

Flachs in Sachsen wirtschaftlich und umweltgerecht

Abschlußbericht zu einem Forschungsvorhaben des
Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

**Heft 8, 3. Jg 1998 der Schriftenreihe der
Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft**

Impressum

Herausgeber: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
August-Böckstiegel-Straße 1
01326 Dresden

Bearbeiter: Dr. habil. Christian Röhricht (verantw.)
Dr. Jürgen Schulz
Dr. Eckhard Rexroth
Dipl.-Landw. Monika Neubert
Dipl. Ing. agr.(FH) Angelika Groß-Ophoff
Dipl. Ing. agr.(FH) Barbara Brix

LfL, Fachbereich Bodenkultur und Pflanzenbau
Gustav-Kühn-Straße 8
04159 Leipzig

Redaktion: Burkhard Zscheischler
LfL, Präsidium

Erscheinen: Oktober 1998
(Das Forschungsvorhaben wurde
im Sommer 1997 abgeschlossen)

Auflage: 300

Druck: Sächsisches Digitaldruck-Zentrum Dresden

Bezug: LfL
Telefon: (03 51) 26 12-0
Fax: (03 51) 26 12-1 53

Verteilerhinweis:

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Unterrichtung der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Kandidaten oder Helfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Mißbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, daß dies als Parteinahme der Herausgeber zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist es jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden. Alle Rechte, auch die der Übersetzung sowie des Nachdruckes und jede Art der photomechanischen Wiedergabe, auch auszugsweise, bleiben vorbehalten. Rechtsansprüche sind aus dem vorliegenden Material nicht ableitbar.

Loggen Sie sich ein:



SachsenOnline
<http://www.sachsen.de>

... der Freistaat Sachsen im Internet

Dr. habil. Christian Röhrich et.al.

Flachs in Sachsen wirtschaftlich und umweltgerecht

Abschlußbericht zu einem Forschungsvorhaben des Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Dessen vollständiger Titel lautete: „Entwicklung eines wirtschaftlichen und umweltgerechten Anbauverfahrens für Flachs im Freistaat Sachsen“

Heft 8, 3. Jahrgang 1998 der Schriftenreihe der
Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft

	Inhaltsverzeichnis	Seite
1.	Zielstellung	3
2.	Projektdurchführung	3
2. 1.	Bodenklimatische Charakteristik der Versuchsstandorte	3
2. 2.	Versuchsprogramm	5
2. 3.	Witterung und Arbeitsablauf in den Versuchsjahren	5
2. 4.	Versuchsmethodik	8
2. 4. 1.	Anbau, Probenahme, Strohertragsermittlung	8
2. 4. 2.	Untersuchung von Fasergehalt und Qualität; Ertragsermittlung	9
3.	Untersuchungsergebnisse bei Flachs	10
3. 1.	Einfluß anbautechnischer Maßnahmen auf Ertrag und Faserqualität	10
3. 1. 1.	Stickstoffdüngung und Aussaatstärke	10
3. 1. 2.	Chemische und mechanische Unkrautbekämpfung	17
3. 1. 3.	Sortenvergleich	29
3. 1. 4.	Aussaatverfahren	36
3. 1. 5.	Wachstumsregulatoreinsatz	38
3. 1. 6.	Einfluß des Röstgrades auf die Schwungflachsausbeute	42
3. 2.	Technologische und wirtschaftliche Untersuchungen zu Ernteverfahren	43
3. 2. 1.	Langfaserlinie, Traditionelles Verfahren	43
3. 2. 2.	Wirrstrohlinie für spinnbare Fasern	45
3. 2. 2. 1.	Verfahren mit dem Flachsfeldbrecher System Bahmer	45
3. 2. 2. 2.	Verfahren Flachsvollernter System Claas	46
3. 2. 2. 3.	Voigtsdorfer Verfahren	47
3. 2. 3.	Mäh - Schwad –Technik	49
3. 2. 4.	Vergleichende wirtschaftliche Bewertung der Flachsernte	50
3. 3.	Wirtschaftlichkeit des Flachsbaus	51

4.	Untersuchungsergebnisse zu Hanf	54
4. 1.	Stickstoffdüngung	54
4. 2.	Sortenvergleich	58
4. 3.	Inhaltsstoffe und Nährstoffbedarf von Hanf	59
4. 4.	Erste Erprobungen zur Hanfernte	60
4. 5.	Erste Ergebnisse zur Wirtschaftlichkeit des Hanfanbaus	61
5.	Untersuchungen zur Anbaueignung der Faserpflanze Kenaf	61
6.	Bedeutung für das Verbundprojekt Sachsen-Lein und die Anbauregion	64
7.	Weitere Projektaktivitäten	65
8.	Kooperationspartner	65
9.	Zusammenfassung	68
10.	Schlußfolgerungen für die weitere Arbeit	70
11.	Literaturverzeichnis	72

1. Zielstellung

Flachs zur Erzeugung von Leinen hat in den sächsischen Regionen Osterzgebirge, Oberlausitz und Vogtland eine sehr alte Tradition. Durch das Aufkommen synthetischer Fasern und günstige Baumwollimporte nahm die Bedeutung des Flachses aber ständig ab, bis der Anbau in den 70er Jahren völlig zum Erliegen kam. Dieser Verdrängungsprozeß wurde auch durch die fehlende technische Weiterentwicklung der Verarbeitungsverfahren begünstigt. Seit einigen Jahren gewinnen Anbau und Verwertung von Naturfasern wieder an Bedeutung. Ursache dafür sind Fortschritte in der Technologie, die den einheimischen Faserpflanzen eine weit über das traditionelle Anwendungsfeld hinausgehende Produktpalette eröffnen. Auch der mit gestiegenem Umweltbewußtsein verbundene Wunsch vieler Verbraucher, umweltbelastende synthetische Materialien durch Naturstoffe zu ersetzen, fördert diesen Prozeß.

Diese Entwicklung eröffnet den Landwirten in den traditionellen Flachsangebieten Sachsens Möglichkeiten, bei abnehmenden Marktpreisen anderer landwirtschaftlicher Marktfrüchte mit Faserpflanzenanbau ihr Betriebsergebnis zu stabilisieren. Auch für die sächsische Textilindustrie und neue Unternehmen, die sich mit der technischen Verwendung von Naturfasern befassen, besteht die Chance, durch Entwicklung neuer Produkte auf der Grundlage einheimischer Naturfasern zur Sicherung ihrer wirtschaftlichen Existenz und damit von Arbeitsplätzen beizutragen. Das Sächsische Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten ist an der Wiedereinführung des Faserpflanzenanbaus in den strukturschwachen Vor- und Mittelgebirgsregionen Sachsens interessiert und unterstützt dieses Vorhaben seit 1992 mit dem Förderprojekt "Na-

turfaser Flachs". Es schafft nicht nur günstige Bedingungen für den Flachs-anbau, sondern fördert die gesamte Linie vom Anbau über die Erstverarbeitung bis zur Entwicklung neuer Produkte. 1996 wurden mit einer analogen Zielstellung weitere Faserpflanzen wie Hanf und Kenaf in die Untersuchungen einbezogen und ihre Anbauwürdigkeit geprüft. Der pflanzenbauliche Teil des Förderprojektes dient der Entwicklung moderner, wirtschaftlicher und umweltgerechter Anbauverfahren für Faserpflanzen unter sächsischen Bedingungen. Ein 1992 begonnenes Untersuchungsprogramm hat das Ziel, den Einfluß anbautechnischer und erntetechnologischer Faktoren auf Ertrag und Faserqualität zu prüfen und Verfahren zu entwickeln, die die Erzeugung von Faserpflanzen für den Landwirt sicherer und damit attraktiver machen. In Jahresberichten (1992, 1993/94, 1995) wurden Teilergebnisse veröffentlicht. Dies ist der Abschlußbericht unter Einbeziehung der 1996 gewonnenen Daten.

2. Projektdurchführung

2. 1. Bodenklimatische Charakteristik der Versuchsstandorte

Versuchsstandorte für den Flachs-anbau

Optimale Fasererträge bei guter Faserqualität kann Flachs nur auf Standorten mit ausreichender Wasserversorgung bei gleichmäßiger Niederschlagsverteilung während der Hauptwachstumszeit (ca. 120 - 130 mm von Mai bis Juni) erzielen. Die Temperatursprüche sind dagegen gering. Auch an den Boden stellt der Flachs keine hohen Anforderungen. Auf tiefgründige Lehmböden mit hoher Wasserkapazität steht Flachs in Konkurrenz zu Fruchtarten, die dort höhere Deckungsbeiträge erbringen.

Tabelle 1: Bodenklimatische Bedingungen der sächsischen Flachsenbauregionen

Versuchsstandort	östliches und mittleres Erzgebirge	Oberlausitz	Vogtland
Bodenwertzahlen	28 - 40	30 – 50	30 – 40
Entstehung	Verwitterung	Löß, z. T. Verwitterung	Verwitterung
Höhe über NN	350 - 700 m	250 - 500 m	350 – 500 m
Jahresmitteltemperatur	6,0 - 6,8 °C	6,5 - 7,6 °C	6,4 - 7,5 °C
Jahresniederschlagssumme	800 – 950 mm	650 - 800 mm	650 – 750 mm

Tabelle 2: Bodenklimatische Bedingungen der Versuchsstandorte für Hanf 1996

Versuchsstandort	Adorf/Erzgeb.	Forchheim/ Großhartmannsdorf	Nossen	Motterwitz
Bodenwertzahlen	33	33	65	75
geol. Entstehung	V 5	V8	Lö 4	Lö 3
Höhe ü. NN	380 m	500 / 565 m	225 m	180 m
Jahresmitteltemperaturen	8,0° C □	6,5 °C	8,1 °C	8,4°C
Jahresniederschlagssummen	723 mm □	879 mm	643 mm	641 mm

Relativ flachgründige Verwitterungsböden, auf denen andere Marktfrüchte nur unzureichend gedeihen, können dem Flachs bei entsprechend günstiger Niederschlagsverteilung gute Wachstumsbedingungen bieten.

Das östliche und mittlere Erzgebirge, die Oberlausitz und das Vogtland sind die klassischen Flachsenbauregionen. Sie wurden deshalb für den Versuch ausgewählt. Tabelle 1 zeigt die bodenklimatischen Bedingungen der sächsischen Flachsenbauregionen.

Die Region östliches und mittleres Erzgebirge ist aufgrund der hohen Niederschlagssummen bei ausreichenden Temperatur- und Bodenverhältnissen für den Flachsenbau besonders geeignet. Im Vogtland muß der Flachs bei ähnlichen Bodenverhältnissen wie im Erzgebirge mit etwas geringeren

Niederschlagsmengen auskommen. In der Oberlausitz kann die im Durchschnitt bessere Wasserspeicherfähigkeit der Böden die für den Flachsenbau ungünstigen Auswirkungen der geringeren Niederschlagsmengen und höheren Temperaturen teilweise ausgleichen.

Versuchsstandorte für den Hanfanbau:

Der Hanf ist die ertragsreichste Faserpflanze, die in gemäßigten Klimazonen angebaut werden kann. Er gedeiht am besten auf tiefgründigen, nährstoffreichen Böden mit guter Wasserversorgung. Hanf hat höhere Temperaturansprüche als Flachs, sein Anbauumfang war in Sachsen im Gegensatz zum Flachsenbau sehr gering. Tabelle 2 zeigt die bodenklimatischen Bedingungen der Hanfversuchsstandorte.

2. 2. Versuchsprogramm

Flachs

In den Jahren 1992 bis 1996 in der Versuchsstation Forchheim (Osterzgebirge) und Berthelsdorf (Oberlausitz) angelegte Parzellenversuche dienten der Untersuchung nachstehender Fragen:

- Einfluß von N-Düngung und Bestandesdichte auf Ertrag und Qualitätsparameter von Flachs
- Prüfung europäischer Flachssorten
- Einfluß mechanischer und chemischer Unkrautbekämpfung auf Unkrautbesatz und auf Ertrags und Qualität
- Einfluß unterschiedlicher Bestandesdichten von Öllein auf Faser- und Samenertrag sowie
- Faserqualitätsparameter bei Ölleinstroh

Darüber hinaus erfolgte in landwirtschaftlichen Betrieben des Osterzgebirges auf Großparzellen der Versuchsanbau von Flachs. Diese Praxisversuche wurden 1996 auf das Vogtland ausgedehnt. Tabelle 3 zeigt die beteiligten Betriebe und die Versuchsfragen.

Hanf, Kenaf und Fasernessel

Nach der Aufhebung des Anbauverbots konnten in Sachsen 1996 erste Untersuchungen zum Hanfanbau angestellt werden. In den Versuchsstationen in Forchheim (Osterzgebirge), Nossen und Motterwitz wurde in parallelen Parzellenversuchen die Anbaueignung europäischer Hanfsorten getestet. Darüber hinaus erfolgte in landwirtschaftlichen Betrieben auf Großparzellen der Versuchsanbau mit dem Ziel der Untersuchung des Stickstoffbedarfs sowie der ersten Erprobung von Ernteverfahren. In der Untersuchungsreihe zu Naturfasern wurde 1996 auch die Anbauwürdigkeit von Kenaf

und Fasernessel mit ersten Versuchen sondiert. Die Fasernessel lief allerdings nicht auf. Tabelle 4 zeigt die Versuchsorte und die Versuchsfragen.

2. 3. Witterung und Arbeitsablauf in den Versuchsjahren

1992 entwickelten sich die Flachsbestände im Erzgebirge sehr zufriedenstellend. In Berthelsdorf (Oberlausitz) hemmte eine Trockenperiode ab der zweiten Aprildekade das Wachstum und führte zu vergleichsweise niedrigen Erträgen. Die Ernte begann im Osterzgebirge am 4. August mit dem Raufen und konnte am 15. September mit der Bergung abgeschlossen werden.

1993 erstreckte sich die Aussaat des Flachses vom 16. April (Gahlenz) bis zum 30. April (Voigtsdorf). Am 25. April war der Bestand in Gahlenz, am 8. Mai in Voigtsdorf aufgelaufen. Während der gesamten Vegetationszeit stand ausreichend Wasser für eine optimale Entwicklung zur Verfügung. Infolge der feuchten Witterung entwickelten sich auch die Unkräuter stark. Unwetter führten am 21. Juni in Großwaltersdorf zur Lagerbildung und in Eppendorf zu leichten Hagel Schäden. Am 6. Juli führten schwere Unwetter mit Sturm und Gewitterregen beim Großversuch Forchheim zu ca. 90 % Lager. Dieser Versuch wurde nicht in die Auswertung einbezogen. Die Großversuche in Großwaltersdorf und Oberschöna sowie die Parzellenversuche in der Versuchsstation Forchheim waren auf 50 bzw. 90 % der Fläche durch Lagerbildung beeinträchtigt. Das Raufen der Großversuche begann am 7. August und wurde aufgrund häufiger Unterbrechungen durch Regenperioden erst am 7. September abgeschlossen. Die Röste verlief infolge feucht-kühler Witterung relativ ungleichmäßig, häufiges Wenden war erforderlich. Die Erntearbeiten wurden erst am 13. Oktober abgeschlossen.

Tabelle 3: Flachsanzbau in Sachsen 1993 bis 1996 - Großversuche

Betrieb	Versuchsfrage
Bäuerliche Erzeugergenos- senschaft Gahlenz e. G. □	Differenzierter Herbizideinsatz 1993 – 95 □ Qualitätsbeurteilung des Flachses im Feldbestand 1993 - 95 Erntetechnologievergleich 1993-95, Aussaatstärken 1996
Agrargenossenschaft Eppendorf	Sortenvergleich, Stickstoffdüngung 1993 □ Wirkung eines Wuchs- stoffherbizides 1994 – 1996
Agrargenossenschaft Voigtsdorf e. G.	Unkrautbekämpfung, Erntetechnologievergleich 1993 □ Aussaatstärken, Erntetechnologievergleich 1994/95
Agrarzuchtgesellschaft Großwaltersdorf mbH /Hohlfeld &Steier GbR	Aussaatstärken, Erntetechnologievergleich 1993 □ Unkrautbekämpfung, Wachstumsregulatoreinsatz 1994 □ Unkrautbekämpfung 1995/96
Agrargenossenschaft "Bergland" Clausnitz	Sortenvergleich 1993, Aussaatverfahren 1994-95 Ernteverfahren 1996
Naumann, Oberschöna	Sortenvergleich 1993/94, Halmstabilisatoren 1995/96
Agrargenossen- schaft □ Großhartmannsdor f	Aussaatstärken bei Öllein 1995 □
Erzgeb. Agrargenossen- schaft Forchheim	Stickstoffdüngung, Untersaaten, Erntetechnologievergleich 1993
Agrofarm Eichigt/Vogtl.	Sortenvergleich, Ernteverfahren 1996
Agrargenossenschaft Unterreichenau/ Vogtl.	Sortenvergleich, Ernteverfahren 1996 □

Tabelle 4: Untersuchungen zu Hanf und Kenaf 1996

Versuchsort	Versuchsfrage
Forchheim, □ Nossen, Motterwitz	- Prüfung der Anbaueignung ausgewählter THC-armer Faserhanfsor- ten unter den bodenklimatischen Bedingungen sächsischer Standorte
Adorf/Erzgebirge □	- Prüfung des Einflusses unterschiedlicher Stickstoffgaben auf Ertrags- und Qualitätsparameter, erntetechnologische Untersuchungen
Großhartmannsdorf □	- erntetechnologische Untersuchungen □ - Anbaueignung der Fasernes- sel (keine Ergebnisse)
Liebertwolkwitz	- Anbaueignung und Ertragsfähigkeit der Faserpflanze Kenaf unter den bodenklimatischen Bedingungen Sachsens

1994 wurden alle Großversuche sowie die Parzellenversuche in der Versuchsstation Forchheim in der dritten Aprildekade ausgesät. Die Aussaat in Berthelsdorf erfolgte erst am 5. Mai. Bei ausreichend Niederschlag und niedrigen Temperaturen entwickelte sich der Faserlein normal, am 31. Mai schädigte Nachtfrost (-2°C) die Versuche in Forchheim geringfügig. Beginnend mit der 3. Junidekade setzte eine sehr niederschlagsarme Periode mit überdurchschnittlichen Temperaturen (bis zu 37 °C) ein. Dadurch wurde die Blühdauer eingeschränkt, alle Bestände reiften extrem schnell ab. Die Gelbreife trat zwei bis drei Wochen früher als 1993 ein. Negative Auswirkungen auf Wuchshöhe und Strohertrag waren besonders in Berthelsdorf, wo im Juli kaum Niederschläge zu verzeichnen waren, aber auch im Osterzgebirge zu beobachten. Der Unkrautdruck war gering, Lagerbildung trat nur in der Versuchsstation Forchheim bei Varianten mit hoher Stickstoffdüngung auf. Das Raufen der Großversuche begann bereits am 22. Juli und damit über zwei Wochen früher als 1993. Die anhaltend heiße Witterung bewirkte einen zügigen Röstprozeß. Kurz vor Abschluß der Röste setzte eine längere Periode mit nahezu täglichen Niederschlägen ein, dadurch wurde die Ernte erschwert und verzögert. Die Ernte des letzten Röststrohes erfolgte am 16. September.

1995 liefen infolge niedriger Temperaturen nach der Aussaat, die sich vom 24. April (Forchheim) bis zum 6. Mai (Oberschöna) erstreckte, die Pflanzen im Osterzgebirge erst nach etwa zwei Wochen auf. Nach einer kurzen Periode zügiger Entwicklung folgte beginnend mit der dritten Maidekade bis zum 15. Juni eine Zeitspanne mit sehr kühler Witterung und täglichen, teilweise starken Niederschlägen, die stellenweise zu Staunässeerscheinungen führten. Der ohnehin nur geringe Stickstoffvorrat des Bodens wurde durch Auswaschung weiter reduziert. Während dieser Zeit kam das Wachstum der Flachspflanzen nahezu zum

Erliegen. Der dadurch gegebene Entwicklungsrückstand konnte bis zur Ernte nicht vollständig aufgeholt werden. Durch relativ hohe Temperaturen im Juli und August reiften die Bestände schnell ab. Die Raufe der Versuchspartellen in den Landwirtschaftsbetrieben erfolgte vom 2. bis 7. August (Flachs) bzw. am 13. September (Öllein). Die Parzellen der Versuchsstation Forchheim wurden am 10./11. August (Flachs) bzw. am 23. August (Öllein) geerntet. Infolge der insgesamt ungünstigen Entwicklung lag der Stroh- und Faserertrag im Osterzgebirge deutlich unter dem Durchschnitt der Vorjahre. In Berthelsdorf (Oberlausitz) lief der am 29. April ausgesäte Flachs und Öllein zügig auf und entwickelte sich normal. Obwohl im Juni ebenfalls viel Regen fiel, waren die Auswirkungen nicht so schlecht wie im Osterzgebirge. Hohe Sommertemperaturen bewirkten auch hier eine schnelle Abreife. Die Ernte der Flachspartellen erfolgte am 3. August, die der Ölleinpartellen am 9. August.

1996 lagen die Temperaturen im Osterzgebirge etwa 1,5°C unter dem langjährigen Mittel. Nur im April und Juni wurden normale Durchschnittswerte erreicht. Die Parzellenversuche in Forchheim und die Praxisversuche im Erzgebirge und im Vogtland zu Lein wurden vom 23.4. bis 1.5. ausgesät, mit Ausnahme des Feldversuches Oberschöna, wo die Aussaat erst am 21.5. erfolgte. Durch naßkalte Witterung zeigten die Bestände im Erzgebirge nur eine langsame Jugendentwicklung, es kam hier zu einer verspäteten, langanhaltenden Blütezeit. Trotz feuchtkühler Witterung während der gesamten Vegetation wuchsen gute Bestände heran. Anfang August konnten im Vogtland die Flachsbestände gerauft werden, während die Gelbreife im Erzgebirge erst Ende August einsetzte. Drei Wochen später als im Vorjahr begann die Flachsernte in den erzgebirgischen Praxisbetrieben und der Versuchstation Forchheim (22.8. bis 5.9.).

Tabelle 5 zeigt die Niederschlagsmengen im Osterzgebirge und in der Oberlausitz von Januar bis September 1993 bis 1996.

Tabelle 5: Niederschläge in den Anbaugebieten Oberlausitz (Berthelsdorf) und Osterzgebirge (Forchheim) während der Vegetationszeit 1993 bis 1996

Monat	Berthelsdorf Niederschläge im mm			Forchheim Niederschläge im mm			
	1993	1994	1995	1993	1994	1995	1996
März□April□	27	105	36	33	121	49	40
Mai□Juni□Juli	30	56	43	54	67	133	41
□August□Sept ember□	38	93	75	67	67	105	108
	84	39	169	100	72	204	87
	145	16	34	119	44	69	154
	83	110	--*	78	150	75	119
	95	43	--*	44	59	160	123

- keine Angaben

2. 4. Versuchsmethodik

Um sowohl anbautechnische als auch ernte-technologische Fragen untersuchen zu können, wurden die Ebenen Parzellenversuch und praxisnaher Großversuch gewählt.

2. 4. 1. Anbau, Probenahme, Strohertragsermittlung

Aussaat, Pflege und Ernte der **Parzellenversuche** wurden mit auf Versuchsfeldern üblicher Kleintechnik vom Personal der Versuchsstationen vorgenommen. Die Bonituren und Messungen im Feldbestand, die Ermittlung von Bestandesdichte, Wuchshöhe und Lagerneigung sowie die Ermittlung der Frischmasseerträge und die Beprobung zur Bestimmung von Lufttrockensubstanzertrag, Fasergehalt und Faserqualität erfolgten je Prüfglied in vierfacher Wiederholung von Hand durch das Personal der Versuchsstationen und die Projektmitarbeiter.

Die **Großversuche** wurden auf Flächen von Landwirtschaftsbetrieben unter praxisnahen Bedingungen auf einheitlich bewirtschafteten Schlägen mit gleichen Vorfrüchten und ausgeglichenen Bodenverhältnissen durchgeführt. Die Prüfgliedgröße betrug etwa einen Hektar, die Prüfglieder waren nebeneinander angeordnet. Bodenbearbeitung, Aussaat, Düngung und Pflanzenschutz führten die Landwirtschaftsbetriebe mit praxisüblichen Maschinen nach Versuchsplänen und

unter Anleitung der Projektmitarbeiter aus. Zur Ernte kamen Flachserntemaschinen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, aber auch Maschinen der Betriebe zum Einsatz. Die Ermittlung der Frischmasseerträge erfolgte je Prüfglied in fünf-facher Wiederholung auf repräsentativen Teilflächen von jeweils 4,8 m² (Flachs) bzw. 5 m² (Hanf). Von den Teilflächen wurden zeitgleich Proben für die Bestimmung des Lufttrockensubstanzertrages, des Fasergehaltes und der Faserqualität entnommen. Die Lufttrockensubstanzerträge (Grünstroh, geriffelt, lufttrocken) wurden bei den Parzellen- und bei den Großversuchen durch natürliche Trocknung einer definierten Menge Grünstroh unter Dach und anschließender Rückwaage ermittelt. Die im Rahmen des Förderprojektes "Naturfaser Flachs" tätigen Projektbearbeiter koordinierten alle zur Anlage, Pflege und Ernte der Großversuche notwendigen Arbeiten sowie die Zusammenarbeit mit den Kooperationspartnern. Auch alle Bonituren, Probenahme-, Einlage- und Aufbereitungsarbeiten führten sie aus. Zur Probenahme während der Raufe des Faserleins halfen Mitarbeiter des Fachbereiches 4 der LfL die Arbeitsspitze zu bewältigen.

2. 4. 2. Fasergehalt und Qualität; Ertragsermittlung

Flachs

Die Fasergehaltsbestimmung bei allen Versuchen mit Ausnahme der Flachssortenversuche der Versuchsstationen Berthelsdorf und Forchheim unternahm das Sächsische Textilforschungsinstitut Chemnitz nach folgender Methode:

Das lufttrockene, geriffelte Grünstroh wurde einer Wasserröste unter definierten Bedingungen unterzogen und rückgetrocknet. Die anschließende Fasergehaltsbestimmung erfolgte gemäß Österreichischer Textilnorm (ÖTN) 084. Dieses Verfahren ist für die Fasergehaltsbestimmung bei Langflachs geeignet und umfaßt folgende Arbeitsschritte: Die Holzteile (Schäben) der gerösteten, trockenen Flachsstengel werden mittels einer Laborknicke nach festgelegten Bedingungen zerbrochen. Teilweise spalten sich die Schäben sofort ab. Auf dem gerösteten und geknickten Flachs verbliebene Schäben sowie die kurzen, gröberen Fasern werden mit einer Laborschwinge herausgeschlagen. Das Gewicht der Fasern wird mit dem Gewicht des trockenen, ungerösteten Ausgangsmaterials ins Verhältnis gesetzt und so der Fasergehalt (% v. Grünstroh) errechnet.

Die Ermittlung des **Fasergehaltes** im Sortenvergleich erfolgte mit Hilfe eines Entholzungsgerätes der Firma Bahmer Maschinenbau Söhnstetten durch das Institut für Angewandte Forschung Reutlingen. Bei dieser Methode wird das lufttrockene, geriffelte Grünstroh ungeröstet auf mechanischem Wege durch hintereinander angeordnete, rotierende, schrägverzahnte Walzenpaare entholzt und die so gewonnenen Fasern mit dem Ausgangsmaterial ins Verhältnis gesetzt. Der so ermittelte Fasergehalt ist im Vergleich zu den im STFI Chemnitz nach Röste gewonnenen Fasergehalten erheblich höher, da Restbestandteile an Schäben und Staub an den Fasern verbleiben. Die Werte sind nur für eine vergleichende Wertung geeignet, nicht aber für die Feststellung des absoluten Fasergehaltes z. B. für Wirtschaft-

lichkeitsberechnungen. Die **Faserfestigkeit** wurde in Anlehnung an DIN EN ISO 2062 durch einen Faserbündel-Zugversuch bestimmt: Nach ÖTN 084 gewonnene, parallelisierte Flachsfasern aus dem Mittelteil der Pflanzen werden als flaches Bündel zwischen Zwick 1435 Normalklemmen eingespannt. Die Einspannlänge beträgt 20 mm. Bei einer Abzugsgeschwindigkeit von 100 mm/min wird die Reißkraft bestimmt. Dies erfolgt je nach Variante in 50-facher Wiederholung. Die Berechnung der feinheitsbezogenen Reißkraft in cN/tex (1 tex = 1 Gramm/1000 Meter Faserlänge) erfolgt mit Hilfe der Bestimmung der Feinheit der Meßprobe direkt neben dem Stengelbereich, an dem der Zugversuch vorgenommen wurde. Die Ermittlung der **Faserfeinheit** erfolgte gemäß ISO 2370 mittels eines vom Österreichischen Textilinstitut entwickelten Flax-Flowmeters (Herzog, 1989). Dabei wird eine schäbenfreie

Flachsprobe definierter Länge und Masse aus parallelisierten Flachsfasern aus dem Mittelteil der Pflanze in eine zylindrische Meßkammer eingeführt und einem Luftstrom ausgesetzt. Der entstehende Druck wird gemessen. Je feiner die Faser, desto größer ist der Widerstand/Druck. Aus den Druckwerten wird nach ISO 2370 der Feinheitsindex IFS, ein international vergleichbarer Wert, errechnet. Mit wachsenden IFS-Index nimmt die Faserfeinheit ab.

Hanf

Die Untersuchungen zum Fasergehalt des Hanfs erfolgten wie bei Flachs nach ÖTN 084, wobei die Hanfstengel vor der Röste entlaubt und entsamt und wegen ihrer Länge in zwei etwa gleichlange Stücke geteilt werden. Festigkeits- und Feinheitsbestimmung erfolgen wie bei Flachs. Vor der Bestimmung der Faserfeinheit müssen die Hanffasern allerdings einer leichten Hechelung unterzogen werden, um das für Flachs entwickelte Prüfverfahren nutzen zu können.

3. Untersuchungsergebnisse bei Flachs

3. 1. Einfluß der Anbautechnik auf Ertrag und Faserqualität

3. 1. 1. N-Düngung und Aussaatstärke

Der Einfluß der anbautechnischen Maßnahmen N-Düngung und Aussaatstärke auf Ertrags- und Qualitätsmerkmale wurde 1992 bis 1994 in der Versuchsstation Berthelsdorf und 1993 bis 1994 in Forchheim in Parzellenversuchen untersucht. Die Versuche wurden in den jeweils auf einem Schlag mit Getreidevorfrucht in Form von zweifaktoriellen Spaltanlagen mit zwei Großteilstücken (Faktor Aussaatstärken mit den Stufen 1500 und 2000 keimfähigen Samen/ha) und jeweils drei Kleinteilstücken (Faktor N-Düngung mit den Stufen 0, 40 und 80 kg N/ha) angelegt. Zusätzlich erfolgte 1993 in einem großflächigem Versuch auf einer ein-

heitlich bewirtschafteten Fläche in Eppendorf (Osterzgebirge) die Prüfung des Einflusses einer N-Gabe. Als N-Dünger kam stets zu Vegetationsbeginn Kalkammonsalpeter zur Anwendung.

Einfluß von N-Düngung und Aussaatstärke auf den Ertrag

Die mineralische N-Düngung und die Aussaatstärke beeinflussen Grünstrohertrag, Fasergehalt und Faserertrag. Dies zeigen die Parzellenversuche Berthelsdorf und Forchheim (Tab. 6) und der Großversuch Eppendorf (Abb. 1). Analysiert man die N-Wirkung, ist der in Berthelsdorf und Eppendorf im Boden gemessene N_{min} -Vorrat in Höhe von 70 - 100 kg/ha in der Schichttiefe 0 - 60 cm bereits eine ausreichende Ernährungsgrundlage für den Flachs.

Tabelle 6: Einfluß von Stickstoffdüngung und Aussaatstärke auf Ertragsparameter von Flachs, Parzellenversuche Berthelsdorf, 1992 - 1994 und Forchheim, 1993 - 1994

mineralische N-Düngung (kg N/ha)	Saatstärke (keimfähige Samen/m ²)	Grünstrohertrag, geriffelt, lufttr. (dt/ha)	Fasergehalt (% v. Grünstroh)	Faserertrag (dt/ha)
Berthelsdorf				
0	1500	74,46	21,4	15,96
40		76,70	19,4	14,85
80		70,54	16,4	11,59
0	2000	79,96	22,5	18,01
40		80,58	18,7	15,09
80		74,46	18,0	13,38
Forchheim				
0	1500	79,88	24,1	19,26
40		94,38	22,2	20,99
80		100,25	19,6	19,67
0	2000	86,50	24,3	20,99
40		103,63	21,6	22,43
80		94,50	19,3	18,23

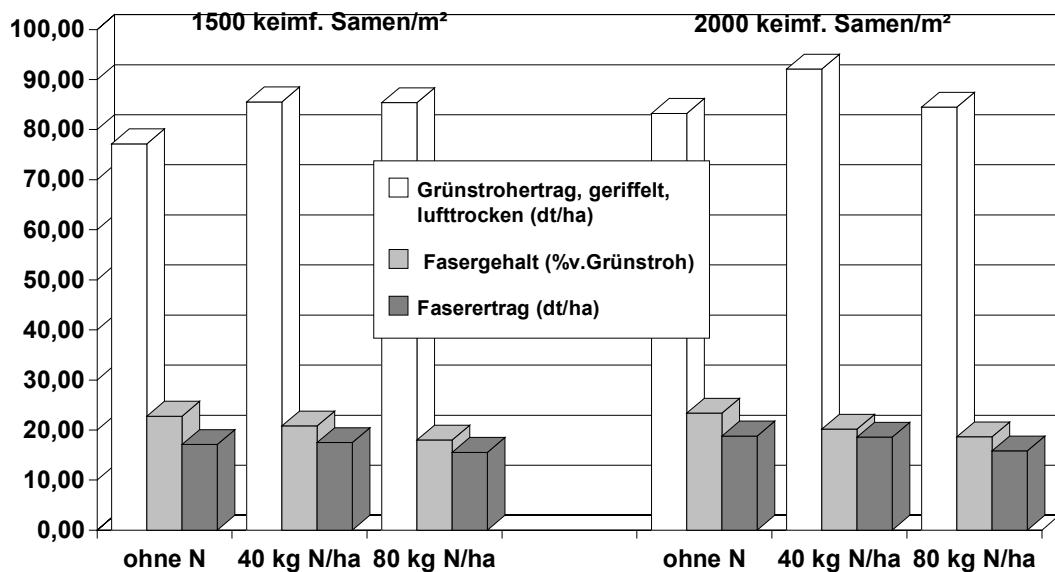


Abbildung 1: Einfluß von Stickstoffdüngung und Aussaatstärke auf Grünstrohertrag, Fasergehalt und Faserertrag von Flachs, Parzellenversuche Berthelsdorf 1992 - 1994 und Forchheim 1993 - 1994 (Durchschnittswerte)

Der Grünstrohertrag kann zwar noch geringfügig durch N-Düngung gesteigert werden, der zusätzliche N-Dünger senkt jedoch den Faserertrag. Insbesondere bei N-Gaben über 40 kg/ha wird der Faserertrag deutlich vermindert (Tabelle 6, Abb. 1). Bei einem hohen Vorrat an pflanzenverfügbarem Stickstoff verursacht die höhere N-Düngung von 80 kg/ha auch einen Rückgang des Strohertrages, der in erster Linie auf Lager und die damit verbundene Beeinträchtigung des Wachstums zurückzuführen ist. In Forchheim konnte bei geringeren N_{\min} -Gehalten des Bodens (54 - 73 kg/ha) durch die geringe N-Gabe noch eine Steigerung an Grünstroh und Fasern erreicht werden, dagegen war bei 80 kg N/ha auch in Forchheim das Optimum deutlich überschritten. Abb. 1 faßt alle Daten zu Erträgen und Fasergehalten in Berthelsdorf und Forchheim zusammen.

Diese Darstellung des Durchschnitts läßt zusammenfassend die Aussage zu, daß bei geringen Stickstoffgaben Steigerungen des Grünstrohertrages möglich sind. Höhere N-

Gaben lassen den Grünstrohertrag stagnieren bzw. zurückgehen. Der Fasergehalt des Flachsstengels wird durchweg bei Stickstoffdüngung negativ beeinflusst. Der aus Grünstrohertrag und Fasergehalt resultierende Faserertrag läßt zumindest bei mittleren und hohen N_{\min} -Gehalten des Bodens durch Stickstoffdüngung kaum erhöhen, er geht bei höheren N-Gaben deutlich zurück.

Weiterhin zeigen die Parzellenversuche, daß bei Aussaatstärken von 2.000 keimfähigen Samen je m^2 im Vergleich zu einem dünneren Bestand höhere Erträge an Stroh und Fasern erreichbar sind. Aus der Sicht der Lageranfälligkeit sind Bestände mit 2.000 Pflanzen/ m^2 allerdings einem höheren Risiko ausgesetzt. Die Feststellung, daß bei ausreichendem N-Gehalt des Bodens durch eine zusätzliche N-Düngung keine Steigerung des Faserertrages möglich ist, bestätigen die Ergebnisse des Großversuches Eppendorf 1993 (Abbildung 2).

Bei einem N_{\min} -Gehalt (Bodenschicht 0 - 60 cm) von 73 kg/ha führte eine N-Gabe von

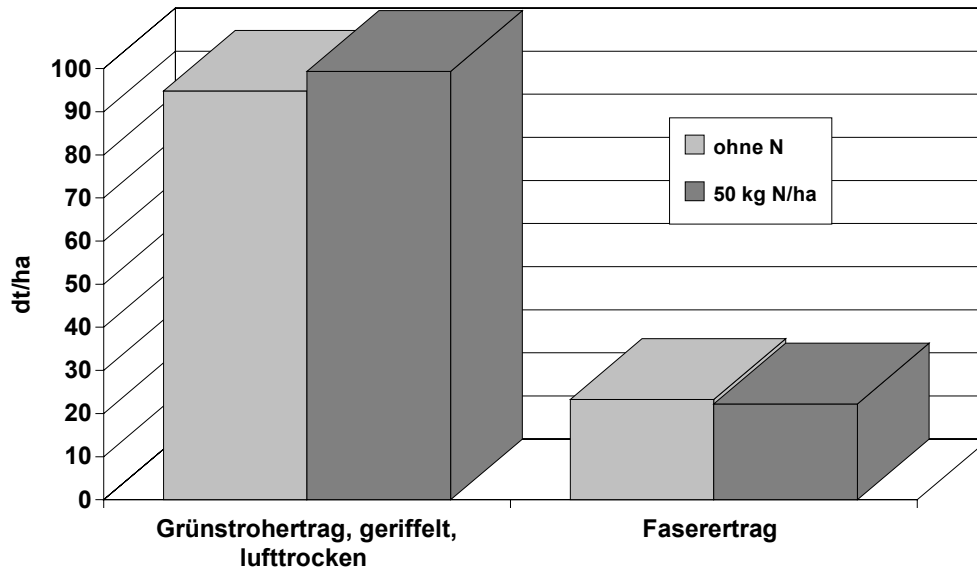


Abbildung 2: Einfluß der Stickstoffdüngung auf den Grünstroh- und Faserertrag von Flachs, Großversuch Eppendorf 1993

50 kg/ha zu einer Zunahme des Grünstrohertrages, der Faserertrag war dagegen leicht rückläufig. Die Steigerung des Strohertrages bedeutet demnach eine ausschließliche Zunahme der Holzfraktion im Stengel und damit eine Qualitätsverschlechterung. Außerdem war die Lagerneigung des gedüngten Bestandes deutlich höher.

Einfluß von N-Düngung und Bestandesdichte auf die Qualitätsparameter

Die Qualität der Flachsfaser ist eine sehr komplexe Größe. Im Interesse einer hohen Faserausbeute und -qualität sind bestimmte Parameter bezüglich der technischen Länge und des Stengeldurchmessers anzustreben. Düngung und Bestandesdichte wirken in unterschiedlicher Weise ein (Tabelle 7).

Durch N-Düngung nimmt der Durchmesser des Stengels zu (Tabelle 7, Abb. 3). Ab 2 mm Durchmesser wird jedoch die Faserausbeute geschmälert und die Fasergewinnung erschwert. Dies war 1993 infolge des hohen N_{\min} -Vorrates der Fall (Berthelsdorf 98, Eppendorf 73 kg N/ha). Günstig wirkt sich die höhere Bestandesdichte auf den Stengeldurchmesser aus. Es werden feinere

Stengel ausgebildet. Die Erhöhung des Pflanzenbestandes um 500 Pflanzen/m² läßt den Stengeldurchmesser je nach N-Aufwand um 0,10 bis 0,24 mm abnehmen (Tabelle 7). Derart dünne Stengel bringen höhere Ausbeuten an Fasern mit feinerer Struktur. Die Wuchshöhe und die technische Stengellänge gehen mit wachsenden N-Gaben und dichteren Pflanzenbeständen tendenziell leicht zurück. Darauf, daß bei hohen N-Gaben die Wuchshöhe abnimmt, wies bereits Schilling (1930) hin. Offensichtlich existiert auch hier ein N-Optimum. Bei seinem Überschreiten reagiert die Pflanze mit verkürzten Stengeln und starker Verzweigung, die technische Länge wird geringer. Das stellten auch Min-Ta-Ch'en u. Dosspechov 1960 sowie Opitz u. Eggelhuber 1939 fest. Im allgemeinen erreicht der Faserlein eine Wuchshöhe von 70 bis 110 cm (Brenndörfer, Hummelt, 1986). Daran gemessen erreichten der Pflanzenbestände im Versuch im Durchschnitt der Jahre mittlere Wuchshöhen. Sowohl N-Düngung als auch Bestandesdichte beeinflussen je nach Jahreswitterung die wichtigen inneren Qualitätsmerkmale und verarbeitungstechnischen Parameter Faserfestigkeit und Faserfeinheit. Dies zeigen Tabelle 8 und Abbildung 4.

Tabelle 7: Einfluß von Stickstoffdüngung und Aussaatstärke auf äußere Qualitätsmerkmale von Flachs, Parzellenversuch Berthelsdorf, Durchschnitt 1992 - 1994

Mineralische N-Düngung (kgN/ha)	Saatstärke (keimfähige Samen/m ²)	Durchmesser Stengelmitte (mm)	Wuchshöhe Pflanze (cm)	technische Stengellänge (cm)
0	1500	1,53	85,3	74,0
40		1,69	85,3	71,0
80		1,60	79,3	66,7
0	2000	1,37	80,6	70,7
40		1,45	82,0	70,0
80		1,50	79,3	69,3

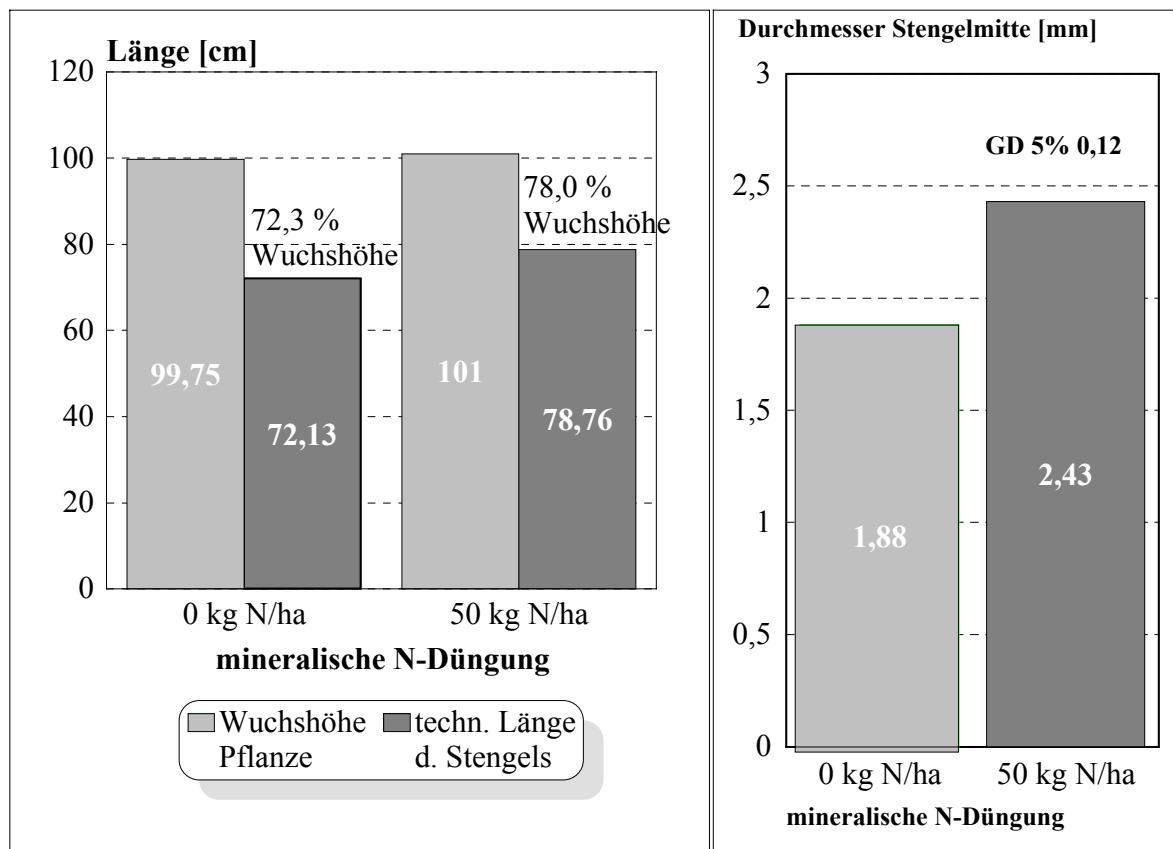


Abbildung 3: Einfluß der Stickstoffdüngung auf äußere Qualitätsmerkmale von Flachs, Großversuch Eppendorf, 1993

Tabelle 8: Einfluß von Stickstoffdüngung und Saatstärke auf innere Qualitätsmerkmale von Flachs, Parzellenversuch Berthelsdorf, 1992 - 1994

Min. N-Düngung (kg N/ha) □	Saatstärke (keimf. Samen/m ²)	Fasergehalt (% v. Grünstroh, geriffelt)	Faserfestigkeit (Faserreißkraft cN/tex)	Faserfeinheit (IFS-Index) □
1992				
0	1500	21,90	53,50	121,04
40		18,10	47,70	149,40
80		9,80	41,70	116,34
0	2000	25,10	53,80	150,18
40		17,70	49,00	173,15
80		14,60	42,60	112,12
1993				
0	1500	20,2	29,13	126,77
40		19,2	28,27	154,00
80		19,2	21,66	138,44
0	2000	19,5	27,72	99,44
40		18,5	28,88	125,24
80		20,2	22,03	113,80
1994				
0	1500	22,2	35,75	91,85
40		20,8	33,08	82,64
80		20,3	31,74	80,61
0	2000	23,0	39,60	82,77
40		20,0	29,14	81,38
80		19,1	28,81	71,20

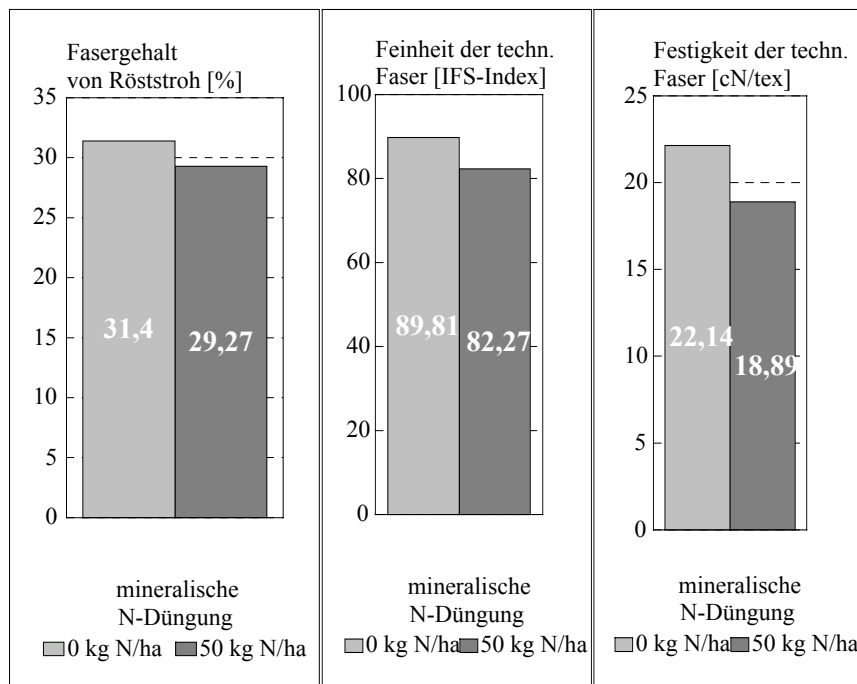


Abbildung 4: Einfluß der Stickstoffdüngung auf innere Qualitätsmerkmale von Flachs, Großversuch Eppendorf, 1993

Unter den trockeneren Bedingungen von 1992 führte die mineralische N-Düngung bei beiden Bestandsdichten zu einem drastischen Rückgang des Fasergehaltes. Im ebenfalls trockenen Jahr 1994 war diese Erscheinung nur bei der höheren Bestandesdichte zu beobachten. Unter den feucht-kühlen Verhältnissen von 1993 dagegen haben die N-Gaben keinen deutlichen Einfluß auf den Fasergehalt (Tabelle 8).

Die Faserfestigkeit wird durch Stickstoffdüngung beeinträchtigt. Gegenüber der ungedüngten Variante sinkt die feinheitensbezogene Festigkeit je nach Höhe der N-Gaben um 0,86 bis 11,8 cN/tex. Eine stärkere N-Ernährung lockert demnach den Zusammenschluß der Elementarfasern. Die Zellwände werden dünner und die Lumina nehmen zu (Ulbricht, 1952/53). Bezüglich der Festigkeit der Fasern bestehen außerdem starke jahresabhängige Unterschiede. Hochwertige Faserleine zeichnen sich durch Festigkeitswerte von 60 cN/tex aus (Herzog, 1989). Daran gemessen erreichen die im

Versuch Berthelsdorf 1992 erreichten Werte ein mittleres bis gutes, die in den Versuchen Berthelsdorf 1993 und 94 sowie Eppendorf 1993 nur ein geringeres Niveau.

Die Wirkung der mineralischen N-Düngung auf die Feinheit der Faser (Grad der Aufspaltung der Faserbündel) hängt nach vorliegenden Ergebnissen von der Dosis ab. Sicher ist, daß die ungedüngte Variante relativ feine Fasern liefert. Die zusätzliche Stickstoffgabe von 40 kg/ha erzeugte 1992 und 1993 größere Fasern. Eine noch höhere Dosierung (Überdüngung) begünstigt durch lockeren Zusammenschluß der Elementarfasern wieder die Aufteilbarkeit. Als Nachteil müssen dann allerdings geringere Festigkeitswerte in Kauf genommen werden.

Um die Wirkung von Stickstoffdüngung und Bestandesdichte auf den Stickstoffgehalt des Bodens nach der Aberntung des Flachses zu untersuchen, wurden 1992 und 1993 in Berthelsdorf die N_{\min} -Gehalte im Herbst gemessen (Abbildung 5).

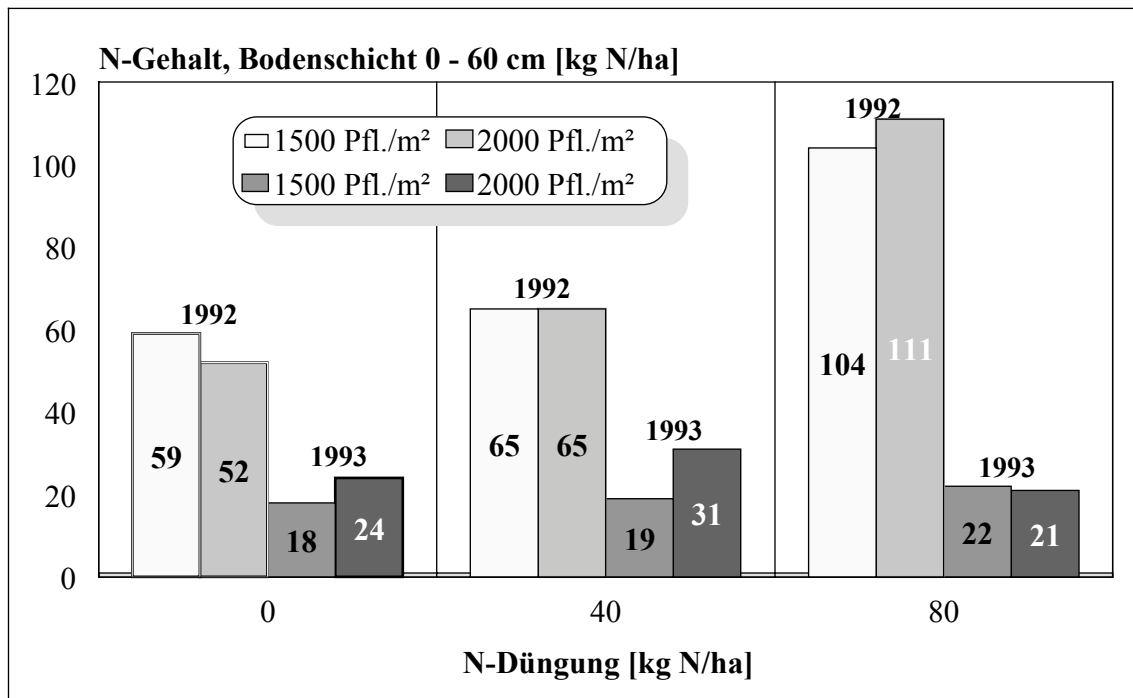


Abbildung 5: Stickstoffgehalt des Bodens nach der Ernte des Faserleins, Parzellenversuch Berthelsdorf, 1992 und 1993

Hohe, nicht an den N_{\min} -Gehalt des Bodens angepaßte N-Gaben führen besonders bei durch Sommertrockenheit bedingten geringem Ertragsniveau (1992) zu ökologisch bedenklichen Konzentrationen leicht auswaschbaren Stickstoffs im Bereich der Ackerkrume. Dagegen können die Flachspflanzen bei hohen Sommerniederschlägen den Stickstoff offenbar gut verwerten und in Ertrag umsetzen, so daß nur wenig N im Boden verbleibt.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß im Mittel der Jahre durch Stickstoffgaben zu Flachs folgende Effekte zu erwarten sind: Der Grünstrohertrag steigt bei geringen Gaben, während er bei höheren Gaben wieder sinkt. Der Fasergehalt im Stengel und der Faserertrag werden beeinträchtigt. Größere Stengeldurchmesser bei zurückgehender Pflanzenhöhe und technischer Länge verschlechtern die Verarbeitungseigenschaften vor allem bei beabsichtigter Gewinnung von Langfaser. Es ist durchweg mit einer Beein-

trächtigung der Faserfestigkeit zu rechnen, wodurch sich ebenfalls Einschränkungen für die Verwendbarkeit ergeben können. Der Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Faserfeinheit hängt von der Dosis ab, eine eindeutige Tendenz ist nicht erkennbar. Beobachtungen ergaben, daß durch Stickstoffdüngung die Lagergefahr steigt. Die Versuchsergebnisse liefern auch den Hinweis, daß bei Flachsanzbau die Stickstoffdüngung nicht nur im Interesse von Fasergehalt und Faserqualität, sondern auch aus ökologischen Gründen deutlich zu begrenzen ist.

Durch die Erhöhung der Saatstärke von 1.500 auf 2.000 keimfähige Samen/m² sind bei vergleichbaren Stickstoffgaben höhere Erträge und Fasergehalte erreichbar. Der Stengeldurchmesser geht deutlich zurück; Wuchshöhe und technische Stengellänge können bei erhöhter Saatstärke und geringem Stickstoffangebot beeinträchtigt werden.

3. 1. 2. Chemische und mechanische Unkrautbekämpfung

Unkrautbesatz in Flachs kann die Ernte erheblich erschweren, vor allem aber die Qualität der zu gewinnenden Fasern stark beeinträchtigen. Unkrautreste lassen sich nur schwer aus aufbereiteten Flachsfasern entfernen und können zur Abwertung ganzer Partien, verbunden mit erheblichen finanziellen Einbußen führen. Deshalb wurde seit 1993 in Forchheim und Berthelsdorf in Parzellenversuchen und auf Flächen der Bäuerlichen Erzeugergenossenschaft Gahlenz, der Hohlfeld&Steier GbR Großwaltersdorf (ehemals Agrarzuchtgesellschaft Großwaltersdorf mbH) und der Agrargenossenschaft Eppendorf in praxisnahen Großversuchen der Einfluß chemischer und mechanischer Unkrautbekämpfungsmaßnahmen auf den Unkrautbesatz, den Ertrag und die Faserqualität geprüft. Damit sollte der Herbizideinsatz bei Sicherung von Ertrag und Qualität so weit wie möglich minimiert werden. Gegenwärtig haben die Herbizide (außer Extoll) keine Zulassung für Flachs, ihr Einsatz hat sich jedoch bewährt. Allerdings liegt das Risiko beim Landwirt. Die vorliegenden Ergebnisse geben ihm jedoch Sicherheit. Nachfolgend sind die Ergebnisse zur Wirkung unterschiedlicher Herbizidgaben und mechanisch-chemischer Maßnahmen der Unkrautbekämpfung auf Unkrautbesatz, Flachertrag und -qualität dargestellt.

Parzellenversuche

Die Parzellenversuche zu dieser Forschungsfrage wurden 1993 bis 1995 parallel in den Versuchstationen Forchheim und Berthelsdorf jeweils in Form zweifaktorieller Spaltanlagen (Faktor A: Striegelanwendung; Faktor B: Herbizidstufen) ausgeführt.

Die Aussaat erfolgte mit einer Saatstärke von 2.300 keimfähigen Samen/m². Das Saatgut (Sorte Belinka) wurde mit 400 g AAtiram/dt gebeizt. Der Prüffaktor Striegelanwendung umfaßte die Varianten "ohne Striegel" und "mit Striegel". Bei der Varian-

te "mit Striegel" wurde bei etwa 10 cm Wuchshöhe ein Hackstriegel einmal in Drillrichtung und unmittelbar danach einmal in entgegengesetzter Richtung eingesetzt. Die Prüfung der Herbizidanwendung umfaßte vier Stufen:

- 1.: ohne Herbizid
- 2.: 15 g Gropper/ha + 1 l Basagran bei 3 - 5 cm Wuchshöhe
- 3.: 15 g Gropper/ha + 1 l Basagran bei 3 - 5 cm Wuchshöhe und zusätzlich bei 12 - 15 cm Wuchshöhe
- 4.: 30 g Gropper/ha + 1 l Basagran bei 12 - 15 cm Wuchshöhe

Die Herbizidvarianten 2 und 3 sind nicht zuletzt aufgrund dieser Untersuchungsergebnisse inzwischen praxisüblich. Mit der Herbizidvariante 4 (30 g Gropper und 1 l Basagran/ha bei 12 bis 15 cm Wuchshöhe des Flachs) sollte untersucht werden, ob in diesem Entwicklungsstadium noch eine effektive Unkrautbekämpfung möglich ist, falls eine frühere Bekämpfung nicht durchführbar war (z. B. wegen andauernder Niederschläge, Unbefahrbarkeit der Flächen etc.). Da die Unkräuter zu diesem Zeitpunkt schon weit entwickelt sind, wurde die höhere Aufwandmenge bei Gropper gewählt, um eine ausreichende Wirkung zu erzielen.

Aus den Ergebnissen von in den Jahren 1994 und 1995 in der Versuchstation Berthelsdorf durchgeführten Unkrautbonituren (Abb. 6) ist abzuleiten, daß die mechanische Unkrautbekämpfung mit dem Hackstriegel keinen wesentlichen Einfluß auf den Unkrautbesatz hat. Bei den nicht mit Herbiziden behandelten Varianten wird der Unkrautbesatz z. T. sogar gefördert (Vogelmie-re, Rote Taubnessel, "sonstige" Arten). Eine gewisse, aber völlig unzureichende Reduzierung der Unkräuter durch den Striegeleinsatz ist in den nicht mit Herbiziden behandelten Parzellen bei den Knöterich-Arten und beim Weißen Gänsefuß sichtbar. Diese beiden Unkrautarten können die Qualität des Flachsstrohes durch Verunreinigung stark beeinträchtigen.

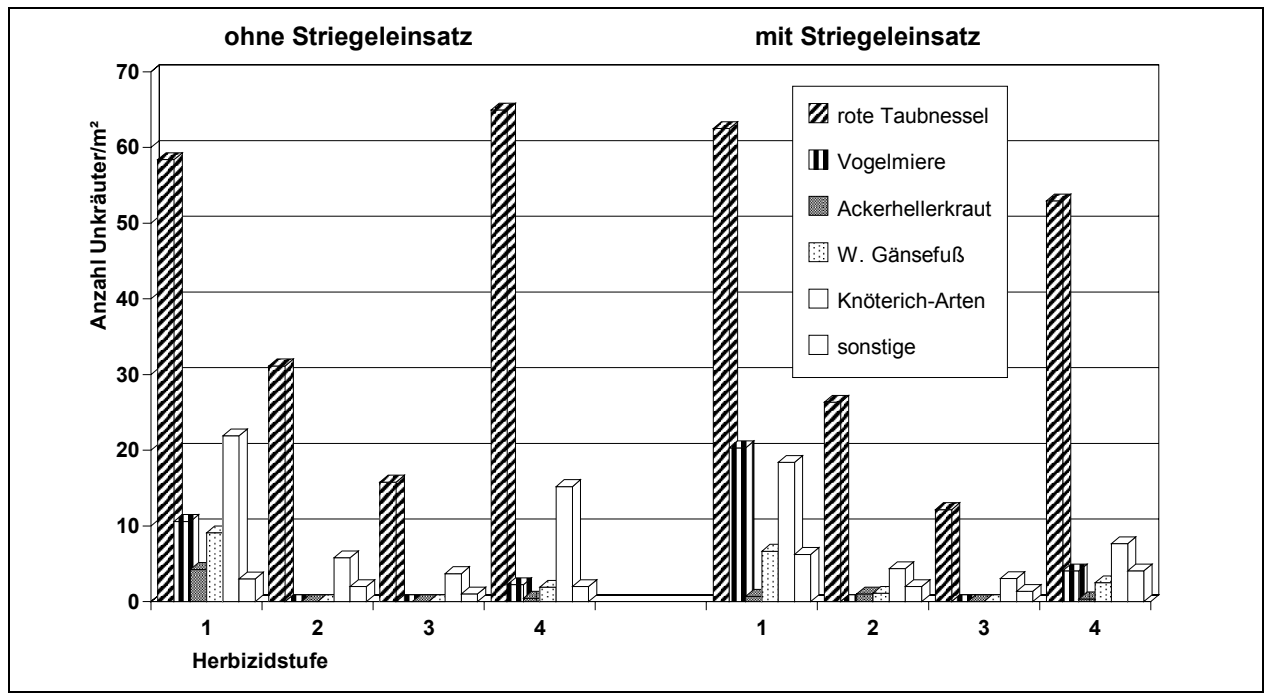


Abb. 6: Einfluß chemisch - mechanischer Unkrautbekämpfung auf den Unkrautbesatz in Faserlein, Versuchsstation Berthelsdorf, Mittel 1994/95

Die Behandlung des Flachsbestandes bei einer Wuchshöhe von 3 - 5 cm mit der Herbizidkombination 1 l Basagran und 15 g Gropper/ha (Herbizidstufe 2) brachte einen deutlichen Rückgang aller Unkräuter. Vogelmiere, Ackerhellerkraut und der in Flachs problematische Weiße Gänsefuß wurden in der Variante "ohne Striegeleinsatz" vollständig beseitigt. Dagegen kamen in der Variante "mit Striegeleinsatz" offensichtlich durch die mechanische Bearbeitung des Bodens erneut Unkrautsamen zum Keimen, so daß sich bis zur Ernte ein gewisser Besatz an Weißem Gänsefuß und Ackerhellerkraut entwickeln konnte.

Die nochmalige Behandlung mit den gleichen Herbiziden bei 12 - 15 cm Wuchshöhe des Flachs (Herbizidstufe 3), die in der Praxis nur bei hohem Unkrautdruck zur Anwendung kommen sollte, brachte im Vergleich zur Herbizidstufe 2 einen weiteren Rückgang des Unkrautbesatzes, vor allem auch die vollständige Beseitigung des problematischen Weißen Gänsefuß auch in der

Variante "mit Striegeleinsatz". Der insgesamt sehr hohe Besatz an Roter Taubnessel konnte mit der wiederholten Herbizidbehandlung auf ein tolerierbares Maß reduziert werden. Bei Einsatz der Herbizidstufe 4 ist trotz des erhöhten Herbizidaufwandes infolge des späten Anwendungszeitpunktes und des fortgeschrittenen Entwicklungsstadiums der Unkräuter keine ausreichende Unkraut-reduzierung mehr gegeben. Dies betrifft vor allem die Rote Taubnessel und die Knöterich-Arten. Damit wird deutlich, daß einer rechtzeitigen Anwendung von Herbiziden eine große Bedeutung zukommt.

Neben der Wirkung unterschiedlicher Unkrautbekämpfungsverfahren auf den Unkrautbesatz sollte im Versuch auch der Einfluß dieser Maßnahmen auf den Ertrag und wichtige Qualitätseigenschaften des Flachs untersucht werden. Die Ergebnisse der dreijährigen Untersuchungen in den Versuchsstationen Forchheim und Berthelsdorf sind in den Tabellen 9 und 10 dargestellt.

Tabelle 9: Einfluß chemisch-mechanischer Unkrautbekämpfung auf Ertragsparameter von Flachs, Forchheim und Berthelsdorf 1993 bis 1995

Variante		Grünstrohertrag, geriffelt, lufttrocken	Faserertrag dt/ha
o. Striegel	ohne Herbizid	83,64	18,95
	1 l Basagran + 15 g Gropper/ha	82,45 □	19,08 □
	□ 2x 1l Basagran + 15 g Gropper/ha	83,34 □	18,85 □
	□ 30 g Gropper/ha □	81,38 □	18,16 □
m. Striegel	ohne Herbizid	67,95	16,38
	1 l Basagran + 15 g Gropper/ha	69,98 □	16,61 □
	□ 2x 1l Basagran + 15 g Gropper/ha	70,74 □	16,10 □
	□ 30 g Gropper/ha □	66,45 □	15,30 □

Tabelle 10: Einfluß chemisch-mechanischer Unkrautbekämpfung auf Qualitätsparameter von Faserlein, Forchheim und Berthelsdorf 1993 - 1995

Variante		Fasergehalt % v. Grünstroh	Faserfestigkeit (cN/tex)	Faserfeinheit (IFS-Index)
o. Striegel	ohne Herbizid	26,27	36,83	77,93
	1 l Basagran + 15 g Gropper/ha	26,07	36,36	82,07
	□ 2x 1l Basagran + 15 g Gropper/ha	25,78	36,10	88,34
	30 g Gropper/ha	25,77	37,34	89,07
m. Striegel	ohne Herbizid	26,89	38,34	91,64
	□ 1 l Basagran + 15 g Gropper/ha	26,62	39,24	92,67
	□ 2x 1l Basagran + 15 g Gropper/ha	25,40 □	37,10 □	87,34 □
	30 g Gropper/ha	26,08	37,38	88,98

Die Ergebnisse zeigen, daß im Mittel der Jahre und beider Versuchsstationen bei Grünstroh- und Faserertrag wie auch bei Fasergehalt und Faserfestigkeit keine deutlichen Unterschiede zwischen den Varianten der chemischen Unkrautbekämpfung auftreten. Allenfalls ist eine leichte Tendenz zu geringeren Fasererträgen bei hohen Herbizidaufwandmengen bzw. später Ausbringung zu beobachten. Dagegen wird die Faserfeinheit in den Varianten ohne Striegeleinsatz bei steigendem Herbizideinsatz deutlich verschlechtert. Dies deutet darauf hin, daß die Herbizide auch in den Flachspflanzen Veränderungen bewirken und die Ausbildung der Faserbündel beeinflussen können. Unterschiede bestehen bei Grünstroh- und Faserertrag zwischen den Varianten "ohne Striegeleinsatz" und "mit Striegeleinsatz". Der Striegeleinsatz führte in einigen Fällen zur Schädigung von Flachspflanzen mit der Folge einer Verminderung der Bestandesdichte und geringerer Stroherträge. Bei den Qualitätsmerkmalen Fasergehalt und Faserfestigkeit sind keine nennenswerten Unterschiede gegeben. Die günstigere Faserfeinheit bei den Herbizidstufen 1 und 2 der ungestriegelten Parzellen im Vergleich zu den gleichen Herbizidstufen der gestriegelten Variante ist schwer erklärbar.

Großversuche

a) Großversuch zum Einfluß unterschiedlicher Herbizidaufwandmengen auf Unkrautbesatz, Ertrag und Faserqualität

Nachdem in den Jahren 1993 und 1994 in Großversuchen die prinzipielle Eignung der Herbizide Basagran und Gropper für die Unkrautbekämpfung in Flachs bewiesen wurde, sollte 1995 in einem auf Flächen der Bäuerlichen Erzeugergenossenschaft Gahlenz angelegten Großversuch die Möglichkeit der Minimierung der Herbizidaufwandmengen untersucht werden. Der Großversuch zur Prüfung der Wirkung unterschiedlicher Herbizidaufwandmengen auf Unkrautbesatz, Ertrag und Faserqualität

wurde 1995 unter praxisnahen Bedingungen auf einer einheitlich bewirtschafteten Fläche nach zweimaliger Getreidevorfrucht angelegt. Der N_{\min} -Gehalt des Bodens im Frühjahr lag bei 50 kg/ha. Es wurde kein Stickstoff gedüngt. Die Aussaat erfolgte am 25. April mit einer Saatmenge von 105 kg/ha bebeiztem Saatgut der Sorte Belinka. Die Prüfung des Faktors Herbizidanwendung umfaßte vier Stufen:

- 1.: ohne Herbizidanwendung
- 2.: geringe Herbizidgabe (1 l Basagran/ha und 10 g Gropper/ha)
- 3.: mittlere Herbizidgabe (2 l Basagran/ha und 15 g Gropper/ha)
- 4.: hohe Herbizidgabe (3 l Basagran/ha und 20 g Gropper/ha)

Die Ausbringung der Herbizide sollte ursprünglich bei 3 - 5 cm Wuchshöhe des Flaches durchgeführt werden, erfolgte wegen Nichtbefahrbarkeit der Flächen aber erst bei einer Wuchshöhe von etwa 20 cm. Die ursprünglich vorgesehene Untersuchung von zwei Varianten der mechanischen Unkrautbekämpfung war ebenfalls aus Witterungsgründen nicht möglich. Folgende Ergebnisse wurden erreicht:

Herbizide vermindern den Unkrautbesatz deutlich. Abb. 7 zeigt, daß auf der unbehandelten Parzelle eine sehr starke Verunkrautung zu verzeichnen war, welche mit Sicherheit zu Problemen bei der Verarbeitung und vor allem bei der Vermarktung der Flachsfasern führt. Mit Abschlügen beim zu erzielenden Verkaufspreis muß gerechnet werden. Es zeigt sich aber, daß 1995 bereits geringe Herbizidgaben, die wesentlich unter den praxisüblichen Aufwandmengen liegen, zu einer starken Reduzierung des Unkrautbesatzes führten. Die Problemunkräuter Klebkraut und Hederich wurden bereits in der Versuchsvariante "geringe Herbizidmenge" vollständig beseitigt, ebenso die weniger bedeutsamen Arten Kamille und

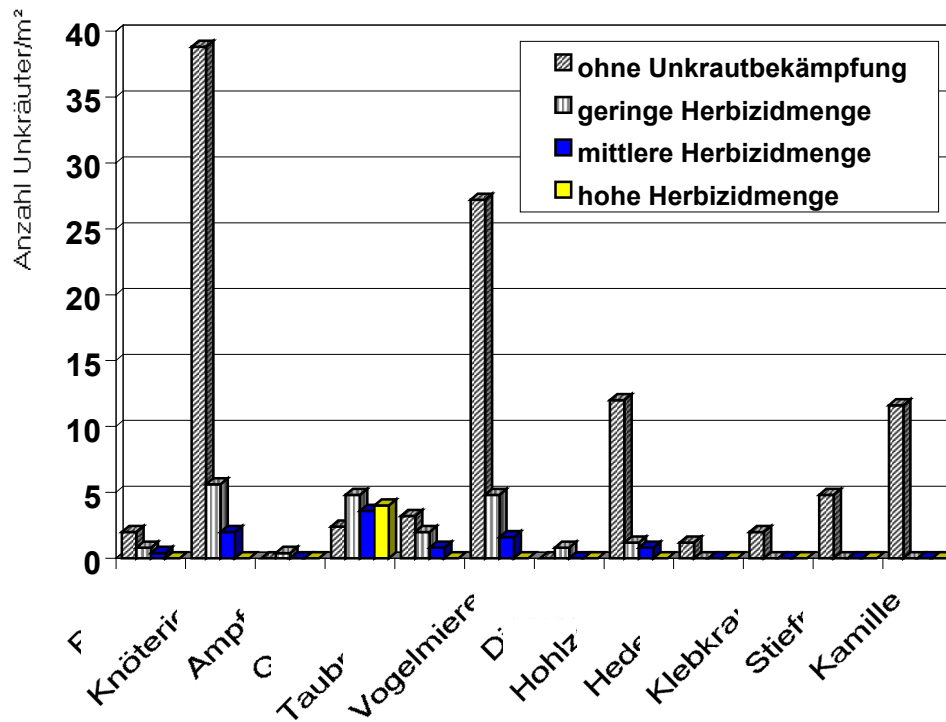


Abbildung 7: Einfluß von Herbizidgaben auf den Unkrautbesatz (Anzahl Unkräuter/m²) in Faserlein, Großversuch Gahlenz 1995

Stiefmütterchen. Bei Knötericharten, Hohlzahn und Raps war eine deutliche Reduzierung des Besatzes auf ein vertretbares Maß zu verzeichnen. Die Verunkrautung mit Vogelmiere und Taubnessel wurde ebenfalls reduziert, sie spielt aufgrund der meist geringen Wuchshöhe dieser Pflanzen eine untergeordnete Rolle. Die in Faserleinbeständen sehr problematische Quecke ist mit den eingesetzten Herbiziden nicht bekämpfbar. Eine Erhöhung der Herbizidmengen auf praxisübliches Niveau ("mittlere Herbizidmenge") bzw. darüber hinaus ("hohe Herbizidmenge") führte bei den Unkrautarten, die von der "geringen Herbizidmenge" nicht vollständig bekämpft wurden, zu einer weiteren Besatzverminderung bzw. zum vollständigen Verschwinden. Aus der Sicht der Qualitätssicherung ist jedoch eine vollständige Vernichtung von weniger bedeutsamen Unkräutern nicht notwendig, so daß im Interesse der Schonung der Umwelt, aber auch der Reduzierung der Kosten eine Unkrautbekämpfung mit einem Herbizideinsatz in

Höhe der "geringen Herbizidmenge" als ausreichend erachtet wird. Neben der Wirkung der unterschiedlichen Herbizidaufwandmengen auf den Unkrautbesatz wurde auch ihr Einfluß auf den Ertrag und die Faserqualität des Faserleins untersucht. In Abbildung 8 und Tabelle 11 ist der Einfluß auf einige Ertrags- und Qualitätsparameter dargestellt. Abbildung 8 zeigt, daß sowohl Grünstrohertrag (geriffelt, lufttrocken) als auch Röststrohertrag und Faserertrag bei der Variante "geringe Herbizidmenge" gegenüber der unbehandelten Variante deutlich zunehmen. Dies ist auf den geringeren Unkrautbesatz und die damit verbundene geringere Konkurrenz der Unkräuter bezüglich der Wachstumsfaktoren Nährstoffe, Wasser und Licht zurückzuführen. Der Faserlein selbst wird offensichtlich durch diese geringe Herbizidmenge kaum im Wachstum beeinträchtigt. Dagegen sind bei den Varianten "mittlere Herbizidmenge", vor allem aber bei "hoher Herbizidmenge" schädliche Auswirkungen der Herbizide auf die

Tabelle 11: Einfluß von Herbizidgaben auf Merkmale der Faserqualität von Faserlein, Großversuch Gahlenz 1995

Variante	Faserfestigkeit (cN/tex)	Faserfeinheit (IFS - Index)
ohne Herbizid	37,80	90,00
geringe Herbizidmenge	30,10	61,40
mittlere Herbizidmenge	38,00	80,60
hohe Herbizidmenge	31,10	65,70

Flachspflanze erkennbar, da trotz weiter gesunkener Unkrautkonkurrenz sowohl Grünstroh- als auch Faserertrag abfallen. Der Fasergehalt wird nur bei "hoher Herbizidmenge" deutlich reduziert.

Die in Tabelle 11 dargestellten Ergebnisse von Faserqualitätsuntersuchungen zeigen keine gesicherten Abhängigkeiten der untersuchten Qualitätsmerkmale von der ausgebrachten Herbizidmenge.

b) Großversuche zur chemischen und mechanischen Unkrautbekämpfung

Die Großversuche bei der Hohlfeld & Steier GbR, Großwaltersdorf wurden 1994 und 1995 auf Flächen mit zweimaliger Getreidevorfrucht angelegt. Im Herbst 1994 kamen zur Bekämpfung von Wurzelunkräutern 3,5 l

Roundup und 10 l AHL/ha zur Anwendung. Eine N-Düngung erfolgte nicht. Zur Aussaat kamen Ende April 100 bzw. 110 kg Saatgut der Sorten Ariane (1994) und Laura (1995). Folgende Varianten der Unkrautbekämpfung wurden zur Wirkung auf Unkrautbesatz, Ertrag und Faserqualität geprüft:

- 1 ohne Unkrautbekämpfung (für 1994 kein Ergebnis)
- 2 mit mechanischer Unkrautbekämpfung (Einsatz Hackstriegele bei 10 - 12 cm Wuchshöhe mit 6 km/h)
- 3 mit mechanischer und chemischer Unkrautbekämpfung (Kombination der Maßnahmen 2 und 4)
4. mit chemischer Unkrautbekämpfung (1,5 l Basagran + 15 g Gropser/ha bei 3 - 5 cm Wuchshöhe.

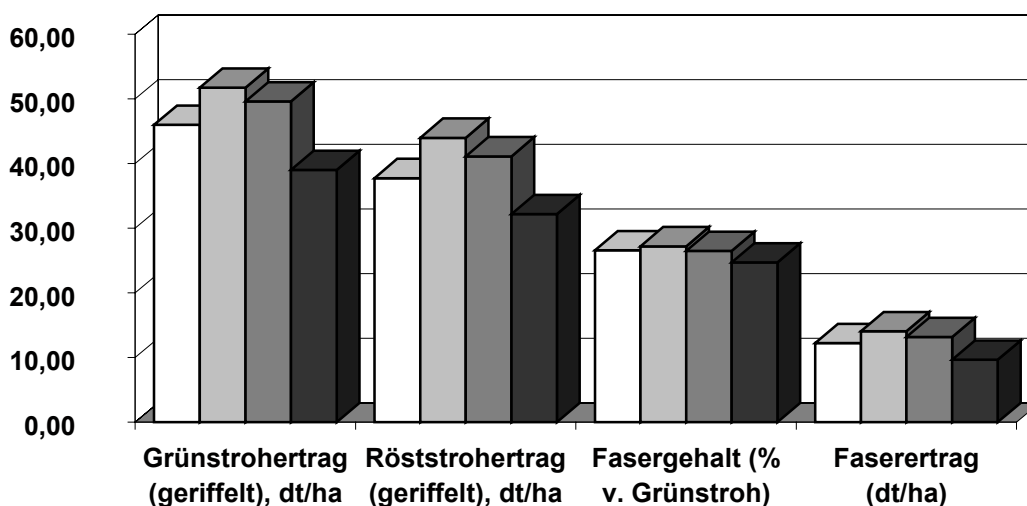


Abbildung 8: Einfluß von Herbizidgaben auf Grünstrohertrag, Röststrohertrag, Fasergehalt und Faserertrag von Faserlein, Großversuch Gahlenz 1995

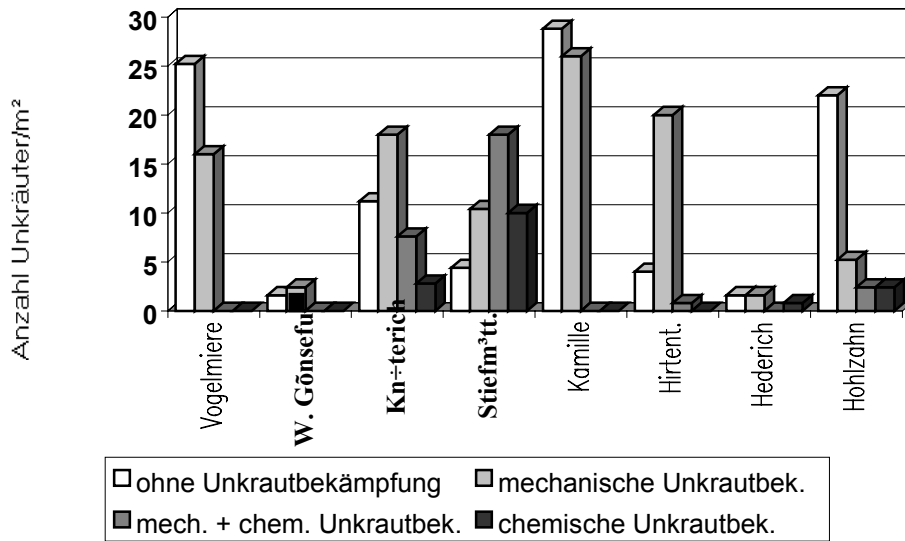


Abbildung 9: Einfluß mechanischer und chemischer Unkrautbekämpfung auf den Unkrautbesatz in Flachs zur Ernte, Großversuch Großwaltersdorf 1995

Der in Großwaltersdorf eingesetzte Hackstriegel wirkte weniger aggressiv auf Unkräuter und Flachs als der im oben beschriebenen Versuch Berthelsdorf/Forchheim verwendete Parzellenstriegel. Im Gegensatz zu Berthelsdorf/Forchheim, wo zweimal unmittelbar nacheinander in entgegengesetzter Richtung gestriegelt wurde, kam der Striegel in Großwaltersdorf nur einmal zum Einsatz. Die unterschiedliche Sommerwitterung der beiden Versuchsjahre bewirkte deutliche Unterschiede in Unkrautbesatz. Während nach einer langen, sehr warmen und trockenen Periode im Sommer 1994 zur Ernte nur sehr wenige Unkräuter vorhanden waren, war 1995 Verunkrautung stärker. Abb. 9 zeigt, daß 1995 bei insgesamt hohem Unkrautbesatz durch den alleinigen Einsatz von Herbiziden eine deutliche Reduzierung der Unkräuter (außer Ackerstiefmütterchen) erreicht wurde. Der alleinige Einsatz des Hackstriegels konnte lediglich den Besatz mit Holzzahn deutlich vermindern, bei Vogelmiere und Kamille war nur ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Andere Unkräuter wie Hirtentäschel, Ackerstiefmütterchen, Knöterich-Arten und Weißer Gänsefuß wurden dagegen durch den Hackstriegel gefördert. Die Kombination von Herbizid und

Hackstriegel erwies sich bei Knöterich und Stiefmütterchen gegenüber dem alleinigen Herbizideinsatz als nachteilig.

Von den in den Tabellen 12 und 13 dargestellten Erträgen und Qualitätsmerkmalen sind nur die Varianten 2 bis 4 unmittelbar vergleichbar, da die Werte der Variante "ohne Unkrautbekämpfung" nur auf einjährigen Ergebnissen beruhen. Im Gegensatz zu Berthelsdorf/Forchheim konnte beim Versuch Großwaltersdorf eine geringe positive Wirkung des Hackstriegels und vor allem der kombinierten chemisch-mechanischen Unkrautbekämpfung auf den Grünstrohertrag und die Faserfestigkeit im Vergleich zur alleinigen chemischen Unkrautbekämpfung festgestellt werden. Möglicherweise ist die Grünstrohertragssteigerung auf eine Stickstoffmobilisierung durch den Hackstriegel und im Falle der kombinierten Unkrautbekämpfung auf die stark geminderte Konkurrenz der Unkräuter zurückzuführen. Die Faserfeinheit war dagegen bei Striegeleinsatz deutlich schlechter, was schwer erklärbar ist. Allenfalls kann die durch den Striegel verursachte N-Mobilisierung eine Rolle spielen, da aus anderen Untersuchungen bekannt ist, daß erhöhte N-Verfügbarkeit die Faserfeinheit negativ beeinflussen kann.

Tabelle 12: Einfluß mechanischer und chemischer Unkrautbekämpfung auf Ertragsparameter und Fasergehalt von Flachs, Großversuch Großwaltersdorf, 1994/95

Var.-Nr.	Variante	Grünstrohertrag geriffelt, lufttrocken (dt/ha)	Fasergehalt (% vom Grünstroh)	Faserertrag (dt/ha)
1	ohne Unkrautbekämpfung (nur 1995)	47,20 □	32,30 □	14,44 □
2	mechanische Unkrautbekämpfung (Hackstriegel)	46,17 □	26,95 □	12,46 □
3	mech. u. chem. Unkrautbekämpfung	47,73 □	28,85 □	13,81 □
4	chem. Unkrautbek. (1,5 l Basagran +15 g Gropper /ha)	44,87 □	27,30 □	12,85 □

Tabelle 13: Einfluß mechanischer und chemischer Unkrautbekämpfungsmaßnahmen auf Qualitätsparameter von Flachs, Großversuch Großwaltersdorf, Mittel 1994/95

Var.-Nr.	Variante	Faserfestigkeit (cN/tex)	Faserfeinheit (IFS-Index)
1 □	ohne Unkrautbekämpfung □ (nur 1995)	34,30 □	95,80 □
2 □	Mechanische Unkrautbekämpfung (Hackstriegel)	35,85	105,14
3 □	mech. u. chem. Unkrautbekämpfung	37,47 □	110,75 □
4 □	chem. Unkrautbek. (1,5 l Basagran +15 g Gropper /ha)	35,19 □	90,06 □

c) Großversuch zur Wuchsstoffwirkung auf Unkrautbesatz und Faserqualität

In der Agrargenossenschaft Eppendorf wurde im Zeitraum 1994 bis 1996 die Wirkung eines Wuchsstoffes auf Unkrautbesatz, Faserertrag und -qualität geprüft. Das ursprüngliches Ziel des 1994 angelegten Versuches bestand darin, die Möglichkeit der Bekämpfung von oft sehr spät auflaufenden Ausfallraps mit einem Wuchsstoffherbizid zu untersuchen, da mit der Standardbehandlung 1,5 l Basagran + 15 g Gropper/ha bei ca. 5 cm Wuchshöhe des Flachses eine sichere Beseitigung des Rapses, aber auch des

Hederichs, nicht möglich war. Dabei stellte sich heraus, daß der eingesetzte Wuchsstoff MCPA neben einer Wirkung auf die genannten Unkräuter auch einen erheblichen Einfluß auf Ertrags- und Qualitätsmerkmale des Flachses hat. Deshalb wurde der Versuch 1995 und 1996 mit dem Ziel wiederholt, den Einfluß von MCPA auf Ertrags- und Qualitätsparameter näher zu untersuchen, um eventuell bestimmte Qualitätsparameter gezielt beeinflussen zu können. Die Versuchsschläge umfaßten 1994 zwei und 1995/96 jeweils drei Großparzellen, auf denen der Wuchsstoff MCPA in Form des

Wachstoffs herbizids U 46 M Fluid in unterschiedlichen Aufwandmengen zum Einsatz kam:

1994:	ohne MCPA 0,8 l U 46 M Fluid/ha
1995:	ohne MCPA 0,4 l U 46 M Fluid/ha 0,8 l U 46 M Fluid/ha
1996:	ohne MCPA 0,4 l U 46 M Fluid/ha 0,8 l U 46 M Fluid/ha

Die Mengen liegen weit unter den bei Einsatz in Getreide üblichen Dosierungen von 1 - 1,5 l/ha. Obwohl die Versuchspartzen auf Flächen angelegt wurden, auf denen Rapsdurchwuchs zu erwarten war, trat ein solcher nur 1994 auf, so daß 1995 und 1996 die Wirkung des MCPA auf Raps nicht beobachtet werden konnte.

Die Aussaat der Faserleinsorten Viking (1994), Belinka (1995) und Laura (1996) erfolgte jeweils in der 3. Aprildekade. Als Basis herbizide wurden jeweils bei 3 bis 5 cm Wuchshöhe des Flachses 1,5 l Basagran

und 15 g Gropper/ha ausgebracht, das MCPA-Wachstoffs herbizid U 46 M Fluid kam bei trockenem Wetter Anfang Juni (Wuchshöhe 25 - 40 cm) zur Anwendung. Nach dem Ausbringen des MCPA waren deutliche Schädigungen an den Flachspflanzen (Krümmung des Stengels) sichtbar, die sich mit dem weiteren Wachstum der Pflanzen nicht vollständig zurückbildeten. Im Mittel der drei Untersuchungsjahre wurden die in Tabelle 14 dargestellten Ergebnisse erreicht.

Tabelle 14 zeigt, daß durch die Basisunkrautbekämpfung mit Basagran und Gropper der Unkrautbesatz in allen Varianten relativ niedrig war. Durch die Ausbringung des MCPA-Mittels wurden Knöterich-Arten, Stiefmütterchen und Quecke erwartungsgemäß nicht beeinträchtigt. Der 1994 in starkem Maße aufgetretene Rapsdurchwuchs konnte durch die späte MCPA-Gabe vollständig eliminiert werden, ebenso der Hederich in allen Untersuchungsjahren. Ein relativ geringer Bekämpfungserfolg war bei Weißem Gänsefuß, Distel, Klebkraut und Hohlzahn zu verzeichnen.

Tabelle 14: Einfluß des MCPA-Herbizids U 46 M Fluid auf den Unkrautbesatz in Flachs zum Erntezeitpunkt, Großversuch Eppendorf 1994 - 1996

Unkrautart	Unkräuter/m ²		
	ohne MCPA-Mittel	0,4 l U 46 M Fluid/ha	0,8 l U 46 M Fluid/ha
Knöterich	6,40	4,20	5,87
Quecke	2,93	2,40	2,53
Weißer Gänsefuß	2,40	0,60	0,67
Stiefmütterchen	0,80	1,00	0,40
Distel	1,73	0,60	0,67
Klebkraut	0,93	0,20	0,13
Raps	0,53	0,00	0,00
Hederich	1,60	0,00	0,00
Hohlzahn	1,60	1,20	0,93

Tabelle 15: Einfluß des Wachstoffs MCPA auf Ertrags- und Qualitätsparameter von Flachs, Großversuch Eppendorf 1994 - 1996

Parameter	Varianten		
	ohne MCPA-Mittel	0,4 l/ha U 46 M Fluid	0,8 l/ha U 46 M Fluid
Grünstrohertrag, geriffelt, lufttrocken (dt/ha)	67,15	69,58	66,90
Fasergehalt (% v. Grünstroh)	25,37	23,55	24,38
Faserertrag (dt/ha)	17,03	16,39	16,31
Faserfestigkeit (cN/tex)	32,34	17,81	23,03
Faserfeinheit (IFS-Index)	84,37	70,37	66,89

Wie aus Tabelle 15 hervorgeht, wirkt das Wachstoffs herbizid MCPA hauptsächlich auf wichtige verarbeitungsrelevante Eigenschaften der Fasern ein, der Ertrag wird vergleichsweise wenig beeinflusst. Die Wachstoffsbehandlung vermindert die Reißfestigkeit der Faserbündel. Die Faserfeinheit (Teilung der Bündel) nimmt dagegen deutlich zu (IFS-Index deutlich unter 70). Das kann bei der Verarbeitung zu weichen Stoffen oder Dämmmaterial bedeutend sein.

d) Erste Ergebnisse zur Anwendung der Herbizide "Extoll" und "Concert"

1996 wurde erstmals in Sachsen auf Flächen der Hohlfeld & Steier GbR Großwaltersdorf die Wirkung der Herbizide Extoll und Concert bei Flachs untersucht. Extoll wurde einbezogen, weil seine Zulassung für Lein inzwischen erfolgt ist. Damit steht erstmals ein zugelassenes Herbizid für Flachs zur Verfügung. Das preisgünstige Herbizid Concert wird in der Praxis bereits angewendet. Die Vermutung, daß Concert den Flachs schädigt, war zu überprüfen.

Die herbizide Wirkung beider Mittel war im Verlauf der gesamten Vegetation ausreichend. Extoll zeigte allerdings eine deutliche Wirkungslücke bei Hohlzahn. Bei einer Bonitur zur Ernte dagegen war dieses Unkraut kaum noch vorhanden.

Auf die Ertragsparameter des Flachses wirken beide Präparate unterschiedlich (Abb. 10). Extoll steigert den Grünstrohertrag stärker als Concert. Während der Fasergehalt bei Extoll-Anwendung auf dem Niveau der Kontrollvariante verbleibt, senkt die Dosis von 30 g/ha Concert den Gehalt und Ertrag an Fasern deutlich.

In Abbildung 11 ist erkennbar, daß Extoll das für die Weiterverarbeitung wichtige Qualitätsmerkmal Faserfestigkeit kaum beeinflusst. Concert verursacht eine deutliche Verschlechterung der Faserfestigkeit. Beide Herbizide, besonders aber Concert, haben einen negativen Einfluß auf die für die Verspinnbarkeit der Flachsfasern bedeutsame Faserfeinheit.

Aus den einjährigen Untersuchungen zum Einsatz von Extoll und Concert ist ableitbar, daß Extoll ein Herbizid mit insgesamt guter Verträglichkeit für ist, während Concert sowohl Ertrag als auch Qualität des Flachses negativ beeinflusst. Die offensichtlich vorhandene Wirkungslücke von Extoll bei Hohlzahn ist zu beachten. Um gesicherte Aussagen zu Wirkung der untersuchten Herbizide treffen zu können, sind jedoch weitere Untersuchungen erforderlich und vorgesehen. Aus den bisherigen Untersuchungen zur Unkrautbekämpfung kann zusammenfassend folgendes abgeleitet werden:

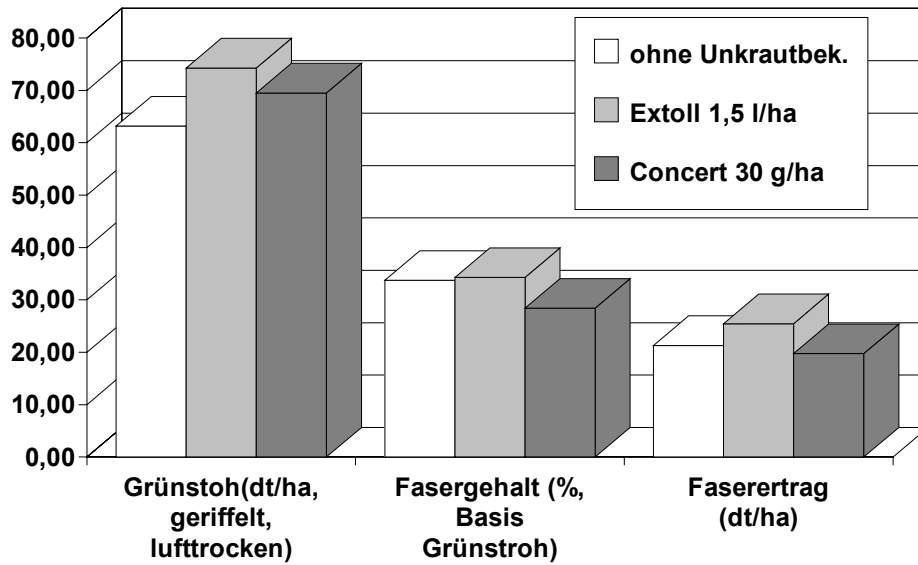


Abbildung 10: Einfluß der Herbizide Extoll und Concert auf Ertrag und Fasergehalt von Flachs, Großversuch Großwaltersdorf 1996

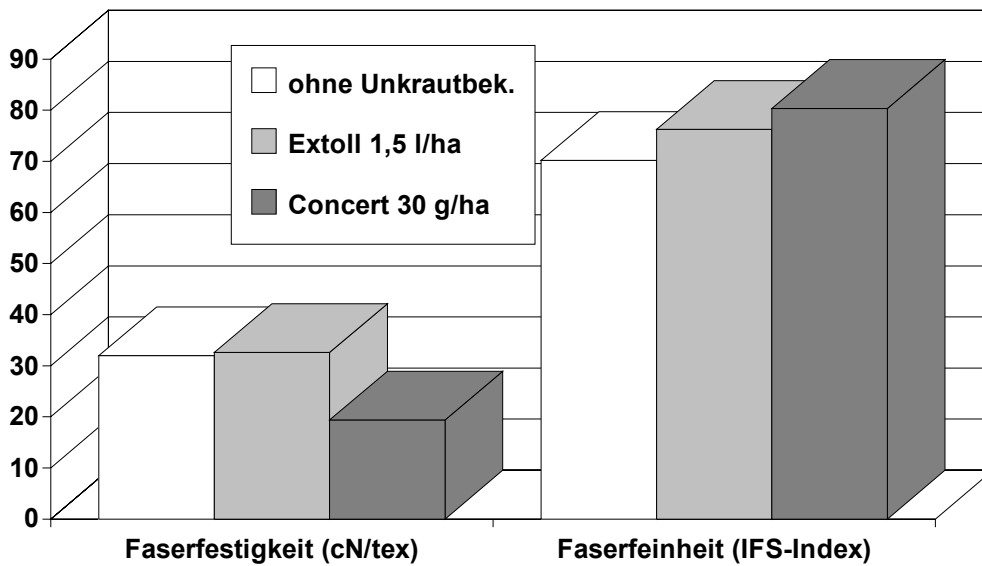


Abbildung 11: Einfluß der Herbizide Extoll und Concert auf Faserfestigkeit und Faserfeinheit von Flachs, Großversuch Großwaltersdorf 1996

Bereits durch den Einsatz geringer Mengen von Herbiziden (Basagran, Gropper), die deutlich unter den praxisüblichen Aufwandmengen liegen, ist eine Verminderung des Unkrautbesatzes in Flachs auf ein vertretbares Maß möglich. Höhere Herbizidgaben schädigen den Flachs, bewirken nur eine geringe weitere Reduzierung der Unkrautflo- ra, verursachen hohe Kosten und sind auch im Interesse der Umwelt zu vermeiden.

Chemische Unkrautbekämpfungsmaßnahmen haben die beste Wirkung, wenn sie zu einem frühen Zeitpunkt erfolgen, wobei bei starkem Unkrautdruck eine zweite Behandlung notwendig werden kann. Eine zu späte Herbizidausbringung bewirkt trotz erhöhter Aufwandmengen oft keine ausreichende Unkrautreduzierung. Ebenso ist nach gegenwärtigem Erkenntnisstand eine zuverlässige Unkrautminderung allein durch mechanische Unkrautbekämpfung mit dem Hackstriegel nicht erreichbar.

Die MCPA-Anwendung sollte sich auf Flachsbestände beschränken, die stark mit Raps durchwachsen sind. Zu beachten ist, daß dadurch die Festigkeit der Fasern nachteilig beeinflusst wird.

Erste Erprobungen der Herbizide Extoll und Concert lassen erkennen, daß Extoll bei ausreichender herbizider Wirkung (Wirkungslücke Hohlzahn) vom Flachs gut vertragen wird, während Concert Ertrag und Qualität dieser Faserpflanze beeinträchtigt.

Wirtschaftlichkeit des Herbizideinsatzes

Am Beispiel des Großversuches Gahlenz 1995 wird nachfolgend der Einfluß des Einsatzes unterschiedlicher Herbizidmengen auf den Deckungsbeitrag und damit die Wirtschaftlichkeit des Flachsbaus untersucht. Folgende Daten dienen als Grundlage der Berechnungen:

- im Versuch erreichte Röststroherträge
- Kosten des Herbizideinsatzes in den jeweiligen Herbizidvarianten
- mögliche Röststrohverkaufspreise.

Die möglichen Röststrohverkaufspreise wurden nach Herbizidstufen differenziert, da ein hoher Unkrautbesatz in der Herbizidstufe "ohne Herbizid" zu einer starken Preismin- derung und der noch geringfügig vorhandene Besatz in der Stufe "geringe Herbizidmenge" zu einem leichten Preisabschlag führen kann. In Tabelle 16 ist der Einfluß von Her- bizidgaben auf den Deckungsbeitrag darge- stellt.

Es zeigt sich, daß die Variante "geringe Her- bizidmenge" gegenüber "ohne Herbizid" infolge des steigenden Röststrohertrages und Verkaufspreises den Deckungsbeitrag deut- lich erhöht. Noch höhere Herbizidmengen lassen den Röststrohertrag bei nur noch ge- ringfügig steigenden Verkaufspreisen/kg wieder sinken. Die höheren Herbizidkosten schmälern den Deckungsbeitrag bereits bei einer "mittleren Herbizidmenge" deutlich. "Hohe Herbizidmenge" ist unwirtschaftlich.

Tabelle 16: Einfluß von unterschiedlicher Herbizidgaben auf den Deckungsbeitrag von Flachs, Großversuch Gahlenz 1995

Herbi- zidstufe	Röst- stroher- trag (dt/ha)	Preis (DM/kg)	Erlös (DM/ha)	Zusätzl. Erlös bei Herbizid (DM/ha)	Herbizid- u. Spritzkosten (DM/ha)	Zus. Deckungs- b. bei Herbizid. (DM/ha)
Ohne	37,75	0,18	679,50	-	-	-
Gering	43,99	0,23	1011,77	332,27	100,30	231,97
Mittel	41,12	0,25	1028,00	348,50	159,70	188,80
Hoch	32,19	0,25	804,75	125,25	219,10	- 93,85

Variante. Bei Flachs-anbau hat also eine "geringe Herbizidmenge" eine direkte positive Wirkung auf den Deckungsbeitrag. Neben dieser unmittelbaren Wirkung auf den Verkaufserlös/ha hat eine moderate Herbizid-anwendung weitere positive Auswirkungen, wie leichtere Ernte und schnelleres Abtrocknen des Feldbestandes bzw. der Schwade nach Niederschlägen infolge eines geringeren Unkrautbesatzes. Das verminderte Röst-risiko kann in niederschlagsreichen Jahren ausschlaggebend für eine erfolgreiche Ernte sein. Diese Faktoren sind monetär schwer zu erfassen – eine leichtere Ernte und ein geringeres Ernterisiko durch geringen Unkrautbesatz dürften sich aber im Mittel deutlich positiv auf den Deckungsbeitrag auswirken. "Mittlere" und "hohe Herbizidmengen" vermindern durch höhere Kosten und geringere Erträge nicht nur den Deckungsbeitrag gegenüber der Variante "geringe Herbizidmenge", sie bringen auch keine weiteren Vorteile bei den Erntearbeiten und belasten unnötig die Umwelt.

3. 1. 3. Sortenvergleich

Die richtige Sorte gehört bei allen Fruchtarten zu den wichtigsten ertrags- und qualitätsbeeinflussenden sowie stabilisierenden Faktoren des gesamten Produktionsverfahrens. Deshalb wurde seit 1992 in der Versuchsstation Forchheim (Erzgebirge) und bis 1995 auch in der Versuchsstation Berthelsdorf (Oberlausitz) jährlich eine Auswahl europäischer Flachssorten und aussichtsreicher Stämme auf ihre Anbaueignung unter sächsischen Standortbedingungen geprüft. Seit 1995 sind auch Ölleinsorten Bestandteil des Sortenversuches, um Erkenntnisse zu gewinnen, welche Stroh- und Fasererträge bei Öllein zu erwarten sind. Damit wird getestet, inwieweit bei Ölleinanbau zukünftig das Koppelprodukt Ölleinstroh zur Faser-gewinnung (duale Nutzung) nutzbar ist.

Die in den Versuch einbezogenen Kurz-faserleinstämme (DSV-Stämme) sind auf hohen Faserertrag, verbunden mit einer möglichst zeitnahen Abreife von Stroh und Samen bei

hoher Standfestigkeit gezüchtet, wobei der Langfaserertrag eine untergeordnete Rolle spielt. Diese Kombination scheint für den Anbau in Sachsen interessant zu sein. 1992 bis 1996 wurden insgesamt 26 Faserleinsorten, drei Ölleinsorten und drei Stämme Kurz-faserlein aus fünf europäischen Ländern geprüft, darunter neun Sorten aus den Niederlanden und fünf aus Frankreich. Diese Länder sind in der europäischen Flachs-züchtung führend. Darüber hinaus kamen die deutschen Sorten Nike und Bertelin zum Anbau. Letztere wurde in den 70er Jahren in der Saatzuchtstation Berthelsdorf entwickelt. Weitere Sorten stammen aus Polen und Tschechien, die beide seit langem Flachs-züchtung betreiben. In den Berichten 1992 - 1995 konnten bereits umfangreiche Ergebnisse zu den Sortenversuchen vorgelegt und Empfehlungen zum Anbau gegeben werden. Der vorliegende Bericht baut darauf auf und aktualisiert sie auf der Grundlage der 1996 gewonnenen Versuchsdaten.

Die mittels Blockanlage mit jeweils vier Wiederholungen angestellten Sortenversuche erhielten keine organische Düngung, auch nicht zur Vorfrucht. Die Bemessung der NPK-Grunddüngung orientierte sich am Ergebnis der Bodenuntersuchung. Zu beachten sind die unterschiedlichen Saatstärken: Während bei den Flachssorten jeweils 2.000 keimfähige Samen/m² ausgesät wurden, betrug die Saatstärke bei den Kurz-faserleinstämmen 1.600 keimfähige Samen/m² und bei den Ölleinsorten 400 keimfähige Samen/m². Damit wurden für die jeweiligen Leinformen praxisübliche Saatstärken gewählt. In den bisherigen Versuchsjahren kamen die in Tabelle 17 zusammengestellten Sorten zum Anbau. Jedoch wurde nur ein geringer Anteil der Sorten in allen Versuchsjahren angebaut. Wegen begrenzter Versuchskapazität kamen ab 1995 vorrangig Sorten mit Anspruch auf EU-Flachsbeihilfe zur Prüfung.

Fasererträge

Tabelle 18 zeigt die Fasererträge in den Versuchsjahren. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß diese Erträge nur für den Sortenvergleich geeignet sind, da ihre Berechnung auf Fasergehalten beruht, die nach einer Methode bestimmt wurden, die relativ hohe Fasergehalte ergibt (s. 2.4.2.).

Das Ertragsniveau liegt in der Versuchstation Forchheim im Mittel deutlich über dem der Versuchstation Berthelsdorf. Der zwar flachgründige und kühlere, dafür niederschlagsreichere Erzgebirgsstandort kommt dem Flachs mehr entgegen als der wärmere und niederschlagsärmere Lößstandort, auf dem das Wasserangebot wiederholt nicht für eine höhere Ertragsbildung ausreichte. Einige Sorten reagierten differenziert auf die bodenklimatischen Unterschiede. Andererseits wird deutlich, daß die Sorten Argos, Ariane, Hermes, Evelin und Viking im Durchschnitt von mindestens drei Prüfjahren an beiden Standorten sehr gute Fasererträge erreichten, wobei sich vor allem Viking, aber auch Hermes durch besonders hohe Ertragsstabilität auszeichneten (Tab. 19). Marina, Ariadne, Regina, Minerva und Westa hingegen zeigten nur in Forchheim hohe Ertragsleistungen. Escalina, Opaline und Nike konnten dagegen im Berthelsdorf überzeugen, während ihre Fasererträge in

Forchheim nur etwa dem Durchschnitt entsprachen.

Die 1996 in Forchheim erstmals geprüften Sorten Viola und Ilona, aber auch der Stamm DSV 6/V7 (inzwischen Sorte "Liflax") konnten mit überdurchschnittlichen Erträgen aufwarten. Natasia, Texa, Elise erreichten in drei bzw. zwei Prüfjahren auf beiden Standorten nur unterdurchschnittliche Fasererträge. Die bisher in der Praxis verbreiteten Sorten Laura und Belinka (letztere im Vergleich als Bezugsbasis verwandt) erreichten bei großen jährlichen Schwankungen mittlere Erträge, wobei sie in Forchheim etwas günstiger abschnitten. Bertelin steht nicht mehr zur Verfügung. Von den Stämmen DSV1/V1 und DSV2/V6 liegen nur ein- bzw. zweijährige Ergebnisse vor. Sie konnten in Berthelsdorf mit hohen Erträgen aufwarten, enttäuschten aber in Forchheim. Die Ölleinsorten erreichten erwartungsgemäß wesentlich geringere Fasererträge, wobei Flanders aber deutlich besser abschnitt als Mc Gregor und Atalante. Die bei den meisten Sorten hohe Schwankungsbreite der Fasererträge über die Jahre verdeutlicht die Notwendigkeit des gleichzeitigen Anbaus mehrerer Sorten, um eine stabile Bereitstellung von Flachsstroh gewährleisten zu können.

Tabelle 17: Geprüfte Sorten, Versuchsstationen Berthelsdorf und Forchheim 1992-1996

1992	1993	1994	1995	1996**
Alba				
	Argos	Argos	Argos	Argos
Ariadna	Ariadna			
Ariane	Ariane	Ariane	Ariane	Ariane
Belinka	Belinka	Belinka	Belinka	Belinka
Berber				
Bertelin	Bertelin	Bertelin		
		Elise	Elise	Elise
			Escalina	Escalina
Evelin	Eveli	Evelin		
	Herme	Hermes	Hermes	Hermes
				Ilona
Laura	Laur	Laura	Laura	Laura
Marina	Marin	Marina		
Minerva	Minerv			
	Nastasj	Nastasja	Nastasja	
	Nike	Nike		
Nynke				
Opaline	Opaline	Opaline	Opaline	
Regina	Regina			
Rod 630				
Saskia	Saskia			
Texa	Texa	Texa	Texa	
Viking	Viking	Viking	Viking	Viking
				Viola
Westa	Westa			
			DSV 1/V1	DSV 1/V1
			DSV 2/V6	
				DSV 6/V7
			Atalante (Öllein)	Atalante (Öllein)
				Flanders (Öllein)
			McGregor (Öllein)	McGregor (Öllein)

** Versuch nur in Forchheim

Tabelle 18: Fasererträge europäischer Leinsorten und -stämme unter sächsischen Standortbedingungen, Versuchsstationen Forchheim und Berthelsdorf, 1992 - 1996

Sorte	Forchheim			Berthelsdorf		
	Jahre	Faserertrag 1992-96 dt/ha (Mittel)	relativ#	Jahre	Faserertrag 1992-95 dt/ha (Mittel)	relativ#
Faserlein						
Alba	1	24,23	101,30	1	15,21	79,68
Argos*	4	30,59	127,90	3	22,92	120,07
Ariadne	2	27,01	112,93	2	19,72	103,27
Ariane*	5	27,96	116,90	4	21,81	114,26
Belinka*	5	23,92	100,00	4	19,09	100,01
Berber	1	24,50	102,42	2	19,56	102,46
Bertelin	3	21,02	87,88	3	20,17	105,66
Elise*	3	23,32	97,51	2	17,82	93,36
Escalina*	2	23,58	98,59	1	22,03	115,42
Evelin*	3	28,32	118,38	4	20,58	107,80
Hermes*	4	28,56	119,42	3	23,38	122,47
Ilona*	1	29,93	125,12	0	-	-
Laura*	5	25,88	108,19	4	19,13	100,22
Marina*	3	26,37	110,25	3	17,86	93,57
Minerva	2	25,67	107,30	2	14,65	76,74
Natasja*	3	19,22	80,36	3	18,75	98,24
Nike	2	22,28	93,14	2	21,64	113,35
Nynke	1	24,32	101,67	1	13,08	68,52
Opaline*	4	24,77	103,57	4	21,68	113,57
Regina	2	26,38	110,27	2	19,04	99,71
Rod 630	1	28,64	119,73	1	13,27	69,51
Saskia	2	25,0	104,86	2	18,78	98,35
Texa	4	21,4	90,03	4	18,54	97,14
Viking*	5	26,98	112,81	4	20,45	107,12
Viola *	1	30,43	127,20	0	-	-
Westa	2	28,06	117,31	2	19,83	103,85

Fortsetzung Tabelle 18

Stämme						
DSV1/V1	2	20,65	86,32	1	21,82	114,29
DSV2/V6	1	19,45	81,33	1	21,90	114,73
DSV 6/V7	1	29,95	125,21	1	-	-
Öllein						
Atalante	2	6,42	26,84	1	7,68	40,24
Flanders	1	13,59	56,80	0	-	-
McGregor	2	8,68	36,30	1	7,39	38,71

#Bezugsbasis: Belinka = 100 (standortbezogen)

*Sorte ist flachsbeihilfeberechtigt

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß von den Flachssorten nur die flachsbeihilfeberechtigten und mit * gekennzeichneten Sorten zum Anbau in Deutschland zugelassen sind (Stand 1997).

Tabelle 19: Schwankungsbreite (höchster/niedrigster) der Fasererträge ausgewählter Sorten in den Prüffahren, Forchheim 1992 – 1996, dt/ha

	1992	1993	1994	1995	1996	Schwankungsbreite (dt/ha)
Viking	27,70	27,13	26,11	24,38	29,60	5,22
Hermes		31,88	27,97	22,36	32,05	9,52
Argos		38,06	24,96	31,77	27,58	13,10
Belinka	24,24	32,02	18,88	18,57	25,92	13,45
Ariane	24,49	34,88	20,59	26,99	32,86	14,29
Laura	25,47	39,59	18,90	18,30	27,14	21,29

Faserqualität

Neben hohen Fasererträgen gewinnen verwendungsorientierte Qualitätsmerkmale an Bedeutung. Um den spezifischen Qualitätsanforderungen verschiedener Verarbeiter genügen zu können, wird es künftig erforderlich sein, bereits das Anbauverfahren auf die Qualitätswerte auszurichten, wie etwa bei Futter- oder Braugerste üblich. Bei Flachs kann auf Qualitätsmerkmale vor allem durch Aussaatstärke und Düngung, aber auch durch die Sortenwahl Einfluß genommen werden. Die Faserqualität wird unter anderem durch die Faserfestigkeit (Reißfes-

tigkeit) und die Faserfeinheit charakterisiert. In den Qualitätsuntersuchungen seit 1995 wurden erste Ergebnisse zu sortenspezifischen Qualitätseigenschaften gewonnen.

Faserfestigkeit

Hohe Faserfestigkeiten sind vor allem bei Einsatz der Fasern im textilen Bereich (Garnherstellung, technische Textilien), teilweise auch im Bereich der technischen Vliese erforderlich. Geringere Ansprüche werden diesbezüglich im Dämmstoffbereich gestellt. Tabelle 20 zeigt die Faserfestigkeitswerte ausgewählter Sorten.

Tabelle 20: Faserfestigkeit europäischer Leinsorten und -stämme unter sächsischen Standortbedingungen, Forchheim und Berthelsdorf, 1995 u. 1996

Sorte	Forchheim		Berthelsdorf	
	Faserfestigkeit (1995-96)		Faserfestigkeit (nur 1995)	
	Reißkraft cN/tex	relativ#	Reißkraft cN/tex	relativ#
Faserlein				
Argos*	44,65	94,66	34,40	109,90
Ariane*	46,49	98,56	35,90	114,70
Belinka*	47,17	100,00	31,30	100,00
Elise*	56,22	119,19	42,10	134,50
Escalina*	54,70	115,96	47,00	150,16
Hermes*	45,71	96,90	35,70	114,06
Laura*	50,81	107,72	32,40	103,51
Viking*	52,12	110,49	52,10	166,45
Stämme				
DSV1/V1	51,59	109,37	51,50	164,54
Öllein				
Atalante	26,27	55,69	17,70	56,55
McGregor	15,32	32,48	16,60	53,04
#Bezugsbasis Belinka = 100 (standortbezogen)				
*Sorte ist flachsbeihilfeberechtigt (1997)				

Ingesamt ist festzustellen, daß die in Forchheim erreichten Festigkeitswerte im Durchschnitt deutlich über den Werten von Berthelsdorf liegen. Die Sorte Viking, aber auch der Stamm DSV 1/V1 erreichten an beiden Standorten hohe Faserfestigkeiten. In Forchheim zeigten neben Viking auch Elise, Escalina und Laura hohe Festigkeiten, während Argos und Hermes am unteren Ende der Skala rangierten. In Berthelsdorf ragten auf insgesamt niedrigerem Niveau neben Viking Escalina und Elise mit relativ guten Festigkeiten heraus. Ariane und Hermes erreichten mittlere Festigkeiten, während die übrigen Sorten Werte aufwiesen, die bereits zu einer Gebrauchswertminderung für Einsatzfelder mit hohen Festigkeitsansprüchen führen können. Die untersuchten Ölleinsorten erreichten an beiden Standorten

drastisch schlechtere Ergebnisse als die Faserleinsorten bzw. der Stamm und scheiden von vornherein für viele Anwendungsgebiete aus.

Faserfeinheit

Eine hohe Faserfeinheit spielt vor allem bei der Gewinnung cotonisierter Fasern für die Weiterverarbeitung zu Mischgarnen in Baumwollspinnereien eine wichtige Rolle. Eine gewisse Bedeutung kann sie auch für die Herstellung von Dämmstoffen haben, da die Dämmwirkung mit höherer Auflösung der Fasern zunimmt. Tabelle 21 zeigt erste Untersuchungsergebnisse zur Faserfeinheit ausgewählter Sorten. Niedrigere IFS-Werte entsprechen einer höheren Faserfeinheit.

Tabelle 21: Faserfeinheitswerte europäischer Leinsorten und -stämme unter sächsischen Standortbedingungen, Versuchsstationen Forchheim und Berthelsdorf, 1995 u. 1996

Sorte	Forchheim		Berthelsdorf	
	Faserfeinheit (1995-96)		Faserfeinheit (nur 1995)	
	IFS-Index	Relativ#	IFS-Index	Relativ#
Faserlein				
Argos*	100,44	87,62	184,10	218,91
Ariane*	117,96	102,90	112,30	133,53
Belinka*	114,63	100,00	84,10	100,00
Elise*	140,12	122,24	115,00	136,74
Escalina*	161,38	140,78	119,10	141,62
Hermes*	146,52	127,82	125,60	149,35
Laura*	131,37	114,60	88,70	105,47
Viking*	160,04	139,61	174,40	207,37
Stämme				
DSV1/V1	120,41	105,04	157,10	186,80
Öllein				
Atalante	114,50	99,89	91,40	108,68
McGregor	93,79	81,82	101,30	120,45

#Bezugsbasis Belinka = 100 (standortbezogen)

*Sorte ist flachsbeihilfeberechtigt (1997)

Argos, Viking und der Stamm DSV1/V1 haben in Berthelsdorf sehr ungünstige Feinheitswerte. In Forchheim schneiden Escalina, Viking, Hermes und Elise am schlechtesten ab. Dagegen erreichen Belinka und Laura in Bertheldorf sehr günstige, in Forchheim mittlere Werte. Insgesamt werden in Berthelsdorf etwas günstigere Feinheiten erreicht. Mit überraschend guten Ergebnissen können an beiden Standorten die Ölleinsorten aufwarten. Ölleinstroh kann, sofern sein Erlös die Bergungs-, Lager- und Transportkosten deckt, in beiden Anbaugebieten als Dämmstoff in Betracht kommen. Für textile Verwendungsrichtungen und technische Vliese mit hohen Festigkeitsansprüchen wird Faser aus Ölleinstroh weniger geeignet sein.

Anbauempfehlungen

Da die Erträge der meisten Sorten in Abhängigkeit von der Jahreswitterung starken Schwankungen unterworfen waren, ist es im Interesse eines risikominimierten Anbaus und der stabilen Bereitstellung des Rohstoffs für die Verarbeitungsberiebe unbedingt erforderlich, in jedem Anbaubetrieb, zumindest aber im Anbauverband jährlich mehrere Sorten anzubauen. Die Sortenwahl sollte so erfolgen, daß standortspezifisch besonders ertragreiche Sorten mit Sorten hoher Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Witterungsbedingungen kombiniert werden. Ausgehend von den Ergebnissen der mehrjährigen Sortenversuche und unter Berücksichtigung des Erhalts der EU-Flachsbeihilfe können folgende standortspezifische Anbauempfehlungen gegeben werden:

Anbaugebiet Erzgebirge:

Die Sorten *Ariane*, *Hermes*, *Viking*, *Evelin*, *Argos* und *Marina* sollten auf einem wesentlichen Teil der Anbauflächen zum Anbau kommen. Zu beachten ist dabei, daß *Viking* vergleichsweise lageranfällig ist und nicht auf zu nährstoffreichen und windgefährdeten Standorten steht. Ergänzend dazu können auch *Saskia* und *Opaline*, wegen ihrer Qualitätseigenschaften (Faserfeinheit) auch *Laura* und *Belinka* angebaut werden. Ebenso sind, zunächst auf kleineren Flächenanteilen, die aussichtsreichen Sorten *Viola* und *Ilona* zu berücksichtigen, deren Anteil sich bei Bestätigung der guten einjährigen Ergebnisse zukünftig erhöhen sollte. Auch der Stamm *DSV6/V7* (Sorte "*Liflax*") kann für das Anbaugebiet Bedeutung erlangen. Der im Erzgebirge bisher relativ hohe Flächenanteil der Sorte *Elise* ist nur durch die hohen Qualitätswerte (Festigkeit) gerechtfertigt.

Anbaugebiet Oberlausitz:

In der Oberlausitz sind neben den auch im Erzgebirge erfolgversprechenden Sorten *Hermes*, *Ariane*, *Argos*, *Evelin* und *Viking* vor allem auch die Sorten *Escalina*, *Opaline* und *Nike* zu favorisieren. Auch die Stämme *DSV1/V1* und *DSV2/V6* könnten bei Zulassung für die Region geeignet sein. Als ergänzende Sorten werden *Laura* und *Belinka* empfohlen. Wenig geeignet sind *Elise* und *Marina*.

Zum Anbaugebiet Vogtland können noch keine aussagekräftigen Empfehlungen gegeben werden, da erst einjährige Untersuchungsergebnisse von lediglich vier Sorten vorliegen. Vogtländische Anbauer sollten sich vorläufig an den Empfehlungen für das Anbaugebiet Erzgebirge orientieren, da dort ähnliche bodenklimatische Bedingungen vorhanden sind.

Beim Anbau aller Sorten ist die Zulassung zu beachten, da mit Aberkennungen stets gerechnet werden muß, andererseits Sorten neu zugelassen werden können.

3. 1. 4. Aussaatverfahren

In den meisten Betrieben erfolgt die Aussaat des Flachses nach der traditionellen Drillsaat. Bei pflugloser Bestellung (Direktsaat) verfügen landwirtschaftliche Unternehmen zunehmend über moderne Sämaschinen, die nach dem Prinzip der Breitsaat arbeiten. Es lag die Vermutung nahe, daß bei Breitsaat infolge der im Durchschnitt gleichmäßigeren Standraumzumessung für die Einzelpflanzen höhere Erträge zu erreichen sind. Deshalb wurden Drill- und Breitsaat auf ihren Einfluß auf den Faserertrag und die Faserqualität überprüft, um Empfehlungen zum Einsatz der Sätechnik geben zu können. Die Prüfung erfolgte 1994 und 1995 jeweils mittels eines Großversuches unter praxisnahen Bedingungen auf einheitlich bewirtschafteten Flächen der Agrargenossenschaft "Bergland" Clausnitz. Bis auf den Prüffaktor Aussaatverfahren wurden alle anderen anbautechnischen Maßnahmen wie Aussaatstärke, Düngung, Pflanzenschutz und Ernte praxisüblich und gleich durchgeführt.

Die Aussaat der Variante "Drillsaat" erfolgte mit einer herkömmlichen Getreidedrillmaschine mit einem Reihenabstand von 12,5 cm. Die Variante "Breitsaat" wurde mit dem Horsch-Säexaktor ausgesät. 1994 war bei beiden Varianten ein gleichmäßiger Aufgang zu verzeichnen, 1995 lief der Flachs der Variante "Breitsaat" etwas ungleichmäßig auf. Im Verlauf des Wachstums verbesserte sich die Gleichmäßigkeit des Bestandes, eine völlige Angleichung wurde jedoch bis zur Ernte nicht erreicht. Möglicherweise kam es dadurch zu einer negativen Beeinflussung der Variante "Breitsaat". In Abbildung 12 sind wichtige Ertragsparameter und der Fasergehalt des Flachses in Abhängigkeit von den Aussaatverfahren dargestellt.

Es zeigt sich, daß im Durchschnitt beider Versuchsjahre die Breitsaatvariante einen deutlich höheren Grünstrohertrag bei etwas geringerem Fasergehalt erzielte als die Drillsaattechnik.

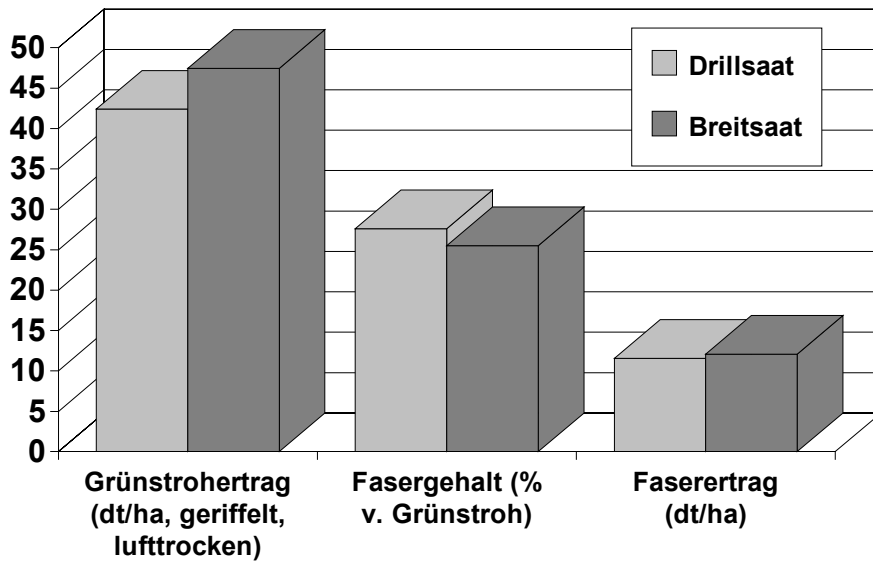


Abbildung 12: Einfluß des Aussaatverfahrens auf Grünstrohertrag, Fasergehalt und Faserertrag bei Flachs, Großversuch Clausnitz 1994 und 1995

Tabelle 22: Einfluß des Aussaatverfahrens auf technische Länge, Stengeldurchmesser und Kapselanzahl von Flachs, Großversuch Clausnitz 1995

Aussaatverfahren	Technische Länge	Stengeldurchmesser (1/2 Techn. Länge)	Kapselanzahl je Pflanze
Drillsaat	65,34 cm	1,16 mm	1,96
Breitsaat	67,04 cm	1,22 mm	2,16

Beim Faserertrag gibt es kaum Unterschiede zwischen den Varianten. 1994 wies die Variante Breitsaat und 1995 die Variante Drillsaat geringfügig höhere Fasererträge auf. Die Tendenz eines höheren Grünstrohertrages bei der Breitsaat war schon im ersten Versuchsjahr zu beobachten. Zur Ursachenbestimmung wurden 1995 ertragsbeeinflussende äußere Pflanzenmerkmale gemessen. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in Tabelle 22 dargestellt. Aus den Meßergebnissen ist zu erkennen, daß die Pflanzen der Variante Breitsaat eine größere technische Länge und einen größeren Stengeldurchmesser aufweisen sowie auch mehr Samenkapseln ausbilden. Dies kann mit der besseren Standraumzumessung und den günstige-

ren Wachstumsbedingungen für jede Einzelpflanze bei Breitsaat begründet werden. Der größere Stengeldurchmesser könnte auch zu einer besseren Standfestigkeit beitragen. Diese war aber in den Versuchsjahren nicht nachweisbar, da in beiden Varianten keinerlei Lagererscheinungen auftraten. Der größere Stengeldurchmesser kann aber auch eine Ursache für den beobachteten geringeren Fasergehalt sein.

Untersuchungen der Faserqualitätsmerkmale ergaben, daß sich bei Breitsaat sowohl die Faserfestigkeit als auch die Faserfeinheit verschlechtern. Ein höherer IFS-Index ist mit einer ungünstigeren Faserfeinheit gleichzusetzen (Abbildung 13).

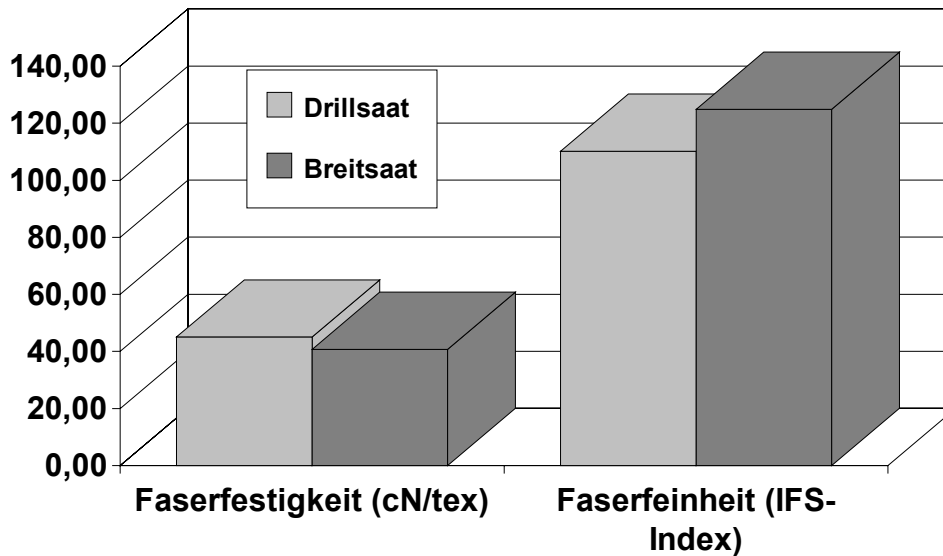


Abbildung 13: Einfluß des Aussaatverfahrens auf Faserfestigkeit und Faserfeinheit bei Faserlein, Großversuch Clausnitz 1994 und 1995

Die zweijährigen Versuchsergebnisse zeigen, daß bei Anwendung des Aussaatverfahrens Breitsaat der Grünstrohertrag deutlich und der Faserertrag geringfügig im Vergleich zur Drillsaat steigt. Dagegen verschlechtern sich die Qualitätsmerkmale Fasergehalt, Faserfestigkeit und Faserfeinheit. Es ist zu beachten, daß der ungleichmäßige Pflanzenbestand der Variante Breitsaat 1995 das Versuchsergebnis möglicherweise negativ beeinflusst hat. Man kann davon ausgehen, daß mit dem kostengünstigen Saatverfahren Breitsaat zumindest gleichwertige Fasererträge bei akzeptabler Faserqualität erreichbar sind. In Betrieben, in denen Maschinen für die Breitsaat vorhanden sind, können diese bedenkenlos zur Flachs Aussaat Verwendung finden. Damit ist unter bestimmten Voraussetzungen ein weiterer Beitrag zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Flachsbaus gegeben.

3. 1. 5. Wachstumsregulatoreinsatz

Einen wesentlichen Risikofaktor beim Flachsbaus stellt die Witterung dar. Ungünstige Einflüsse wie z. B. Gewitter in Verbindung mit Regen und Sturm können binnen weniger Minuten Flachsbestände mit

unzureichender Standfestigkeit durch Lagerbildung stark schädigen. Lagernde Flachsbestände verursachen hohe Erntekosten, erreichen in der Regel geringere Erträge und liefern schlechtere und ungleichmäßigere Faserqualitäten. Lagerbildung läßt sich durch acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen (sparsame Stickstoffversorgung) nur bis zu einem gewissen Grad vermeiden. Besonders bei Anbau von Sorten mit hohem Fasergehalt, die infolge ihres geringeren Holzanteils im Stengel weniger standfest sind, ist bei ungünstiger Witterung mit verstärkter Lagerbildung zu rechnen. Wachstumsregulatoren, deren Einsatz sich im Getreide seit langem bewährt hat, wurden bisher bei Flachs nicht angewandt. Im Interesse der Sicherung einer hohen Standfestigkeit auch faserreicher Sorten und damit einer leichten Erntbarkeit, hoher Erträge und gleichmäßiger Qualitäten kam im Zeitraum 1994 bis 1996 der Wachstumsregulator Camposan (Wirkstoff Ethephon, 660 g/l) im Rahmen des Versuchsprogrammes zur Anwendung. Die Untersuchungen zum Einfluß von Camposan auf Standfestigkeit, Ertrag und Faserqualität von Flachs erfolgten in praxisnahen Großversuchen auf Flächen der Agrarbetriebe Hohlfeld & Steyer GbR,

Großwaltersdorf (1994) und Albrecht Naumann, Oberschöna (1995/96). Auf einheitlich bewirtschafteten Schlägen wurden 1994 zwei und 1995/96 drei Großparzellen nebeneinander angelegt. Bis auf den Prüffaktor Halmstabilisatoreinsatz waren alle anbautechnischen Maßnahmen im jeweiligen Versuchsjahr identisch. In allen drei Jahren kam die faserreiche, aber lageranfällige Sorte Viking mit einer Saatstärke von 110 kg/ha (1995 nur 100 kg/ha) zum Anbau. Der Nmin-Gehalt des Bodens im Frühjahr (0 - 60 cm Bodentiefe) lag 1994 bei 43 kg/ha, 1995 bei 55 kg/ha und 1996 bei 63 kg/ha. Eine Stickstoffdüngung erfolgte nicht. Zur Unkrautbekämpfung wurden entsprechen dem Unkrautbesatz der Flächen

1994: 1,5 l Basagran/ha + 15 g Gropper/ha

1995: 0,75 l Buctril/ha + 15 g Gropper/ha

1996: 0,5 l Certol B + 15 g Gropper

eingesetzt. Die Ausbringung des Halmstabilisators erfolgte jeweils bei einer Wuchshöhe des Flachses von etwa 25 cm. In den Versuchsjahren wurden folgende Varianten geprüft:

1994: 1. ohne Halmstabilisator
 2. mit 0,6 l Camposan/ha

1995/96: 1. ohne Halmstabilisator
 2. mit 0,3 l Camposan/ha
 3. mit 0,6 l Camposan/ha

Die im vorliegenden Versuch eingesetzten Camposan-Aufwandmengen liegen damit deutlich unter den bei Getreide üblichen Dosierungen (1 - 1,5 l/ha). Während 1994 und 1995 gleichmäßige Bestände zu beobachten waren, zeigte die Versuchsfläche 1996 durch langanhaltende Niederschläge kurz nach der Aussaat, verbunden mit teilweiser Verlagerung des Saatgutes auf hängigen Teilen der Fläche eine starke Uneinheitlichkeit. Lagerbildungen traten 1994 und 1995 durch weitgehend störungsfreies Wet-

ter in Verbindung mit einem relativ geringen N-Gehalt des Bodens bis zur Ernte nicht auf. Lediglich 1996 zeigte die Versuchsparzelle ohne Halmstabilisator gegenüber den mit Camposan behandelten Flächen kurz vor der Ernte stärkere Lagererscheinungen. Insgesamt war die Witterung in allen drei Versuchsjahren wenig geeignet, um eine veränderte Standfestigkeit zu dokumentieren. Jedoch waren deutliche Unterschiede in der Wuchshöhe und im Habitus zwischen behandelten und unbehandelten Varianten sichtbar. Die Pflanzen der behandelten Varianten zeigten besonders in der Zeitspanne von kurz vor der Knospenbildung bis zur Blüte, also in einer Phase hoher Lageranfälligkeit, deutliche Zeichen einer Starrtracht. Dies läßt den Schluß zu, daß eine höhere Widerstandsfähigkeit gegenüber äußeren Einflüssen wie Wind und Starkregen durchaus gegeben ist. Tabelle 23 läßt das Ertragsverhalten und die Fasergehalte des Flachses in den drei Untersuchungsjahren erkennen.

1994 war durch Camposaneinsatz eine Grünstrohertragsminderung bei höherem Fasergehalt zu verzeichnen, wesentliche Unterschiede im Faserertrag gab es nicht. Bei einer Wiederholung des Versuches unter Einbeziehung einer geringeren Camposangabe 1995 stieg der Grünstrohertrag bei Camposaneinsatz deutlich an, der Fasergehalt ging nur geringfügig zurück und im Resultat war ein deutlich höherer Faserertrag zu verzeichnen. Diese Tatsache führte zu der Entscheidung, den Versuch 1996 nochmals anzulegen um diese positiven Ergebnisse bestätigen zu können. 1996 konnte durch die geringere Aufwandmenge eine deutliche Steigerung von Grünstrohertrag, Fasergehalt und Faserertrag erreicht werden. Bei hoher Camposangabe fielen die Ertragsmerkmale wieder etwas ab, lagen aber noch deutlich besser als bei der unbehandelten Variante. Der Einfluß der Camposanbehandlung im Durchschnitt der Untersuchungsjahre ist in Abbildung 14 erkennbar.

Tabelle 23: Einfluß des Wachstumsregulators Camposan auf Grünstrohertrag, Fasergehalt und Faserertrag bei Flachs, Sorte Viking, Praxisversuche 1994 - 1996

Jahre/Varianten	Grünstroh, geriffelt, lufttrocken (dt/ha)	Fasergehalt % v. Grünstroh	Faserertrag dt/ha
1994/ Großwaltersdorf			
ohne Camposan	58,32	31,80	18,54
0,6 l Camposan	55,44	33,20	18,07
1995/ Oberschöna			
ohne Camposan	32,64	34,10	11,13
0,3 l Camposan	39,62	31,40	12,43
0,6 l Camposan	42,02	31,80	14,63
1996/ Oberschöna			
ohne Camposan	46,83	24,3	11,38
0,3 l Camposan	65,41	26,4	17,27
0,6 l Camposan	59,25	24,6	14,60

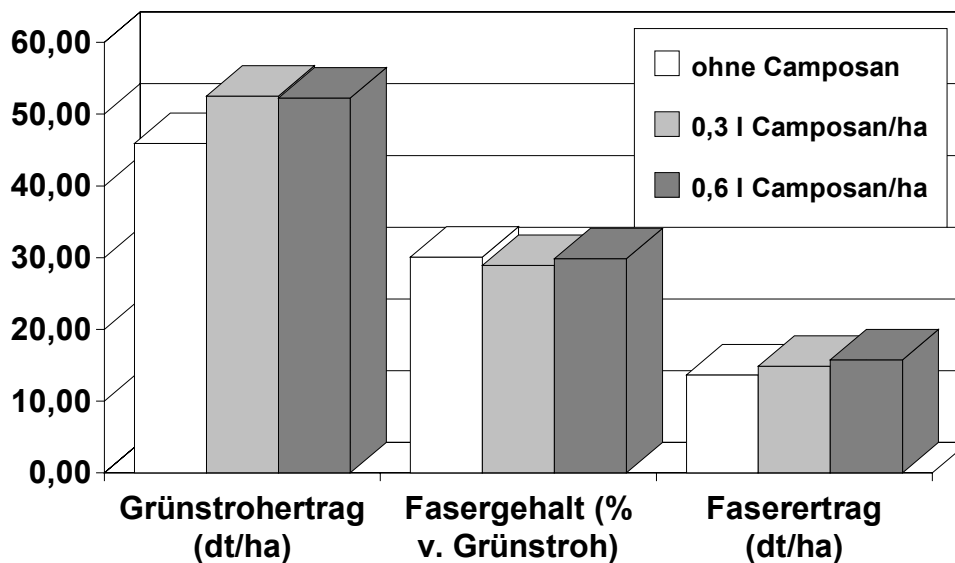


Abbildung 14: Einfluß von Camposangaben auf Erträge und Fasergehalt von Flachs, Großversuche Großwaltersdorf und Oberschöna 1994 - 96

Tabelle 24: Einfluß eines Wachstumsregulators auf Technische Länge und Stengeldurchmesser von Flachs, Großversuche Großwaltersdorf 1994 und Oberschöna 1995/96

Varianten	Technische Länge (cm)			
	1994	1995	1996	Durchschnitt 94-96
ohne Camposan	73,4	57,1	68,3	66,26
0,3 l Camposan		55,1	62,2	58,65
0,6 l Camposan	64,2	53,4	62,8	60,13
Varianten	Stengeldurchmesser (mitte) mm			
	1994	1995	1996	Durchschnitt 94-96
ohne Camposan	1,5	1,1	1,5	1,36
0,3 l Camposan		1,2	1,4	1,30
0,6 l Camposan	1,5	1,3	1,5	1,43

Der Einsatz des Wachstumsregulators Camposan hatte einen deutlichen Einfluß auf äußere Merkmale der Flachspflanzen. So war die starke Steigerung des Grünstrohertrages nach 0,6 l/ha Camposan 1995 maßgeblich durch die erhebliche Zunahme des Stengeldurchmessers von 18,1 % bei einer moderaten Verringerung der Technischen Länge von nur 6,5 % gegenüber der unbehandelten Variante begründet (Tab. 24).

Im Durchschnitt der Untersuchungsjahre konnte keine deutliche Zunahme des Stengeldurchmessers durch Camposaneinsatz festgestellt werden. Die technische Länge nahm dagegegen tendenziell ab, wobei bereits die reduzierte Camposangabe zur Verkürzung führte.

Die Behandlung von Flachsbeständen mit Camposan kann aus der Sicht der weiteren Verarbeitung von Flachs in der Kurzfasherstellung eher toleriert werden als bei der klassischen Gewinnung von Langfasern. Dort würde die für die Wirtschaftlichkeit des

Anbaus entscheidende Ausbeute an Langfasern in der Flachsschwingerei erheblich sinken.

Aus Tabelle 25 ist ersichtlich, daß Faserfestigkeit und Faserdehnbarkeit durch Camposan nur wenig beeinflusst werden. Dagegen ist eine deutliche Verschlechterung der Faserfeinheit zu erkennen. Für bestimmte Einsatzgebiete des Faserleins, wie technische Vliese, Geotextilien und Verbundwerkstoffe ist die Faserfeinheit nach gegenwärtigem Erkenntnisstand von untergeordneter Bedeutung.

Die 1994 bis 1996 gewonnenen Ergebnisse sind zwar zum Teil widersprüchlich, lassen jedoch interessante Tendenzen (z. B. Faserertragssteigerung und kaum Einfluß auf die Faserfestigkeit bei Camposaneinsatz) erkennen. Im Fazit der Untersuchungen ist die Anwendung von Camposan auf lagergefährdete Anbaulagen (Böden mit hohem Nmin-Gehalt, Windlagen, Sorten mit geringer Standfestigkeit) zu beschränken.

Tabelle 25: Einfluß von Camposan auf Faserfeinheit und Faserfestigkeit, Großversuche Großwaltersdorf und Oberschöna in den Untersuchungsjahren

Jahre/Varianten	Faserfestigkeit Reißkraft (cN/tex)	Faserfeinheit IFS-Index	Faserdehnung %
1994/ Großwaltersdorf ohne Camposan	41,47	119,23	1,15
0,6 l Camposan	48,13	159,45	1,28
1995/ Oberschöna ohne Camposan	38,9	139,9	1,10
0,3 l Camposan	36,4	219,7	0,98
0,6 l Camposan	36,5	172,1	1,08
1996/ Oberschöna ohne Camposan	28,69	116,9	1,03
0,3 l Camposan	33,93	122,1	1,02
0,6 l Camposan	29,16	125,9	1,05
Durchschnitt 1994 – 96 ohne Camposan	36,35	125,34	1,09
0,3 l Camposan	35,16	170,90	1,00
0,6 l Camposan	37,93	152,48	1,14

3. 1. 6. Einfluß des Röstgrades auf die Schwungflachsausbeute

Ein Teil des von den Großversuchen 1993 geernteten feldgerösteten Flachses wurde in der Flachsschwingerei Lenka A. S. im tschechischen Kacov geschwungen. Dabei waren die 1993 erzeugten Flachsrundballen nicht optimal auf die Bedingungen der Schwingerei abgestimmt gewesen. Da dies alle Varianten gleichermaßen betraf, ist die Vergleichbarkeit dennoch gegeben. Bei entsprechender Optimierung wäre mit etwa 1-3 % höheren Langfaserausbeuten zu rechnen.

Die nach Versuchsvarianten getrennte Verarbeitung ermöglichte eine exakte Ermittlung des nutzbaren Fasergehaltes. Von jeder Versuchsvariante wurden die eingesetzte Röststrohmenge sowie die erhaltene Fasermenge, getrennt nach Langfaser und Werg erfaßt. Aus diesen Werten konnte der prozentuale Anteil von Langfaser und Werg bezogen auf Röststroh errechnet werden. In Tabelle 26 ist der Einfluß der Feldröste auf den nutzbaren Fasergehalt in Abhängigkeit vom Röstgrad anhand einiger ausgewählter Versuchsergebnisse dargestellt.

Tabelle 26: Ausbeute an Langfaser, Werg und Gesamtfaser (% von Röststroh, geriffelt) in der Schwingerei Lenka Kacov in Abhängigkeit vom Röstgrad des Flachsstrohes

Röstgrad	Langfaser	Werg	Gesamtfaser
Vollröste, optimal	13,86	14,49	28,35
Ungleichm. Teilröste	7,08	18,47	25,55
etwas überröstet	7,88	15,52	23,40

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse zeigen eine starke Abhängigkeit der Langfaserausbeute vom Röstgrad. Bei optimaler Vollröste wurde mit nahezu 14 % Langfaser und über 28 % Gesamtfaser unter Beachtung der fehlenden Anpassung der Ballen an die Schingerei eine beachtliche Ausbeute erreicht. Praxisübliche Langfaserausbeuten liegen - gutgeröstetes Flachsstroh und Berücksichtigung der Anforderungen der Schwingerei vorausgesetzt - in Abhängigkeit von Sorten und pflanzenbaulichen Maßnahmen in der Spanne von 14 – 18 %. Bei zu geringer bzw. ungleichmäßiger Röste lassen sich die Fasern schwerer von den holzigen Stengelbestandteilen trennen. Um die Fasern dennoch gewinnen zu können ist eine härtere Einstellung der Schwingturbine erforderlich, die aber auch zur Schädigung und Durchtrennung von Fasern führt. Dadurch sinkt der wirtschaftlich bedeutsame Langfaseranteil an der ohnehin schon geringeren Gesamtfaserausbeute stark ab; der geringwertigere Werganteil steigt dagegen an. Wird der Zeitpunkt der Vollröste überschritten (beginnende Überröste), kommt es infolge geringerer Reißfestigkeit der Fasern trotz moderater Einstellung der Schwingturbine zum Zerreißen eines Großteils der Fasern, verbunden mit einer starken Reduzierung des Langfaseranteils und einer verminderten Gesamtfaserausbeute. Bei fortgeschrittener Überröste kann es zum Totalverlust der Fasern kommen.

Für Langfaser wird je Gewichtseinheit ein mehrfach höherer Preis als für Werg erzielt. Deshalb ist neben der Gesamtfaserausbeute der Langfaseranteil von ausschlaggebender Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit. Diese beiden Kennzahlen sind aber, wie die Ergebnisse der Schwungflachsversuche zeigen, stark vom bei der Bergung des Faserleins vorliegenden Röstgrad abhängig. Der Ber-

gung des gerösteten Flachsstrohes zum optimalen Zeitpunkt kommt in Betrieben, die Flachs zu Gewinnung von Langfaser anbauen und über eine Schwinge verarbeiten lassen, eine große Bedeutung zu.

3. 2. Technologie und Wirtschaftlichkeit von Flachsernteverfahren

Im gesamten Prozeß der Erzeugung von Flachs zur Fasergewinnung ist die Ernte der kostenintensivste und am meisten mit Risiken behaftete Faktor. Ungünstige Witterungsbedingungen während des Erntezeitraumes können bewirken, daß bei mangelnder Schlagkraft der Erntetechnik große Teile des Flachses durch Überröste verderben oder stark im Wert gemindert werden.

Im Rahmen des Projektes wurden deshalb das klassische Ernteverfahren der Langfaserlinie und verschiedene Verfahren der Wirstrohernte (Kurzfasergewinnung) erprobt und bezüglich Verfahrenskosten und Flächenleistung bewertet.

3. 2. 1. Langfaserlinie Traditionelles Verfahren

Das traditionelle Verfahren hat das Ziel, qualitativ hochwertigen, optimal gerösteten Langflachs für die Weiterverarbeitung in der Flachsschwingerei bereitzustellen. Die dort gewonnene Langfaser wird im Naßspinnverfahren versponnen und zu Textilien verarbeitet. Nebenprodukte sind Schwungwerg, welches in textilen und nichttextilen Bereich Verwendung findet sowie die Schäben, die als Heizmaterial oder als Zuschlagstoff in der Bauwirtschaft eingesetzt werden. Das Verfahren gliedert sich in folgende Schritte: Raufen - Riffeln/Wenden - Schwadlüften (bei Bedarf) - Pressen zu Rundballen.

**Tabelle 27: Verfahrenskosten und Flächenleistung beim traditionellen Flachsernte-
verfahren der Langfaserlinie**

Maschine	Leistung ha/h	Kosten, einschl. Lohn, DM/ha
Raufmaschine, einreihig	0,8	150
Riffelwendemaschine, einr.	0,5	253
Schwadlüfter, zweireihig	3	20
Spezial- Rundballenpresse	0,5 - 0,8	300
Hebezeug für Beladung		55
Transportfahrzeug		
Traktoren mit Anhänger		102
Hebezeug für Einlagerung		55
gesamt:		935

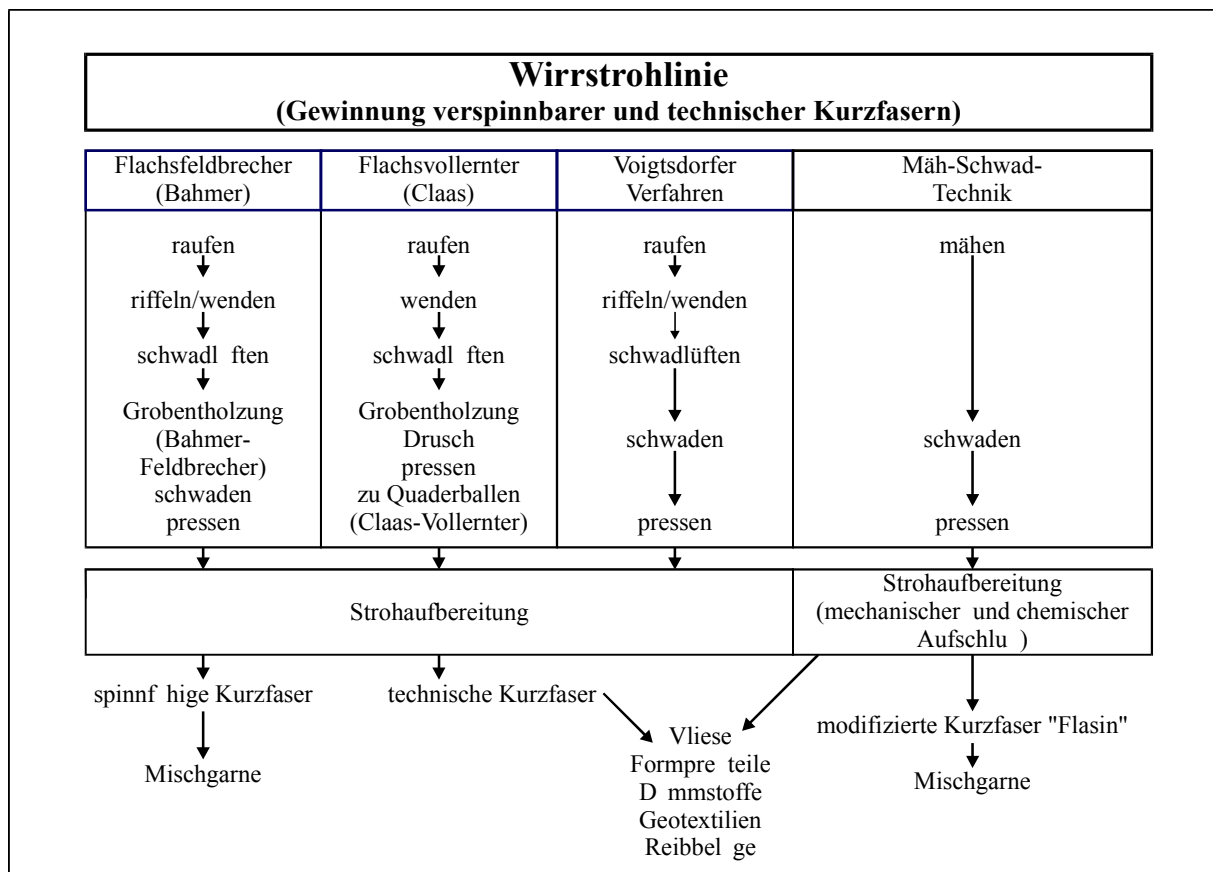


Abbildung 15: Ernte- und Verarbeitungsverfahren für Flachs

Beim traditionellen Verfahren müssen die Flachsstengel vom Raufen bis zur Verarbeitung in der Schwingerei in Parallellage verbleiben. Deshalb erfordert der gesamte Bearbeitungsprozeß teure Spezialmaschinen mit verhältnismäßig geringer Flächenleistung. Besonders die nach dem Röstprozeß zur Bergung des Flachses zum Einsatz kommenden Flachsrundballenpressen haben unter den Bedingungen der großflächigen Bewirtschaftung in Sachsen eine zu geringe Flächenleistung (0,5 - 0,8 ha/h). Will man einen Großteil des Flachsstohes mit optimalem Röstgrad bergen, müssen innerhalb weniger Tage große Teile der Flachsfäche abgeerntet werden. Bei gegebener geringer Flächenleistung der Einzelmaschine ist dies nur durch Einsatz einer größeren Maschinenanzahl erreichbar, die aber aus der Sicht der Wirtschaftlichkeit immer begrenzt ist. Die dadurch beschränkte Ernteleistung kann in regenreichen Jahren zur Überröste und zum Verderb eines Teils des mit hohem Aufwand produzierten Flachsstrohes führen.

In Sachsen kann die Langfaserlinie auch in Zukunft Anwendung finden, sofern Bedarf an Schwingflachs besteht. Der Flächenanteil wird im Vergleich zur gesamten Flachsanbaufläche aber eher gering sein.

3. 2. 2. Wirrstroh für spinnbare Fasern

In Abb. 15 werden neue Ernteverfahren der Wirrstrohlinie vorgestellt. Sie fußen zum einen auf Spezialerntemaschinen der Firmen Claas, Harsewinkel, und Bahmer, Söhnstetten, zum anderen handelt es sich um Verfahren, die im Projekt unter Einbeziehung von einschlägigen Erntemaschinen der Futterernte entwickelt wurden (Voigtsdorfer Verfahren, Mäh-Schwad-Technik). Ihr Ziel ist es, optimal geröstetes Flachsstroh in Wirrlage für die Kurzfasergewinnung und -aufbereitung zu produzieren. Darin wird die gesamte im Flachsstroh enthaltene Faser mechanisch zu cottonisierter, in Baumwollspinnereien im Gemisch mit anderen Fasern verspinnbarer Kurzfasern verarbeitet. Als

Nebenprodukt fallen nur Schäben an. Die Mischgarne sind Ausgangsmaterial u. a. für hochwertige Obertrikotagen. Bei Wirrstroh kommt es auf eine hohe Qualität und einen gleichmäßigen Röstgrad an. Dies läßt sich nach wie vor mit Flachsspezialtechnik erreichen. Deshalb wird in den nachfolgend dargestellten Verfahren in den ersten Verfahrensschritten nicht auf diese Spezialtechnik verzichtet. Die in Sachsen erprobten Varianten der Wirrstrohlinie zur Gewinnung verspinnbarer Fasern sind nachfolgend dargestellt.

3. 2. 2. 1. Verfahren mit dem Flachsfeldbrecher System Bahmer

Bei diesem Verfahren wird das Flachsstroh nach abgeschlossener Röste mit dem traktorgezogenen Flachsfeldbrecher teilweise entholzt. Der Entholzungsvorgang erfolgt, indem mehrere rotierende, schrägverzahnte Metallwalzenpaare auf das Flachsstroh einwirken. Die Schäben verbleiben auf dem Feld. Das Verfahren gliedert sich in folgende Schritte: Raufen - Riffeln/Wenden - Schwadlüften (bei Bedarf) teilweise Entholzung mit Flachsfeldbrecher - Schwaden - Pressen mit herkömmlicher Presse.

Vorteile dieses Verfahrens sind der geringere Transportaufwand und Lagerraumbedarf für das Erntegut, da ein Teil der Schäben auf dem Feld verbleibt. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit der Verwendung vorhandener, leistungsfähiger Pressen für die Bergung des entholzten Materials. Nachteilig wirkt sich die geringe Flächenleistung des Flachsfeldbrechers aus. Sie liegt erheblich unter der Leistung der nachfolgenden Maschinen Kreiselschwader und Presse. Ebenso nachteilig ist die hohe Wind- und Regenempfindlichkeit des teilentholzten Materials, das bei wechselhaftem Wetter die sofortige Bergung nach Einsatz des Flachsfeldbrechers erfordert. In diesem Zusammenhang erscheint der Einsatz von zwei Flachsfeldbrechern unmittelbar vor einem Kreiselschwader und einer Presse sinnvoll. Das

Verfahren ist für Betriebe weitab von Verarbeitungsanlagen geeignet, da durch das Belassen eines Teils der Schäben auf dem Feld weniger Transportaufwand entsteht.

3. 2. 2. 2. Verfahren Flachsvollernter System Claas

Der 1993 in Sachsen erstmals zum Einsatz gekommene Flachsvollernter ist ein Entwicklungsmuster der Firma Claas. Das entsprechende Ernteverfahren umfaßt die Schritte Raufen - Wenden - Schwadlüften (bei Bedarf) - Dreschen, Teilentholzen, Reinigen und Pressen (jeweils 3 Schwade) zu Quaderballen in einem Arbeitsgang durch den Flachsvollernter.

Vorteile ergeben sich durch die hohe Flächenleistung und Produktivität des Flachsvollernters,

der mehrere Arbeitsgänge gleichzeitig erledigt sowie den durch die Teilentholzung des Flachses gegebenen geringeren Aufwand für Transport und Lagerung des Erntegutes. Nachteilig ist der voraussichtlich hohe Investitionsaufwand für die Schlüsselmaschine Flachsvollernter zu werten. Dieses Verfahren kann - einen erfolgreichen Abschluß der Entwicklung und die Möglichkeit des Absatzes einer Mindeststückzahl vorausgesetzt - besonders für große Anbaubetriebe bzw. Erzeugergemeinschaften Bedeutung erlangen. Die Kosten konnten nicht eindeutig festgelegt werden, weil der Preis des Flachsvollernters ebenso unbekannt ist wie die tatsächliche Flächenleistung nach Abschluß der Entwicklungsarbeiten. Deshalb wurden drei Varianten dargestellt.

Tabelle 28: Verfahrenskosten und Flächenleistung beim Ernteverfahren mit dem Flachsfeldbrecher

Maschine	Leistung (ha/Stunde)	Kosten (DM/ha) Incl. Lohnkosten
Raufmaschine, einreihig	0,8	150
Riffelwendemaschine, einreihig	0,5	253
Schwadlüfter, zweireihig	3	20
Flachsfeldbrecher, einr., System Bahmer	0,5 - 1,0	150
Kreiselschwader	2,0 - 3,0	40
Quaderballenpresse	2,5 - 3,5	130
Hebezeug für Beladung		33
Traktoren mit Anhänger		61
Hebezeug für Einlagerung		33
gesamt:		870

Tabelle 29: Verfahrenskosten und Flächenleistung beim Verfahren mit dem Flachsvollernter System Claas

Maschine	Leistung (ha/Stunde)	Kosten, einschl. Lohn (DM/ha)		
		Niedrig	Mittel	hoch
Raufmaschine, einreihig	0,8	150	150	150
Wendemaschine, einreihig	0,8	100	100	100
Schwadlüfter, zweireihig	3	20	20	20
Flachsvollernter Claas	ca. 2	400	450	500
Hebezeug für Beladung		33	33	33
Traktoren mit Anhänger		61	61	61
Hebezeug für Einlagerung		33	33	33
gesamt:		797	847	897

3. 2. 2. 3. Voigtsdorfer Verfahren

Die bisher vorgestellten Flachsernteverfahren haben verschiedene Nachteile:

- erheblicher Investitionsaufwand für Spezialmaschinen
- geringe Flächenleistung bei der Bergung des Röststrohes (traditionelles Verfahren),
- verbunden mit hohem Ernterisiko

Deshalb wurde nach Möglichkeiten gesucht, in größerem Umfang in den landwirtschaftlichen Unternehmen bereits vorhandene, leistungsfähige Maschinen aus anderen Bereichen der pflanzlichen Erzeugung für die Flachsernte zu nutzen. Diese Überlegungen führten zum "Voigtsdorfer Verfahren", das zur Gewinnung von qualitativ hochwertigem, geröstetem Flachsstroh in Wirrlage für die Weiterverarbeitung zu cotonisierter Kurzfaser für die Baumwollspinnlinie oder zu hochwertiger technischer Kurzfaser dient. Die Verfahrensschritte sind Raufen - Riffeln/Wenden - Schwadlüften (bei Bedarf) -

Schwaden - Pressen zu Rund- oder Quaderballen mit herkömmlichen Strohpressen.

Zur Bergung des gerösteten Flachsstrohes finden leistungsfähige Strohpressen Verwendung, die in den Betrieben in ausreichender Anzahl vorhandenen sind. Dadurch ist es möglich, einen größeren Teil der Flachsflächen mit optimalem Röstgrad zu ernten, bei bevorstehenden ungünstigen Witterungsabschnitten große Flächen schneller zu bergen und vor Verderb zu schützen als dies mit anderen, weniger schlagkräftigen Technologien bzw. begrenzter Anzahl von Spezialerntemaschinen möglich wäre. Auf eine Teilentholzung des gerösteten Flachsstrohes wird beim Voigtsdorfer Verfahren bewußt verzichtet. Dies ist bei nicht zu großer Entfernung des Anbaubetriebes vom Verarbeitungsbetrieb vertretbar. Im Vergleich zu anderen, bisher geschilderten Ernteverfahren kommt das "Voigtsdorfer Verfahren" mit einem geringeren Anteil an Spezialmaschinen aus. Auf den Einsatz von Raufmaschine und Wende-

Tabelle 30: Kosten und Flächenleistung beim Voigtsdorfer Flachsernteverfahren

Maschine	Leistung (ha/Stunde)	Kosten (DM/ha) einschl. Lohn	
		mit Riffeln	Ohne Riffeln*
Raufmaschine, einreihig	0,8	150	150
Riffelwendemaschine, einreihig	0,5	253	0
Wendemaschine, einreihig	0,8	0	100
Schwadlüfter, zweireihig	3	20	20
Kreiselschwader	2	40	40
Quaderballenpresse	2,0 - 2,5	200	200
Hebezeug für Beladung		55	55
Traktoren mit Anhänger		102	102
Hebezeug für Einlagerung		55	55
Gesamt		875	722

* Einsparung der Riffelkosten, aber Reduzierung der Flachsbeihilfe um 221,83 DM

maschine, die eine gleichmäßige Ablage garantieren, kann jedoch im Interesse einer gleichmäßigen Röste und hohen Qualität des Röststrohes bei Verwendung für die Baumwollspinnlinie nicht verzichtet werden. Bei der Variante "ohne Riffeln" des Voigtsdorfer Verfahrens werden die Samen nicht auf dem Feld, sondern in der stationären Verarbeitung gewonnen.

Damit ist eine geringere EU-Flächenbeihilfe verbunden. Die Mindereinnahmen werden jedoch durch den Verzicht auf die teure Riffelwendemaschine (ca. 150 DM/ha) kompensiert. Das Voigtsdorfer Verfahren hat folgende Vorteile:

- geringe Investitionskosten für den Landwirtschaftsbetrieb (nur Rauf- und Wendetechnik), evtl. Riffelwendemaschine
- zum Schwaden und Pressen sind im Betrieb vorhandene Maschinen mit hoher Flächenleistung nutzbar
- nach dem Schwaden ist aufgrund der stabilen Struktur des Schwades eine gute Durchlüftung gegeben, somit schnelle Abtrocknung nach Regen

- die Gefahr des Auskeimens und Anwachsens der Samen ist nach dem Schwaden stark vermindert
- durch hohe Flächenleistung von Schwadern und Quaderballenpressen ist die schnelle Bergung großer Flächen möglich, somit starke
- Verringerung des Risikos der Überröste bzw. des Verderbs.

Das geringe Ernterisiko ist der entscheidende Vorteil des Voigtsdorfer Verfahrens. Es wird seit 1995 auf dem größten Teil der Sächsischen Flachsanbauflächen angewandt und wird nach gegenwärtigem Erkenntnisstand auch künftig eine wichtige Rolle spielen. In Anbetracht der erforderlichen weiteren Verringerung der Verfahrenskosten und der Notwendigkeit, zukünftig Faserrohstoffe für unterschiedliche Anwendungsgebiete bereitzustellen, wird dieses Ernteverfahren weitere Modifizierungen erfahren.

3. 2. 3. Mäh - Schwad - Technik

Neben den bisherigen Verwendungsmöglichkeiten Langflachs für die Schwingerei und Naßspinnerei sowie Wirrflachs zur Herstellung verspinnbarer Kurzfasern für die Baumwollspinnlinie zeichnet sich in den Bereichen der technischen Vliese, Verbundwerkstoffe, Geotextilien und Dämmstoffe ein neues großes und zukunftsträchtiges Einsatzfeld für Flachsfasern ab. Auch für Flachsstroh als Rohmaterial für chemische Aufschlußverfahren wird Bedarf bestehen. Entsprechende Abnehmer werden allerdings voraussichtlich geringere Preise für Flachsstroh zahlen als Verarbeiter, die verspinnbare Faser produzieren.

Will der Landwirt trotz der auf dieser Vermarktungsschiene geringeren Verkaufserlöse einen attraktiven Deckungsbeitrag erzielen, muß er die Verfahrenskosten für Anbau und Ernte des Flachses mindestens in der Größenordnung der Mindererlöse senken. Angesichts der offenbar reduzierten Qualitätsanforderungen bei der Verarbeitung für technische Zwecke (Unkrautfreiheit, Faserfeinheit, Röste) erscheint es bis zu einem gewissen Grad möglich, sowohl das Anbau- als auch das Ernteverfahren einfacher zu gestalten und Kosten einzusparen. Mit diesem Ziel wurden 1995 und 1996 erste Tastversuche angestellt zu kostengünstigen Erntemethoden, bei denen keinerlei Spezialmaschinen notwendig sind. Sie beruhen alle auf der Ablösung der Raufmaschine durch verschiedene Mähtechniken.

1995 wurden zunächst verschiedene Schwadmäher und Rotationsmäherwerke versuchsweise eingesetzt, bei denen es aber regelmäßig zu Wickelbildungen kam. 1996 konnten bei ersten, noch kleinflächigen Versuchen zum Einsatz von Finger- und Doppelmessermäherwerken bessere Ergebnisse erreicht werden.

Das folgende wenig kostenaufwendige und risikoarme Verfahren der Flachsernte (Mäh-Schwad-Technik) erwies sich nach gegenwärtigen, vorläufigen Erkenntnissen als am

besten geeignet. Allerdings stehen Tests auf größeren Flächen, die auch Aufschluß über die Standzeit der Mähwerkzeuge und somit zu den tatsächlichen Kosten geben können noch aus.

Das Mähen erfolgte durch einen heckseitig am Traktor angebauten Mähbalken mit einer Arbeitsbreite von 2 m und einer Stoppelhöhe von maximal 10 cm in der frühen Grüngelbreife. Zu diesem Zeitpunkt ist die Samenreife nicht abgeschlossen, auf die Gewinnung der Samen wird verzichtet. Die Fasern sind dagegen voll ausgebildet. Durch das Mähen mit relativ hoher Geschwindigkeit kommt es zu einer gleichmäßigen, parallelen, dachziegel-artigen Ablage der Flachsstengel auf die Stoppel, wobei die Kapseln nach hinten zeigen und auf den Stengeln der unmittelbar vorher gemähten Pflanzen liegen. So bleibt der Flachs liegen, bis der gewünschte Röstgrad (unterhalb der Vollröste) nahezu erreicht ist. Danach wird mit einem Kreisschwader geschwadet. Der Röstvorgang kann, falls erforderlich, im Schwad noch einige Tage fortgesetzt werden. Ein Wenden des Schwades ist, falls erforderlich (z. B. nach Regen), möglich. Nach dem gewünschten Röstgrad (unterhalb der Vollröste) erfolgt die Bergung der Flachses mit hoher Schlagkraft durch leistungsfähige Strohpressen. Die Erntekosten sind im Vergleich zu anderen Verfahren deutlich niedriger, das Ernterisiko ist durch den geringeren erforderlichen Röstgrad zum Erntezeitpunkt und die schlagkräftige Bergung im Vergleich zu allen anderen vorgestellten Ernteverfahren geringer. Die vergleichsweise geringere Gleichmäßigkeit des gewonnenen Materials hinsichtlich des Röstgrades kann bei vorgehener Verwendung in einigen technischen Bereichen toleriert werden. Die Arbeitsschritte und Kosten der Verfahrensabschnitte sind in Tabelle 31 dargestellt. Es ist zu beachten, daß sie auf einjährigen Erhebungen beruhen und deshalb noch nicht gesichert sind. Vor allem können noch keine Aussagen zum Verschleiß der Mähwerkzeuge auf größeren Flächen gemacht werden.

Tabelle 31: Verfahrenskosten und Flächenleistung bei der Mäh-Schwad-Technik

Maschine	Leistung (ha/Stunde)	Kosten (DM/ha) Einschl. Lohnkosten
Traktor mit Heckanbaumähbalken	1,35	70
Kreiselschwader, schwaden	2	45
Kreiselschwader, wenden	2	45
Quaderballenpresse	2,0 - 2,5	200
Hebezeug für Beladung		55
Traktoren mit Anhänger		102
Hebezeug für Einlagerung		55
Gesamt		572

Die Mäh-Schwad-Technik kann, wenn weitere Untersuchungen zu positiven Ergebnissen führen, ein Schritt zur kostengünstigen Erzeugung von Wirrflachs für technische Verwendungsrichtungen bzw. für chemische Aufschlußverfahren sein. Das Verfahren der Mäh-Schwad-Technik bedarf unbedingt weiterer Optimierung. Weiterführende Untersuchungen dazu sind vorgesehen.

Flämmverfahren

Noch in der Entwicklung befindet sich das Ernteverfahren zur thermischen Abtötung des Flachses mit anschließender Röste des stehenden Bestandes. Dieser wird zur Gelbreife mit einem Flämmgerät (Entwicklung der Universität Kiel) kurzzeitig stark erhitzt und so zum Absterben gebracht. Die abgestorbenen Flachsstengel haben eine hohe Standfestigkeit und rösten im Stand. Der geröstete, stehende Flachs kann vom Flachs-vollernter gemäht, gedroschen, teilentholzt und gepreßt werden. Dadurch wird die Anzahl der Arbeitsgänge verringert. Das Risiko einer Überröste nimmt gegenüber der Röste am Boden ebenfalls ab, die mögliche Erntezeitspanne wird länger. Ebenso ist das Raufen des standgerösteten Flachses mit der

Raufmaschine und die sofort daran anschließende Bergung (Schwaden - Pressen mit leistungsfähiger Presse) möglich. In Sachsen wurde bisher nur die thermische Abtötung des Flachses auf einigen Hektar erprobt. Der vorgesehene Einsatz des Flachs-vollernters mit Mähwerk kam aus betriebsinternen Gründen der Firma Claas nicht zustande. Die Ernte erfolgte nach der Standröste bei trockenem Wetter durch die Raufmaschine, unmittelbar gefolgt von Schwader und Quaderballenpresse. Dieses Verfahren kann in Sachsen eine interessante Möglichkeit zur Verlängerung der möglichen Erntezeitspanne und zur Verminderung des Ernterisikos sein und nach Abschluß der Entwicklung praxisrelevant werden. Der Einsatz des mit Hilfe des Flämmverfahrens gewonnenen, je nach Erfordernis mehr oder weniger gerösteten Flachsstrohes ist im textilen wie im technischen Bereich denkbar.

3. 2. 4. Vergleichende wirtschaftliche Bewertung der Flachsernteverfahren

In Tabelle 32 sind die von den vorgestellten Ernteverfahren verursachten Verfahrenskosten und die Flächenleistungen bei der Ernte gegenübergestellt.

Tabelle 32: Verfahrenskosten der Ernte einschließlich Transport und Einlagerung sowie Hektarleistung bei der Strohbergung

Ernteverfahren	Kosten Ernte, Transport, Einlagerung (DM/ha)	Leistung bei Bergung des Röststrohes (ha/Stunde)
Langfaserlinie (traditionelles Verfahren)	935	0,5 - 0,8
Flachsfeldbrecher System Bahmer	870	2*
Flachsvollernter System Claas	897	ca. 2
Voigtsdorfer Verfahren	875	2 - 2,5**
Mäh-Schwad-Technik	572	2 - 2,5**

* Leistung der Presse, setzt Einsatz von mindestens zwei Flachsfeldbrechern voraus, nach Feldentholzung sofortige Bergung notwendig

** Gesamternteleistung durch Einsatz mehrerer Pressen noch steigerungsfähig

Die Übersicht verdeutlicht, daß die Flachsernte nach dem Prinzip der Langfaserlinie am kostenintensivsten und infolge der geringen Bergungsleistung auch am risikoreichsten ist.

Das Verfahren mit dem Flachsfeldbrecher kann zukünftig Bedeutung erlangen. Wünschenswert wäre allerdings eine deutliche Leistungssteigerung des Flachsfeldbrechers z. B. durch gleichzeitige Bearbeitung mehrerer Schwade und Ablage des entholzten Materials in einem großen Schwad, so daß die Presse ohne Zwischenschaltung eines Schwaders dem Flachsfeldbrecher unmittelbar folgen kann.

Auch der Claas-Flachsvollernter könnte, sowohl in Verbindung mit der herkömmlichen Rauf- und Wendetechnik als auch mit der Flämmtechnik unter der Voraussetzung einer hohen Einsatzsicherheit und ausreichender Qualität der Preßballen für große Flachsangebauer bzw. Anbauverbände und Dienstleister längerfristig interessant sein. Voraussetzung ist der erfolgreiche Abschluß der Entwicklungsarbeiten.

Das inzwischen bewährte und in Sachsen überwiegend angewandte Voigtsdorfer Verfahren hat in erster Linie den Vorteil einer hohen Schlagkraft bei der Ernte, da ausreichend leistungsfähige Pressentechnik vorhanden ist. Es wird aller Voraussicht nach

im Erzgebirge in Zukunft das bestimmende Ernteverfahren für Flachs sein, da hier vor allem vollgeröstetes Flachsstroh hoher Qualität für die Weiterverarbeitung zu verspinnbarer Faser erzeugt werden soll.

Durch die Mäh-Schwad-Technik kann, falls weitere Untersuchungen positive Resultate erbringen, die Ernte von Flachs für bestimmte Einsatzgebiete mit einem Minderaufwand gegenüber anderen Verfahren von 300 - 350 DM/ha sehr kostengünstig gestaltet werden. Dem stehen Mindereinnahmen aus verringerter Flächenbeihilfe wegen nicht durchgeführter Samengewinnung auf dem Feld und durch Mindererlös infolge geringeren Verkaufspreises je dt Röststroh bei allerdings deutlich verringertem Ernterisiko gegenüber. Weiterführende Untersuchungen sind dazu dringend erforderlich.

3. 3. Wirtschaftlichkeit des Flachsbaus

Für den Landwirt ist neben sicheren Absatzmöglichkeiten der durch Anbau einer Fruchtart erzielbare Deckungsbeitrag ein ausschlaggebender Faktor bei der Entscheidung, ob diese Fruchtart in seinem Betrieb zum Anbau kommt. Die durch Flachsangebauer erreichbaren Deckungsbeiträge sollen unter Berücksichtigung der Kosten verschiedener Ernteverfahren nachfolgend dargestellt wer-

den. Neben den Kosten der Ernteverfahren einschließlich Transport liegen der Deckungsbeitragsrechnung die in Tabelle 33 dargestellten Kosten und Einnahmen zugrunde. Unter Berücksichtigung dieser Kosten ergibt sich, daß mit allen betrachteten Ernteverfahren attraktive Deckungsbeiträge erzielt werden können (Tabelle 34).

Diese Deckungsbeiträge sind auch bei Berücksichtigung der 1997 verringerten Flachsbeihilfen mit Deckungsbeiträgen anderer standorttypischer Marktfrüchte kon-

kurrenzfähig. Neben dem attraktiven Deckungsbeitrag ist für eine Entscheidung für den Flachsanbau die Minimierung des Anbau- und Ernterisikos eine wichtige Voraussetzung. Die im Nachfolgeprojekt "Entwicklung verwendungsorientierter Anbau- und Ernteverfahren für die Faserpflanzen Flachs und Hanf unter den Bedingungen des Freistaates Sachsen" vorgesehenen Untersuchungen, die vor allem dem Ziel der weiteren Entwicklung verwendungsorientierter, sicherer Anbau- und Ernteverfahren für Faserpflanzen sollen, werden auch zur Minderung dieser Risiken beitragen.

Tabelle 33: Kosten und Erträge im Flachsanbau (DM/ha)

Mäh-Schwad-Technik		600
darunter:	Bestellung, Ausbringung	250
	Saatgut 80 kg x 3,- DM/kg	240
	Dünger (PK, anteilig Ca u. org.)	80
	Pflanzenschutz (30 g Concert)	30
Dabei ist unterstellt, daß das bei Mäh-Schwad-Technik gewonnene und für technische Verwendungen bzw. für den chemischen Aufschluß vorgesehene Flachsstroh geringen Qualitätsanforderungen genügt und deshalb der Anbau preisgünstiger ist. Diese Annahmen sind noch zu präzisieren.		
Andere Verfahren		750
darunter:	Bestellung, Ausbringung	250
	Saatgut 80 kg x 3,- DM/kg	300
	Dünger (PK, anteilig Ca u. org.)	100
	Pflanzenschutz (1,5 l Basagran + 15 g Gropper)	100
Lagerung, Versicherung (alle Verfahren)		160
Verkaufserlöse		
Langfaserlinie	60 dt Röststroh x 0,20 DM/kg	1200
Flachsfeldbrecher u. -vollernter	37,5 dt zu 50 % entholtzes Röststroh x 0,32 DM/kg	1200
Voigtsdorfer Verfahren	60 dt Röststroh x 0,20 DM/kg	1200
Mäh-Schwad-Technik	65 dt "Röststroh" x 0,14 DM/kg	910
Flachsbeihilfe (1997)		
Langfaserlinie, Flachsfeldbrecher, Flachsvollernter, Voigtsdorfer Verfahren mit Riffeln		1550
Mäh-Schwad-Technik, Voigtsdorfer Verfahren ohne Riffeln		1345

Tabelle 34: Deckungsbeiträge im Flachs-anbau unterschiedlicher Ernteverfahren 1997

Ernteverfahren	Kosten (DM/ha)				Erlös DM/ha	Beihilfe DM/ha	Deckungs- beitrag DM/ha
	Ernte	Anbau	Lagerung	gesamt			
Langfaserlinie	935	750	160	1.845	1.200	1.551	906
Flachsfeldbrecher	870	750	160	1.780	1.200	1.551	971
Flachsvollernter	897	750	160	1.807	1.200	1.551	944
Voigtsd. Verfahren <input type="checkbox"/>							
- mit Riffeln	875	750	160	1.785	1.200	1.551	966
- ohne Riffeln	722	750	160	1.632	1.200	1.346	914
Mäh-Schwad-Technik	572	600	160	1.332	910	1.346	924

4. Untersuchungsergebnisse zu Hanf

Seit Jahrhunderten wird in Deutschland Hanf angebaut. Der billige Import anderer Naturfasern und der zunehmende Einsatz von Chemiefasern ließen den Hanfanbau in den letzten 100 Jahren jedoch immer mehr in den Hintergrund treten. Das letzte große deutsche Anbaugbiet befand sich im brandenburgischen Rhin-Havel-Luch, wo bis in die 60er Jahre Hanf angebaut wurde. Bestimmte Varietäten enthalten das Rauschmittel THC (Tetrahydrocannabinol). Dies führte 1982 zum Verbot des damals bereits nahezu bedeutungslos gewordenen Hanfanbaus in Deutschland. In den 80er Jahren gab es in Deutschland zu Hanf kaum Untersuchungen.

Neue Möglichkeiten der Verarbeitung und Verwendung von Pflanzenfasern, die vor allem das Ergebnis umfangreicher Forschungen zur Faserpflanze Flachs sind sowie ein gestiegenes Umweltbewußtsein der Gesellschaft können auch dem Hanf neue Chancen eröffnen. Die Breite seiner Einsatzmöglichkeiten reicht von vespinnbaren Textilfasern über technische Textilien, Formpreßteile, Dämm- und Zuschlagstoffe und Zellulose bis zu technischen Ölen, Lebensmitteln und Grundstoffen für Pharmazeutische Produkte und Kosmetika. Die außerordentlich vielseitige Verwendbarkeit, die ökologischen Vorteile und die ackerbauliche Unkompliziertheit machen den Hanf wieder interessant für die Landwirte, denn der Hanfanbau bietet ihnen - wenn die Absatzfähigkeit der Hanffasern gewährleistet ist - eine zusätzliche Marktchance. Eine wesentliche Rolle spielt die Senkung der Anbau- und Erntekosten sowie Schaffung von Erstverarbeitungskapazitäten für Hanfstroh. Nach der Aufhebung des Hanfanbauverbotes für deutsche Landwirte unter bestimmten Auflagen im Frühjahr 1996 sind in verschiedenen Bundesländern zahlreiche Untersuchungen zum Anbau, zur Ernte und zur Aufbereitung von Hanf für textile und technische Verwendungszwecke durchgeführt worden.

Deshalb wurde 1996 der Hanf in die Untersuchungen im Rahmen des Projektes einbezogen. Ziel der Untersuchungen ist es, durchgängige Linien vom Anbau über die Erstverarbeitung bis zur Entwicklung und Vermarktung neuer Produkte aufzubauen. Schwerpunktmäßig wurden 1996 zunächst pflanzenbauliche und erntetechnische Tastversuche durchgeführt. Diese und in den kommenden Jahren noch vorgesehene Untersuchungen zu Hanf verfolgten das Ziel,

- Erkenntnisse zur Anbaueignung THC-armer europäischer Faserhanfsorten unter verschiedenen sächsischen Standortbedingungen zu gewinnen
- Grundlagen für Empfehlungen zur ertrags- und qualitätsorientierten N-Düngung und Bestandesdichte zu erarbeiten
- Verwendungsorientierte, kostengünstige und leistungsfähige Anbau- und Ernteverfahren für Hanf zu entwickeln und in die Praxis zu überführen sowie
- Aussagen zur Wirtschaftlichkeit und zur Umweltverträglichkeit des Hanfanbaus zu treffen

In 1996 erstmals angelegten Praxis- und Parzellenversuchen wurde der Einfluß der Stickstoffdüngung auf Wachstumsverlauf, Faserertrag und Faserqualität sowie auf bodenklimatisch unterschiedlichen sächsischen Standorten die Anbaueignung und Ertragsfähigkeit europäischer Hanfsorten untersucht. Daneben erfolgte eine erste Erprobung vorhandener bzw. modifizierter Erntemaschinen auf ihre Eignung zur Hanfernte. Die mit Hilfe der 1996 vorgenommenen Tastversuche gewonnenen Untersuchungsergebnisse sollen nachfolgend dargestellt werden.

4. 1. Stickstoffdüngung

Die N-Düngung spielt bei Hanf eine bedeutende Rolle. Bei der Bemessung der N-Gaben sind neben der ertragssteigernden Komponente auch der Einfluß auf Fasergehalt und -qualität sowie auf die N-Hinterlassenschaft nach der Ernte und die

damit verbundene mögliche Belastung des Grundwassers zu beachten. Unter praxisnahen Bedingungen wurde auf einer Ackerfläche der Technofarm GbR Adorf/Erzgebirge die Wirkung unterschiedlicher N-Gaben auf Ertrags- und Qualitätsparameter von Hanf sowie auf die N-Hinterlassenschaft nach der Ernte geprüft. Die Versuchsanlage erfolgte auf einem V5-Standort mit der Ackerzahl 33, einer Höhenlage von ca. 350 m ü. NN, einer durchschnittlichen Jahresniederschlagssumme von 723 mm und einer mittleren Jahrestemperatur von 8,0°C. Nach der Vorfrucht Winterweizen und einer Herbstfurche lag der N-min Gehalt des Bodens im Frühjahr bei 79 kg N/ha. Am 3. Mai kamen 56 kg Saatgut/ha der Sorte Fedora 19 zur Aussaat. Der Hanf lief am 14. Mai gleichmäßig auf. Die Düngung erfolgte vor der Aussaat mit 70 kg P/ha und 70 kg K/ha. Außerdem wurden als Versuchsvarianten unterschiedlich hohe Stickstoffmengen gedüngt:

1. ohne N
2. 60 kg N/ha
3. 120 kg N/ha

Die Versuchspartzen waren etwa 1 ha groß und lagen nebeneinander. Sie dienten nach Abschluß der Untersuchungen zur N-Wirkung der erntetechnischen Erprobung.

Nach anfänglicher Stagnation durch kalte Witterung setzte im Juni ein kräftiges Längenwachstum ein, so daß die geschlossenen Pflanzenbestände bis zum Ende des Monats eine Höhe von über einem Meter erreichten. Zu diesem Zeitpunkt war der Einfluß der Stickstoffgaben schon deutlich sichtbar, die Partzen wiesen durchschnittliche Wuchs-

höhenunterschiede von ca. 15 cm aus. Die ersten männlichen Pflanzen begannen Mitte Juli zu blühen, die weiblichen Pflanzen blühten etwa drei Wochen später. Eine Unkrautbekämpfung war nicht erforderlich. Folgende Erkenntnisse konnten gewonnen werden:

Die Höhe der N-Düngung beeinflusst in starkem Maße die Ausprägung äußerer Merkmale von Hanf. So nimmt mit steigendem N-Aufwand die Wuchshöhe und ebenso der Stengeldurchmesser während der Wachstumsperiode deutlich zu. Diese düngungsabhängige Differenzierung setzt bereits sehr früh während der Jugendentwicklung ein. Sie bleibt bis zur Ernte deutlich ausgeprägt (Tabelle 35).

Im Verlauf der Vegetation war eine deutliche Reduktion der Bestandesdichte zu verzeichnen. Sie zeigte eine starke Abhängigkeit zur Höhe der N-Düngung. Die Pflanzenanzahl je Quadratmeter nahm vom Aufgang bis zur Ernte bei der Nullvariante um 23 %, bei 60 kg N/ha um 36,5 % und bei 120 kg N/ha um 54 % ab. Diese Abnahme ist auf die zwischen den Pflanzen bestehenden Konkurrenzbeziehungen zurückzuführen. In Übereinstimmung mit HÖPPNER und MENGE-HARTMANN (1994) nahm die Reduktionsrate mit steigender N-Gabe zu. Möglicherweise konnte der erhöhte Wasser- und Lichtbedarf der besser ernährten Bestände nicht vollständig gedeckt werden. Die Ernte des Bestandes erfolgte am 10. September. Folgende Erträge und Fasergehalte wurden erreicht (Tabelle 36).

Tabelle 35: Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Wuchshöhe und den Stengeldurchmesser von Hanf zum Erntezeitpunkt, Großversuch Adorf 1996

Variante	Wuchshöhe in cm	Durchmesser in Stengelmittle, mm
ohne Stickstoff	181,1	5,08
60 kg N/ha	203,5	5,75
120 kg N/ha	223,4	7,32

Tabelle 36: Einfluß der Stickstoffdüngung auf Ertrag und Fasergehalt von Hanf, Großversuch Adorf 1996

Variante	Gesamtbiomasseertrag dt/ha, lufttrocken	Fasergehalt % der Stengelmasse	Faserertrag dt/ha
ohne Stickstoff	89,20	29,10	17,39
60 kg N/ha	109,20	31,70	23,19
120 kg N/ha	149,60	25,10	25,16

Tabelle 37: Einfluß der Stickstoffdüngung auf Qualitätsmerkmale der Hanffaser, Großversuch Adorf 1996

Variante	Reißfestigkeit cN/tex	Höchstzugkraft-Dehnung in %	Faserfeinheit IFS-Index
ohne Stickstoff	42,92	2,38	212,80
60 kg N/ha	47,54	2,51	302,10
120 kg N/ha	44,95	2,23	248,25

Trotz eines für diesen Standort relativ hohen Nmin-Gehaltes im Frühjahr bewirkt die zusätzliche mineralische N-Düngung eine deutliche Steigerung des Gesamtbiomasseertrages gegenüber der Variante "ohne N-Düngung". Er steigt gegenüber der Nullvariante bei 60 kg N/ha um 22 % und bei 120 kg N/ha um 67 %. Eine derart beachtliche Ertragszunahme wurde auch von HEUSER u.a. 1927 in diesem N-Aufwandbereich nachgewiesen. Eine weitere Steigerung der N-Gaben auf 160 bzw. 200 kg N/ha würde nach GOTTWALD u. a., 1995, nur noch ein geringen Ertragszuwachs bringen.

Der Fasergehalt des Hanfstengels nimmt durch die Gabe von 60 kg N/ha noch geringfügig zu, während bei 120 kg N/ha eine deutliche Abnahme unter das Niveau der ungedüngten Variante zu verzeichnen ist. Durch die hohe N-Gabe werden somit nur die Holz- und Markbestandteile des Stengels gefördert. Der bei 120 kg N/ha erreichte hohe Faserertrag ist ausschließlich auf den sehr hohen Gesamtbiomasseertrag zurückzuführen, der den geringeren Fasergehalt überkompensiert. Das Sächsische Textilforschungsinstitut Chemnitz untersuchte im Rahmen des Förderprojektes die Faserquali-

tät. Es zeigte sich, daß die N-Düngung auch die Qualität der Hanffaser beeinflusst (Tabelle 37).

Insgesamt liegt die Faserfestigkeit (Reißfestigkeit) auf einem mit Flachs vergleichbarem Niveau. Aus den vorliegenden ersten Untersuchungsergebnissen ist erkennbar, daß durch eine für Hanf relativ geringe Stickstoffgabe von 60 kg/ha die Faserfestigkeit verbessert wird, während sie bei 120 kg N/ha wieder abnimmt. Offensichtlich existiert in dieser Beziehung ein Optimum.

Die mineralische N-Düngung hat auch Einfluß auf die Feinheit der Faser (Aufspaltung der Faserbündel). Die ungedüngte Variante liefert relativ feine Fasern, die zusätzliche Stickstoffgabe von 60 kg/ha erzeugt deutlich gröbere Fasern (höherer IFS-Index entspricht Verschlechterung der Faserfeinheit). Die höhere Dosierung von 120 kg/ha begünstigt offenbar durch lockeren Zusammenschluß der Elementarfasern wieder die Aufteilbarkeit der Faserbündel und damit die Feinheit der Fasern. Dies ist aber nur in Verbindung mit geringeren Faserfestigkeitswerten erreichbar.

Der N-Export über den reinen Hanfstengel ist relativ gering. Er beträgt bei der geprüften N-Gabe von 120 kg/ha lediglich 75 kg N/ha oder 5 kg N/t Grünstroh. Mit den abfallenden Blättern und im Ergebnis des Röstprozesses verbleibt ein größerer Teil des während des Wachstums aufgenommenen Stickstoffs auf dem Acker. Das Verhältnis wird mit 2:1 bis 3:1 angegeben (BREDEMANN, 1945; KUNDLER, 1965).

Nach der Ernte wurde der N-Gehalt des Bodens untersucht. Es stellte sich heraus, daß zwischen den Düngungsvarianten keine deutlichen Unterschiede der N-Gehalte festgestellt werden konnten (Tabelle 37).

Neben dem Nitrat-N konnten Ammoniumgehalte zwischen 6 und 8 kg/ha festgestellt werden. Die nach der Ernte gemessene Nitratkonzentration entspricht dem auswaschungsgefährdetem Stickstoffpotential. Sie ist im Vergleich mit der Stickstoffhinterlassenschaft anderer Kulturpflanzen (BUFE, KURZER und SUNTHEIM, 1996) relativ gering. Deshalb ist davon auszugehen, daß der Hanfanbau bei angemessener Düngung das Agroökosystem nicht verstärkt mit Nitrat belastet. 1997 sollen die Untersuchungen zum Einfluß der Stickstoffdüngung intensiviert werden.

Tabelle 38: Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Nitrat-Hinterlassenschaft nach der Hanfernte, Großversuch Adorf 1996

Variante	0 - 30 cm Bodentiefe kg Nitrat-N /ha	31 - 60 cm Bodentiefe kg Nitrat-N/ha
ohne Stickstoff	37	15
60 kg N/ha	43	11
120 kg N/ha	38	16

Tabelle 39: Charakteristik der sächsischen Hanf-Sortenversuchsstandorte 1996

Versuchsort	Höhe ü. NN	Ackerzahl	NStE	mittl. Jahresniederschlag	mittl. Jahrestemperatur
Nossen	255 m	65	Lö 4	643 mm	8,1 °C
Motterwitz	180 m	75	Lö 3	641 mm	8,4 °C
Forchheim	565 m	33	V 8	879 mm	6,5 °C

Tabelle 40: Biomasseerträge (dt/ha, lufttrocken) von Hanfsorten, Sortenversuche 1996

Sorte	Forchheim	Nossen	Motterwitz
Fedora 19	98,28	145,59	127,96
Felina 34	94,11	133,74	131,60
Ferimon 21	94,16	134,41	137,18
Futura 77	101,01	138,94	158,32
Lovrin 110	90,01	136,33	142,76

4. 2. Sortenvergleich

Der Vergleich von Hanfsorten erfolgte in Nossen, Motterwitz und Forchheim (Erzgebirge) in Parzellenversuchen (Blockanlage mit vier Wiederholungen) und Ernteparzellengrößen von 12 m², um eine repräsentative Aussage zur Anbaueignung in verschiedenen für den Hanfanbau interessant erscheinenden Regionen Sachsens zu erhalten (Tabelle 39).

Für die Sortenprüfung standen die einhäusigen französischen Sorten Fedora 19, Felina 34, Ferimon 21, Futura 77 sowie die zweihäusige rumänische Sorte Lovrin 110 zur Verfügung. Der THC-Gehalt aller geprüften Sorten liegt unter der EU-Norm (< 0,3 %), für den landwirtschaftlichen Anbau in Deutschland sind bisher (1977) aber nur die französischen Sorten zugelassen. Die Versuchsaussaat erfolgte mit 60 kg Saatgut/ha zwischen dem 14. und 29. Mai 1996. Während der Hanf in den Niederungslagen Motterwitz und Nossen auf Grund der höheren Bodentemperaturen schon nach einer Woche gleichmäßig aufief, ging die Saat auf dem Erzgebirgsstandort Forchheim erst nach etwa 14 Tagen auf. Durch eine kalte Witterungsperiode stagnierte zunächst die Jugendentwicklung, dann aber erreichten die

Bestände teilweise Zuwächse von über 20 cm pro Woche. Die anfänglich hohe Bestandesdichte ging bis zur Ernte gravierend zurück. Durch den Konkurrenzdruck begann nach dem Schließen der Bestände ein Ausdünnungsprozeß, der je nach Sorte und Standort zu einer Reduzierung der Bestandesdichte um 30,9 bis 59,9 % führte. Anfang August begann die Blüte der männlichen Pflanzen, weibliche Pflanzen gelangten erst 2 bis 3 Wochen später zur Blüte. Der Anteil männlicher Pflanzen war bei dem geprüften Sortenspektrum sehr differenziert, sie lagen bei den Sorten Ferimon und Felina deutlich unter einem Prozent. Für die Sorten Futura und Fedora wurden im Bestand zwischen einem und acht Prozent männliche Pflanzen ausgezählt. Die Sorte Lovrin wies hingegen mit 30 % deutlich höhere Anteile männlicher Pflanzen auf. Männliche Pflanzen reifen eher ab, deshalb führt ein hoher Anteil männlicher Pflanzen zu einem ungleichmäßig gereiften Ernteprodukt und ist negativ zu bewerten. Die Ernte erfolgte in Motterwitz und Nossen am 11./12. September und in Forchheim am 23. September mit Beginn der Samenreife. Die in den Sortenversuchen erreichten Erträge sind in Tabelle 40 dargestellt.

**Tabelle 41: Fasergehalte des entblätternen Stengels verschiedener Hanfsorten (%)
Sortenversuche 1996**

Sorte	Forchheim	Nossen	Motterwitz
Fedora 19	23,4	31,3	22,6
Felina 34	24,0	28,4	23,9
Ferimon 21	25,9	30,9	23,9
Futura 77	22,1	29,4	21,8
Lovrin 110	21,5	27,7	21,3

Tabelle 42: Fasererträge von Hanfsorten (dt/ha), Sortenversuche 1996

Sorte	Forchheim	Nossen	Motterwitz
Fedora 19	15,41	30,53	19,38
Felina 34	15,13	25,45	21,07
Ferimon 21	16,34	27,83	21,97
Futura 77	14,96	27,37	23,12
Lovrin 110	12,97	25,30	20,37

Auffallend ist der große Unterschied im Gesamtbiomasseertrag zwischen den Versuchsstandorten, vor allem zwischen den warmen Lößstandorten Nossen und Motterwitz einerseits und dem bodenklimatisch wesentlich ungünstigeren Gebirgsstandort Forchheim andererseits. Dies macht den hohen Wärmebedarf des Hanfs deutlich. Der Unterschied zwischen den Sorten ist im Vergleich dazu relativ gering.

Für eine beabsichtigte Nutzung der Faser ist nicht der Gesamtbiomasseertrag, sondern der Faserertrag entscheidend. Durch das Sächsische Textilforschungsinstitut Chemnitz, das sich schon seit Jahren mit Untersuchungen zu Fasergehalt und Faserqualität einheimischer Faserpflanzen befaßt, wurde der Fasergehalt am Material aller Versuchsvarianten festgestellt (Tabelle 41).

Bei den Proben vom Versuchsort Nossen ergaben sich deutlich höhere Fasergehalte als bei denen anderer Versuchsorte. Die Fasergehalte der Proben von den bodenklimatisch sehr unterschiedlichen Standorten Motterwitz und Forchheim waren dagegen sehr ähnlich. Die höchsten Fasergehalte erreichten Ferimon 21, Felina 34 und Fedora 19, während die zweihäusige Lovrin 110 auf allen Standorten infolge des hohen Anteils bereits abgestorbener männlicher Pflanzen den geringsten Fasergehalt aufwies.

Wie schon beim Gesamtbiomasseertrag ist auch beim Faserertrag, der sich aus dem Stengelertrag (entblättert und entsamt) und dem Fasergehalt des Stengels errechnet, der Unterschied zwischen den Versuchsstandorten größer als zwischen den geprüften Sorten. Dabei ragt der Standort Nossen in erster Linie infolge der hohen Fasergehalte mit den besten Ergebnissen heraus. Die in Nossen erreichten Fasererträge sind im Durchschnitt etwa doppelt so hoch wie die in Forchheim (Tabelle 42).

Die Sorte Fedora 19 erreichte in Nossen die mit Abstand höchsten Fasererträge, fällt jedoch besonders in Motterwitz im Vergleich zu anderen Sorten deutlich ab. Ferimon 21, Felina 34 und Futura 77 weisen in Motter-

witz, vor allem aber in Forchheim einen deutlich geringeren Faserertrag als in Nossen auf. Die in der EU nicht zugelassene Lovrin 110 rangiert in Forchheim und Nossen auf dem letzten, in Motterwitz auf dem vorletzten Rangplatz. Der Sortenversuch macht deutlich, daß 1996 bei Hanf auf den bodenklimatisch günstigen Lößböden höhere Fasererträge erreichbar waren als auf dem Ergebirgsstandort Forchheim.

Die in Forchheim gemessenen Erträge sind aber immer noch beachtlich, wenn man berücksichtigt, daß an diesem Standort im Sommer 1996 eine Witterung mit unterdurchschnittlichen Temperaturen und nur sehr wenigen sonnigen Perioden vorherrschte, die auch bei etablierten Fruchtarten zu erheblichen Problemen führte.

In Jahren mit durchschnittlicher Sommerwitterung wären die Wachstumsbedingungen in Forchheim bei höheren Temperaturen und trotzdem ausreichenden Niederschlägen günstiger. Auf den Lößstandorten Nossen und Motterwitz könnte es dann aber infolge geringerer Niederschläge zusammen mit dem durch höhere Temperaturen erhöhten Wasserbedarf des Hanfs zu Wassermangel und einer dadurch bedingten Wachstumsdepression kommen.

Die 1996 beobachteten Ertragsunterschiede zwischen den Versuchsorten dürften somit in einem Jahr mit durchschnittlicher Witterung geringer ausfallen. Eine Fortführung der Hanfsortenversuche unter Einbeziehung weiterer Sorten und anderer Standorte ist vorgesehen.

4. 3. Inhaltsstoffe und Nährstoffbedarf von Hanf

Die rasche Jugendentwicklung und intensive Bildung einer großen Menge Biomasse innerhalb einer relativ kurzen Wachstumszeit erfordert ein hohes Nährstoffangebot, wobei die Nährstoffe in leicht aufnehmbarer Form vorliegen müssen. Kenntnisse über den Nährstoffgehalt der Hanfpflanze bzw. den Nährstoffentzug wurden anhand von Materi-

al aus den durchgeführten Sortenversuchen gewonnen. Für die geprüften Sorten können folgende Aussagen getroffen werden:

- Der Stickstoffgehalt in der Trockensubstanz (TS) des Grünstrohes (entblätterte Stengel) schwankt je nach Sorte und Standort zwischen 1,4 und 2,1 %. Diese Werte weisen auf den hohen Stickstoffbedarf des Hanfs hin. Eine Optimierung des Stickstoffangebotes erscheint notwendig. Zur Höhe der Stickstoffdüngung wurden spezielle Untersuchungen durchgeführt (s. o.), die zukünftig intensiviert werden sollen.
- Aus den Phosphorgehalten, die sich zwischen 0,20 und 0,34 % P in der TS bewegen, ist ein mittlerer Bedarf des Hanfs an diesem die Faserqualität und Samenausbildung positiv beeinflussenden Nährstoff abzuleiten. Der Hanfanbau sollte deshalb bevorzugt auf mittel bis gut mit Phosphor versorgten Böden (Versorgungsstufe C und D) erfolgen.
- Kalium erhöht den Faserertrag und verbessert die Reißfestigkeit (HEUSER, 1927). In unseren Untersuchungen wurden in Hanfstengeln mit Blättern beim untersuchten Sortenspektrum Gehalte von 0,9 bis 2,2 % K in der Trockensubstanz festgestellt. SCHWEIGER, 1996 stellte ähnliche Größenordnungen des Kaliumgehaltes fest. Bei der Nährstoffkonzentration in der Hanfpflanze sind in erster Linie standortbedingte Unterschiede zu beobachten. Die Sorten unterscheiden sich diesbezüglich nur wenig.
- Der in den untersuchten Sorten nachgewiesene Magnesiumgehalt schwankt zwischen 0,2 und 0,4 % Mg in der TS. Um das dafür erforderliche Magnesiumangebot zu sichern, ist der Hanf auf gut bis sehr gut mit Magnesium versorgten Böden anzubauen.

4. 4. Erste Erprobungen zur Hanfernte

Da die Landwirte gegenwärtig nicht über Spezialmaschinen für den Hanfanbau verfügen, wurden verschiedene vorhandene bzw. für die Hanfernte mit wenig Aufwand modifizierte Geräte erprobt. Als Mähwerkzeuge kamen herkömmliche Anbaumähwerke, ein umgerüstetes Maisschneidwerk (ein Anbaugerät zum Feldhäcksler E 280) und ein Funktionsmuster eines zweistufigen Heckanbau-Mähwerks zum Einsatz. Die besten Ergebnisse beim Mähen des Hanfes erreichte das Funktionsmuster des zweistufigen Heckanbaumähwerkes, das auf der Versuchsfläche in Adorf erprobt wurde. Dieses Funktionsmuster der Firma Dr. Scholz GmbH Dresden ist ein Anbaugerät für Traktoren und besteht aus zwei Mähbalken, die im Höhenabstand von 1,20 m angeordnet sind. Beim Mähen schneidet der untere Mähbalken zuerst, so daß das Mähgut in den oberen, nach hinten versetzt angeordneten und schräg nach oben gerichteten Mähbalken fällt und nochmals geschnitten wird. Der erste Test dieses Gerätes zeigte ein störungsfreies Arbeiten bei guter Schnittqualität und gleichmäßiger Schwadablage. Nach etwa dreiwöchiger Feldröste wurde der Hanf mit einem Kreiselschwader geschwadet. Um eine an die Bedürfnisse der nachfolgenden Rundballenpresse angepaßte Schwadstärke zu erreichen, erfolgte anschließend die Zusammenlegung jeweils zweier Schwade mittels desselben Kreiselschwaders. Das so gebildete Schwad wurde durch eine Rundballenpresse aufgenommen und gepreßt.

Es ist vorgesehen, dieses auf die Gewinnung technischer Fasern ausgerichtete Ernteverfahren weiterzuentwickeln, aber auch weitere Möglichkeiten der Hanfernte zu untersuchen. Auch die Möglichkeit der Gewinnung der vielseitig verwendbaren Hanfsamen soll zukünftig geprüft werden.

Tabelle 43: Kosten und Erlöse des Hanfanbaus (DM/ha)

Bodenbearbeitung, Aussaat, Düngerausbringung	200
Saatgut (50 kg/ha x 6,- DM/kg)	300
Dünger (teilweiser Einsatz von Wirtschaftsdüngern)	200
Ernteverfahren mit Tauröste, Transport und Lagerung	700
Kosten gesamt	1.400
Angenommener Erlös geröstetes Hanfstroh (8.000 kg/ha x 0,12 DM/kg)	960
EU-Flächenbeihilfe Hanf 1997 (716,63 Ecu)	1.397
Einnahmen gesamt	2.357
Deckungsbeitrag	957

4. 5. Erste Ergebnisse zur Wirtschaftlichkeit des Hanfanbaus

Wie für jede andere landwirtschaftliche Kultur ist auch für Hanf der im Vergleich zu anderen standorttypischen Marktfrüchten erzielbare Deckungsbeitrag ein entscheidendes Kriterium für die Anbauwürdigkeit. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt liegen jedoch infolge der erst einjährigen Erfahrungen und Untersuchungsergebnisse für die bei Hanfanbau unter den bodenklimatischen und sozioökonomischen Bedingungen Sachsens zu erwartenden Kosten und Erlöse noch keine fundierten Daten vor. Für den Deckungsbeitrag von Hanf kann bei Erzeugung von geröstetem Hanfstroh die in Tabelle 43 dargestellte Kalkulation unterstellt werden. Der unterstellte Ertrag von 8.000 kg geröstetem Hanfstroh ist auf mittleren sächsischen Standorten realistisch; 1996 wurde dieser Ertrag trotz eines eher kühlen Sommers in Adorf/Erzg. erreicht und an den Standorten Motterwitz und Nossen deutlich überboten. Lediglich am Gebirgsstandort Forchheim bei 560 m Höhenlage war der Ertrag geringer. In der Kalkulation wurden die vielfältigen positiven Wirkungen des Hanfanbaues auf Fruchtfolge und Bodenfruchtbarkeit nicht berücksichtigt. Aus der Kalkulation des Deckungsbeitrages ist ableitbar, daß bei entsprechenden Absatzmöglichkeiten der Hanfanbau für Landwirte in den klimatisch günstigeren Lagen durchaus attraktiv sein kann. Auf den besten Lößstandorten wird er allerdings aus der Sicht des Deckungsbeitrages

nicht mit Zuckerrüben und Winterweizen konkurrieren können, sein Anbau kann aber auch dort positive Wirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit haben. Auch ein Einsatz des Hanfs zur Sanierung stark verunkrauteter Flächen z. B. nach mehrjährigen Flächenstillegungen scheint denkbar. Weitere Untersuchungen dazu sind erforderlich.

5. Untersuchungen zur Anbaueignung der Faserpflanze Kenaf

Kenaf ist eine ursprünglich in den Tropen beheimatete einjährige Faserpflanze, die für einen ertragreichen Anbau wesentlich höhere Temperaturen als bisher bei uns geprüfte Faserpflanzen benötigt. Sie wird seit langem in Südchina, Indien, Indonesien, im Sudan und Westafrika zur Fasergewinnung angebaut. In letzter Zeit hat sie auch im subtropischen Bereich (Südeuropa, USA) an Bedeutung gewonnen. Auch in Süddeutschland und der Schweiz wurden Anbauversuche durchgeführt. Kenaf ist sehr kälteempfindlich. Die einjährige Pflanze benötigt 100 bis 150 Vegetationstage und reift unter unseren Klimabedingungen nicht aus. Bei der Einordnung in die Fruchtfolge ist zu beachten, daß die Ernte erst nach dem Absterben durch Frosteinwirkung im Winter nach der Erreichung eines hohen Trockensubstanzgehaltes erfolgt. Da keine zugelassenen Herbizide zur Verfügung stehen, ist der Anbau nur auf unkrautarmen Flächen sinnvoll. Der Unkrautbekämpfung ist im Jugendstadium des

Kenaf große Bedeutung beizumessen. Zur Anbauwürdigkeit in Sachsen lagen bislang noch keine Untersuchungsergebnisse vor.

Um erste Erkenntnisse zur Anbaueignung zu gewinnen, wurde im Rahmen des Flachsjahresprojektes 1996 in Sachsen ein Tastversuch zu Kenaf vorgenommen. Der Versuchsanbau erfolgte in der Versuchsstation Liebertwolkwitz der Universität Leipzig auf einer Fläche von 41,6 m². Nach dem Umbruch der Vorfrucht Gras mit Scheibenegge und Scharpflug im April wurde am 3. Mai mit der Kreiselegge das Saatbett vorbereitet. Eine Bodenprobe ergab zu diesem Zeitpunkt einen N_{min}-Gehalt von 137 kg/ha, der pH-Wert lag bei 5,8.

Die Düngung erfolgte eine Woche vor der Aussaat mit 30 kg N/ha, 60 kg P₂O₅/ha und 120 kg K₂O/ha. Da die Bodentemperatur nur langsam anstieg (am 17. Mai bei 5 cm Bodentiefe 9 °C) konnte die Aussaat erst am 24. Mai erfolgen. Es kamen 13 kg/ha bei einer TKM von 28 Gramm mit einem Reihenabstand von 20 cm zur Aussaat. Schon 3 Tage später liefen die ersten Pflanzen auf. Bei 25 cm Pflanzhöhe wurden nochmals 50 kg N/ha gegeben. Zur Unkrautbekämpfung wurde der Bestand am 6. und 13. Juni per Hand gehackt. Nach der 2. Handhacke unterdrückte der dichte Bestand das Unkraut selbst. Krankheiten und Schädlingsbefall traten am Kenaf nicht auf. Insgesamt hemmten die im Anbaujahr unterdurchschnittlichen Temperaturen das Wachstum des wärmebedürftigen Kenaf. Der Kenaf bewies volle Standfestigkeit bis zur Ernte. Zur Probeentnahme am 15. Oktober konnte erstmals eine Raufbarkeit der Pflanzen festgestellt werden, bis dahin ankerten die Pflanzen fest im Boden. Die Stengel blieben bis Ende Oktober grün, sie warfen die Blätter nur langsam ab. Im November trat eine langsame Veränderung der Stengelfarbe von grün zu gelbbraun ein. Nach dem ersten Bodenfrost am 24. November fielen alle Blätter ab, die Wipfel färbten sich gelbbraun, der Stengelgrund blieb grün.

Die Ernte der nach Frosteinwirkung etwas abgetrockneten Stengel erfolgte am 28.11.96

bei klarem Wetter mit dem Mähbalken (Frontmäher). Die Stoppelhöhe lag bei etwa 8 - 10 cm. Eine nach der Ernte durchgeführte Bodenuntersuchung ergab einen N_{min}-Gehalt von 74 kg/ha. Geerntet wurden 41,6 m² der Versuchsparzelle, die Randstreifen blieben stehen, um den Fortgang der Feldröste (Standröste) und die Standfestigkeit beobachten zu können.

Die im Versuch ermittelten Daten sind in Tabelle 44 ersichtlich. Bei der Lagerung und Trocknung des Erntegutes unter Dach zeigte dieses eine starke Hygroskopizität, die in der Folge zu einer Feuchtezunahme, verbunden mit starker Schimmelbildung führte. Der exakte Lufttrockensubstanzertrag konnte deshalb nicht festgestellt werden, dadurch war auch der exakte Faserertrag nicht ermittelbar.

Zur Fasergehaltsbestimmung und weitere Untersuchungen wurden zu vier Terminen (28.8., 16.9., 30.9. und 28.11.) Grünstrohproben entnommen und unter Dach eingelagert. Nach zweimonatiger Einlagerung wiesen die von noch nicht abgestorbenen Pflanzen stammenden Proben der ersten drei Beprobungstermine eine Materialfeuchte von über 50 % auf. Nach weiterer 3-wöchiger Lagerung in temperiertem Raum lag die Materialfeuchte immer noch zwischen 24 und 30 % (24,3, 28,7, 30,4 %), eine Entholzung des Materials mit dem Bahmer-Laborentholzer "Flaksy" war nicht möglich (Walzen verkleben). Vorgebrochene Stengel, die nach 3 Wochen Lagerung in einem geheizten Raum (Zimmertemperatur) einen Feuchtegehalt von 11,6 % erreichten, ließen sich dagegen gut mit diesem Gerät entholzen. Die Entholzung mit dem Bahmer-Laborentholzer und sehr intensives Ausschütteln nach jedem Durchlauf ergab eine relativ reine Faser und einen Faseranteil von allerdings nur 4,4 % zum Ausgangsgewicht.

Tabelle 44: Kenaf-Tastversuch, Parzellenversuch Liebertwolkwitz 1996

Merkmale	Meßergebnisse
Bestandesdichte	144 Pflanzen/m ²
Bestandeshöhe	1,35 m (Parzellenmitte), ca. 1,15 m (Rand)
Stengeldurchmesser (Mitte)	6,05 mm
Stengelertrag zur Ernte (Frischmasse)	251,2 dt/ha bei 30-40 % TS ("lufttrocken")
"Fasergehalt" des lufttrockenen Stengels	25,3 % bei sehr hohem Schäbenanteil

Die so gewonnene Faser wies eine geringe Reißfestigkeit auf. Das Verfahren ist nicht praxisrelevant, da das Vorbrechen der Stengel und eine anschließende Zwischenlagerung und erneute Entholzung mit mehreren Durchläufen zu hohe Kosten verursachen würde. Der in Tabelle 41 dargestellte Fasergehalt wurde im Sächsischen Textilforschungsinstitut Chemnitz nach folgender Methodik ermittelt:

Die Fasergehaltsermittlung erfolgte an am 15.11.96 geernteten, lufttrockenen ungerösteten Kenafstengeln. Der Fasergehalt wurde nach mehrwöchiger Lagerung bei 60 % Luftfeuchte bei 18 - 22 °C Lufttemperatur mit den Laborentholzungsgerät Bahmer "Flaksy" nach mehreren der Optimierung der Einstellung des Gerätes dienenden Tests nach folgender Methodik ermittelt:

Walzendruck:

- 1. Walzenpaar 2,5 mm
- 2. Walzenpaar 2,5 mm
- 3. Walzenpaar 5,0 mm
- 4. Walzenpaar 5,0 mm

Geschwindigkeit: Stufe 8

Einzelprobenumfang:

- 1. und 2. Durchlauf 1 bis 3 (dünne) Stengel

Handhabung der Einzelprobe:

- 1. und 2. Durchlauf mit 1-3 Stengeln, dann Proben von 4-7 Stengeln sammeln und weitere drei Durchläufe, anschließend aus-

schütteln der Schäben und weitere 5 Durchläufe, anschließend Fasern nochmals ausschütteln und wiegen. Das Fasergewicht wird mit dem Gewicht der lufttrockenen Stengel ins Verhältnis gesetzt und so der Fasergehalt (Prozent v. lufttrockenen, ungerösteten Stengel) ermittelt.

Bei der Gewinnung der Fasern brachen die Spitzen der Kenaf-Stengel bereits bei der ersten Passage des Entholzungsgerätes ab. Der Fasergehalt der Spitzen war gering. Auch die Faserfestigkeit erscheint insgesamt gering, in den Spitzen sehr gering. Die Fasern brachen sehr leicht, es entstand ein hoher Anteil Faserbruch. Im ermittelten Fasergehalt war ein sehr erheblicher Holzanteil enthalten, eine weitere Separierung war nicht möglich. Insgesamt gestaltete sich die Fasergewinnung aus Kenafstengeln sehr schwierig.

Eine Röste der Kenafstengel würde die Fasergewinnung möglicherweise erleichtern, andererseits könnte sich dadurch die ohnehin schon sehr geringe Festigkeit weiter verschlechtern. Untersuchungen dazu stehen noch aus. Angesichts der vielseitigen Verwendbarkeit der Kenaffaser z. B. in Bereich Automobilbau und der infolge der ungünstigen Witterung im Versuchsjahr wenig aussagekräftigen Versuchsergebnisse sollten an bodenklimatisch begünstigten sächsischen Standorten die Untersuchungen zu Kenaf als Ergänzung zu den Untersuchungen zu Flachs und Hanf weitergeführt werden.

6. Bedeutung der Ergebnisse für das Verbundprojekt Sachsen-Lein und die Anbauregionen

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, daß in Sachsen eine wirtschaftliche Erzeugung von qualitativ hochwertiger und international konkurrenzfähiger Flachsfasern möglich ist und eine zusätzliche Alternative zu anderen Nutzpflanzen darstellt. Ausgehend von den bodenklimatischen Bedingungen, der Konkurrenzsituation zu anderen Marktfrüchten und unter Berücksichtigung der Anbaupausen ist im östlichen und mittleren Erzgebirge sowie in der Oberlausitz und im Vogtland ein jährlicher Faserleinanbau von 3.000 bis 4.000 ha möglich. Daneben gab es in Sachsen noch weitere kleine Flachsstandorte, vor allem östlich und nordöstlich von Dresden mit jährlich bis zu 700 ha. Insgesamt könnten somit im Freistaat bis 4.700 ha Flachs unter optimalen bodenklimatischen Bedingungen angebaut werden. Voraussetzung ist allerdings eine Erstverarbeitung im Anbaugbiet.

Gegenwärtig wird in Voigtsdorf, Osterzgebirge, eine Erstverarbeitung für Wirrflachs aufgebaut. Abbildung 16 gibt einen schematischen Überblick zur geographischen Verteilung der aus bodenklimatischer und betriebswirtschaftlicher Sicht gut geeigneten potentiellen Anbaugbiete für Flachs. Zu beachten ist, daß besonders im mittleren und westlichen Erzgebirge der Anteil der Ackerfläche an der Gesamtfläche relativ gering und somit auch die potentielle Flachsanbaufläche begrenzt ist. Ebenso sind in Abbildung 16 die potentiellen Hanfanbaugbiete verzeichnet. Auf Lößböden besteht Konkurrenzsituation zu Zuckerrüben, Winterweizen, Wintergerste, die dort höhere Deckungsbeiträge ermöglichen.

Ein Großteil der potentiellen Flachsbauflächen befindet sich in ökologisch sensiblen Gebieten mit umfangreichen Schutzgebieten zur Sicherung der Trinkwasserversorgung der Ballungsgebiete um Chemnitz, Dresden und Freiberg. Dem Wasserschutz kommt deshalb eine besondere Bedeutung zu.

Flachs benötigt für ein optimales Wachstum im Vergleich zu den meisten anderen landwirtschaftlichen Kulturen nur wenig Dünger und Pestizide. Sinnvollerweise steht er am Ende einer Fruchtfolge und verwertet die im Boden verbliebenen Nährstoffe, insbesondere den Stickstoff gut. Eine Stickstoffdüngung zu Flachs ist in den meisten Jahren nicht notwendig. Somit ist Flachs eine Fruchtart, die nach der Ernte nur sehr wenig das Grund- und Oberflächenwasser gefährdende Nährstoffe hinterläßt. Damit ist der Flachsanbau aus der Sicht des Wasserschutzes durchaus günstig zu beurteilen.

Die Wiedereinführung des Flachsangebues in Sachsen sichert Arbeitsplätze in den Anbaubetrieben. Darüber hinaus werden durch Aufbau und Betrieb einer Flachsfaseraufbereitungsanlage im strukturschwachen Osterzgebirge neue Arbeitsplätze geschaffen. Bei Ausdehnung des Flachsangebues und in anderen Anbaugbieten sind weitere Anlagen notwendig. Nicht zu unterschätzen ist die Wirkung auf die sächsische Textilindustrie, die an einer Verarbeitung des in unmittelbarer Nähe erzeugten Flachses interessiert ist. Kurze Transportwege und große Partien bei guter und unmittelbar kontrollierbarer Qualität können sich im internationalen Wettbewerb positiv auswirken. Der Flachsanbau trüge so zur Sicherung von Arbeitsplätzen in diesem Wirtschaftszweig bei. Neue Einsatzgebiete für Naturfasern mit erheblichem Absatzpotential zeichnen sich im technischen Bereich ab, etwa in der Vliesherstellung, für Formpreßteile, Dämmstoffe, Geotextilien, Kohlenstoffverbundwerkstoffe und keramische Werkstoffe. Dadurch ist die Chance gegeben, den Anbau von Flachs und Hanf zu forcieren. Weitere Erstverarbeitungskapazitäten sind allerdings dringend vonnöten.

Die im Rahmen des Projektes "Naturfaser Flachs" bisher gewonnenen Erkenntnisse im Pflanzenbau werden bereits jetzt an der Schwelle zum kommerziellen Flachsanbau genutzt. Es ist möglich, große, einheitliche Faserleinpartien mit standardisierter Qualität

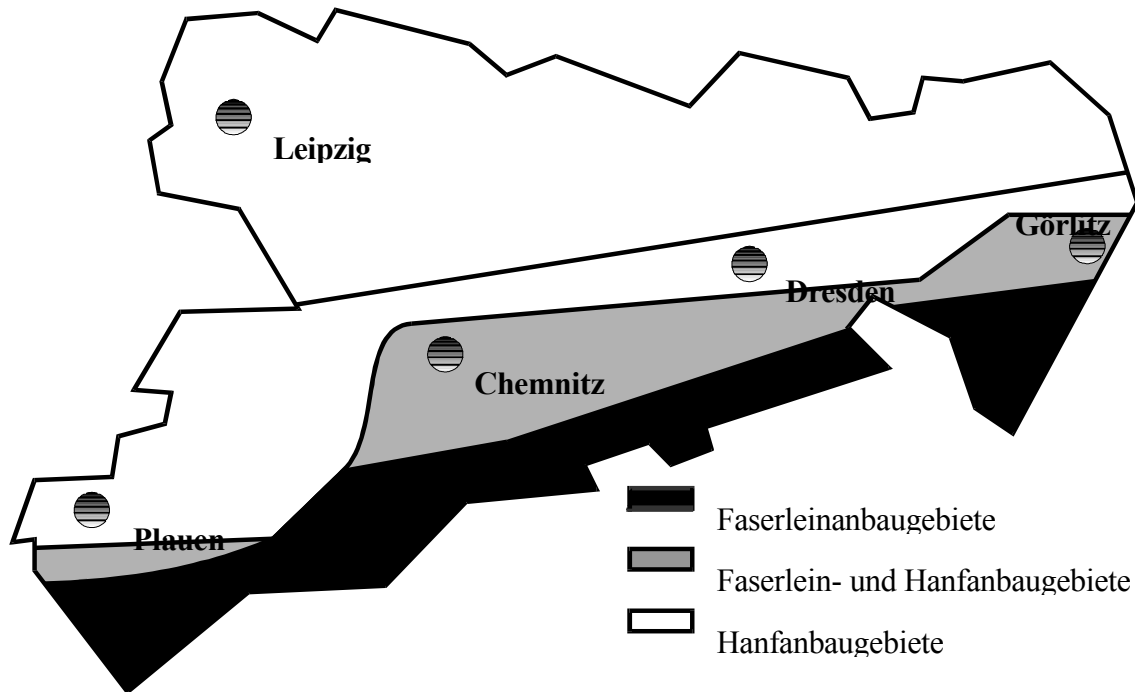


Abbildung 16: Verteilung der bodenklimatisch und betriebswirtschaftlich geeigneten Gebiete für den Flachs- und Hanfanbau im Südteil des Freistaats Sachsen (unterhalb der geraden Linie)

herzustellen. Im Rahmen des Verbundprojektes "Sachsen-Lein" werden die Anforderungen der Abnehmer berücksichtigt. Die am Versuchsanbau beteiligten Betriebe sammelten eigene Erfahrungen. Die Ergebnisse stehen allen sächsischen Anbaubetrieben zur Verfügung.

7. Weitere Projektaktivitäten

In Vorbereitung der zum Aufbau einer Flachskurzfaseraufbereitungsanlage notwendigen Investitionen erarbeitete das Referat Nachwachsende Rohstoffe der LfL einen kompletten Projektantrag und stellte ökonomische Bewertungen für verschiedene Varianten an. Einer qualifizierten Entscheidung zum Kauf einer Verarbeitungsanlage in Zusammenarbeit mit der Erzeugergemeinschaft "Sachsen-Lein" und der Erzgebirgischen Flachs-GmbH dienten mehrere Testläufe von Aufbereitungsanlagen bei den Firmen Bahmer Maschinenbau, Söhnstetten, Temafa, Bergisch Gladbach, und Laroche, Frankreich, mit sächsischem Flachsstroh. Ein Teil der Ergebnisse wurde bereits dem

Fachpublikum zugänglich gemacht. Bei Veranstaltungen der Erzeugergemeinschaft "Sachsen-Lein", bei Flachs- und Hanffeldtagen wurden die Anbauer über Fragen des Faserpflanzenanbaus informiert.

8. Kooperationspartner

Zur Bewältigung der vielfältigen Projektarbeiten war die Zusammenarbeit mit vielen verschiedenen Institutionen und Unternehmen notwendig. Insbesondere die textile Forschung und der Maschinenbau übernahmen dabei wichtige Aufgaben. In Tabelle 45 sind die Firmen und Institutionen aufgeführt, die neben den o.g. Landwirtschaftsbetrieben an der Projektdurchführung direkt oder indirekt mitwirkten. Folgende Leistungen wurden von den Kooperationspartnern erbracht (Auswahl):

- Die Mitgliedsbetriebe der Erzeugergemeinschaft "Sachsen-Lein" w. V. stellten landwirtschaftliche Flächen für die Durchführung der pflanzenbaulichen und

erntetechnologischen Großversuche zu Flachs und Hanf bereit und führten unter Anleitung der Projektbearbeiter den größten Teil der Bestell- und Pflegearbeiten durch und wirkten bei der Erprobung verschiedener Erntemaschinen mit.

- Die Flachserntemaschinen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft kamen auf den Flächen der Großversuche mit Fahrern der Erzeugergemeinschaft bzw. der Firma Nürnberger zum Einsatz.
- Die Firma Claas OHG führte 1993 mit einem Entwicklungsmuster eines Flachsvollernters auf Flächen der Großversuche Untersuchungen durch. Die Gebr. Bahmer Maschinenbau GmbH testete zusammen mit Dr. Schmidt Konstruktion Maschinenbau und den Anbaubetrieben auf den Versuchsflächen ihren Flachsfeldbrecher und stellte einen Laborentholzer zur Verfügung.
- Die Universität Kiel testete ein Gerät zur thermischen Wachstumsunterbindung für Flachs im großtechnischem Maßstab auf Flächen der Flachsversuche.
- In der Firma Lenka A. S. Kacov, Tschechische Republik, wurde ein Teil des geernteten Flachses verarbeitet, die Bestimmung der Faserausbeute erfolgte dabei getrennt nach Prüfgliedern der Großversuche. Die HilTex Flachsspinnerei Hirschfelde verarbeitete den gewonnenen Langflachs.
- Die Versuchsstationen Forchheim und Nossen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft und die Versuchsstation Berthelsdorf der Deutschen Saatzucht AG führten im Rahmen des Projektes Parzellenversuche zu verschiedenen Fragestellungen durch.
- Die Bestimmung von Faserausbeute und verschiedener Faserqualitätsmerkmale der aus den Parzellen- und Großversuchen gewonnenen Proben übernahmen das Sächsische Textilforschungsinstitut Chemnitz und das Institut für angewandte Forschung Reutlingen.
- Die Biochem GmbH Karlsruhe unterstützte das Teilprojekt Hanfanbau. Auf ihren Versuchsflächen in Motterwitz wurden europäische Hanfsorten getestet und die Ergebnisse labortechnisch ausgewertet.
- Bei der Entwicklung und Erprobung von Hanferntetechnik, die auf herkömmlichen Maschinen der Landwirtschaftsbetriebe aufbaut und kostengünstig umzurüsten ist, aber auch bei der Neuentwicklung spezieller Maschinen engagierte sich die Dr. Scholz GmbH, Dresden.

Tabelle 45: Kooperationspartner des Projektes "Naturfaser Flachs"

Institution	Anschrift
Sächsisches Textilforschungsinstitut	Annaberger Straße 240, 09120 Chemnitz
Gebr. Bahmer Maschinenbau GmbH	Fabrikstraße 1, 89555 Steinheim-Söhnstetten
Erzgebirgische Flachs GmbH	Hauptstraße 96, 09619 Voigtsdorf
Dr. Schmidt Konstruktion Maschinenbau	Berghausstraße 1 - 3, 01844 Neustadt/Sa.
Fortschritt Erntemaschinen	Berghausstraße 1 - 3, 01844 Neustadt/Sa.
Förderverein Lein Oberschwaben	Vors. Herr Maurer, Klausenhof □ 82525 Durmetingen-Heudorf
BFPM GmbH&CoKG	Schulweg 20, 86504 Merching
Temafa GmbH	An der Zinkhütte 8, 51496 Bergisch Gladbach
Deutsche Saatzucht AG	Versuchsstation 02747 Berthelsdorf
Claas OHG	Postfach 1140 33426 Harsewinkel
Rhein-Lein GmbH	Am Hoschenhof, 47506 Neukirchen-Vluin
C.A.R.M.E.N.	Technologiepark 3, 97222 Würzburg-Rimpar
Deutscher Flachsverband	56281 Emmelshausen
Erzeugergemeinschaft "Sachsenlein" w. V. und ihre Mitgliedsbetriebe	Grillenburger Straße 54 □ 09600 Naundorf
HilTex Hirschfelde	Flachsspinnereistraße 22, 02788 Hirschfelde
Christian-Albrechts-Universität Kiel, Inst. F. Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik	Max-Eyth-Straße 6, 24089 Kiel
LfL, Fachbereich Sortenprüfung und Feldversuchswesen	01683 Nossen
LfL, Fachbereich Ländliche Entwicklung und Betriebswirtschaft	04430 Böhlitz-Ehrenberg
Fa. Krone Maschinenfabriken □	Heinrich-Krone-Straße 10 48493 Wettringen-Spelle
Landtechnik H. Nürnberger	Augustusburger Straße 3, 09573 Schellenberg
Verband der Nordostd. Textilindustrie	Annaberger Straße 240, 09120 Chemnitz
N. V. Depoortere	Kortrijkseweg 99, B-8791 Beveren-L./ Waregem
Lenka A. S. Kacov	CZ-28509 Kacov
Biochem GmbH Karlsruhe	Am Wieseneck 7, 04451 Cunnersdorf
Dr. Scholz GmbH	Fritz-Schreiter-Str. 40, 01259 Dresden
Klaus Schürer GmbH	Meeraner Str. 16, 08317 Glauchau

9. Zusammenfassung

Flachs

Stickstoffdüngung und Aussaatstärken

Aus den Untersuchungen ist abzuleiten, daß hohe Fasererträge bei guter Qualität, geringem Ernterisiko und guter Umweltverträglichkeit am ehesten durch starke Einschränkungen der Stickstoffgaben (max. 40 kg N/ha bei geringen N_{\min} -Bodengehalten) bis hin zum völligen Verzicht, verbunden mit einer relativ hohen Aussaatstärke (2.000 keimfähige Samen/ha) zu erreichen sind. Durch Erhöhung der Aussaatstärke von 1.500 auf 2.000 keimfähige Samen/ha sind bei vergleichbaren Stickstoffgaben höhere Erträge und Fasergehalte erreichbar. Der Stengeldurchmesser geht dadurch deutlich zurück, Wuchshöhe und Stengellänge können bei erhöhter Aussaatstärke und geringem Stickstoffangebot beeinträchtigt werden.

Unkrautbekämpfung

Bereits durch den Einsatz geringer Mengen von Herbiziden (Basagran, Gropper), die deutlich unter den praxisüblichen Aufwandmengen liegen, ist bei rechtzeitiger Ausbringung (3 - 5 cm Wuchshöhe des Flachses) eine Verminderung des Unkrautbesatzes auf ein vertretbares Maß möglich. Höhere Herbizidgaben schädigen den Flachs, bewirken nur eine geringe weitere Reduzierung der Unkrautflora, verursachen hohe Kosten und sind auch im Interesse der Umwelt zu vermeiden. Auch eine verspätete Ausbringung der Herbizide führt nicht zur gewünschten Unkrautreduzierung und beeinflusst den Flachs negativ. Eine zweite Herbizidgabe ist nur bei starkem Unkrautdruck auszubringen. Der mit Flachs-anbau erreichbare Deckungsbeitrag kann durch geringe Herbizidgaben deutlich gesteigert werden, während er bei Ausbringung höherer Herbizidmengen unter das Niveau unbehandelter Bestände absinkt.

Erste Erprobungen der Herbizide Extoll und Concert lassen erkennen, daß Extoll bei ausreichender herbizider Wirkung (Wirkungslücke Hohlzahn) vom Flachs gut vertragen wird, während Concert Ertrag und Qualität dieser Faserpflanze beeinträchtigt. Extoll kann noch eine erhebliche Bedeutung im Flachs-anbau erlangen, da es bislang das einzige für Flachs zugelassene Herbizid ist. Nach Beseitigung der Möglichkeit der Lückenindikation kann dieses Mittel zum vorläufig einzigen verfügbaren Flachsherbizid werden.

Die Untersuchungen zum Einsatz des Hackstriegels, z. T. verbunden mit Herbizideinsatz, erbrachten zum Teil widersprüchliche Ergebnisse. Insgesamt ist festzustellen, daß eine zuverlässige Beherrschung der Unkräuter bzw. ihre Reduzierung auf ein vertretbares Maß nach gegenwärtigem Erkenntnisstand nicht möglich ist.

Durch die Ausbringung geringer Mengen des MCPA-haltigen Wuchsstoffherbizids U 46 M Fluid (0,4 bis 0,8 l/ha) zusätzlich zu den Basisherbiziden Basagran und Gropper kann später Rapsdurchwuchs und Hederich zuverlässig beseitigt werden. Durch die MCPA-Ausbringung läßt sich auch die Faserfeinheit der Flachsfaser deutlich verbessern, allerdings wird die Reißfestigkeit negativ beeinflusst.

Sortenvergleich

Aus den umfangreichen Sortenversuchen lassen sich für die Anbauggebiete folgende Anbauempfehlungen ableiten:

Anbaugbiet Erzgebirge: Die Sorten *Ariane*, *Hermes*, *Viking*, *Evelin*, *Argos* und *Marina* sollten vorrangig zum Anbau kommen, wobei *Viking* auf zu nährstoffreichen und windgefährdeten Standorten wenig geeignet ist. Ergänzend dazu können auch *Saskia* und *Opaline*, wegen ihrer guten Faserfeinheit auch *Laura* und *Belinka* angebaut werden. Die aussichtsreichen Sorten *Viola* und *Ilona* sowie der Stamm DSV6/V7 (inzwischen zugelassen als Sorte *Liflax*) könnten für das

Anbaugebiet in Frage kommen. Der im Erzgebirge bisher relativ hohe Flächenanteil der Sorte *Elise* ist nur durch die hohen Qualitätswerte (Festigkeit) gerechtfertigt.

Anbaugebiet Oberlausitz: In der Oberlausitz sind neben den auch im Erzgebirge erfolgversprechenden Sorten *Hermes*, *Ariane*, *Argos*, *Evelin* und *Viking* auch *Escalina*, *Opaline* und *Nike* zu empfehlen. Ergänzend werden *Laura* und *Belinka* empfohlen. Wenig geeignet sind *Elise* und *Marina*.

Vogtländische Flachsangebauer sollten bis zum Vorliegen gesicherter Daten für ihr Anbaugebiet auf die Empfehlungen für das Anbaugebiet Erzgebirge zurückgreifen. Beim Anbau aller Sorten ist die aktuelle Zulassungssituation zu beachten, da mit Aberkennungen stets gerechnet werden muß.

Aussaatverfahren

Der Vergleich der Aussaatverfahren Drillsaat und Breitsaat ließ keine deutlichen Unterschiede erkennen. Allenfalls kam es bei Breitsaat zu einer geringfügigen Steigerung des Grünstroh- und Faserertrages bei leichter Verschlechterung der Qualitätseigenschaften. Beide Aussaatverfahren können für Flachs angewandt werden.

Wachstumsregulatoreinsatz

Durch die Ausbringung von bis zu 0,6 l Camposan/ha wurde im Mittel der Jahre eine Faserertragssteigerung bei gleichbleibender Faserfestigkeit und deutlich verringerter Faserfeinheit verursacht. Für bestimmte technische Verwendungsrichtungen kann dies Bedeutung haben. Eine Verbesserung der Standfestigkeit war nicht nachweisbar. Jedoch konnte eine Verkürzung der Stengelänge im Vergleich zur unbehandelten Variante festgestellt werden.

Ernteverfahren

Neuartige Verarbeitungsverfahren für Flachsstroh (Wirrfaserlinie) eröffnen dem Landwirt die Möglichkeit der Vereinfachung der Erntetechnologie. Die Ergebnisse von Untersuchungen neuartiger Ernteverfahren der Wirrfaserlinie (Flachsfeldbrecher, Flachsvollernter, Voigtsdorfer Verfahren, Mäh-Schwad-Technik) und ihr Vergleich zum traditionellen Verfahren der Langfaserlinie zeigen, daß vor allen das in Sachsen entwickelte Voigtsdorfer Verfahren für die sächsischen Einsatzbedingungen gut zur Erzeugung von Wirrstroh für die Weiterverarbeitung zu verspinnbare Faser geeignet ist und das Ernterisiko durch hohe Bergungsleistungen erheblich vermindert. Das Verfahren Flachsfeldbrecher weist eine für den großflächigen Einsatz zu geringe Flächenleistung auf, während der Flachsvollernter von Claas bei entsprechender Einsatzsicherheit für größere Flachsangebauer bzw. Anbauorganisationen geeignet wäre. Erste Untersuchungen zur Mäh-Schwad-Technik zeigen Möglichkeiten auf, zukünftig sehr preisgünstig und risikoarm Flachsstroh für technische Einsatzgebiete und den chemischen Faseraufschluß bereitstellen zu können.

Wirtschaftlichkeit

Unter den in den traditionellen Flachsangebieten Sachsens (Erzgebirge, Oberlausitz, Vogtland) gegebenen Bedingungen erreicht der Landwirt mit Flachs Deckungsbeiträge, die auch bei Berücksichtigung der 1997 verringerten EU-Beihilfen mit Deckungsbeiträgen anderer standorttypischer Marktfrüchte konkurrenzfähig sind. Durch Nutzung der mit Hilfe des vorliegenden Projektes gewonnenen Erkenntnisse zu Anbau- und Ernteverfahren ist eine deutliche Verringerung von Kosten und Risiken möglich.

Hanf

Aus einjährigen Versuchsergebnissen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft ist abzuleiten, daß der Hanf auf bodenklimatisch begünstigten Lößböden die höchsten Fasererträge liefert. Allerdings steht er dort in Konkurrenz zu Fruchtarten, die unter den gegebenen Bedingungen höhere Deckungsbeiträge erbringen können. Auf dem Mittelgebirgsstandort Forchheim fiel der Faserertrag nicht zuletzt durch die 1996 dort gegebene feuchtkühle Sommerwitterung stark ab. Die Sortenprüfungen zeigen, daß sich die geprüften einhäusigen französischen Sorten im Faserertrag nur wenig unterscheiden, während zweihäusige und offensichtlich besonders wärmebedürftige rumänische Sorte Lovrin deutlich abfällt. Eine Sortenempfehlung auf der Grundlage der einjährigen Versuchsergebnisse kann in Anbetracht der 1996 extrem feuchtkalten Sommerwitterung noch nicht gegeben werden. Die Sortenversuche werden 1997 und 1998 mit weiteren Sorten fortgeführt.

Durch Gaben von 60 und 120 kg N/ha wurde trotz hohen Nmin-Gehaltes des Bodens im Frühjahr eine deutliche Steigerung des Faserertrages erreicht. Der Fasergehalt des Hanfstengels geht bei höheren N-Gaben aber deutlich zurück. Zur qualitätsorientierten Düngung sind weitere Untersuchungen notwendig.

Nach ersten Erprobungen bieten verschiedene Mähverfahren gute Ansätze für ein leistungsfähiges Verfahren für die Bereitstellung eines kostengünstigen Rohstoffs für technische Fasern.

Kenaf

Kenaf konnte 1996 in Sachsen nicht ausreifen und wurde erst nach dem Absterben durch Frosteinwirkung geerntet. Die starke Hygroskopizität der Kenafstengel führte im Lager zur Feuchtezunahme und Schimmelbildung. Die Gewinnung der Faser aus den Stengeln war sehr schwierig. Die Fasern haben eine sehr geringe Festigkeit und bre-

chen leicht. Allerdings muß bei der Interpretation der Versuchsergebnisse die für den wärmebedürftigen Kenaf sehr abträgliche kühle Witterung im Versuchsjahr beachtet werden. Angesichts der vielseitigen Verwendbarkeit der Kenaffaser z. B. in Bereich Fahrzeugbau und der infolge der ungünstigen Witterung im Versuchsjahr wenig aussagekräftigen Versuchsergebnisse sollten an bodenklimatisch begünstigten sächsischen Standorten die Untersuchungen zu Kenaf als Ergänzung zu den Untersuchungen zu Flachs und Hanf weitergeführt werden.

10. Schlußfolgerung zur weiteren Arbeit

Die bisherigen Forschungsarbeiten zu Flachs konzentrierten sich im Wesentlichen auf die Optimierung von Anbauverfahren und Erntetechnologien mit dem Ziel der Erzeugung von Flachsstroh, das den hohen Qualitätsansprüchen der Produktlinie Textil (verspinnbare Faser) gerecht wird und auch entsprechende Erlöse für den Landwirt erbringen kann.

Neben der traditionellen Bedeutung der Naturfaser Flachs als Textilrohstoff zeichnet sich im Bereich der technischen Anwendung ein weiteres, innovatives und gegenwärtig stark expandierendes Einsatzfeld für Naturfasern ab. Sie sind z. B. zur Verarbeitung in Verbundwerkstoffen für die Fahrzeugindustrie gut geeignet und finden dort mit zunehmender Tendenz Verwendung. Aber auch die Nutzung von Pflanzenfasern für die Herstellung von verrottbaren Geotextilien und von Dämmstoffen für den Bausektor gewinnt an Bedeutung. Für die Verwendung in diesen Produktlinien vorgesehene Flachsstroh werden Anforderungen gestellt, die sich von denen der Produktlinie Textil deutlich unterscheiden. Aber auch der vom Landwirt erzielbare Flachsstrohpreis wird bei Verarbeitung des Flachses zu technischen Produkten geringer sein. Um einen attraktiven Deckungsbeitrag zu realisieren, müssen die Kosten für Anbau und Ernteverfahren deutlich sinken und die speziellen, verwendungsspezifischen Qualitätsanforde-

rungen des jeweiligen Verarbeiters aber trotzdem erfüllt werden. Gegenwärtig liegen für die meisten technischen Anwendungsgebiete noch keine konkreten Qualitätskriterien vor. In Zusammenarbeit mit der verarbeitenden Industrie sind deshalb kurzfristig eindeutige, verwendungsspezifische Qualitätsanforderungen an den Faserrohstoff zu definieren, um von Seiten der Landwirtschaft gezielt diesen Anforderungen gerecht werden zu können.

Künftige Forschungsarbeiten zu Flachs und Hanf sollten sich vorrangig mit der Entwicklung von sicheren, kostenminimierten Anbau- und Ernteverfahren beschäftigen, die der Erzeugung von Faserrohstoffen für differenzierte technische Verwendungsrichtungen (Verbundwerkstoffe, Geotextilien, Dämmstoffe) dienen. Folgende Schwerpunkte sind vorrangig zu bearbeiten:

1. Erarbeitung eines qualitätsorientierten Sortenpasses, um zukünftig gezielt Sorten mit den gewünschten Qualitätseigenschaften anbauen zu können
2. Optimierung anbautechnischer Maßnahmen wie Aussaatstärken, Unkrautbekämpfung und Düngung mit dem Ziel der Erzeugung unterschiedlicher, definierter Faserrohstoffqualitäten zu minimierten Kosten
3. Verwendungsorientierte Optimierung des Röstgrades

4. Entwicklung verwendungsorientierter, risikoarmer Ernteverfahren für Flachs und Hanf bei weiterer Vereinfachung und Verbilligung
5. Sicherung der Qualität bei der Lagerung des Flachsstrohes durch Ermittlung eines Grenzwertes für den maximal zulässigen Feuchtegehalt von Flachsstroh bei der Einlagerung
6. Gewinnung größerer, qualitativ unterschiedlicher Faserrohstoffpartien und anschließende Verarbeitungsversuche in Zusammenarbeit mit der Textilforschung und der verarbeitenden Industrie. In diesen Tests soll die Eignung verschiedener Ausgangsmaterialien für innovative Produkte untersucht werden.
7. Verfahrensvarianten zur Erzeugung von Flachs bei Verzicht auf Herbizide, um bestimmte ökologisch orientierte Marktsegmente bedienen zu können.

Diese Schwerpunkte sind wesentlicher Bestandteil des seit dem 1. 1. 1997 laufenden Projektes "Entwicklung verwendungsorientierter Anbau- und Ernteverfahren für die Faserpflanzen Flachs und Hanf unter den Bedingungen des Freistaates Sachsen". Außerdem wird bei weiterer Ausdehnung des Faserpflanzenanbaus der wirtschaftlichen Verwertung der Nebenprodukte Schäben und Samen größere Aufmerksamkeit geschenkt werden müssen.

11. Literaturverzeichnis

- BREDEMANN, G.: Untersuchungen über die Nährstoffaufnahme und den Nährstoffbedarf des Hanfes, Bodenkunde und Pflanzenernährung, 167-204, Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung, 3. Bd. Düngung der Kulturpflanzen, Springer-Verlag 1945
- BRENNDÖRFER, M.; Hummelt, M.: Faserlein: Pflanzenbauliche und verfahrenstechnische Aspekte beim Anbau von Faserlein. - KTBL-Arbeitspapier. 109, 1986, S. 48
- BRÜCKNER, T.: Fachtagung "Situation und Perspektiven des Faserpflanzenanbaus in Deutschland" am 10./11.1996 in Freiberg/Sachsen, Infodienst der LfL 2/97
- BUDER, T.: Projekt zur Wiedereinführung der Faserleinproduktion im Gebiet der Niederlausitz, Diplomarbeit, Humboldt-Universität Berlin, 1992
- DAMBROTH, M.; Seehuber, R.: "Flachs" - Züchtung, Anbau u. Verarbeitung. Stuttgart 1988
- DERNEDE, W.: Vereinfachung der Verfahren zur Ernte und Zwischenaufbereitung von Faserlein, BfA f. Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode, Vortrag zum Statusseminar Flachs des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn 1991
- Einsatz von Flachs in technischen Bereichen, IAF FH f. Technik und Wirtschaft Reutlingen
- FUCHS, H., Buchfeld, M., Bieber, B.: Qualitätsbestimmung von Flachs, Forschungsbericht,
- GOTTWALD, R. u.a.: Ergebnisbericht zum Projekt "Anbau und Verwertung von Hanf in Brandenburg aus landwirtschaftlicher und ökologischer Sicht", Lehr- und Versuchsanstalt für Integrierten Pflanzenbau e.V. des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Brandenburg, 1995
- GRUNERT, M., Röhrich, Chr.: Arbeitsbericht zur Projektförderung Nachwachsende Rohstoffe 1996, Schriftenreihe der LfL, Heft 4/96
- GSCHOSSMANN, J.: "Bahmer Flaksy - Vom Flachsfeldbrecher über das Separieren zur Flachsfaserfeinauflösung", Statusseminar Flachs, Leipzig Nov. 1993, S. 25-60
- HANF, C.-H.: Hanf, Teil 1 "Anbau, Ernte und Aufbereitung sowie Verwendung von Hanf"
- HEINEMANN, O.: Erntetechnik für Flachs - Entwicklung und Umsetzung eines Großgerätes für die thermische Einleitung einer Standröste, Dissertation, Christian-Albrechts-Universität Kiel 1995
- HERZOG, Wilhelm: "Objektive Qualitätsprüfung von Flachs", Melliand Textilberichte 1/1989, S. 7-11
- HEUSEL, K.-H.: "Industrieller Einsatz von Hanf", Tagungsband Symposium Biorohstoff Hanf, 2. - 5. März 1995, Frankfurt a. M., 2. Aufl. Köln 1995, S. 351 - 360
- HEUSER, O., u. a.: Hanf und Hanffasern, Technologie der Textilfasern, Hrsg.: O. Herzog, V.
- HEYLAND, K.-U., Kämmerling, B.: Zur Eignung verschiedener Produktionsverfahren für die Nutzung eines zur Kurzfasergewinnung geeigneten Leins, Universität Bonn, Inst. f. Pflanzenbau, Bonn 1992
- HEYLAND, K.-U., Kromer, K.-H. et al.; Genetische und physiologische und morphologische sowie physikalisch-technische Grundlagen für die Entwicklung eines zur Kurzfasergewinnung geeigneten Leins, Abschlußbericht des Forschungsprojektes des BML, 1993
- HEYLAND, K.-U., Kromer, K.-H.; Genetische und pflanzenbauliche Potentiale bei Lein im Hinblick auf dessen industrielle Nutzung, insbesondere zur Kurzfasergewinnung. In: BMFT,

- FZ Jülich (BEO) (Hrsg.) Flachs ein nachwachsender Faserrohstoff (Statusseminar), Bonn, 2./3.Mai 1991, S. 15-28
- HÖCK, F.: Verfahren zur mechanischen Flachsaufbereitung, TEMAFa GmbH, Statusseminar Flachs, 15./16. Nov.1993 in Leipzig, S. 61-74
- HOFFMANN, W.: Flachs-und Hanfanbau, Deutscher Bauernverlag, Berlin, 1957
- HÖPPNER, F., Menge-Hartmann, U.: Anbauversuche zur Stickstoffdüngung und Bestandesdichte von Faserhanf. Landbauforschung Völkenrode 44. Jg., Heft 4/1994
- HUSTER, S.; Untersuchungen zur Frage der Ermittlung von qualitätsbestimmenden Inhaltsstoffen des Flachsstengels unter besonderer Berücksichtigung anbautechnischer Maßnahmen. Diplomarbeit Universität Bonn 1988
- ISENSEE, E. und Ohls, J.: "Die Standröste von Flachs", Landtechnik 8/9, 1993, S. 424-425
- ISENSEE, E.; Ohls, J. u. Heinemann, O.: "Die Standröste - ein universelles Verfahren zur risikoarmen Flachsernte" Statusseminar Flachs, Leipzig Nov. 1993, S. 13-20
- KÄMMERLING, B.: Die Bedeutung von Anbau- und Ernteverfahren sowie der Sorte für die Nutzung eines zur Kurzfasergewinnung geeigneten Leins, Diss. Universität Bonn, 1990
- KÖHLER, E. u.a.: Grobstudie Sachsen-Leinen , 8/95
- KUNDLER, P. u.a.: Mineraldüngung, S. 196-197 DLV Berlin 1965
- LEHMANN, B.: Bewertung unterschiedlicher Verfahren für die Ernte von Flachsstroh für die technisch-industrielle Verwertung, Freising-Weihenstephan, VDI 1992, S.198 ff
- MENZEL, K.-Chr.: Beitrag zum Ligninproblem bei Flachs- und Hanffasern, Faserforschung und Textiltechnik, 12/1, 1961.
- MENZEL, K.-Chr.: Über Saatkichte von Flachs auf verschiedenen Böden, Faserforschung, 12 H.2., S. 102-105, 1937
- MENZEL, K.-Chr.: Über den Einfluß von Strohgutmerkmalen und Faserwert bei Flachs, Faserforschung und Textiltechnik, 10/1, 1959.
- MERKELBACH, H.: Untersuchungen an einem *Linum usitatissimum* Sortiment über Qualitäts- und ertragsbestimmende Faktoren sowie deren Struktur und korrelative Beziehungen, Diplom-Arbeit, Universität Bonn. 1984
- MORGNER, F. W.; Mechanische Flachsaufbereitung, 4. Reutlinger Flachsseminar, 24./25. Febr. 1992; Flachs - Perspektiven für die Zukunft.
- MÜLLER, R., Schütte, A., Welling, M.: Nachwachsende Rohstoffe im Überblick, Forschungsreport, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 2/1996
- NEUBERT, M.: Sächsischer Flachs-Feldtag am 26.6.96 in Großhartmannsdorf, Infodienst der LfL 7/96
- OHLS, J. und Heinemann O.: "Flachsernte", Landtechnik 3, 1994, S. 150-151
- OHLS, J.; Entwicklung von Verfahren zur Einleitung der Standröste von Flachs und deren Einordnung in konventionelle und innovative Erntekonzepte, 2. Flachstag, Inst. f. Pflanzenbau und -züchtung der Universität Kiel (Hrsg.), 1991, S.57-62
- Pflanzenfasern, Bericht des Bundes und der Länder über Nachwachsende Rohstoffe 1995
- REXROTH, E., Schulz, J.: Anbauempfehlungen Öllein, Nachwachsende Rohstoffe - Komplexe Beratungsunterlage der LfL, Mai 1995

- RICHTER, Chr., Scheiding, W.: Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen - Entwicklungstendenzen und Perspektiven, Vortrag Facharbeitskreis Faserpflanzen 1995
- RINGLEB, A.; Schulz, H.; Mittleitner, H.: Verwertung von Ölleinstroh als nachwachsender Rohstoff zur Wärme- und Schalldämmung in der Bautechnik, Landtechnik Weihenstephan, Landtechnik-Bericht, Heft 23, 1995
- RÖHRICHT, Chr., Rexroth, E., Schulz, J.: Ergebnisse eines Vergleiches europäischer Faserleinsorten unter sächsischen Standortverhältnissen, Infodienst 5/1995
- RÖHRICHT, Chr., Rexroth, E., Schulz, J.: Untersuchungen zum Einfluß von Stickstoffdüngung und Bestandesdichte auf Ertrag und Qualität von Faserlein , LfL März 1995
- RÖHRICHT, Chr., Rexroth, E., Schulz, J.: Untersuchungen zum Einfluß chemischer und mechanischer Beikrautregulierungen auf Ertrag und Qualität von Faserlein, LfL März 1995
- RÖHRICHT, Chr., Rexroth, E.: Faserlein - Hinweise und Empfehlungen zum Anbau und zur Verwertung, Beratungsmaterial der LfL, Juni 1993
- Sachsen-Leinen, Statusbericht zum Projekt "Sachsen-Leinen" Zwischenbilanz, Nov. 1996
- SCHULZ, J., Greiner, K.: 4. Sächsischer Flachseldtag am 15. Juni 1995 in Großhartmannsdorf, Infodienst der LfL 7/96
- SCHULZ, J., Rexroth, E., Röhricht, C. u.a.: Anbauempfehlungen Faserlein, Nachwachsende Rohstoffe - Komplexe Beratungsunterlage der LfL, Mai 1995
- SCHULZ, J., Röhricht, Chr., Rexroth, E.: "Voigtsdorfer Verfahren" - eine risikoarme und kostengünstige Flachserntetechnologie in Sachsen, Infodienst 2/95
- SCHULZ, J., Sarodnik, M., Röhricht, Chr., Rexroth, E.: Das Voigtsdorfer Verfahren, eine risikoarme Flachserntetechnologie im Vergleich zum traditionellen Ernteverfahren und zu Verfahren mit Feldentholzung, Schriftenreihe der LfL, 1.Jg. Heft 2, 1996
- SCHULZ, J.: Anbau von Faserlein, Tagung des Facharbeitskreises "Faserpflanzen" am 5.12.95 in Chemnitz, Tagungsband Febr. 1996
- SCHULZ, J.: Bericht über die Teilnahme am 4. Europäischen Regionalen Workshop für Flachs der FAO in Rouen, Frankreich; Infodienst der LfL 7/96
- SCHULZ, J.: Überblick zu Anbau und Verwertung von Faserpflanzen als nachwachsender Rohstoff, LfL Mai 95
- SCHULZ, J.: Wirtschaftliche und verfahrenstechnische Analyse von Flachsernteverfahren, Vortrag zur Tagung "Situation und Perspektiven des Faserpflanzenanbaus in Deutschland" am 10./11.12.1996 in Freiberg (Tagungsmaterial), DBV Bonn
- SCHWEIGER, P.: Hanf - die wiederentdeckte Faserpflanze, Merkblätter für die umweltgerechte Landwirtschaft (11) Nachwachsende Rohstoffe, Faserpflanzen Hanf 1996
- WEIGELT, H.: "Ernte und Verwertung von Flachs als kurze Wirrfaser", Statusseminar Flachs, Leipzig, Nov. 1993, S. 21-24
- WIEDEMANN, A., Tscharke, A.: Forschungsförderung Nachwachsende Rohstoffe, Bereich Flachs, Schriftenreihe Forschungsbericht Bd. 6/ 1991