

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



AiF-Forschungsvorhaben Nr. 14168 N

Laufzeit: 01.07.2004 bis 31.12.2006

gefördert aus Haushaltsmitteln des BMWi über die



Zeitnahe Erfassung klebender Verunreinigung in Faserstoffsuspensionen

Kurzfassung

Mai 2007

Technische Universität Darmstadt
Fachgebiet für Papierfabrikation
und Mechanische Verfahrenstechnik

Leiter der Forschungsstelle:
Prof. Dr.-Ing. Samuel Schabel

Projektleiter:
Dipl.-Ing. Klaus Villforth

AiF-Nr. 14168 N

Zeitnahe Erfassung klebender Verunreinigungen in Faserstoffsuspensionen

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung eines Sensors zur zeitnahen Erfassung klebender Verunreinigungen in Faserstoffsuspensionen. Der Sensor zielt auf jene klebenden organischen Substanzen, die mit dem Altpapier eingetragen werden und sich bevorzugt in der Papiermaschine ablagern und dort Störungen verursachen. Diese klebenden Verunreinigungen, die als Sticky's bezeichnet werden, beeinträchtigen auch das produzierte Papier und machen sich bei der Weiterverarbeitung störend bemerkbar.

Die bestehenden Sticky-Bestimmungsmethoden sind durchweg zeitaufwändige Offline-Methoden und eignen sich daher nicht zur laufenden Prozessüberwachung. Unterschiede in der Sticky-Beladung im Altpapiereintrag oder Veränderungen in der Sticky-Abtrennung bei der Altpapieraufbereitung bleiben in der Praxis meist unerkannt. Eine laborgestützte Prozessüberwachung rechnet sich bestenfalls, wenn es zu wiederholten massiven Produktionsstörungen oder Reklamationen kommt. Kleinere und mittlere Unternehmen haben weder die labortechnische Ausrüstung noch das Personal, um selbst Sticky-Analytik zu betreiben.

Die entwickelten Messmethoden basieren auf dem optischen Effekt potentiell klebender Partikel in Faserstoffsuspensionen an der Phasengrenze eines lichtleitenden Mediums. Der Effekt tritt bei der Annäherung und der Anlagerung von Partikeln mit vergleichbarer oder höherer Brechzahl wie das optische Medium auf. Mit faseroptischen Lichtwellenleitern lassen sich klebende Verunreinigungen eindeutig detektieren, die sich auf der Oberfläche anlagern. Faserstoffkomponenten und Sticky's, die den Lichtwellenleiter nur streifen, erzeugen ähnliche Signale, die sich mit den untersuchten Methoden nicht in ausreichender Schärfe trennen lassen.

Der entwickelte Impaktor liefert Information zur Art und Größenverteilung der Partikel, die von der Strömung an das Messfenster getragen werden. Eine Kamera beobachtet den Weg der Objekte, die sich dem lichtdurchfluteten Messfenster nähern und durch ihre Brechzahl in Erscheinung treten. Adhäsionskräfte bremsen Sticky's mehr oder weniger stark ab. Es lassen sich Partikel beobachten, die bis zum Stillstand abgebremst werden und kurzzeitig am Messfenster kleben, ganz im Gegensatz zu anderen Bestandteilen der Faserstoffsuspension. Dadurch wird eine Differenzierung zwischen Sticky's und nicht klebrigen Partikeln möglich. Partikelgröße und deren Geschwindigkeit werden aus den Messdaten bildanalytisch ausgewertet und eine Sticky-Beladung berechnet.

Die Messergebnisse der Impaktormethode von Faserstoffen aus der Praxis korrelieren mit offline im Labor ermittelten Sticky-Konzentrationen. Der im Rahmen dieses Projektes als Demonstrator entwickelte online Sticky-Sensor kann nun zur Marktreife gebracht werden.

Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Stand des Wissens	7
2.1	Klassifikation klebender Verunreinigungen.....	7
2.2	Methoden zur Bestimmung klebender Verunreinigungen	8
2.3	Potentiell klebende Verunreinigungen und ihre Ablagerungsneigung	9
2.3.1	Stickys aus Heißklebern (Hotmelts).....	10
2.3.2	Stickys aus Dispersionsklebstoffen	10
2.3.3	Stickys aus Haftklebern (PSA).....	10
2.3.4	Fällung kolloidal gelöster Substanzen.....	11
2.4	Grundlagen zum optischen Messprinzip	14
2.4.1	Lichttransport	15
2.5	Grundlagen zur Abscheidung von Partikeln im Impaktor	26
2.5.1	Wirksamkeit des Impaktors.....	27
2.5.2	Abscheidungsgrad in Abhängigkeit der Partikelgröße.....	30
2.5.3	Restimpuls bei Annäherung an das Messfenster	30
2.6	Zusammenfassender Stand des Wissens	30
3	Entwicklung der Sticky-Bestimmungsmethode	32
3.1	Konzeption des Versuchsaufbaus mit Lichtwellenleiter	32
3.2	Realisierung des Versuchsaufbaus mit Lichtwellenleiter	33
3.2.1	Aufbau der Messtechnik.....	33
3.2.2	Bedienungssoftware	34
3.2.3	Aufbau des Versuchsstands.....	36
3.3	Versuchsaufbau mit Impaktor	38
3.3.1	Impaktor Version I	38
3.3.2	Impaktor Version II.....	40
3.3.3	Bildanalytischer Teil	41
4	Ergebnisse	47
4.1	Versuche mit Lichtwellenleiter	47
4.1.1	Grundlegende Beobachtungen und Erfahrungen	47
4.1.2	Erkennung von Substanzen unterschiedlicher Brechzahl	48
4.1.3	Sensibilität gegenüber Zellstoff- und Holzstofffasern	49
4.1.4	Erkennung von Stickys im Altpapierstoff.....	49
4.1.5	Erfassung von Makrostickys in Modellsuspensionen	50
4.2	Versuche mit Impaktor.....	52
4.2.1	Versuche unterschiedlicher Beleuchtung.....	53
4.2.2	Versuche mit unterschiedlichen Substraten	53
4.2.3	Auswahl des Detektors.....	54
4.2.4	Versuche zur Düsengeometrie und Düseneinstellung.....	54
4.2.5	Modellsuspension.....	54
4.2.6	Messungen an Faserstoffen einer Altpapieraufbereitungsanlage.....	58
5	Interpretation	60

5.1	Analyse der Ergebnisse mit Lichtwellenleiter	60
5.2	Analyse der Ergebnisse mit Impaktor	60
6	Anwendung und Ausblick	62
7	Literaturverzeichnis	63
8	Danksagung	65