

Heike Gottschalk, Einbeck

## Kurzfaserlein

### Optimierungsstrategien der Produktion und Verwertung sowie Stoffeigenschaften von technisch nutzbarem Kurzfaserlein

Die Veranlassung zur Bearbeitung der Frage nach einer ökonomisch sinnvollen Erzeugung von Naturfasern in Deutschland, also in klimatisch gemäßigten Breiten, lag in der Erkenntnis, dass ein Substitutionsbedarf für nur bedingt umweltverträgliche, synthetisch hergestellte Fasern besteht. Diese synthetischen Fasern werden zu Preisen gehandelt, die einen lohnenden Anbau für die landwirtschaftlich erzeugten Fasern in Aussicht stellen.

Ziel des Forschungsverbundes war die Entwicklung von Optimierungsstrategien der Erzeugung und Verwertung technisch nutzbarer Leinfasern und für das Recycling der daraus hergestellten Verbundwerkstoffe. Die Faser soll umweltbelastende und gesundheitsgefährdende synthetische, nicht recyclingfähige Mineralfasern ersetzen und geschlossene Stoffkreisläufe ermöglichen.

Erforderlich hierfür waren wissenschaftliche Grundlagen für eine wettbewerbsfähige und umweltschonende Produktion qualitativ hochwertiger technischer Fasern, ihre Verarbeitung zu umweltverträglichen Verbundwerkstoffen sowie daraus die Herstellung von Recyclingprodukten.

Der Forschungsverbund aus Unternehmen und Forschungsinstituten für Pflanzenzüchtung, für Landtechnik, für Faserverarbeitung und der Automobilindustrie gewährleistet, dass durch eine zügige Rückkopplung von den nach- zu den vorgelagerten Erzeugungsebenen Einflüsse der Materialqualität auf die Verarbeitungsfähigkeit sowie die resultierende Produktqualität erfasst werden, so dass die umgehende Analyse und Bewertung der bestimmenden Einflussfaktoren gewährleistet ist. Damit ist auch die sofortige Umsetzung neuer Erkenntnisse in das Selektionsprogramm im Bereich der Züchtung ge-

geben, so dass hier parallel zu den Forschungsergebnissen der Industrie neue Sorten entwickelt werden können.

Aus ökonomischer Sicht sind die neuen Genotypen besonders wertvoll, da aufgrund der weiteren Verbesserung der Reifesynchronisation zwischen Faser- und Samenreife nicht nur die Fasern als Ersatz für Glasfasern (Handelspreis etwa 4,- DM/kg) eingesetzt, sondern bei gleichzeitiger Nutzung qualitativ hochwertigen Saatgutes Deckungsbeiträge erzielt werden können, die einen subventionsfreien Anbau für die Landwirtschaft ermöglichen.

Aus vorangegangenen Projekten war eine breite genetische Basis (Arbeiten des Instituts für Pflanzenbau, Lehrstuhl für Speziellen Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Bonn, Prof. Heyland) vorhanden, anhand derer durch Informationsaustausch mit der verarbeitenden Industrie neue Genotypen gezüchtet wurden, die den besonderen Qualitätsanforderungen industrieller – nicht-textiler und hochwertiger – Einsatzgebiete gerecht werden.

#### Einordnung des Verfahrens

Die Ernte der Fasern und Samen kann bei Leinsorten für die Nutzung als Industriefa-

Dr. Heike Gottschalk ist als Produktkoordinatorin der Sparte Mais bei der KWS-Saat AG tätig und war von 1993 bis 1996 am Lehrstuhl für Landtechnik der Universität Bonn (Leiter: Prof. Dr.-Ing. K.-H. Kromer); e-mail: h.gottschalk@kws.de

#### Schlüsselwörter

Faserlein, Stoffeigenschaften, Entholzung, Ernteverfahren

#### Keywords

Flax, physical properties, decortification, harvesting technology

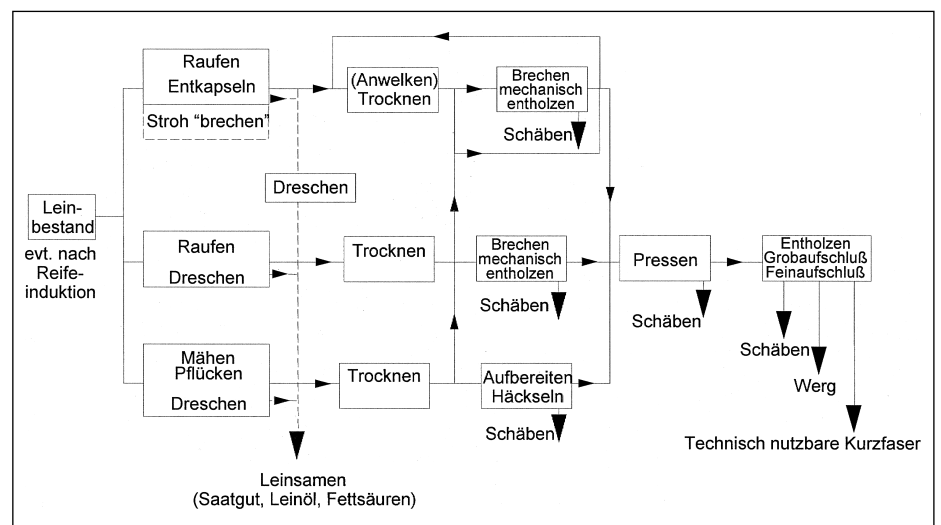


Bild 1: Prozessphasen der Faser- und Samenerzeugung bei Lein

Fig. 1: Process phases in the linseed fibre and seedproduction

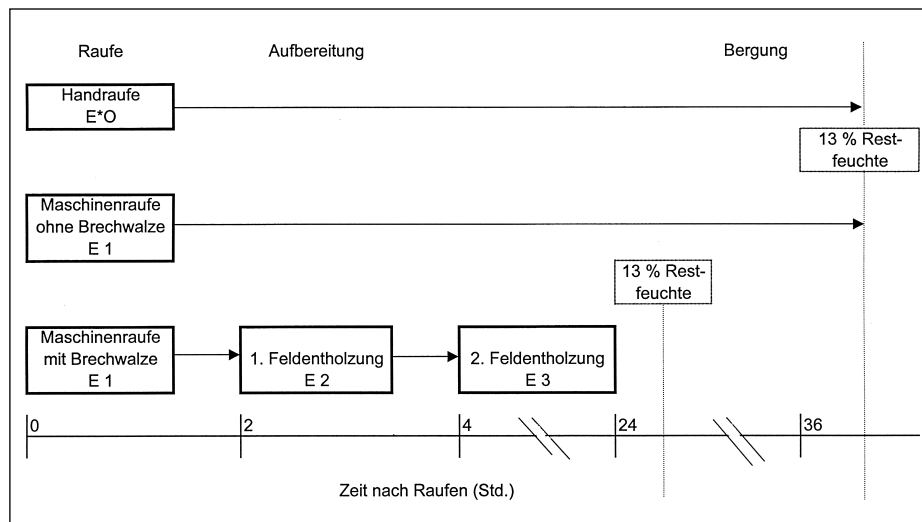
ser zu einem Termin erfolgen. Zum Zeitpunkt der biologischen Abreife beträgt die Strohfeuchte 50 bis 60%. Für ein lagerfähiges Produkt ist deshalb die Trocknung des Fasermaterials erforderlich [11]. Dies geschieht bei dem traditionellen Verfahren durch getrennte Wende- (Feld) und Entholzungsvorgänge (Maschinenhalle).

Das Trocknen des Strohs (Desorption) kann in Analogie zur Futterernte durch einen Stengelauflschluss beschleunigt werden (Feldflachsbrecher). Weiterhin kann die Abreife auch durch chemische oder thermische Verfahren induziert werden [7].

Die Prozessphasen der Faser- und Samenerzeugung für technisch nutzbare Leinfaser sind in *Bild 1* dargestellt.

Moderne Erntemaschinen integrieren Mähen oder Raufen und Dreschen in einer Maschine, wozu Mähdrescher mit Standard- oder Spezialschneidwerken, beziehungsweise Pflückvorsätzen und Flachsräumen mit Entkapselungs- und Drescheinrichtungen ausgestattet sind [13].

Unter dem Gesichtspunkt der Kostensenkung durch Einsparung von Arbeitsvorgängen und der Verlustminderung durch Verringerung des Ernterisikos wurden in ei-



*Bild 2: Flussschema der Feldtrocknung bei Feldentholzung [8, verändert]*

*Fig. 2: Flow scheme for field retting with field decortification [8, altered]*

nem Prototyp die drei Prozessphasen Raufen, Entkapseln und mechanisches Entholzen („Brechen“) kombiniert und erprobt. Beim derzeitigen Stand der Technik ist für eine störungsfreie Entholzung der Stengel eine Entkapselung erforderlich. Eine Gegenüberstellung der Fasererträge nach konventionellem Röstprozess und moderner Feldentholzung enthält *Tabelle 1*.

Durch *Entholzung* (Abscheiden der Schäben) kann die Strohmasse um bis zu 50% re-

duziert werden. Hierzu wird das geraufte und im Schwad abgelegte Material bis zu zweimal mit einem Bahmer-Flachsbrecher entholzt. Durch diesen Arbeitsschritt auf dem Feld wird zum einen der Fasergehalt im Erntematerial erhöht und die Transportmasse reduziert. Weiterhin wird durch das Brechen und mehrfache Entholzen auf dem Feld der Trocknungsprozess (*Bild 2*) beschleunigt und damit das Risiko eines Ernteverlusts durch schlechte Witterung ver-

	Traditionelles Verfahren (n=25) Raufen Rösten Trocknen Schwingen (Langfaser)	Neues Verfahren (n=18) Raufen Entholzungswalzen Welken/Trocknen Entholzungsverfahren (Industriefaser)	Differenz (%)
Strohertrag (dt/ha)	64,4	74,4	+16
Fasergehalt (%)	24,6	33,0	+34
Faserertrag (dt/ha)	16,0	24,7	+54

Table 1: Straw and fibre yield versus harvesting and decortification methods [4]

mindert (für die traditionelle Leinfaserproduktion wird mit einem Totalverlust der Ernte alle fünf Jahre gerechnet: zur Röste (biologischer Faseraufschluss) verbleibt das Material für etwa sechs Wochen auf dem Feld, so dass das Röststroh bei anhaltend feuchter Witterung nicht geborgen werden kann). Je nach ökonomischer Wertschöpfung können mehr oder weniger Schäben von den Fasern durch Feldeintholzung abgetrennt werden. Durch das neue Ernteverfahren (Raufen mit Entkapselung, Strohaufbereitung und Feldeintholzung) kann zu einem typischen Erntetermin im August innerhalb eines Erntetages eine lagerfähige, technisch nutzbare Kurzfasern mit rund 13 bis 15% Gutfeuchte geborgen werden (Bild 2). Die gezielte Bearbeitung des Stroh ermöglicht die Produktion von Fasern definierter und hoher Qualität.

Da für die industrielle Nutzung alle Sekundärfasern verwertbar sind, werden bei Industriefaserlein Erträge bis zu 38 dt/ha an technisch nutzbarer Kurzfasern erzielt. Neben der Faser können bis zu 19 dt/ha Samen geerntet werden.

Die Erzeugung von qualitativ hochwertigen Naturfasern ist in Deutschland möglich, muss aber trotzdem kritisch betrachtet werden. Erzielbare Absatzpreise und deren Schwankungen sind mitzukalkulieren. Dabei ist zu beachten, dass für verschiedene Einsatzbereiche zum Teil nur geringe Preise (Geotextilien und Dämmstoffe: nur geringe Ansprüche an mechanische Eigenschaften der Fasern) erzielt werden können. Unter solchen Voraussetzungen ist eine rentable Produktion unwahrscheinlich, da langfristig nicht mit der derzeitigen Höhe von Flächenbeihilfen und Stilllegungsprämien gerechnet werden kann. Ziel muss es daher sein, qualitativ hochwertige Ware für hohe technische Ansprüche zu erzeugen.

Ein großes Potenzial wird bei Fasern für Kunststoffverbundwerkstoffe gesehen, falls es gelingt, in Bereiche zu gelangen, die bisher durch Glasfaser besetzt sind. In einem ersten Schritt könnten bis 30000 t und in einem zweiten Schritt bis zu 250000 t Naturfasern eingesetzt werden.

### Qualität von Industriefaserlein

Die technische Anwendung von Leinfasern zur Substitution von synthetischen Fasern erfordert für das Qualitätskriterium Faser-

länge lediglich kurze Fasern von > 10 mm, möglichst im Bereich von 30 bis 100 mm. Deswegen kann auf eine gleichmäßige, den Faserverbund nicht beeinflussende Faserfreilegung, etwa durch Röste verzichtet und eine Einkürzung bei mechanischer Entholzung akzeptiert werden. Hieraus wurde eine Kurzfasern- oder Industriefaserlein-Technologie entwickelt, durch die Verluste bei dem Qualitätskriterium Zugfestigkeit verringert werden können [5, 9, 11]. Die Wechselwirkungen zwischen biologischen Eigenschaften (Fasereigenschaften verschiedener Sorten in Wechselwirkung mit Umwelteinflüssen), Prozesstechnik und Qualitätskriterien

Tab. 2: Bedeutung der Stoffeigenschaften von Naturfasern für unterschiedliche Verwendungen [2]

Table 2: Importance of material properties of natural fibres for different uses [2]

Anwendungsgebiet:	Textilien	technische Textilien	Geotextilien	Vliese, Vliesstoffe	Verbundwerkstoffe	Reibbeläge	Bau (Dämmstoffe)	Papier-Industrie
<b>Stoffeigenschaft</b>								
<i>Geometrische Eigenschaften der Faser</i>								
Länge	++	++	++	++	++	++	++	++
Kräuselung	++	++	++	++	++	++	+	+
Durchmesser und Querschnittsfläche	++	++	++	++	++	++	++	++
<i>Gravimetrische Eigenschaften der Faser</i>								
Feinheit	++	++	++	++	++	++	++	++
Dichte	++	++	++	++	++	++	++	++
Trockenmassenanteil, Feuchteanteil	++	++	++	++	++	++	++	++
Feuchtigkeitsaufnahme und -abgabe	++	++	++	++	++	++	++	++
<i>Mechanische Eigenschaften der Faser</i>								
Feinheitsbezogene	++	++	++	++	++	++	-	++
Höchstzugkraft	++	++	++	++	++	++	-	++
Zugfestigkeit	++	++	++	++	++	++	-	++
Dehnung	++	++	++	++	++	++	-	++
E-Modul	++	++	++	++	++	++	-	++
Biegefestigkeit	++	++	++	++	+	+	-	++
<i>Thermische Eigenschaften der Fasern</i>								
Hitzebeständigkeit	++	++	++	-	++	++	++	-
Wärmeleitfähigkeit	++	-	-	-	-	++	++	-
Heiz- und Brennwert	-	-	-	-	+	-	-	+
<i>Optische Eigenschaften der Fasern</i>								
Farbe	+	-	-	-	+	-	-	-
Glanz	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Akustische Eigenschaften der Fasern</i>								
Schallreflexion und -absorption	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Aero- und hydrodynamische Eigenschaften der Fasern</i>								
Strömungswiderstand	-	-	-	++	-	-	-	-
Schwebegeschwindigkeit	-	-	-	++	-	-	-	-
<i>Elektromagnetische Eigenschaften der Fasern</i>								
Elektrostatische Aufladung	++	+	+	-	-	-	-	-
<i>Sonstige Eigenschaften der Fasern</i>								
Faser-Matrix-Haftung	-	-	-	-	++	++	-	-

++ wichtig, + weniger wichtig, - nicht wichtig

machen die Gestaltung geeigneter Systemtechniken erforderlich [3, 6, 10]. Das biotechnische Qualitätskriterium Trocknungsverhalten (Sorptionsisothermen) von Faserbündeln und Leinstroh in Abhängigkeit von Sorte (Genotyp) und Lufttemperatur zeigt bei geringem Sorteneinfluss die Vorzüge der Aufbereitung für eine zügige Desorption [1] durch Brechen der Leinstengel (Bild 2).

Die bisherige Qualitätsbeschreibung von Naturfasern orientiert sich an der textilen Nutzung. Für die technische Nutzung fehlen bisher exakte Qualitätskennzeichen. Daher ist es wichtig, neue Methoden zu entwickeln und vorhandene Methoden an die Bedürfnisse der technischen Nutzung von Naturfasern anzupassen.

Die Faserqualität lässt sich mit physikalischen Stoffeigenschaften beschreiben, die für landwirtschaftliche Stoffe in acht Gruppen unterteilt werden [14]. Die Tabelle 2 zeigt die Bedeutung dieser Stoffeigenschaften für verschiedene Verwendungsmöglichkeiten [2].