

PAPIER-NASSVLIESE FÜR LUFTFILTRATION

Das Ziel des gemeinsamen Forschungsvorhabens der PTS, des ILK und des TITK war es, Papier-Nassvliese zu entwickeln, deren Porosität durch eine Wasserstrahlbehandlung in der Papiermaschine gesteuert wird. Diese Materialien sollen zu neuartigen und funktionalisierten Papierfiltermedien konfektioniert werden, mittels derer Luftfilter aus nachwachsenden Rohstoffen mit vergleichbaren Gebrauchseigenschaften und Leistungsdaten wie kunststoff- bzw. glasfaserbasierte Filtermedien erzeugt werden können. Diese neuartigen Luftfiltermedien sollen einen vergleichsweise geringen Druckverlust bei hoher Schichtdicke und Filterwirkung sowie grosser Staubspeicherfähigkeit aufweisen.



Ausgangssituation

Für Filtermaterialien in der Luftfiltration werden vermehrt Vliesstoffe aus Synthese- und Glasfasern statt Papier eingesetzt. Von der Industrie wird jedoch zunehmend auch der Bedarf an Filtern aus nachwachsenden Rohstoffen geäussert.

Filtermaterialien aus Papier weisen im Vergleich zu derzeit üblichen synthetischen Filtermaterialien einen höheren Druckverlust auf, infolge dessen hohe Betriebskosten verursacht werden. Die Filtrationseigenschaften, wie beispielsweise der Abscheidegrad, sind bei Papier-Nassvliesen verfahrensbedingt bisher nur in einem geringen Umfang einstellbar.

Vorgehensweise und Ergebnisse

Bei der Bearbeitung der Aufgabenstellung zur Entwicklung naturfaserbasierter, mehrlagiger Filtersysteme wurden die folgenden Schwerpunkte untersucht:

- Einfluss der Fasereigenschaften (Faserart, -länge, -steifigkeit, -fibrillierung) auf die papiereigenschaftsbezogene Wirkung der Wasserstrahlverfestigung zur Steuerung des Druckverlustes in Luftfilteranwendungen
- Wirkung verschiedener Zusatzmittel (Polyelektrolyt- und Metallhaltige Fibrider) und Faserstoffe unterschiedlicher Eigenschaften (Bindevermögen, Steifigkeit, Faserlänge, spezifische Oberfläche, Art der Modifizierung) auf die Abscheiderate/spezifische Wirkung von hergestellten Filtern
- Identifizierung der benötigten Konfektionierung der hergestellten Papiere für die Erreichung der maximalen Abscheiderate/der spezifischen Wirkung.

Die Untersuchungen wurden dabei zu Beginn im Labormassstab und im weiteren Verlauf im kleintechnischen Massstab durchgeführt.



FRANZISKA GEBAUER

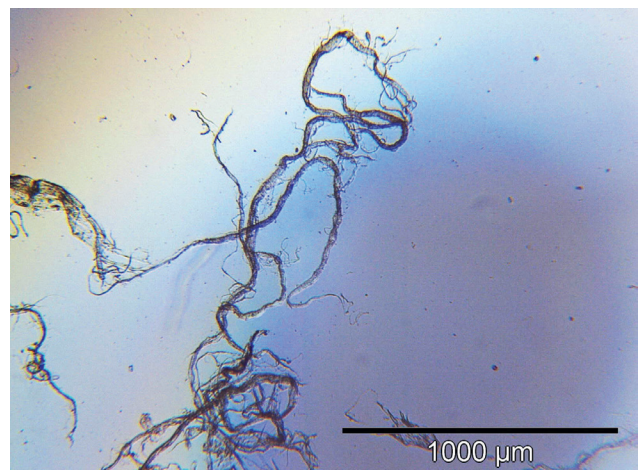
PAPIERTECHNISCHE STIFTUNG
(PTS)

DE-01809 HEIDENAU

franziska.gebauer@ptspaper.de

Im Labormassstab erfolgte zunächst ein Screening verschiedener Faserstoffe (u. a. Flachs, Hanf, Sisal, Linters, NBSK) und deren Behandlung (mit und ohne Mahlung), Trocknungsmethoden (Vakuum-, Kontakt-, Durchströmtrocknung) und Bedingungen bei der Wasserstrahlbehandlung zum Erreichen eines guten Filtrationsergebnisses. Zur anti-

Abb. 1: «never dried» Cellulose Fibrider zur antibakteriellen Ausrüstung der Filter (Quelle: TITK).



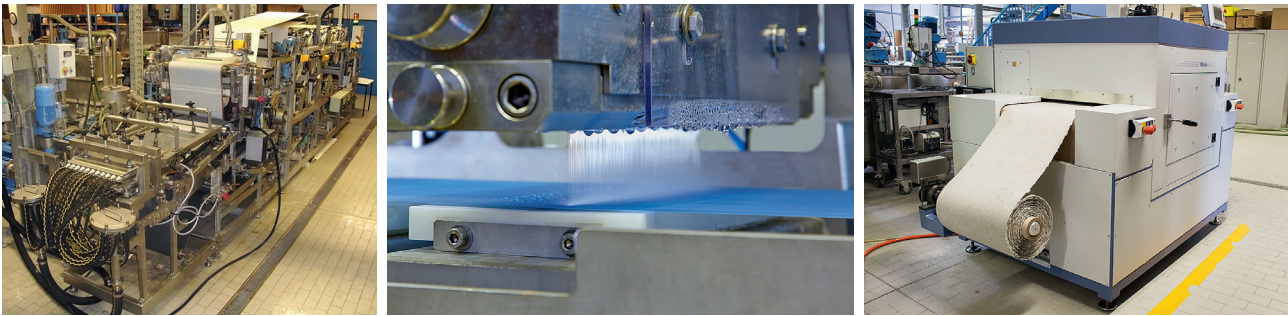


Abb. 2 Versuchspapiermaschine mit Schrägsiebstoffauflauf (li. Quelle: PTS), Wasserstrahlbehandlung (mi. Quelle: Andritz), Durchströmtrockner (re. Quelle: PTS).

bakteriellen Ausrüstung der Papiere wurden speziell an den Papierprozess angepasste Fibride mit immobilisierten Cu-Ionen bzw. Ag-Ionen vom TITK entwickelt. Deren Wirksamkeit wurde durch die Beimischung zur Papierrezeptur in verschiedenen Mengen getestet und nachgewiesen (Abb. 1).

Die Wasserstrahlbehandlung der noch feuchten Labormuster ermöglichte eine gezielte Steuerung von Luftdurchlässigkeit, Festigkeiten und Filtrationseigenschaften.

Auf Basis dieser Ergebnisse folgten kleintechnische Untersuchungen, bei welchen die aussichtsreichsten Faserstoffe, -mischungen, Wasserstrahlbehandlungen und Trocknungsarten analysiert wurden.

Die Arbeiten wurden auf der Versuchspapiermaschine (Abb. 2) der PTS mit einem zweilagigen Schrägsiebstoffauflauf durchgeführt. Die Wasserstrahlbehandlung der Vliese erfolgte am Ende der Siebpartie der Papiermaschine. Bei den Trocknungsmethoden wurde die konventionelle Kontakttrocknung mit Trockenzyklindern und eine Durchströmtrocknung genutzt.

Es entstand eine Versuchsmatrix mit 22 Versuchsmustern, bei denen jeweils die Trocknungsmethode und Wasserstrahlbehandlung kombiniert und variiert wurden.

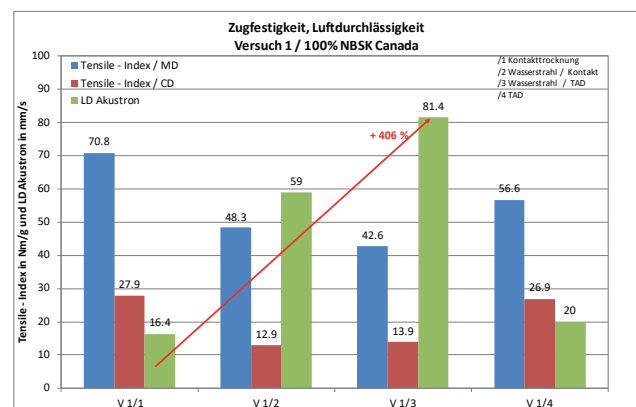
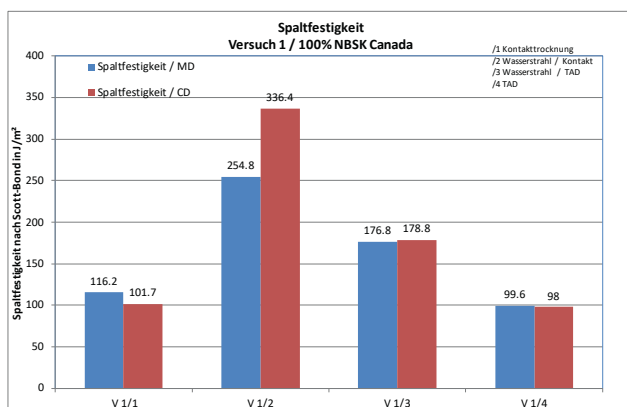
Die Analyse der Papier-Nassvliese zeigte sehr gute Ergeb-

nisse. Mit einer gezielten Auswahl der Faserstoffe, Wasserstrahlbehandlung und Trocknungsverfahren konnten die Eigenschaften der Papier-Nassvliese gezielt gesteuert werden. Diese Entwicklung war sowohl bei den Papiereigenschaften, als auch bei nachfolgenden Filtrationsprüfungen, welche das ILK durchführte, zu beobachten.

Bei den Papier-Nassvliesen konnten durch die Wasserstrahlbehandlung das spezifische Volumen, die Spaltfestigkeit und die Luftdurchlässigkeit signifikant gesteigert werden. Es ist davon auszugehen, dass die Fasern vermehrt in z-Richtung ausgerichtet wurden und somit die Verbesserung der Eigenschaften erzielt wurde. Beim Einsatz der Durchströmtrocknung war zu beobachten, dass die Spaltfestigkeit reduziert wurde. Durch das höhere Volumen infolge Durchströmtrocknung ist die Gefügesteifigkeit im Vergleich zu kontaktgetrockneten Proben reduziert, da die Fasern zueinander einen grösseren Abstand besitzen. Der Festigkeitsabfall kann durch die Wasserstrahlbehandlung kompensiert werden.

In der Abbildung 3 ist beispielhaft die Entwicklung von Spaltfestigkeit, Luftdurchlässigkeit und Zugfestigkeit des Papier-Nassvlieses aus 100 % kanadischem Langfaserzellstoff dargestellt.

Abb. 3: Steuerung von Spaltfestigkeit (li.) u. Luftdurchlässigkeit (re.) infolge Wasserstrahlbehandlung u. Trocknungsart (Quelle: PTS).



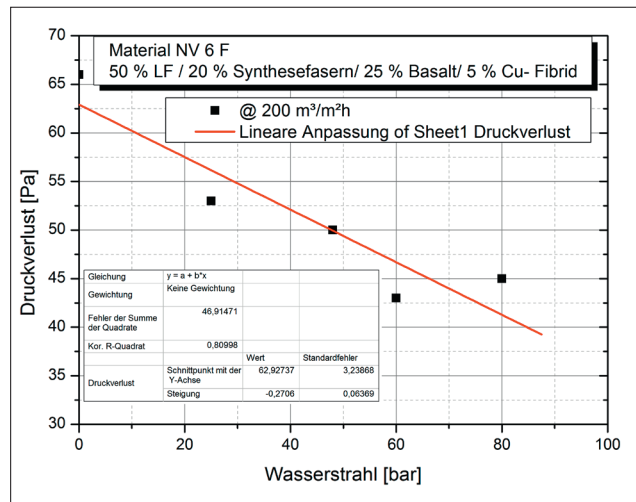
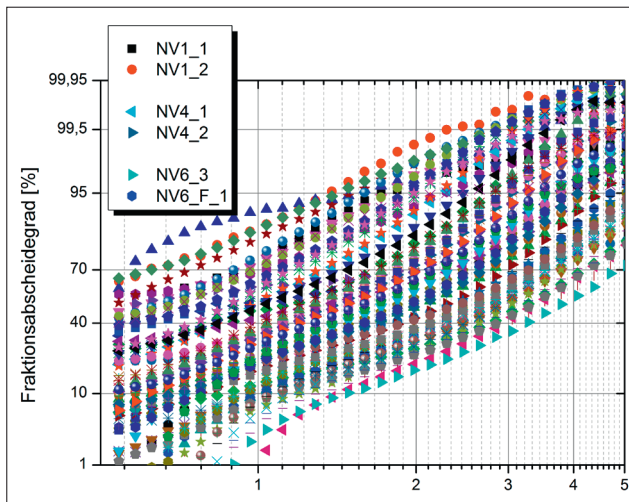


Abb. 4: erreichbares Abscheidegradspektrum aller Materialien (li.), Steuerung von Druckverlust (re.) (Quelle: ILK).

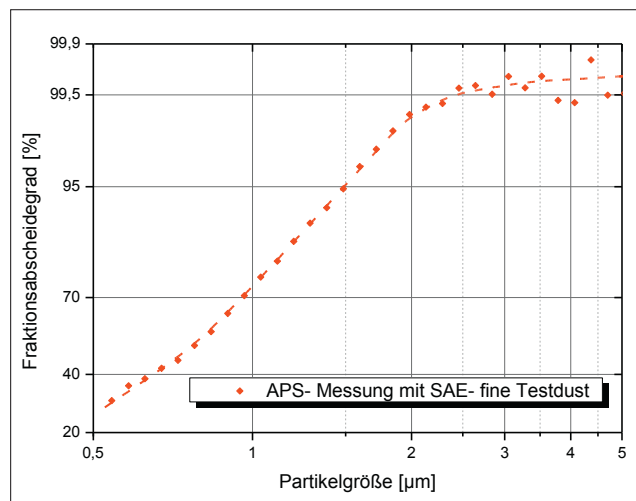
Bei Untersuchungen zur Variation der Wasserstrahlbedingungen ist die Steuerung der Porengröße und -verteilung sehr gut zu erkennen. Je nach Auswahl der Düsenstriefengeometrie (50 µm oder 100 µm Durchmesser), der eingebrachten Energie und der Trocknungsart ist eine Verschiebung der Verteilungsbreite möglich. Mit der Durchströmtröcknung besitzt das Vlies mehr Poren mit größerem Durchmesser, im Vergleich zur Kontakttrocknung, da das Gefüge weniger zusammengedrückt wird.

In Bezug auf die Filtrationseigenschaften war eine sehr gute Beeinflussung der verschiedenen Parameter zu erkennen. Je nach Faserstoffzusammensetzung und Behandlung des Vlieses wurde innerhalb dieses Projektes ein breites Spektrum an Filtermaterialien erzeugt (Abb. 4 (li.)). Für praktische Anwendungen sind aber Materialien mit einem Abscheidegrad unter 50 % bei PM 2,5 uninteressant. Zahlreiche Materialvarianten liegen allerdings über dieser

Grenze, so dass diese für weitere Anwendungsbetrachtungen interessant sind. Der Druckverlust konnte wie erhofft durch eine gezielte Wasserstrahlbehandlung reduziert werden.

Ausgewählte Materialien wurden zu Laborfiltrationsmustern weiterverarbeitet und filtrationstechnisch untersucht (Abb. 5 (li.)). Die Untersuchungen bezogen sich vor allem auf den Fraktionsabscheidegrad gegenüber dem Prüfaerosol DEHS und Prüfstaub SAE fine. Im Ergebnis zeigt sich, dass das neue Filtermaterial durchaus vergleichbare Ergebnisse zu marktüblichen Produkten, insbesondere oberhalb von 500 Nanometern, liefert. Die Abscheideleistung für Partikel mit 2,5 Mikrometern (PM 2,5) kann als sehr gut bezeichnet werden (Abb. 5 (re.)). Der Test erfolgte dabei mit einer Anströmgeschwindigkeit von rund 0,2 m/s. Hier hat der Filter auch noch einen moderaten Druckverlust von 200 Pa. Marktübliche Filter liegen hier aber darunter.

Abb. 5: Labormuster im Prüfstand (li.), Fraktionsabscheidegrade des Labormuster-Filters im Bereich PM 2,5 (re.) (Quelle: ILK).



Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Die Ergebnisse des Projektes zeigen, dass es möglich ist, über eine gesteuerte Rohstoffauswahl, Trocknungsauswahl und definierte Wasserstrahlbehandlung Filtrationsmaterialien zu erzeugen, die mit herkömmlich verwendeten Kunststoff- und Glasfaserfiltern vergleichbar sind. Der Abfall des Druckverlustes konnte infolge der Wasserstrahlbehandlung gesenkt werden. Die mikrobielle Beständigkeit der Papier-Nassvlies-Filter war durch den Einsatz funktionalisierter Kupfer- und Silber-Fibrade sehr gut.

Es ist somit für die, überwiegend im kmU-Bereich befindlichen, Spezialpapier- und Filterhersteller möglich einen wirtschaftlichen Vorteil gegenüber Wettbewerbern zu generieren, wenn die neu entwickelten Papier-Nassvliese erzeugt und eingesetzt werden.

Mit der Nutzung der Wasserstrahltechnologie im Bereich der Siebpartie einer Papiermaschine wird eine neue Technologie eingesetzt, die in diesem Bereich noch nicht zu finden ist. Lediglich im Hygienepapierbereich werden die Verfahren Nassvlieslegung und Wasserstrahlbehandlung industriell genutzt.

Nach den ersten Rückmeldungen seitens der Projektbegleiter ist davon auszugehen, dass sowohl Papierhersteller, als auch Filterhersteller und Anwender grosses Interesse an Produkten aus dem entwickelten Material haben.

*weitere Autoren:

Steffen Schramm, Papiertechnische Stiftung (PTS)

Ralf Heidenreich, Institut für Luft- und Kältetechnik gemeinnützige Gesellschaft mbH (ILK)

Dr. Thomas Schulze, Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e.V. (TITK)



ILK Dresden



IGF 18981 BR – Steuerung spezifischer Anforderungen von Papier-Nassvliesen für die Luftfiltration mittels Wasserstrahlverfestigung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie