
Problemstellung:

Chemische Additive haben einen wesentlichen Einfluss auf die Qualitätseigenschaften von Papier und werden für einen optimalen und wirtschaftlichen Herstellungsprozess benötigt. Obwohl die chemischen Additive einschl. Stärke nur ca. 3 % der bei der Papierherstellung eingesetzten Materialien ausmachen, sind sie aufgrund ihrer vielfältigen Wirkungsweise bei der Papierherstellung nicht wegzudenken. Die optimale Dosierung chemischer Additive ist häufig kompliziert und stark abhängig von den eingesetzten Faser- und Füllstoffen, der herzustellenden Papiersorte, der Anlagentechnik und der Prozessführung. Chemische Additive, sowohl Prozess-Chemikalien als auch funktionelle Chemikalien, sind aufgrund der mit dem Einkauf verbundenen Kosten, aber auch aus Umweltschutzgründen möglichst sparsam einzusetzen. Dabei kommt der Zusammensetzung und Qualität des Prozesswassers als Trägermedium eine besondere Bedeutung zu. Geladene Teilchen, abfiltrierbare, kolloidal und echt gelöste Stoffe im Prozesswasser beeinflussen die Wirkung der chemischen Additive. Durch Wasserkreislaufschließung, verstärkten Altpapier- und Füllstoffeinsatz sowie neue technische Lösungen und Anforderungen bei der Erzeugung der Faserstoffe und der Papiere ändern sich die Rahmenbedingungen für den Einsatz und die Wirkung chemischer Additive ständig.

Forschungsziel:

Am Beispiel unterschiedlicher Retentionsmittel (mengenmäßig bedeutendster Vertreter der Prozess-Chemikalien) und verschiedener Nassfestmittel (Vertreter der funktionellen Chemikalien) soll der Einfluss wichtiger Parameter des Prozesswassers (z. B. CSB, pH, Wasserhärte, abfiltrierbare Stoffe, Leitfähigkeit, kationischer Bedarf, Zeta-Potenzial, Oberflächenspannung) auf die Wirkung der Additive getestet werden. Dazu werden verdünnte Prozesswässer aus der Papierherstellung eingesetzt, denen genau definierte Mengen an Stoffen zugesetzt werden, um die Eigenschaften des realen Prozesswassers zu simulieren. Die Wirkung der Additive wird durch die Bestimmung der jeweiligen Zielparameter nach Laborblattbildung getestet. Ziel der Untersuchungen ist es, die chemischen Wechselwirkungen zwischen den Parametern des Prozesswassers und der Wirkung der Additive besser zu verstehen, Korrelationen zu finden und den Einsatz der entsprechenden Additive zu optimieren. Außerdem sollen weiterführende Erkenntnisse zur erforderlichen Siebwas-serreinigung gewonnen werden.

Lösungsweg:

Prozesswässer in der Papierherstellung sind sehr komplex zusammengesetzt und aufgrund von Änderungen der Rohstoffzusammensetzung und Prozessführung nicht immer konstant in ihren Eigenschaften. Unterschiede in den chemisch-physikalischen Eigenschaften des Prozesswassers gibt es sowohl in altpapierverarbeitenden Papierfabriken im Vergleich zu primärfaserverarbeitenden Werken, als auch zwischen den unterschiedlichen produzierten Papiersorten. Auch die von Werk zu Werk unterschiedliche Stoff- und Wasserkreislaufführung hat erheblichen Einfluss auf die Prozesswasserqualität. Aktuelle Arbeiten zu diesem Thema am PMV hatten insbesondere den Einfluss der Prozesswasserqualität auf das Deinkingpotential von graphischen AP-Sorten zum Inhalt. Schwerpunkt war hier die Bewertung der optischen Eigenschaften, die nach dem Standard-Deinking-Verfahren nach INGEDE-Methode 11 mit unterschiedlichen Prozesswässern erreichbar sind ^[1, 2].

Die Wirksamkeit einzelner chemischer Additive und damit die erforderliche optimale Dosierung werden nicht allgemeingültig für alle Papierfabriken abzuleiten sein. Dennoch gibt es chemisch-physikalische Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Parametern des Prozesswassers und der Wirkung eines chemischen Additivs. Um diese Gesetzmäßigkeiten aufzudecken, ist zunächst eine Konzentration der Arbeiten auf jeweils eine Papiersorte geplant. So sollen die Retentionsmittel zunächst ausschließlich bei der Herstellung von Verpackungspapieren aus 100 % Altpapier betrachtet werden, die Nassfestmittel bei der Produktion von Tissue-Papieren auf Frischfaser-

basis. Um statistisch abgesicherte Erkenntnisse zu erlangen und gleichzeitig die Zahl an notwendigen Versuchen zu begrenzen, soll die statistische Versuchsplanung (Design of Experiments) zum Einsatz kommen. Dafür steht am PMV die Software JMP zur Verfügung. Mit deren Hilfe ist es möglich, durch Teilfaktorpläne in Screening-Untersuchungen Einflussfaktoren auf die zu messenden Zielgrößen (hier: Retention und Nassfestigkeit) zu quantifizieren. Die Ergebnisse sind umso genauer, je mehr stetige Faktoren (also frei wählbare Einflussgrößen, wie pH-Wert, Leitfähigkeit, Wasserhärte etc.) vorliegen. Kategorielle Faktoren, die man nur auf bestimmten Positionen oder Ja/Nein einstellen kann, führen dagegen oft zu komplizierteren Auswertungen, da sie Korrelationen überdecken können. Auch kann mit Hilfe der statistischen Versuchsplanung ein Modell (linear oder nicht linear) entwickelt werden, das den Einfluss einzelner Faktoren auf die jeweilige Messgröße widerspiegelt. Dadurch ist auch die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Papierfabriken und/oder andere Papiersorten gewährleistet.

Arbeitspaket 1 – Literaturrecherche; Kick off-Meeting des projektbegleitenden Ausschusses; Festlegung der zu untersuchenden Papierfabriken

Arbeitspaket 2 – Untersuchungen zum Einfluss der Prozesswasserqualität auf die Wirksamkeit von Retentionsmitteln

Zunächst soll für zwei Werke, die aus 100 % Altpapier Wellpappenrohpapiere herstellen, der Einsatz der Retentionsmittel untersucht werden. In einem dieser Werke sollte ein Retentionsmittelsystem eingesetzt werden, das auf der Basis von synthetischen Polymeren (hier: Polyacrylamiden) arbeitet, in dem zweiten Werk ein Retentionsmittelsystem auf der Grundlage von kationisch modifizierter Stärke.

In beiden Papierfabriken sollen sowohl Altpapierstoff als auch Kreislaufwasser (Siebwasser 2) für die weiteren Experimente entnommen werden.

Im Siebwasser werden unter anderem folgende Parameter bestimmt:

- CSB,
- pH,
- Wasserhärte,
- abfiltrierbare Stoffe,
- Leitfähigkeit,
- kationischer Bedarf,
- Zeta-Potenzial,
- Oberflächenspannung,
- ...

Zusätzlich werden die Stoffdichte und der Aschegehalt des Altpapierstoffes untersucht.

Mit Hilfe des Britt-Jar-Testers (Dynamic Drainage Jar) wird die Gesamtretention unter standardisierten Bedingungen zunächst mit unverdünntem Siebwasser gemessen (siehe **Abb. 1**). Die Gesamtretention ist die Zielgröße für alle weiteren Untersuchungen in diesem Arbeitspaket. Anschließend wird das Siebwasser im Verhältnis 1:0,5; 1:1; 1:1,5; 1:2; 1:5 und 1:10 verdünnt. Mit dem gleichen Altpapierstoff wie zuvor werden die Retentionsmessungen mit dem Britt-Jar-Tester durchgeführt und Änderungen des Retentions-/Entwässerungsverhaltens dokumentiert. Inwieweit mechanische Festigkeitswerte für die Auswertung zusätzlich von Interesse sind, sollte während des Kick off-Meetings besprochen werden.

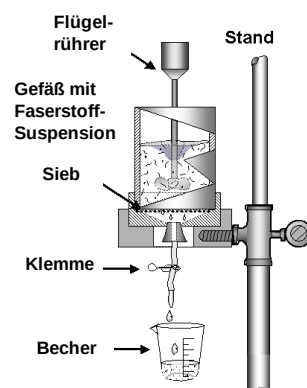


Abb. 1: Aufbau des Britt-Jar-Testers zur Bestimmung der Gesamtretention ^[3]

Mit dem Siebwasser, das aufgrund der Ergebnisse der ersten Versuchsreihen für den Additiveinsatz am besten angepasst ist, werden jetzt weitere Untersuchungen durchgeführt, in dem man die o. g. Einflussfaktoren wie CSB, pH, Wasserhärte, Leitfähigkeit etc. systematisch ändert und die Auswirkungen auf die Retention beurteilt. Diese Untersuchungen werden mit Hilfe eines statistischen Versuchsplanes durchgeführt, wie oben beschrieben. Mit Hilfe der Untersuchungsergebnisse wird dann ein Modell erstellt, das die Einflussfaktoren auf die Retention quantitativ beschreibt. Auf dieser Grundlage werden dann diejenigen Einstellungen der Einflussfaktoren berechnet, die zu einer größtmöglichen Retention führen sollten. Zur Validierung des Modells werden diese Einstellungen, also diese Zusammensetzung des Prozesswassers, dann auch eingestellt und die Retention unter diesen praktischen Bedingungen untersucht.

Diese Verfahrensweise wird zunächst mit dem Siebwasser und dem Altpapierstoff in Papierfabrik 1 (Papiersorte Wellpappenrohapiere) mit einem Retentionsmittelsystem auf der Basis von Polyacrylamiden durchgeführt. In einer zweiten Untersuchungsserie werden die Experimente wie oben beschrieben wiederholt, allerdings mit Stoff und Kreislaufwasser aus Papierfabrik 2 (Papiersorte ebenfalls Wellpappenrohapiere). In diesem Werk sollte kationisch modifizierte Stärke als Retentionsmittel zur Anwendung kommen. Auch mit diesem Prozesswasser werden verschiedenen Verdünnungen hergestellt, die Wasserqualität anhand der signifikanten Einflussfaktoren und der statistischen Versuchsplanung modifiziert und die Retention gemessen.

Am Schluss dieses Arbeitspakets wird ein Vergleich der erhaltenen Daten und Ergebnisse beider Versuchsserien durchgeführt, um mögliche Übereinstimmungen und Differenzen identifizieren und bewerten zu können.

Arbeitspaket 3 – Untersuchungen zum Einfluss der Prozesswasserqualität auf die Wirksamkeit von Nassfestmitteln

Die Durchführung der Untersuchungen erfolgt analog zu den im Arbeitspaket 2 beschriebenen Schritten. Zunächst werden zwei unterschiedliche Papierfabriken aus dem Bereich der Tissue-Papier-Produzenten (Frischfasereinsatz) ausgewählt.

Es soll ein Werk untersucht werden, in dem herkömmliche Epichlorhydrin-Harze mit niedrigem Gehalt an chlororganischen Verbindungen enthalten sind und ein Werk, in dem die Epichlorhydrinharze der 3. Generation mit extrem niedrigem Gehalt an chlororganischen Verbindungen sowie den Epichlorhydrin-Hydrolyseprodukten DCP und MCPD verarbeitet werden.

Aus den beiden ausgewählten Tissue-Fabriken werden wiederum Stoff und Prozesswasser für die weiteren Untersuchungen entnommen und auf die o. g. chemischen und physikalischen Kennwerte analysiert. Zunächst wird mit diesen beiden Originalstoffen (Stoff + dazugehöriges Siebwasser) ein Laborblatt (Rapid-Köthen) gebildet und die Zielgrößen Nassfestigkeit (Nassreißlänge) bzw. Nassbruchkraft ermittelt.

Danach erfolgt wiederum die Verdünnung des Prozesswassers in den o. g. Schritten und eine gezielte Veränderung der Prozesswasserqualität durch Zugabe von Stoffen zu der verdünnten Prozesswasserprobe. Auch in diesem Fall werden mit der statistischen Versuchsplanung Screening-Arbeitspläne erstellt, mit deren Hilfe signifikante Einflussfaktoren auf die Nassfestigkeit ermittelt werden sollen. Nach der Modellrechnung werden die für eine möglichst hohe Nassfestigkeit bei geringem Additiveinsatz erforderlichen Einstellungen im Prozesswasser nachgestellt und die Wirkung beurteilt.

Auch in diesem Arbeitspaket soll es zum Schluss eine vergleichende Betrachtung geben, um mögliche gemeinsame Einflussfaktoren zu definieren.

Arbeitspaket 4 – Auswertung aller Messwerte, Schlussfolgerungen und Betrachtungen zur Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Rohstoffe, Papiersorten und Additive; Vorschläge zur weitergehenden Prozesswasserreinigung für einen optimalen Einsatz der chemischen Additiven auf der Grundlage der Literaturrecherche und der Untersuchungsergebnisse aus AP 2 und AP 3

Hinweis: Mit diesem Forschungsvorhaben wird es aus Kosten- und Kapazitätsgründen nicht möglich sein, das komplexe Thema der Wechselwirkungen von Inhaltsstoffen aus Prozesswässern und den verschiedenen chemischen Additiven abschließend und in all seinen Facetten zu bearbeiten. Insofern ist das vorliegende Projekt als Grundlage für weitere umfassende Forschungsaktivitäten auf diesem Gebiet am PMV zu verstehen.

Anwendung und wirtschaftliche Bedeutung für die Papierindustrie:

Chemische Additive werden in allen Papier- und Kartonfabriken eingesetzt. Ein sparsamer Einsatz der Additive bei optimaler Wirkungsweise ist aus ökonomischen und ökologischen Gründen von enormer Bedeutung. Dies gelingt nur, wenn der Einfluss der Prozesswasserqualität bekannt ist und die Dosierung der Additive an die jeweilige Prozesswasserqualität angepasst werden kann. In letzter Zeit werden zunehmend auch Ablagerungen und unregelmäßig auftretende Abrisse an der Papiermaschine auf unkontrollierte Wechselwirkungen zwischen den Additiven und den Inhaltsstoffen des Prozesswassers, aber auch auf Reaktionen der Additive untereinander zurückgeführt. Diese Probleme im Produktionsprozess sind mit erheblichen wirtschaftlichen Schäden für die jeweilige Papierfabrik verbunden. Deshalb muss es gelingen, diese Prozesse besser zu verstehen und die Störungen in der Produktion auf ein Minimum zu reduzieren bzw. ganz zu vermeiden.

Zielgruppe(n) der Projektergebnisse und Grad der Nutzbarkeit:

Grad der Nutzbarkeit in verschiedenen Branchenbereichen	1	2	3	4	5 (stärkste Nutzbarkeit)
Graphische Papiere					
Verpackungspapiere					
Hygienepapiere					
Spezialpapiere					

Vorgesehene Laufzeit:

01.10.2013 – 30.09.2014 (12 Monate)

Literatur

- ¹ Voß, D., Putz, H.-J., Hanecker, E. and Virdhe, A.: Deinking Potential of Recovered Paper depending of Water Circuit Quality. Final Report on INGEDE Project 132 10 (PTS & PMV Part). München & Darmstadt, Germany, 2012
- ² Voß, D., Putz, H.-J., Hanecker, E. and Virdhe, A.: Deinking Potential of Recovered Paper depending of Water Circuit Quality, PTS-CTP Deinking Symposium, 24-26th April 2012, München, Germany.
- ³ Martin A. Hubbe: Dept. Wood & Paper Sci., N. C. State Univ., Box 8005, Raleigh, NC 27695-8005. In "R & D Chemicals: How they Impact Papermaking"