

# **Faserinspektion zur Optimierung der Oberflächenqualität von Faserplatten**

*Jürgen Bückner<sup>2</sup>, Oliver Pieper<sup>1</sup>, Jörg Hasener<sup>2</sup>, Benjamin Seppke<sup>3</sup>, Martin Ohlmeyer<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> vTI, Institut für Holztechnologie und Holzbiologie, Hamburg

<sup>2</sup> GreCon, Alfeld

<sup>3</sup> Universität Hamburg, KOGS

## **1 Einleitung**

Zur Produktion von Faserplatten, werden nach aktuellen Informationen aus einer laufenden Umfrage der Universität Hamburg und der Firma GreCon vorrangig langfaserige Nadelhölzer, wie insbesondere Kiefer, und vermehrt auch Sortimenten wie Fichte, Birke, Pappel oder auch Eucalyptus eingesetzt. Des Weiteren werden in vielen Bereichen der Faserplattenindustrie verstärkt alternative Rohstoffe wie Flachs, Hanf und weitere Produkte aus dem landwirtschaftlichen Sektor für die Produktion von Faserplatten erforscht.

Sowohl der aktuelle Rohstoffstand, als auch die Entwicklung hin zu neuen Rohstoffen, lenken das Augenmerk des Holzwerkstoff-Produzenten sowie der weiterverarbeitenden Industrie verstärkt auf die Eigenschaften des verwendeten Fasermaterials. Während Späne und Strands im Produktionsprozess von Holzwerkstoffen bereits frühzeitig nach Größen gesiebt und untersucht werden, können Fasern für die Produktion von MDF oder HDF nur durch einen Windsichter von Schweranteilen und Rindenrückständen getrennt werden. Die erste Kontrolle der Faserqualität erfolgt oftmals erst nach der Streuung der Fasermatte, durch eine sporadische, subjektive Beurteilung von Mitarbeitern oder an der fertigen Platte.

Der Einfluss der Faserqualität, definiert durch Größenverteilung und Fasermorphologie, ist bisher weitgehend unbekannt. Im Bewusstsein der Produzenten stehen neben einem hohen Staubanteil als verstärkter Leimverbraucher (bis zu 30 %), ebenfalls Shives (Faserbündel) als negative Einflussgröße bezüglich der Oberflächenqualität, Lackierbarkeit, Beschichtbarkeit und die Tiefziehqualität im Vordergrund.

Im Folgenden werden zwei Verfahren vorgestellt, welche am vTI-Institut für Holztechnologie und Holzbiologie zusammen mit der Firma GreCon und der Universität Hamburg in zwei Forschungsprojekten entwickelt wurden.

Die Fasergröße, die Faserlänge und die Faseranzahl (zugeordnet zu verschiedenen Größenklassen) je Flächeneinheit ist ein entscheidendes Maß bei der Produktion von Faserplatten (MDF und HDF). Die Gewinnung dieser Merkmale ist das zentrale Ziel der gemeinsamen Projekte. Ganz bewusst wurden hier die unterschiedlichen Ansätze der Online- und der Offline-Analyse gewählt.

Durch die Bestimmung der angesprochenen Merkmale direkt aus dem Produktionsprozess ist es möglich, sowohl die Faseraufbereitung (Kocher und Refiner) als auch das Endprodukt – die fertige Platte – in seiner Qualität zu kontrollieren. Die Faseraufbereitung ist mit über 50 % Anteil der energieaufwendigste Prozess der Faserplattenproduktion. Durch eine Überwachung der Fasereigenschaften kann dieser Prozess energetisch optimiert und Einsparpotentiale realisiert werden. Des Weiteren bestehen enorme Potentiale zur Prozesssteuerung und Produktverbesserung.

## **2 Online-Inspektion**

Die MDF kommt sowohl als Fußbodenplatte (Laminat) als auch als Möbelplatte zum Einsatz. Aktuelle Beschichtungstechniken wie etwa der Direkt- oder Digitaldruck als auch der Trend zu Hochglanzoberflächen stellen hohe Anforderungen an die Oberflächeneigenschaften der Platte. Die angesprochene Faserverteilung ist hier ein entscheidender Faktor für die Qualität des Produkts und die entstehende Ausschussmenge. Eine Kontrolle der Faserqualität, die bisher mangels adäquater Messgeräte nicht möglich war, ist nun online realisierbar.

### **2.1 Realisierung der Onlineinspektion**

Um eine kontinuierliche Inspektion der aktuellen Produktion zu erreichen, wurde ein kamerabasiertes System entwickelt. Die kontinuierliche Aufnahme der Oberfläche mit einer hochauflösenden Zeilenkamera ermöglicht es, eine repräsentative Aussage über die Faserzusammensetzung der produzierten Fasern zu liefern. Durch die Positionierung der Inspektionsanlage vor der Presse im Formstrang oder alternativ

direkt hinter der Presse, ist eine zeitnahe und kontinuierliche Rückführung der Ergebnisse möglich.



Abbildung 1: Konstruktionszeichnung des Online-Messsystems zur Faservermessung

## 2.2 Ansatz zur Bildinterpretation

Die durch die Kamera aufgenommenen Bilddaten werden schritt haltend an die Bildverarbeitungssoftware übergeben und ausgewertet. Dabei werden die größeren Fasern (ab einer Fläche von  $1 \text{ mm}^2$ ) detektiert. Diese werden im Folgenden als Shives bezeichnet. Für diese detektierten Shives werden folgende Merkmale bestimmt:

- **Typ** – dunkle (Rindenanteile und Leimkonglomerate) und helle Shives werden unterschieden
- **Faserfläche** und **Faserumfanglänge**
- **Hauptachsen** – die längste Gerade, die eine Faser repräsentiert und die orthogonal dazu liegende Achse
- **Exzentrizität** - ein Maß für die Abweichung von der Kreisform ( $=0$ ), bestimmt aus den beiden Hauptachsen
- **Gradient** – ein Maß, wie stark sich eine Faser von der Umgebung abhebt

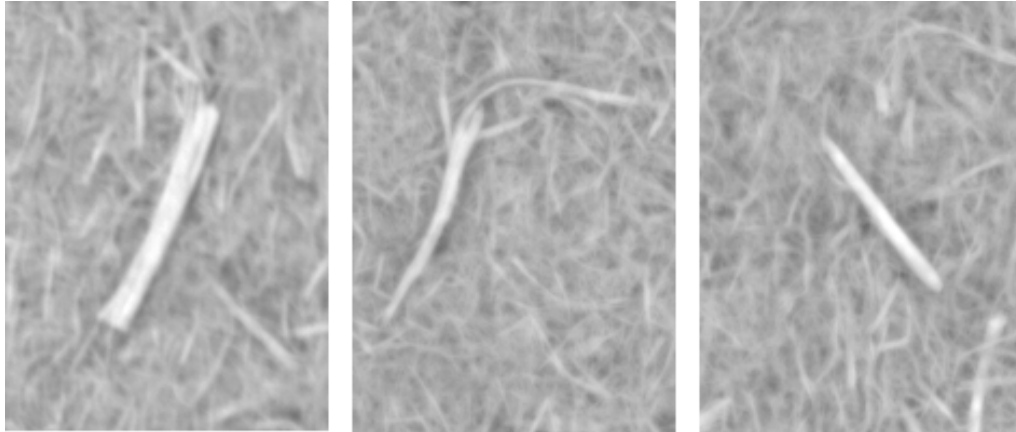


Abbildung 2: Beispieldaten aus der MDF-Produktion vor der Presse

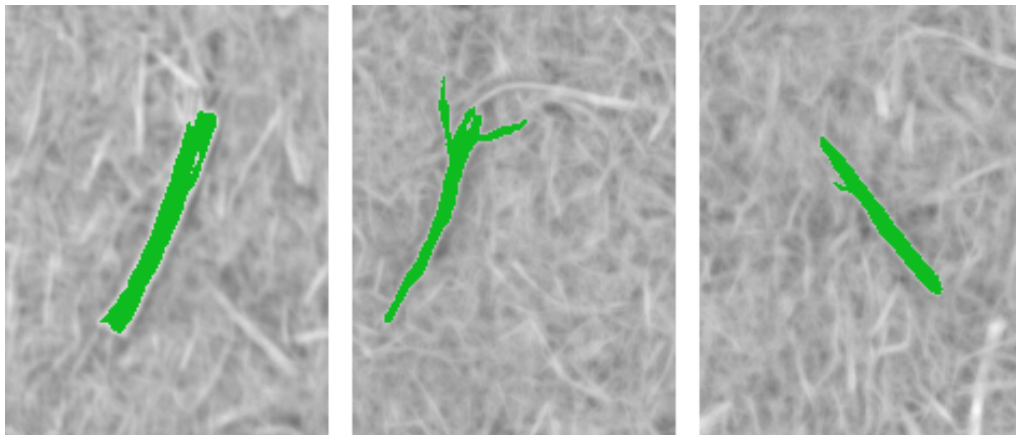


Abbildung 3: Segmentierungsergebnisse jeweils für den größten Shive

Für jeden im Bild erkannte Shive werden die oben genannten Merkmale berechnet. Von allen Shives werden die Merkmale *Fläche*, *Umfang*, *Exzentrizität* und *Gradient* aufgenommen und selbige in unterschiedliche Größenklassen eingeteilt. Die Grenzen der Aufteilung kann je nach Produktionsbedingungen gewählt werden. In nächsten Schritt wird die Anzahl der Shives je Flächeneinheit bestimmt, die einer Größenklasse angehören.

Die Abb. 4 zeigt den zeitlichen Verlauf für die Eigenschaft *Fläche* für drei Größenklassen. Zu sehen ist, dass die Anzahl der Shives je Flächeneinheit über die Zeit ansteigt.

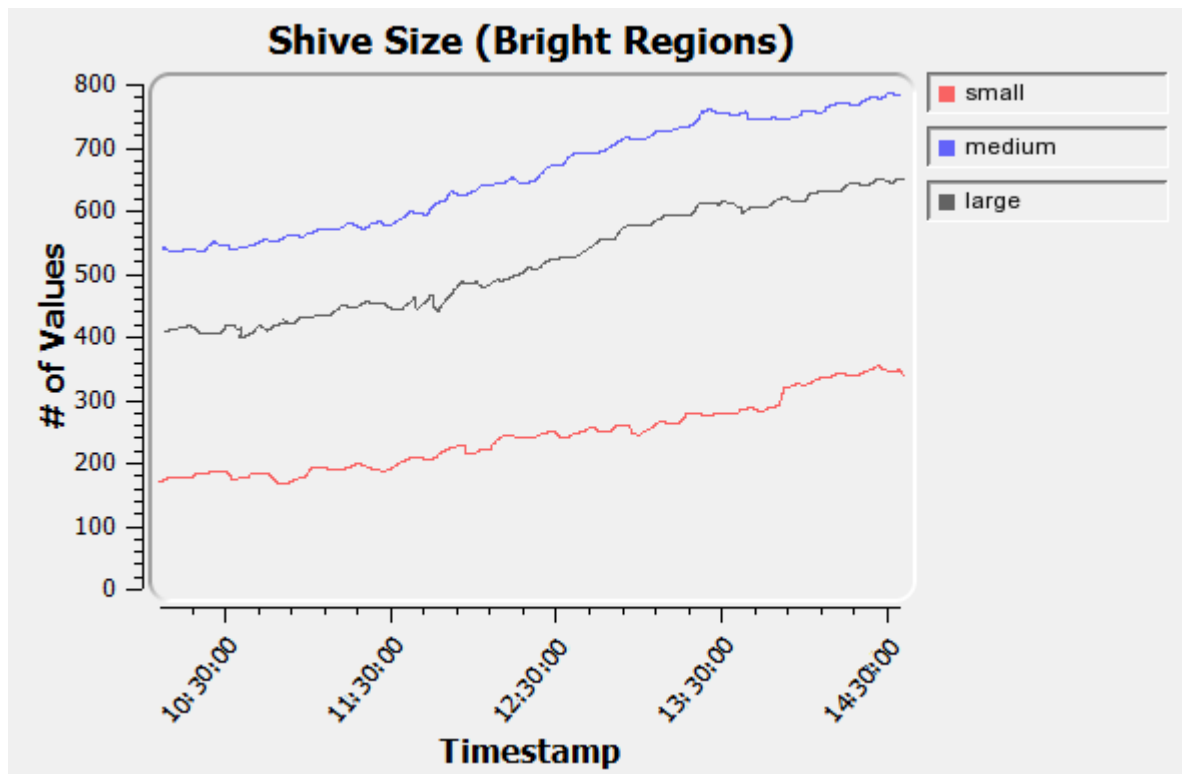


Abbildung 4: Zeitlicher Verlauf über die Shiveanzahl je Flächeneinheit für die Shivefläche

### 2.3 Ergebnisse / Nutzen in der Produktion

Mit dem vorgestellten System ist es möglich, das Vorhandensein von Shives, ihre Merkmale und ihre Häufigkeit bezogen auf eine Flächeneinheit zu überwachen und beim Über- oder Unterschreiten von Grenzwerten in den Prozess einzugreifen. Die kontinuierliche, repräsentative Messung erlaubt eine objektive Beurteilung der Fasergrößen und deren Auftretenshäufigkeit. Diese Informationen eröffnen die Steigerung der Rohstoff- und Energieeffizienz durch gezielte Steuerung der Faseraufbereitung (Refiner und Kocher).

Weiterhin erfolgt eine objektive Bewertung der Oberflächenqualität für die nachfolgende Plattenveredelung und ermöglicht so eine reproduzierbare Qualitätskontrolle. Der Einsatz von Energie und Rohstoff wird durch Verringerung von Produktionsschwankungen erreicht.

### 3 Offline-Inspektion

Alternativ zur Inlineuntersuchung der Grobanteile wurde parallel ein zweites Verfahren mit dem Ziel der Untersuchung der gesamten Fasergrößenverteilung

entwickelt. Die Produzenten von Faserplatten wünschen sich einen geringen Staubanteil ( $< 30 \mu\text{m}$ ) sowie möglichst wenig Grobpartikel, welche in Extremfällen bis zu mehrere Zentimeter lang sein können. Das gesamte Zwischenspektrum, welches sich über drei Zehnerpotenzen hin erstreckt, wird bisher nicht ausdifferenziert untersucht, da sowohl die technische Umsetzung bisher nicht realisierbar war, als auch komplexe Fasermorphologien nicht herkömmliche Größenbeschreibungen unterzubringen sind.

### **3.1 Zielsetzung der Offline-Inspektion**

Die Analyse des gesamten Faserkollektivs hat zum Ziel, detaillierte Angaben über Einflüsse von Rohstoffeigenschaften, Prozessparametern, wie Refiner- und Kochereinstellungen, sowie der resultierenden Platteneigenschaften zu erhalten. Diese grundlegenden Parameter werden im Labormaßstab untersucht.

Die Anforderung an eine Komplettvermessung der Fasergrößenverteilung und Partikelmorphologie werden im Folgenden dargestellt:

- Messung eines Größenspektrums über drei Zehnerpotenzen
- Konstante Aufnahmebedingungen
- Vereinzelung aller zu messenden Objekte
- Größendefinition mehrdimensionaler verzweigter Objekte
- Kontinuierliche Messung von etwa einer Million Objekten
- Reinigung des Systems

### **3.2 Realisierung der Offlineinspektion**

Nach intensiver Analyse bestehender Messsysteme wurde deutlich, dass sich kein bestehendes System optimal für detaillierte Untersuchung von MDF/HDF-Fasern adaptieren lässt. Systeme aus der Papierindustrie haben ein zu kleines messbares Größenspektrum und verstopfen durch die zum Teil groben Fasern sehr schnell. Vibrationssiebe, welche für die gravimetrische Fraktionierung von Spänen eingesetzt werden, verstopfen schnell oder bilden Faserbällchen aus.

Aus den vielseitigen Anforderungen wurde der in Abbildung 5 dargestellte Aufbau realisiert. Die Fasern werden in einem speziellen Rohrsystem weitgehend vereinzelt,

fallen auf eine rotierende Glasscheibe und werden dort hochauflösend abgelichtet. Eine nachgeschaltete Reinigungseinheit entfernt die gemessenen Partikel.

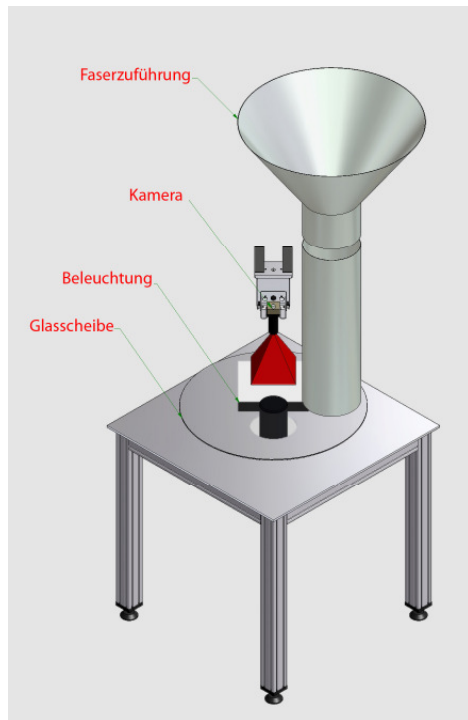


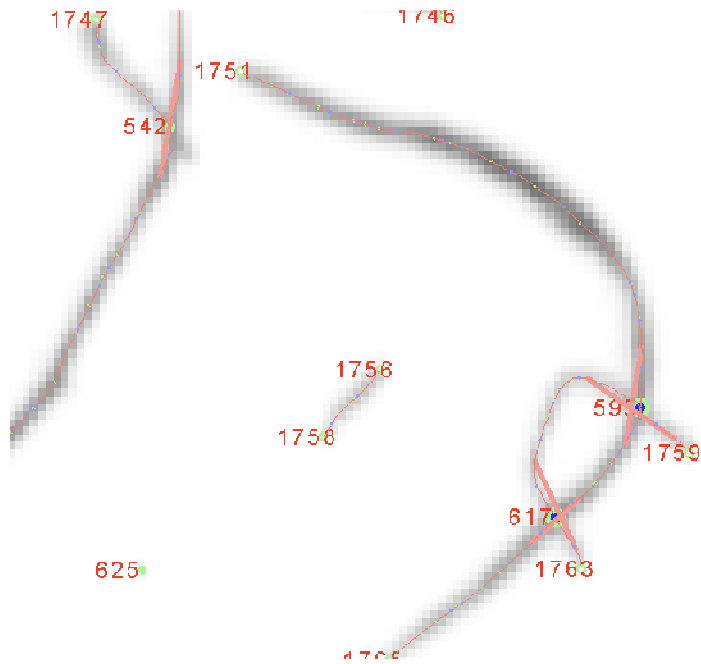
Abbildung 5: Schema des Offline-Messsystems zur Faservermessung

### 3.3 Optische Umsetzung

Die einzige Möglichkeit das breite Größenspektrum unter konstanten Bedingungen zu vermessen ist die Bildanalyse. Nur eine hochauflösende Kamera, welche eine Ortsauflösung von mindestens 1200 dpi (1 Pixel = 21,2  $\mu\text{m}$ ) besitzt, bietet genügend Bildinformationen, um eine native, vereinzelt Faser mit einer Breite von circa 30  $\mu\text{m}$  abbilden zu können. Um die, durch die begrenzte Auflösung einer Kamera eingeschränkte, Messgenauigkeit der Fasereigenschaften zu erhöhen, wurden zusätzlich Algorithmen angewendet, welche die Messungen im Subpixelbereich vornehmen. Mit diesen Verfahren ist es möglich die Präzision so zu verbessern, dass sie oberhalb der Ortsauflösung des Kamerabildes liegt.

### 3.4 Faseraufbereitung

Die Fasern werden im Luftstrom durch ein Rohrsystem getragen, bevor sie möglichst vereinzelt auf der Glasplatte auftreffen. Da die grundlegende Eigenschaft von Holzfasern sich miteinander zu verhaken, nicht ausgeschlossen werden kann, wurden Bildverarbeitungsverfahren entwickelt, die sich überlappende Elemente optisch trennen und separat vermessen können (vgl. Abbildung 6).



**Abbildung 6: Automatische Fasertrennung der Software**

Die Fasern werden entlang der Hauptachse der Länge nach vermessen. Neben der Länge werden auch Breite, Knicke, Krümmung und Verzweigung als morphologische Beschreibungsparameter aufgenommen, und können im Folgenden mit Rohstoff- oder Prozessparametern korreliert werden. Die Längenmessungen der Fasern wurden mit mikroskopischen Referenzmessungen verifiziert. Eine Übereinstimmung von über 99 % verdeutlicht die Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit der Messungen.

**Tabelle 1: Automatische Fasertrennung der Software mit Referenzmessungen**

Faser ID	Errechnete Länge [ $\mu\text{m}$ ]	Gemessene Länge [ $\mu\text{m}$ ]	Differenz [ $\mu\text{m}$ ]	Differenz [%]
F76	999,44	994,66	4,78	0,48
F92	1320,58	1322,90	2,32	0,18
F95	761,97	768,94	6,98	0,92



## **4 Schlussfolgerungen**

Ziel der Entwicklung der Systeme zur Detektion und Vermessung von Fasern war es, in einem möglichst frühen Prozessstadium die Qualität der aktuell laufenden Produktion zu kontrollieren, um so die Produktion einer Platte mit homogener Qualität zu ermöglichen. Diese Kontrolle umfasst mit den beiden vorgestellten Verfahren das gesamte Größenspektrum der in MDF vorkommenden Fasergrößen. Die präsentierten Verfahren ermöglichen es so erstmalig alle Einflüsse, die aus den verschiedenen Größenspektren resultieren mit ihren Auswirkungen auf das Produkt zu verifizieren. Weiterhin werden Energieeinsparpotentiale zur Energieeffizienzsteigerung der Produktion aufgezeigt.

Die Onlinemessung von Shives auf der Mattenoberfläche, die bisher die frühestmögliche Position im Prozess ist, bietet reproduzierbare Ergebnisse und ist im technischen und finanziellen Rahmen darstellbar. Die Offlinemessung dient der Analyse der Einflüsse von Produktionsparametern auf die Fasereigenschaften, sowie der Fasereigenschaften auf die resultierenden Platteneigenschaften. Einzelne Parameter können hier gezielt geprüft werden und grundlegendes Know-how über das breite Spektrum zwischen Staubanteil und Shives erlangt werden.

Mit dem Einsatz der vorgestellten Systeme, kann die für die Produktion notwendige Größenverteilung von Fasern im Bezug auf die physikalischen und mechanischen Eigenschaften des Endproduktes ermittelt werden. Weiterhin ist die Gewinnung von objektiven Kennzahlen möglich, mit denen sich die Qualität und die Eigenschaft der produzierten Platten beschreiben lassen, um so Platten für die verschiedenen Anforderungen (Tiefziehqualitäten, Direktlackierung- und Beschichtung etc.) zu produzieren.

## **5 Ausblick**

Langfristig soll auch die gesamte Fasergrößenverteilung online arbeiten können. Hierzu kann die als Offline-Inspektion benannte Methode über einen Bypass aus der Blowline kontinuierlich mit Fasern versorgt werden. Doch werden in einem kommenden Projekt erstmals detailliert Einflüsse von Rohstoffen und einzelnen Produktionsparametern separat untersucht.

Das Online-System ist seit einigen Monaten als Prototyp im Einsatz, und wird im Jahr 2012 als Produkt verfügbar sein.