

Aufschluss von Hanffasern durch Prall

Die Kosten des Faseraufschlusses von Hanffasern sind zukünftig aus Wettbewerbsgründen deutlich zu reduzieren. Hierzu werden am ATB Potsdam-Bornim Untersuchungen zur Optimierung des Aufschlusses durch Prallbeanspruchung durchgeführt. Ergebnisse aus Versuchen mit geröstetem Hanf zeigen, dass hohe Faserausbeuten mit über 28% und ein Faserfehlaustrag von nur 1 bis 2% erzielt werden können. Vom gesamten Schäbenanteil werden in einem Durchlauf bis zu über 50% abgeschieden.

Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Füll leitet die Abteilung Technik der Aufbereitung, Lagerung und Konservierung im ATB, Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam-Bornim (Wiss. Direktor: Prof. Dr.-Ing. J. Zaske). Dipl. Ing. Heinz Hempel ist Mitarbeiter in dieser Abteilung; e-mail: cfuerll@atb-potsdam.de

Schlüsselwörter

Hanf, Faser, Faseraufschluss, Prallzerkleinerung

Keywords

Hemp, fiber, pulping of fibers, size reduction by rebound stress

Literatur

Bücher sind mit • gezeichnet

- [1] Füll, Ch., H. Hempel und H. Baldauf: Fasergrobaufschluss bei Hanf. LANDTECHNIK 53 (1998), H. 1, S. 12-13
 [2] • Höfl, K.: Zerkleinerungs- und Klassiermaschinen. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1985

Die Verwendung von Hanf- und Flachsfasern ist für die Verarbeitung zu Bau- und Dämmstoffen, zur Substitution von Glasfasern und eventuell auch Kohlefasern in hochwertigen Verbundmaterialien sowie zur Herstellung verschiedener Textilprodukte von aktueller Bedeutung. Die Vorteile sind vor allem in der CO₂-Neutralität nachwachsender Rohstoffe und in der problemlosen Rückführung der Produkte in den Stoffkreislauf der Natur (Recycling durch Kompostieren) begründet. Nachgewiesen sind auch die Produktökonomie unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen und die zu traditionellen Werkstoffen vergleichbaren Materialkennwerte. Während die Verfahren des Anbaues, der Ernte und auch der Weiterverarbeitung als weitgehend gelöst angesehen werden können, gibt es nach wie vor Probleme bei der Fasergewinnung. Aus diesem Grund wird am Institut für Agrartechnik Potsdam – Bornim im Rahmen der Grundlagenforschung ein neues Wirkprinzip auf der Grundlage der Prallbeanspruchung für die Entholzung untersucht [1].

Zielstellung

Aus Wettbewerbsgründen müssen die Investitionen für neue Anlagen zum Faseraufschluss etwa halbiert und die Faserkosten deutlich gesenkt werden. Deshalb ist mit Hilfe eines geeigneten Versuchsstandes die Optimierung der Konstruktions- und Betriebsparameter für eine neue Entholzungsmaschine vorzunehmen. Nach Möglichkeit soll beim Durchlauf des Pflanzenmaterials neben dem Aufschluss auch eine Trennung von Fasern und Schäben erfolgen.

Analyse der Einflussgrößen

Die Zerkleinerung durch Prallbeanspruchung ist in verschiedenen Bereichen der Stoffwirtschaft ein bewährtes Prinzip. Die aufzuwendende Zerkleinerungsenergie hängt von den Stoffeigenschaften ab. Dies ist der entscheidende Ansatz für den Faseraufschluss. Die Holzanteile (Schäben) können mit einem geringeren spezifischen Energieaufwand zerkleinert werden als die sehr festen Fasern.

Der mechanische Leistungsbedarf P_{mech} setzt sich bei der Prallzerkleinerung aus dem

Leistungsbedarf für die Zerkleinerung P_Z , der Lagerreibung P_R und den Ventilationsverlusten P_V zusammen [2]. Mit Berücksichtigung des Getriebewirkungsgrades η_G erhält man die Gleichung:

$$P_{mech} = (P_Z + P_R + P_V) / \eta_G \quad (1)$$

Die Zerkleinerungsenergie P_Z enthält die Anteile der von den Schlägern auf das Gut übertragenen Energie P_{ZS} und der Reibungsenergie auf dem Sieb P_{ZR} , multipliziert mit dem Faktor k_v , der die Verlustanteile durch die Behinderung des Gutes im Mahlraum berücksichtigt. Mit Einführung der spezifischen Energie ΔW , der Rotordrehzahl n_R , der Anzahl der Schlägerreihen z und der Anzahl der Schläger je Reihe i_H ergibt sich die Gleichung:

$$P_Z = k_v (P_{ZS} + P_{ZR}) = k_v \cdot \Delta W \cdot n_R \cdot z \cdot i_H \quad (2)$$

Bei Annahme eines teilelastischen Stoßes mit der Stoßkennziffer k zwischen dem Schläger mit der Masse m_1 und der Geschwindigkeit v_1 und einem Gutteilchen mit der Masse $m_2 = \infty$, aufgrund der festen Auflage auf dem Rost, und der Gutgeschwindigkeit $v_2 = 0$ beträgt die beim Schlag übertragene Energie ΔW_{ZS} :

$$\Delta W_{ZS} = (1 - k^2) \cdot m_1 \cdot v_1^2 / 2 \quad (3)$$

Der spezifische Energiebedarf für die Bewegung des Gutes auf dem Sieb ΔW_{ZR} beträgt in Abhängigkeit von der Zentrifugalkraft F_{GZ} des Gutes, dem Reibungskoeffizienten μ_{RG} und der Sieblänge l_R :

$$\Delta W_{ZR} = F_{GZ} \cdot \mu_{RG} \cdot l_R \quad (4)$$

Die Ventilationsverluste P_V werden vor allem durch die Umfangsgeschwindigkeit der Schläger und ihre Querschnittsfläche beeinflusst.

Die Analyse der Leistungsanteile zeigt, dass die Zerkleinerungsenergie in erster Linie durch Vergrößerung der Rotordrehzahl und der Anzahl der Schläger erhöht wird. Einen zusätzlichen Zerkleinerungseffekt erzielt man, wenn das nach dem Stoß auf die Mahlrauminnenwand auftreffende Gut durch speziell ausgebildete Prallplatten beansprucht wird. Die Vergrößerung des Reibungskoeffizienten μ_{RG} ist nicht sinnvoll. Die Trennung der Schäben von den Fasern wird durch die konstruktive Gestaltung des Siebbodens beeinflusst, also von der Siebfreifläche, der Sieblochgröße und der Sieblochform.

Fortsetzung siehe Seite 293

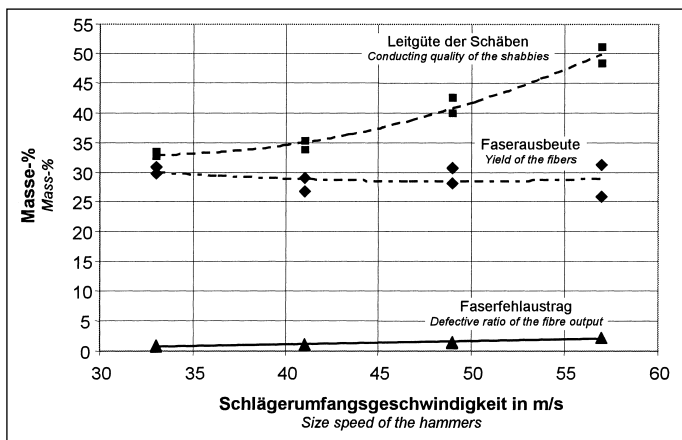


Bild 1: Faserausbeute, Faserfehlaustrag und Leitgüte der Schäben in Abhängigkeit von der Schlägerumfangsgeschwindigkeit (Siebfreifläche: 0,23; Deckeleinbauten: Dachabweiser und Fingerplatte; Häcksellänge: 8 cm; Massestrom: 1 t/h)

Fig. 1: Fiber yield, defective ratio of fibre output and conducting quality of shives vs. circumferential velocity of the hammers (Free area of the sieves: 0.23; lid inserts: roof conducting facility and fidding flat; chopped length: 8 cm, mass flow: 1 t/h)

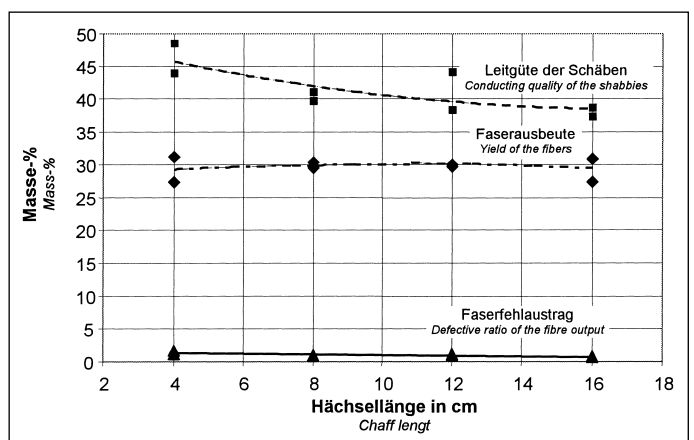


Bild 2: Faserausbeute, Faserfehlaustrag und Leitgüte der Schäben in Abhängigkeit von der Häcksellänge (Siebfreifläche: 0,23; Deckeleinbauten: Dachabweiser und Fingerplatte; Schlägerumfangsgeschwindigkeit: 49 m/s; Massestrom: 1 t/h)

Fig. 2: Fiber yield, defective ratio of the fibre output and conducting quality of the shives vs. chopped length (Free area of the sieves: 0.23; lid inserts: roof conducting facility and fidding flat; circumferential velocity of the hammers: 49 m/s, mass flow: 1 t/h)

Versuche und Versuchsauswertung

In den Untersuchungen wurden die Faserausbeute, der Faserfehlaustrag und die Leitgüte der Schäben in Abhängigkeit der Haupteinflussgrößen Schlägerumfangsgeschwindigkeit, Prallplattenausbildung und Sieblochung untersucht:

Faserausbeute $\varphi_{FFS} = (m_{FFS}/m_{AG}) \cdot 100\%$
Leitgüte für Schäben

Faserfehlaustrag $L_{Sch} = (m_{SchSchS}/m_{Schges.}) \cdot 100\%$

$\varphi_{FSchS} = (m_{FSchS}/m_{AG}) \cdot 100\%$

m_{FFS} Masse der Fasern im Faserstrom

m_{AG} Aufgabegutmasse

$(m_{AG} = m_{FSchS} + m_{SchSchS} + m_{SchFS<4} + m_{SchFS4...8} + m_{SchFS8...11} + m_{SchFS>11} + m_{FFS})$

$m_{SchSchS}$ Masse der Schäben im Schäbenstrom

$m_{Schges.}$ Gesamtmasse der Schäben

m_{FSchS} Masse der Fasern im Schäbenstrom

Weiterhin wurde der Einfluss der Häcksellänge und des Massestromes untersucht.

Ergebnisse

Durch Erhöhung der Umfangsgeschwindigkeit der Schläger von 33 auf 57 m/s nimmt die Leitgüte für Schäben progressiv von 33 auf 50 Masse-% zu, wobei der Faserfehlaustrag ebenfalls von <1 auf etwa 2 M-% ansteigt. Er ist in diesem Größenbereich aber sehr gering. Die Faserausbeute verringert sich in Abhängigkeit von der Schlägerumfangsgeschwindigkeit geringfügig von etwa 30 auf 28 M-% (Bild 1). Durch die erhöhte Beanspruchung sinkt die Faserfestigkeit nur wenig. Die in einem akkreditierten Labor gemessenen Faserfestigkeiten liegen auch bei Einwirkung der untersuchten maximalen Schlägerumfangsgeschwindigkeiten noch in dem Bereich, der für die spätere Verwendung in Verbundwerkstoffen empfohlen wird.

Durch Vergrößern der Häcksellänge des Hanfstrohs von 4 auf 16 cm wird eine leicht degressiv abnehmende Leitgüte der Schäben von 46 auf 38 M-% und eine Halbierung des Faserfehlaustrages auf 0,7 M-% festgestellt. Die Faserausbeute erreicht bei Häcksellängen von 8 bis 12 cm mit 30 M-% ein Maximum (Bild 2).

Als Deckeleinbauten wurden zunächst einzeln der Dachabweiser, die Fingerplatte, die Stegplatte und die Prallplatte und vergleichend dazu die Variante ohne Einbauten untersucht. Beim Dachabweiser sind die Leitgüte für Schäben und der Faserfehlaustrag am geringsten. Mit der Fingerplatte wird mit knapp 64 M-% die höchste Leitgüte für Schäben bei allerdings hohem Faserfehlaustrag in Höhe von etwa 4 M-% und einer Faserausbeute von nur 24% erzielt. Ursache hierfür ist die lange Bearbeitungszeit infolge langsamer axialer Bewegung des Gutes in Richtung des Faserabführkanals (Bild 3).

Bei der kombinierten Anwendung der Deckeleinbauten ist der Kombination Dachabweiser und Fingerplatte gegenüber allen anderen Kombinationen der Vorrang einzuräumen. Sie erreicht bei geringem Faserfehlaustrag von unter 1 M-% die höchste Leitgüte

für Schäben von 40 M-% und die höchste Faserausbeute von 30 M-%.

Schlussfolgerungen

Die Untersuchungen mit geröstetem Hanf zeigen, dass der Faseraufschluss durch Prallbeanspruchung möglich ist und durch die Wahl entsprechender Konstruktions- und Betriebsparameter optimiert werden kann. Die Faserausbeute ist mit über 28% hoch und der Faserfehlaustrag mit 1 bis 2% gering. Vom gesamten Schäbenanteil können in einem Durchlauf mehr als 50 % abgeschieden werden. Dieses Ergebnis ist für einige Anwendungsfälle ausreichend. Bei höheren geforderten Reinheitsgraden müssen weitere Prozessstufen nachgeschaltet werden.

Bild 3: Faserausbeute, Faserfehlaustrag und Leitgüte der Schäben in Abhängigkeit von den Deckeleinbauten (Siebfreifläche: 0,23; Häcksellänge: 8 cm; Schlägerumfangsgeschwindigkeit: 49 m/s; Massestrom: 1 t/h)

Fig. 3: Fiber yield, defective ratio of the fibre output and conducting quality of the shives vs. lid inserts (Free area of the sieves: 0.23; chopped length: 8 cm, circumferential velocity of the hammers: 49 m/s, mass flow: 1 t/h)

