

1. Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung

Aus Qualitäts- und Kostengründen versuchen die Hersteller von grafischen Papieren verstärkt, ihren jeweiligen Faserstoffen einen möglichst hohen Anteil an Füllstoffen zuzusetzen. In den Papieren verbessern Füllstoffe die optischen Eigenschaften und die Bedruckbarkeit für einen im Vergleich zu Faserstoffen deutlich niedrigeren Preis. Außerdem strebt man aus Gründen der Rohstoffökonomie an, das Flächengewicht der Papiere zu reduzieren. Dabei nehmen aber gleichzeitig die Anforderungen an die Produktions-sicherheit und Verarbeitbarkeit der erzeugten Papiere weiter zu. Dadurch gewinnt sowohl die Papierfestigkeit als auch der erreichbare Füllstoffgehalt einen immer größeren Stellenwert. Ein hoher Gehalt an Füllstoffen ist gerade in dünnen Papieren Voraussetzung dafür, dass eine genügend hohe Opazität erreicht werden kann. Ein kritischer Faktor ist dabei deren Retenierbarkeit, weil dünnere Faservliese eine geringere Filtrationskapazität haben, wodurch die Füllstoffretention erschwert wird.

Hinlänglich bekannt und weit verbreitet ist die Verwendung kationischer Polymere als Retentionshilfsmittel. Allerdings hat normalerweise eine Erhöhung des Füllstoffgehalts einen negativen Effekt auf die mechanischen Festigkeitswerte des Papiers. Die Kompensation der hervorgerufenen Festigkeitsverluste durch den Einsatz von Stärke oder anderen Hydrokolloiden als Trockenfestigkeitsmittel entweder in der Masse und/oder in der Oberfläche (Leimpresse bzw. Filmpresse) ist Stand der Technik.

Beim Einsatz chemischer Retentionsmittel sollte das primäre Ziel sein, möglichst effektiv große Mengen an Füllstoff fest im Papierblatt zu verankern und damit gleichzeitig auch die Opazität zu steigern, ohne dadurch die Festigkeit stark zu beeinträchtigen. Entscheidend für diese Wirkungen ist die Art, wie die Füllstoffpartikel im Blatt verteilt sind. Sind die Füllstoffteilchen gleichmäßig verteilt an die Faseroberfläche gebunden, erzielt man eine hohe spezifische Streuwirkung und damit Opazität. Die Füllstoffteilchen stören aber sehr stark die Faser-Faser-Bindungen, wodurch sich die Festigkeit verringert. Es wurde gezeigt, dass diese störende Wirkung umso stärker ist, je feiner die Füllstoffteilchen sind.

Ein möglicher Weg zur Verbesserung ist die Bildung von „Füllstoffteilchenaggregaten“ z.B. durch Vorflockung. Gemeint ist in dieser Arbeit keine einfache Zusammenlagerung von Füllstoffteilchen, die üblicherweise als „Aggregate“ bezeichnet werden, sondern Sekundärteilchen, die aus Füllstoffprimärteilchen und Polymeren bestehen und die treffender „Cluster“ genannt werden. Eine Substanzgruppe, die zur Bildung solcher Füllstoffcluster führen kann, ist die der Hydrokolloide wie modifizierte Stärke. Eine andere ist die der kationischen Polymere, die je nach Affinität gegenüber Faser- und Füllstoffen letztere bevorzugt direkt an die Faser binden oder gut retenierbare Feinstoff- und Füllstoffcluster bilden. Normalerweise wird durch einen Überschuss an Retentionsmittel die Größe der Füllstoffcluster erhöht, wodurch der Lichtstreuoeffizient abnimmt. Die Füllstoffcluster verhalten sich hinsichtlich der Festigkeit wie grober Füllstoff, sind diesem aber hinsichtlich Abrasionswirkung und Kalandrierfähigkeit überlegen. Durch Füllstoff-Vorflockung gelingt es im Prinzip, den erreichbaren Füllstoffgehalt zu erhöhen, ohne Papierfestigkeit einzubüßen. Ein Nachteil, der dabei

üblicherweise in Kauf genommen werden muss, ist eine Verringerung der spezifischen Wirkung des Füllstoffs auf die Opazität. Insgesamt waren Ergebnisse solcher Versuche in der Praxis sehr uneinheitlich, vor allem weil nicht genügend Kenntnisse der zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten über Bildung, Stabilität und Wirkung von Füllstoffclustern vorliegen. Noch weniger weiß man über die Rolle von Füllstoffclustern, die automatisch und beabsichtigt bei der Anwendung von Mehrkomponenten-Retentionssystemen entstehen.

2. Forschungsziel / Ergebnisse / Lösungsweg

- Forschungsziel

Zunächst sollen detaillierte Kenntnisse über die Verteilung von Füllstoffclustern und deren Wirkung auf optische und mechanische Papiereigenschaften gewonnen werden. Dazu wird die Eignung von polymeren Additiven und Mehrkomponentensystemen zur Regulierung der Clusterbildung und -fixierung untersucht. Darauf aufbauend sollen Regeln für die optimale Kombination von Additiven abgeleitet werden und durch einen wirksamen Retentionsmechanismus ein hoher Füllstoffgehalt mit starker optischer Wirkung ohne Einbuße an mechanischen Festigkeiten erreicht werden.

- Forschungsergebnisse

Auf Basis einer statistischen Versuchsplanung wurden Laborblätter mit verschiedenen kationischen Retentionsmitteln hergestellt. Als Faserstoff wurde Langfaserkraftzellstoff und als Füllstoff gemahlenes Calciumcarbonat eingesetzt. Zunächst wurde die Systeme vorgeflockt.

Dazu wurden kationisches Polyacrylamid (CPAM) und kationisches Polyethylenimin (CPEI) in unterschiedlichen Konzentrationen zugesetzt. Zu diesen Rezepturen wurde als Trockenfestmittel in variierenden Konzentrationen kationische Stärke appliziert.

Die so erstellten Laborblätter wurden auf ihren Füllstoffgehalt sowie auf ihre mechanischen und optischen Eigenschaften hin analysiert.

Die grundsätzlichen Gesetzmäßigkeiten bei der Bildung von Füllstoffclustern und von Faser-Füllstoff-Flocken wurden durch einen modifizierten Burnout-Test beurteilt, der anschließend bildanalytisch ausgewertet wurde. Mit Hilfe einer modifizierten Software (Schmutzpunktbestimmungs-Methode des Instituts für Papierfabrikation und mechanische Verfahrenstechnik) und einer Statistik-Kreisanwendung wurden Mittelwertfüllstoffcluster (MFC) festgelegt, die jedes Retentionssystem beschreiben kann. Damit gibt es einen Wert für die Füllstoffverteilung, der jedes kationische Retentionssystem charakterisiert.

Um die umfangreichen Arbeiten zielgerichtet abzuschließen, wird im letzten Projektteil unter Verwendung des Burnout-Tests der Einfluss von nicht vorgeflockten und vorgeflockten Systemen auf die Füllstoffverteilung beurteilt. Untersuchungen der Heteroflockung, die sich deutlich hinsichtlich Retention und Füllstoffverteilung unterscheiden, werden an ausgewählten Systemen durch Messung des Flockenindex in der strömenden Faserstoffsuspension mit dem Dynamischen Flockentester durchgeführt. Die in Kombination mit den Versuchen zur Aufklärung der Mechanismen gefundenen günstigsten Stoffkombinationen zur Verbesserung der Größen Füllstoffgehalt, Opazität und mechanische Festigkeiten sollen als Ausgangswerte für ein statistisches Optimierungsprogramm dienen.

3. Wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsthemas für kleine und mittlere Unternehmen (kmU)

- Voraussichtlicher Nutzen der angestrebten Forschungsergebnisse

- Kenntnisse zum Einfluss von polymeren Additiven auf die Tendenz zur Bildung von Füllstoffclustern und die optischen Eigenschaften der entstehenden Cluster.
- Kenntnisse zur Bildung von Füllstoff-Clustern mit Mehrkomponenten-systemen.
- Kenntnisse über den Einfluss der Clusterung auf die optischen, mechanischen und anderen wichtigen Eigenschaften.
- Kenntnisse zur Fixierung von Füllstoffclustern an Fasern und im Blattgefüge.
- Weitergehende Informationen über die wesentlichsten Faktoren, die den Festigkeitsabfall in grafischen Papieren durch verschiedene Füllstoffe bewirken (Größenverteilung, Fixierung).

- Möglicher Beitrag zur Steigerung der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit der kmU

Anhand der Ergebnisse sollten herkömmliche Retentions- und Füllstoffsysteme hinsichtlich ihrer kostenspezifischen Wirkung auf Festigkeit und optische Papierqualität besser beurteilt werden können. Dadurch können ökonomische Strategien des Additiveinsatzes angewandt werden.

Erhöhung des spezifischen Füllstoffeinsatzes verringert die Rohstoffkosten.

Verbesserte Möglichkeiten der Herstellung opaker und fester Papiere mit niedrigem Flächengewicht und daraus resultierende Rohstoffeinsparung.

4. Beabsichtigte Umsetzung der Forschungsergebnisse

Die Forschungsergebnisse werden in Sitzungen des projektbegleitenden Ausschusses den Vertretern der Papierindustrie zur Kenntnis gebracht und dort diskutiert. Die Projektbegleiter werden bereits im Verlauf des Vorhabens über die entstehenden Ergebnisse informiert und können ihre Anregungen hinsichtlich der industriellen Anwendung in das Projekt einbringen.

Darüber hinaus werden der aus Unternehmensvertretern bestehende Forschungsrat und die Mitgliedsfirmen des Kuratoriums für Forschung und Technik der Zellstoff- und Papierindustrie über den aktuellen Stand der Arbeiten mittels eines jährlichen Zwischenberichtes informiert.

Zusätzlich ist eine Verbreitung der Ergebnisse durch Vorträge im Rahmen von Veranstaltungen des Akademischen Papieringenieurvereins (APV), des Vereins ZELLCHEMING, sowie durch Veröffentlichungen in der Fachpresse sichergestellt.

➤ Wünschen Sie weitere Informationen ?

Der vollständige Abschlussbericht steht voraussichtlich im Sommer 2004 zur Verfügung und kann per Fax (0228–26705-68) oder Email (E.Kloss@vdp-online.de) im Referat Forschungs-förderung angefordert werden.

Die Forschungsstelle informiert Sie gerne über den derzeitigen Stand der Arbeiten.

Ansprechpartner in der Forschungsstelle

Professor Dr. E. Gruber

[Ernst-Berl-Institut für](#)

[Technologische & Makromolekulare Chemie,](#)

[Fachgebiet Nachwachsende Rohstoffe](#)

Technische Universität Darmstadt

Alexanderstr. 10

64283 Darmstadt

Tel.: 0 61 51/16-21 77

Fax: 0 61 51/16-24 79

Email: gruber@cellulose.tu-darmstadt.de

Stand: März 2003