

Qualitätsprüfung von Hanffasern

Bastfasern werden aufgrund ihrer Eigenschaften zunehmend für industrielle Zwecke verwendet. Die Qualitätsanforderungen an die Fasern unterscheiden sich von denen in der Bekleidungsindustrie. Für den Verbundwerkstoffsektor müssen sie, da sie nicht mehr chemisch behandelt werden, frei von Gerüchen, trocken und reißfest sein sowie eine gute Faser-Matrix-Haftung ermöglichen.

Die Verfahren zur Qualitätsprüfung von Bastfasern zeichnen sich durch hohen Aufwand an manuellen Arbeiten aus. Eine rein maschinelle Prüfung der Bastfasern ist aufgrund der groben Faserbeschaffenheit zurzeit nicht möglich. Eine chemische Analyse der Bastfasern auf ihre Qualität scheitert an der vielfältigen Zusammensetzung der Fasern und zusammenkitenden Substanzen.

Prof. Dr.-Ing. Peter Schulze Lammers leitet den Fachbereich "Systemtechnik in der Pflanzenproduktion", Dipl.-Ing. agr. Olaf Roller ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landtechnik der Universität Bonn, Nussallee 5; D-53115 Bonn; e-mail: roller@uni-bonn.de

Schlüsselwörter

Hanffasern, Qualitätsprüfung, Bastfasern, Fasereigenschaften

Keywords

Hemp fibres, quality inspection, bast fibres, fibre properties

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 04409 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

Bei der industriellen Hanfveredelung steigen die Anforderungen an das Produkt, deren Erfüllung über entsprechende Tests abzu prüfen ist. Charakteristisch für Bastfasern ist die hohe Variabilität ihrer Zusammensetzung. Dies erschwert die Qualitätskontrolle erheblich. Aus diesem Grunde können keine so genannten High Volume Instruments (HVI) wie in der Baumwolluntersuchung eingesetzt werden.

Da Bastfasern aufgrund ihrer Eigenschaften zunehmend für industrielle Zwecke verwendet werden, werden hier andere Qualitätsanforderungen an die Fasern gestellt als in der Bekleidungsindustrie. Für den Verbundwerkstoffsektor müssen sie, da sie nicht mehr chemisch behandelt werden, frei von Gerüchen, trocken und reißfest sein, sowie eine gute Faser-Matrix-Haftung ermöglichen.

Folgende Eigenschaften sind von der Ernte bis hin zur Verarbeitung allen Anwendungsgebieten gleich: Feuchtegehalt des Hanfstrohs, Röstgrad des Hanfstrohs, Fasergehalt des Hanfstrohs, Feinheit der Fasern, Faserbündel, Festigkeit (Höchstzugkraft, Bruchkraft, Bruchdehnung, E-Modul)

Im Folgenden sollen die gängigen und allgemein anerkannten Mess- und Prüfmethoden für den mechanischen Trockenaufschluss vorgestellt und die Problematik einer Chargen-Untersuchung aufgezeigt werden.

Der Röstgrad des Hanfstrohs

Unter Röste von Hanfstroh versteht man den biologischen und teilweise chemischen Abbau der Elementarfasern verkittenden Substanzen, wie Pektine und Lignine. Mit der Röste geht eine Farbveränderung des Stängels und der Fasern einher. Je nach Röstgrad variiert die Farbe von hellbeige bis zu dunkelbraun (schwarzbraun). Die Beurteilung des Röstgrades wurde bisher bei Hanf lediglich visuell subjektiv vorgenommen. Dazu vertreibt das Nova-Institut [6] Bonitierungskarten anhand derer die Farbe des Strohs bestimmt wird. Da diese Methode sehr von der subjektiven Einschätzung der durchführenden Person abhängt und das menschliche Auge von der Sonneneinstrahlung beeinflusst wird, entwickelte [5] eine reproduzierbare Messmethode zur Bestimmung des Röstgrades von Flachs. [2] entwickelten Ansätze die Messmethode von [5] auf Hanf zu

übertragen. Die Messung basiert auf einer spektroskopischen Untersuchung im nahen infraroten Bereich.

Fasergehalt des Hanfstrohs

Bei der Fasergehaltsuntersuchung wird das Prinzip des mechanischen Aufschlusses angewandt. Hierzu werden die Stängel stark geknickt, so dass der Holzteil der Stängel sich von den Fasern löst. Beckmann [1] entwickelte am Institut für Landtechnik Bonn eine Methode zur Bestimmung der technisch verwertbaren Faser von Flachs. Sie kann auf Hanfstroh angewendet werden. Die Hanfstängel werden mit Hilfe von vier geriffelten Walzenpaaren geknickt. Das standardisierte Verfahren sieht vor, dass die Stängel zunächst dreimal durch den Flachsbrecher geführt werden und ein Zwischenergebnis erzeugt wird durch Bezug auf das Ausgangsgewicht. Anschließend werden noch weitere sieben Durchgänge ausgeführt, so dass schließlich zehn Entholzungsvorgänge stattfanden. Das Gewicht der Fasern wird dann ebenfalls auf das Ausgangsgewicht bezogen.

Am Institut für Landtechnik Bonn wurden nach dieser Methode Untersuchungen zur mechanischen Entholzung von Hanf durchgeführt. Der Anteil der technisch nutzbaren Faser wird berechnet nach:

$$w_{mF} = \frac{m_{4 \times 10}}{m_E} \cdot 100 [\%]$$

m_E = Masse der Einwaage

$m_{4 \times 10}$ = Masse nach Entholzung nach zehn

Durchläufen mit vier Walzenpaaren
Die Entholzbarkeit wird nach folgender Formel berechnet:

$$\eta_{mF} = \frac{m_E - m_{4 \times 2}}{m_E - m_{4 \times 6}} \cdot 100$$



Bild 1: Frontansicht des Flachsbrechers

Fig. 1: Frontal view of a flax breaker



Bild 2: Laserdiameter zur Querschnittsmessung der Faserbündel

Fig. 2: Laser gauge for measuring fibre bundle diameters

$m_{4,2}$ = Masse nach drei Durchläufen

$m_{4,6}$ = Masse nach zehn Durchläufen
Flachsbrecher mit vier Walzenpaaren.

t_{nF} = technisch nutzbare Faser

Nach [4] reicht es aus, nach zwei und sechs Durchgängen das Fasermaterial rückzuwiegen, um eine Aussage über die Entholzbarkeit machen zu können. Beobachtungen eigener Versuche zeigen, dass bei älterem Material eine höhere Anzahl an Entholzungsdurchläufen notwendig ist. Exaktversuche wurden hierzu jedoch nicht durchgeführt, so dass eine qualitative Aussage an dieser Stelle nicht möglich ist.

Bei dieser Methode wird der technisch nutzbare Faseranteil bezogen auf die trockene Ausgangsmasse ermittelt. Unter technisch nutzbarem Faseranteil wird der Teil der technisch nutzbaren Kurzfasern verstanden, die noch Verunreinigungen enthalten, wie etwa Schäben, die für viele technische Anwendungen keine negativen Auswirkungen haben [1].

Feinheit der Fasern, Faserbündel

Die Feinheit einer Faser oder eines Faserbündels ist der Quotient aus der Masse und der Länge der zu prüfenden Faser oder Faserbündel. Bei der Bestimmung der Feinheit geht man von einer gleich bleibenden Dichte und gleich bleibendem Querschnitt der Faser aus.

Die Feinheit wird zum einen gravimetrisch und zum anderen über das Airflow-Verfahren ermittelt.

Beim gravimetrischen Verfahren wird das Gewicht der Faserbündel ermittelt und auf deren Länge bezogen. Bei Festigkeitsuntersuchungen mittels Zugversuch wird für jedes zu reißende Faserbündel die Feinheit bestimmt [3], da je nach Feinheit andere Werte beim Zugversuch zustande kommen. Es ist

sinnvoll die unten beschriebene feinheitsbezogene Zugkraft als Maß zu verwenden.

Das Airflow-Verfahren ist eine indirekte Methode. Dabei macht man sich den Zusammenhang zwischen der Feinheit der Fasern und dem Strömungswiderstand der durch eine Faserschicht strömenden Luftmenge zu nutze. Bei der Durchströmung einer Kammer mit einer definierten Menge an Fasern wird ein konstanter dynamischer Luftdruck eingestellt. Der Strömungswiderstand der Fasern bewirkt einen Druckabfall. Aus dem Differenzdruck zwischen Eintritt in die Kammer und Austritt wird die Faseroberfläche bestimmt.

Weitere Methoden zur Feinheitsbestimmung beruhen auf der Vermessung von Fasern und Faserbündeln mittels optischer Verfahren. Dazu werden lichtmikroskopische Projektionen und automatisierte Bildanalyseverfahren eingesetzt. Diese Verfahren sind sehr zeitaufwändig und werden deshalb wenig angewandt.

Festigkeit

Die mechanischen Eigenschaften von Fasern können sich auf verschiedene Parameter beziehen. Die Zugfestigkeit ist definiert als die maximale Kraft bezogen auf die Ausgangsquerschnittsfläche [3].

Bei der feinheitsbezogenen Höchstzugkraft wird die Kraft auf die Feinheit der Stängel oder Faserbündel bezogen. Eine weitere wichtige Messgröße ist die Dehnung bei Höchstzugkraft. Sie beschreibt die prozentuale Längenänderung der Probe bei maximaler Kraft. Aus der Steigung im Spannungs-Dehnungs-Diagramm lässt sich der Elastizitäts-Modul (E-Modul) errechnen. Er beschreibt den Widerstand der Zugprobe gegen die Längenänderung.

Nach [4] ist die Einzelfaserfestigkeit größer als die der Faserkollektive. Die Einzelfaser selbst kann allerdings nur sehr schwierig auf ihre Festigkeit überprüft werden. In der Textilindustrie werden dafür Elementarfasern nach chemischem Aufschluss zu Garn versponnen und anschließend geprüft. Bastfasern werden in der Regel nach einer möglichst feinen Auflösung im Faserbündel auf die Zugfestigkeit geprüft. Auch bei sehr feiner "Vereinzelung" können in Zugversuchen nur Einzelfaserbündel getestet werden. Die Faserbündel werden von Hand auf einen Durchmesser von $\sim 0,1$ bis $0,05$ mm und eine Länge von 100 mm gebracht. Dabei müssen Brüche der Faserbündel vermieden werden. Um eine statistisch vertrauenswürdige Aussage zu erhalten, müssen pro Probe laut Methodenbuch Industriefaserlein 24 auswertbare Einzeluntersuchungen verfügbar sein [3]. Das entspricht einem Testaufwand von rund 50 Einzelun-

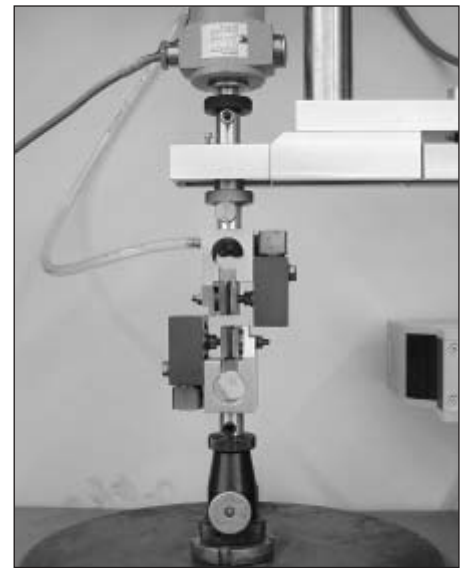


Bild 3: Zugprüfung eines Faserbündels

Fig. 3: Tensile test of a fibre bundle

tersuchungen. Hierzu wird das Faserbündel in der Zugprüfmaschine in eine Klemmbacke eingespannt und mit einem Gewicht von 2 g beaufschlagt, um eine konstante Vorkraft zu erzeugen. Danach wird mit dem Laserdiameter um das Faserbündel im Abstand von 30° der Durchmesser bestimmt. Aus dem Mittelwert der sechs Einzelwerte wird die theoretische Querschnittsfläche des Bündels berechnet. Anschließend wird das Faserbündel in einer zweiten Klemmbacke eingespannt und das Gewicht entfernt. Bevor der eigentliche Prüfvorgang beginnt, wird eine Vorkraft von 0,05 N aufgebracht, damit für jedes Faserbündel die gleiche Ausrichtung erzielt wird. Aus dem Zugkraft-Wegdiagramm werden die Werte der Höchstzugkraft, was bei Faserbündeln meist gleichbedeutend mit der Bruchkraft ist und die Werte der Längenänderung bis zur Höchstzugkraft entnommen.

Bestimmte Zugversuche müssen verworfen werden. Dazu zählen glatte Brüche. Diese sind auf eine vorherige mechanische Verletzung zurückzuführen. Brüche die direkt an den Klemmbacken auftreten. Diese werden verworfen, damit ein Einfluss der Klemmbacken ausgeschlossen werden kann. Und solche Zugversuche, bei denen das Bündel durch die Klemmbacken durchrutscht. So bleiben zur Auswertung nur die Zugversuche, die beim Bruch aufspließen.

Um diesen Aufwand zu umgehen, kann mit dem für Baumwoll-Fasern entwickelten Strength-Elongation-Meter (Stelometer) ein Faserbündelkollektiv geprüft werden.

Aufgrund unterschiedlicher Festigkeitswerte je nach Messmethode, muss man bei veröffentlichten Werten darauf geachtet werden, mit welcher Methode geprüft wurde.

Bei allen Untersuchungen sind auch die Raumbedingungen unter denen geprüft wird, wie etwa die Raumtemperatur und die Luftfeuchtigkeit von großer Bedeutung.