

Carsten Lühr, Ralf Pecenka, Christian Füll und Thomas Hoffmann

# Reinigungstechnologien in der Naturfaseraufbereitung

Mit einer neuartigen Reinigungstechnologie kann ein Nebenprodukt aus der Naturfaseraufbereitung, das Schäben-Faser-Gemisch, effektiv aufbereitet werden. Außer zurückgewonnenen Kurzfasern können gereinigte Schäben in hochwertiger Qualität der Industrie zur Verfügung gestellt werden. Die Wirtschaftlichkeit von Faseraufschlussanlagen wird durch die Vermarktung der gereinigten Zwischenprodukte, der einfachen Konstruktion und der damit kostengünstigen Reinigungsmaschine verbessert. Ziel dieser Untersuchung ist es, durch Simulation der Materialströme beim Reinigungsvorgang, mithilfe der Diskreten Elemente Methode (DEM) und der Variation der Maschinenparameter, eine Optimierung der Reinigungsmaschine zu erreichen.

## Schlüsselwörter

Hanf, Schäben, Axialfraktionierer, Kurzfasern

## Keywords

Hemp, shives, axial fractionator, short fibres

## Abstract

Lühr, Carsten; Pecenka, Ralf; Füll, Christian and Hoffmann, Thomas

## Clean technologies in natural fibre processing

Landtechnik 67 (2012), no. 4, pp. 274–277, 4 figures, 10 references

With a new type of cleaning technology, a by-product from the natural fibre processing (shive-fibre mixture) can be prepared effectively. In addition to the recovered short fibres, cleaned shives in high quality are made available for the industry. The cleaned by-products, the simple construction resulting in an economical cleaning machine, improve the efficiency of fibre decortication operation. The aim of this study is, to achieve an optimization of the cleaning machine by simulating the material flow in the cleaning process, using the discrete element method (DEM) and the variation of machine parameters.

zung von Holz führt zusätzlich zu einer vermehrten Nachfrage nach Zelluloserohstoffen [1]. Holzähnliche Rohstoffe, z. B. aus landwirtschaftlicher Produktion sind eine Alternative bzw. Ergänzung des klassischen Rohstoffsortiments.

Ein großer Anteil der produzierten Naturfasern wird für die Herstellung von Dämm- und Vliesstoffen eingesetzt. Auch eine Substitution von synthetischen Fasern (z. B. Glasfasern) durch Naturfasern ist unter Beibehaltung ähnlicher Composite-Eigenschaften möglich [2].

Neben den Fasern bilden die Schäben mit 50–60 Masseprozent den weitaus größeren Anteil im Hanfstroh [3]. Ihr Absatz ist durch einen stabilen Markt von Einstreu für Kleintiere und Pferde bei derzeit niedrigen Produktionsmengen gesichert. Gereinigte hochwertige Schäben werden für Spanplatten als Teil- bzw. Vollsubstitution der Holzspäne in der Holzwerkstoffindustrie zunehmend interessant.

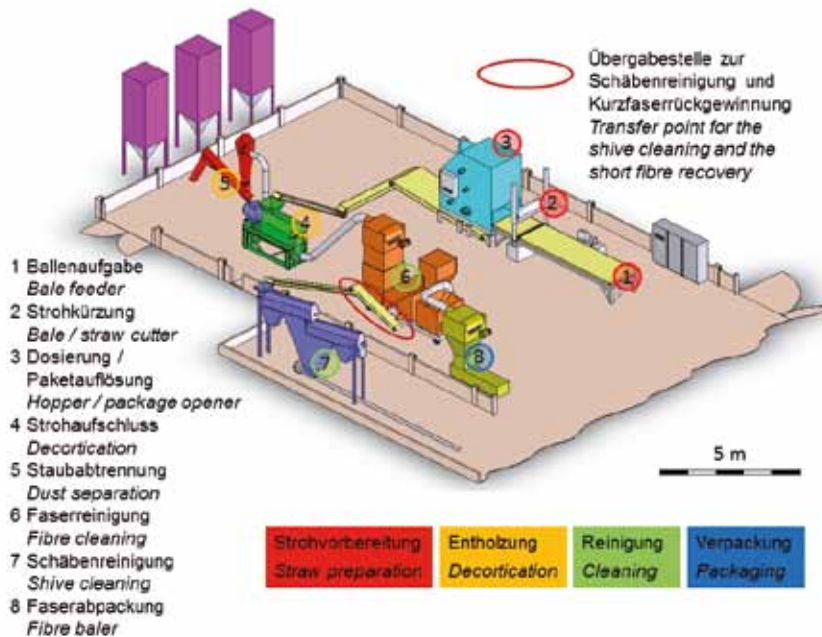
Am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB) wurde in den letzten Jahren intensiv an der Entwicklung effizienter Technologien für den Faseraufschluss [4; 5] sowie für die Faser- und die Schäbenreinigung gearbeitet [6; 7]. Als Ergebnis der Untersuchung unterschiedlicher Verfahren zur Schäbenreinigung wurde eine Lösung entwickelt, unter Laborbedingungen erfolgreich getestet [7] und zum Patent angemeldet [8].

## Hanfstrohaufschluss

In einer vom ATB entwickelten und in der Praxis erfolgreich eingesetzten Faseraufschlussanlage werden mittels Prallaufschluss Naturfasern gewonnen. Die Verwendung von Hammermühlen oder auch Sichtertermühlen für den Strohaufschluss – dem Kernprozess des Gesamtverfahrens [1] – ist in leistungsfähigen Aufschlussanlagen üblich. Hier erfolgt die eigentliche Entholzung, d. h., die Fasern werden vom verholzten Kern der Hanfstängel abgelöst (**Abbildung 1**). Die Schäben sind der zerkleinerte Teil des verholzten Kerns der Hanfstrohstängel. In einer anschließenden

■ Seit geraumer Zeit sind ein Mangel sowie ein Anstieg der Kosten von Rohstoffen für die Holz- und Faserverbundwerkstoffindustrie zu beobachten. Eine verstärkte energetische Nut-

Abb. 1



Schema einer industriellen Aufschlussanlage  
Fig. 1: Schematic of an industrial fibre decortication plant

den Reinigungsstrecke werden die Fasern von den Schäben getrennt. Der aufgeschlossene Faseranteil beträgt in Abhängigkeit von der Strohsorte und den Anbaubedingungen etwa 30 Masseprozent [9; 10]. Dies bedeutet andererseits, dass ca. 70 Masseprozent an Nebenprodukten bei der Fasergewinnung anfallen. Für den wirtschaftlichen Betrieb einer Faseraufschlussanlage müssen diese Nebenprodukte so aufbereitet werden, dass sie für industrielle Verwendungen gewinnbringend vermarktet werden können. Eine ökonomische Faserproduktion kann mit einem Hanfstrohdurchsatz von rund 4 t/h erzielt werden [5]. Da mit über 50 Masseprozent die Schäben-Faser-Gemische den größten Anteil der Nebenprodukte beim Faseraufschluss bilden, muss eine leistungsfähige Reinigungstechnologie mindestens 2 t/h dieses Gemisches verarbeiten können.

### Problemstellung

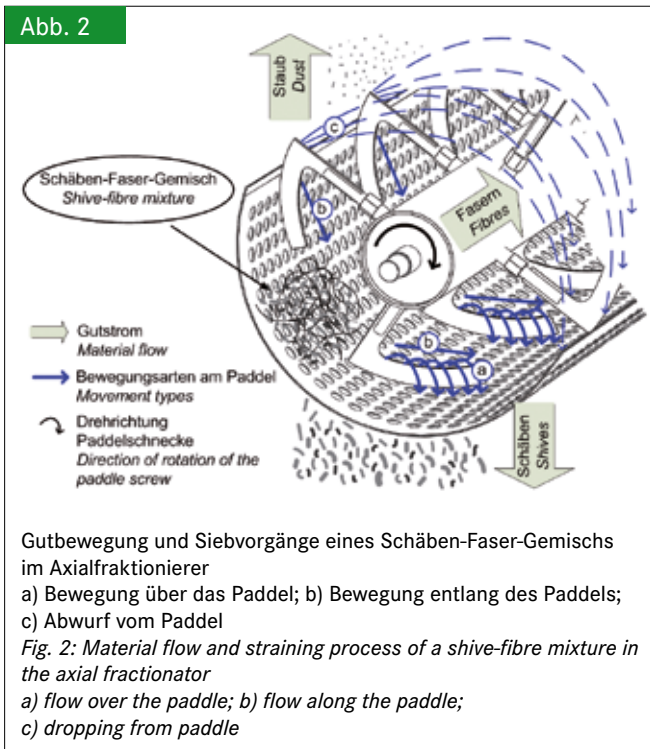
Die Zusammensetzung des zu reinigenden Schäben-Faser-Gemisches ist abhängig vom Röstgrad des verwendeten Hanfstrohs. Unterschiedliche Strohsorten bedingen angepasste Maschineneinstellungen der Faseraufschlussanlage, wodurch die Zusammensetzung des Schäben-Faser-Gemischs verändert wird. Grundsätzlich besteht das Gemisch aus den Hauptbestandteilen Staub, Schäben und Kurzfasern. Das Hauptproblem für die Reinigung dieses Gemisches besteht darin, dass die Schäben in den Faserflocken eingeschlossen, teilweise verhakt, sowie teilweise fest mit den Fasern verbunden sind. Daher ist es mit üblichen Klassiertechnologien nicht möglich, das Gemisch in ausreichendem Maße zu trennen. Da Schäben und Fasern nur ein sehr geringes Gewicht und ähnliche Schwebegeschwindigkeiten aufweisen, fehlt für eine Trennung, d. h die Aufhebung/

Überwindung der Bindekräfte zwischen Fasern und Schäben, die „antreibende“ Gewichtskraft. Nur mit einem mechanischen Eingriff ist eine zuverlässige Trennung des Gemischs in seine Hauptbestandteile möglich. Die noch nicht vollständig entholzten Bestandteile müssen gesondert aufgefangen werden, da ein weiterer Aufschluss in einer Reinigung nicht erreicht wird. Diese Fraktion kann aber erneut dem Entholzungsprozess zugeführt oder direkt z. B. als Schüttdämmung vermarktet werden.

### Lösungsansatz für eine effiziente Reinigungstechnologie

Die neue Fraktionier- und Reinigungsmaschine für die Verarbeitung einer großen Bandbreite unterschiedlicher Schäben-Faser-Gemische beruht auf dem Prinzip eines Axialfraktionierers. Die Maschine enthält zwei Reinigungsstufen, deren Werkzeuge wie eine Paddelschnecke arbeiten. Die Bewegungsbahnen der Partikel am Paddel sowie die entsprechenden Gutströme sind in **Abbildung 2** schematisch dargestellt. In Abhängigkeit von den Parametern Paddelform, Anstellwinkel und Umfangsgeschwindigkeit können drei unterschiedliche Bewegungsarten realisiert werden, die eine effektive Trennung des Schäben-Faser-Gemischs ermöglichen. Das Schäben-Faser-Gemisch wird in axialer Richtung über einem Siebboden transportiert. So werden im ersten Bereich durch Einsatz einer niedrigen Drehzahl vor allem die losen Schäben aus dem Gemisch abgetrennt. Durch die Kombination mit einer höheren Drehzahl im zweiten Bereich der Maschine, können die in den Faserflocken noch eingeschlossenen Schäben herausgelöst werden. Am Ende der Siebstrecke werden gereinigte, weitestgehend von Schäben befreite Kurzfasern zurückgewonnen. Durch Varia-

Abb. 2



tion unterschiedlicher Siebmaschenweiten kann die Korngrößenverteilung der gereinigten Schäben gesteuert werden. Eine Staub- und vor allem Sandabscheidung findet im ersten Bereich mittels eines engmaschigen Siebes statt.

**Ergebnisse**

In Praxisversuchen konnten Kurzfasern mit bis zu 5 Masseprozent, bezogen auf das zu reinigende Schäben-Faser-Gemisch, zurückgewonnen werden (Abbildung 3).

Derzeit werden mithilfe der DEM die Siebraumgeometrie und die Paddelanordnung in der Reinigungsmaschine optimiert.

Abb. 3

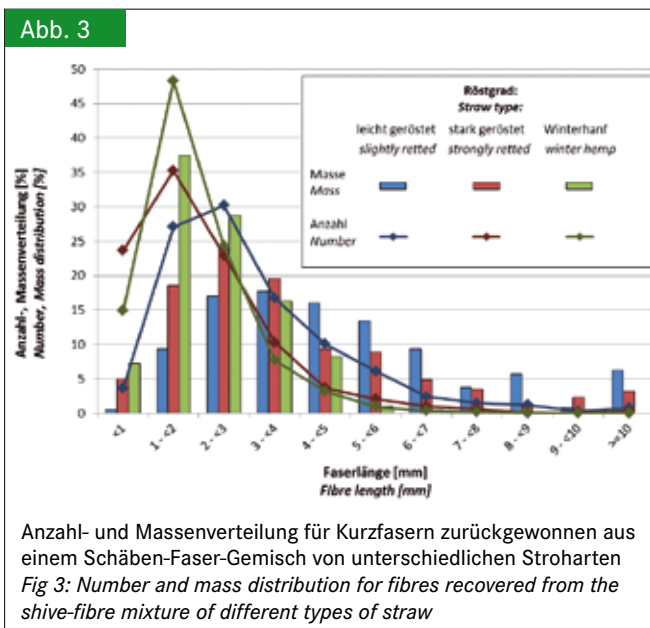
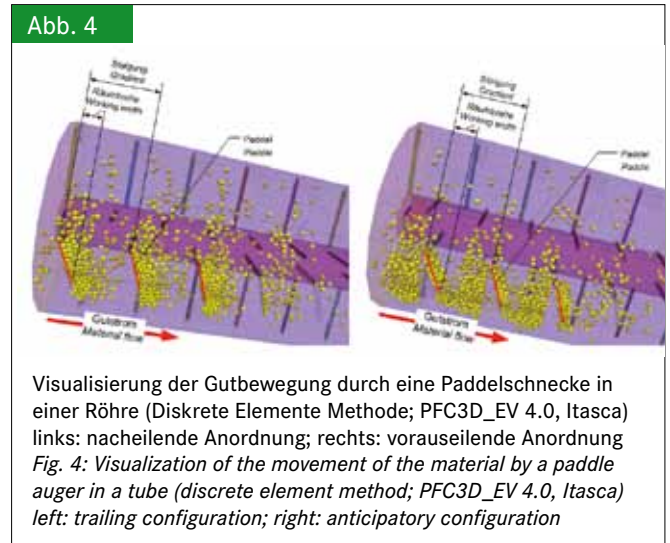


Abb. 4



So zeigen sich bei gleicher Paddelanzahl aber verschiedener Paddelanordnungen unterschiedliche Masseströme und ein unterschiedliches Absiebverhalten. Eine vorausseilende Anordnung hat im Vergleich zu einer nacheilenden Anordnung ein besseres Absiebverhalten. Allerdings ist dies mit einem geringeren verarbeitbaren Massestrom verbunden. **Abbildung 4** zeigt die Gutbewegung der zwei unterschiedlichen Paddelanordnungen. Zur Vereinfachung werden die Schäben in einem ersten Schritt als Kugeln betrachtet, hier dargestellt als gelbe Partikel. Durch die nacheilende Anordnung der Paddel werden die Schäben stärker umgewälzt und nach oben geworfen. Damit bleibt für die Schäben weniger Zeit um durch das Sieb zu fallen. Die Materialbewegung in axialer Richtung ist aber schneller. Bei der vorausseilenden Anordnung werden beim Paddeleingriff weniger Schäben in axialer Richtung bewegt und es ruhen mehr Schäben auf dem Siebboden. Das Absiebverhalten wird hierdurch verbessert.

**Schlussfolgerungen**

Die Untersuchungen zum Axialfraktionierer haben gezeigt, dass mit dem entwickelten Maschinenkonzept Hanfschäben effizient gereinigt werden können und aufgrund ihrer hohen Qualität auch für den Einsatz in Holzwerkstoffen geeignet sind. Im Praxiseinsatz konnten Kurzfasern mit bis zu 5 Masseprozent, bezogen auf das zu reinigende Schäben-Faser-Gemisch, zurückgewonnen werden. Aufgrund der geringeren Faserlänge, im Verhältnis zu üblichen technischen Hanffasern, sind sie für den Einsatz in Spritzgusswerkstoffen gut geeignet. Da die Fasern den höherwertigen Anteil der Endprodukte darstellen, führte dies zu einer erheblichen ökonomischen Verbesserung des Anlagenbetriebs. Ein Schäbenanteil in den gereinigten Kurzfasern von unter 6 Masseprozent wird dabei angestrebt.

Durch Optimieren der Modellierung können auch längliche, schäbenähnliche Partikel simuliert werden. Den Einfluss weiterer Varianten der Schnecken- und Werkzeugkonstruktion auf die Reinigung der Schäben-Faser-Gemische, wie ineinander gewickelte Paddelschnecken mit doppelter Paddelanzahl, gilt es noch zu untersuchen.

## Literatur

- [1] Pecenka, R.; Gusovius, H.-J.; Schemel, H.; Tech, S.; Nix, S.; Euring, M.; Kharazipour, A. (2010): Herstellung leichter Spanplatten unter Einsatz von Hanfschäben. Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, narotech, 09.-10.09.2010, Erfurt
- [2] Graupner, N.; Müssig, J. (2009): Man-Made Cellulose Fibres as Reinforcement for Poly(lactic acid) (PLA) Composites. J. Biobased Mater. Bioenergy 3, pp. 249-261
- [3] FNR (2008): Studie zur Markt- und Konkurrenzsituation bei Naturfasern und Naturfaserwerkstoffen (Deutschland und EU). Gülzower Fachgespräche, Bd. 26
- [4] Munder, F.; Füll, C.; Hempel, H. (2004): Results of an Advanced Technology for Decortication of Hemp, Flax and Linseed. Mol. Cryst. Liq. Cryst. 418(1), pp. 165-179
- [5] Pecenka, R.; Füll, C.; Gusovius, H.-J.; Hoffmann, T. (2009): Optimal Plant Lay-Out for Profitable Bast Fibre Production in Europe with a Novel Processing Technology. J. Biobased Mater. Bioenergy 3, pp. 282-285
- [6] Pecenka, R. (2008): Optimieren der Reinigung von Hanffasern auf Kammschütteln. Dissertation, Brandenburgische Technische Universität, Cottbus
- [7] Füll, C.; Pecenka, R.; Bojdzinski, B. (2008): The Potsdam-Bornim plant for separation of natural fibre with a new technology for cleaning and sizing of shives. International Conference on Flax and other Bast Fibres, 21.07.-23.07.2008, Saskatoon, Canada, pp. 40-46
- [8] Füll, C.; Pecenka, R.; Bojdzinski, B. (2010): EP 2145988
- [9] Francken-Welz, H. v.; Léon, J. (2003): Faserqualität einheimischer Faserpflanzen (Hanf) - Bewertung von Rohstoff und Endprodukt. Forschungsbericht, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn
- [10] Höppner, F.; Menge-Hartmann, U. (2000): Cultivation strategies of hemp for the use of fibres and oil. Bioresource Hemp 2000, nova-Institut, 13.09.-16.09.2000, Wolfsburg

## Autoren

**Dipl.-Ing. Carsten Lühr** und **Dr. Ralf Pecenka** sind wissenschaftliche Mitarbeiter in der Abteilung Technik der Aufbereitung, Lagerung und Konservierung (Abteilungsleiter: **Dr. rer. agr. Thomas Hoffmann**, ehemaliger Leiter: **Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Füll**) im Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB), Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam, E-Mail: cluehr@atb-potsdam.de