

# **Auswirkungen der Nutzung von Daten der Lieferkette von Pflanzenfasern auf die Produktionsplanung**

Stefan Friedemann, Hendrik Hilpert, Prof. Dr. Matthias Schumann

Professur für Anwendungssysteme und E-Business  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 5  
37073 Göttingen

stefan.friedemann@wiwi.uni-goettingen.de  
hendrik.hilpert@wiwi.uni-goettingen.de  
mschuma1@uni-goettingen.de

**Abstract:** Der Einsatz von RFID oder Sensoren in Lieferketten führt zu mehr verfügbaren Daten. In diesem Artikel werden die Potentiale der präziseren und frühzeitigeren Datenerhebung entlang der Lieferkette von Pflanzenfasern analysiert. Anschließend wird dargestellt, welche potentiellen Auswirkungen die so verbesserte Datengrundlage auf die Produktionsplanung mit diesen Rohstoffen hat. Es zeigt sich, dass die spezifischen Unsicherheiten in diesen Lieferketten durch verbesserte und frühzeitigere Planung reduziert werden können.

## **1 Entwicklungen in der Lieferkette von Pflanzenfasern**

Die Verwendung von Pflanzenfasern nimmt durch die verstärkte Nutzung von Verbundwerkstoffen wie naturfaserverstärkten Kunststoffen (NFK) oder Wood-Plastic-Composites (WPC) immer weiter zu [FNR08][Vo06]. Neben Substitutionsmöglichkeiten der Fasern untereinander müssen in der Produktionsplanung auch verstärkte Unsicherheiten aufgrund natürlicher Umwelteinflüsse berücksichtigt werden. Unsichere Faktoren sind bspw. Liefertermine, Zustand der Fasern und auch die Quantität der Fasern. Durch die Technisierung der Lieferketten im Agrarbereich entstehen immer mehr Daten. Insbesondere können diese bereits zum Zeitpunkt der Ernte erfasst oder bei der Nutzung von modernen Landmaschinen mit Messsensoren sogar noch davor erhoben werden. Es liegt nahe, diese Daten für die Produktionsplanung zu nutzen und so die Planbarkeit der Rohstoffe zu unterstützen. In diesem Artikel werden potentielle Nutzungsmöglichkeiten der Daten hergeleitet und weitere Forschungsfragen aufgezeigt.

## **2 Verbundwerkstoffe und Unsicherheiten in der Lieferkette**

Verbundwerkstoffe sind eine Unterart der Biowerkstoffe, welche vollständig oder zumindest in „relevantem Maße“ aus nachwachsenden Rohstoffen wie Holz, Naturfasern

oder Stroh hergestellt werden [No10]. Aktuell gelten die Wood-Plastic-Composites (WPC) und die naturfaserverstärkten Kunststoffe (NFK) als bekannteste und am stärksten nachgefragte Verbundwerkstoffe. Bei WPCs werden Holzfasern mit Polymeren gemischt, wodurch verbesserte Materialeigenschaften erreicht werden. NFKs werden häufig als Substitut für glasfaserverstärkte Kunststoffe gesehen, bieten aber auch neue Anwendungsmöglichkeiten [No10]. Ähnlich wie bei den WPCs werden Kunststoffe mit Naturfasern vermischt. Bei beiden Verbundwerkstoffen sind die Anteile an nachwachsenden Rohstoffen und Kunststoffen variabel, was in der Planung entsprechend flexibel abgebildet werden muss [FNR10]. Diese Variationsmöglichkeit bietet den Vorteil, dass verschiedene Faserarten untereinander substituiert werden können. So kann im Falle der Nichtlieferbarkeit einer Faser eine andere verwendet werden. Auch bei WPCs können Holzfasern durch Pflanzenfasern ersetzt werden [Vo06]. In diesem Artikel werden wir uns daher auf die Lieferkette von Pflanzenfasern im Hinblick auf deren Einsatz in Verbundwerkstoffen fokussieren.

An der Lieferkette sind verschiedene Akteure beteiligt, welche sich in Land- oder Forstwirte, Logistikdienstleister, Verarbeiter (z. B. ein Faserwerk zur Aufbereitung und Veredelung) und Produzenten unterteilen lassen. Die Lieferkette der Pflanzenfasern, welche als Bestandteil in die WPCs und NFKs eingehen, unterliegt neuen und in der Industrie bislang eher wenig beachteten Herausforderungen [Na03][MB95][De85]. Das natürliche Wachstum ist von exogenen Einflüssen wie dem Wetter abhängig, so dass Ernte- und Lieferzeitpunkte nicht exakt fixiert werden können [FS11]. Ebenso können die Materialqualitäten aufgrund von Beschädigungen, Wettereinflüssen oder Schädlingsbefall schwanken und nicht immer den geforderten Qualitäten entsprechen. Die Produktionsplanung mit diesen Rohstoffen unterliegt daher Unsicherheiten, wodurch sich ein erhöhter Planungsaufwand bspw. in Form von Aktualisierungen, Substitutionsplanung oder Datenaustausch mit Lieferanten ergibt.

### **3 Einsatz von IT entlang der Lieferkette von Pflanzenfasern**

Die Lieferkette von Pflanzenfasern ist aufgrund der beteiligten Partner und der kleinen Unternehmensgrößen bislang nicht stark von moderner Informationstechnologie durchdrungen. Pilotversuche zeigen allerdings, was sowohl aus wissenschaftlicher als mittlerweile auch aus praktischer Sicht möglich ist. Einige Einsatzszenarien aus der Holzwirtschaft belegen vielversprechende Ergebnisse und eine Übertragbarkeit auf die Agrarwirtschaft scheint möglich [SWC09][Si08]. In Versuchen wurden Baumstämme vom Erntegerät vollautomatisch mit RFID-Tags (Radio Frequency Identification) versehen, um so eine kontaktlose und automatisierte Identifizierung der einzelnen Stämme entlang der weiteren Lieferkette zu ermöglichen. Die weiteren Transportfahrzeuge und Verarbeiter wurden ebenfalls mit Lesegeräten ausgestattet. Auf diese Weise entstehen entlang der Lieferkette Echtzeitdaten, welche bislang nicht vorhanden waren. Mittels der eindeutigen Identifikationsnummer der RFID-Tags können weitere Informationen wie bspw. Qualität, Länge oder Ernteort mit den Logistikdaten verknüpft werden. Die RFID-Tags zeigten sich robust genug, um auch im Umfeld von natürlichen Einflüssen und Bewegungsarbeiten zu funktionieren. Die RFID-Technologie erscheint auf den ersten Blick auch im Umfeld von Pflanzenfasern anwendbar.

Allerdings ergeben sich besondere Herausforderungen: Im Gegensatz zu Holz ist es ökonomisch nicht sinnvoll, einzelne Pflanzenfasern mit einem RFID-Chip zu versehen, sondern nur Bündelungen oder Transporteinheiten [FS11]. Für diese Transporteinheiten können Zusatzdaten erhoben und mit den Identifikationsnummern verknüpft werden. Daneben muss beachtet werden, dass bei jedem Aufbruch der Bündelungen die Informationen beibehalten und diese ebenfalls „aufgeteilt“ werden müssen. Dieses kann durch Verknüpfung der neuen Teillieferungen (und somit der neuen Datensätze) mit dem Datensatz der ersten Lieferung gewährleistet werden.

Zusatzdaten können mittlerweile auch von immer mehr Landmaschinen gemessen und erhoben werden. So ist es bspw. möglich, mittels Lichtsensoren an Dünge- und Erntemaschinen den Chlorophyllgehalt von Pflanzen zu messen, durch Infrarotlicht die Biomasse oder auch Werte über Feuchtigkeit und Stickstoffgehalt [Zi11]. Diese Daten ermöglichen während der Wachstumszeit Prognosen über Quantität und Qualität der Rohstoffe, im Erntezeitpunkt werden diese Daten nochmals konkretisiert. So kann der Abnehmer der Rohstoffe die bislang unsicheren Faktoren Quantität und Qualität besser einschätzen, was sich in einer verbesserten Planungsgrundlage widerspiegelt. Wie diese Daten in der Produktionsplanung genutzt werden können, wird im folgenden Kapitel geschildert.

#### **4 Nutzung der Daten in der Produktionsplanung**

Die Daten aus der Lieferkette können in verschiedenen Planungsebenen der Produktionsplanung genutzt werden. In diesem Kapitel werden potentielle Nutzungsmöglichkeiten der Daten aufgezeigt. Zunächst kann durch Prognosen über Qualität und Quantität während der Wachstumszeit eine Grobplanung vorgenommen werden, um einen Ausgleich zwischen Aufträgen und Rohstoffangebot zu schaffen. So können bspw. Fehlmengen frühzeitig erkannt werden. In der Produktionsprogrammplanung können für verschiedene Szenarien vorab Pläne erstellt werden: So lässt sich z. B. ein Produktionsplan für das Szenario „schlechte Rohstoffqualität“ und einer für das Szenario „gute Qualität“ erstellen [FS12]. Durch die bessere Datengrundlage, welche im vorherigen Kapitel erläutert wurde, können sowohl die zu planenden Szenarien als auch die dafür zu prognostizierenden Werte besser eingeschätzt werden. Anhand der Szenarien kann später, bei Bekanntwerden der tatsächlichen Liefermenge und -qualität, der durchzuführende Produktionsplan ausgewählt werden. Wenn Daten mehrmals zu verschiedenen Zeitpunkten erhoben werden, können die Szenarien im Rahmen einer rollierenden Planung regelmäßig aktualisiert werden. Die tatsächlichen Mengen- und Qualitätswerte werden durch die Landmaschinen während der Ernte erhoben, wodurch diese frühzeitiger als bislang zur Verfügung stehen. Die eindeutige Identifikation der Rohstoffe ermöglicht beim Eintreffen die Zuordnung von Rohstoffen zu Produktionsaufträgen. Wie bereits dargestellt, können verschiedene Faserarten oder Holz in den Verbundwerkstoffen gegen andere Fasern ausgetauscht werden. Diese Substitutionsmöglichkeiten können durch die verbesserte Datengrundlage ebenfalls präziser und vor allem frühzeitiger geplant werden, so dass bspw. eine Ersatzlieferung beauftragt werden kann.

## 5 Zusammenfassung

Es wurde dargestellt, dass die vermehrte Nutzung von Sensoren und IT wie bspw. die RFID-Technologie entlang der Lieferkette von nachwachsenden Rohstoffen zu einer verbesserten Datengrundlage für die Produktionsplanung von Verbundwerkstoffen führen kann. Zunächst entsteht der theoretische Vorteil, dass die Produktionspläne nicht erst beim Eintreffen der Rohstoffe, sondern schon frühzeitig erstellt und entsprechend der realen Liefersituation angepasst und eingeplant werden können. Ein weiterer potentieller Vorteil ist, dass eine Rückverfolgbarkeit von Rohstoffen über die Lieferkette möglich wird. Die steigenden Anforderungen durch rechtliche Rahmenbedingungen und Zertifizierungssysteme erfordern eben diese Rückverfolgbarkeit auch für die eingesetzten Rohstoffe. In weiteren Forschungsvorhaben sollte geprüft werden, ob eine rollierende Planung tatsächlich zu besseren Planungsergebnissen führt. Die Ergebnisse sollten in Relation zu den Planungsergebnissen mit einmaliger oder gar nicht stattfindender Vorabplanung auf ihre Vorteilhaftigkeit geprüft werden. Eine weitere interessante Fragestellung wäre, ob die einmalig erhobenen Daten über Faktoren wie Standorte, Licht- und Wetterverhältnisse auch in Prognosemodelle überführt werden können, welche eine ausreichende Planungsqualität ohne tatsächliche Messungen erreichen könnten.

## Literaturverzeichnis

- [De85] Dennis, B., Brown, B.E., Stage, A.R., Burkhart, H.E., Clark, S.: Problems of Modeling Growth and Yield of Renewable Resources. *The American Statistician*, 15, 1985; S. 374-383.
- [FNR08] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR): Naturfaserverstärkte Kunststoffe, Gülzow 2008.
- [FNR10] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR): Nachwachsende Rohstoffe in der Industrie, Gülzow 2010.
- [FS11] Friedemann, S., Schumann, M.: Potentials and Limitations of RFID to Reduce Uncertainty in Production Planning with Renewable Resources. *Journal of System and Management Sciences*, 1, 2011; S. 47-66.
- [FS12] Friedemann, S., Schumann, M.: Berücksichtigungsmöglichkeiten von Beschaffungsunsicherheiten in den Grunddatenstrukturen von PPS-Systemen. *Arbeitsbericht der Professur für Anwendungssysteme und E-Business*, 2, 2012.
- [Na03] Narodoslawsky, M.: Renewable Resources – New Challenges for Process Integration and Synthesis. *Chemical and biochemical engineering quarterly*, 17, 2003; S. 55-64.
- [No10] nova-Institut für Ökologie und Innovation GmbH: Branchenführer Innovative Biowerkstoffe 2010. Hürth, 2010.
- [MB95] McCarthy, M.A., Burgman, M.A.: Coping with uncertainty in forest wildlife planning. *Forest Ecology and Management*, 74, 1995; S. 23-36.
- [Si08] Sirkka, A.: Modelling Traceability in the Forestry Wood Supply Chain. In *ICDE Workshops 2008*; S. 104-105.
- [SWC09] Stiebitz, N., Wittau, F., Chmara, S.: Intelligentes Holz – RFID in der Rundholzlogistik. *AFZ-DerWald*, 10, 2009; S. 516-517.
- [Vo06] Vogt, D., Karus, M., Ortmann, S., Gahle, C.: Wood Plastic Composites. [http://www.nova-institut.de/pdf/06-01\\_WPC-Studie.pdf](http://www.nova-institut.de/pdf/06-01_WPC-Studie.pdf), 2006.
- [Zi11] Ziegler, P.-M.: Precision Farming. *c't*, 13, 2011; S. 78-83.