



IGF-Forschungsvorhaben Nr. 14650 BR

Laufzeit: 01.04.2006 - 31.03.2009

gefördert aus Haushaltsmitteln des BMWi über die



Trennung von organischen und anorganischen Feinstoffen aus Altpapiersuspensionen

Juni 2009

Technische Universität Darmstadt
Fachgebiet Papierfabrikation und
Mechanische Verfahrenstechnik
(PMV)

Prof. Dr.-Ing. Samuel Schabel

Dipl.-Ing. Georg Hirsch

Universität Karlsruhe (TH)
Institut für Mechanische Verfahrens-
technik und Mechanik (MVM)

Prof. Dr.-Ing. Hermann Nirschl

Dipl.-Math. techn. Markus Feist

Zusammenfassung

Ziel des Recycling-Prozesses von Altpapier ist, unerwünschte Stoffe aus den Altpapiersuspensionen zu entfernen. Der steigende Anteil an Mineralien (Füllstoffe und Pigmente) im Altpapier bereitet den Herstellern neuer Papiere aus Altpapier Probleme bei der Erreichung von Festigkeitseigenschaften und bei der Einstellung konstanter Prozessbedingungen. Deshalb gibt es Bestrebungen von Seiten der Papierindustrie, die mineralischen Partikel aus dem Prozess gezielt auszuschleusen. Zurzeit geschieht dies mittels Flotation oder Wäsche. Beide Verfahren besitzen aber keine gute Trennschärfe und entfernen mit den Füllstoffen und Pigmenten viele Faserfeinstoffe. Aus diesem Grund wurde ein neues Verfahren auf Basis der Sedimentation gesucht, welches eine höhere Trennschärfe und eine bessere Ausbeute als die Flotation erzielt.

In diesem Bericht wird ein neues Verfahren, die Aufstromklassierung, vorgestellt, um die Aufgabe einer solchen Trennung zu lösen. Trennversuche mit Mischungen der reinen Komponenten zeigten, dass die Separierung mit Hilfe der Aufstromklassierung vielversprechend ist. Um die Realität möglichst gut abbilden zu können, wurden zwei spezielle Papiere, ein gestrichenes und ein ungestrichenes Papier, produziert, damit die nativen Komponenten den Produktionsprozess durchlaufen haben. Diese Papiere enthielten nur wenige Komponenten, deren Eigenschaften alle bekannt waren und die separat untersucht wurden. Nach Wiederauflösung der jeweiligen Papiersorte wurde die Suspension mit einem 150 µm Lochsiebkorb fraktioniert, um die langen Fasern abzutrennen. Die den Siebkorb passierenden Feinstoffe und Mineralien stellten die Modellsuspensionen dar. Die Charakterisierung der Inhaltsstoffe der Suspensionen aus den beiden Papieren zeigte, dass die Modellsuspensionen des ungestrichenen Papiers einen Faserfeinstoffanteil von 45 % und die des gestrichenen Papiers einen Faserfeinstoffanteil von 25 % aufwiesen. Durch die Automatisierung des Fraktionierprozesses konnten in der Zusammensetzung reproduzierbare Modellsuspensionen hergestellt werden.

An beiden Modellsuspensionen wurden grundlegende Sedimentationsuntersuchungen mit einer Sedimentationswaage und einer Manometerzentrifuge durchgeführt. Versuche mit der Sedimentationswaage zeigten, dass die Sedimentationsgeschwindigkeitsverteilung des ungestrichenen Papiers unabhängig von der Feststoffkonzentration monomodal ist, da auf Grund des hohen Faserfeinstoffanteils von 45 % die gegenseitige Behinderung durch die langen aber dünnen Faserstücke so groß ist, dass die langsamen Teilchen die schnelleren ausbremsen bzw. die schnellen Teilchen die langsamen mitreißen. Die Sedimentationsgeschwindigkeitsverteilung des gestrichenen Papiers zeigt ein anderes Verhalten. Die Verteilung ist bei Massenkonzentrationen zwischen 0,5 und 2 Massenkonzentration (Ma%) bimodal, denn die wenigen Agglomerate aus Faserfeinstoffen und größeren Partikeln sedimentieren zuerst, die restlichen Feinstoffe später. Die Bimodalität wird also, zum einen durch den höheren Feinstoffanteil, der hauptsächlich aus anorganischen Partikeln besteht, bedingt. Zum anderen sind durch den geringeren Faserfein-

stoffanteil die gegenseitige Behinderung und das Abbremsen während der Sedimentation nicht so groß wie beim ungestrichenen Papier. Ab 3 % Ma% ist dagegen die Verteilung monomodal, da es durch den hohen Feststoffgehalt zur gegenseitigen Behinderung kommt.

Durch Variation des pH-Werts erkennt man, dass die mittlere Sedimentationsgeschwindigkeit sinkt, je höher der pH-Wert gewählt wird. Dies lässt auf eine Stabilisierung der Suspension schließen, so dass die Agglomeration der Faserfeinstoffe während der Sedimentation behindert wird. Ein weiteres grundlegendes Ergebnis ist, dass je nach Faserfeinstoffgehalt die Sedimentation faser- oder partikeldominiert abläuft. Faserfeinstoffe richten sich während der Sedimentation aus und bilden Agglomerate. Wenn sich weniger Fasern in der Suspension befinden, können diese nicht agglomerieren und sedimentieren einzeln.

Die Aufstromklassierung hat die Phänomene aus den Grundlagenuntersuchungen voll bestätigt. Bei Variation des pH-Werts wird die Klassierleistung im Vergleich zu dem Original-pH-Wert schlechter. Durch die zunehmende Stabilisierung können die Faserfeinstoffe keine Agglomerate mehr bilden und werden einzelnen ausgetragen. Dies wird zusätzlich durch eine Variation der Massenkonzentration bestätigt, da bei einer geringen Massenkonzentration der Klassiereffekt ebenfalls schlechter ist.

Das Hauptergebnis ist allerdings, dass die Trennung mittels Aufstromklassierung möglich ist. Sie ist aber nur so gut wie man in der Lage ist, die festen Bindungen, die während der Papierproduktion zwischen Füllstoffpartikeln und Fasern bzw. Faserfeinstoffen entstehen, aufzubrechen. Dies zeigt die deutliche Verbesserung in der Trennung von Faserfeinstoff und Partikel, falls eine Vorbehandlung der Proben durch mechanische Energie gewährleistet ist. Der Trennerfolg der Faserfeinstoffe von den anorganischen Feinstoffen hängt neben der mechanischen Vorbehandlung von Faserfeinstoffgehalt und den Strömungsverhältnissen in der Aufstromklassierung ab.

Die in diesem Projekt entwickelte Trennapparatur besteht aus einer konischen Sedimentationszelle, die kontinuierlich betrieben werden kann. Mit dieser Sedimentationszelle können Feinstoffsuspensionen in erheblich reinere organische und anorganische Fraktionen aufgetrennt werden als mit der Flotation. Ein wirtschaftlicher Betrieb der Sedimentationszelle ist aufgrund des geringen Durchsatzes in der Industrie selbst für Teilstrombehandlungen nicht möglich. Eine Übertragung der Trennung in das Zentrifugalfeld würde die Trennung wirtschaftlicher machen.

Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.