

**Landwirtschaftskammer  
Westfalen-Lippe**

**Verein zur Förderung des Anbaus und der  
Verwertung von Hanf**

**Zentrum für nachwachsende Rohstoffe**

**NRW-Hanftag**

**Hanf & Co. -  
Rohstoffe für eine  
nachhaltige Entwicklung**

**T a g u n g s d o k u m e n t a t i o n**

**der Veranstaltung am 28.8.1997 in  
Haus Düsse**

**Lehr- und Versuchsanstalt für Tier- und Pflanzenproduktion  
der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe  
Bad Sassendorf/Ostinghausen**

## I n h a l t s v e r z e i c h n i s

	Seite
<b>1. Begrüßung: Karl Meise</b> Präsident der Landwirtschaftskammer Westfalen Lippe	6
<b>2. Grußwort: Bärbel Höhn</b> Ministerin für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft	7
<b>3. Grußwort: Hans-Jürgen Kleimann, Vizepräsident des WLW</b>	9
<b>4. Dr. Hermann Scheer: Keine industrielle Zukunft ohne Landwirtschaft</b>	10
<b>5. Dr. Lothar Loch: Hanfzüchtung der deutschen Sorte FASAMO</b>	18
 <b>6. Reent Martens und Jörg Müssig: Qualität von Hanffasern auf der Basis unterschiedlicher Beerntungs- und Bergetechniken</b>	22
<b>7. Jörg Müssig: Herstellung von Hanfnadelfilzen</b>	35
<b>8. Christian Krasemann: Hanffabrik Zehdenick - Aufbau, Konzept und Strategie am Markt</b>	48
<b>9. Dr. Donal Murphy: Hanf im Bauwesen</b>	51
<b>10. Prof. Roland Theimer: Hanfsamen: Qualität und Inhaltsstoffe</b>	61
<b>11. NRW - Firmen und Ihr Engagement bei Faserpflanzen</b>	66
<b>11.1 Dr. Eugen Prömper: Autoinnenverkleidungen aus Naturfasern</b>	66
<b>11.2 André Bernhardt: Aktivitäten bei Hanfsamen</b>	69

Verantwortlich für die Erstellung der Tagungsdokumentation:

Projektbüro Hanf  
Hans-Bernd Hartmann  
Lehr- und Versuchsanstalt Haus Düsse  
59505 Bad Sassendorf-Ostinghausen

6. **Reent Martens und Jörg Müssig: Qualität von Hanffasern auf der Basis unterschiedlicher Beerntungs- und Bergetechniken**

**Qualität von Hanffasern auf der Basis unterschiedlicher Beerntungs- und Bergetechniken**

**Reent Martens** Landwirtschaftskammer Weser - Ems, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenschutz ,P5

**Jörg Müssig** Faserinstitut Bremen - FIBRE -

Die Bedeutungslosigkeit des Hanfanbaus bis 1996 hatte zwangsläufig ein Fehlen an Know-how über die Anbau- und Produktionstechnik, aber auch über die Aufbereitungs- und Absatzmöglichkeiten zur Folge. Dieser Mangel an Kenntnissen erklärt sich weniger aus dem Defizit traditioneller Methoden als vielmehr aus den versäumten Chancen, an innovativen, züchterischen und produktionstechnischen Entwicklungen der letzten 40 Jahre teilzunehmen. Vor allem bei der Ernte- und Bergetechnik für Hanf gibt es nach wie vor noch viele offene Fragen.

Welche Verfahren zur Beerntung des Hanfes einsetzbar sind und wie das Hanfstroh anschließend zu lagern und aufzubereiten ist, war bislang nur in Teilbereichen geklärt. Die vorhandenen Ernte-, Berge- und Aufbereitungstechniken erwiesen sich entweder als sehr kostenaufwendig oder aber waren veraltet. Deshalb galt es zu prüfen, inwiefern in der hiesigen landwirtschaftlichen Praxis ohnehin vorhandene Maschinen auch zur Hanfernte eingesetzt werden können und welche Veränderungen nötig sind, um die Ernte- und Bergeverfahren für Hanfstroh zu optimieren.

Bei der Erzeugung von Fasern für die unterschiedlichsten Verwendungszwecke im Bereich Industrie, Baustoffe und Textilien, gilt es die Streubreite der Qualitäten zu minimieren.

Die Landwirtschaftskammer Weser - Ems, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenschutz führt seit drei Jahren im Rahmen des *“Modellvorhabens Nachwachsende Rohstoffe”* des niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten anbau- und produktionstechnische Versuche zum Faserhanf durch. Neben den ertraglichen Aspekten werden vor allem die Qualitätseigenschaften (Fasergehalt, Faserfeinheit und -festigkeit) aus den verschiedenen Versuchen untersucht.

Das Spektrum der Qualitäten ist nach den Versuchen der norddeutschen Landwirtschaftskammern sehr groß. Eine Minimierung ist sicherlich durch eine entsprechende Sortenwahl, aber auch durch die Optimierung der Bestandesdichte und Düngung möglich.

Ursächlich hängt die Güte der Hanffasern nicht nur von den genannten Aspekten ab, sondern wird durch die Röste und durch das jeweilig eingesetzte Beerntungs- und Bergeverfahren beeinflusst.

Neben dem Reifegrad der Hanfpflanzen und dem eng damit zusammenhängenden Schnittzeitpunkt — welcher in der derzeitigen EU-Beihilferegelung leider keine Beachtung findet — sind der Stengeldurchmesser und die Schnittlänge für das Beerntungsverfahren, die Trocknung und nachfolgend Röste von Relevanz.

### Verfahrenstechnik

Vor Beginn dieser Untersuchung wurden alle derzeit vorhandenen Techniken zum Mähen, Aufbereiten, Schwaden, Pressen und Dreschen im Hinblick auf ihre mögliche Eignung für den Einsatz im Hanf überprüft. Aus der Vielzahl dieser Geräte wurden dann die am besten geeignet erscheinenden ausgewählt. Einen Überblick über die im Rahmen dieses Modellvorhabens überprüften Techniken gibt die Tabelle 1.

<b>Funktion</b>	<b>Gerät</b>	<b>Firma/Typ</b>
Mähen	Doppelmessermähwerk	<b>Mörtl</b>
	Astschere	<b>Dücker</b>
	Scheibenmähwerk	<b>Krone/AM 243 S</b>
Mähen und Aufbereiten	Schwadmäher	<b>Fortschritt/E 302</b>
	Maisgebiß	<b>Hemp-Flax</b>
Aufbereiten	Intensivaufbereiter	<b>Grube</b>
	Reißgerät	<b>Grube</b>
	Aufbereiter	<b>PZ-Greenland/TK 210</b>
	Schlegelmäher	<b>Dücker/ UM 27</b>
Wenden/Schwaden	Rotorschwader	<b>PZ-Greenland/CZ 450</b>
	Einkreiselschwader	<b>Krone/KS 350/10</b>
Pressen	<u>Rundballenpresse</u>	
	- ohne Schneideinrichtung	<b>John Deere/590</b>
	- mit Schneideinrichtung	<b>John Deere/580</b>
	<u>Quaderballenpresse</u>	
Dreschen	Mähdrescher	<b>John Deere/2056</b>

Tabelle 1: Übersicht über die getesteten Geräte

Die Überprüfung der Geräte wurde in den Monaten September und Oktober bei trockener Witterung auf der Versuchsstation der Landwirtschaftskammer Weser - Ems in Wehnen durchgeführt.

### **Beerntungszeitpunkt**

Die Beihilferegularien<sup>1</sup> der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung schreiben einen Beerntungstermin erst nach Abreife der Körner vor. Dieser an die generative Phase gekoppelte Termin hat mit der vegetativen Abreife und der damit eng zusammenhängenden Faserqualität der Hanfpflanze wenig gemein. Die Abreife der Körner tritt bei einigen Sorten unter hiesigen Bedingungen relativ spät (September) oder gar nicht ein. Neuere Erkenntnisse aus den Niederlanden<sup>2</sup>, aber auch Erfahrungen von Landwirten, die früher Hanf angebaut haben, zeigen, daß zum Zeitpunkt der Blüte oder kurz danach das Faserqualitätsoptimum erreicht ist. Ein späterer Beerntungszeitpunkt führt zu einer stärkeren Verholzung und somit zu einer Herabsetzung der Faserqualität.

Am 17.09.1996 und am 18.09.1996 wurde die Fläche in Wehnen beerntet.

### **Verlauf der Röste - Beschaffenheit des Ernteguts**

Die Beerntungsfläche wurde in eine betriebsübliche Fläche sowie in neun unterschiedliche Röste- und Bergungsvarianten aufgeteilt. Diese einzelnen Varianten unterschieden sich darin, daß die drei Mähvarianten (Doppelmessermähwerk, Scheibenmähwerk und HempFlax-Mähverfahren) anschließend weiter nach ihrem Röstgrad unterteilt wurden in "Grünhanf", "beginnende Röste", "Halbröste" und "Vollröste". Der prozentuale Trockensubstanzgehalt der einzelnen Mähverfahren bei der Bergung war unterschiedlich und nahm mit zunehmender Röste zu. Die relativ trockene, windige Witterung zur Zeit der Beerntung führte dazu, daß der Trockensubstanzgehalt der einzelnen Varianten stark anstieg, in den ersten Tagen aber kaum ein Befall mit Schwärzepilzen festzustellen war.

---

<sup>1</sup> Merkblatt zum Anbau von Nutzhanf und zur Gewährung einer Hanfbeihilfe im Wirtschaftsjahr 1996/97 (Anbau und Ernte 1996) der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Frankfurt a.M., April 1996

<sup>2</sup> mündliche Mitteilung, M. Hendriks, 7/96

### Röstverlauf nach Beerntungsverfahren

	Bonitur 23.09.96		Bonitur 07.10.96		Bonitur 14.10.96	
	Röstverlauf	% TS	Röstverlauf	% TS	Röstverlauf	% TS
Doppelmesser	1	80,3	4	91,6	5	92,0
Scheibenmähwerk	1	84,0	4	92,3	5	90,6
HempFlax	2	82,5	5	98,3	5	90,3

Boniturnoten (visuelle Beurteilungen)<sup>3</sup>

1 = Grünhanf

2 = beginnende Röste, Stengel etwas braun und brüchig

3 = erste Schwärzepilze

4 = 50% des Stengels schwarz

5 = Vollröste

Tabelle 2: Röstverlauf nach Beerntungsverfahren

Nach 6 Tagen konnte nur auf der HempFlax-Variante eine beginnende Röste festgestellt werden. 19 Tage nach dem Mähen waren alle Varianten gut "durchgeröstet". Eine Veränderung des Röstgrades konnte nach einer weiteren Woche nur bei den Varianten "Doppelmesser" und "Scheibenmähwerk" festgestellt werden.

Neben der Verwendung des Boniturschemas kam die Nahinfrarot-Spektroskopie (NIR) zur analytischen Vermessung des Röstgrades zum Einsatz. Dieses Verfahren hat bereits bei der Bestimmung des Röstgrades von Flachsstengeln nachvollziehbare und reproduzierbare Ergebnisse geliefert<sup>4</sup>. Hierbei wurde ein sogenannter "Röstsensoren" ermittelt, mit dem in erster Linie eine Verfärbung des Flachsstengels infolge der Ausbreitung des Myceliums erfaßt wird. Der Quotient "A1000" zur Beurteilung des Röstgrades setzt sich wie folgt zusammen.

**Quotient "A1000":** "A1000" = Abs.(1000 nm)/Abs.(1370 nm)

**Abs. 1000 nm:** Absorption bei einer Wellenlänge von  $10.000 \text{ cm}^{-1}$  (1000 nm) infolge Verfärbung durch mikrobiologischen Abbau.

**Abs. 1370 nm:** Absorption bei einer Wellenlänge von  $7300 \text{ cm}^{-1}$  (1370 nm). Diese Cellulosebande wird zur Normierung herangezogen, um eine Unabhängigkeit der Meßergebnisse von der Morphologie der Probe zu erreichen.

Im Rahmen dieses Vorhabens wurde die diffuse Reflexion an Hanfstengeln mittels NIR-Spektroskopie gemessen. Die Absorption wurde mittels einer Umrechnung nach Kubelka/Munk (KM) ermittelt. In Abbildung 1 ist das NIR-Spektrum von Grünhanf (2c) dem von Schwarzhanf (4c) exemplarisch gegenübergestellt.

<sup>3</sup> eigenes Bestimmungsschema

<sup>4</sup> Quint, B.: Information zur Qualifizierung von Röste: Vorschlag zur Felddatenerfassung / Röstgrad, Begleitsubstanzen (Applikation: Taugeröstete Bastfasern). Reutlingen, IAF Reutlingen, Arbeitsgruppe Prozessanalytik, 1996. - Institut für Angewandte Forschung Reutlingen.

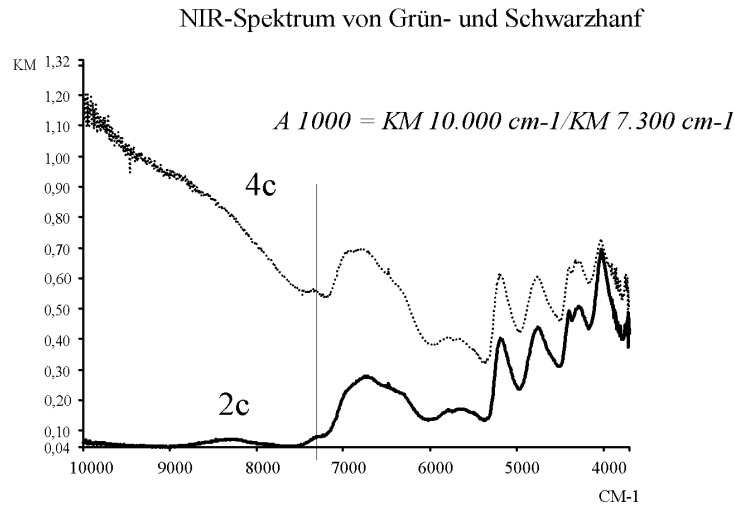


Abbildung 1: NIR-Spektrum von Grünhanf (2c) und Schwarzhanf (4c)

Die Ergebnisse der Röstgradbestimmung mittels NIR sind mit den Ergebnissen der Bestimmung nach dem Boniturschema in Abbildung 2 grafisch dargestellt.

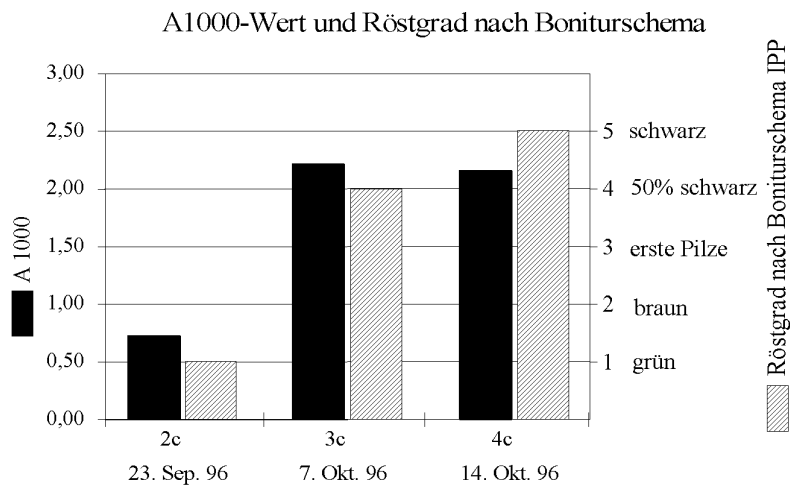


Abbildung 2: Vergleich der Ergebnisse des Boniturschemas mit denen der NIR-Messungen

Es wird deutlich, daß die beiden Verfahren eine gute Übereinstimmung aufweisen. Anzu-merken ist allerdings, daß bei dem visuellen Verfahren nach dem Boniturschema eine größere Anzahl von Stengeln zur Beurteilung herangezogen wird als bei der NIR-Messung. In weiteren Untersuchungen kommt den Fragen bezüglich der optimalen Probennahme und der Probenvorbereitung eine entscheidende Bedeutung zu. Außerdem müssen die Werte für den Röstgrad mit dem mikrobiellen Abbau von Kittsubstanzen im Stengel in Verbindung gesetzt werden.

## Ergebnisse der Faserprüfung

### Ergebnisse der Röstgradbestimmung

Die Untersuchungen der Hanfstrohproben am Faserinstitut Bremen - FIBRE - ergaben, daß sich die Röste mit zunehmender Verweildauer des gemähten Hanfstrohs auf dem Feld zunächst langsam, dann aber schnell entwickelt. Dabei waren die Unterschiede im Röstgrad nicht nur visuell (siehe Tabelle 3 und Abbildung 1) festzustellen, sondern spiegelten sich auch in einer Erhöhung des A1000-Wertes mit zunehmendem Röstgrad der verschiedenartigen Mähverfahren wieder.

Röstgrade der untersuchten Varianten

Variante - Probenahmeterrin	KM 10.000 cm <sup>-1</sup>	KM 7.300 cm <sup>-1</sup>	A 1000
<b>(2a)</b> HempFlax -23-09-96	0,0707	0,1159	<b>0,61</b>
<b>(2c)</b> Scheibenmähwerk - 23-09-96	0,0625	0,0801	<b>0,78</b>
<b>(3b)</b> Doppelmesser - 07-10-96	0,6402	0,3718	<b>1,72</b>
<b>(3c)</b> Scheibenmähwerk - 07-10-96	0,8833	0,3961	<b>2,23</b>
<b>(4a)</b> HempFlax - 14-10-96	0,864	0,3697	<b>2,34</b>
<b>(4b)</b> Doppelmesser - 11-10-96	0,6692	0,349	<b>1,92</b>
<b>(4c)</b> Scheibenmähwerk - 14-10-96	1,2077	0,555	<b>2,18</b>
<b>(nS)</b> nasses Hanfstroh - 15-11-97	0,7699	0,3035	<b>2,54</b>

$$A1000 = \text{KM } 10.000 \text{ cm}^{-1} / 7.300 \text{ cm}^{-1}$$

Tabelle 3: Röstgrade der unterschiedlichen Varianten an den jeweiligen Beprobungsterminen

Der Beginn der Röste (Stengel etwas braun und brüchig) konnte nach gut 5 Tagen visuell eindeutig festgestellt werden. Das HempFlax-Mähverfahren, bei dem die Hanfstengel auf 40 - 60 cm eingekürzt wurden, röstete wesentlich schneller als die ungekürzten Varianten. Die Vollröste wurde nach gut 18 Tagen erreicht. Bei den ungekürzten Varianten konnte die Vollröste nach 24 Tagen festgestellt werden.

Röstgrade der untersuchten Hanfstengel

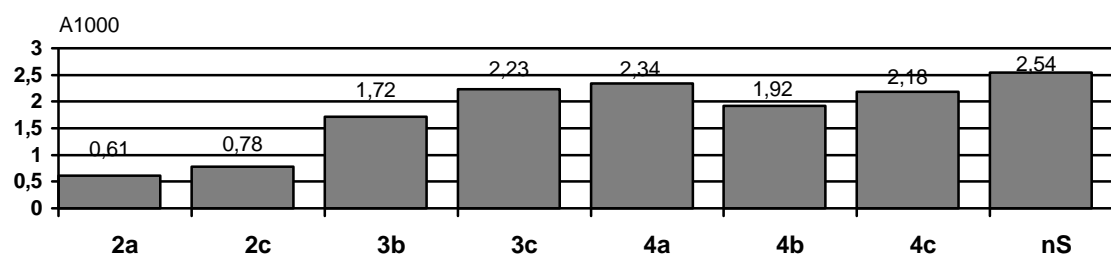


Abbildung 3: Röstgrade der untersuchten Hanfstengel

Der Röstverlauf (Schwärzung der Hanfstengel) verlangsamt sich mit zunehmender Zeit. Eine untersuchte Probe von nassem Hanfstroh, welches Mitte November vom Feld gebor-gen wurde, zeigte wider Erwarten nur noch einen unwesentlichen Anstieg des A1000-Wertes (siehe Abbildung 3).

### **Ergebnisse zum Fasergehalt im Erntegut**

Mit zunehmender Röste steigt der Anteil der Fasern im beernteten Material in den einzelnen Varianten infolge der intensiveren Beerntungs- und Bergungsverfahren. Die faserverkitten- den Substanzen, vor allem Pektine und Lignine, werden im Verlauf der Röste teilweise auf- gelöst und abgebaut, so daß die Bestandteile des Stengels mehr oder weniger aufgelöst in einzelnen Fraktionen (Schäben, Faserbündel und Begleitsubstanzen) vorliegen.

Je weiter dieser Auflösungsprozess fortgeschritten ist, um so mehr Schäben und Be- gleitsubstanzen gehen während der Bearbeitungsprozesse (Beerntung, Wenden und Ber- gen des Hanfstrohs) auf dem Feld verloren. Somit steigt der Fasergehalt des beernteten Materials mit zunehmender Röste infolge der intensiveren Beerntungs- und Bergungstech- niken.

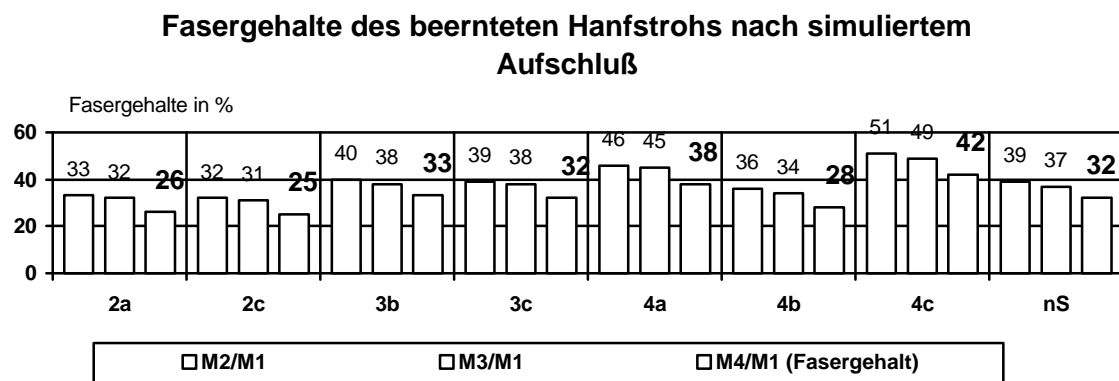


Abbildung 4: Fasergehalte nach simuliertem Aufschluß

Bei intensiven Bearbeitungsprozessen, welche die Hanfstengel stärker beanspruchen als das Scheiben- oder Doppelmessermähwerk, wird der Fasergehalt wegen der schon auf dem Feld verbliebenen Verluste (Schäben- und Bröckelverluste) zwangsläufig erhöht. Dies wird am Beispiel des HempFlax-Verfahrens (Variante a) deutlich.

Die Varianten, die am Faserinstitut Bremen - FIBRE - untersucht wurden, wurden auch im Technikum der Firma Bahmer in Söhnstetten aufbereitet. Es handelte sich um die gleichen Varianten, nur wurden hier gepreßte Hanfrundballen mit einer durchschnittlichen Masse von 167 kg verarbeitet.

Die Untersuchungen am FIBRE zur Bestimmung der Fasergehalte am Erntegut liefen unter idealisierten Bedingungen ab, so daß die Gehalte der Fasern im Vergleich zum mechanischen Aufschluß bei Bahmer aufgrund der Verfeinerung und Einkürzung deutlich höher ausfielen. Der Laboraufschluß zu sehr groben, schäbenfreien Faserbündeln wurde mit dem Ziel verfolgt, den Anteil an groben Fasern im Erntegut zu bestimmen, um die Verluste beim mechanischen Aufschluß genau ermitteln zu können.

Diese Vorgehensweise ist für eine nachvollziehbare Untersuchung sinnvoll, da bei der Bestimmung der Ausbeute beim mechanischen Aufschluß die Masse der aufgeschlossenen Faserbündel auf die Eingangsmasse des Erntegutes bezogen wird. Wird z.B. 1t Erntegut der Variante 2c zur Aufschlußanlage gefahren, enthält diese 1t nach Abbildung 4 sehr grobe, schäbenfreie Faserbündel mit einer Masse von 250 kg. Bei der gerösteten und intensiver bearbeiteten Variante 4c sind in einer Tonne Erntegut 420 kg grobe Faserbündel enthalten. Vor diesem Hintergrund sind die in Abbildung 5 dargestellten Ausbeuten des mechanischen Aufschlusses nicht als absolute Größen heranzuziehen.

**Faserausbeute nach Grobauflöser GA der Firma Bahmer (BMS)**

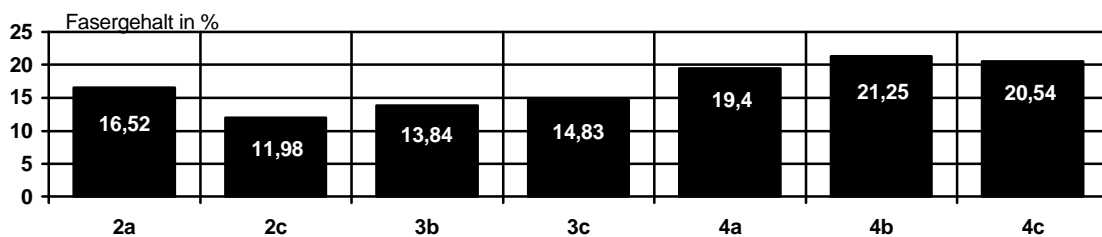


Abbildung 5: Faserausbeute nach Grobauflöser GA der Firma Bahmer (BMS)

Für die Variante c sind die zuvor beschriebenen Zusammenhänge in Abbildung 6 zusammengefaßt. Die Betrachtung wird für alle Röstgrade (2, 3 und 4) für eine Erntegutmasse von einer Tonne durchgeführt. In der zweiten Zeile der Tabelle in Abbildung 6 sind die Gehalte an sehr groben schäbenfreien Faserbündeln im Erntegut dargestellt, die nach Abbildung 4 ermittelt wurden. In der dritten Zeile sind die Ausbeuten der schäbenfreien Faserbündel nach dem Bahmer-Aufschluß für die einzelnen Varianten zusammengefaßt. Mittels dieser Daten läßt sich nun ein nachvollziehbarer und übertragbarer Wirkungsgrad berechnen, der einen Vergleich der unterschiedlichen Röstgrade zuläßt. Es wird deutlich, daß die Verluste bei ungeröstetem Hanf (Grünhanf) größer sind als bei gerösteten Varianten.




	Anbauen	Ernten/Bergen	Aufschließen
			
		$2c$	$3c$
<i>Erntegut</i>		1000 kg	1000 kg
<i>Fasern sehr grob o. Schäben (Labor)</i>		250 kg	320 kg
<i>Bahmer GA (Fasern o. Schäben)</i>		107 kg	140 kg
<i>Verlust: GA/Labor</i>		57%	52%

Abbildung 6: Anteil der Faserbündel im Erntegut und die Ausbeuten nach dem Bahmer-Aufschluß für die Variante c

Ein weiterer wichtiger Aspekt zur Beurteilung der Qualität der mechanisch aufgeschlossenen Hanffasern ist der Anteil an Schäben. In Abbildung 7 sind für die Variante c die massebezogenen Schäbenanteile nach dem Grobauflöser der Firma Bahmer grafisch dargestellt. Es wird deutlich, daß mit zunehmendem Röstgrad die Faserbündel leichter von dem Stengel gelöst werden können und somit der Schäbenanteil sinkt.

Wenn beispielsweise ein Verarbeiter einen Schäbenanteil von kleiner 5% fordert, kann dies bei gut gerösteten Hanfstengeln bereits nach dem Grobauflöser erreicht werden, während die ungeröstete Variante (Grünhanf) eine weitere Prozeßstufe durchlaufen müßte.

In Versuchen, die vom FIBRE durchgeführt wurden, zeigte sich darüber hinaus ein deutlich höherer Verlust an Fasern bei der Verarbeitung der ungerösteten Varianten im Krempelprozeß.

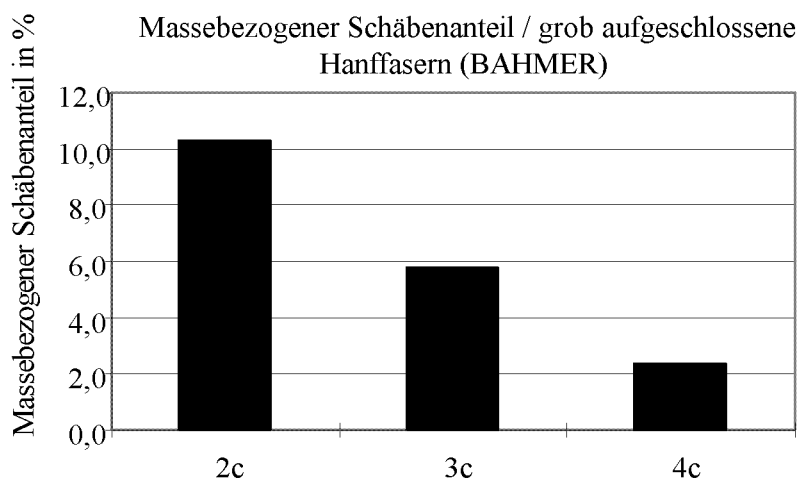


Abbildung 7: Massebezogener Schäbenanteil der Variante c in Abhängigkeit von der Röstdauer

### **Ergebnisse der Faser- und Faserbündelfeinheitsbestimmung**

Die mechanisch aufgeschlossenen Hanffaserbündel wurden auf Ihre Feinheit hin untersucht. Hierbei kam ein indirekt messendes Schnelltestverfahren zum Einsatz. Die Fasern werden bei einer konstanten Masse in einen luftdurchlässigen Meßzylinder gestopft. Bei konstant angelegtem Druck strömt in Abhängigkeit der Gesamtoberfläche der Fasern ein Volumenstrom durch das Faserkollektiv, der als Größe für die Feinheit der Faserbündel herangezogen werden kann. In Abbildung 8 ist das Prinzip schematisch dargestellt. Für die Variante c sind die Airflow-Werte in Abhängigkeit des Röstgrades grafisch dargestellt.

Verfeinerung der Faserbündel durch den Aufschluß (GA) in Abhängigkeit des Röstgrades

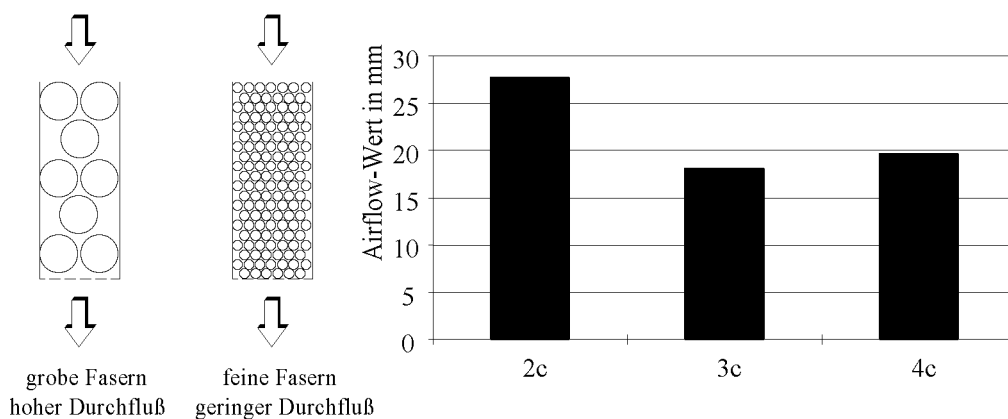


Abbildung 8: Verfeinerung der Faserbündel durch den Aufschluß (GA) in Abhängigkeit vom Röstgrad

Aus den Ergebnissen der Untersuchung läßt sich zusammenfassen, daß die erzielbare Faserbündelfeinheit zwar nicht streng, aber tendenziell negativ mit dem Röstgrad korreliert. Die genaue Bestimmung der Feinheiten erfolgt im weiteren Vorgehen mit der bildanalytischen Vermessung mittels PC.

### **Ergebnisse der Faserfestigkeitsbestimmung**

Nach dem einjährigen Versuch konnte kein Einfluß der Röstdauer auf die Festigkeit und Dehnung nachgewiesen werden. Selbst längere Feldliegezeiten führten zu keiner Abnahme der Festigkeit. Eine erst im November geborgene Variante wies eine vergleichbar hohe Festigkeit auf, wie die normal gerösteten Varianten.

Viel deutlicher war hingegen der Einfluß der mechanischen Beanspruchung durch aggressiv arbeitende Beerntungs- und Bergungsverfahren. Eine mechanische Überbeanspruchung erwies sich im Hinblick auf die Qualitätseigenschaften als problematisch. In Abbildung 9 sind beispielhaft die Festigkeiten (einzelne Faserbündel, keine Kollektivmessung)

der Varianten 2c und 3c mit der Festigkeit der stark geschädigten Variante *Mähdrescher mit Häcksler* gegenübergestellt.

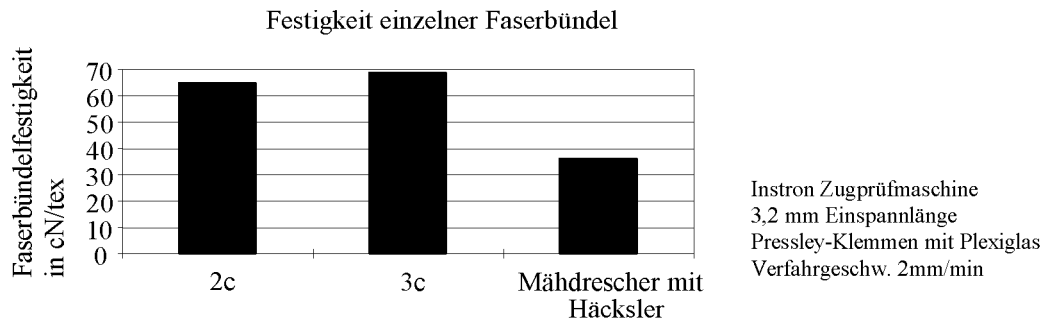


Abbildung 10 Faserfestigkeit von Grünhanf (2c) und Schwarzhanf (3c) im Vergleich zu der Festigkeit der Variante geerntet mit Mähdrescher und Häcksler

Ein Unterschied bei den Beerntungsvarianten konnte nicht festgestellt werden. Ob dieser kausale Zusammenhang auch auf das jeweilige Beerntungsverfahren zu übertragen ist, bleibt unsicher.

### Empfehlenswerte Beerntungs- und Bergeverfahren

Zum Mähen von Hanf sind sowohl Doppelmesser- als auch Scheibenmäherwerke geeignet. Bei Scheibenmähwerken wären Schleifkufen sinnvoll, die ein exaktes Einstellen auf eine Schnitthöhe von 20 cm ermöglichen. Außerdem ist darauf zu achten, daß sowohl am Schneidmesser als auch am Mähbalken wenig überstehende Teile, wie z. B. Schrauben, vorhanden sind. An diesen Teilen verhakt sich der Hanf und führt letztlich zu Verstopfungen. Änderungen sind vermutlich auch noch im Bereich der Abdeckungen nötig. Hier muß mit den Berufsgenossenschaften ein Kompromiß zwischen den Anforderungen der Arbeitsqualität und denen der Arbeitssicherheit gefunden werden.

Wird zusätzlich zum Mähen eine Aufbereitung erwünscht, ist derzeit das Spezialgerät der Firma Hemp-Flax die empfehlenswerteste Lösung. Im Hinblick auf die Arbeitsqualität bleiben hier keine Wünsche mehr offen. Nachteilig ist lediglich der hohe technische Aufwand, der zu hohen Verfahrenskosten führt. Interessant könnte auch der Einsatz des selbstfahrenden Schwadmähers mit Walzenaufbereiter werden. Bevor dieses Gerät praxisreif ist, müssen aber noch eine Reihe von Detailverbesserungen, insbesondere im Einzugsbereich, vorgenommen werden. Der Einsatz von Intensivaufbereitern als Sologerät in frisch gemähtem oder angeröstetem Hanf bereitet noch Schwierigkeiten. Die Geräte arbeiten meist zu intensiv, so daß beim Feldeinsatz hohe Verluste entstehen. Mit diesen Geräten erscheint allenfalls ein stationärer Einsatz möglich.

Der breitflächig oder im Schwad abgelegte Hanf, ob grün oder bereits angeröstet, kann sehr gut mit einem Einkreiselschwader gewendet und geschwadet werden. Dieses Gerät ist auf

vielen Betrieben ohnehin vorhanden. Zur Bergung des Hanfes sind Rund- oder Quaderballenpressen geeignet. Allerdings dürfen diese Pressen nicht mit einem Schneidwerk ausgerüstet sein. Der anschließende Transport der Ballen läßt sich mit herkömmlicher Technik, wie sie auch zum Transport von Strohballen genutzt wird, durchführen. Zur Ernte der Samen sind entsprechend eingestellte Mähdrescher einsetzbar. Die zurückbleibenden hohen Stoppeln können mit den zur Faserernte geeigneten Techniken nachgeschnitten, gewendet, geschwadet und gepreßt werden.

Die **Röste** wird neben dem physiologischen Zustand der Hanfpflanze durch die Witterungsbedingungen während des Abtrocknens auf dem Feld und dem verfahrenstypischen Zerkleinerungsgrad bestimmt. Der optimale Röstgrad ist dann erreicht, wenn die Kittsubstanzen (Lignine und Pektine) größtenteils abgebaut sind, die Faser jedoch noch weitestgehend von mikrobiellen Abbauprozessen verschont bleibt. Dies war im Projektjahr nach ca. 3 bis 4 Wochen der Fall, wobei es Hinweise auf eine gewisse Toleranz gegenüber längeren Feldliegezeiten gab. In dieser Frage sind weitere, gezielte Erhebungen notwendig.

Der **Anteil an Faserbündeln im Erntegut** stieg, wie erwartet, mit zunehmendem Röstgrad und intensiveren Beerntungsverfahren an. Diese Zunahme des Fasergehaltes resultierte größtenteils aus einer der Verarbeitung vorgelagerten Abscheidung von Nichtfaserbestandteilen (Schäben) und beeinflusst nicht den Faserertrag je Flächeneinheit, da es sich um einen Konzentrationseffekt handelt.

Die **Faserbündelfeinheit** korreliert zwar nicht streng, aber doch tendenziell negativ mit dem Röstgrad. Zwischen dem Röstgrad und der **Faserbündelfestigkeit** besteht hingegen keine enge Beziehung. Offenbar führte eine Zunahme der mycotischen Aktivität zumindest ansatzweise zu einer Auflösung der Faserbündel, ohne die Einzelfasern anzugreifen. Somit wurden die Eigenschaften Faserfestigkeit und Dehnbarkeit nicht beeinträchtigt. Eine mechanische Überbeanspruchung erwies sich, wie befürchtet, als problematisch im Hinblick auf die Qualitätseigenschaften der Fasern.

**Faseranteil im Erntegut und Faserqualität** sind sowohl durch pflanzenbauliche Maßnahmen, als auch durch den Einsatz der entsprechenden Technik zu beeinflussen. Diese Erkenntnis läßt den Schluß zu, daß es vielfältige Ansatzpunkte für eine qualitätsbetonte Fa-

serproduktion gibt, welche letztlich in einem möglichst abgestimmten Zusammenspiel kostengünstiger Maßnahmen des Pflanzenbaus und der Technik liegen. Hierzu gibt es im Detail noch etliches an Grundlagenarbeit zu leisten.

Ein einfaches und gut handhabbares Instrumentarium zur Bestimmung der Qualitätseigenschaften (Röstgrad, Faserfeinheit und -festigkeit und Fasergehalt) für das auf dem Feld liegende Stroh ist derzeit noch nicht vorhanden. Die Entwicklung eines Systems der operativen Qualitätskontrolle wäre sowohl für den Landwirt als auch für Aufbereiter und Verarbeiter sinnvoll, um das entsprechende Erntegut seinem jeweiligen, der Qualität angepassten Verwendungszweck zuzuführen.

Die dargestellten Ergebnisse haben deutlich gemacht, daß einige in der Praxis ohnehin vorhandenen Maschinen auch zur Hanfbereitung und -bergung eingesetzt werden können. Sie stellen eine Alternative zu den sehr kostenaufwendigen Spezialmaschinen dar. Es hat sich aber auch gezeigt, daß beispielsweise Intensivreißer zur mobilen Aufbereitung auf dem Feld, Rotorschwader zum Wenden und Schwaden oder auch Pressen mit Schneidwerk für den Einsatz in Hanf nicht geeignet sind.

**Jörg Müssig**

Faserinstitut Bremen - FIBRE -

**Reent Martens**

Landwirtschaftskammer Weser - Ems

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenschutz ,P5

