keimzahlen
- die Behandlungsverfahren zur Keimzahlreduzierung sind bisher nicht wirtschaftlich realisierbar

08.08.2019

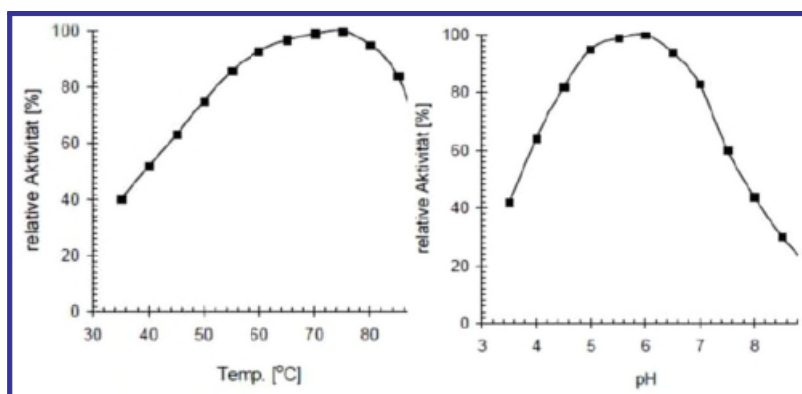
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

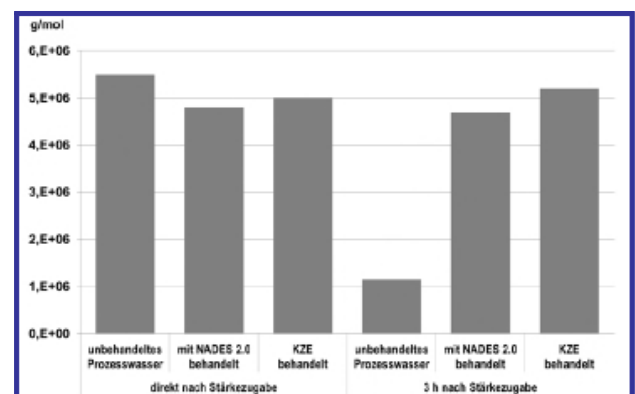
PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 09: Abbauverhalten von Stärke in Prozesswasser



Enzym-Aktivitätsbereich zum Abbau von Stärke



Stärkeabbau (Molmasse) im Zeitverlauf und je nach Behandlungsverfahren (Additiv NADES, KZE = Kurzzeiterhitzung)

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 10: Informationen im Überblick

Quelle:

- PTS-Projekt: FNR 22013507 (2009, Vorprojekt, mit IAP Potsdam)
- Titel: Refixierung der im Kreislaufwasser vagabundierenden Stärke aus dem Rohstoff Altpapier in das Fasergefüge des neu gebildeten Wellpappenroh-papiers

Durchführung:

- Bestimmung des Stärkegehaltes in Prozesswässern
- Labor-Blattbildungen mit Leitungs- und Prozesswasser
- Untersuchung zur Abbaugeschwindigkeit von IST-Stärke in Prozesswasser und Modellstärke in Prozesswasser

wichtigste Ergebnisse:

- Stärkegehalt in Wellpappe: 4 – 6 %
- bezüglich Molmasse besitzt die aus dem AP herausgelöste Stärke ein ausreichendes Festigkeitspotenzial
- vagabundierende Stärke wird schnell, in der Regel innerhalb von 24 h weitgehend biologisch abgebaut
- mit Stärke haltigen Prozesswässern wurden bei der Blattbildung höhere Papierfestigkeiten erreicht als bei Einsatz von Frischwasser
- die Bestimmung von Stärke in Prozesswasserproben ist aufgrund des fortschreitenden Abbaus schwierig

08.08.2019

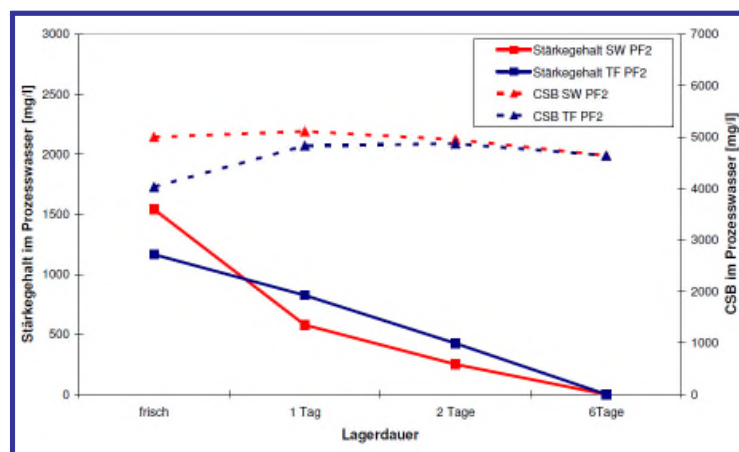
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

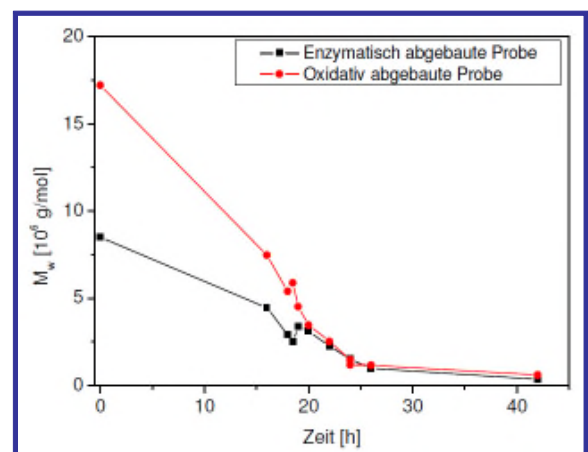
PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 10: Abbauverhalten von Stärke in Prozesswasser



Stärkegehalt in Prozesswasser aus Papierfabrik



Modell-Oberflächenstärke in Praxis-Prozesswasser

08.08.2019

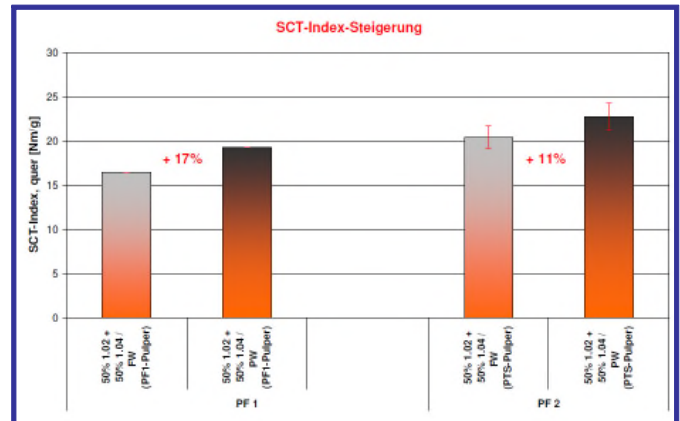
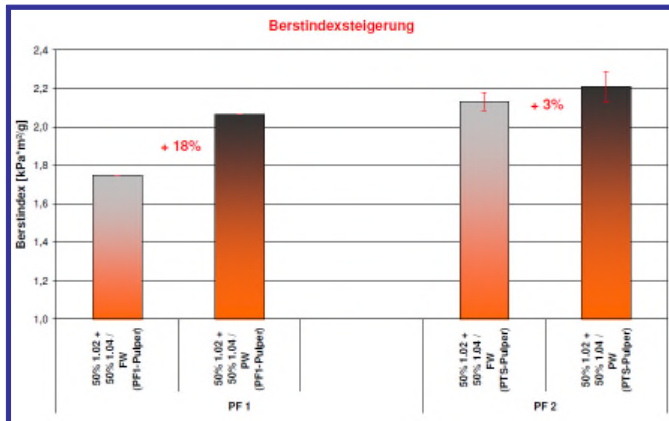
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 10: möglicher Festigkeitsanstieg durch vagabundierende Stärke



Laborblätter	Mineralstoff- gehalt bei 900 °C [%]	Stärke- gehalt [%]
PF 1 mit Frischwasser	7,9	0,40
mit Prozesswasser	11,6	0,88
PF 2 mit Frischwasser	7,2	0,50
mit Prozesswasser	5,0	0,74

- Stärkegehalt im Blatt mit Prozesswasser (PW) höher als bei Frischwassereinsatz (FW)
- Festigkeitsanstieg bei Nutzung von Prozesswasser im RK-Blatt trotz höherem Aschegehalt
- anscheinend besitzt die vagabundierende Stärke ein generelles Festigkeitspotenzial
- aber: nur ein Bruchteil der vagabundierenden Stärke wird im Blatt retentiert, weil ungeladen, Beitrag bindungsaktiver Feinstoff in PW?

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 11: Informationen im Überblick

Quelle:

- CTP-Publikation (2015, Advanced training course on deinking)
- Benjamin Fabry: Pulping and ink detachment

Durchführung:

- Literaturrecherche und Versuchsergebnisse im Technikum des CTP Grenoble
- Technologie-Gesamtüberblick zur Zerkleinerung von Altpapier
- Design- und Parametervariation zur Zerkleinerung in Pulper und Trommel (DIP-Stoff)

wichtigste Ergebnisse:

- CSB-Herauslösung sinkt bei reduzierter Auflösetemperatur (verbale Aussage)
- zur Erreichung von 5 % Reststippen wurden bei OCC 50 min Zerkleinerungszeit in der Trommel benötigt (in 2 m Trommel)

08.08.2019

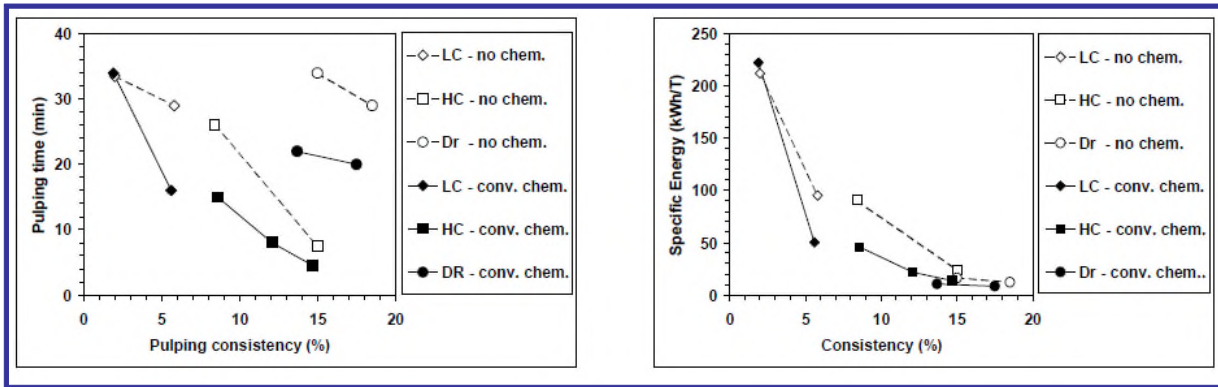
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

PTS 11: Ergebnisse zur Zerfaserung in der Auflösetrommel

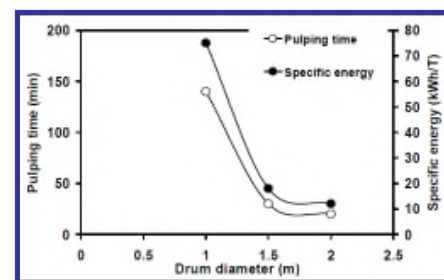


Zerfaserung von Deinkingware (Reststippen 1%):

- Zerfaserung in Auflösetrommel (2,7 m) dauert länger als im Pulper
- in Trommel geringerer spezifischer Energieverbrauch (wegen hoher Stoffdichte)

Quelle: Kankaanpää (Auflösetrommel 2 m)	Pulping time (min)	Specific energy (kWh/T)
OCC	50	27
News / LWC	10	8
LWC	15	12

OCC benötigt längere Zerfaserungszeit



08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Arbeitspaket 2

Technikumsversuche zur Einweichtrommel-Technologie

Bearbeitung: PTS (Unterauftrag CTP Grenoble)

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Inhalt

- Einleitung
 - Beschreibung Arbeitspaket 2
 - Voruntersuchung im Labor
 - Recherchen zur Trommelzerfaserung
- Ergebnisse Arbeitspaket 2
 - CSB- und Stärkeherauslösung im Labor-Standarddesintegrator
 - Pilotversuche mit Auflösetrommel und LC-Pulper und deren Kombination

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 - im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
 FIBRE based solutions

PMV

Einleitung

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 - im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
 FIBRE based solutions

PMV

Beschreibung Arbeitspaket 2

Die Vorversuche stützten die These, dass mit der Einweichtrommel-Technologie ein geringerer CSB-Eintrag verbunden ist als mit konventioneller Pulper-Auflösetechnik. Dies sollte in Technikumsversuchen untersucht und quantifiziert werden. Hierfür stand im Technikum des CTP Grenoble eine Auflösetrommel mit 2,70 m Durchmesser zur Verfügung. Die Versuchsplanung sah als Referenz eine Auflösung nur mit einem LC-Pulper vor.

Dem gegenübergestellt wurde die Auflösetechnologie mit Einweichtrommel gefolgt von einer LC-Zerfaserung im Pulper in geplant vier Versuchsreihen unter variierten Bedingungen. Die Auflösezeiten bzw. Energieeinträge sollten bei allen Versuchspunkten so gewählt werden, dass am Ende die gleiche Stoffqualität (insbesondere Stippengehalt) und gleiche Festigkeitswerte an Laborblättern erzielt werden.

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Technologiedetails bei Papierfabrik mit Einweichtrommel

Schritt 1: Vorzerkleinerung

- Vorzerkleinerung in Schredder auf ca. A4-Größe und kleiner
- Drahtabscheidung mittels Magnetband

Schritt 2: Einweichtrommel

- 10 - 15 min Verweilzeit, Stoffdichte ca. 30 -35 % (Krümelstoff)
- Trommeldurchmesser 3 m
- Wassertemperatur 75 - 85 °C, bei Wellpappe 85 °C, hohe Temp. wegen nassfestem AP
- Stofftemperatur Trommelauslauf 73 °C
- Stippengehalt nach Trommel 31 %

Schritt 3: LC-Pulper

- 3 - 5 min Zerfaserungszeit, Stoffdichte 5,6 %
- Temperatur 40 - 50 °C
- Deflakerpumpe nach Pulper
- Stippengehalt nach Pulper 4 %

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Übersicht Arbeitspaket 2: Einweichtrommel-Technologie

Bezeichnung des Arbeitspaketes

Technikumsversuche zur Einweichtrommel-Technologie

Durchführende Partner

- PTS
- CTP Grenoble im Unterauftrag

Inhalt

- Versuchsreihen im Labor zur CSB- und Stärkeherauslösung an einer Muster-Wellpappe: Variation der Auflösebedingungen
- Technikumsversuche zur Einweichtrommeltechnologie
 - Zerfaserung mit Trommel $\varnothing$ 2,7 m am CTP/Grenoble
 - Referenzversuch: nur LC-Pulper
 - Kombinierte Zerfaserung mit Trommel + Pulper
 - Vergleich erfolgt auf Basis gleicher erzielter Stippengehalte

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 - im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
 Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
 FIBRE based solutions

PMV

Arbeitspaket 2: Daten zum Muster-Material Wellpappe

- in allen Labor- und Pilotversuchen eingesetzt
- 500 kg wurden geliefert
- Decke: Kraftliner
- Welle: Wellenstoff (AP)
- Rückseite: Testliner 3 (AP), 130 g/m², 0,60 % Massestärke + 3,34 % Oberflächenstärke
- Stärke aus Wellpappenverklebung
- Gesamtstärkegehalt in Wellpappe: 5,5 %

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 - im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
 Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
 FIBRE based solutions

PMV

1. Vorversuch im Labor zum Zerfaserungsverhalten (PTS)

- Standard-Desintegrator, 12 g/l (PTS-RH-014/2015)
- Dest.-Wasser, Raumtemperatur 25 °C
- Variation Zerfaserungsdauer 0 – 30 min
- Auswertung: Stippengehalt, CSB, Rest-Stärkegehalt am Faserstoff und Rückrechnung abgelöste Stärke

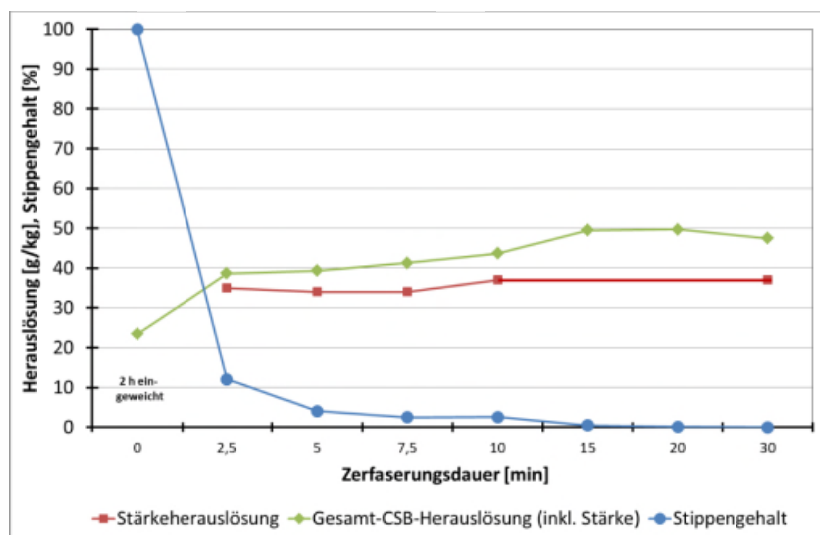
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 – im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
 Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
 FIBRE based solutions

PMV

1. Vorversuch zur Zerfaserung, Ergebnisse I



Je höher der
Energieeintrag
(Zerfaserungsdauer),

**desto geringer
der Stippengehalt**

und

**desto höher die
CSB-Herauslösung**

- Stippengehalt in Laborzerfaserung bereits nach 2,5 min bei 10 %
- Stärkegehalt ab 2,5 min stabil, d.h. die ablösbare Stärke wird schnell gelöst
- interessant: hoher Reststärkegehalt am Faserstoff (ca. 1,8 % bzw. 18 g/kg)
- 80 % der maximalen CSB-Ablösung bereits nach 2,5 min, aber tendenziell steigend
- Stärkegehalt anteilig sehr hoch im Gesamt-CSB

Fazit: bei Technikumsversuchen auf kurze Zerfaserungszeiten verstärkt achten

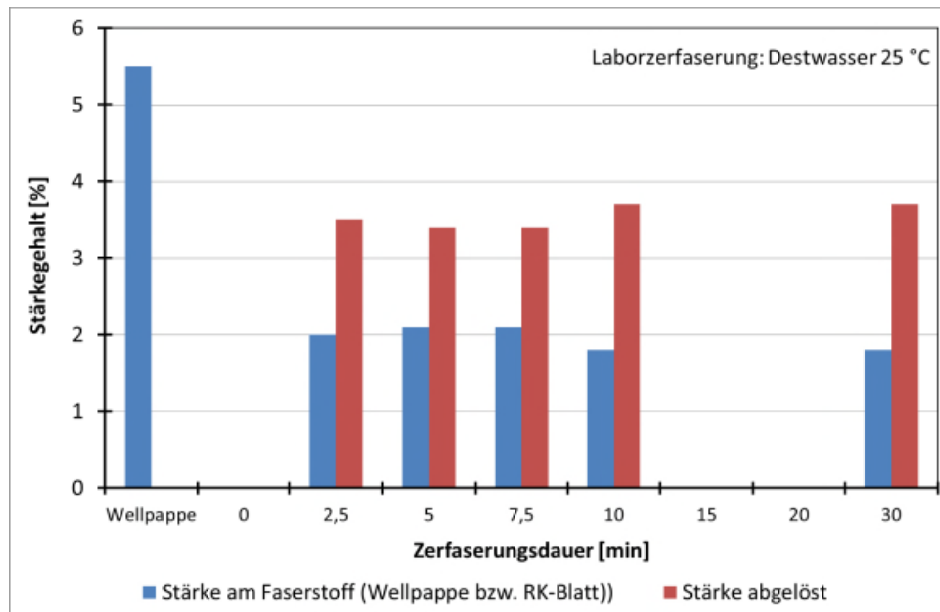
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 – im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
 Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
 FIBRE based solutions

PMV

1. Vorversuch zur Zerkleinerung, Ergebnisse II



- Stärke-Herauslösung nach 2,5 min weitgehend abgeschlossen
- ca. 33 % Reststärke im Papierblatt bei Zerkleinerung bei 25 °C

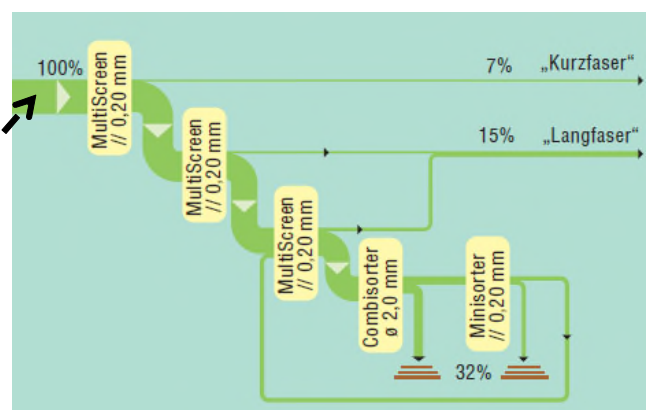
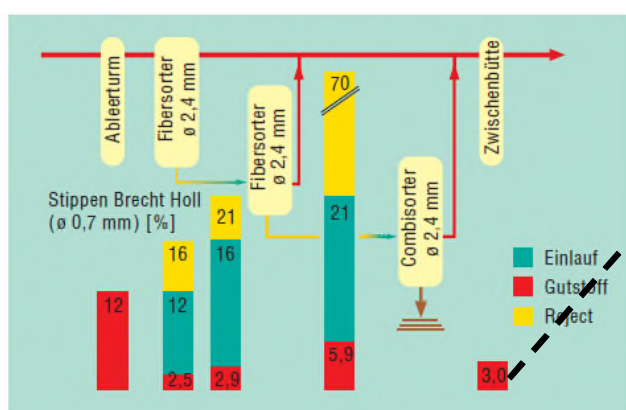
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 – im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
 Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
 FIBRE based solutions

PMV

Information bezüglich anzustrebender Stippengehalte



- Stippengehalt in einer modernen WPR-Anlage (Quelle: Voith Twogether Nr. 9, 2009)
- Auslauf Zerkleinerung - Lochsortierung – Schlitzsortierung 12 % - 3 % - 0,6 %
- zur Papiererzeugung (oder Blattbildung) sind unter 1 % Reststippen anzustreben

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 – im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
 Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
 FIBRE based solutions

PMV

Interpretation der bisherigen Ergebnisse

- **Generell ist zur Papiererzeugung ein Reststippengehalt unter 1 % anzustreben**
- Bis zur Stippenfreiheit (ca. 1 % Reststippen) ist auch die CSB-Herauslösung weitgehend abgeschlossen
- Es verbleibt jedoch eine deutliche Menge an Reststärke von ca. 2 % am Faserstoff
- Dieser Wert ist sehr hoch und kennzeichnet eigentlich in etwa das Maximum dessen, was Faserstoff in der Masse aufnehmen kann (teilweise kann es auch mechanisch retentierete native Stärke aus dem Stärkeleim sein)
- Dies gilt für sauberes Lösewasser (dest. Wasser), Leitungswasser zur Verdünnung und Raumtemperatur
- **Frage: Wie verhält sich das bei anderen Temperaturen und Wasserqualitäten?**
- Es könnte grundsätzlich unerheblich sein, welches Aggregat die Stippen reduziert (Trommel, Pulper, Sekundärpulper, Entstipper, Sortierer, Disperger, Refiner).
- Wenn die zur Stippenreduzierung auf 1 % benötigte Gesamtenergie in den Stoff eingetragen wurde, ist vermutlich auch die CSB-Herauslösung maximiert.

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Ergebnisse Arbeitspaket 2

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Hauptversuche im Labor zum Zerfaserungsverhalten (PTS)

- Mustermaterial Wellpappe, 5,5 % Stärkegehalt
- zugeschnitten auf Partikelgröße 2 x 2 cm
- Standard-Desintegrator, 12 g/l (PTS-RH-014/2015)
- Dest.-Wasser, Raumtemperatur 25 °C
- Dauer: 0...30 min in 6- 8 Abstufungen
- Variation Wasserqualität: Leitungswasser, Dest.wasser, Modell-Salzwasser
- Variation Voreinweichung: 0 und 2 h (nur bei Versuch Leitungswasser)
- Variation Temperatur: 25, 50 und 80 °C
- **Auswertung:** Stippengehalt, CSB, Rest-Stärkegehalt am Faserstoff
Rückrechnung auf Anteil abgelöste Stärke

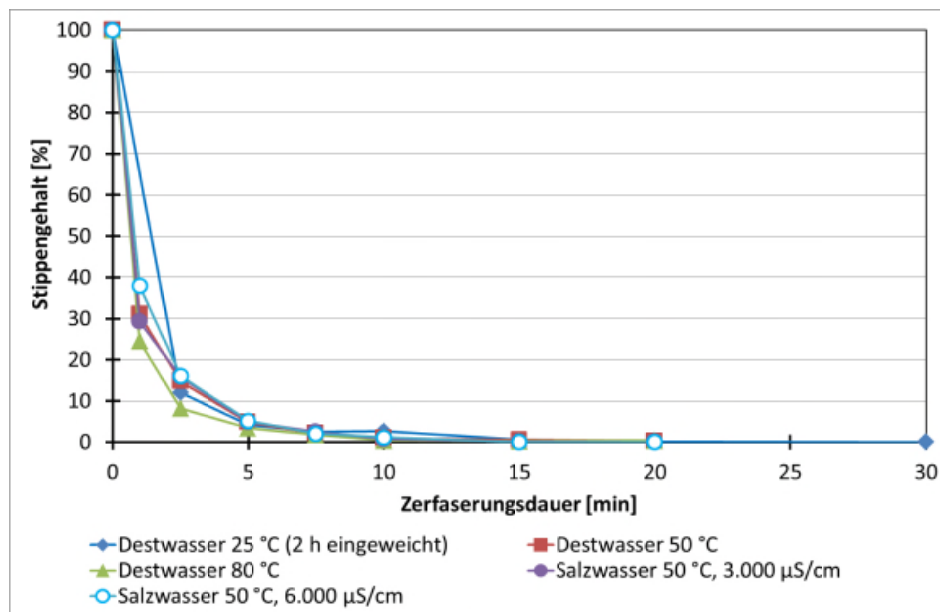
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Ergebnisse Labor: Stippengehalt



- Wellpappe nach 15 min vollständig zerfasert
- am Anfang Unterschiede im Stippengehalt vorhanden, bei 80 °C schnellste Zerfaserung
- ab 7,5 min Ergebnisse aller Reihen auf ähnlich niedrigem Niveau

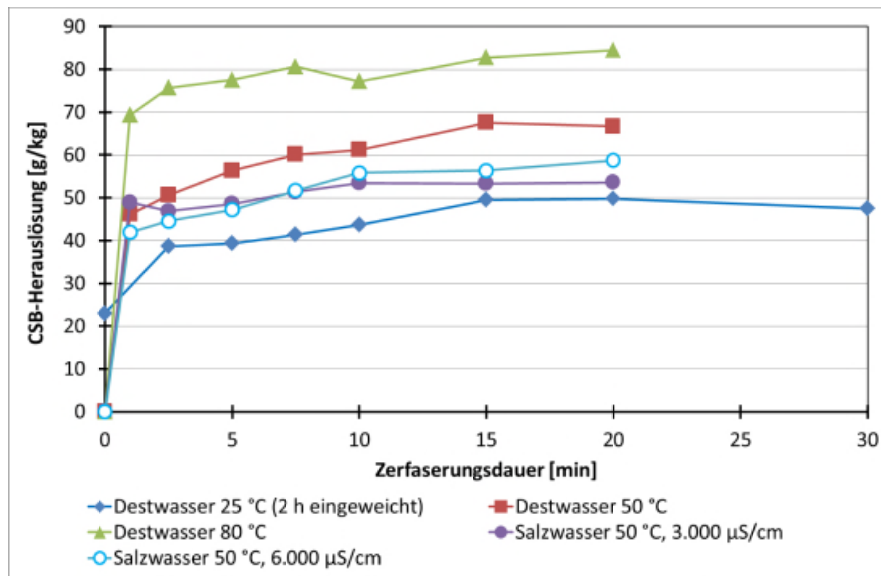
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Ergebnisse Labor: CSB-Herauslösung



- bei Destwasser deutlicher Temperatureinfluss (25-50-80 °C) auf CSB sichtbar
- nach 20 min ca. 70 % höhere CSB-Herauslösung bei 80 °C als bei 25 °C
- ähnliches Ergebnis in Literaturstudie in AP 1

08.08.2019

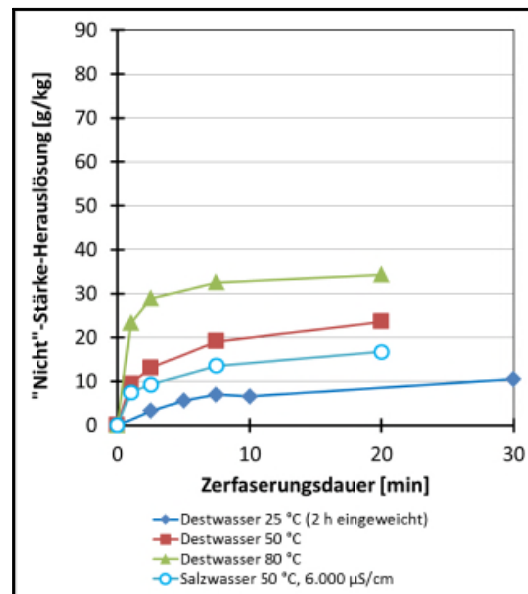
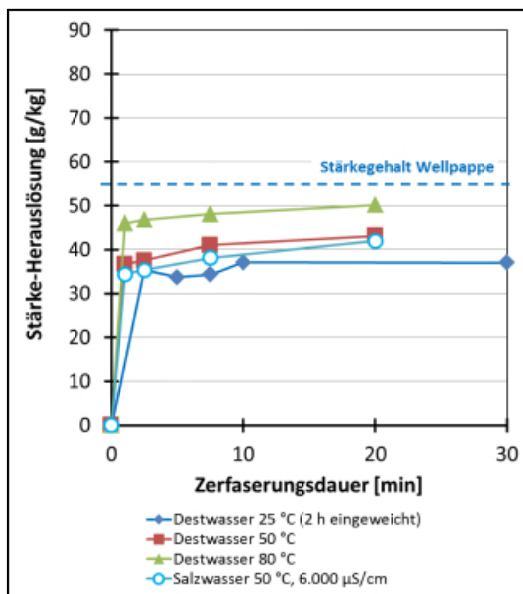
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Ergebnisse Labor: Vergleich Stärke- und „Nichtstärke“-Herauslösung



- Summe beider Diagramme = Gesamt-CSB-Herauslösung
- Stärke wird einfacher herausgelöst als „anderer CSB“
- Temperatureinfluss eindeutig sichtbar

08.08.2019

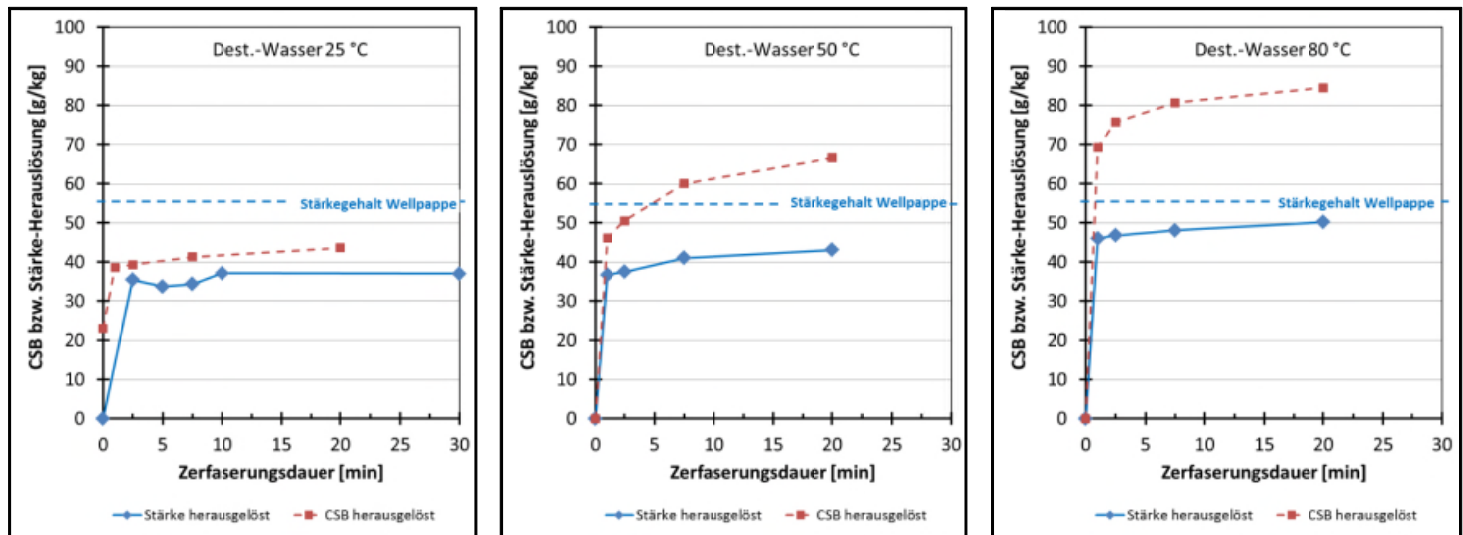
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Ergebnisse Labor: Vergleich CSB- und Stärkeherauslösung Einfluss der Zerfaserungstemperatur



- bei 25 °C vorwiegend nur Stärkeherauslösung
- Stärkeherauslösung erfolgt sehr schnell (zeitliches Plateau sehr schnell erreicht)
- Reststärkegehalt am Faserstoff bei üblicher Prozesstemp. von 50 °C ca. 1,5 %
- bei 80 °C wird Stärke weitgehend vollständig herausgelöst
- „Nichtstärke“-CSB steigt mit zunehmender Temperatur signifikant (Diff. der Kurven)

08.08.2019

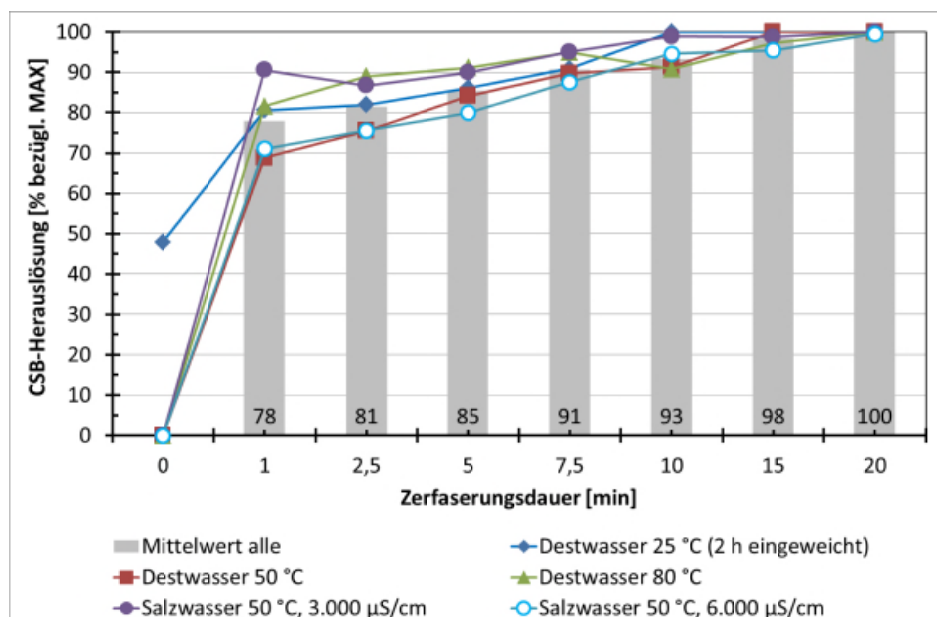
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Ergebnisse Labor: Geschwindigkeit der CSB-Herauslösung



- mittlere CSB-Herauslösung nach 1 min bei 78 % bezüglich Maximalwert
- tendenzieller Anstieg der CSB-Herauslösung mit steigender Zerfaserungsdauer
- Einweichen ohne Zerfaserung löste ca. 50 % CSB heraus
- Insgesamt sehr schnelle CSB-Herauslösung bei Zerfaserung im Standard-Desintegrator

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

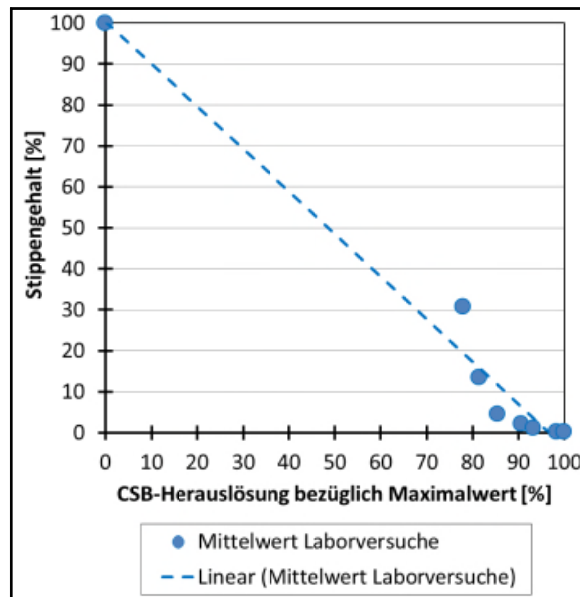
– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Ergebnisse Labor: Stippengehalt vs. CSB-Herauslösung

Das generelle Ziel in der Stoffaufbereitung von Altpapier ist ein Stippengehalt im Stoffauflauf von unter 1 %.



Die Stippengehalts-Reduzierung erfolgt hauptsächlich durch die Faservereinzellung im Pulper (+ Sekundärpulper, Grobsortierung, Disperger,...) und ergänzt um die Abtrennung grobdisperser Störstoffe.

- es besteht ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Stippengehalt und CSB-Herauslösung
- die Messpunkte liegen im Bereich der Winkelhalbierenden, d.h. Stippengehaltsreduzierung und CSB-Herauslösung sind weitgehend direkt proportional zueinander
- Je stärker die Faservereinzellung, desto stärker ist auch die CSB-Herauslösung.

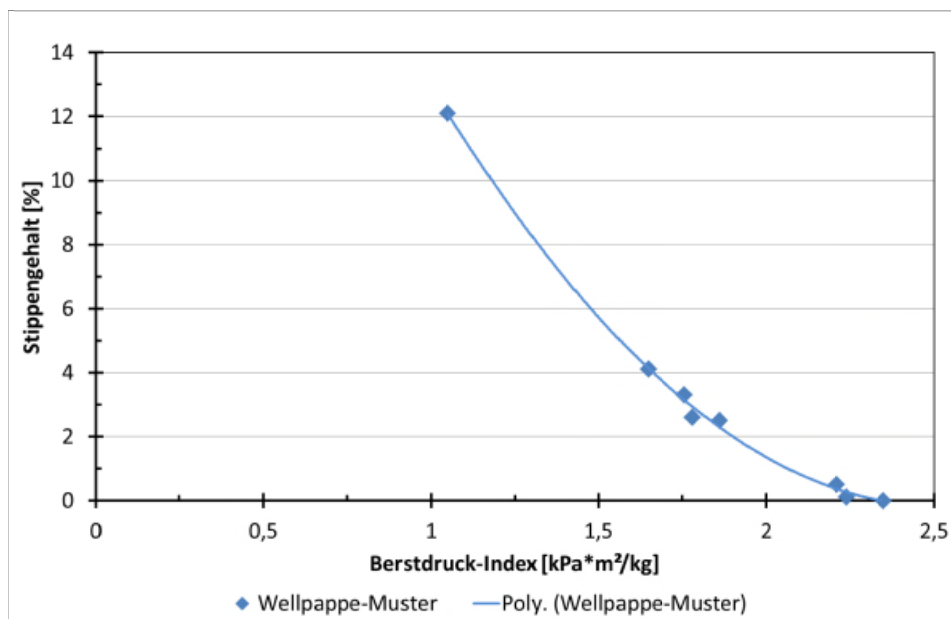
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Ergänzendes Ergebnis: Zerfaserung im Labor Veränderung Berstindex



- Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen Stippengehalt und Berstdruck-Index.
- Je gleichmäßiger das Papierblatt (= weniger Stippen), desto größer die Festigkeit.
- Interessant ist die große Spannbreite der Festigkeiten bei geringen Stippengehalten.

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Hauptversuche im Technikum zum Zerfaserungsverhalten (PTS / CTP)

- Mustermaterial Wellpappe, 5,5 % Stärkegehalt
- zugeschnitten auf Partikelgröße A4-Format
- Feststoffgehalte 250 g/l (Einweichtrommel) und 50 g/l (LC-Pulper)
- 3 Varianten: Trommel allein, LC-Pulper allein, 1 Kombi Trommel + LC-Pulper
- Temperatur Start 60 °C
- Dauer: 0...60 min, Probenahme in 5 - 8 Zeitschritten

Bewertung:

- Stippengehalt SOMERVILLE 150 µm // (Technikum CTP)
- Im Technikum fallweise Vorab-Entfernung unzerfasertes Material
- CSB-Herauslösung [g/kg] oder [%]
- Stärkegehalt am Faserstoff [g/kg] oder [%]

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

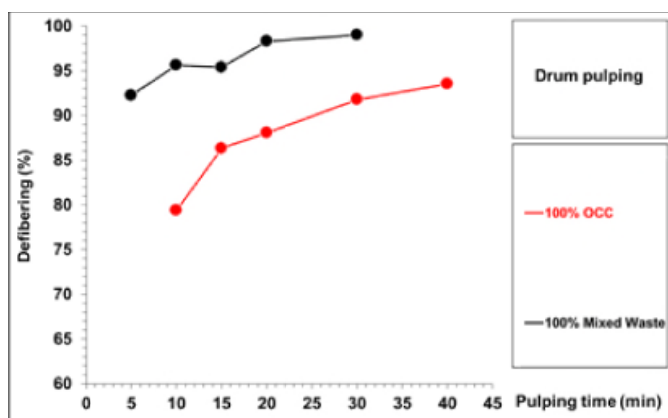
PTS
FIBRE based solutions

PMV

Datenvergleich frühere Versuche zur Eruierung des Betriebsfensters für die Pilotversuche

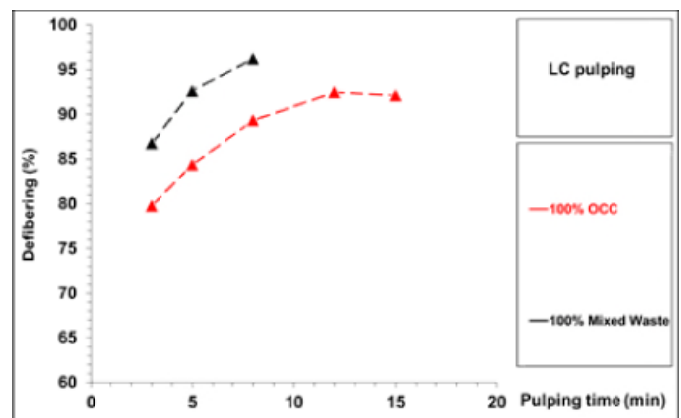
CTP-Technikumsanlagen (45 °C)

Zerfaserungstrommel



bei OCC:
ca. 25 min Zerfaserungsdauer
bis 10 % Reststippengehalt erreicht

LC-Pulper



bei OCC:
ca. 10 min Zerfaserungsdauer
bis 10 % Reststippengehalt erreicht

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Einweichtrommel-Technologie Parameterfeld der Technikumsanlage im CTP



CTP Drum pulper

- Batchbetrieb
- Trommel 60 kg pro Ansatz, 25 % Stoffdichte (variabel)
- Trommeldurchmesser 2,7 m (Projektpartner = 3,0 m), Drehzahl max. 11/min
- LC-Pulper 35 kg pro Ansatz, 5 % Stoffdichte (variabel)

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Technikum: Equipment während der Versuche



Figure 4: LC pulper with rotor.



Figure 5: LC pulper during the trials.

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Arbeitsprogramm der Technikumsversuche

Versuch 1

Einweich- trommel allein
Dauer [min]
0
5
7,5
10
12,5
15
20
30
45
60

Versuch 2

LC-Pulper allein
Dauer [min]
0
2
3
4
5
10
12,5
15
20
25

Versuch 3

Einweich- trommel + LC-Pulper
Dauer [min]
15 + 0
15 + 2
15 + 4
15 + 6
15 + 8
15 + 15

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 - im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
 Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
 FIBRE based solutions

PMV

Einweichtrommel: Visualisierung der Zerfaserung



5 min



7.5 min



10 min



12.5 min



15 min



20 min

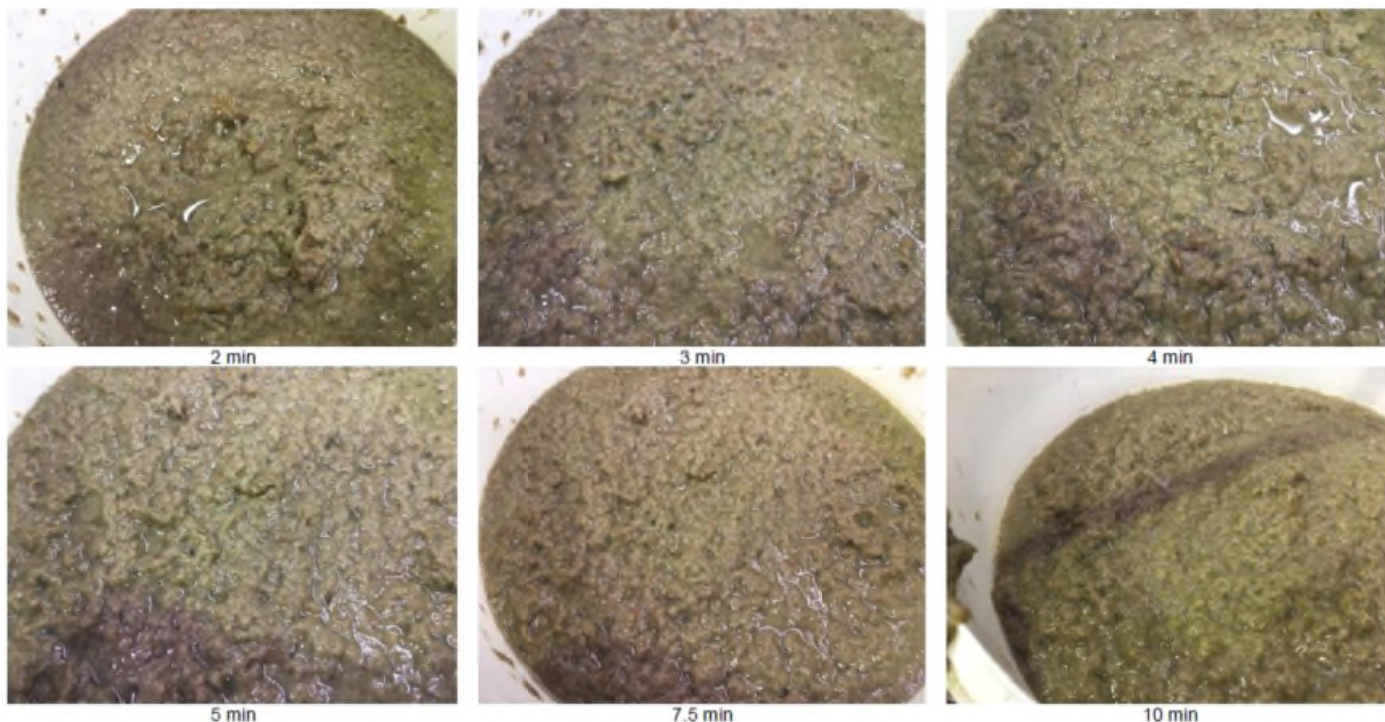
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 - im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
 Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
 FIBRE based solutions

PMV

LC-Pulper: Visualisierung der Zerkleinerung



08.08.2019

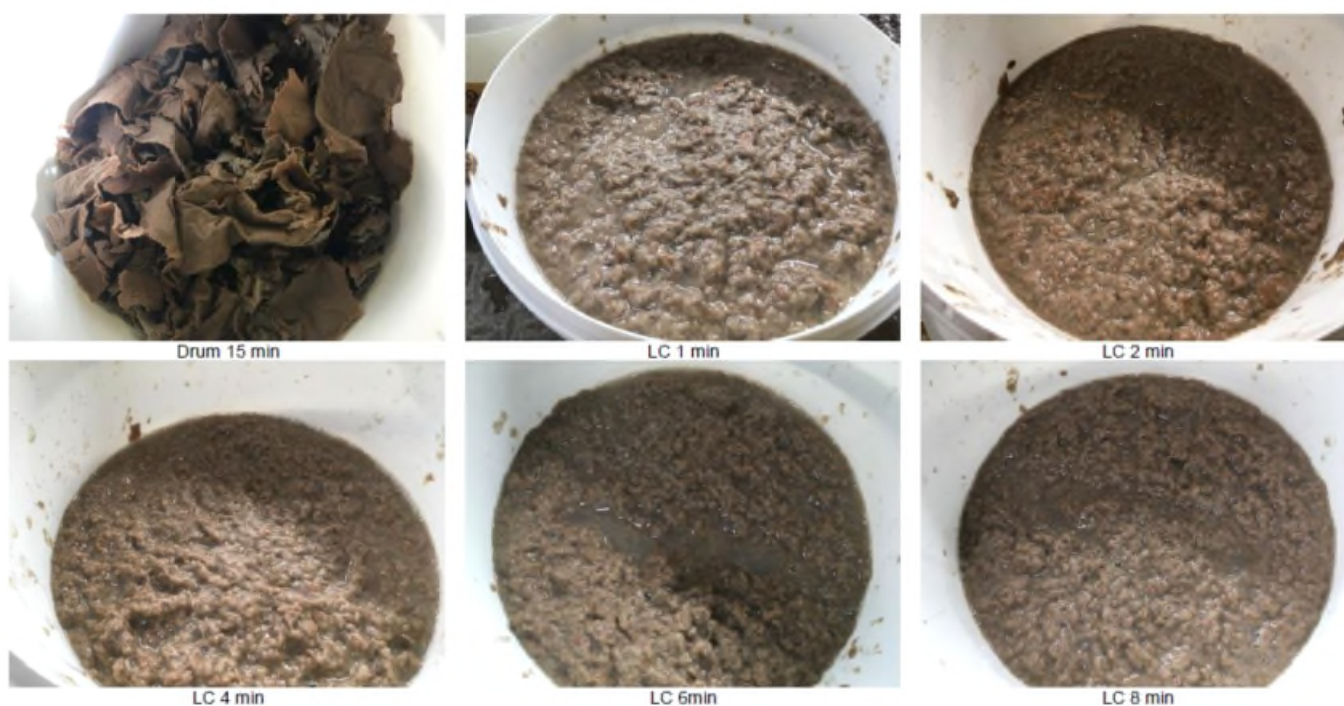
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Einweichtrommel + LC-Pulper: Visualisierung der Zerkleinerung



08.08.2019

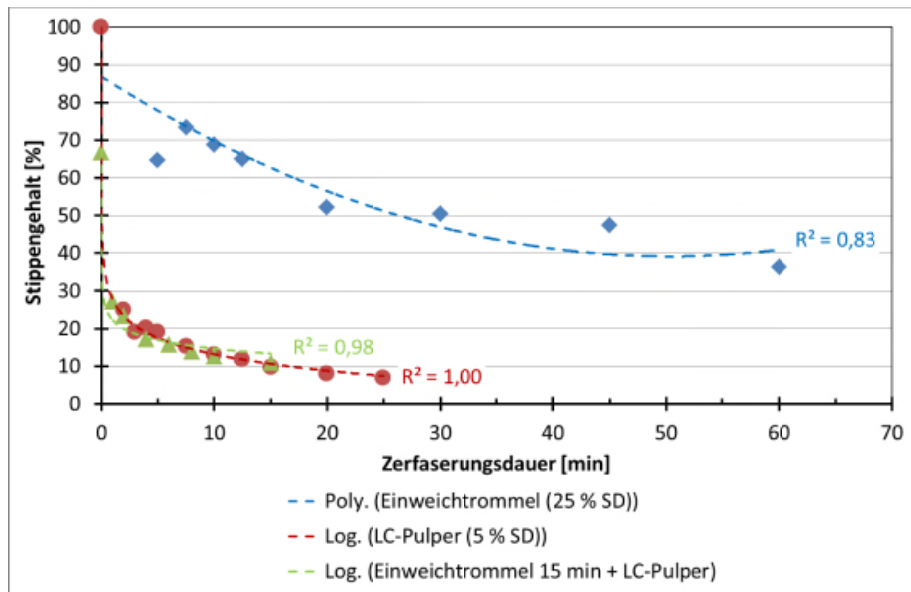
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Ergebnisse Technikum: Stippengehalt



- sehr moderate Zerkaserung in Einweichtrommel
- im LC-Pulper schnelle Reduzierung des Stippengehaltes
- Kombination Trommel + Pulper ähnlich wie Pulper allein
- Zerkaserung im Technikum generell deutlich langsamer als im Labor

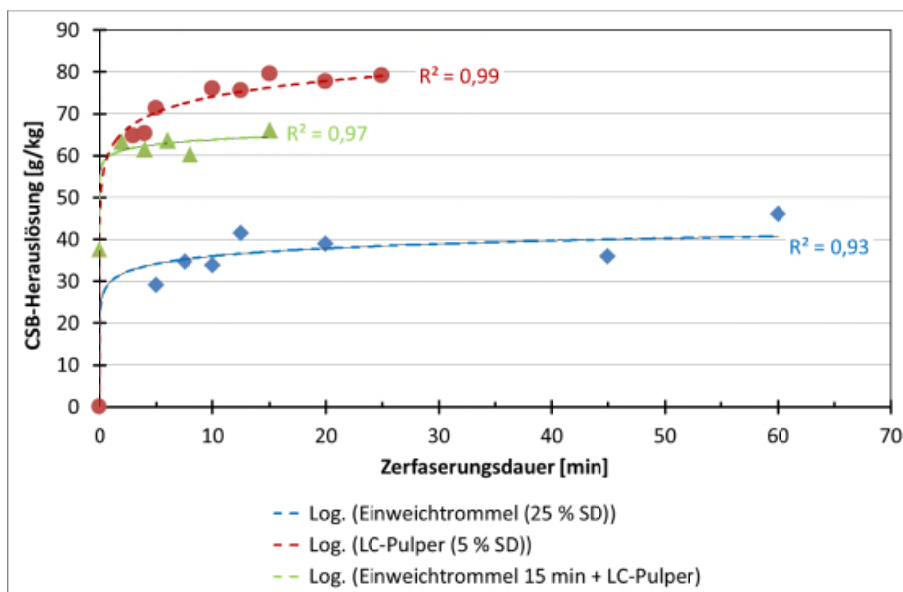
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 - im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
 Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
 FIBRE based solutions

PMV

Ergebnisse Technikum: CSB-Herauslösung



- CSB-Herauslösung in Einweichtrommel signifikant geringer
- im LC-Pulper deutlich schnellere CSB-Herauslösung
- Kombination Trommel + Pulper löste etwas weniger CSB-heraus als Pulper allein
- Relevanz dieses Effektes ist bei üblichen Zerkaserungszeiten von 5 – 10 min eher gering (könnte auch statistischer Effekt sein, da kein Doppelversuch)

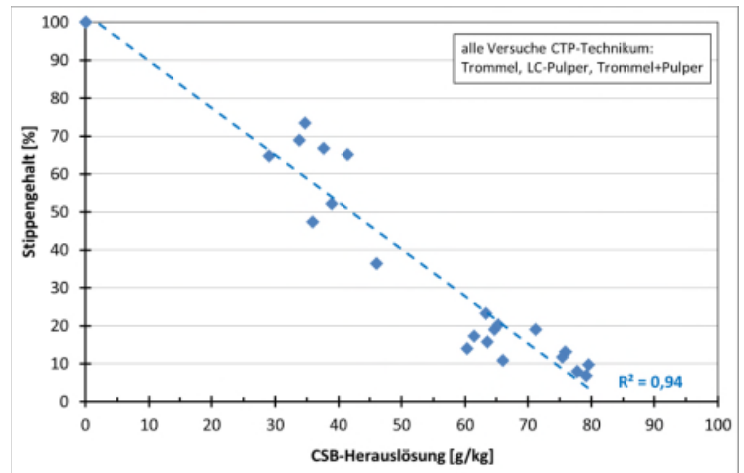
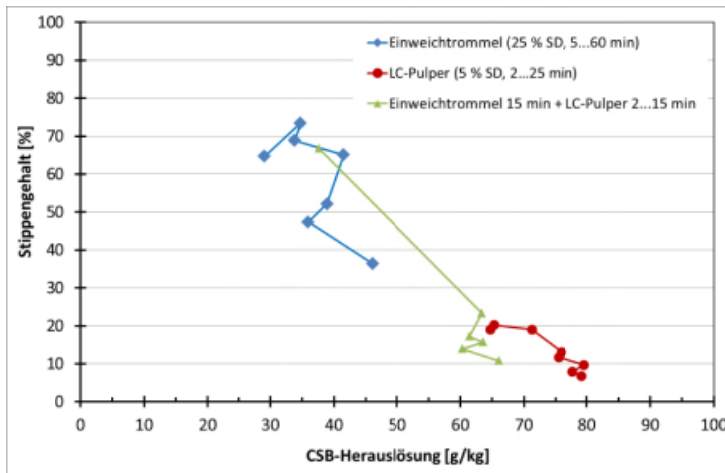
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 - im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
 Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
 FIBRE based solutions

PMV

Ergebnisse Technikum: Stippengehalt vs. CSB-Herauslösung



- übergeordneter Trend eindeutig sichtbar: CSB = f (Stippengehalt)
- Dieses Ergebnis bestätigt die Laborergebnisse.
- weitgehend linearer Zusammenhang Stippengehalt vs. CSB-Herauslösung
- Es wurden maximal 80 g/kg CSB herausgelöst, bei einem Stärkegehalt im Ausgangsstoff von 55 g/kg.

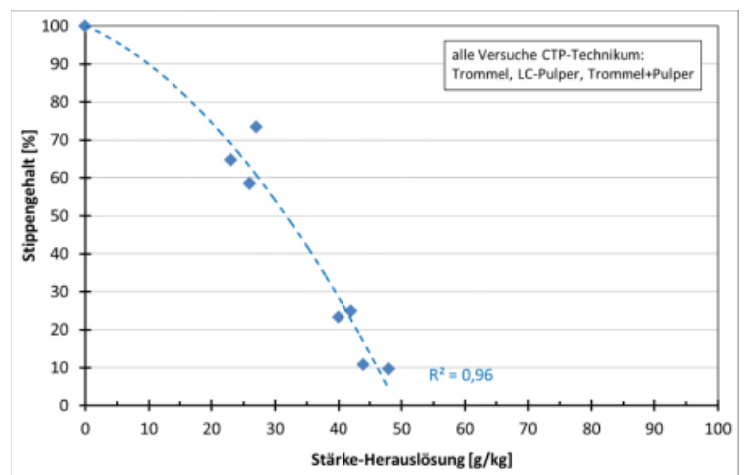
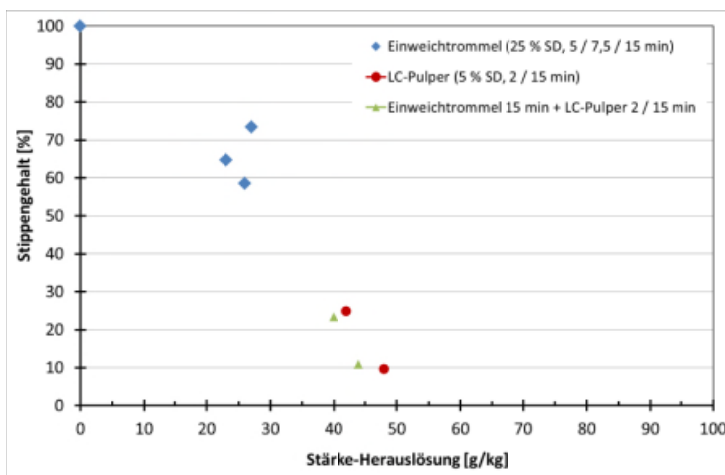
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Ergebnisse Technikum: Stippengehalt vs. Stärke-Herauslösung



- Stärke-Herauslösung in Zerkfaserungstrommel deutlich geringer als in LC-Pulper
- nur sehr geringer Unterschied der Kombination Trommel + Pulper vs. Pulper allein
- übergeordneter eindeutiger Trend: Stärke-Herauslösung = f (Stippengehalt)
- Es wurden maximal 48 g/kg Stärke herausgelöst, bei einem Stärkegehalt im Ausgangsstoff von 55 g/kg.

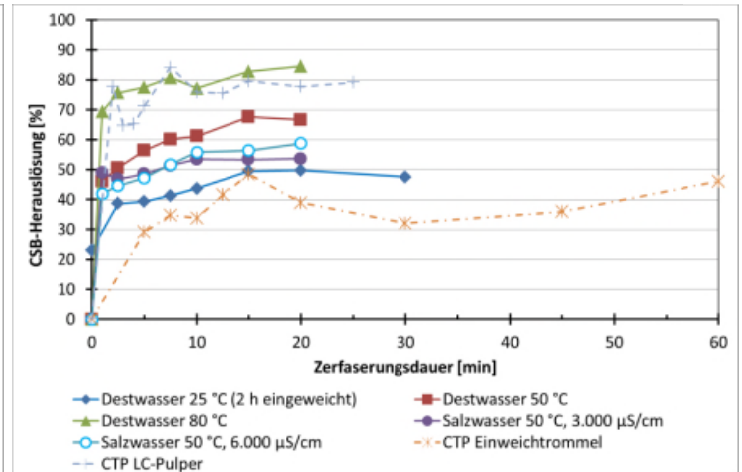
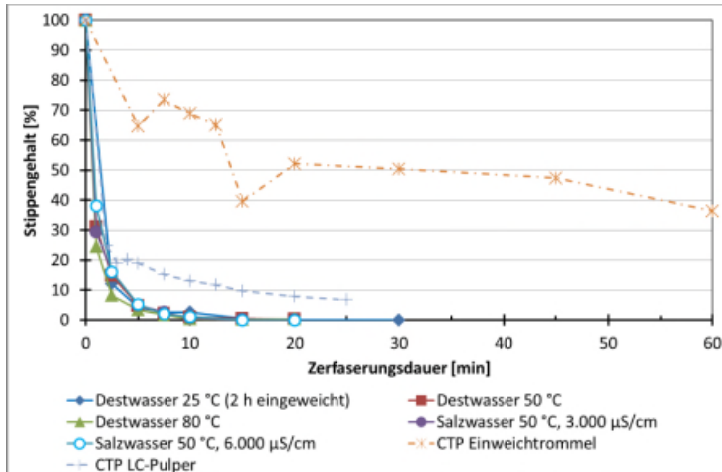
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Vergleich Labor (Destwasser) vs. Technikum (Leitungswasser)



- Stippenreduzierung in Einweichtrommel mit Abstand am langsamsten
- Stippenreduzierung im LC-Pulper etwas langsamer als im Labor
- aber unterschiedliche Start-Partikelgröße: LC-Pulper 30 x 21cm / Labor 2 x 2 cm
- CSB-Herauslösung in Trommel gering
- CSB-Herauslösung im LC-Pulper bei 50 °C etwas stärker als im Labor
- im LC-Pulper höhere Stoffdichte (5,0 %) als im Laborpulper (1,2 %), ggf. stärkere Reibungseffekte im Technikumpulper

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Zusammenfassung

Labor:

- höhere Temperaturen verstärkten die CSB-Herauslösung signifikant
- 60 - 90 % des herausgelösten CSB bestand aus Stärke
- die Herauslösung von Stärke erfolgte schneller als von „Nichtstärke“-CSB
- es bestand durchgängig ein weitgehend linearer Zusammenhang zwischen Stippengehalt und CSB-Herauslösung: je geringer der Stippengehalt durch zunehmende Zerfaserung, desto größer die CSB-Herauslösung

Technikum:

- signifikant geringere CSB-Herauslösung in der Einweichtrommel allein, bei gleichzeitig deutlich höherem Stippengehalt
- sehr schnelle CSB-Herauslösung im LC-Pulper
- ebenfalls direkter Zusammenhang Stippengehalt zu CSB- bzw. Stärkeherauslösung
- nur sehr geringer Vorteil der Kombination Trommel/Pulper im Vergleich zum Pulper allein sichtbar (eventuell rein statistischer Effekt)

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Arbeitspaket 3

Datenerfassung in Werken

Bearbeitung: PMV

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf



Inhalt

- Einleitung
 - Beschreibung Arbeitspaket 3
 - Voruntersuchung zum Einfluss des CSB im Auflösewasser auf die CSB-Herauslösung im Labor
- Ergebnisse Arbeitspaket 3
 - Vorgehensweise Datenaufnahme in den Werken
 - Durchführung und Messergebnisse
 - CSB-Bilanzierung

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf



Beschreibung Arbeitspaket 3

In drei bis vier Werken werden CSB-Werte und Prozesstechnologie erfasst, wobei sowohl Trommel- als auch konventionelle Pulper-Auflösungen abgedeckt werden sollen. Aus der Systembilanz wird der CSB-Gesamt-Eintrag bestimmt.

Es soll ein methodisches Vorgehen erarbeitet werden, um die CSB-Herauslösung aus dem Altpapier sowohl mit dem theoretisch berechneten CSB-Eintrag der jeweiligen Altpapier-Mischung zu vergleichen als auch mit der CSB-Fracht des Abwassers. Die Einflüsse der verschiedenen Prozessparameter auf die CSB-Herauslösung sollen abgeschätzt und bewertet werden.

08.08.2019

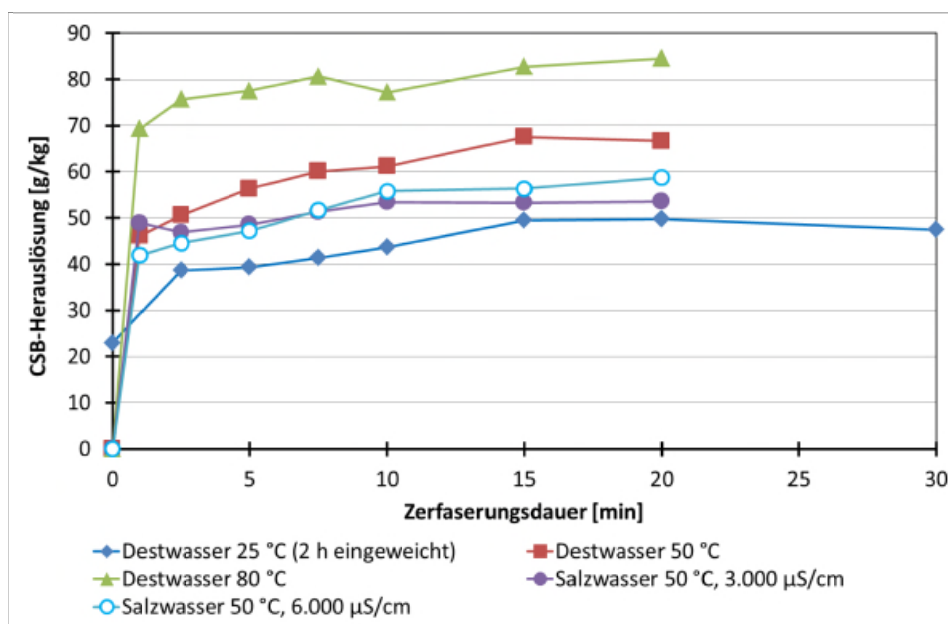
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Voruntersuchungen: Einfluss CSB des Auflösewassers

Ausgangspunkt Untersuchungen zum Einfluss des Salzgehaltes:



- Vorzerkleinerung auf 2 x 2 cm, Wellpappe nach 15 min vollständig zerfasert
- bei Destwasser deutlicher Temperatureinfluss (25-50-80 °C) auf CSB sichtbar
- nach 20 min ca. 70 % höhere CSB-Herauslösung bei 80 °C als bei 25 °C

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Arbeitspaket 3: Datenerfassung in den Werken

Voruntersuchungen: Einfluss CSB des Auflösewassers

- Aufschlagen von Wellpappemuster (entspricht Muster der PTS-Untersuchungen) gemäß PTS RH-014/2015
- Stoffdichte: 12 g o tro Papier auf 1 Liter Wasser

Einweichen	Aufschlagen	CSB-Freisetzung
2 Stunden in 1 Liter VE-Wasser (Raumtemper.)	20 min nach Zugabe von 1 Liter VE-Wasser (RT)	51,2 g/kg
2 Stunden in 1 Liter Prozesswasser mit CSB von 5.116 mg/l (RT)	20 min nach Zugabe von 1 Liter Prozesswasser mit CSB von 5.116 mg/l (RT)	35,7 g/kg Δ 15,5 g/kg (±30,3 % weniger)
2 Stunden in 1 Liter Prozesswasser/VE-Wasser (70/30) (RT)	20 min nach Zugabe von 1 Liter VE-Wasser (RT)	37,5 g/kg
2 Stunden in 1 Liter Prozesswasser/VE-Wasser (30/70) (RT)	20 min nach Zugabe von 1 Liter VE-Wasser (RT)	39,7 g/kg

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Arbeitspaket 3: Datenerfassung in den Werken

Ziel:

- ☐ Erfassung und Bewertung des CSB-Eintrags in Abhängigkeit von den Zerkleinerungsbedingungen

Umfang Werke: 3 Papierfabriken

- ☐ **Werk 1: Pulper (2fache Probenahme)**
- ☐ **Werk 2: Trommel**
- ☐ **Werk 3: Einweichtrommel + Pulper**



Abb.: Trommelpulper
(Quelle: <https://www.papier-machen.de/papierherstellung/altpapieraufbereitung/>)

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Arbeitspaket 3: Datenerfassung in den Werken

Probenahmestellen CSB (und weitere Prozesswasserparameter)

- ☐ CSB-Eintrag Altpapier-Mix (berechnet aus Daten des Arbeitskreises)
- ☐ alle Prozesswasserströme zur Zurfaserung (Auflösewasser)
- ☐ Stoffsuspension nach Zurfaserung (Ableerbütte o. ä.)
- ☐ CSB-Abgabe im Fertigstoff (nach Zurfaserung mit Frischwasser), nur informativ

- ☐ keine Probenahmen im Papiermaschinen-Loop
- ☐ CSB im Zulauf zur ARA

- ☐ **Festlegung nach Vorlage des Verfahrensfließbildes**
- ☐ **Qualifizierte Stichprobe: Erstellung einer Mischprobe aus mindestens 3 einzelnen Probenahmen, die im Abstand von mindestens 10 min erfolgen müssen**

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Arbeitspaket 3: Datenerfassung in den Werken

Datenaufnahme in den Werken

Verfahrensfließbild / PLS

- ☐ Zurfaserungstechnologie
- ☐ Altpapiereintrag
- ☐ Energieeintrag
- ☐ spezifische Frischwassermenge
- ☐ spezifische Abwassermenge
- ☐ Verweilzeit im Zurfaserungsaggregat
- ☐ Durchflüsse und Stoffdichten/Feststoffgehalte an allen Probenahmestellen

Wenig Variationsmöglichkeiten im laufenden Produktionsprozess

- ☐ Zweifache Probenahme in einer Papierfabrik bei der Herstellung unterschiedlicher Sorten

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Arbeitspaket 3: Datenerfassung in den Werken

Untersuchungsparameter an allen Probenahmestellen

- ☐ Temperatur (direkt bei Probenahme)
- ☐ pH-Wert (direkt bei Probenahme)
- ☐ Stoffdichte/Feststoffgehalt
- ☐ CSB im Schwarzbandfiltrat
- ☐ Leitfähigkeit
- ☐ Wasserhärte
- ☐ Fettsäuregehalt und Alkalität



Quelle: WTW GmbH

Analytik der Prozesswasserproben möglichst im Werk

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

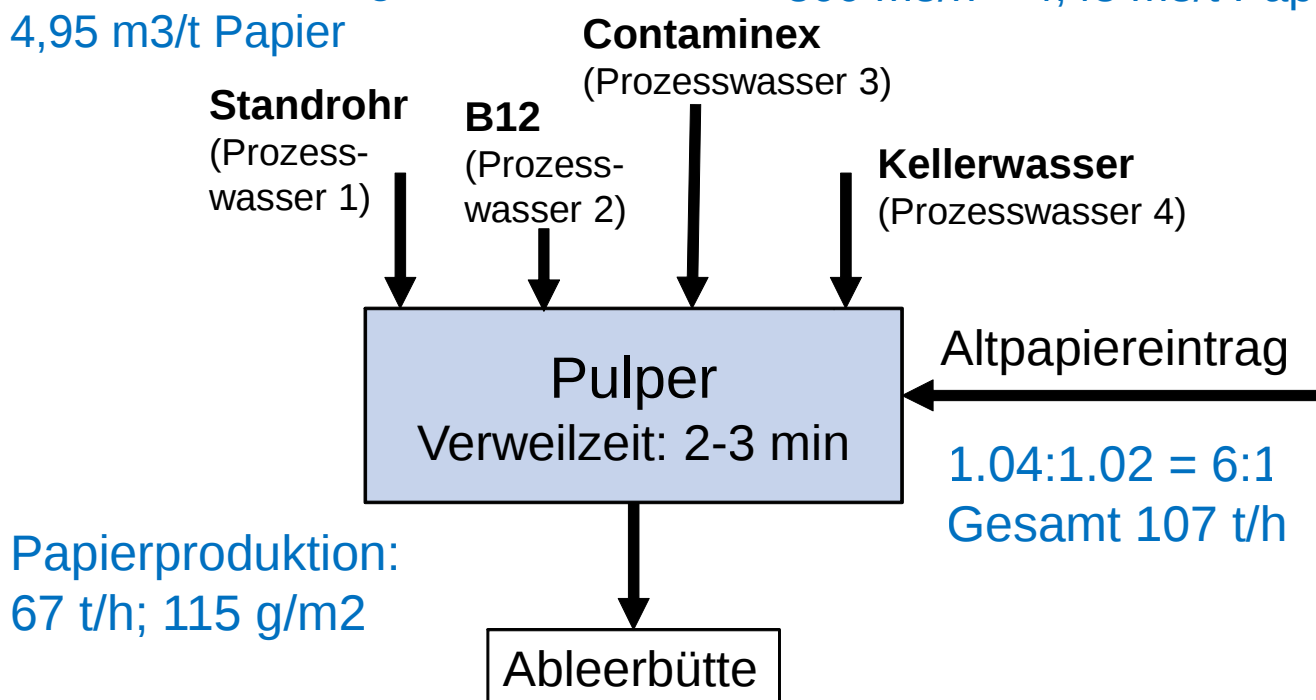
PMV

Probenahme Werk 1

- 1. Probenahme 11.02.19 -

Frischwassermenge:
4,95 m³/t Papier

Abwassermenge Zulauf ARA:
300 m³/h = 4,48 m³/t Papier



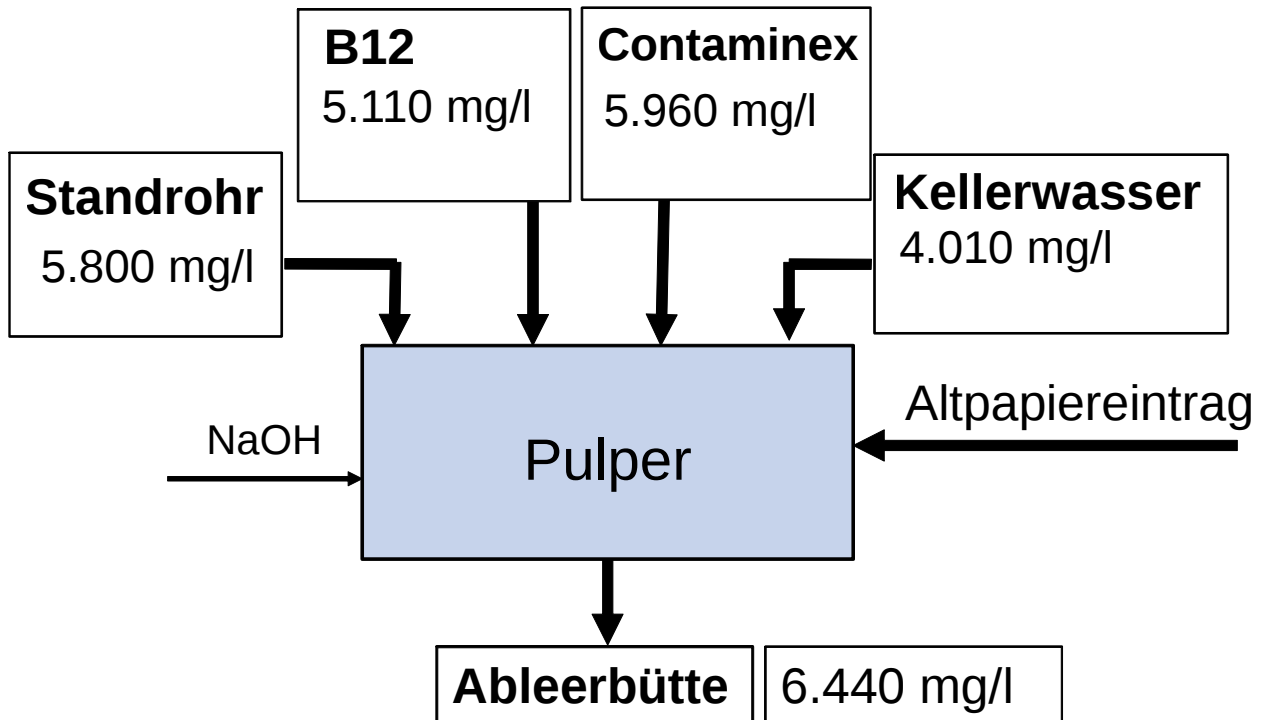
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 1 – 1. Probenahme – CSB Schwarzbandfiltrat -



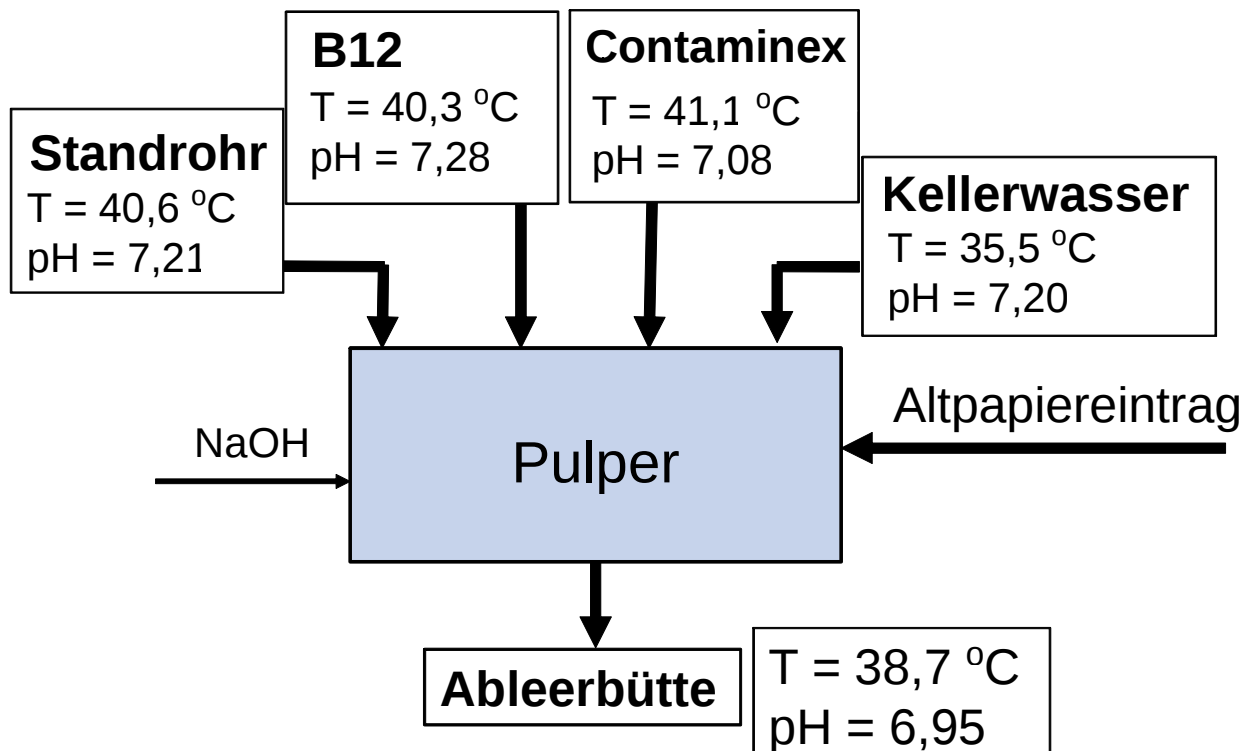
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 1 – 1. Probenahme - Temperatur und pH-Wert -



08.08.2019

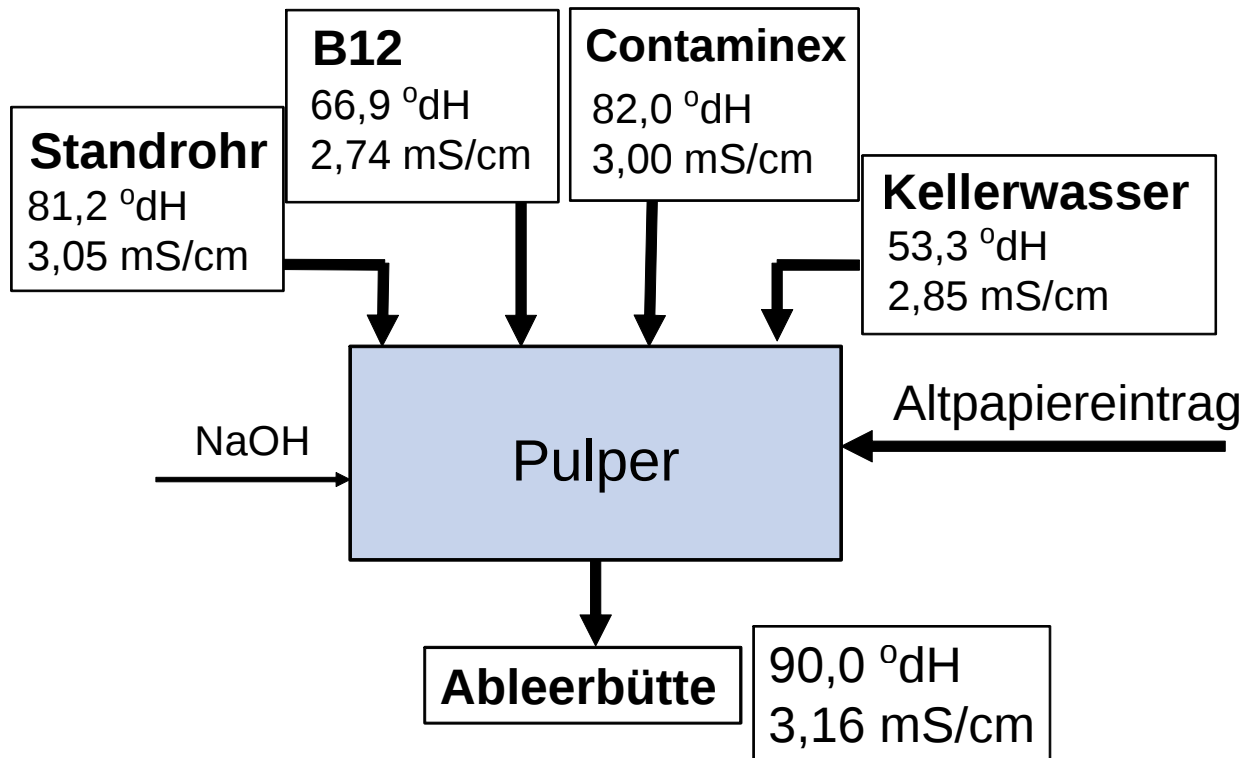
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 1 – 1. Probenahme

- Wasserhärte und Leitfähigkeit -



08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 1 – 1. Probenahme

CSB Bilanzierung - Vorgehensweise

Altpapiereintrag: 107 t/h
- davon 91,7 t/h 1.04
- davon 15,3 t/h 1.02

CSB-Eintrag Altpapier
(berechnet aus Messdaten AK Wasser)
1.04: 40,6 kg/t
1.02: 21,1 kg/t
Gewichteter mittlerer CSB-Eintrag
Für Rohstoffmix: **37,8 kg/t**

CSB-Eintrag mit Prozesswasser (geschätzt):
40 % Standrohr (5.800 mg/l)
40 % B12 (5.110 mg/l)
10 % Kellerwasser (5.960 mg/l)
10 % Contaminex (4.010 mg/l)
Prozesswasser-Mischung (gewichtet): **5.361 mg/l**

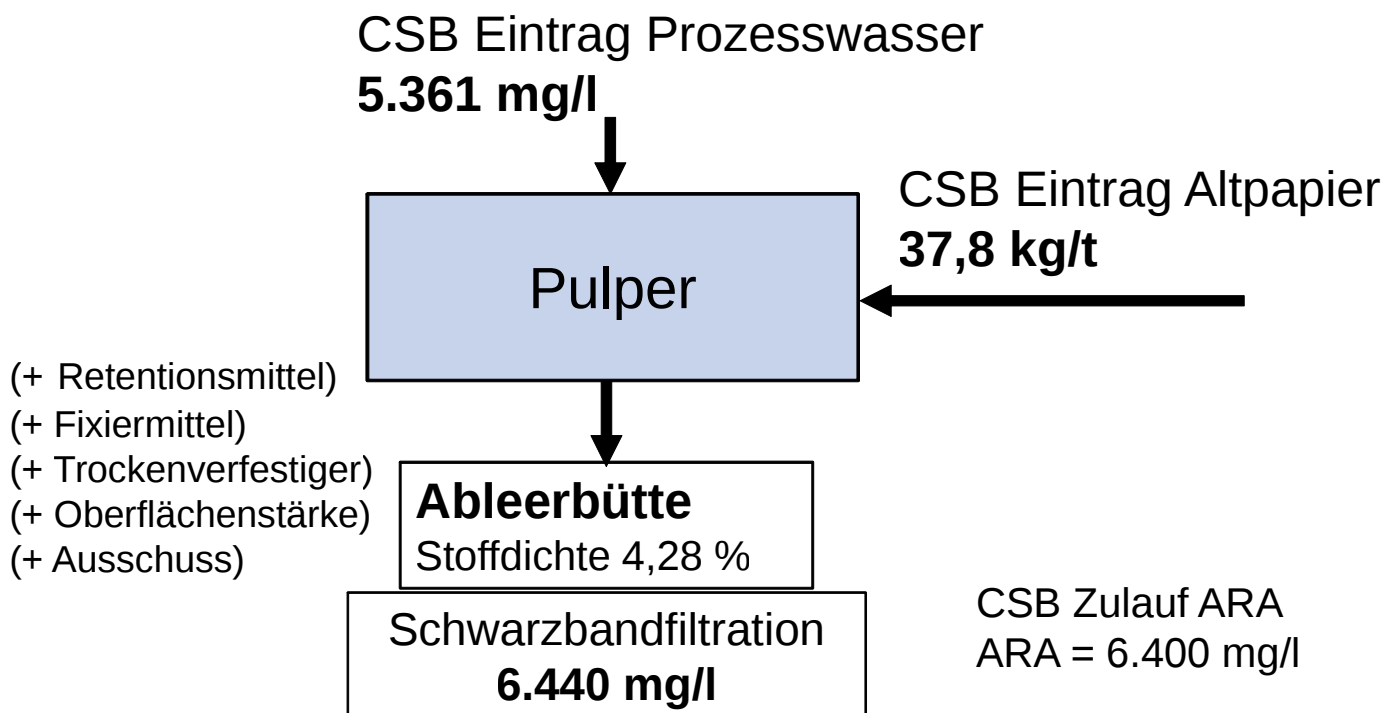
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 1 – 1. Probenahme - CSB-Bilanzierung - Vorgehensweise



08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

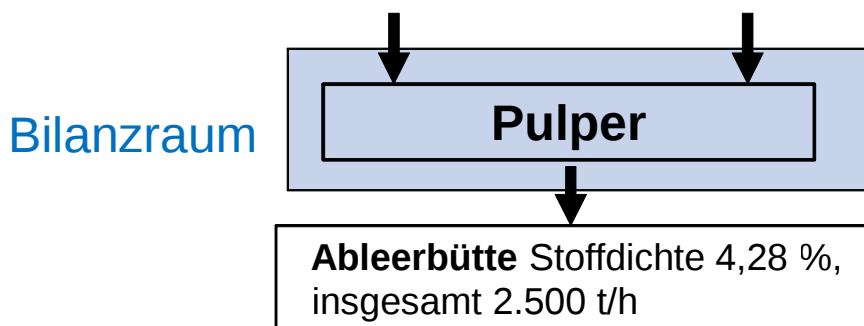
PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 1 – 1. Probenahme CSB-Bilanzierung Pulper (ohne Additive)

CSB Eintrag Prozesswasser
 $5.361 \text{ mg/l} \times 2.393 \text{ t/h} = 12,83 \text{ t/h}$

CSB Eintrag Altpapier, theoretisch
 $37,8 \text{ kg/t} \times 107 \text{ t/h} = 4,04 \text{ t/h}$



Quotient CSB aus
AP herausgelöst /
CSB Eintrag AP,
theoretisch = 80,9 %

CSB Austrag Prozesswasser
 $6.440 \text{ mg/l} \times 2.500 \text{ t/h} = 16,1 \text{ t/h}$

CSB ist , herausgelöst =

CSB Prozesswasser Austrag	16,10 t/h
- CSB Prozesswasser Eintrag	-12,83 t/h
Tatsächlicher CSB-Eintrag aus AP	= 3,27 t/h
	= 30,57 kg CSB/t

Zum Vergleich:
CSB-Fracht Zulauf ARA
 $6.400 \text{ mg/l} \times 4,48 \text{ m}^3/\text{t} =$
28,67 kg CSB/t

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

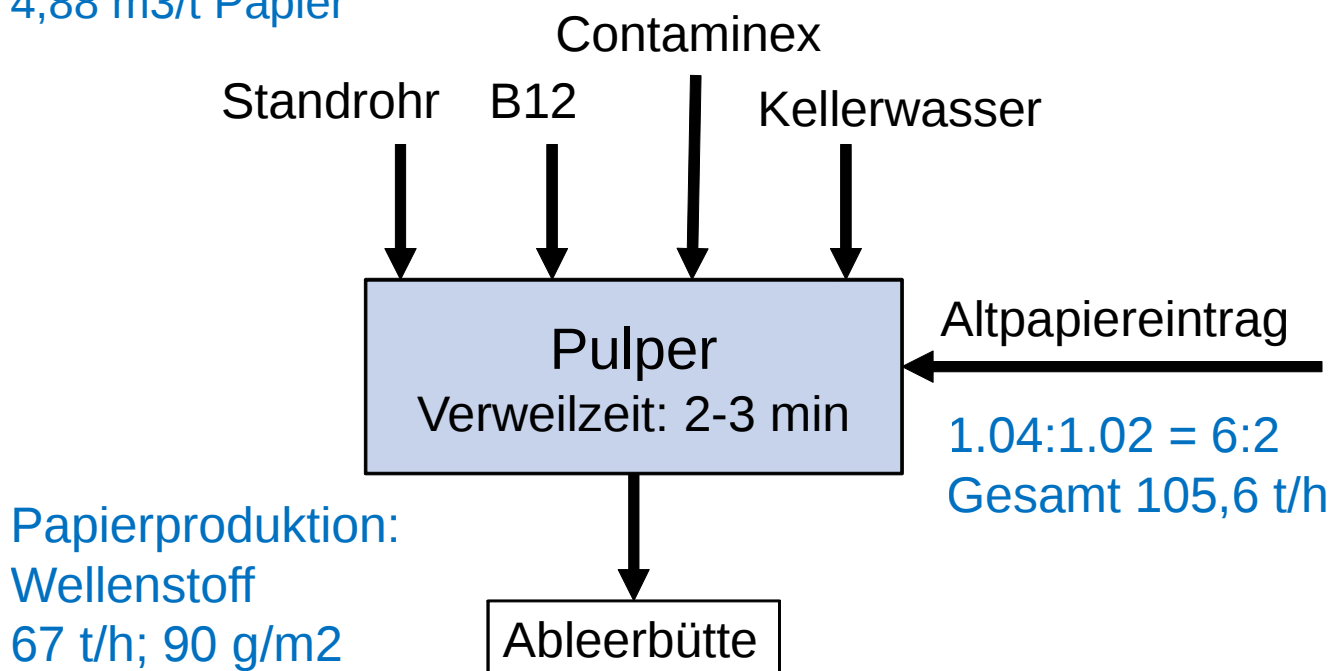
PMV

Probenahme Werk 1

- 2. Probenahme 29.03.19 -

Frischwassermenge:
4,88 m³/t Papier

Abwassermenge Zulauf ARA:
300 m³/h = 4,48 m³/t Papier



Papierproduktion:
Wellenstoff
67 t/h; 90 g/m²

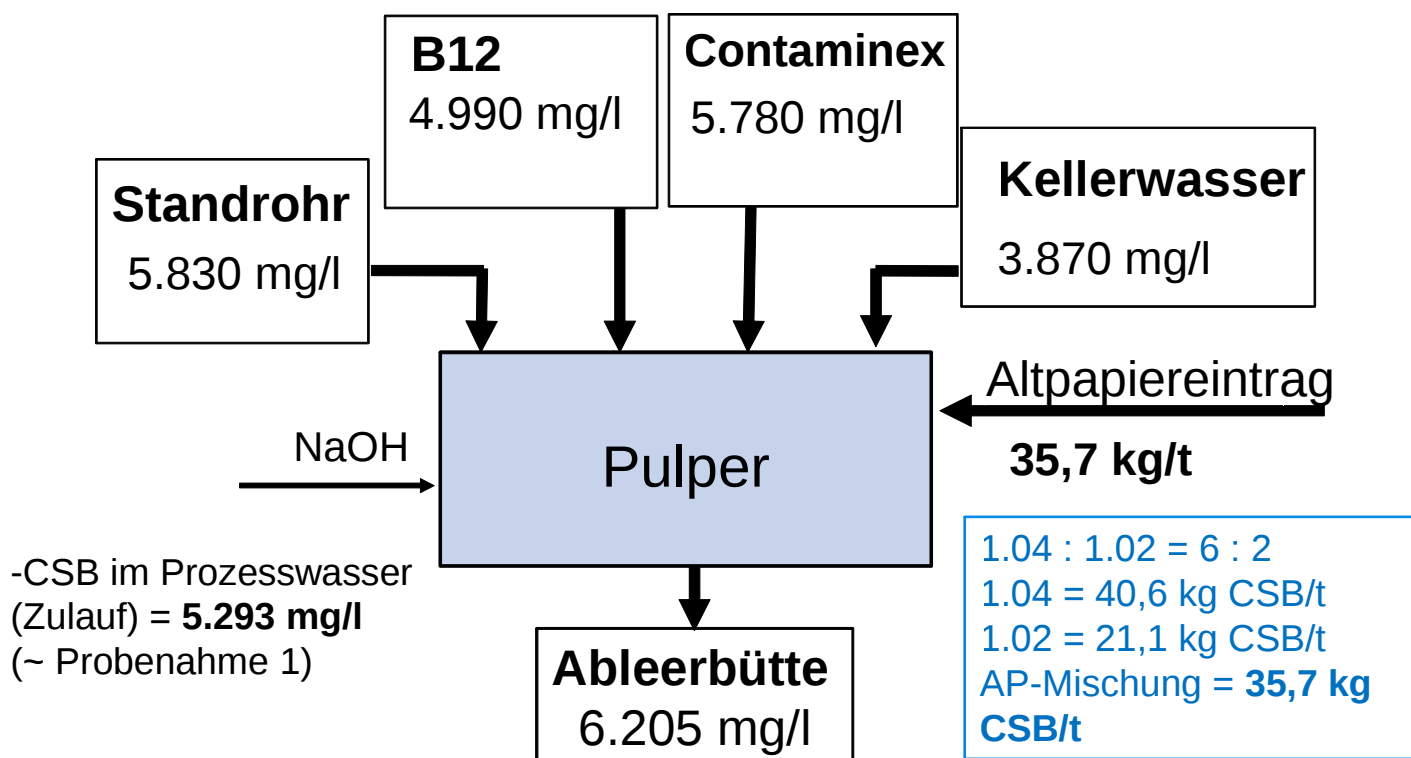
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 1 - 2. Probenahme - CSB Schwarzbandfiltrat -



-CSB im Prozesswasser
(Zulauf) = 5.293 mg/l
(~ Probenahme 1)

08.08.2019

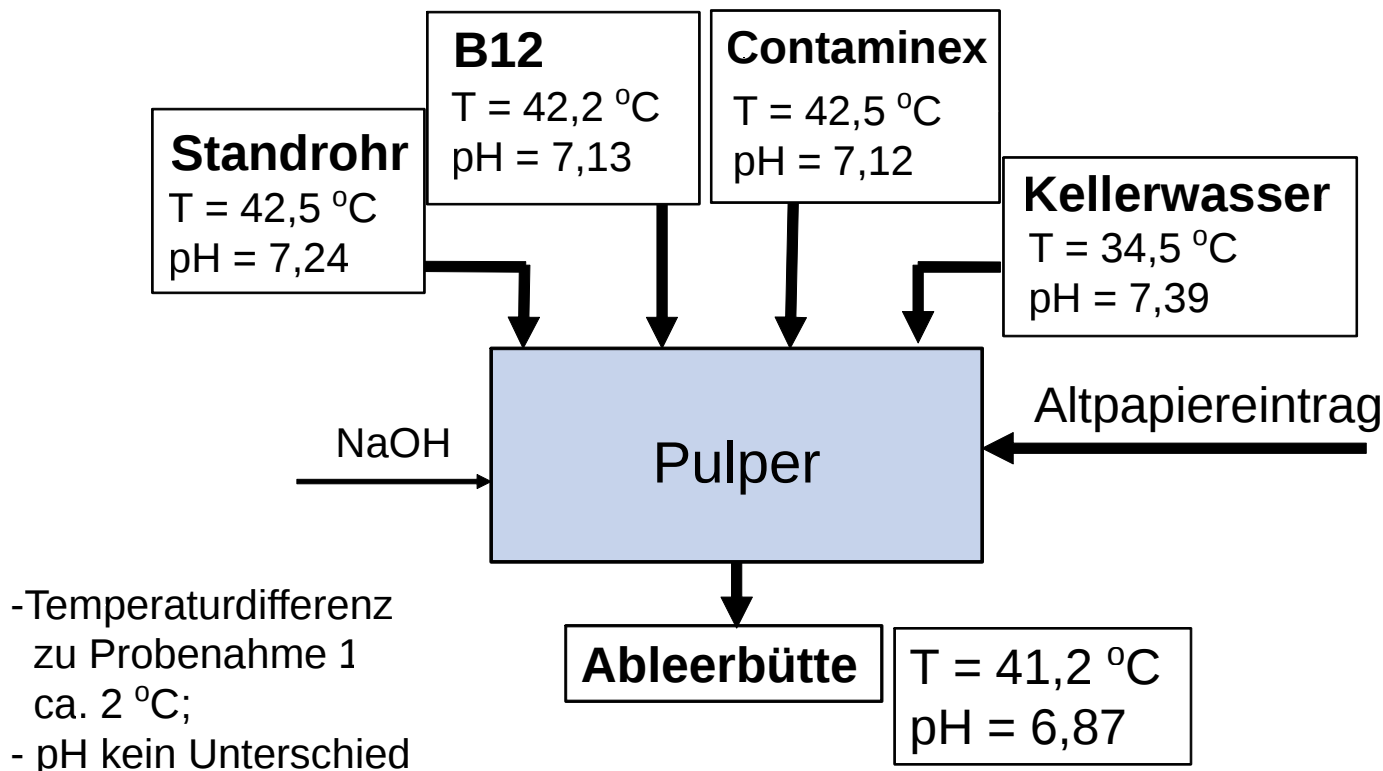
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 1 – 2. Probenahme

- Temperatur und pH-Wert -



08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

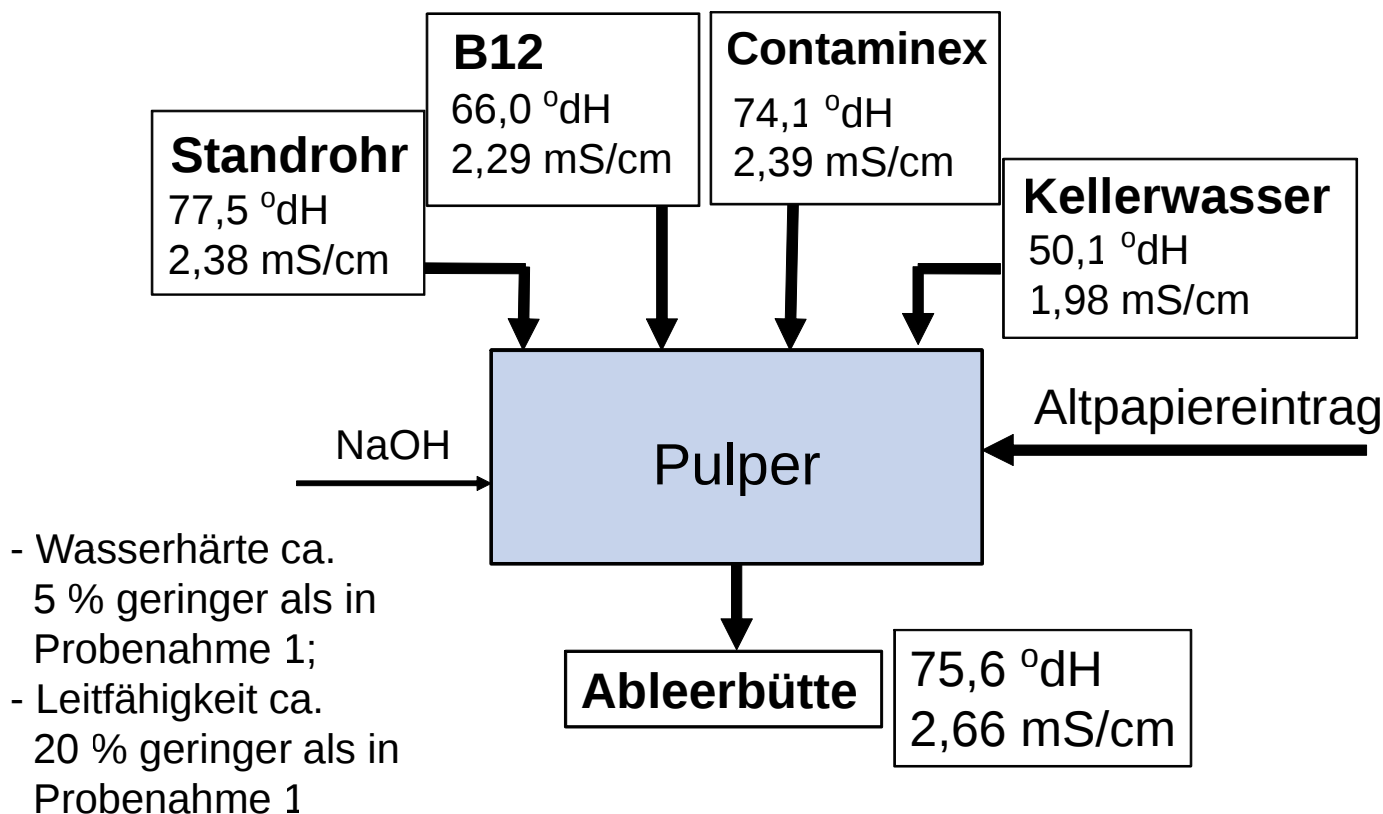
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 1 - 2. Probenahme

- Wasserhärte und Leitfähigkeit -



08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 1

2. Probenahme – CSB-Bilanzierung Pulper (ohne Additive)

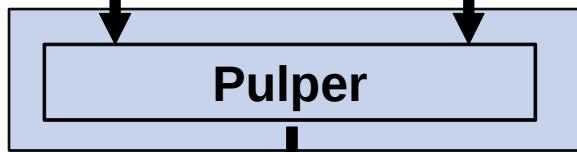
CSB Eintrag Prozesswasser

$$5.293 \text{ mg/l} \times 2.305 \text{ t/h} = 12,2 \text{ t/h}$$

CSB Eintrag Altpapier, theoretisch

$$35,7 \text{ kg/t} \times 105,6 \text{ t/h} = \mathbf{3,77 \text{ t/h}}$$

Bilanzraum



Ableerbütte Stoffdichte 4,38 %,
Insgesamt 2.411 t/h

Quotient CSB aus
AP herausgelöst /
CSB Eintrag AP,
theoretisch = 73,2 %

CSB Austrag Prozesswasser

$$6.205 \text{ mg/l} \times 2.411 \text{ t/h} = 14,96 \text{ t/h}$$

CSB ist, herausgelöst =

CSB Prozesswasser Austrag	14,96 t/h
– CSB Prozesswasser Eintrag	- 12,20 t/h
Tatsächlicher CSB-Eintrag aus AP	= 2,76 t/h
	= 26,1 kg CSB/t

Zum Vergleich:

CSB –Fracht Zulauf ARA

$$6.000 \text{ mg/l} \times 4,48 \text{ m}^3/\text{t} =$$

$$\mathbf{26,88 \text{ kg CSB/t}}$$

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 2

- Probenahme 24.04.19 -

Frischwassermenge:

5,5 m³/t Papier

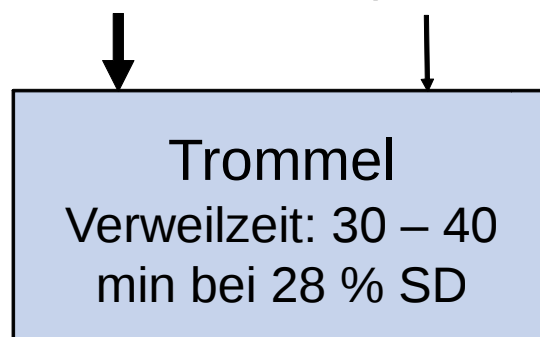
Abwassermenge zur ARA:

300 m³/h = 5,17 m³/t Papier,

120 m³/h zur PWBA

Klarfiltrat

Sperrwasser



Altpapiereintrag

$$1.04:1.02:4.01 =$$

$$64\% : 23\% : 13\%$$

$$\text{Gesamt } 59 \text{ t/h}$$

1.04	= 40,6 kg CSB/t
1.02	= 21,1 kg CSB/t
4.01	= 42,6 kg CSB/t
AP-Mischung	= 36,4 kg CSB/t

Papierproduktion:

58 t/h;

Wellenstoff 90 g/m²

Ableerturm

Klarfiltrat

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

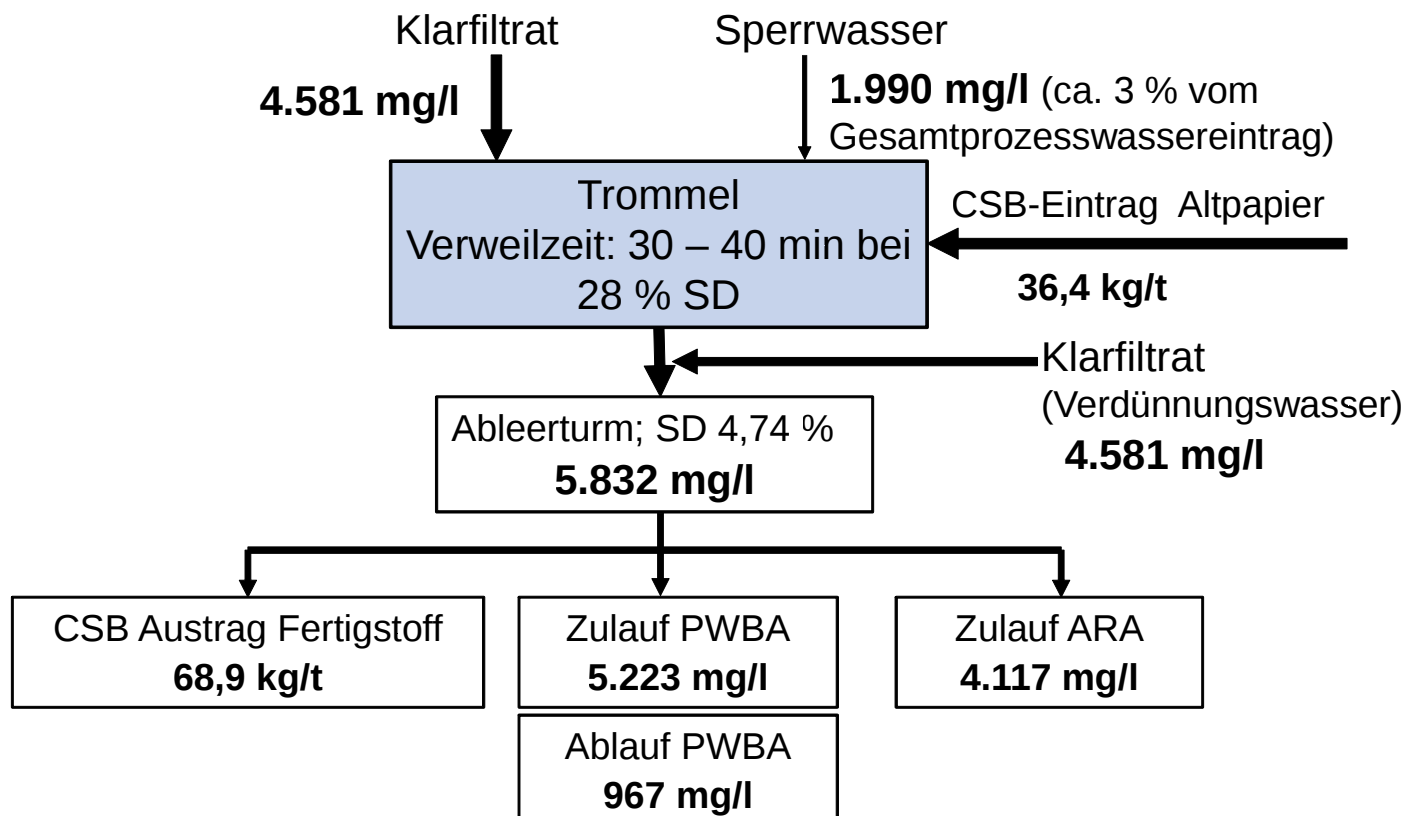
– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 2

- CSB Schwarzbandfiltrat -



08.08.2019

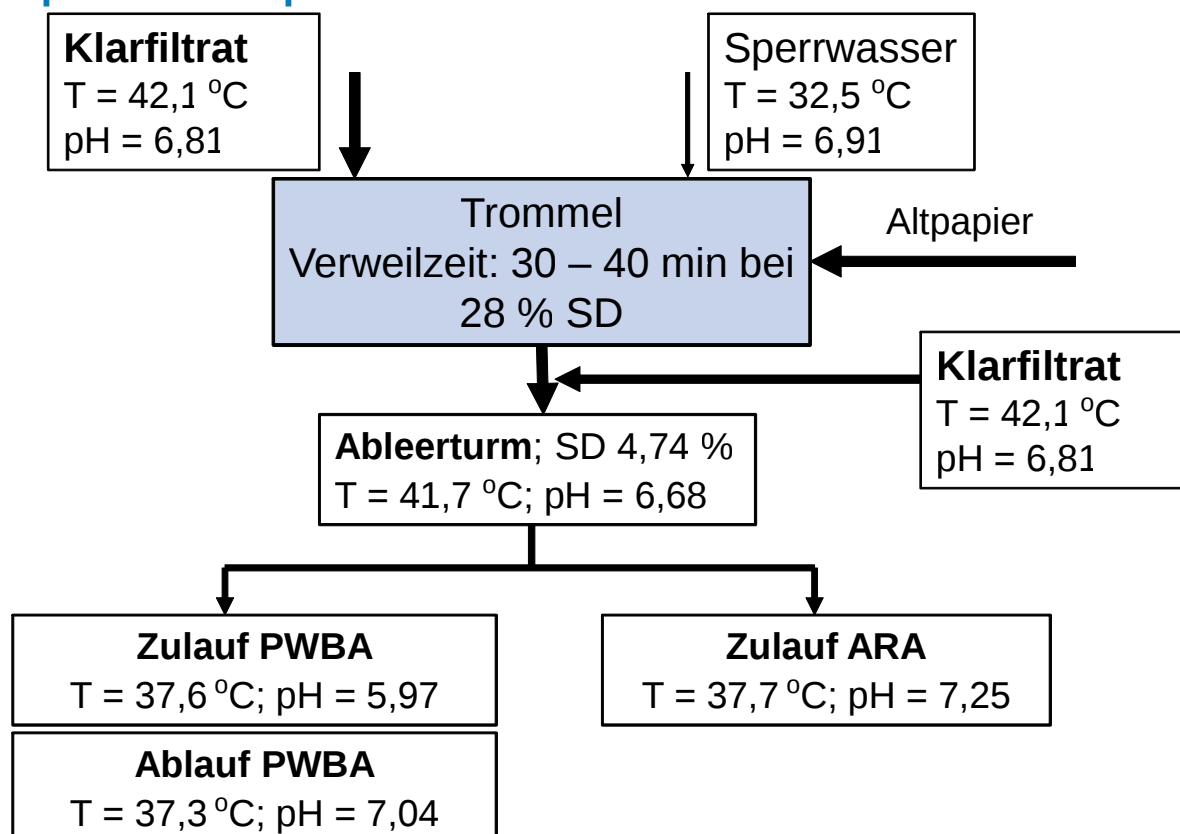
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 2

- Temperatur und pH-Wert -



08.08.2019

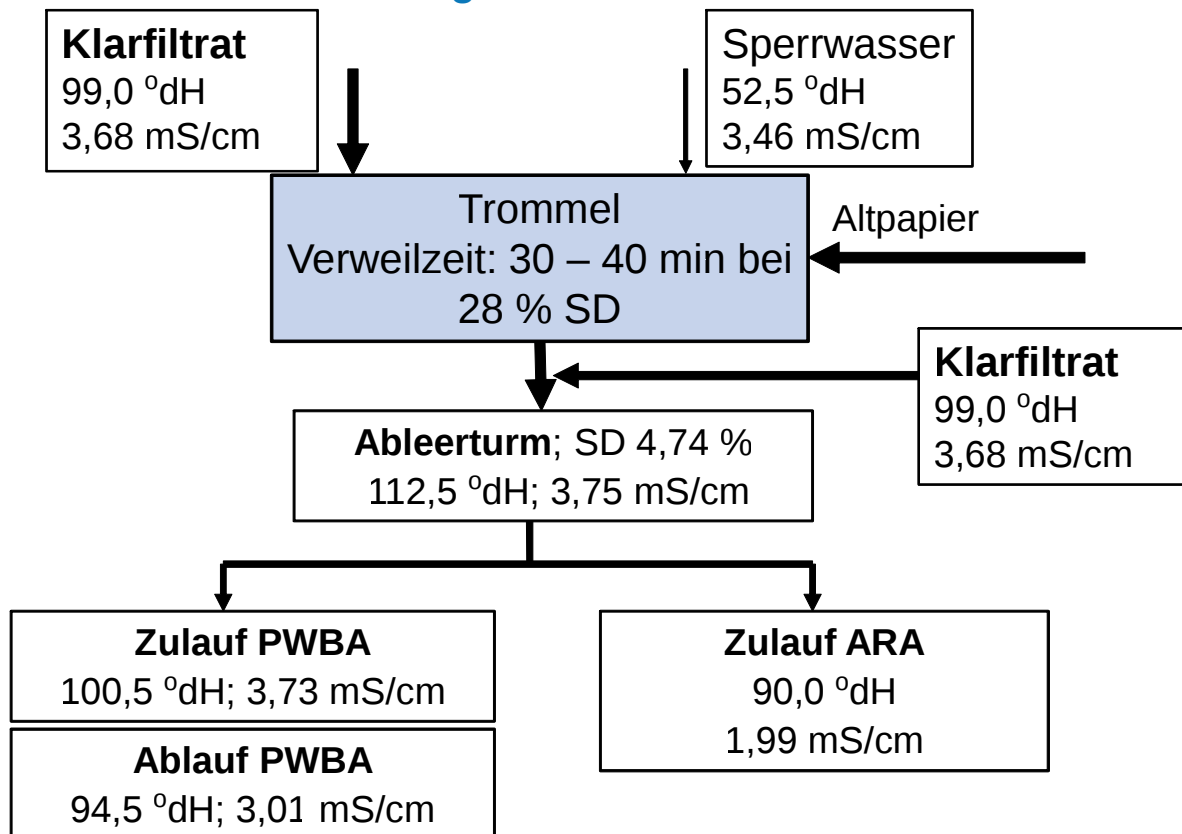
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 2

- Wasserhärte und Leitfähigkeit-



08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 2

CSB-Bilanzierung Trommel

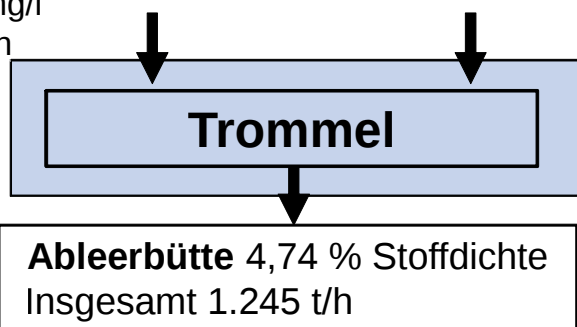
CSB Eintrag Prozesswasser

(Auflösewasser + Verdünnung nach
Trommel) = 4.503 mg/l
x 1.186 t/h = 5,34 t/h

CSB Eintrag Altpapier, theoretisch

36,4 kg/t x 59 t/h = **2,15 t/h**

Bilanzraum



Quotient
CSB aus AP
herausgelöst / CSB
Eintrag Altpapier =
89,3 %

CSB Austrag Prozesswasser

5.832 mg/l x 1.245 t/h = 7,26 t/h

CSB ist, herausgelöst =

CSB Prozesswasser Austrag	7,26 t/h
- CSB Prozesswasser Eintrag	- 5,34 t/h
	= 1,92 t/h
	= 32,54 kg CSB/t

Zum Vergleich:

CSB-Fracht Zulauf ARA

4.117 mg/l x 5,17 m³/t = 21,3 kg CSB/t

Zuzügl. CSB-Entfrachtung durch PWBA:

2,07 m³/t x 4.256 mg/l = 8,8 kg CSB/t

Gesamt CSB-Fracht Abwasser =

30,1 kg CSB/t

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 3

- Probenahme 16.05.19 -

Frischwassermenge:
3,1 m³/t Papier

Warmwasser;
60 m³/h

Abwassermenge zur ARA:
2,7 m³/t Papier

Altpapiereintrag

Einweichtrommel
Verweilzeit: ca. 15 min
bei ca. 25 % SD

1.04:1.05 = 60 %:40 %
Gesamt 18,6 t/h

Prozesswasser
Pufferbehälter
340 m³/h

Pulper
Verweilzeit: ca. 2 min bei
5 % SD

Ableerturm;
400 m³/h

Papierproduktion:
17,7 t/h;
Hülsenpapier 195 g/m²

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 3

- CSB Schwarzbandfiltrat -

Warmwasser
11.502 mg/l

Einweichtrommel
Verweilzeit: ca. 15 min
bei ca. 25 % SD

CSB-Eintrag Altpapier

1.04 : 1.05 = 60 % : 40 %

1.04 = 40,6 kg CSB/t

1.05 ~ 42,0 kg CSB/t

AP-Mischung = 41,2 kg CSB/t

Ablauf Trommel
19.812 mg/l

Prozesswasser
Pufferbehälter
12.644 mg/l

Pulper
Verweilzeit: ca. 2 min bei
5 % SD; 13.217 mg/l

Ableerturm; 400 m³/h; SD 5,53 %
13.411 mg/l

Abwasser zur ARA
10.537 mg/l

08.08.2019

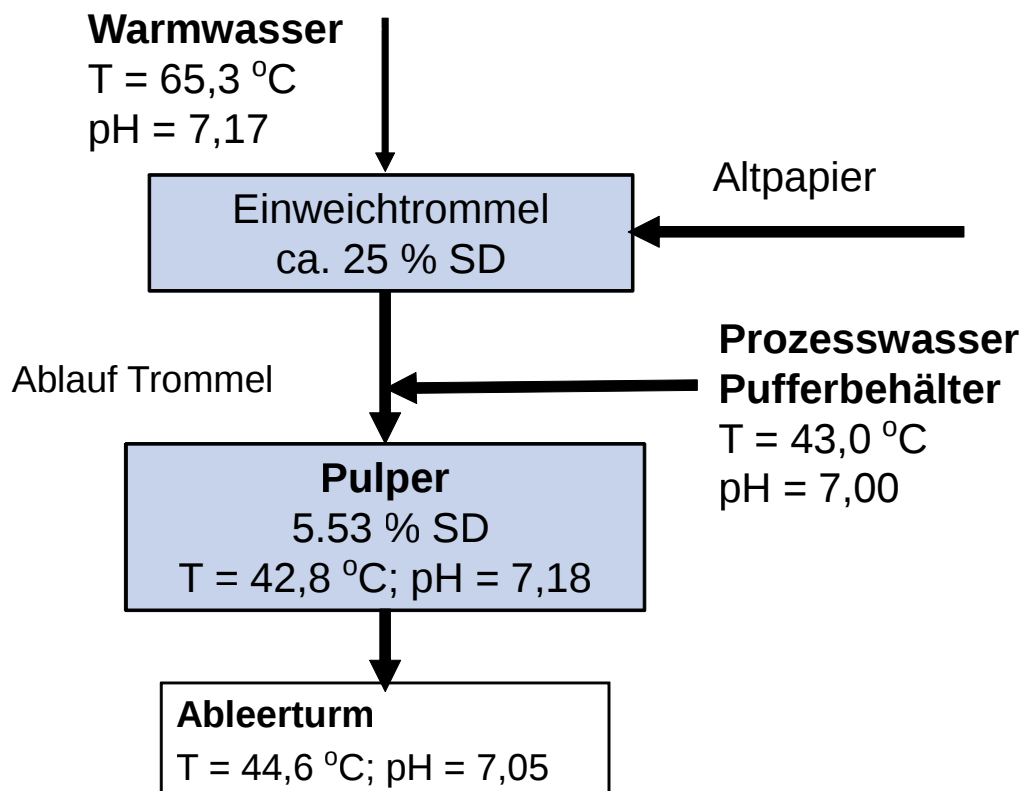
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 3

- Temperatur und pH-Wert -



08.08.2019

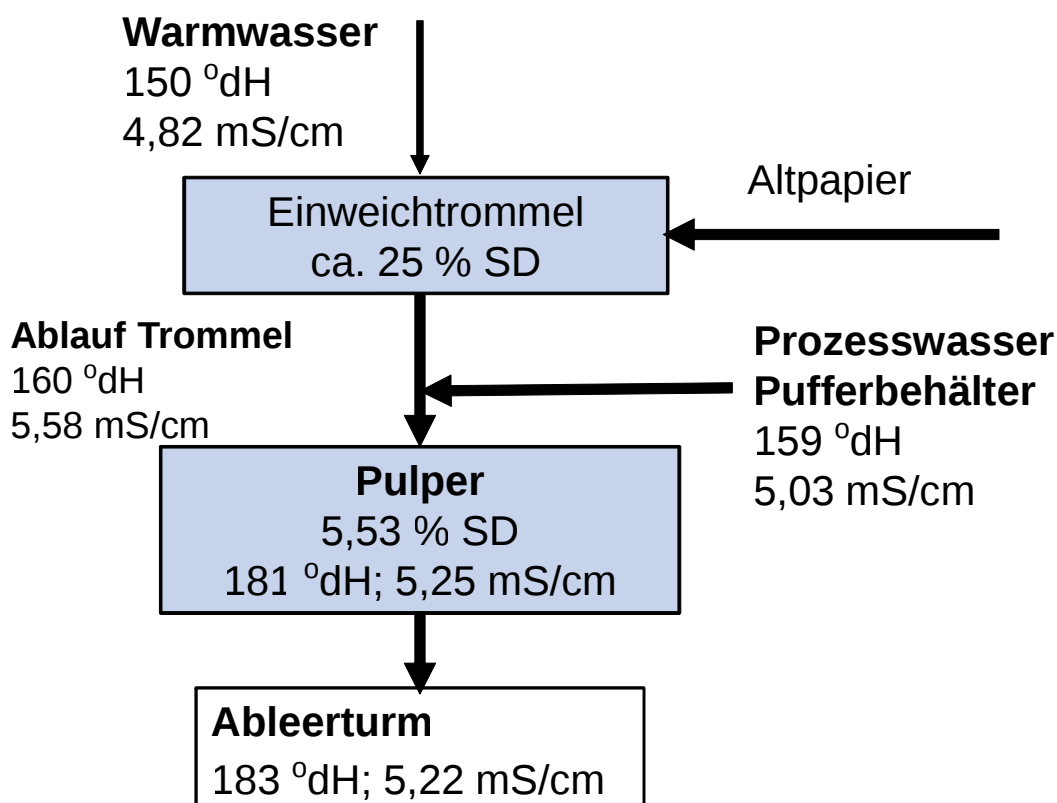
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 3

- Wasserhärte und Leitfähigkeit -



08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Probenahme Werk 3

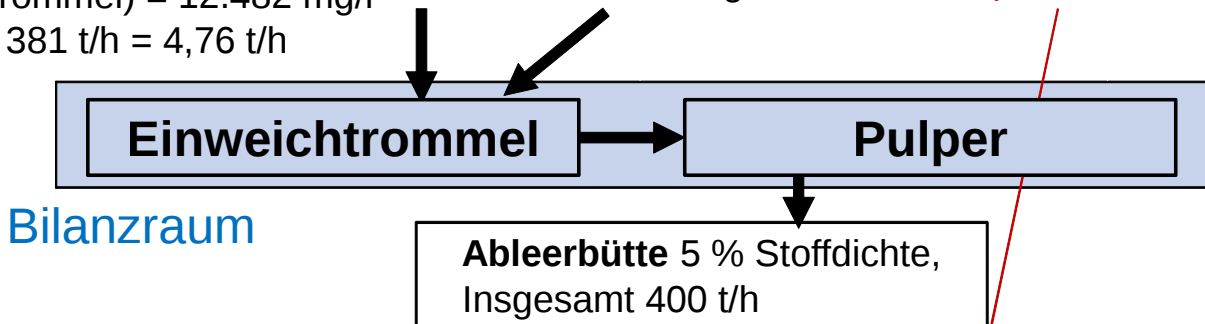
CSB-Bilanzierung Einweichtrommel + Pulper

CSB Eintrag Prozesswasser

(Auflösewasser + Verdünnung nach Trommel) = 12.482 mg/l
x 381 t/h = 4,76 t/h

CSB Eintrag Altpapier, theoretisch

41,2 kg/t x 18,6 t/h = **0,77 t/h**



CSB Austrag Prozesswasser

13.411 mg/l x 400 t/h = 5,36 t/h

CSB ist, herausgelöst =

CSB Prozesswasser Austrag	5,36 t/h
– CSB Prozesswasser Eintrag	- 4,76 t/h
Tatsächlicher CSB-Eintrag aus AP	= 0,61 t/h
	= 32,73 kg CSB/t

Quotient CSB aus AP herausgel./
CSB Eintrag Altpapier = 79,2 %

Zum Vergleich:
CSB–Fracht Zulauf ARA
10.573 mg/l x 2,7 m³/t =
28,45 kg CSB/t

08.08.2019

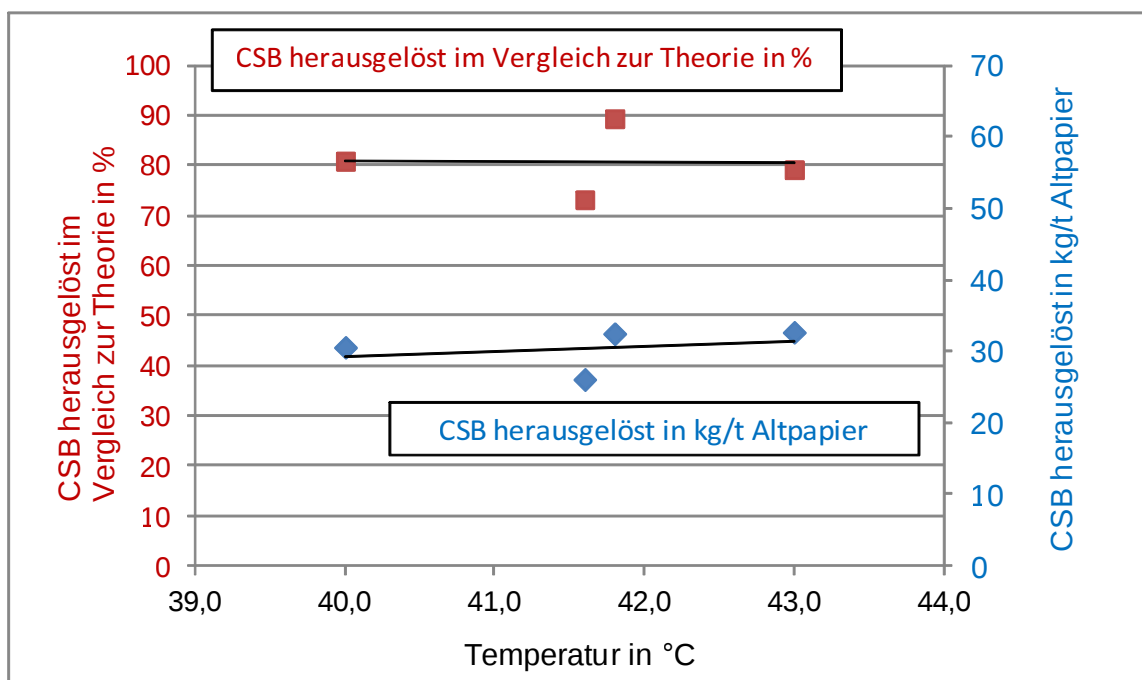
VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Auswertung –

Abhängigkeit des herausgelösten CSB von der Temperatur



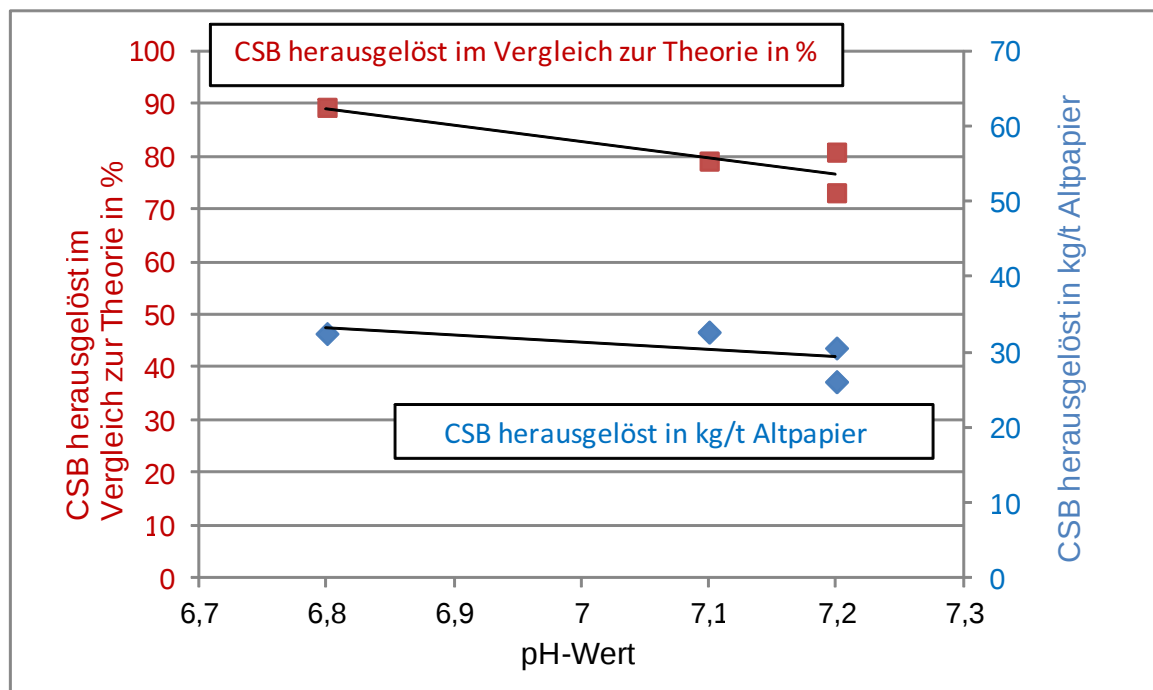
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
– im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. –
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Auswertung – Abhängigkeit des herausgelösten CSB vom pH-Wert



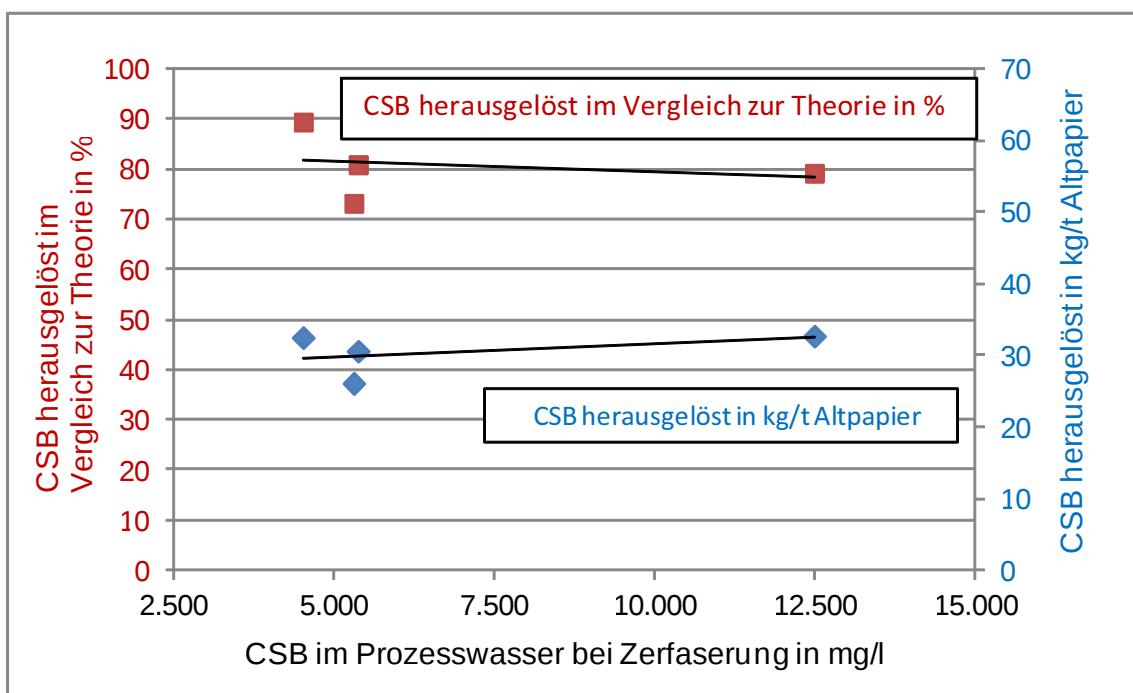
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Auswertung – Abhängigkeit des herausgelösten CSB vom CSB im Auflösewasser



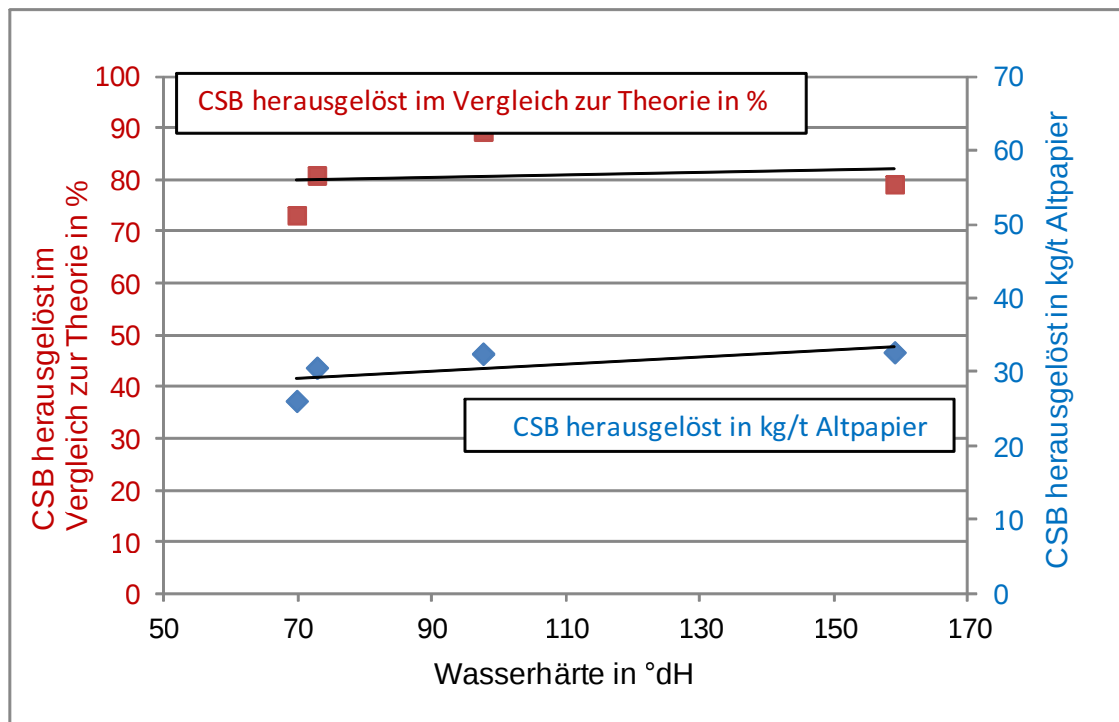
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Auswertung – Abhängigkeit des herausgelösten CSB von der Wasserhärte



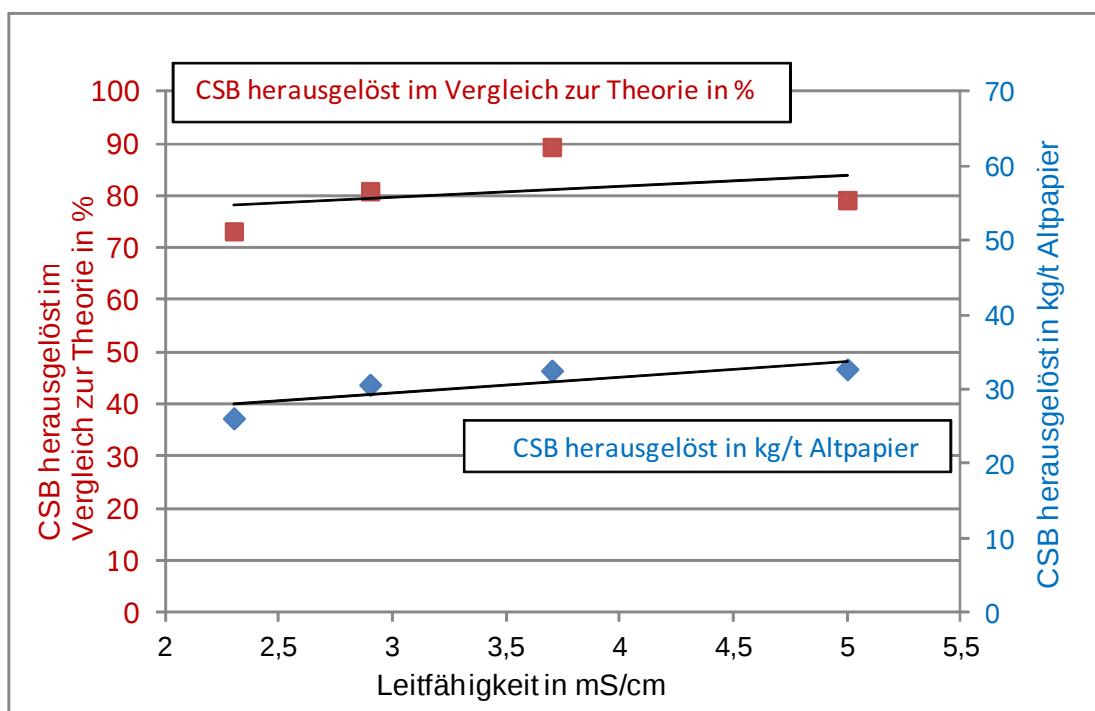
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Auswertung – Abhängigkeit des herausgelösten CSB von der Leitfähigkeit



08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Zusammenfassung

Arbeitspaket 3 „Datenaufnahme in den Werken“

In allen untersuchten Werken konnten CSB-Bilanzen zum Bilanzraum „Zerfaserung“ aufgenommen werden. Dieser Bilanzraum besteht im Werk 1 (zwei separate Probenahmen) aus dem Pulper, im Werk 2 aus der Zerfaserungstrommel (in beiden Fällen mit seinen In- und Outputstoffströmen). Im Werk 3 wurde der Bilanzraum aus der Einweichtrommel und dem Pulper zusammen gebildet.

Für alle Werke wurde die CSB-Fracht im Input (Prozesswasser und Altpapier) mit der CSB-Fracht im Auslauf des Pulpers (Probenahmestelle Ableerbütte bzw. Ableerturm) verglichen. Außerdem wurde die Menge des bei der Zerfaserung aus dem Altpapier herausgelösten CSB der CSB-Fracht des zu behandelnden Abwassers gegenübergestellt.

Die wesentlichen Eigenschaften des Prozesswassers wurden gemessen und der Einfluss dieser Parameter bewertet. Der Fettsäuregehalt und die Alkalität wurden zwar gemessen, aber nicht ausgewertet, da die Ergebnisse der Untersuchungen vor Ort nicht vergleichbar waren.

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Zusammenfassung

Arbeitspaket 3 „Datenaufnahme in den Werken“

Die Variationsmöglichkeiten der einzelnen Parameter in den Werken sind gering, so dass nur eine Bestandsaufnahme, aber keine gezielte Veränderung von Parametern in den einzelnen Werken durchgeführt werden konnte.

Die Werte für die CSB-Herauslösung aus dem Altpapier liegen in den untersuchten Werken zwischen 26,1 und 32,7 t/h und korrelieren gut mit der CSB-Fracht im zu behandelnden Abwasser mit Werten von 26,9 bis 30,1 t/h.

Die CSB-Input-Output-Bilanz in den untersuchten Werken ging mit hoher Genauigkeit auf. Der aus dem AP herausgelöste CSB wurde nahezu komplett im Abwasser ausgetragen bzw. in der integrierten Prozesswasserreinigung eliminiert. Insofern ist insgesamt kein signifikanter Einfluss der Zerfaserungstechnologie auf die CSB-Herauslösung erkennbar.

Gegenüber dem „theoretischen“ CSB-Eintrag, der sich aus der vom Arbeitskreis Wasserkreislauf zugrunde gelegten CSB-Freigabe für die einzelnen AP-Sorten und dem jeweiligen AP-Mix in der Fabrik ergibt, werden zwischen 73 und 89 % tatsächlich als herausgelöste CSB-Fracht nach der Zerfaserung gemessen. Auch hier ist kein signifikanter Unterschied zwischen den Zerfaserungstechnologien feststellbar.

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Zusammenfassung

Arbeitspaket 3 „Datenaufnahme in den Werken“

Der Einfluss der Prozesswasserparameter pH-Wert, Temperatur, CSB im Auflösewasser, Wasserhärte und Leitfähigkeit auf die Herauslösung des CSB aus dem Altpapier ist gering. Die Parameter unterscheiden sich in den Werken auch nur begrenzt und ihr Einfluss wird möglicherweise durch die üblichen Schwankungen der Altpapierzusammensetzung und die Unsicherheiten in den Messgrößen für die Stoffströme und CSB-Konzentrationen überlagert.

Auch das Prozesswasser aus dem Werk 3, das sich in Bezug auf den CSB-Gehalt, die Wasserhärte und die Leitfähigkeit deutlich von den anderen untersuchten Prozesswässern unterscheidet, führt zu vergleichbaren Werten für die CSB-Herauslösung.

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf



Arbeitspaket 4

Zusammenfassung und Bewertung

Bearbeitung: PTS und PMV

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE

- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf



Beschreibung Arbeitspaket 4

Die Ergebnisse werden zusammengeführt und vergleichend interpretiert. In der Praxis beeinflussbare verfahrenstechnische Bedingungen und Varianten der Anlagenkonfiguration werden herausgestellt. Dem CSB-Effekt sollen Nebenwirkungen, Investitionsaufwand und Betriebskosten (auf Basis realer, in Fabriken betriebener Anlagen) gegenübergestellt werden.

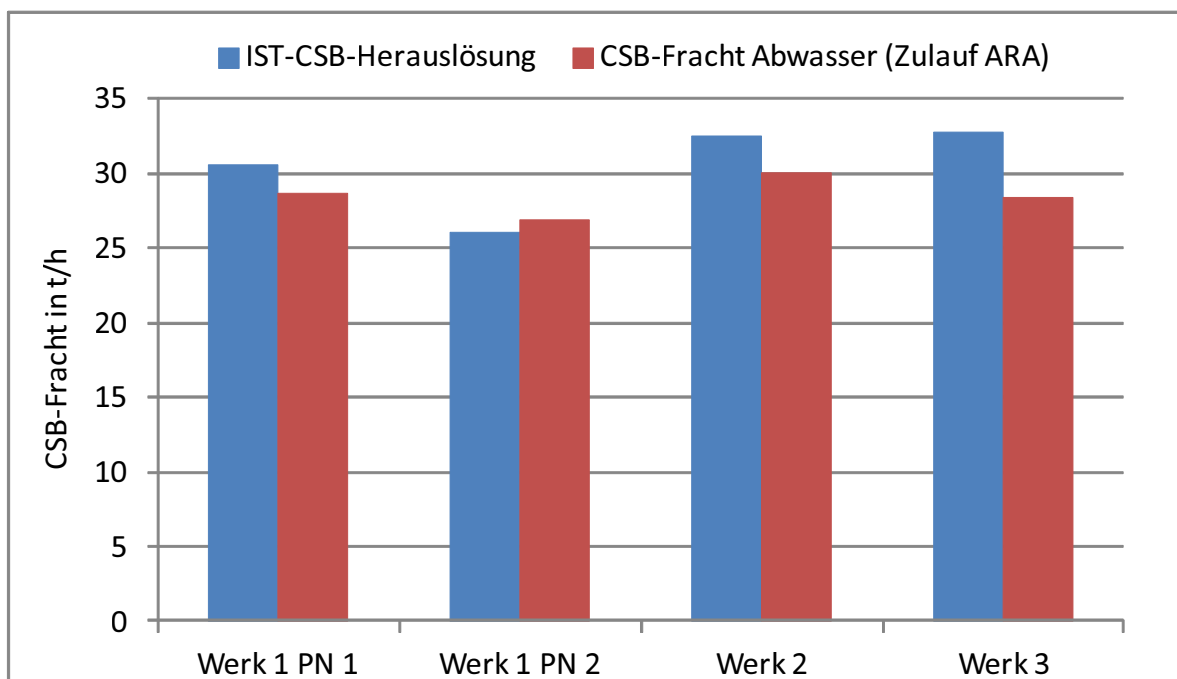
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Vergleich der CSB-Herauslösung aus dem AP mit der CSB-Fracht im Abwasser (Zulauf ARA)



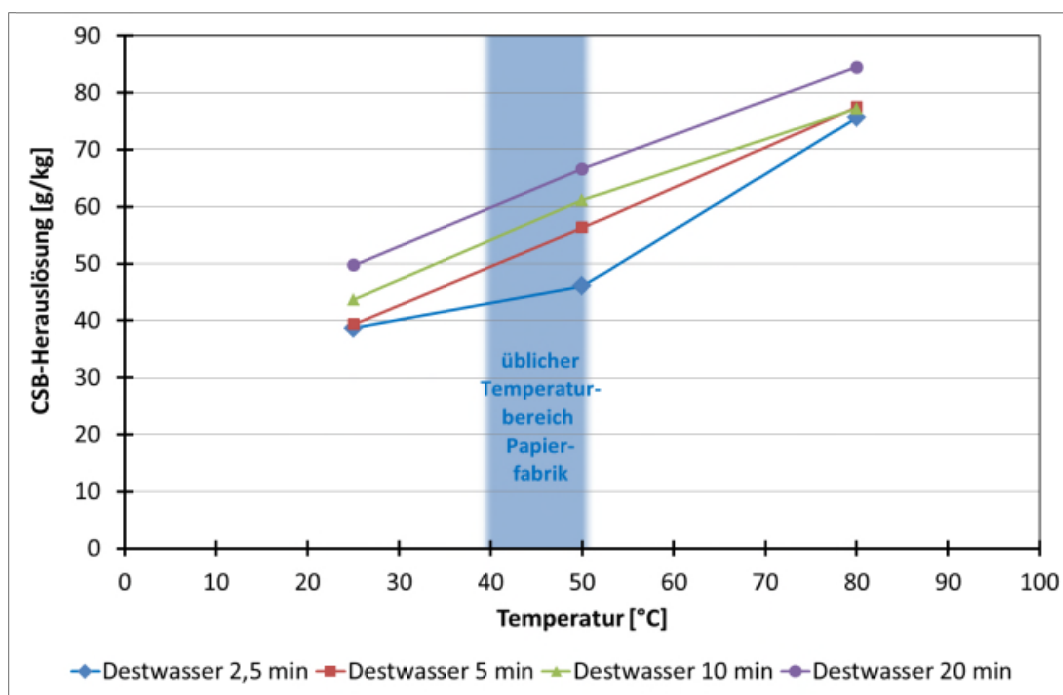
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Steuerbereich Prozesstemperatur vs. CSB-Herauslösung im Labor



- geringes Potenzial zur Steuerung der CSB-Herauslösung über die Prozesstemperatur
- Einfluss der Zerkfaserungsdauer sichtbar, günstiges Verhältnis CSB/Stippen bei 10 min

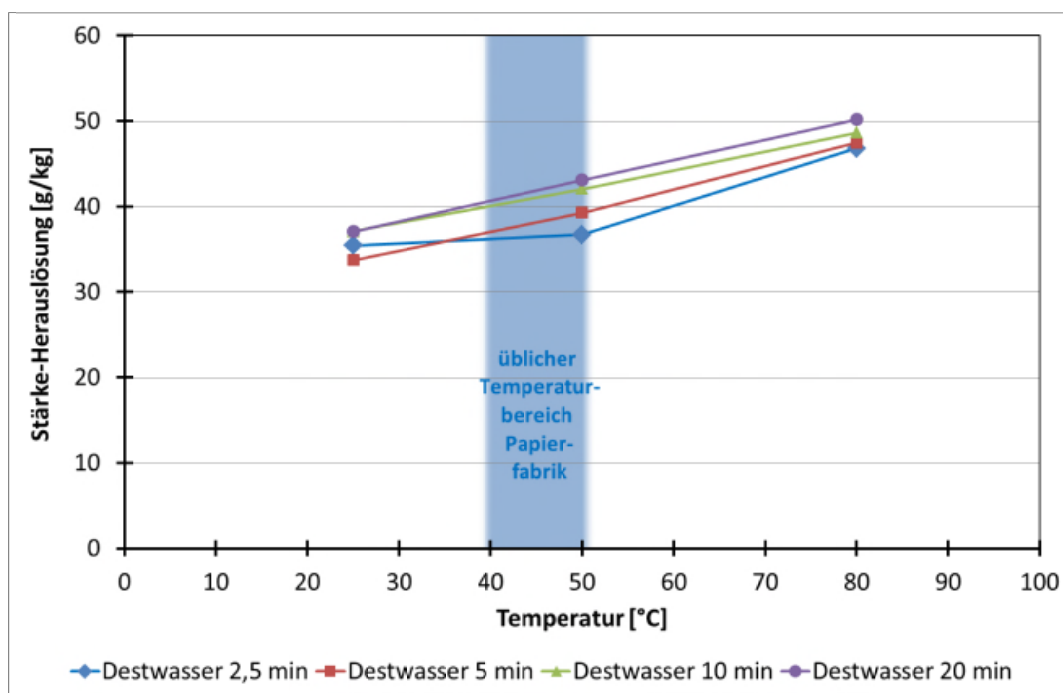
08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 - im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
 Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
 FIBRE based solutions

PMV

Steuerbereich Prozesstemperatur vs. Stärke-Herauslösung im Labor



- geringes Potenzial zur Steuerung der Stärke-Herauslösung über die Prozesstemperatur in der Papierfabrik

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
 - im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
 Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
 FIBRE based solutions

PMV

Zusammenfassung und Bewertung

In AP 1 sind verschiedene Einflussgrößen auf die CSB-Herauslösung aus Altpapier aus bisherigen Forschungsarbeiten und Literaturstudien dokumentiert und bewertet worden. Dazu gehören:

- die Temperatur von 20 bis 70 °C,
- der pH-Wert von 6 bis 9,
- die Zerfaserungsdichte von 2 bis 6 %,
- die Aufschlagdauer zwischen 10 und 50 min und
- die Qualität des Auflösewassers (Leitfähigkeit, Wasserhärte)

Die Voruntersuchungen zu AP 3 haben darüber hinaus ergeben, dass der CSB-Gehalt des Auflösewassers entscheidend zur CSB-Herauslösung aus dem AP beiträgt, da sich zwischen Prozesswasser und Faserstoff ein Adsorptions-/Desorptionsgleichgewicht ausbildet.

In AP 2 wurde anhand der Technikumsversuche gezeigt, dass die Zerfaserung durch den LC-Pulper, die Kombination LC-Pulper und Einweichtrommel und die ausschließliche Behandlung in der Trommel Unterschiede in der CSB-Herauslösung ergeben, die allerdings in den meisten Fällen auch mit unterschiedlichen Stippengehalten im behandelten Faserstoff verbunden sind.

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Zusammenfassung und Bewertung

Die Schwankungsbreiten der o. g. Parameter sind in der Industrie deutlich geringer als die in AP 1 untersuchten Variationsbreiten.

Stoffdichte und Aufschlagdauer sind durch Anlagentechnologie, Maschinenkapazität und Produktionszahlen weitestgehend vorgegeben.

In den in AP 3 untersuchten Werken variiert die Temperatur nur zwischen 40 und 43 °C, die Wasserhärte zwischen 70 und 160 °dH und die Leitfähigkeit zwischen 2,3 und 5,0 mS/cm. Bei all diesen Einstellungen sind keine unterschiedlichen Wirkungen auf die CSB-Herauslösung festzustellen. Selbst der CSB-Gehalt im Auflösewasser, der bei drei Probenahmen zwischen 4.500 und 5.300 mg/l lag und bei einem Werk 12.500 mg/l betrug, führt nicht zu messbaren Änderungen der CSB-Herauslösung.

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Zusammenfassung und Bewertung

Wesentliche Einflussgröße auf die CSB-Herauslösung ist die CSB-Fracht im eingesetzten Altpapier. Diese ist in den Verpackungspapieren und in den für die Herstellung verwendeten Altpapieren in den letzten Jahren deutlich gestiegen (siehe unten stehende Abbildung mit der CSB-Fracht der AP-Sorte 1.04). Zu beachten ist auch die hohe Schwankungsbreite der CSB-Fracht (im Fall von AP 1.04 zwischen 31 und 59 kg/t). Trotz der mehrfachen Beprobung des Prozesswassers einer Fabrik (qualifizierte Stichprobe als Mischprobe von 5 einzelnen Probenahmen) beeinflussen diese Schwankungen die Messergebnisse sehr stark.

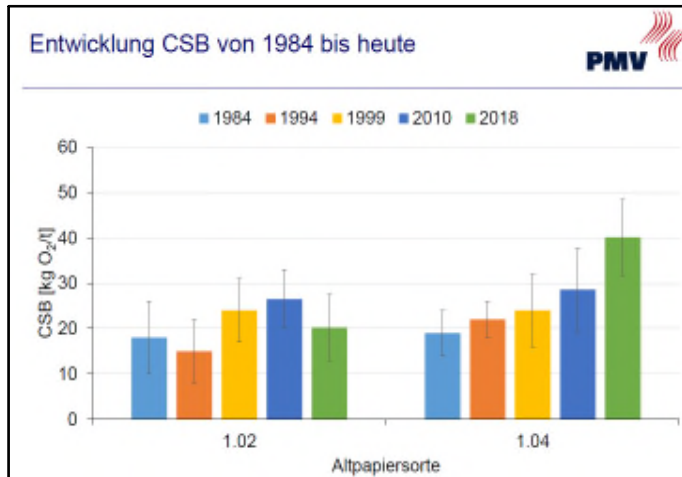


Abb: Entwicklung der CSB-Fracht einzelner AP-Sorten zwischen 1984 und 2018, Quelle: Abschlusspräsentation zu AiF 19118

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV

Kontakt

Lutz Hamann

Papiertechnische Stiftung (PTS)
Pirnaer Str. 37
01809 Heidenau

03529 551657

lutz.hamann@ptspaper.de

www.ptspaper.de

Antje Kersten
Hans-Joachim Putz

Papierfabrikation und Mechanische
Verfahrenstechnik (PMV)
Alexanderstr. 8
64283 Darmstadt

06151 1622637

kersten@papier.tu-darmstadt.de
putz@papier.tu-darmstadt.de

www.pmv.tu-darmstadt.de

08.08.2019

VEREINIGUNG PACK- UND WELLPAPPENPAPIERE
- im Verband Deutscher Papierfabriken e.V. -
Arbeitskreis Wasserkreislauf

PTS
FIBRE based solutions

PMV