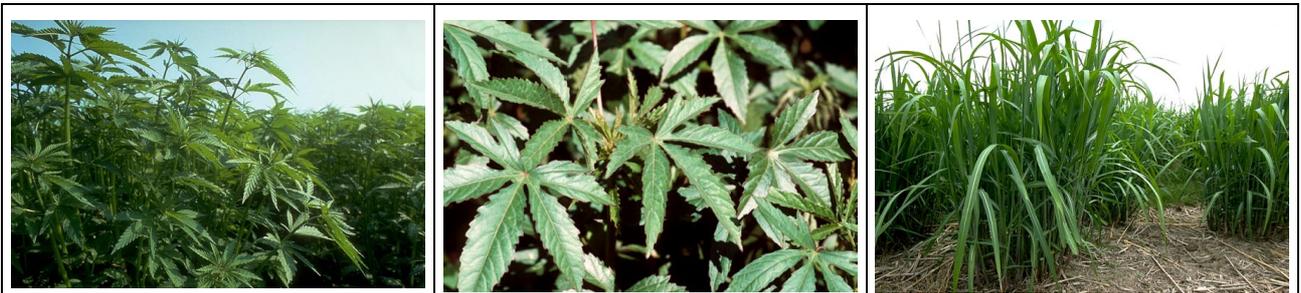


ifuL

Prüfung des Anbaus und der Möglichkeiten einer Markteinführung von neuen Faserpflanzen (Hanf, Kenaf, Miscanthus)



Dr. E. Meister, V. Mediavilla (Leitung)
*Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau FAL,
Zürich-Reckenholz, CH-8046 Zürich*

Dr. R. Vetter, M. Konermann (Partner)
*Institut für Umweltgerechte Landwirtschaft IfUL,
Auf der Breite 7, D-79379 Müllheim*

Abschlussbericht

Projekt A 3.1 (1996 - 1999)

Herausgeber :

Grenzüberschreitenden Instituts zur rentablen umweltgerechten
Landbewirtschaftung ITADA, 2 Allée de Herrlisheim, F-68000 Colmar



Juni 1999

0	Zusammenfassung	3
1	Ausgangssituation und Problemstellung	5
2	Zielsetzungen	8
3	Eingesetzte Methoden	9
3.1	Prüfung des Anbaus	9
3.2	Prüfung der Möglichkeit einer Markteinführung	10
3.2.1	Deckungsbeitrag und Arbeitsbedarf	10
3.2.2	Marktanalyse	11
4	Ergebnisse	13
4.1	Prüfung des Anbaus	14
4.1.1	Hanf	14
4.1.1.1	Einleitung, Botanik, Ansprüche	14
4.1.1.2	Sorten	15
4.1.1.3	Saat	19
4.1.1.4	Düngung	22
4.1.1.5	Späte Erntezeit	25
4.1.1.6	Praxiserfahrungen	25
4.1.2	Kenaf	29
4.1.2.1	Einleitung, Botanik, Ansprüche	29
4.1.2.2	Sorten	30
4.1.2.3	Saatmenge	31
4.1.2.4	Düngung	32
4.1.2.5	Erfahrungen	33
4.1.2.6	Vergleich der Faserqualität zwischen Kenaf und Hanf	34
4.1.3	Miscanthus	35
4.1.3.1	Einleitung, Botanik, Ansprüche	35
4.1.3.2	Düngung	36
4.1.3.3	Sorten	38
4.1.3.4	Pflanzdichte	38
4.1.3.5	Praxiserfahrungen	39
4.2	Prüfung der Möglichkeit einer Markteinführung	40
4.2.1	Wirtschaftlichkeit	40
4.2.1.1	Rahmenbedingungen	40
4.2.1.2	Deckungsbeiträge	40
4.2.1.3	Arbeitsaufwand	42
Fazit		42
4.2.2	Abschätzung des Marktpotentials	43
4.2.2.1	Schweiz	43
4.2.2.2	Baden-Württemberg	47
4.2.2.3	Vergleich Nordwestschweiz, Baden-Württemberg und Elsass	49
5	Umsetzung in die Praxis	50
5.1	Anbau	50
5.1.1	Hanf	50
Anpassung an Klima und Boden		50
5.1.1.2	Sortenwahl	50
5.1.1.3	Saat und Pflege	51
5.1.1.4	Düngung	51
5.1.1.5	Ernte	52
5.1.2	Kenaf	52

Anpassung an Klima und Boden _____	52
Unkrautbekämpfung und Krankheiten _____	52
5.1.2.3 Sortenwahl _____	52
5.1.2.4 Saat und Düngung _____	52
5.1.2.5 Ernte und Faserqualität _____	53
5.1.3 Miscanthus _____	53
5.1.3.1 Anpassung an Klima und Boden _____	53
5.1.3.2 Pflege _____	53
5.1.3.3 Düngung und Grundwasserschutz _____	53
5.1.3.4 Ernte _____	53
5.2 Markteinführung _____	53
5.2.1 Wirtschaftlichkeit _____	53
5.2.2 Marktpotential _____	54
6 <i>Ausblick und Schlussfolgerungen</i> _____	54
6.1 Grenzüberschreitende Zusammenarbeit _____	54
6.2 Umweltschutz _____	54
6.3 Anbauforschung und -Entwicklung _____	54
6.4 Informationsbasis verstärken _____	55
6.5 Koordination _____	55
6.6 Entwicklung von Produkten und Zertifizierung _____	55
6.7 Notwendigkeit einer Faseraufschlussanlage auch in der Nordwestschweiz _____	55
6.8 Ausdauer ist die Hauptsache _____	55
7 <i>Dank</i> _____	56
8 <i>Zitierte Literatur</i> _____	56
9 <i>Eigene Veröffentlichungen im Projekt</i> _____	60
10 <i>Öffentlichkeitsarbeit</i> _____	62
11 <i>Anhang</i> _____	62
11.1 Feldversuche in der Nordwestschweiz _____	62
11.2 Feldversuche in Baden-Württemberg _____	69
11.3 Deckungsbeitrag und Arbeitsbedarf _____	83
11.4 Marktanalyse _____	84
11.5 Umfrage Hanfanbau Baden-Württemberg _____	88

0 Zusammenfassung

Während der langen Anbaupause gingen landwirtschaftliches und industrielles Know-how betreffend Faserpflanzen in Europa völlig verloren. Vor gut zehn Jahren entfachte aber das Interesse neu. Landwirtschaft und Industrie des Oberrheins leisteten in der Folge in den 90er Jahren nennenswerte Pionierarbeit mit Faserpflanzen im europäischen Vergleich. Neben agronomischen Faktoren bestimmen zahlreiche andere Elemente über den Erfolg der Einführung neuer Faserpflanzen. Zur Zeit werden im Oberrhein über 750 Hektaren Faserpflanzen angebaut. Ein richtiger Marktdurchbruch ist aber bis jetzt nicht gelungen.

Das vorliegende Projekt hatte zwei Ziele: das fehlende Wissen über den Anbau nachzuholen, die Möglichkeit und die Chancen einer Markteinführung zu untersuchen. Das Projekt wurde vorwiegend im Baden-Württemberg und in der Nordwestschweiz bearbeitet. Die wichtigsten Anbaufragen der Praxis wurden mittels Feldversuchen und unter Berücksichtigung der Literatur untersucht. Meinungen und Erfahrungen der Landwirte wurden mit Umfragen ermittelt. Die Prüfung der Möglichkeit einer Markteinführung wurde mit betriebswirtschaftlichen Berechnungen und einer Marktanalyse erfasst. Mit einer Marktanalyse wurden die Marktchancen einheimischer Pflanzenfasern ermittelt. Dabei wurden quantitative und qualitative Marktcharakteristika in der Schweiz untersucht. Die Analyse wurde anhand von ähnlichen europäischen Studien konzipiert. Technische Realisierbarkeit, ökonomische Konkurrenzfähigkeit, Wertschöpfung und Marktpotential dienten als Indikatoren.

Hanf war in der Projektregion früher stark verbreitet. Mit unseren Arbeiten konnte gezeigt werden, dass Hanfsorten sich betreffend ihrem Gehalt an psychoaktiven Substanzen (THC), Anteil männlicher Pflanzen und Reifezeit unterscheiden. Der THC-Gehalt der von der Schweiz und Europäischen Union zugelassenen Sorten lag immer deutlich unter dem Grenzwert. Bei tiefer Saatmenge entwickelten Hanfpflanzen mehr Seitentriebe und wurden dicker. Bei hoher Saatmenge fand eine natürliche „Selbstaussdünnung“ des Bestandes statt. Das Unkraut wurde dabei unterdrückt. Die Wahl der Saatmenge übte einen merklichen Einfluss auf den Hanfbestand aus. Bei einer Saat nach Frühkartoffeln waren die Körnererträge erstaunlich hoch. Die hohen Ansprüche des Hanfes an Boden und Klima wurden bestätigt. Stengel- und Faserertrag hingen stark von der N-Düngung ab. Nur sehr kleine Mengen von mineralischem Stickstoff waren nach der Ernte im Boden noch vorhanden. In Zusammenarbeit mit der Firma ‚BAFA‘ und mit dem Ziel die Faserqualität zu sichern wurde 1997 eine Umfrage durchgeführt. Demnach bauten 1997 im Baden-Württemberg 115 Landwirte Hanf. Die gute Unkraut-Unterdrückungsleistung wurde von fast allen Landwirten betont. Gaben von über 100 kg N/ha führten zu erheblichen Schwierigkeiten bei der Ernte. Das Hauptproblem des Anbaus wird von den Landwirten in der Erntetechnik gesehen. Das Problem der uneinheitlichen Faserqualität im Praxisanbau wurde erkannt.

Der Hanfanbau ist am Oberrhein ausserordentlich gut angepasst. Unkrautbekämpfung und Pflanzenschutz sind völlig überflüssig. Genügend Saatgut spart die Unkrautbekämpfung. Wir empfehlen deshalb für Körnerhanf nicht weniger als 30 und für Faserhanf zwischen 30 und 60 kg pro Hektar zu säen. Eine hohe N-Düngung (über 100 kg N/ha) führt zu erheblichen Schwierigkeiten bei der Ernte und ist nicht rentabel. Der Hauptteil der N-Gabe ist bei einer Pflanzenhöhe von 20 bis 30 cm zu verabreichen.

Kenaf stammt aus Afrika und ist in Asien und den USA verbreitet. Er wurde erstmals 1993 nördlich der Alpen angebaut. Sein minimaler Wärmebedarf ist mit 16 °C sehr hoch. Die in der Praxis häufig angebaute Sorte Tainung 2 schnitt gut ab und ist für den Oberrhein vorzuziehen. Wegen des Krankheitsbefalls waren die Fasern nicht homogen. In günstigen Jahren und in klimatisch geeigneten Lagen nahm der Ertrag bei steigender Bestandesdichte zu. Höhe N-Gaben konnten von der Kultur sogar an besten Lagen nicht aufgenommen werden und stellten eine Gefahr für das Grundwasser dar. Der Wahl der Anbaulage, der Saat und der Pflege muss besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Der Befall mit Grauschimmel war im Herbst in der Regel sehr stark. Eine Bekämpfung ist nicht möglich. Kenaffasern wiesen gegenüber Hanffasern eine deutlich geringere Festigkeit auf.

Wegen seinem enormen Wärmebedarf ist Kenaf an die Oberrheinebene noch nicht gut angepasst. Ohne drastische Unkrautbekämpfung ist der Kenafanbau unmöglich. Die Aussicht, dass in den nächsten Jahren neue, besser angepasste Kenafsorten zur Verfügung stehen, ist fraglich. Die N-Düngung ist im Kenafanbau kaum wirksam. Ein Grenzwert sollte erlassen werden.

Miscanthus ist eine hochwachsende, perennierende Grasart, die seit 1935 in Europa als Zierpflanze angebaut wird. In Versuchen konnte man bis jetzt nie eine positive Wirkung der Düngung nachweisen. Über die ganze Anbauzeit (bis 20 Jahren) stellt Miscanthus einen wertvollen Schutz gegen Nitratauswaschung dar. In Versuchen wurden Erträge bis über 20 t TS/ha gemessen. In der Praxis liegen sie bei 10 bis 15 t. Nicht alle Genotypen sind gleich gut geeignet. Die empfohlene Standdichte beträgt eine Pflanze pro Quadratmeter. Landwirte bauen in der Regel Miscanthus mit den Zielen die Stilllegung zu nutzen, kein Nitrat zu produzieren und den Anbauaufwand zu minimieren. Das erste Jahr ist für den Anbauerfolg entscheidend. Die Vermarktung bleibt offen. Die wiederholte Feldlagerung gibt Anlass zur Sorge. Die Gefahr der Auswinterung im ersten Jahr besteht v.a. in höheren Lagen.

Für den Anbau von Faserpflanzen werden je nach Land unterschiedliche Prämien ausbezahlt. Ohne Prämien ist die einfache Nutzung von Faserpflanzen nicht konkurrenzfähig. Mit Nebenprodukten sieht das besser aus. Solange der Markt so bleibt, schneiden in der Nordwestschweiz die Doppelnutzungen von Hanf mit ätherischem Öl oder Blüten gut ab. In Baden-Württemberg ist die Doppelnutzung Hanfsamen und –Stroh interessant. In Elsass erscheint der Miscanthusanbau, aber auch die Doppelnutzung Hanfsamen und –Stroh interessant. Miscanthus ist eindeutig die arbeitsextensivste Kultur. Die Wirtschaftlichkeit von Miscanthus in der Schweiz und im Elsass hält mit Vergleichskulturen mit. Die Rentabilität des Kenafanbaus ist nirgends gegeben. Bei einer Doppelnutzung ist der Anbau von Hanf in allen Ländern interessant.

Bei der Marktanalyse in der Schweiz wurde festgestellt, dass Miscanthus tendenziell für Produkte geringerer Wertschöpfung wie Dämmstoffe, Lehm, Torfersatzprodukte und Low-Tech-Kunststoffe bevorzugt wird. Für Kenaf bestand kein Marktpotential. Die Einschätzung des Potentials für Flachs (eine im Projekt nicht vorgesehene Faserpflanze) war überraschend hoch. Zur Zeit werden allgemein vor allem Produkte geringer Wertschöpfung produziert. Das Fehlen der nötigen Infrastruktur für den Faseraufschluss stellt in der Nordwestschweiz das wichtigste Hemmnis dar. Die geringe ökonomische Konkurrenzfähigkeit und die hohen Rohstoffkosten hindern ebenfalls eine breite Einführung. Realistische Chancen dürften neben den bekannten Einsatzmöglichkeiten noch Faserbeton, faserverstärkte High-Tech-Kunststoffe und Geotextilien haben. Die Entwicklung und Markteinführung kann stark unterstützt werden durch die Veränderung bestimmter Rahmenbedingungen.

Gemäss neuen Studien besteht in Deutschland für Flachs kein grösseres Potential. Nichtsdestotrotz gibt es in Deutschland sechs Faseraufschlussanlagen für Hanf und Flachs. Für Hanf ist das Marktpotential aber grösser. Nur in Baden-Württemberg werden jährlich 400 ha Hanf verarbeitet. Dämmstoffe und Verbundwerkstoffe für die Automobilindustrie werden zur Zeit daraus produziert. Für Hanf-Nebenprodukte wie Schäben und Samen besteht ein lukrativer Absatz.

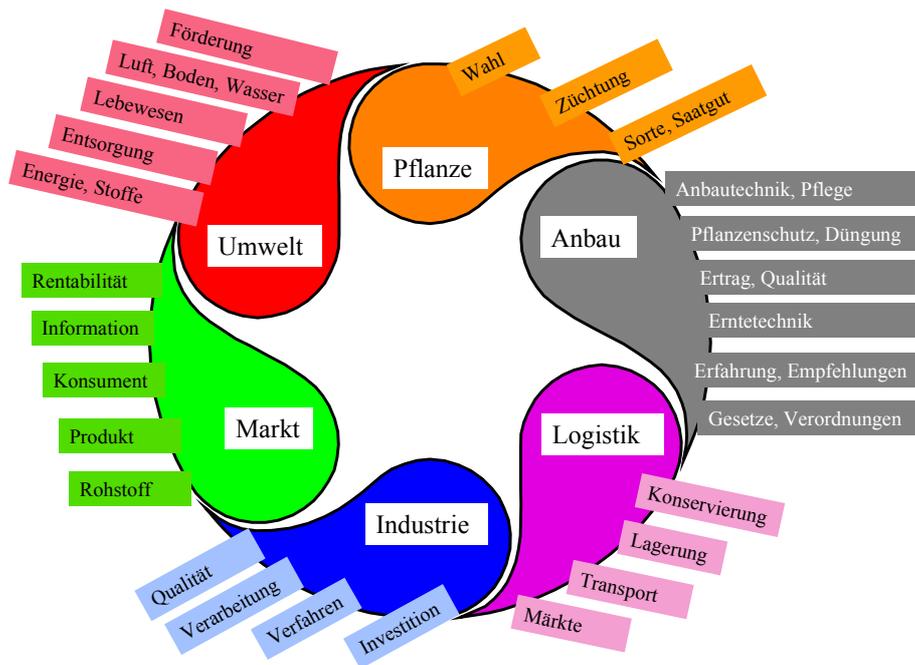
In der Nordwestschweiz und in Baden-Württemberg wird das Marktpotential für Faserprodukte vermutlich weiterhin zunehmen. Das Marktpotential für Miscanthus hingegen ist in Baden-Württemberg noch bescheiden. Für Kenaf soll es zur Zeit kein Potential geben. Das ökologische Bewusstsein und die Initiativen in der Schweiz und in Deutschland haben einen Markt in diesen Regionen begünstigt und geformt.

Aus dem Projekt ergeben sich folgende Schlussfolgerungen. Die Zusammenarbeit mit dem Elsass soll verbessert werden. Miscanthus und Hanf können umweltschonend angebaut werden. Doppelnutzung von Hanf und Qualitätssicherung der Fasern sind noch zu erforschen. Informationen zu den technischen Eigenschaften sowie Öffentlichkeitsarbeit sind nötig. Die Koordination von Anbau, Verarbeitung und Handel ist besser zu gestalten. Die integrierte Entwicklung von neuen Produkten und die Zertifizierung werden zunehmend eine wichtige Rolle spielen. Eine Faseraufschlussanlage für die Nordwestschweiz ist nötig.

1 Ausgangssituation und Problemstellung

Bis ins neunzehnte Jahrhundert waren der Anbau und die Nutzung von Faserpflanzen in ganz Europa eine Selbstverständlichkeit, die zu sehr vielen Landwirtschaftsbetrieben gehörte. Mit Flachs und Hanf wurden Kleider, Tücher und Schnüre gemacht. Nach dem Zweiten Weltkrieg, durch das Aufkommen von Kunst- und billigen Importfasern, wurden die einheimischen Naturfasern fast vollständig verdrängt. Erst vor gut zehn Jahren ist in Europa das Interesse aus verschiedenen Gründen neu erwacht.

Vor gut zehn Jahren ist in Europa das Interesse für Faserpflanzen neu entfacht.



Neben agronomische Faktoren bestimmen zahlreiche andere Elemente über den Erfolg der Einführung neuer Faserpflanzen.

Abbildung 1. Faktoren, die die Einführung neuer Faserpflanzen bestimmen.

Als Landwirtschaft und Industrie Faserpflanzen wieder einführen wollten, wurde klar, dass sehr viele Faktoren für diese Wiedereinführung entscheidend sind (Abbildung 1). Es ging zum Beispiel darum, die richtige Pflanze und Sorte mit der erwünschten Faserqualität zu, die geeignete Anbautechnik, die passende Logistik wählen. Industrielles Know-how und Investitionen waren nötig, ein Markt musste vorhanden sein, und der Lebenszyklus solcher Produkte musste ökologisch vorteilhafter sein als der von petrochemischen Produkten.

Faserpflanzen bieten eine Alternative zum Anbau von Kulturen, für die die Märkte zur Zeit gesättigt sind.

Allen Hindernissen zum Trotz sprechen für den Anbau und die Nutzung von Faserpflanzen entscheidende Argumente:

- ◆ **Freiwerdende Landwirtschaftsflächen.** Aufgrund der Zunahme der Flächenleistung verschiedener Ackerkulturen ist die Produktion von Getreide, Öl- und Eiweisspflanzen sehr gestiegen. Die zunehmende Internationalisierung und die Globalisierung der Märkte führen verstärkt zu markanten Absatzproblemen bei den gängigen Ackerkulturen. Diese Entwicklung zwingt landwirtschaftliche Betriebe dazu, Ackerflächen still zu legen, die dann zu verunkrauteten drohen. Der Anbau von Faserpflanzen bietet eine sinnvolle Möglichkeit diese Flächen zu nutzen.

- ◆ *Neue Wertschöpfungs-Möglichkeiten im non-food-Bereich.* Der Markt für die traditionellen Ackerkulturen wie z.B. Getreide, Mais oder Soja ist immer mehr geschlossen. Der non-food-Markt ist zwar sehr international, aber noch nicht so stark umkämpft. Es gilt, diese Märkte rechtzeitig zu besetzen. Dies würde Landwirten erlauben neue Einkommensquellen zu finden, die die aktuellen finanziellen Kürzungen bei den Ackerkulturen zu dämpfen vermögen.
- ◆ *Diversifizierung der pflanzlichen Produktion.* Durch den Anbau von neuen Kulturen, wie Hanf, können Landwirte die Fruchtfolge erweitern. Dadurch kann der Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln reduziert werden.
- ◆ *Schutz des Grundwassers.* Wasser ist unser wichtigstes Lebensmittel. Mit der Reduktion des Anteils an grundwassergefährdenden Kulturen und der N-Düngung, wie z.B. bei bestimmten Faserpflanzen kann das Grundwasser geschützt werden. Das mehrjährige Miscanthus bietet optimale Voraussetzungen, um die Auswaschung zu stoppen.
- ◆ *Verknappung fossiler Ressourcen und CO₂-Anstieg in der Atmosphäre.* Erneuerbare Energiequellen schonen die schon knappen Reserven an fossilen Rohstoffen (Erdöl, Erdgas). Bei der Verbrennung oder Entsorgung von pflanzlicher Biomasse entsteht nur soviel CO₂ wie die Pflanzen in ihrem Lebenszyklus aufgenommen haben. Nachwachsende Rohstoffe sind damit so gut wie CO₂-neutral.
- ◆ *Entsorgungsproblem.* Biologisch abbaubare Produkte können kompostiert oder problemlos entsorgt werden. Dadurch entstehen weniger giftige Abfälle und Kosten.
- ◆ *Bedürfnisse von Konsumenten/innen.* Käufer/innen richten sich zunehmend nach Umweltschutzkriterien. Konsumenten/innen möchten umweltfreundliche Produkte, die leicht zu entsorgen sind (Kompostierung, Wiederverwertung). Kunden/innen sind bereit einen angemessenen Aufpreis für ökologische Produkte zu zahlen. Dennoch bleibt der Konsumentenpreis entscheidend.
- ◆ *Alternativen für die Industrie.* Die Industrie sucht Alternativen zu fossilen Rohstoffen und Energien. Im Wirtschaftswettbewerb können Produkte, die bei der Herstellung und Entsorgung umweltfreundlicher sind, eindeutige Vorteile haben.

Ökologische Gründe wie der Schutz des Grundwassers, die Verknappung fossiler Ressourcen und das Entsorgungsproblem sprechen für Anbau und Nutzung von Faserpflanzen.

Konsumenten/innen und Industrie zeigen zunehmend Interesse für biologisch abbaubare Rohstoffen.

Die Landwirtschaft des Oberrheins, in Baden-Württemberg, im Elsass und in der Nordwestschweiz, weist neben geographische und kulturellen Gemeinsamkeiten auch ähnliche Probleme auf. Marktsättigung, sinkende landwirtschaftliche Produktpreise, Sorge um die natürlichen Ressourcen insbesondere des Grundwassers sowie Mobilität von Personen und Waren beschäftigen grenzüberschreitend die Region. Der Oberrhein weist eine alte Tradition beim Anbau von Hanf und Flachs auf. Diese Rohstoffpflanzen wurden aber Jahrzehnte lang nicht mehr angebaut, so dass Anbau und Verarbeitung völlig verschwunden waren. Mitte der 90er Jahren gehörten gerade die Landwirte und die Industrie des Oberrheins zu den ersten in Europa, die diese Kulturen wieder einführten (Tabelle 1). Gemessen an der Ackerfläche erlangten die Faserpflanzen aber bis jetzt keine sehr grosse Bedeutung. Speziell im Elsass ist das Interesse der Landwirte kaum vorhanden.

Landwirtschaft und Industrie des Oberrheins leisteten in den 90er Jahren nennenswerte Pionierarbeit mit Faserpflanzen im europäischen Vergleich.

Im industriellen Bereich wurden zahlreiche kleinere und grössere Projekte angefangen. In der Nordwestschweiz wurde die Nutzung von Miscanthus stark vorwärts getrieben. Dafür wurde speziell eine Anlage zur Herstellung von Torfersatzprodukte eingerichtet. In Baden-Württemberg wurde die erste bundesdeutsche Hanffasergewinnungsanlage gebaut. Ein grenzüberschreitendes

Vorhaben zur Nutzung von Kenaf hatte keinen Bestand. Im Elsass zeigte die Industrie wie die Landwirtschaft kaum Interesse.

Tabelle 1. Anbaufläche von Faserpflanzen in der Projektregion (Hektar)

Jahr	Baden-Württemberg			Nordwestschweiz (BL, BS, AG, SO)			Elsass		
	Hanf	Kenaf	Miscanthus	Hanf	Kenaf	Miscanthus	Hanf	Kenaf	Miscanthus
92	-	-	-	-	-	9*	-	-	-
93	-	-	-	-	10*	25*	-	-	-
94	-	-	-	5*	10*	30*	-	-	-
95	-	120	90	5	10	38	-	-	10
96	191	12	100	-	6	50	-	-	10
97	429	1	100	1	1	50	-	-	10
98	437	1	100	166*	1	50	-	-	10

* Schätzung (keine genauen Daten verfügbar)

Trotz ihrer jahrtausendalten Geschichte traten Pflanzenfasern in den letzten Jahrzehnten hinter den vordringenden Chemiefasern stark zurück. Einzig die kulturhistorisch junge Baumwolle hat wegen technischer Fortschritte bei Anbau und bei der Verarbeitung ihre Wettbewerbsfähigkeit erhalten. Hanf und Flachs waren die klassischen europäischen Faserpflanzen für die textile Nutzung. Heute werden Fasern aus Hanf und Flachs, aber auch aus den neu eingeführten Pflanzenarten Kenaf und Chinaschilf sowie aus Holz gewonnen. Ihre Eigenschaften werden unter anderem durch Länge, Durchmesser, Zugfestigkeit, Elastizität, Bruchdehnung und Saugfähigkeit bestimmt (Tabelle 2, Tabelle 3).

Tabelle 2. Vergleich der Länge, Durchmesser und Dichte verschiedener Pflanzenfasern und Glasfasern

	Länge [mm]		Durchmesser [µm]		Dichte [g/cm ³]
	Faser	Bündel	Faser	Bündel	
Chinaschilf	1,4 – 1,5		15		
Flachs	22 – 33 (20 – 40)	200 – 1500	19 – 25	40 – 620	1,4 – 1,5
Hanf	15 – 20 (5– 55)	1000 – 3000	22 – 25		1,4 – 1,5
Kenaf	1 – 2,6		14 – 33		
Baumwolle	20 – 30	–	15 – 19	–	1,5
Brennnessel	5 – 55	19 – 80	20 – 80		1,5
Jute	0,9 – 6	150 – 360	18 – 20	30 – 140	1,4
Ramie	40 – 250	> 1500	40 – 50	60 – 9040	1,4
Sisal	0,8 – 8	600 – 1000	21 – 23	100 – 460	1,2 – 1,5
E-Glasfaser	beliebig		8 – 20		2,5

Quelle: Sell und Mediavilla (1999)

Bastfasern (Hanf, Flachs, Kenaf) müssen zuerst vom Stengel freigelegt werden. Dies geschieht in der Regel mit einem Faseraufschluss. Dabei werden Schäben (Holzkern), Pektine, Hemizellulose und Lignin herausgelöst. Dies geschieht traditionell (Röste), mechanisch, biologisch (Mikroorganismen), physikalisch (Dampf, Ultraschall) oder chemisch (Kochlauge). Aus Fasern lassen sich Papier, Zellstoff, Verbundwerkstoffe, Isolationsmaterial, Textilien oder andere Produkte herstellen. Die Schäben können ebenfalls sinnvoll als Bau-, Isolationsmaterial, Torfersatz und Einstreu (Pferde, Kleintiere) verwendet werden.

Die Anbaupause zwischen den 60er und 90er Jahren führte dazu, dass auch die industriellen Verarbeitungsanlagen für Bastfaserpflanzen (Hanf und Flachs) verschwanden. Die Industrie passte sich bezüglich der Technologieentwicklung in vielen Branchen den neuen Rohstoffen, zum Beispiel importierter Baumwolle und synthetischen Fasern, an. Damit entstand eine Wissens- bzw. Entwicklungslücke, welche die (Wieder-) Einführung der Bastfasern erschwert. Ähnliches gilt für die Landwirtschaft: Die Anbautechniken für Kulturen wie zum Beispiel Getreide, entwickelten sich stark. Die Pflege- und Erntetechnologien veränderten sich enorm. Dieser Schritt musste und muss noch für Hanf und Flachs nachgeholt werden, denn die traditionellen Technologien sind nicht mehr konkurrenzfähig.

Über 750 Hektaren Faserpflanzen werden zur Zeit im Oberrhein angebaut.

Pflanzenfasern unterscheiden sich bezüglich mechanischen und chemischen Eigenschaften.

Gegenüber Glasfasern ist die wesentlich niedrigere Dichte ein entscheidender Vorteil von Pflanzenfasern.

Für ihre Nutzung müssen Pflanzenfasern mit verschiedenen Verfahren freigelegt werden.

Landwirtschaftliches und industrielles Know-how gingen während der langen Anbaupause völlig verloren.

Tabelle 3. Vergleich der Reissfestigkeit, Elastizität und Dehnung verschiedener Pflanzenfasern und Glasfasern

	Reissfestigkeit [cN/tex]*	Elastizität-Modul (Zug) [cN/tex]	Bruchdehnung [%]
Flachs	50 – 100 (35 – 100)	800 – 1000 (2000 – 2500) 38 kn/mm ² (DA)	1,5 – 3 (1,4 – 4) 1,2 (DA)
Hanf	41 (DA)	30 kN/mm ² (DA)	2,0 – 2,1
Kenaf	62	53 kN/mm ²	1,6
Baumwolle	25 – 50	300 – 600	6 – 10
Brennnessel	49	65 kN/mm ²	1,2
E-Glasfaser	40 – 140 (35 – 140)	2800 – 3400 (2500 – 3400)	1,5 – 3 (1,3 – 5)

Quelle: Sell und Mediavilla (1999), DA: Dampfaufgeschlossen

Ausgehend von dieser Situation wurden in Europa eine Anzahl verschiedener Projekte in der landwirtschaftlichen Forschung durchgeführt, die Anbau, Technik, Ernte und Pflege von einheimischen Faserpflanzen optimieren helfen sollen. Im Rahmen von ITADA wurden 1994 und 1995 zwei Vorhaben zu ähnlichen Problematiken durchgeführt: „Flachs-anbau und Entwicklung von Werkstoffen mit Flachsfasern für den Einsatz in Kraftfahrzeugen“ und „Alternative Kulturen, Nachwachsende Rohstoffe: Anbau von Energiepflanzen zur Ganzpflanzengewinnung mit verschiedenen Beertungsmethoden; Schwachholzverwertung“. Ausserdem wurden zunehmend Informationen über nachwachsende Rohstoffen durch das 1996 gestartete ITADA-Projekt „Einrichtung einer regionalen Informationsstelle für nachwachsende Rohstoffe“ (B2) öffentlich bekannt gemacht. Die Zusammenarbeit zwischen unserem Projekt und dem Projekt B2 war sehr intensiv und führte zu Publikationen und zu gemeinsamen Tätigkeiten (z.B. Vorträgen und „Wanderausstellung“).

2 Zielsetzungen

1996 wurde im Rahmen der grenzübergreifenden Zusammenarbeit ein dreijähriges Projekt gestartet. Dieses hatte zwei Ziele:

- ◆ *Prüfung des Anbaus.* Das fehlende Know-how über den Anbau sollte nachgeholt werden. Für die Faserpflanzen Hanf, Kenaf und Miscanthus sollte für den Oberrhein der Anbau anhand von Feldversuchen und Angaben aus der Literatur überprüft werden. Insbesondere lag der Schwerpunkt bei der Entwicklung von umweltfreundlichen und standortangepassten Anbauverfahren. Für den Hanf, der in der Projektregion seit den 50er Jahren nicht mehr angebaut wurde, galt es Erkenntnisse über den Einfluss der Düngung, der Saatmenge, der Sorte und des Saatzeitpunktes zu gewinnen. Beim Kenaf, einer Faserpflanze, die noch nie nördlich der Alpen angebaut wurde, wurden Fragen betreffend der Sortenwahl, der Düngung und der Saattiefe untersucht. Miscanthus wurde zwar 1935 als Zierpflanze von Südostasien nach Europa eingeführt, seine landwirtschaftliche Nutzung war aber in Europa unbekannt. Die Ertragsleistung von Miscanthus wurde in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren beobachtet. Da Flachs schon in einem früheren ITADA-Vorhaben untersucht wurde, fand er hier keine Berücksichtigung.
- ◆ *Prüfung der Möglichkeit einer Markteinführung.* Die Anbaumöglichkeiten von Faserpflanzen in unserer Region, sind zwar entscheidend, aber für die Markterschliessung nicht ausschlaggebend. Die Marktsituation ist entscheidend, ob Pflanzenfasern weiterverarbeitet und auf dem Markt eingeführt werden. Diese wird von marktspezifischen (Image, Nachfrage, Angebot), von rein ökonomischen (Preise, Kosten, Subventionen), von ökologischen, politischen (Förderung, Regelung), von produktspezifischen (technischen Kenndaten) und von technischen (Infrastruktur, Rohstoffversorgung) Faktoren bestimmt. Die Wirtschaftlichkeit des Anbaus bestimmt, ob Landwirte bereit sind, Faserpflanzen zu produzieren. Um die Möglichkeit einer Marktein-

Das fehlende Wissen über den Anbau sollte nachgeholt werden.

Die Möglichkeit und die Chancen einer Markteinführung sollten untersucht werden.

führung zu untersuchen sollten betriebswirtschaftliche Parameter sowie die Marktchancen untersucht werden.

Das erste Projektziel wurde aufgrund der Dringlichkeit des Informationsrückstandes der landwirtschaftlichen Praxis in der Projektregion mit höchster Priorität bearbeitet.

3 Eingesetzte Methoden

Entgegen den Erwartungen an die grenzüberschreitende Zusammenarbeit konnte das Projekt ausschliesslich im Baden-Württemberg und in der Nordwestschweiz bearbeitet werden. Im Elsass war das Interesse für den Anbau, die Forschung und die Entwicklung während der Projektlaufzeit zu klein, um einen aktiven Projektpartner zu gewinnen. Aus diesen Gründen wurden die Untersuchungen schwerpunktmässig in den deutschsprachigen Regionen durchgeführt.

Das Projekt wurde vorwiegend im Baden-Württemberg und in der Nordwestschweiz bearbeitet.

3.1 Prüfung des Anbaus

Um die Anbauverfahren zu prüfen, wurden Feldversuche durchgeführt (Tabelle 4). Die Ergebnisse daraus wurden anhand der vorhandenen Literatur verglichen und diskutiert. Die gewählten Versuchsfragen entsprechen den Bedürfnissen der landwirtschaftlichen Praxis. Die Feldversuche wurden anhand mehrfaktoriellen randomisierten Block- und Spaltanlagen, häufig an mehreren Standorten und in wiederholten Jahren angelegt. Die Grösse der 3 bis 4 mal wiederholten Kleinparzellen betrug 1,3 x 7 m (Nordwestschweiz) und 1,5 x 9 m (Baden-Württemberg). Die Ernten wurden sowohl maschinell, als auch manuell durchgeführt. Für Details siehe den Anhang.

Die wichtigsten Anbaufragen der Praxis wurden mittels Feldversuchen und unter Berücksichtigung der Literatur untersucht.

Für *Hanf* wurde die Sortenfrage mit gesetzlichen Anforderungen an Psychoaktivität, die Frage der Aussaatstärke, der Intensität von N-, P-, K-, und B-Düngung, die Möglichkeit Hanf als Zweitfrucht anzubauen, die Winterernte und spezielle neue Nutzungen (Körner, Samenöl, ätherisches Öl und Tee) untersucht. Für *Kenaf* wurde die wichtige Sortenfrage sowie die Fragen betreffend Saatkichte und N-Düngung (mineral und organisch) geklärt. Wie bei Hanf auch wurde speziell Wert auf den Einfluss der Anbaufaktoren auf die Faserqualität gelegt. Faserqualitätsuntersuchungen von Hanf und Kenaffasern sind am Institut für angewandte Forschung (IAF) in Reutlingen durchgeführt worden. Für *Miscanthus* wurden keine neue Versuche angelegt, sondern es wurden laufende Experimente weiter beobachtet und zum Teil unter neuen Gesichtspunkten betreut. Diese Experimente fokussierten auf die Fragen der Düngung, der Sorten und des Ertragspotentials.

Zusätzlich zu den Feldversuchen wurde mit einer Umfrage versucht die Anbauverfahren der Landwirte mit den Kulturen Hanf und Chinaschilf zu eruieren. Die jeweils auf die einzelne Kultur ausgearbeiteten Fragen sind allen Hanf- und Miscathusanbauern in Baden-Württemberg zugeschickt worden. Der Hanffragebogen wurde 1997 an 115 Landwirte verschickt. Die Ergebnisse des Fragebogens wurden anschliessend ausgewertet. Beim Fragebogen zum Miscanthusanbau konnten aufgrund der geringen Beteiligung der Landwirte nur 7 deutsche und ein französischer Fragebogen ausgewertet werden. (Fragebögen siehe Anhang).

Meinung und Erfahrung der Landwirte wurde mit Umfragen ermittelt.

Tabelle 4. Untersuchungsfragen zur Prüfung des Anbaus mit Zeitplan und Zuständigkeit

Jahr	1996	1997	1998	1999
Hanf				
- Sorten	FAL, IfUL	FAL, IfUL	FAL, IfUL	FAL, IfUL
- Psychoaktivität	FAL	FAL	FAL	
- Saatmenge	FAL, IfUL	FAL, IfUL	IfUL	
- N-Düngung	FAL, IfUL	FAL, IfUL	IfUL	
- P-, K-, B-Düngung		IfUL		
- Zweitfrucht		IfUL	IfUL	IfUL
- Winterernte			IfUL	
- Körner und Samenöl	FAL, IfUL	FAL, IfUL	FAL, IfUL	
- ätherisches Öl	FAL	FAL		
- Teeproduktion				FAL
- Umfrage bei Landwirten		IfUL		
Kenaf				
- Düngung	FAL, IfUL	FAL, IfUL		
- Sorten	FAL, IfUL	FAL, IfUL	IfUL	
- Pflanzdichte	FAL, IfUL			
Miscanthus				
- N-Düngung	FAL	FAL	FAL	FAL
- Pflanzdichte	FAL	FAL	FAL	FAL
- Sorten	FAL	FAL	FAL	FAL
- Ertragspotential	IfUL	IfUL	IfUL	IfUL
- Umfrage bei Landwirten		IfUL		

3.2 Prüfung der Möglichkeit einer Markteinführung

Die Marktsituation zur Einführung von Faserpflanzen zeichnet sich in den drei Ländern, recht unterschiedlich ab. In Deutschland und der Schweiz ist aufgrund eines allgemein höheren Umweltbewusstseins der Verbraucher die Nachfrage nach Produkten aus regenerativen Materialien relativ gross. Demgegenüber ist in Frankreich das zu erschliessende Marktsegment für Produkte aus Naturfasern von der Nachfrageseite her kaum vorhanden.

In der Schweiz wurde die Nachfrage nach Produkten, die potentiell die grössten Marktchancen aufweisen, mittels einer Marktanalyse abgeklärt. In Deutschland ist diese Marktanalyse für Hanf- und Miscanthusprodukte bereits durch vorhandene Studien abgedeckt (Nova *et al.* 1996, Steinbeis-Transferzentrum 1995). Hier wurde der Schwerpunkt der Arbeit zum einen auf Verbraucheraufklärung zu bereits auf dem Markt erhältlichen Produkten gelegt (z.B. Wanderausstellung, zusammen mit dem Projekt B2). Zum anderen wurden in Zusammenarbeit mit der Erzeugergemeinschaft Faserpflanzen e.V. (Zusammenschluss der Faserpflanzenanbauer in Baden-Württemberg) die verschiedenen Absatzmöglichkeiten beobachtet und untersucht.

Die Wirtschaftlichkeit des Anbaus wurde mittels Deckungsbeitrag und Arbeitsbedarf berechnet.

3.2.1 Deckungsbeitrag und Arbeitsbedarf

Ob Landwirte bereit sind, Faserpflanzen anzubauen ist eine entscheidende Frage. Neben anbautechnischen Faktoren, spielen dabei betriebswirtschaftliche Überlegungen eine massgebliche Rolle. Als Indikatoren dafür wurden der Deckungsbeitrag und der Arbeitsbedarf gewählt. Bei der Berechnung des Deckungsbeitrages wurde die Differenz zwischen Leistung (Ertrag des Haupt- und Nebenprodukts) und den variablen Kosten gebildet. Die Definition der variablen Kosten ist allerdings je nach Land unterschiedlich. Dies führt dazu, dass die Deckungsbeiträge nur landinterne Aussagen zwischen den Kulturen erlauben.

Zur Durchführung der Berechnungen wurden für Baden-Württemberg, Elsass und Nordwestschweiz die gleichen Annahmen getroffen (Anhang). Sie betreffen Bodenbearbeitung, Saat, Düngung, Pflanzenschutz, Ernte, Transport und Ertrag. Diese wurden in die jeweiligen lokalen Kosten umgerechnet. Das ange-

Die Prüfung der Möglichkeit einer Markteinführung wurde mit betriebswirtschaftlichen Berechnungen und einer Marktanalyse erfasst.

Ob Landwirte bereit sind, Faserpflanzen anzubauen hängt wesentlich von betriebswirtschaftlichen Überlegungen.

nommene Ertragsniveau liegt für die Projektregion realistisch bis etwas optimistisch. Die berücksichtigten Prämien gelten für das Jahr 1999.

Für Chinaschilf wurde eine Anbauperiode von sechzehn Jahren angenommen (Anhang). Im ersten Jahr erfolgt die Pflanzung, im zweiten kann ein Teilertrag, vom dritten bis zum fünfzehnten Jahr einen vollen Ertrag geerntet werden. Im sechzehnten Jahr erfolgt die Rodung. Prämien werden vom ersten bis zum fünfzehnten Jahr ausbezahlt.

Als Berechnungsgrundlage wurden vorhandene Studien über nachwachsende Rohstoffe sowie aktuelle betriebswirtschaftliche Grunddaten verwendet. Schweiz: FAT und Carbotech (1997), LBL (1998a, 1998b), Baden-Württemberg: Wöhlken (1997). Elsass: Aktuelle Preiskataloge, z.T. Umrechnung aus Baden-Württemberg.

Tabelle 5. Angenommene Abnahmepreise

	Einheit	CH [CHF]	D [DM]	F [FF]
Kenaf-Pellets	dt TS	20 ¹	29 ¹	97
Hanf-Stroh	dt TS	15 ²	13,5 ³	45
Chinaschilf-Stroh	dt TS	15 ⁴	10 ⁵	33
Hanf-Samen	dt (12% H ₂ O)	300 ⁶	150 ⁷	500
THC-arme Hanf-Blüten	kg TS	30 ^{8,9}	-	-
Ätherisches Hanföl	kg	2'500 ⁸	-	-

Quellen: ¹ Terbatec 1994 und 1995, ² FAT und Carbotech 1997, ³ BAFA 1998, ⁴ Birosto 1998, ⁵ IfUL 1998, ⁶ Hanfhaus Zürich 1998, ⁷ IfUL 1998, ⁸ Bächlers Hanfprodukte 1998, ⁹ Kaufmann J. 1998

Die den Berechnungen zugrunde gelegten Abnahmepreise sind in Tabelle 5 dargestellt. Da die Märkte wenig etabliert sind, waren diese Annahmen schwierig zu treffen. Es wurden deshalb die Preise berücksichtigt, die von (möglichen) Abnehmern genannt wurden. Für Kenaf gibt es zur Zeit keinen Markt mehr, so dass der angenommene Preis aus den Jahren 1994 und 1995 stammt. Für Hanfstroh und Chinaschilfstroh sind die Märkte relativ stabil. Die Nachfrage nach Chinaschilfstroh ist zur Zeit eher rückläufig. Beim Hanf wird neben den Fasern zum Teil auch der Samen vermarktet. Hanfspezialitäten wie ätherisches Öl und THC-arme Blüten werden meistens aus biologischem Anbau hergestellt. Dieser Markt ist aber auf die Schweiz beschränkt.

3.2.2 Marktanalyse

Welche einheimischen Pflanzenfasern setzen sich gegen die Konkurrenz der konventionellen Fasern in bestimmten Anwendungen durch? Welche Kriterien sind ausschlaggebend für die Konkurrenzfähigkeit und welche Märkte sind für die Fasern überhaupt erschliessbar? In welchen Branchen stecken die grössten Marktpotentiale, und in welchen Produktlinien ist die Substitution konventioneller durch nachwachsende Fasern aus Sicht der Industrie sinnvoll? In einer Marktanalyse wurde versucht, auf diese und weitere Fragen Antworten zu geben.

Am *Beispiel der Schweiz* werden die Märkte von ausgewählten Produktlinien beschrieben, in denen Fasern von Flachs, Hanf, Kenaf und Miscanthus eingesetzt werden können. Die finanziellen Mittel erlaubten nicht, zusätzliche Marktanalysen in den anderen Ländern durchzuführen. Die Schweiz stellt aber aufgrund der vorhandenen industriellen Nutzung von Faserpflanzen in gewissem Sinn einen Durchschnitt zwischen der Situation in Baden-Württemberg und im Elsass dar.

Deckungsbeitrag und der Arbeitsbedarf erlauben nur landinterne Aussagen.

Die Märkte für Faserpflanzen sind wenig etabliert. Die Preise sind stark in Bewegung und zum Teil nur theoretisch.

Mit einer Marktanalyse wurden die Marktchancen einheimischer Pflanzenfasern ermittelt.

Die Marktanalyse untersuchte quantitative und qualitative Marktcharakteristika in der Schweiz.

* TS =Trockensubstanz oder Trockenmasse

Die Beschreibung konzentrierte sich auf quantitative und qualitative Charakteristika der Märkte. In der quantitativen Marktbeschreibung wurden aus verschiedenen Quellen beschreibende Marktparameter wie Export-/Import-Mengen, Marktvolumina und Produktionsmengen zusammengefasst und tabellarisch dargestellt (Abbildung 2). Es wurden für diese Art der Angaben keine eigenen Erhebungen durchgeführt, sondern es wurde auf vorhandenes Datenmaterial zurückgegriffen. Weitere Angaben befinden sich in Sell und Mediavilla (1999).

Der eigentliche Schwerpunkt der Marktanalyse betrifft die Beschreibung der qualitativen Marktparameter, die zum Beispiel Angaben über die Substituierbarkeit von Rohstoffen oder Technologien, die technische Realisierbarkeit von Produkten aus Pflanzenfasern, oder preisliche Wettbewerbsintensität innerhalb der Produktpaletten enthält. Diese Angaben entstammen den Auswertungen von telefonisch durchgeführten Experteninterviews (Abbildung 2). In Tabelle 6 sind die relevanten Branchen und die Anzahl der pro Branche durchgeführten Interviews aufgeführt, aufgeteilt nach den untersuchten Branchensegmenten.

Rund 150 telefonische Interviews mit Experten verschiedener Branchen wurden durchgeführt und ausgewertet.

Aus dieser Sammlung von Daten und Aussagen wurde das Marktpotential für Produktlinien der Branchen Zellstoff und Papier, Textilien, Bau, Gartenbau und -artikel inklusive Geotextilien sowie Kunststoffe geschätzt und diskutiert.

Tabelle 6. Anzahl durchgeführter Interviews in verschiedenen Branchensegmenten

Branche	Produktlinie/ Branchensegment	Anzahl interviewter Firmen
Zellstoff- und Papier	Zellstoffproduktion	1
	Produktion diverser Papiere	11
	Papierhandel	12
Textilien	Spinnereien/ Zwirnereien	8
	Webereien	8
	Verarbeitung	4
	Handel	10
Baubranche	Lehmbau, (Lehm-) Verputze	9
	faserverstärkter Beton	4
	Spanplattenproduzenten	2
	Baumärkte	2
	Dämmstoffproduktion und Handel	13
	Prod. von Hanfbauerelementen	1
	Architekten, Bauökologie	4
Gartenbau, -artikel	Baumschulen, Gärtnereien	10
	Gartencenter	5
	Produzenten von Mulch und Torfersatz	3
	Produktion von Kunststoffen für Gartenbau	5
	Geotextilien	5
Kunststoffe	diverse Produktlinien	30
Total		147

Durch dieses Vorgehen weisen die Aussagen aus den Interviews allerdings unterschiedliche Grade an Objektivität auf, da sich, je nach Firmenzugehörigkeit, die Experten unterschiedlich intensiv mit dem Thema der Faserpflanzen auseinandergesetzt haben. In der Regel handelt es sich also bei rein qualitativen Einschätzungen (also nicht bei Kenndaten), auch aufgrund der Interessenvertretung der Firmen, um eher subjektive Aussagen, die aber dennoch Einfluss auf die Marktgestaltung haben.

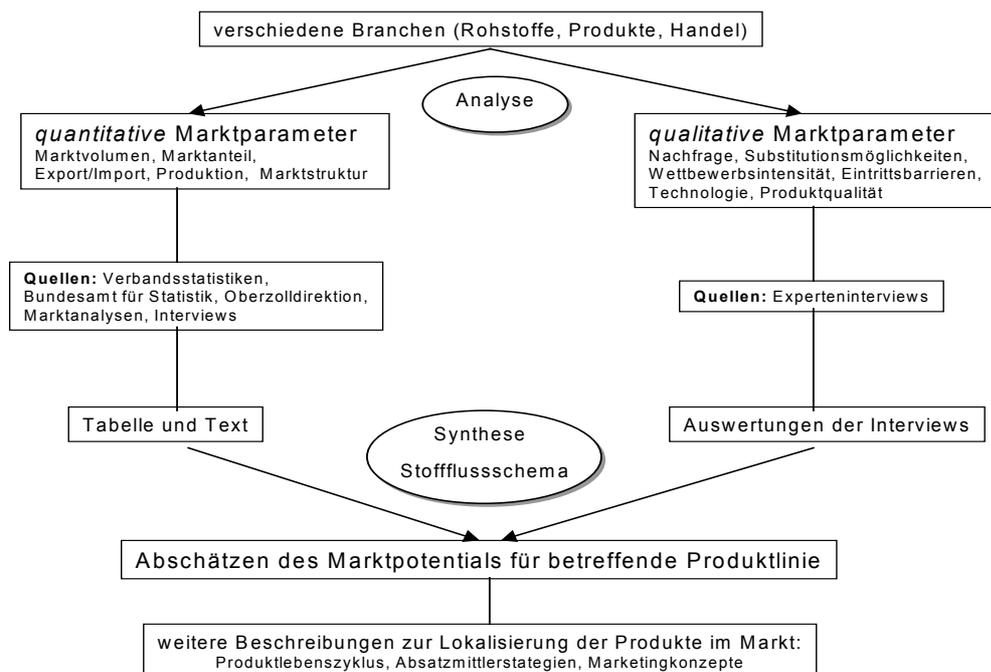


Abbildung 2. Aufbau der Marktanalyse

Für die Interviews wurde ein im Prinzip auf alle Branchen anwendbarer Fragekatalog zusammengestellt (Anhang). Aufgrund des häufigen Pioniercharakters der Märkte für die hier untersuchten Faserpflanzen wurde das offene Gespräch anhand des Fragekatalogs einer quantitativen Umfrage mit verschickten Fragebögen vorgezogen; die Interviews waren somit allerdings nur begrenzt statistisch auswertbar.

Die untersuchten Produktlinien und die entsprechenden Branchen wurden anhand bisheriger Erfahrungen im Bereich der industriellen Einsatzmöglichkeiten nachwachsender Faserrohstoffe und anhand der Studie ähnlicher Projekte aus Westeuropa ausgewählt. Für die Durchführung der Interviews, vor allem für die Auswahl der Fragen, die das Marketing oder Marktstrategien betreffen, wurde in erster Linie folgende Fachliteratur konsultiert: Ahsen und Czenskowsky (1996), Bruhn (1997), Kotler (1978), Kühn und Frankhauser (1996).

Um die untersuchten Produktlinien bezüglich ihrer Positionierung im Markt näher zu umschreiben, wurden ihre Marktpotentiale und Wertschöpfung bzw. ihre technische und ökonomische Realisierbarkeit in grafischen Darstellungen festgehalten. Die Begriffsdefinitionen sind in Tabelle 7 aufgeführt.

Tabelle 7. Definitionen von Begriffen verwendet in der Marktanalyse

Technische Realisierbarkeit
Aufwand der technischen Umsetzung der Produkte (Beispiel: hoher Aufwand = geringe Realisierbarkeit)
Ökonomische Konkurrenzfähigkeit
Wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit (z.B. Rohstoffpreise, Produktionskosten)
Wertschöpfung
Ausmass der Wertzunahme des Rohstoffs durch die Produktrealisierung (Beispiel: Werden die Fasern fein aufgeschlossen und in mehreren Schritten zu speziellen Werkstoffen verarbeitet, ist die Wertschöpfung grösser als im Falle naturbelassener Rohstoffe)
Marktpotential
Mögliches, realisierbares Marktvolumen; an Bedingungen geknüpft (Beispiel: welcher Anteil konventioneller Rohstoffe kann aus ökonomischer oder technischer Sicht substituiert werden)

Die Analyse wurden anhand von ähnlichen europäischen Studien konzipiert.

Technische Realisierbarkeit, ökonomische Konkurrenzfähigkeit, Wertschöpfung und Marktpotential dienen als Indikatoren.

4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnissen zusammengefasst. Für detailliertere Angaben sehen Sie bitte die Liste der Veröffentlichungen (9).

4.1 Prüfung des Anbaus

4.1.1 Hanf

4.1.1.1 Einleitung, Botanik, Ansprüche

Botaniker schätzen die Urheimat des Hanfes (*Cannabis sativa* L.) in Mittelasien. Er soll sich dann nach Osten und nach Westen verbreitet haben, wo Chinesen, Griechen und Römer ihn kannten und nutzten. In Europa war er bis nach dem ersten Weltkrieg überall – auch in der Schweiz, in Baden-Württemberg und im Elsass – angebaut (Bòsca und Karus 1997). Nach und nach verschwand aber der Hanfanbau aus den meisten mitteleuropäischen Ländern (Bild 1).

Hanf war in der Projektregion früher stark verbreitet.



Bild 1. Hanf weist eine sehr schnelle Jugendentwicklung auf. Die Unkrautunterdrückung ist deshalb stark.

Heute wird Hanf als Rohstoffquelle für Fasern in folgenden Ländern angebaut: China, Indien, Korea, Pakistan, Russland, Frankreich, Ukraine, Polen, Ungarn, Rumänien, Deutschland, Spanien, Türkei, Niederlande, England, Österreich, Italien, Finnland, Kanada, Chile und der Schweiz. In Indien, Nordafrika und im nahen Osten ist er auch bekannt, aber für seine medizinische und psychoaktive Wirkung. In der Schweiz, Deutschland und Frankreich ist der Anbau von Hanf zur Gewinnung von Betäubungsmitteln verboten, THC¹-arme Sorten sind aber zugelassen und der Anbau wird vom Staat auch subventioniert.

Botaniker anerkennen Hanf als eine einzige Art *Cannabis sativa* L.

Da alle Linien der Gattung *Cannabis* leicht unter einander kreuzbar sind, wird heute allgemein anerkannt, dass *Cannabis* aus einer einzigen Art *C. sativa* L. besteht. Je nach agronomischen Eigenschaften und Cannabinoid-Gehalt werden die Populationen in Wild-, Land-, Faser-, Zier- und Drogen-Sorten unter-

¹ THC (Δ^9 -Tetrahydrocannabinol) ist der psychoaktive Wirkstoff von Hanf.

schieden. Es wird allgemein angenommen, dass die natürlichen wilden Populationen (sogenannte *C. ruderalis*, *C. sativa ssp. ruderalis* und *C. sativa var. spontanea*) aus früher angebauten Landsorten entspringen. Die heute verfügbaren Fasersorten entstammen aus Populationen, die Anfang bis Mitte des Jahrhunderts in Deutschland, Frankreich, Italien, Ungarn und in der ehemaligen Sowjetunion gezüchtet wurden. Dieses Material wurde speziell auf einen hohen Faserertrag und auf einen tiefen Gehalt an psychoaktiven Substanzen (THC) ausgelesen (De Meijer 1995).

Populäre Quellen (zum Beispiel Dunkel 1995) sprechen immer wieder von der Anspruchslosigkeit des Hanfes bezüglich Boden, Klima, Düngung, Unkrautbekämpfung und Pflanzenschutz. Tatsache ist aber, dass bei den Landwirten immer wieder Probleme mit Hanfkulturen auftauchen. Besonders wenn Fehler bei der Düngung oder der Aussaatmenge gemacht wurden. Auch Schneckenfrass, Staunässe oder Bodenverdichtungen führten zu mageren, blassen Beständen. Zu hohe Hanfbestände erschwerten die Ernte (Mähen, Mähdrusch).

Populäre Quellen schätzen oft die Ansprüche vom Hanf oft zu tief ein.

4.1.1.2 Sorten

Hanfpopulationen bestehen aus einem mehr oder wenig hohen Anteil an männlichen, weiblichen und einhäusigen Pflanzen (Tabelle 8). Sorten mit einem ähnlich hohen Anteil männlicher und weiblicher Individuen werden als zweihäusig bezeichnet (z.B. Kompolti und Lovrin 110). Einhäusige Sorten wurden durch Züchtung aus den Zweihäusigen ausgelesen (z.B. die französischen *Cultivars*). Sie haben den Vorteil einer einheitlicheren Faserqualität und weisen höhere Erträge an Körnern und Blüten auf.

Tabelle 8. Eigenschaften, Herkunft und Registrierung der untersuchten Sorten

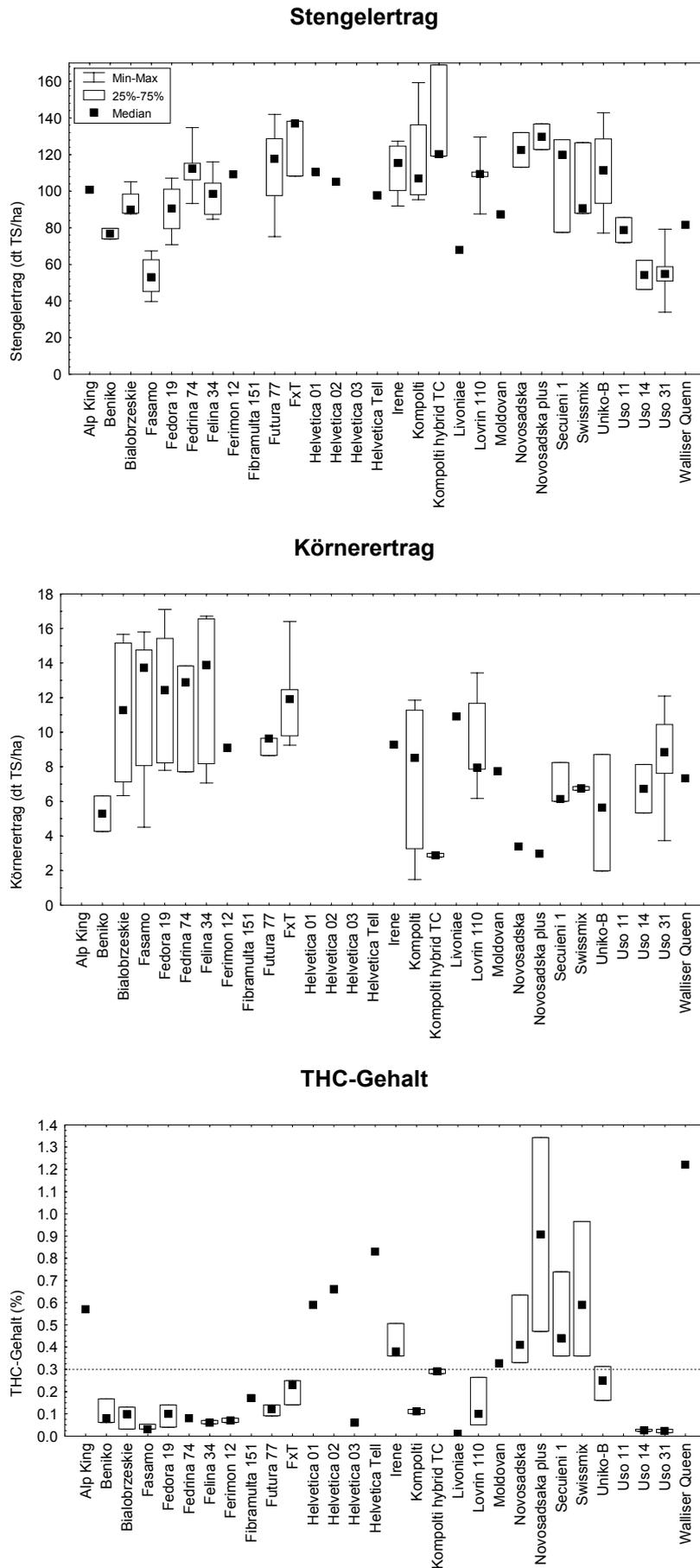
Sortenname	Charakteristika	Anteil männliche Pflanzen [%]	Reifezeit *	Herkunft	Registrierung, Zulassung	
					EU	Schweiz
Alp King	zweihäusig	50	Mittel	CH		
Beniko	einhäusig	1	Früh	PL	✓	✓
Bialobrzeskie	einhäusig	1-3	Mittel-früh	PL		
Fasamo	einhäusig	1-3	Sehr früh	D	✓	✓
Fédora 19	einhäusig	1-5	Früh	F	✓	✓
Fedrina 74	einhäusig	1-5	Mittel	F	✓	✓
Félina 34	einhäusig	1-5	Früh	F	✓	✓
Férimon 12	einhäusig	1	Früh	F	✓	✓
Fibramulta	zweihäusig	50	Mittel	RM		
Futura 77	einhäusig	1-5	Mittel	F	✓	✓
FxT	einhäusig	15-25	Mittel-früh	H		✓
Helvetica 01	zweihäusig	50	Mittel-früh	CH		
Helvetica 02	zweihäusig	50	Mittel-früh	CH		
Helvetica 03	zweihäusig	50	Mittel	CH		✓
Helvetica Tell	zweihäusig	50	Mittel-früh	CH		
Irene	einhäusig	5-7	Mittel-früh	RM		
Kompolti	zweihäusig	40-50	Spät	H	✓	✓
Kompolti Hybrid TC	zweihäusig	30-50	Spät	H		
Livoniae	zweihäusig	50	Mittel	Lettland		
Lovrin 110	zweihäusig	40-50	Mittel	RM	✓	✓
Moldovan	zweihäusig	50	Mittel	RM		
Novosadska	zweihäusig	50	Spät	YU		
Novosadska plus	zweihäusig	50	Spät	YU		
Secuieni 1	einhäusig	5	Mittel-früh	RM		
Swissmix	zweihäusig	50	Früh	CH		
Uniko-B	zweihäusig	30-40	Mittel	H		✓
USO 11	einhäusig	1-5	früh	Ukraine		
USO 14	einhäusig	1	Sehr früh	Ukraine		
USO 31	einhäusig	1-5	Sehr früh	Ukraine	✓	✓
Walliser Queen	Zweihäusig	50	Sehr früh	CH		

Hanfsorten unterscheiden sich betreffend ihrem Gehalt an psychoaktiven Substanzen (THC), Anteil männlicher Pflanzen und Reifezeit. Für die Zulassung müssen sie von der EU oder der Schweiz offiziell registriert werden.

* ungefähre Zeitpunkt der vollen Blüte (in der Nordwestschweiz und Baden-Württemberg): sehr früh 4. Woche Juli; früh 1. Woche August; mittel-früh 2. Woche August; mittel 3. Woche August; spät 4. Woche August.

Zusätzlich unterscheiden sich Hanfsorten je nach **Reifezeit**. Der Zeitpunkt der vollen Blüte (nach Mediavilla *et al.* 1998b) lag bei sehr frühreifen Sorten wie Fasamo und USO 14 in der vierten Woche Juli, bei späten Sorten wie Kompolti und Novosadska in der vierten Woche August (Tabelle 8). Die Reifezeit hat einen deutlichen Einfluss auf Pflanzenhöhe und dadurch auf den Stengelertrag (Abbildung 3). Mit Beginn der Blütenbildung schliesst der Hanf das Längenwachstum ab.

Abbildung 3. Stengel-, Körnerertrag und THC-Gehalt verschiedener Sorten



Erträge aus den Versuchen: 1996 Auggen, Zürich-Reckenholz; 1997 Auggen, Biengen, Tenniken; 1998 Auggen, Biengen, Möhlin

THC-Gehalt aus den Versuchen: 1996 Zürich-Reckenholz; 1997 Tenniken; 1998 Möhlin

Für die Fasergewinnung sind Sorten erwünscht, die hohe Stengelerträge, Bast- und Fasergehalte aufweisen. Unsere Versuchen zeigen, dass frühreife Sorten wie Uso11, Uso 14, Uso 31, Fasamo, Walliser Queen und Livoniae einen deutlich niedrigeren Stengelertrag aufwiesen (ca. 50 bis 80 dt TS/ha), demgegenüber liegen spätreife Sorten wie Kompolti, Kompolti hybrid TC, Futura 77, FxT, Uniko-B und Fedrina 74 mit Stengelerträgen bis über 160 dt (Abbildung 3) am höchsten. Für eine Empfehlung müssen aber auch die Bastgehalte und die Fasererträge berücksichtigt werden. Der Bastgehalt variierte von 27,1 bis 46,3 %, wobei in der Schweiz gezüchtete Sorten besonders schlecht abschnitten. Ungarische und polnische Sorten wiesen die höchsten Fasererträge auf, dabei war meistens der Einfluss des Stengelertrages ausschlaggebend.

Je nach Produktionsziel (Faser, Körner) sind bestimmte Sorten empfehlenswert.

Die **Faserqualitäten** sind ein weiteres entscheidendes Kriterium für die Nutzung einer bestimmten Sorte. Bei den Untersuchungen sind neben dem Fasergehalt deshalb auch die Festigkeit, Dehnung und Faserfeinheit in den Versuchen bestimmt worden. Die Interpretation dieser Qualitätswerte ist stark davon abhängig, welche Endprodukte angestrebt werden. Aus Tabelle 9 wird ersichtlich, dass der Fasergehalt von 25-35% je nach Sorte schwanken kann. Hier weisen die ungarischen, polnischen, rumänischen und ukrainischen Sorten die höchsten Gehalte auf (Tabelle 10). Aufgrund der gleichzeitig hohen Stengelerträge sind diese Sorten als typische Faserertragssorten zu bezeichnen. Die höchste Faserfestigkeit war jedoch bei der französischen Sorte Féline 34 zu erkennen. Beim Airflow-Wert, einer Kenngröße für die Faserfeinheit, ist zu beachten, dass die niedrigeren Werte der grösseren Feinheit entsprechen. Hier zeigte die deutsche Sorte Fasamo mit Abstand das beste Ergebnis.

Ungarische, polnische, rumänische und ukrainische Sorten sind für die Fasergewinnung empfehlenswert. Die deutsche Fasamo hatte die grösste Faserfeinheit.

Tabelle 9. Faserqualitätsmerkmale einzelner Sorten über 2-3 Jahre in Baden-Württemberg

Sorte	Fasergehalt (%)	Festigkeit (cN/Tex)	Dehnung (%)	Airflow (l/min)
Bialobrzeskie	34,10	74,36	2,24	18,76
Fasamo	25,28	73,56	2,83	11,41
Fédora 19	28,69	71,91	2,77	15,38
Fedrina 74	29,03	72,88	2,65	14,71
Féline 34	29,85	76,49	2,58	15,57
Futura 77	28,87	68,34	2,61	13,79
Irene	32,38	73,37	3,15	14,14
Kompolti	32,89	66,27	2,81	14,20
Lovrin 110	27,59	71,71	2,54	14,11
Uniko-B	35,78	68,22	2,86	15,75
Uso 11	31,48	67,20	2,02	18,95
Uso 31	33,45	73,07	2,59	16,77

Hanfsamen sind eine für die menschliche Ernährung wertvolle Quelle von ungesättigten Fettsäuren (Mediavilla *et al.* 1997b). Für diese Nutzung sind neben den hohen Körnererträgen, eine niedrige Pflanzenhöhe wichtig (Bassetti *et al.* 1998). Damit wird der Mähdrusch weniger problematisch. Eine frühe Reifezeit ist im Hinblick auf die vollständige Ausreife und den Vogelfrass unerlässlich. All diese Eigenschaften wiesen insbesondere einhäusige Sorten auf (Tabelle 8). Die Qualitätseigenschaften (Fettgehalt und Fettsäurezusammensetzung) der Körner verschiedener Sorten variierten relativ wenig (Daten nicht gezeigt). Der Fettgehalt (wichtig für die Ölgewinnung) war bei den frühreifen Sorten höher (zwischen 30 und 36%) als bei den spät abreifenden. Der Anteil an der für die Humanmedizin interessanten γ -Linolensäure war bei den USO 14, USO 31, Fasamo, Beniko, Féline 34 und Fédora 19 am höchsten und bei praktisch allen schweizerischen Züchtungen am niedrigsten.

Ätherischem Hanföl wird mittels Destillation der Blütenstände mit Wasserdampf gewonnen (Meier und Mediavilla 1997). Diese Duftessenz wird als Geschmacksträger in diversen Nahrungsmitteln eingesetzt. Noch mehr als der Ertrag ist die Duftqualität für diese sehr arbeitsintensive Nutzung ausschlaggebend. Bei Geruchstests konnte gezeigt werden, dass man aus den Sorten Féli-na 34, Futura 77, Kompolti, Kompolti hybrid TC, Moldovan und Bialobrzeskie ein besonders gut riechendes ätherisches Öl gewinnen kann (Daten nicht gezeigt). Diese Sorten, wenn sie einen niedrigen THC-Gehalt aufweisen, sind wahrscheinlich auch für die Produktion von Hanftee geeignet.

Der THC-Gehalt der von der Schweiz und EU zugelassenen Sorten lag immer deutlich unter dem Grenzwert.

Die Ergebnissen der **THC**-Analysen bestätigten diejenigen der Literatur (De Meijer et al. 1992). Unter anderem bei Swissmix und mehreren schweizerischen Züchtungen lag der THC-Gehalt deutlich über dem von der Europäischen Union und vom schweizerischen Bundesamt für Landwirtschaft festgelegten Grenzwert für Industriesorten von 0,3% (Abbildung 3). Die THC-Gehalte der von der Schweiz und EU zugelassenen Sorten lagen in den Untersuchungen immer deutlich unter dem Grenzwert.

Oft wird von Laien behauptet, die **Resistenz** gegenüber Insekten, Pilzen, Bakterien und Nematoden, ja sogar die Faserqualität und die Pflege, seien vom THC-Gehalt der Hanfpflanze abhängig. Arbeiten haben aber gezeigt, dass dies nicht der Fall ist (De Meijer 1993, McPartland 1997). Erfahrungsgemäss leiden Drogensorten, die nicht an unsere Bedingungen angepasst sind, wenn sie auf dem Feld angebaut werden, unter Krankheiten. Swissmix beispielsweise ist für die starke Anfälligkeit auf *Botrytis* in der Praxis bekannt. Unsere Erfahrung hat gezeigt, dass der Gehalt an THC keinerlei agronomische Bedeutung hat. Untersuchungen haben bestätigt, dass er ausschliesslich genetisch bedingt ist und dass zum Beispiel die Höhe über Meer, wo der Anbau stattfand, keinen Einfluss hatte (Mediavilla und Brenneisen 1996).

4.1.1.3 Saat

4.1.1.3.1 Dichte

Die Saatmenge hatte einen merklichen Einfluss auf verschiedene agronomischen Eigenschaften eines Hanfbestandes, wie Pflanzendichte, Pflanzenhöhe, Stengeldurchmesser und Feldlagerung. Wo die einzelnen Hanfpflanzen mehr Raum zur Verfügung hatten, konnten sie mehr Licht, Wasser und Nährstoffe aufnehmen. Solche Pflanzen entwickelten oft Seitentriebe und wuchsen eindeutig höher und dicker. Pflanzen von über 3,5 m Höhe waren keine Seltenheit. Die Bestandesdichte bei der Ernte schwankte von rund 35 (bei 10 kg Samen/ha) bis 135 Pflanzen pro Quadratmeter (bei 60 kg Samen/ha) (Daten nicht gezeigt).

Tabelle 10. Durchschnittlicher Bastgehalt und Faserertrag verschiedener Sorten

Sorte	Bastgehalt ¹ [%]	Faserertrag ² [dt TS/ha]
Alp King	28,0	
Beniko	46,3	
Bialobrzeskie	41,9	33,0
Fasamo	33,8	13,6
Fedora 19	34,7	26,5
Fedrina 74	35,6	31,0
Felina 34	36,6	29,8
Ferimon 12	37,2	
Futura 77	36,5	32,6
FxT	35,6	
Helvetica 01	27,5	
Helvetica 02	27,1	
Helvetica Tell	28,1	
Irene	37,9	37,1
Kompolti	40,3	38,8
Kompolti hybrid TC	40,9	
Livoniae	33,6	
Lovrin 110	35,2	30,3
Moldovan	29,8	
Novosadska	33,8	
Novosadska plus	41,5	
Secuieni 1	37,4	
Swissmix	29,4	
Uniko-B	39,0	38,1
Usa 11		24,7
Usa 14	44,5	
Usa 31	41,6	18,8
Walliser Queen	31,4	

¹ Versuche 1996 in Zürich-Reckenholz, 1997 in Tenniken und 1998 in Möhlin

² Versuche 1996, 1997 und 1998 in Biengen, 1997 und 1998 in Auggen

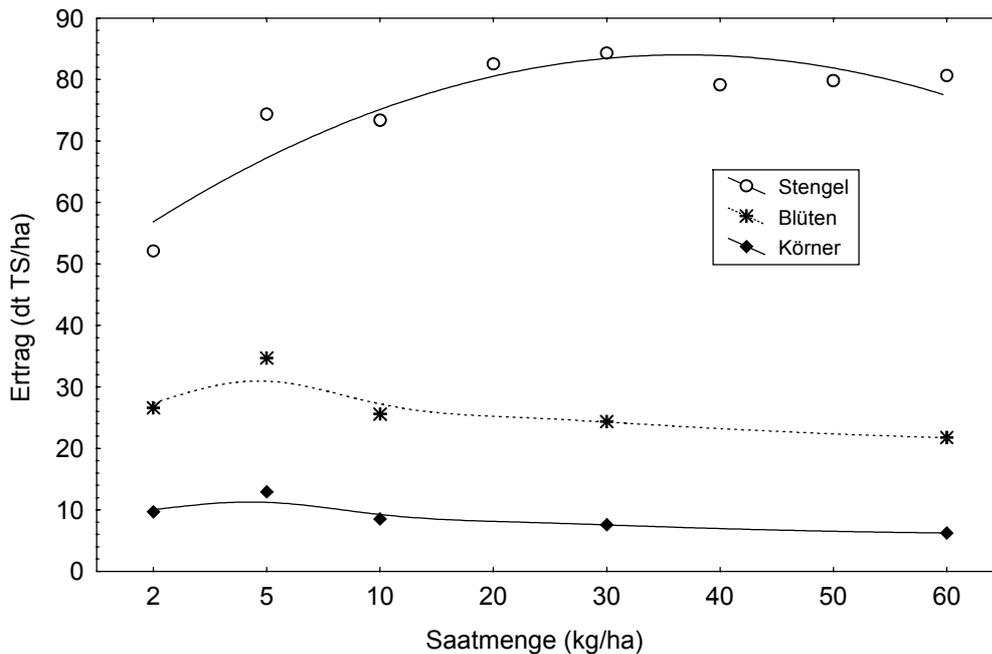
Eine Besonderheit des Hanfes ist die Selbstausdünnung bei hoher Bestandesdichte. Das heisst, dass die kleineren Pflanzen wegen der Konkurrenz der grösseren im Laufe der Entwicklung zugrunde gehen (van der Werf et al. 1995b).

Bei tiefer Saatmenge entwickeln Hanfpflanzen mehr Seitentriebe und werden dicker.

Das äussert sich in einer abnehmenden Bestandesdichte im Verlauf der Zeit (Slembrouck 1994). In unseren Versuchen wurde bei der Ernte die angestrebte Anzahl Pflanzen nur mit der niedrigsten Saatmenge annähernd erreicht. Mit der höchsten Saatmenge wurde aber eine Sterblichkeit bis zu 60% beobachtet (Daten nicht gezeigt). Ausserdem bleiben bei hohen Pflanzendichten viele Pflanzen im Wuchs zurück. Diese kleineren Pflanzen werden als Unterhanf bezeichnet und sind nicht erwünscht.

Mit der Saat von 30 bis 60 kg Samen/ha wurde ohne jegliche Unkrautbekämpfung der Boden schon rund ein Monat nach der Saat ganz bedeckt. Somit gab es keinen Raum für Unkräuter. Mit tieferen Saatmengen hingegen deckte der Hanf den Boden nie ganz ab. Hier konnte sich eine bedeutende Begleitflora etablieren.

Bei hoher Saatmenge findet eine natürliche „Selbstaussdünnung“ des Bestandes statt. Das Unkraut wird aber dabei unterdrückt.



Die Wahl der Saatmenge übt einen merklichen Einfluss auf den Hanfbestand aus. Diese muss der Nutzung angepasst werden.

Abbildung 4. Einfluss zunehmender Saatmenge auf Stengel-, Blüten- und Körnerertrag (1996 Auggen und Biengen, 1997 Tenniken [Blüten und Körner])

Die Saatkichte beeinflusste auch den Ertrag. Eine Erhöhung der Saatmenge von 2 auf 30 kg/ha steigerte den Stengelertrag (Abbildung 4). Eine zusätzliche Erhöhung bewirkte aber keine nennenswerte Zunahme des Stengelertrages. Ähnlich verhielt es sich mit dem Faserertrag (Daten nicht gezeigt). Diese Ergebnisse bestätigen diejenigen von van der Werf *et al.* (1995b), die ein Maximum des Stengelertrages bei einer Pflanzdichte von 90 Pflanzen pro Quadratmeter (zirka 30 kg Saatgut/ha) nachwiesen. Im Gegensatz zum Stengelertrag wurden der Körner- und Blütenertrag (Abbildung 4, Abbildung 6) mit steigender Saatmenge kleiner. In Osteuropa werden für die reine Samengewinnung in der Regel Saatmengen von 2 kg/ha angewandt (Bócsa und Karus 1997). Dies führt aber dazu, dass die Ernte nur manuell unter grossem Aufwand durchgeführt werden kann (Martinov *et al.* 1997).

4.1.1.3.2 Zeitpunkt

Hanf wird in Süddeutschland und in der Schweiz in der Regel zwischen Mitte April und Mitte Mai gesät (Ammon *et al.* 1996, Bócsa und Karus 1997). Frühere Termine können zu Frostschäden führen. In Anlehnung zu anderen Kulturen (z.B. Mais) wurde vorgeschlagen, Hanf als Zweitkultur nach einer das Feld früh räumenden Frucht anzubauen (z.B. Frühkartoffeln). Bei diesem Verfahren können zwar keine Maximalerträge erwartet werden, aber für den Landwirt könnte sich die Rentabilität der Flächen steigern. Gleichzeitig kann der nach den Frühkartoffeln freiwerdende Stickstoff sehr gut gebunden werden.

Hanf nach z.B. Frühkartoffeln kann eine ökologisch und ökonomisch sehr interessante Kombination sein.

In unseren Versuchen konnten wir nach Frühkartoffeln den Hanf Mitte bis Ende Juni aussäen. Der Kultur lief trotz eventuellem Wassermangel zügig auf und unterdrückte das Unkraut bei Aussaatstärken von über 40 kg sehr gut. Auf der Versuchsanlage zeigte sich jedoch sehr deutlich, wo bei der Ernte der Frühkartoffeln Bodenverdichtungen entstanden waren. Hier reagiert der Hanf mit absoluten Wachstumsdepressionen. Auf solchen Flächen war keine Ernte möglich. Im Normalfall erfolgt die Ernte Anfang Oktober. Zu dieser Zeit sind je nach Standort und Witterung die Körner vollständig ausgereift. Spätreife Sorten sind jedoch nicht für eine zusätzliche Körnerernte geeignet. 1998 konnte die Ernte aufgrund der nassen Witterung erst Mitte Oktober durchgeführt werden. Zu dieser Zeit waren bereits einige Körner auf der Pflanze ausgekeimt oder ausgefallen. Dessen ungeachtet konnten genau wie 1997 Kornerträge von bis zu 15 dt TS/ha erzielt werden. Je nach Sorte waren die Stengelerträge aufgrund der kurzen Vegetationszeit eher gering, lagen aber immerhin zwischen ca. 20 und 50 dt TS/ha (Abbildung 5). Die Abbildung zeigt auch, daß die spätreife Sorte Kompolti zwar hohe Stengelerträge liefert, aber im Samenertrag stark abfällt. Die untersuchte Saatmenge hatte keinen wesentlichen Einfluss auf den Ertrag, die höhere Saatmenge ist aber für die bessere Bestandesentwicklung nötig. Ob eine Trocknung der geschnittenen Stengel auf dem Feld möglich ist, bleibt fraglich. Die Doppelnutzung von Fasern und Samen ist jedoch Dank der niedrigen Pflanzenhöhe bei diesem Verfahren leichter. Es ist zu erwarten, dass das Dreschen wesentlich einfacher vor sich gehen wird. Aufgrund der guten Versuchsergebnisse der beiden Anbaujahre wurde 1999 eine grössere Fläche (0,3 ha) unter Praxisbedingungen ausgesät.

Bei einer Saat nach Frühkartoffeln waren die Körnererträge erstaunlich hoch.

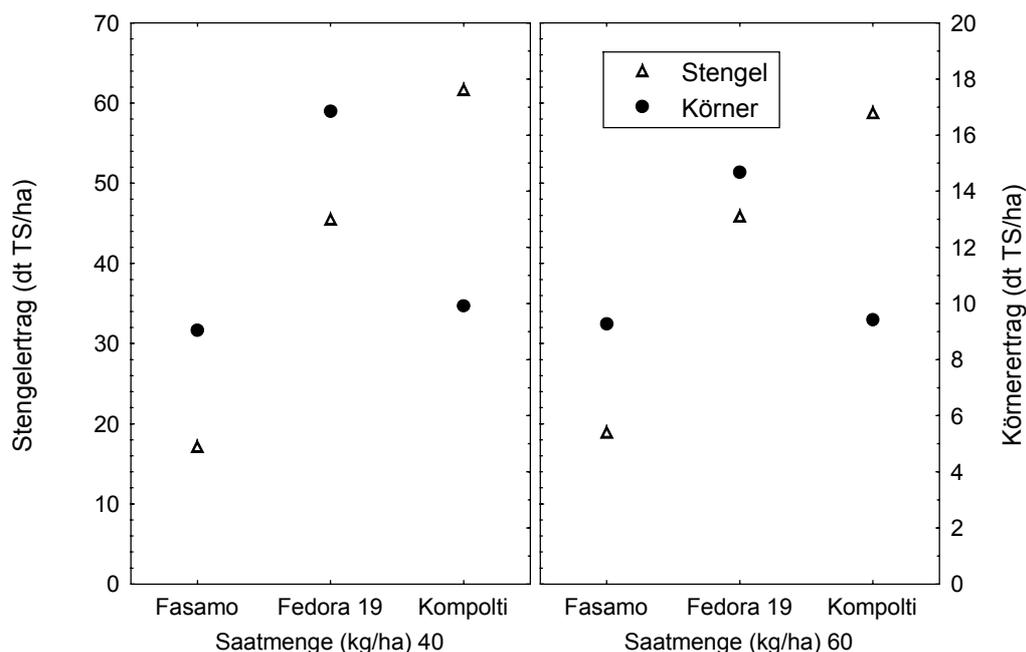


Abbildung 5. Ertragsleistung von Hanf gesät nach Frühkartoffeln in Abhängigkeit der Sorte und Saatmenge (Auggen 1997 und 1998, Biengen 1998)

4.1.1.4 Düngung

4.1.1.4.1 Stickstoff

Entgegen der allgemeinen Meinung betont schon eine Anbauanleitung aus den 20er Jahren die hohen Ansprüche des Hanfes an Klima und Boden (Becker-Dillinger 1928). Darin werden Düngergaben von 80 bis 90 kg N/ha, 100 kg P₂O₅/ha und 150 kg K₂O/ha und eine Saatmenge von 25 bis 120 kg/ha empfohlen. Weiter heisst es: „Nach den grossen Anforderungen, die der Hanf an die Bodennährstoffe stellt und nach der kurzen Zeit, in welcher er sie aufnehmen muss, ist schon zu schliessen, dass auch die Bodenbearbeitung des Hanffeldes auf das sorgfältigste durchgeführt werden muss“. Neuere Literatur bestätigt, dass das Angebot an Nährstoffen und Wasser gross sein muss. Vermutlich liegt die Ursache darin, dass die Pfahlwurzel der Hanfpflanze verglichen mit anderen Kulturpflanzen schwach entwickelt ist (Bócsa und Karus 1997).

Schon alte Literatur betont die hohen Ansprüche des Hanfes an Boden und Klima.

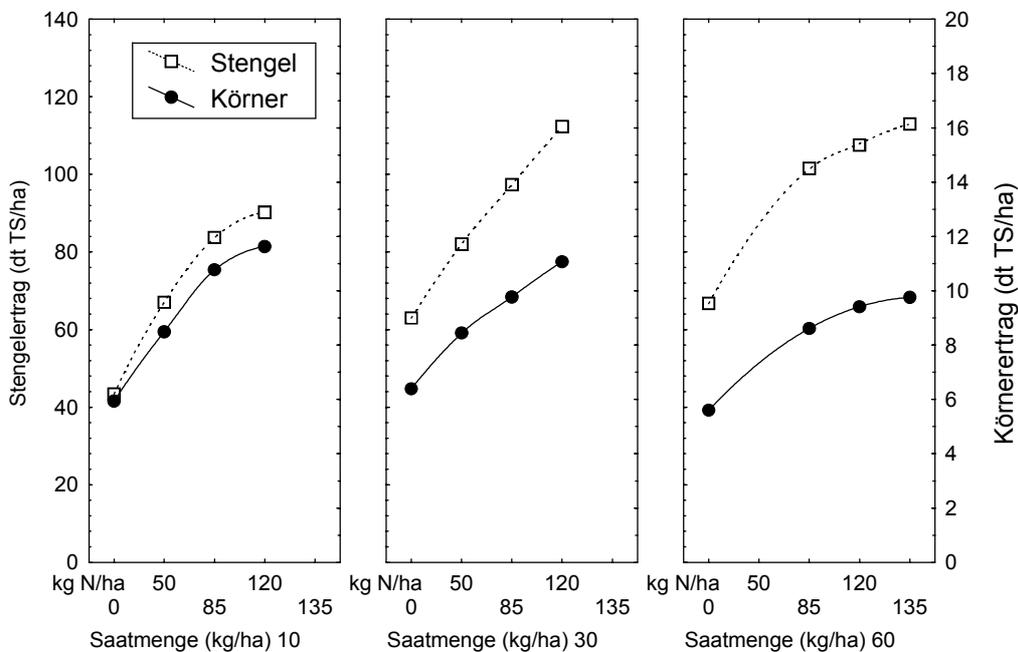


Abbildung 6. Einfluss von N-Düngung und Saatmenge auf Stengel- und Körnerertrag (1996 Zürich-Reckenholz, 1997 Tenniken, Mittel zweier Sorten)

In unseren Versuchen wurde grundsätzlich der starke Einfluss der N-Düngung auf den Hanf bestätigt. Am Standort in Auggen und Biengen ist dieser Einfluss weniger deutlich sichtbar, da im Boden bereits hohe N-Werte (bis 65 kg) vorlagen, und die Böden während der Vegetation viel Stickstoff mineralisiert haben (Standorte mit 80 bis 90 Bodenpunkten). Die Stickstoffdüngung wirkte sich positiv auf die Pflanzenhöhe und den Stengeldurchmesser aus. Sie beeinflusste aber auch die Reduktion der Bestandesdichte und die Anfälligkeit für Lagerung (Daten nicht gezeigt). Der Stengelertrag wurde durch zunehmende N-Gaben erhöht (Abbildung 6, Abbildung 7). Die Ertragsleistung des gedüngten Stickstoffs schwankte zwischen 74 und 184 kg Stengel/kg N. Meistens wurde ab 85 kg N/ha eine Abnahme der Ertragssteigerung beobachtet. Der für die Fasergewinnung wichtige Bast- und Faserertrag konnte mit zunehmenden N-Gaben

Stengel- und Faserertrag hängen stark von der N-Düngung ab.

ebenfalls gesteigert werden (Daten nicht gezeigt). Der Körnerertrag war nur in der Schweiz von der N-Düngung abhängig, aber etwas weniger stark als der Stengelertrag (Abbildung 6). Die Wirkung des Stickstoffes auf die Bestandesdichte konnte in unseren Versuchen nicht überzeugend nachgewiesen werden (Mediavilla *et al.* 1998a).

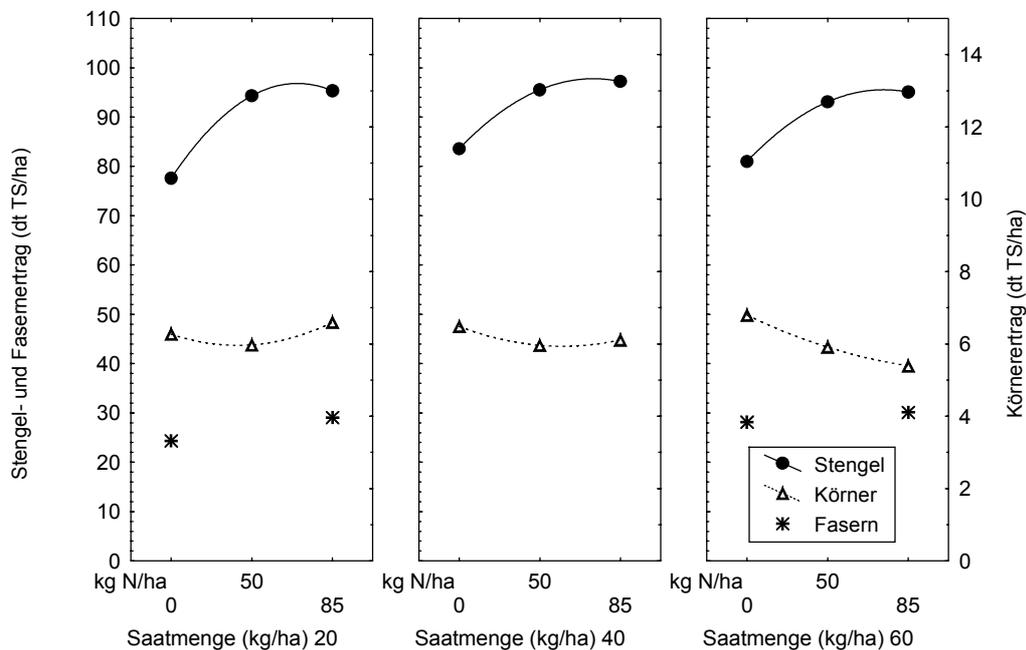


Abbildung 7. Einfluss von N-Düngung und Saatmenge auf Stengel-, Fasern- und Körnerertrag (1997 und 1998 Auggen, Biengen)

Der Einfluss des N-Angebotes auf Bestandesdichte, Pflanzenhöhe, Stengeldurchmesser, Ertrag und Blütezeit wurde in letzter Zeit mehrfach beschrieben (Esendal und Ozdemir 1993, Höppner und Menge-Hartmann 1994, Anonymus 1996, Di Candilo *et al.* 1996). Das Stickstoffangebot wirkt sich auf die interspezifische Konkurrenz stark aus, indem die interne Variabilität zwischen den Pflanzen eines Bestandes vergrößert wird (van der Werf *et al.* 1995a, van der Werf und van den Berg 1995).

Aus den vorliegenden Daten über den Nmin-Gehalt des Bodens (Tabelle 11) kann entnommen werden, dass nach der Ernte nur wenig mineralischer Stickstoff im Boden vorlag. Dies zeigt, dass die geprüfte N-Düngung von der Kultur aufgenommen werden konnte, und dass Hanf einen relativ guten Schutz des Grundwassers darstellt.

Tabelle 11. Mineralischer Stickstoff (kg/ha) im Boden bei der Ernte je nach Düngung. Bodenanalysen nach Walther *et al.* 1994 (Schweiz) und Hoffmann 1991 [CAL-Methode] (Baden-Württemberg). Tiefe: Schweiz 0–100, Deutschland 0–90 cm

Jahr	1996	1997	1997	1997	1998	1998
Versuchsstandort	Zürich-Reckenholz	Tenniken	Auggen	Biengen	Auggen	Biengen
Kein N	22	32	20	9	23	7
N-Düngung (kg/ha)	29 (85 N)	33 (85 N)	23 (50 N) 20 (85 N)	7 (50 N) 8 (85 N)	45 (85 N)	14 (85 N)

Nur sehr kleine Mengen von mineralischem Stickstoff waren nach der Ernte im Boden noch vorhanden.

Da der Hanf eine kurze Vegetationsdauer aufweist, während der er hohe Mengen an Biomasse bildet, müssen die Nährstoffe im richtigen Moment und in einer gut verfügbaren Form vorliegen (Berger 1969). Dies gilt vor allem für den Stickstoff. Muss deshalb eine allfällige N-Düngung möglichst früh, zum Beispiel bei der Saat oder zum Auflaufen stattfinden?

Der Vergleich zwischen den Düngungsverfahren „35 kg N/ha beim Auflaufen und 50 kg N/ha bei 20 cm Pflanzenhöhe“ (N3) und „85 kg N/ha bei 20 cm Pflanzenhöhe“ (N2) erlaubt eine interessante Beobachtung bezüglich Zeitpunkt der N-Düngung. Der Stengelertrag im N3-Verfahren war mit der Saatmenge 10 kg/ha signifikant kleiner als im N2-Verfahren (Tabelle 12). Da die Bestandesdichte in diesem Fall sehr niedrig war (rund 50 Pflanzen/m²) vermuten wir, dass die N-Gabe beim Auflaufen nicht ganz aufgenommen und mit den Niederschlägen zum Teil ausgewaschen wurde. Bei den anderen Saatmengen, wo die Bestandesdichte höher war, war dies offensichtlich nicht der Fall.

Bei tiefer Saatmenge kann der Stickstoff von den Pflanzen schlecht aufgenommen werden.

Tabelle 12. Einfluss des Zeitpunktes der Düngung auf Stengel- und Körnerertrag. Versuche Zürich-Reckenholz (1996), Tenniken (1997) und Cadenzazo (1996, 1997).

Verfahren kg N/ha	Stengelertrag dt TS/ha			Körnerertrag dt TS/ha			
	Saatmenge kg/ha	10	30	60	10	30	60
N2		84,7	101,9	108,2	11,9	11,0	10,0
N3		76,1	100,3	107,3	11,7	11,0	10,7
Kleinste gesicherte Differenz (0,05)				5,7 **	ns		

4.1.1.4.2 Andere Nährstoffe

Die Ergebnisse des P-K-B-Düngungsversuchs zeigen (Abbildung 8), dass die K-Düngungsvariante (250 kg K₂O/ha, 64 kg P₂O₅ und 0 kg B) höhere Erträge gegenüber allen anderen Düngervarianten aufwies. Der Stengelertrag bei der Grunddüngungstufe (64 kg P₂O₅, 120 kg K₂O, 0 kg B) war mit 80 dt/ha am niedrigsten. Die Sorte Kompolti reagierte auf die Zusatzdüngungen positiv, während die Sorte Fédora 19 keine Ertragsunterschiede erkennen liess. Auf die Phosphatdüngung reagierte sie sogar eher negativ. Das gesamte Ertragsniveau war – bedingt durch den relativ frühen Erntetermin – mit 80 - 100 dt TS/ha deutlich niedriger als die bei der Düngungsberechnung angestrebten 125 dt.

Eine zusätzliche P- oder K-Düngung kann nur bei spätreifenden Sorten von Vorteil sein.

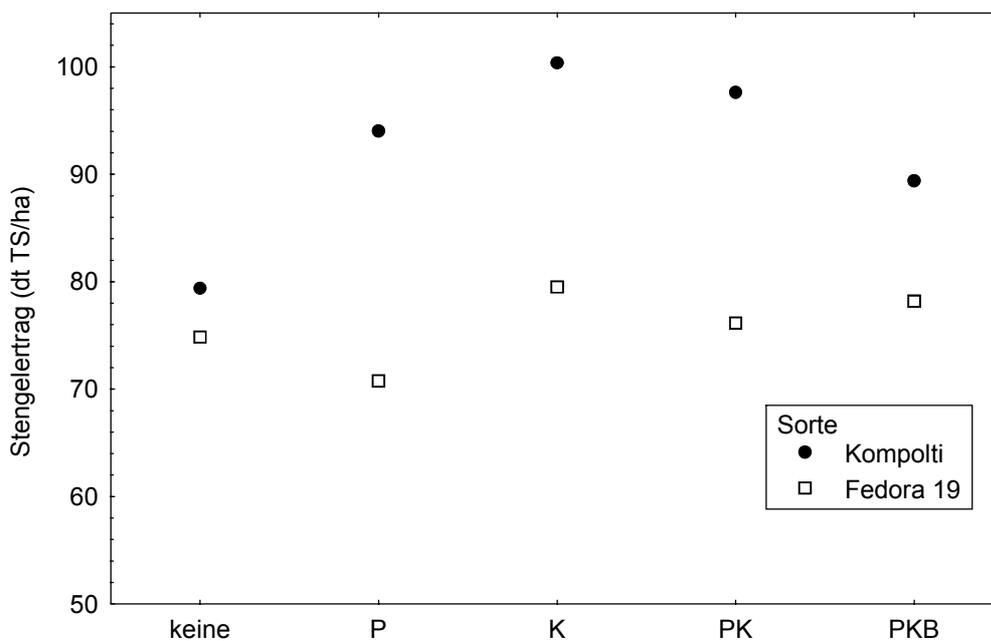


Abbildung 8. Wirkung der Düngung auf den Ertrag (1997 Auggen).

Werden bei der Ernte die Hanfstengel auf dem Feld am Boden trocknen gelassen, fallen Blätter und Blüten ab. Mit dem Erntegut werden daher praktisch nur

Bei der Bodentrocknung werden die Nährstoffe in Blättern und Blüten dem Boden zurückgeführt.

die Stengel weggeführt. Der Stengelentzug entspricht damit dem realen Entzug aus dem Feld. Wir konnten diesbezüglich je nach N-Düngung in den Stengeln 14 bis 45 kg N, 21 bis 33 kg P₂O₅, 61 bis 183 K₂O und 4 bis 8 kg Mg pro Hektar messen (Daten nicht gezeigt). Ähnliche Zahlen werden auch von Berger (1969) berichtet. Mit zunehmender Saatmenge nahmen generell die Entzüge zu. Insbesondere die N- und P-Entzüge waren von der N-Düngung und der Saatmenge stark abhängig. In Blättern und Blüten waren die Entzüge zwar höher als in den Stengeln, die Nährstoffe verlassen das Feld aber nur mit einer Ganzpflanzenernte.

4.1.1.5 Späte Erntezeit

Die Ergebnisse der 1998 erstmals durchgeführten Versuche zur Ernte von Hanf im Winter sind erfolgversprechend (Daten nicht gezeigt). Die Ernte wurde 1999 im März mit einer Restfeuchte von 15% durchgeführt. Die untersuchten Fasergehalte sind aufgrund der abgestorbenen Pflanzen mit bis zu 40 % sehr hoch. Die Festigkeitswerte liegen mit 50 bis 75 cN/tex im selben bis etwas niedrigeren Bereich wie bei der Ernte im Herbst. Ausserdem könnte sich in der Praxis bei diesem Anbauverfahren ein einfacheres Erntesystem ohne Schneidwerkzeuge etablieren. Es hat sich gezeigt, dass die Pflanzen zu diesem Stadium einfach niedergewalzt werden können.

Die Ernte im Winter ist wesentlich leichter, die Faserqualität aber tiefer.

4.1.1.6 Praxiserfahrungen

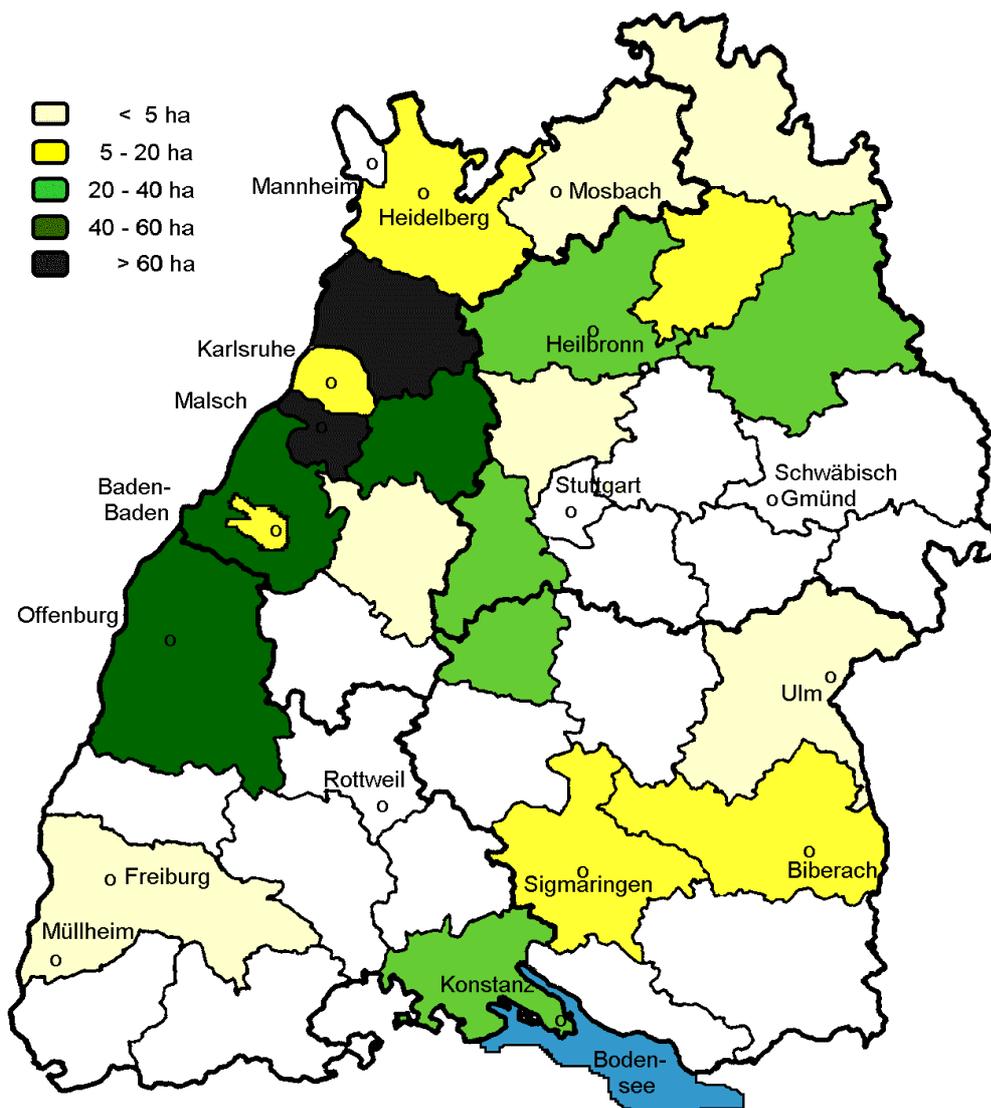
4.1.1.6.1 Umfrage bei Landwirten in Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg hatten sich 1996 viele Landwirte für den Anbau von Hanf (191 ha, Tabelle 1) entschieden. Die meisten der 97 Anbauer hatten Abnahmeverträge mit der BAFA (Badische Naturfaser Aufbereitung GmbH) in Malsch geschlossen. Im Bodenseeraum gab es aber auch viele Anbauer, die eine zusätzliche Samenernte über die Firma 'Hanf-Dampf' in Hochdorf vermarktet haben. Auch gab es einige Landwirte, die den Anbau und die Vermarktung einfach selber in die Hand nahmen und ausprobieren wollten.

In Zusammenarbeit mit der BAFA und mit dem Ziel die Faserqualität zu sichern wurde 1997 eine Umfrage durchgeführt.

Aufgrund der grossen Spannweite der Hanfballenqualitäten, die die Badische Naturfaseranlage BAFA in Malsch im ersten Anbaujahr angeliefert bekommen hatte, ergaben sich Verarbeitungsschwierigkeiten und Qualitätseinbussen bei den Hanffasern. Vor diesem Hintergrund wurde in Zusammenarbeit mit der BAFA ein Fragebogen für die Landwirte erarbeitet, um die Erfahrungen der Anbauer mit der neuen Kultur zu erfassen und um praxisgerechte Anbauanleitungen erarbeiten zu können. Gleichzeitig wurden Hanffaserproben ausgewählter Betriebe auf qualitative Eigenschaften untersucht.

Die Fragebögen wurden 115 Landwirten zugeschickt, wovon 76 (66%) beantwortet wurden und ausgewertet werden konnten (Koneremann 1998). Viele dieser Landwirte hatten bereits 1996 Hanf angebaut und haben 1997 ihre Anbauflächen vergrössert. Die Hauptanbauregion konzentrierte sich um die Faseraufbereitungsanlage der BAFA in Malsch, aber auch im den Bodenseeraum, und es gab einzeln verstreute Pioniere in ganz Baden-Württemberg (Abbildung 9).



1997 bauten im Baden-Württemberg 115 Landwirte Hanf. 66% davon beantworteten unsere Umfrage.

Abbildung 9. Anbauflächen von Hanf 1997 im Baden-Württemberg.

Aufgrund der schlechten Saatgutversorgung im Jahr 1997 sind nur die französischen **Hanfsorten** Fédora19, Felina 34 und Fedrina 74 ausgesät worden. Knapp 30% der Landwirte haben eine Doppelnutzung von Fasern und Samen angestrebt, wobei biologisch bewirtschaftete Betriebe stärker auf die zusätzliche Samennutzung gesetzt haben als ihre konventionell wirtschaftenden Kollegen. Für die Doppelnutzung wurde in erster Linie auf die Sorte Fédora 19 zurückgegriffen, was auch der gängigen Beratung entspricht.

Insgesamt wird der Anbau von Hanf von den Landwirten als relativ einfach und unproblematisch eingestuft. Vor allem die gute **Unkraut-Unterdrückungsleistung** vom Hanf wurde von fast allen Landwirten betont (Abbildung 10). Nur bei geringen Aussaatdichten und auf Flächen mit einem grundsätzlich hohen Unkrautdruck kam es zu Problemen mit Unkräutern. Eine Unkrautbekämpfung war aber so gut wie nie notwendig.

Die gute Unkraut-Unterdrückungsleistung wurde von fast allen Landwirten betont.

Auch aus der Literatur bekannte **Krankheiten** machten den Landwirten beim Anbau keine Probleme. Nur zwei Landwirte berichteten von einem Pilzbefall und auf drei Betrieben ist ein Schneckenbefall festgestellt worden. Die Untersuchungen zeigen also, dass der Hanf zumindest zur Zeit nicht stärker von Krankheiten oder Schädlingen heimgesucht wird. Eine Behandlung war auf keinem Betrieb notwendig. Für die Samenernte sind die Vögel als grösste Gefahr

zu betrachten. Die Frassschäden können bis zum totalen Samenverlust führen, zumal viele Körner bereits beim Aufsitzen der Vögel auf den Samenständen ausfallen.

Bei der **Stickstoffdüngung** zeigte sich ein uneinheitliches Bild. Eine Ertragssteigerung konnte nur bis zu einer Düngungsintensität von 100 kg N/ha beobachtet werden. Bei höherer Düngung kam es zu keinen Mehrerträgen, wohl aber zu häufigem Feldlager und dadurch zu beachtlichen Problemen bei der Ernte. Die Praxiserträge lagen im Schnitt bei 60 dt/ha Strohhertrag. Bei der zusätzlichen Samenernte konnten Erträge von 3 bis 17 dt/ha erzielt werden. Insgesamt sind die Schwankungsbreiten von Stroh- und Samenerträgen in der Praxis sehr gross.

Gaben von über 100 kg N/ha führten zu erheblichen Schwierigkeiten bei der Ernte.

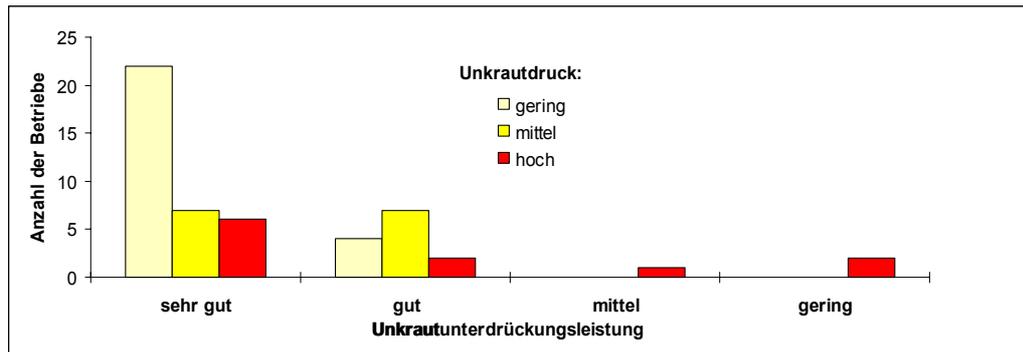


Abbildung 10. Unkraut-Unterdrückungsleistung in Abhängigkeit des natürlichen Unkrautdrucks (hoch, mittel, gering), nach Angaben der Landwirte

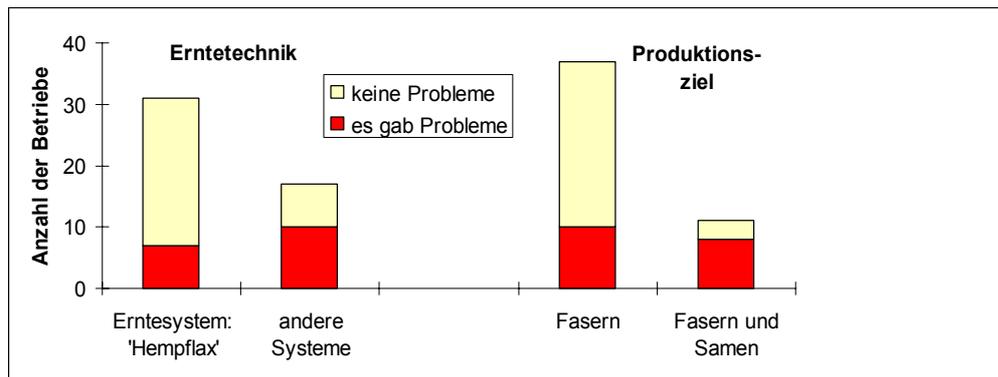
Das Hauptproblem beim Hanfanbau wurde von den Landwirten in der **Erntetechnik** gesehen. Bei der reinen Faserernte war die *Hemp-Flax-Technik* relativ problemlos und wird von der *BAFA* mittlerweile verpflichtend vorgeschrieben. Bei der Doppelnutzung von Fasern und Samen gibt es jedoch noch kein adäquates praxistaugliches Ernteverfahren (Abbildung 11). Für die Samenernte muss mit einem Mähdrescher in den Bestand gefahren werden. Bei hohen Pflanzenbeständen kann jedoch der Schneidetisch nicht bis auf die Höhe der Samenstände hochgefahren werden. Dadurch kommt relativ viel Stengelmasse in den Mähdrescher und die Fasern verwickeln sich in der ganzen Maschine. Es ist also dringend erforderlich, den Mähdrescher mit speziellen Vorrichtung gegen die stark zum Wickeln neigenden Fasern zu versehen. Ausserdem ist bei einer angestrebten Doppelnutzung die Bestandesführung zu gleichmässig niedrigen Beständen besonders wichtig. Auch könnte sich beim Einsatz neuer zugelassener Sorten, wie zum Beispiel die Sorte *Usu 31* oder *Fasamo*, das Problem entschärfen.

Das Hauptproblem wird von den Landwirten in der Erntetechnik gesehen.

Die **Qualitätsuntersuchung** der in der Praxis angefallenen Hanffasern ergab eine sehr weite Spannbreite von Ergebnissen. So schwankt der relative Fasergehalt zwischen 29 und 50%. Diese grosse Variabilität ist auf unterschiedlich häufiges Wenden vom Hanfstroh bei der Feldröste zurückzuführen. Wendet der Landwirt häufig, fallen bereits auf dem Feld viele Stengelanteile (Schäben) aus und er erntet relativ mehr Fasern bei einem insgesamt niedrigeren Ertrag. Aus der Sicht der Landwirte ist es also wünschenswert, den Fasergehalt direkt bei der Anlieferung bestimmen zu können und auch danach bezahlt zu werden. Ein weiterer Qualitätsfaktor ist der unerwünschte Kurzfaserteil. Er reichte von 3 bis 21%, was auf unterschiedliche Widerstandsfähigkeit bezüglich der mechanischen Beanspruchung während des Aufschlußvorgangs schliessen lässt. Auch der Längstfaseranteil war mit 110 bis 215 mm sehr inhomogen und lässt auf

Das Qualitätsproblem der Fasern im Praxisanbau ist noch nicht gelöst.

unterschiedliches Entholzungsverhalten bei der mechanischen Aufbereitung der angelieferten Strohparten schliessen.



Die Mehrheit der Landwirte hält die Erntetechnik für die Doppelnutzung für noch nicht ausgereift.

Abbildung 11. Ernteprobleme beim Hanf in Abhängigkeit von Erntetechnik und Produktionsziel, nach Angaben der Landwirte

Neben der Ernte ist für Landwirte die **Vermarktungslinie** ein grosses Problem. Es erscheint ratsam und mit der neuen EU-Verordnung ab 1999 auch zwingend erforderlich, einen Abnahmevertrag vor der Aussaat zu haben. Eine Eigenvermarktung von Hanffasern ist praktisch unmöglich. Um die Transportkosten so gering wie möglich zu halten, sollte der Verarbeiter auch in unmittelbarer Nähe (< 80 km) der Anbaufläche liegen. Bei der Vermarktung von Samen haben die Landwirte unterschiedliche Wege eingeschlagen. So gibt es in Baden-Württemberg einen Direktabnehmer von Hanfsamen. Andere Landwirte haben auf die Eigenvermarktung gesetzt. Auf die genaue Deckungsbeitragsberechnung wird unter 4.2.1.2 eingegangen. Aus den Ergebnissen der Umfrage wird jedoch deutlich, dass für Landwirte die Doppelnutzungsvariante am ehesten rentabel ist. Auch wird deutlich, dass für Landwirte ein Anbau ohne staatliche Unterstützung derzeit nicht bestehen kann.

Die Vermarktung von Fasern und Körnern ist rechtzeitig abzuklären.

Auf die Frage, ob der Landwirt im nächsten Jahr nochmals Hanf anbauen will, haben die meisten geantwortet, dass dies in erster Linie von der Höhe der Prämie und den sich entwickelnden Vermarktungswegen abhängt. Aus anbautechnischer Sicht sind die meisten Landwirte von der Hanfkultur begeistert.

4.1.1.6.2 Ernte

Die Hanfernte richtet sich nach der angestrebter Nutzung (Fasern, Körner, Körneröl, ätherisches Öl, Blüten). Je nach dem geschieht sie auf ganz unterschiedliche Art und Weise. Die Erfahrung hat gezeigt, oft ist die Ernte der heikelste Punkt des Hanfanbaus. Die Gründe sind vielfältig: nicht genug angepasste Maschinen, zu wenig Erfahrung, nicht gezielt geführte Bestände, falsche Sortenwahl.

Oft ist die Ernte der heikelste Punkt des Hanfanbaus. Eine rechtzeitige Planung noch vor der Saat ist nötig.

Für Faserhanf existieren zur Zeit recht weit entwickelte Ernteverfahren (Bassetti *et al.* 1998, Dun 1997, Martinov *et al.* 1997, Lohmeyer 1997, Schweiger *et al.* 1996, Strasser 1995). Für die Körnerernte sind die Probleme aber viel grösser, die nur durch Feldlagerung erschwert werden können.. Sie entstehen prinzipiell durch die langen und fasrigen Stengel, die den Mähdrescher passieren müssen. Die Pflanzenhöhe spielt dabei eine entscheidende Rolle (Lohmeyer 1997, Spiess 1997). Die Erfahrung hat gezeigt, dass bei grossen und verzweigten Pflanzen die Druschverluste zunehmen, so dass der höhere Körnerertrag mit der Mähdruschernete verloren geht (Bassetti *et al.* 1998).

4.1.2 Kenaf

4.1.2.1 Einleitung, Botanik, Ansprüche

Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) gehört zur Familie der Malvengewächse und stammt wahrscheinlich aus Afrika (Sudan). Der Artnamen *cannabinus* kommt von der ähnlichen Blattform des Hanfes (*Cannabis*, Bild 2). Zur Zeit wird Kenaf vor allem in Thailand, Indien, Pakistan und in den USA angebaut. Rund 4 Millionen Tonnen Fasern wurden 1980 weltweit produziert. In Europa steht der Anbau in Italien, Frankreich, Spanien und neu in Deutschland und der Schweiz zur Diskussion. Bis 1993 wurde Kenaf *nie* nördlich der Alpen angebaut. Kenaf ist in Mitteleuropa einjährig, könnte aber ohne Frost mehrjährig sein. Sein Wärmebedarf ist sehr hoch: für das Wachstum benötigt er mindestens 16 °C, für die Keimung 12 °C; sein Optimum liegt bei 25 °C (Amaducci und Venturi 1994).

Kenaf stammt aus Afrika und ist in Asien und den USA verbreitet. Er wurde erstmals 1993 nördlich der Alpen angebaut.

Die Kenaffasern sind 1,5 bis 6 mm lang und werden aus dem Bast (Rinde des Stengels) gewonnen. Diese Fasern können rein mechanisch aufgeschlossen werden (Terbatec AG 1995). Darin soll der grosse Vorteil gegenüber anderen Faserpflanzen bestehen, wo meist eine natürliche oder chemische Röste notwendig ist. Mit Kenaffasern lassen sich Spezialpapiere und Verpackungsmaterial sowie Schnüre und Säcke herstellen. Aus einer Hektare Kenaf können in Italien rund 1,5 Tonnen lange Fasern gewonnen werden. Die Schäben (Holz), die kurze Fasern von 0,5 bis 1 mm beinhalten, finden ebenfalls Verwendung im Papierbereich oder als Streumaterial.

Sein minimaler Wärmebedarf ist mit 16 °C sehr hoch.

Für unsere Klimazone bestehen gewisse Anbauerfahrungen mit Kenaf aus den USA und Italien (Neill und Kurtz 1994, Leto und Sacco 1989). In Mitteleuropa wurde zum ersten Mal 1993 in der Schweiz Kenaf angebaut, weil eine Nachfrage nach dieser Pflanzenfaser vorhanden war (Terbatec AG 1995). Diese Kultur fand in der Praxis einen gewissen Anklang. Die Anbaufläche betrug erstmals 1993 in der ganzen Schweiz 100 und 1995 in Baden-Württemberg 120 Hektar. Danach sank der Anbau stark bis fast zum Verschwinden (Tabelle 1).

Zum Teil übertragbare Anbauerfahrungen gibt es nur aus USA und Italien.



Bild 2. Kenaf ist eine einjährige Bastpflanze. Ihre Blätter gleichen denjenigen des Hanfes stark.

4.1.2.2 Sorten

In China, Burma, Indien, Indonesien, Korea, Bangladesch, Taiwan, Sowjetunion, USA, Kuba, Guatemala, Peru, Marokko, Ägypten, Südafrika, Sudan, Tansania und in der zentralafrikanischen Republik ist im Laufe dieses Jahrhunderts der Kenaf züchterisch bearbeitet worden (Dempsey 1975). Bisher sind keine Sorten bekannt, die gut an Mitteleuropa angepasst wären. Vor kurzer Zeit wurde aber in Spanien ein Züchtungsprogramm gestartet. Neben der ungenügenden Anpassung an das Klima sind die schlechte Verfügbarkeit und Reinheit des Saatgutes weitere Probleme (Venturi und Amaducci 1994a).

Kenaf wurde in Asien, Afrika und Amerika gezüchtet. Neu findet in Spanien ein Selektionsprogramm statt.

Die Erträge der untersuchten Kenafsorten waren ähnlich und schwankten von Jahr zu Jahr erheblich (Abbildung 12). Wegen der relativ kurzen Vegetationszeit in Mitteleuropa erreichte keine Sorte die Blütenbildung, so dass die frühe Notreife einen Einfluss auf den Ertrag haben könnte. Einzig die Sorte Cubano wies einen markant niedrigen Ertrag auf. Die Unterschiede sind möglicherweise auf eine gewisse Kälteresistenz zurückzuführen. Sortenversuche werden von den USA (Webber 1993), Argentinien (Ayerza und Coates 1996), Griechenland (Kipriotis *et al.* 1998), Italien (Di Candilo *et al.* 1992, Petrini *et al.* 1994, Venturi *et al.* 1990) und Baden-Württemberg (Adelmann 1997) berichtet, wobei je nach Region und untersuchter Sorte andere Ergebnisse vorliegen. Es war in der Tat sehr schwierig keimfähiges Saatgut von vielen Sorten zu erhalten. Die in der Praxis häufig angebaute Sorte Tainung 2 (und ihre Vermehrungslinien Tainung 2* und Tainung 2**) schnitt gut ab und ist für den Oberrhein zu empfehlen.

Die in der Praxis häufig angebaute Sorte Tainung 2 schnitt gut ab und ist für den Oberrhein vorzuziehen.

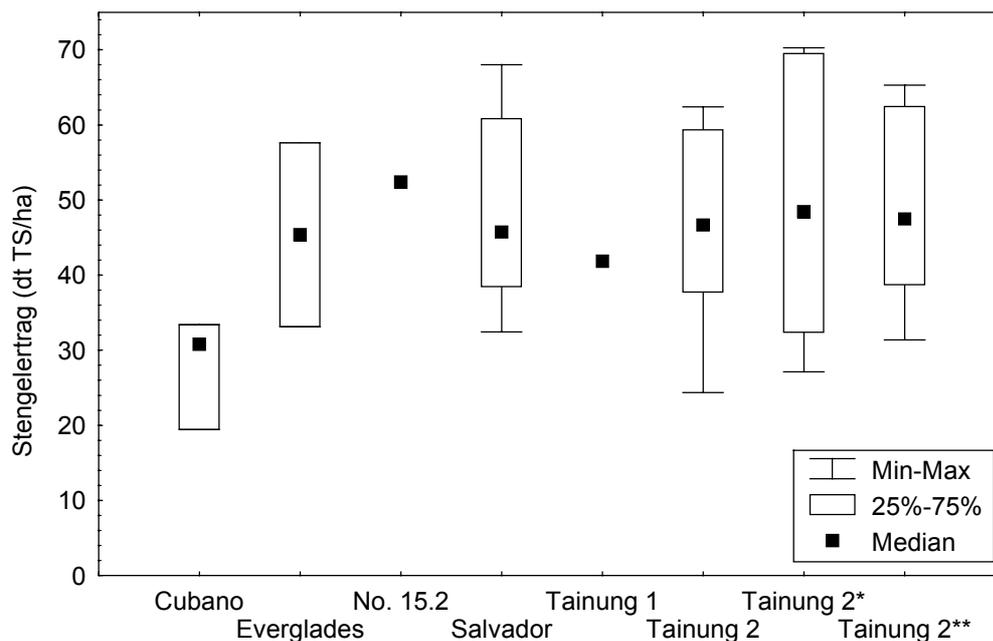


Abbildung 12. Ertragsleistung verschiedener Sorten (Tainung 2* und Tainung 2 sind Vermehrungslinien von Tainung 2, Winterernte, Versuche 1996 in Biengen, Steinensdt, Zürich-Reckenholz, 1997 in Biengen, Giebenach, Steinensdt)**

Die Qualitätsparameter der Sortenversuche sind in Tabelle 13 dargestellt. Zwar konnten wir feststellen, dass Everglades und Salvador bastreicher sind, doch die Ergebnisse der wichtigen Analyse der Faserfestigkeit schwankten extrem stark, so dass eine Interpretation unmöglich ist. Dies ist wahrscheinlich auf den starken Krankheitsbefall der Stengel mit *Botrytis* zurückzuführen und unterstreicht die Inhomogenität des Rohstoffes.

Wegen des Krankheitsbefalls sind die Fasern sehr inhomogen.

Tabelle 13. Faserqualitätsparameter in Abhängigkeit der Sorte

Sorte	Bastgehalt ¹ [%Stengel]	Fasergehalt ² [%Stengel]	Faserfestigkeit ² [cN/Tex]
Cubano	–	27,6	25,8
Everglades	43,4	–	–
No. 15.2	40,7	–	–
Salvador	43,7	31,6	27,9
Tainung 1	40,3	–	–
Tainung 2	41,1	33,0	30,7
Tainung 2*	40,6	37,0	30,3
Tainung 2**	42,4	27,0	23,1
Standardabweichung	2,2	-	-
Variationskoeffizient	-	-	16,3 (1996); 29,2 (1998)

¹ Herbsterte, 1996 in Zürich-Reckenholz und 1997 in Giebenach

² Wintererte, 1996 in Biengen, Steinenstadt und 1998 in Auggen

4.1.2.3 Saatmenge

Welche Saatkichte eignet sich für Kenaf am besten? In der Literatur gibt es widersprüchliche Angaben dazu (Dempsey 1975, Amaducci et al. 1990, Venturi und Amaducci 1994b). Je nach Autor wird eine Pflanzdichte zwischen 15 bis 120 Pflanzen pro Quadratmeter empfohlen. Bei niedriger Dichte verzweigen sich die Pflanzen und bilden mehr Blattmasse. Faserertrag und –festigkeit nehmen mit höherer Bestandesdichte zu (Konermann *et al.* 1997). Eine höhere Dichte steigert zudem die Bodenbedeckung. Der Preis von Kenafsaatgut ist zur Zeit hoch (rund 15 Euro pro kg). Eine niedrige Saatkichte senkt daher die Anbaukosten etwas.

In unseren Versuchen konnte gezeigt werden, dass ein Einfluss der Saatmenge vorhanden ist (Abbildung 13). Zwar waren die Schwankungen zwischen Jahren und Standorten sehr gross, doch als Trend von sechs Versuchen konnte gezeigt werden, dass der Stengelertrag mit zunehmenden Bestandesdichte zunimmt. Diese Ergebnisse bestätigten diejenigen von Mediavilla *et al.* (1997a) aus den Jahren 1994 und 1995 und unterstützen die Hypothese, wonach eine höhere Saatmenge sich positiv auf den Ertrag bei klimatisch günstigen Jahren und Standorten auswirken kann.

Es zeigte sich, dass bei niedriger Aussaatstärke Kenafpflanzen mehr Blattmasse bildeten, sich stärker verzweigten und somit eine höhere Bestandesdichte als erwartet erzielten. Dieser Effekt verschwand bei einer Aussaatstärke von 50 und mehr Pflanzen/m². Die starke Verzweigung bei niedriger Bestandesdichte führte jedoch nicht zu der erwünschten Bodenbedeckung. In diesen Varianten war ein deutlich stärkerer Unkrautdruck gegenüber den Versuchsvarianten mit höherer Bestandesdichte zu erkennen.

In der Literatur gibt es widersprüchliche Angaben zur idealen Saatkichte für Kenaf.

In günstigen Jahren und in klimatisch Laugen nahm der Ertrag bei steigender Bestandesdichte zu.

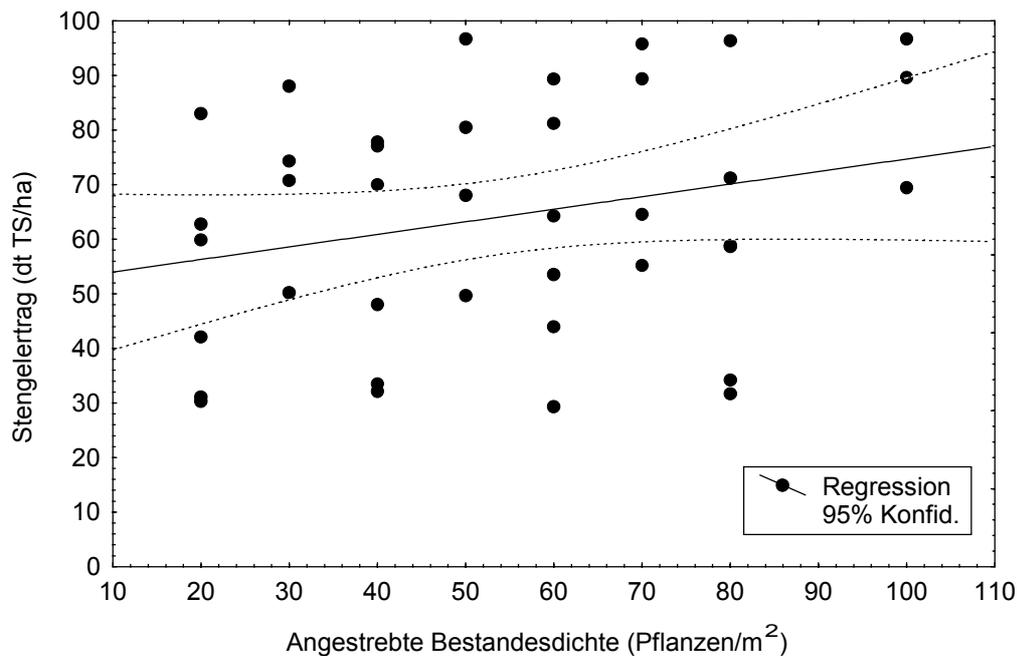
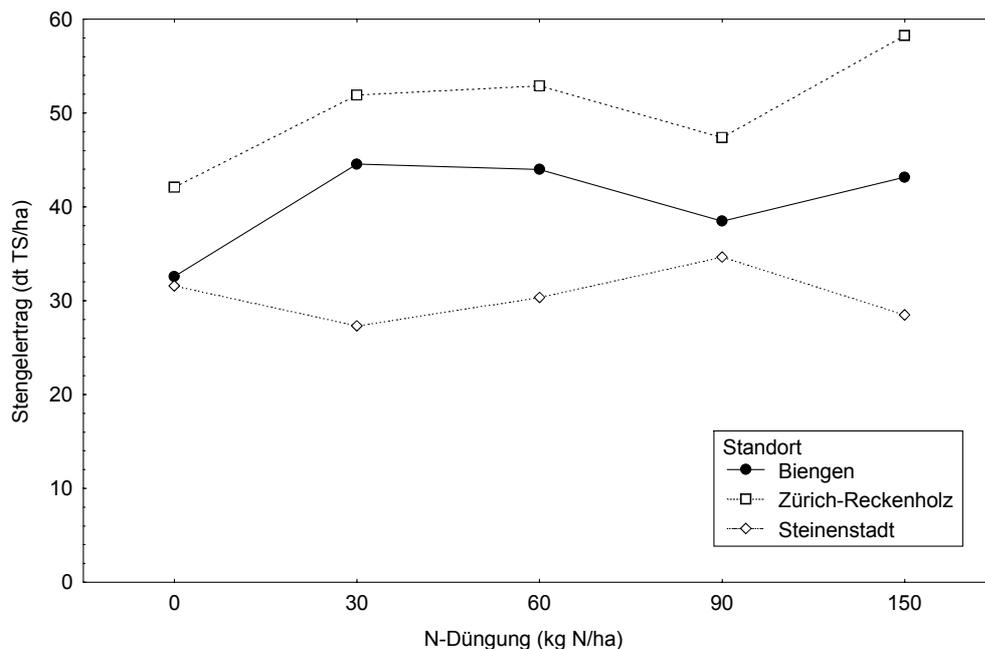


Abbildung 13. Einfluss der Bestandesdichte auf den Stengelertrag. (Winterernte, Versuche 1996 in Biengen, Steinenstadt, Zürich-Reckenholz, 1997 in Biengen, Giebenach, Steinenstadt)

4.1.2.4 Düngung

Über die Düngung von Kenaf herrscht keine einheitliche Meinung (Berger 1969, Dempsey 1975). In unseren Versuchen konnten wir zeigen, dass an günstigen Standorten (Biengen und Zürich-Reckenholz) schon Gaben von 30 kg N/ha einen positiven Einfluss auf den Ertrag haben (Abbildung 14). Zusätzliche N-Gaben wirkten sich kaum mehr positiv aus. Ähnliche Ergebnisse werden in Spanien von Manzanares *et al.* (1997) beschrieben. Am weniger günstigen Standort (Steinenstadt) hatte die N-Düngung überhaupt keinen Vorteil. Die Entzüge betragen im Herbst in Zürich-Reckenholz rund 65 kg N, 25 kg P₂O₅, 190 kg K₂O und 20 kg Mg pro Hektar. Da die Ernte in der Praxis im Winter stattfindet, ist davon auszugehen, dass mit dem Blattverlust auch viele Nährstoffe (rund 40% des Stickstoffs) das Feld nicht verlassen. An günstigen Lagen und in guten Jahren ist bei Böden mit guter N-Mineralisierung demnach eine geringe N-Gabe von 30 kg N/ha ausreichend.



Höhe N-Gaben konnten von der Kultur sogar an günstigen Lagen nicht aufgenommen werden und stellten eine Gefahr für das Grundwasser dar.

Abbildung 14. Einfluss der mineralischen N-Düngung auf den Stengelertrag (Winterernte, Versuche 1996 in Biengen, Steinstadt, Zürich-Reckenholz)

Im Herbst betrug in Zürich-Reckenholz der N_{\min} -Gehalt im Boden beim Verfahren 30 kg N wie beim Kontrollverfahren 42 kg N/ha; bei der höchsten N-Gabe hingegen noch 80 kg/ha. Am ungünstigen Standort Steinstadt ist bei den hohen N-Gaben zu vermuten, dass Stickstoff ins Grundwasser ausgewaschen worden ist. Um diese Gefahr möglichst zu verringern, sollte die N-Düngung auf 30-60 kg N abgesetzt werden. Dies würde eine zusätzliche Reduktion der Empfehlungen von Schweiger 1995 und von Ammon *et al.* 1996 von 50-100 bzw. 75-90 kg N/ha bedeuten.

4.1.2.5 Erfahrungen

4.1.2.5.1 Saat und Pflege

Wegen seinem hohen Wärmebedarf muss der Anbau von Kenaf gut überlegt werde. Insbesondere der Wahl der Anbaulage, aber auch der Saat und der Pflege müssen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Es ist schon vorgekommen, dass Landwirte diese grundsätzlichen Erkenntnisse unterschätzt haben und mit dem Unkraut nicht mehr zurecht gekommen sind.

Der Wahl der Anbaulage, der Saat und der Pflege muss besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Kenaf stellt höhere Temperaturansprüche als der Mais. Wärmere Lagen unter 500 m ü. M. sind für seinen Anbau geeignet (Körnermaislagen). Prinzipiell kann Kenaf auf allen Bodenarten, ohne Staunässe, angebaut werden. Auf Moorböden oder stark verunkrauteten Flächen ist es schwierig, die Unkräuter genügend zu regulieren. Die Saat sollte von Mitte bis Ende Mai stattfinden. Zwar keimt der Kenaf sehr rasch, doch für sein Wachstum ist eine Temperatur von über 16 °C nötig.

Wegen seiner langsamen Jugendentwicklung benötigt Kenaf eine intensive Unkrautbekämpfung, was seine Eignung für den biologischen Landbau stark einschränkt (Heim 1994, Mediavilla *et al.* 1997a). Die Bekämpfung wird grundsätzlich chemisch und häufig zusätzlich noch mechanisch durchgeführt. Verschiedene Vorsaat- und Voraufbaumittel sind vorhanden (Ammon *et al.* 1996, Di Candilo und Faeti 1990, Schweiger 1995). Im Nachaufbau kann man nur gegen Gräser spritzen. Eine mechanische Unkrautbekämpfung kommt nur in Frage,

wenn eine Reihenweite von 40 bis 50 cm eingehalten wurde. In der Schweiz wird Kenaf meistens mit der Rübensämaschine gesät, die Unkrautbekämpfung geschieht chemisch und mechanisch. In Baden-Württemberg erfolgte die Saat häufig mit der Getreidesämaschine, und deshalb war nur eine chemische Unkrautbekämpfung möglich. Die Verfahrensunterschiede sind damit möglicherweise an die unterschiedliche regionale Bedingungen angepasst (mehr Niederschlag und dadurch mehr Unkraut in der Nordwestschweiz).

4.1.2.5.2 Krankheiten und Schädlinge

Die wichtigste Krankheit im Kenaf war der Grauschimmel (*Botrytis cinerea*). Bereits Anfang August wurde der Erstbefall an Blättern und einzelnen Stengeln sichtbar. Bei feuchter Witterung und kühleren Temperaturen breitete er sich rasch aus. Im September und Oktober wurden auch die Stengel stark befallen. Dabei beobachteten wir eine intensive Sporulation. In den Jahren 1994 und 1995 wurde untersucht, ob mit Fungiziden der Befall zu stoppen sei. Trotz hohem Aufwand (Pflanzenhöhe) und hoher Kosten (mehrmalige Applikation) war keine Wirkung sichtbar. Ausserdem besteht die Gefahr einer raschen Bildung von resistenten Pilzstämmen (Mediavilla *et al.* 1997a).

Der Befall mit Grauschimmel ist im Herbst in der Regel sehr stark. Eine Bekämpfung ist nicht möglich.

In Einzelfällen wurde ausserdem ein Befall mit *Sclerotinia*, *Verticillium* und Maiszünsler (*Ostrinia nubilis*) beobachtet. Dieser Schaden war sehr klein.

4.1.2.5.3 Ernte

4.1.2.5.3.1 Zeitpunkt

Das Kenafwachstum ist im Mai, Juni und Juli sehr langsam. Entscheidend für den Ertrag ist die Witterung von August bis Oktober, den Monate in denen er sehr schnell wächst. Im Oktober wird der höchste Stengelertrag erreicht, wobei die Blätter noch vorhanden sind. Im Laufe des Winters, mit dem Einsetzen der ersten Fröste, und wegen dem häufigen Befall mit Grauschimmel, geht die ganze Blattmasse verloren. Der Stengelertrag nimmt dann in der Regel um 10 bis 25 % ab. Der Wassergehalt sinkt aber im Winter (Mediavilla *et al.* 1997a). Aus diesen Gründen wird der Kenaf in der Praxis während des Winters (Dezember bis März) geerntet. Ende September kann Kenaf sporadisch zur Blüte kommen, ohne dass aber Samen gebildet werden.

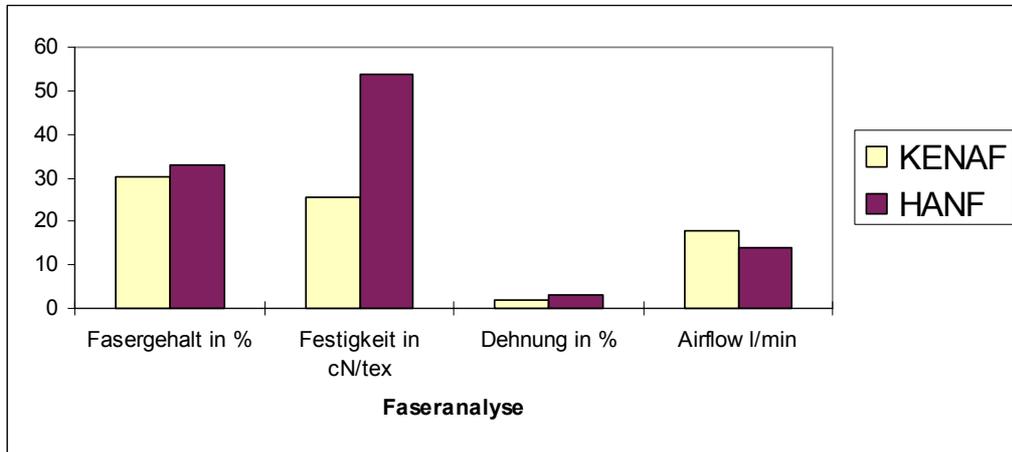
Die Winterernte spart teilweise Energie für die Trocknung.

4.1.2.5.3.2 Technik

Die Winterernte wurde am Oberrhein mit einem reihenunabhängigen Maishäcksler durchgeführt. Wegen der hohen Reissfestigkeit der Fasern sind jedoch scharfe Schneidwerke nötig, um die Gefahr des Wickelns zu verhindern. Die Trennung von Fasern und Schäben kann mit einem umgerüsteten Mähdrescher relativ leicht erfolgen. Ein Problem liegt jedoch in den Erntefeuchten, auch bei der Winterernte der Kultur. Die von den Landwirten im Februar 1996 geernteten Bestände hatten immer noch eine Restfeuchte von 25 - 35 %. Eine zusätzliche Trocknung war also notwendig. Eine schlagkräftige Trocknungsanlage beziehungsweise eine reibungslose Organisation der Abfuhr des Erntegutes ist besonders wichtig, weil sich das gehäckselte Erntegut sonst erhitzt und dabei die Fasern zerstört wurden. Dieser Ablauf hat in Baden-Württemberg zu Problemen geführt (Schwappach 1996). In der Schweiz wurde das Erntegut – praktisch ohne Trocknung – pelletiert, was seine Handhabung stark vereinfacht. Mit diesem Ernteverfahren gehen aber die langen Faserbündel verloren.

4.1.2.6 Vergleich der Faserqualität zwischen Kenaf und Hanf

Neben der Ertragsleistung der einzelnen Kenafsorten ist die *Faserqualität* für den Verarbeiter von entscheidender Bedeutung. In Abbildung 15 wird die Qualitätsleistung von Kenaf und Hanf während der Versuchsjahre 1996 bis 1998 gegenübergestellt. Bei diesem Vergleich zeigt sich sehr deutlich, dass der Hanf in Bezug auf alle analysierten Parameter die besseren Ergebnisse erzielte. (Je niedriger der Airflow-Wert, desto grösser die Faserfeinheit). Auch hier zeigt sich bereits die Schwierigkeit der Kenafkultur, sich gegenüber dem Hanf zu behaupten.



Kenaffasern weisen gegenüber Hanffasern eine deutlich geringere Festigkeit auf.

Abbildung 15. Vergleich der Faserqualitäten von Kenaf und Hanf, aufgrund der Untersuchungsergebnisse von 1996 bis 1998.

4.1.3 Miscanthus

4.1.3.1 Einleitung, Botanik, Ansprüche

Chinaschilf (*Miscanthus x giganteus* GREEF et DEU, Synonyme *Miscanthus sinensis* 'Giganteus' FOERSTER, *Miscanthus x ogiformis* HONDA [Linde-Laursen 1993]) ist eine hochwachsende, mit dem Zuckerrohr verwandte Grasart, welche aus Südostasien stammt. In Europa wird seit wenigen Jahren ein bestimmter Typ (klonal vermehrt, triploider Hybrid) angebaut, der im Jahr 1935 als Zierpflanze von Japan nach Dänemark eingeführt wurde (Bild 3). Wegen seines grossen Ertragspotentials wurde seine Nutzung als nachwachsender Rohstoff zur Fasergewinnung und für die Energieproduktion vorgeschlagen. Chinaschilf ist triploid und deshalb steril. Es kann nur vegetativ mit Rhizomen oder der Meristemtechnik vermehrt werden (Lewandowski 1992).

Miscanthus ist eine hochwachsende, perennierende Grasart, die seit 1935 in Europa als Zierpflanze angebaut wird.

Die im Treibhaus angezogenen Setzlinge werden von Ende April bis Mitte Mai gepflanzt. Der Erfolg hängt stark von der Entwicklung im ersten Jahr ab. Diese wird von Standort, Pflege und Boden beeinflusst. Der Anbau kann bis maximal 700 m ü.M. erfolgen. Staunässe sowie verdichtete Böden sind ungeeignet. Für hohe Erträge ist eine gute Wasserversorgung unerlässlich (Mediavilla *et al.* 1997c).



Bild 3. Miscanthus, oder Chinaschilf, ist eine hochwachsende, perennierende Grasart.

4.1.3.2 Düngung

Die Vegetationsperiode von Chinaschilf ist lang. Sie geht von April bis Oktober. Mit der Ernte, die von Februar bis April stattfindet, werden nur die Stengel abgeführt. Diese weisen einen tiefen Gehalt an Nährstoffen auf. Im Herbst werden Stickstoff, Phosphor, Kalium und Magnesium vom Spross in die Wurzel verlagert (Stünzi und Lehmann 1995). Im Winter fallen die meisten Blätter ab (20-25 % der Gesamtmasse) und bilden eine Mulfschicht, die in den folgenden Jahren abgebaut wird. Alle diese Gründe tragen dazu bei, dass der Düngerbedarf von Chinaschilf klein ist.

An den Standorten Zürich-Altwei und Anwil konnte während der ersten sieben Jahre keine statistisch gesicherte Wirkung der Düngung nachgewiesen werden (Abbildung 16). Der geringe N-Einfluss auf den Ertrag bestätigen die Ergebnisse von Schwarz *et al.* (1993) in Österreich, Hotz *et al.* (1993) und Lewandowski und Kahnt (1994) für Deutschland sowie McCarthy und Walsh (1996) aus einem Projekt in mehreren Ländern der Europäischen Union. Vielmehr wird das Wasserangebot als begrenzender Faktor angesehen. Mögliche Gründe für den fehlenden Einfluss der Düngung sind: die lange Vegetationszeit (April bis Oktober, ein einziger Aufwuchs), die Ernte von nährstoffarmen Stengeln und die grosse Masse Rhizome mit grossem Nährstoff-Speicherungsvermögen.

Bis jetzt konnte in Versuchen nie eine positive Wirkung der Düngung nachgewiesen werden.

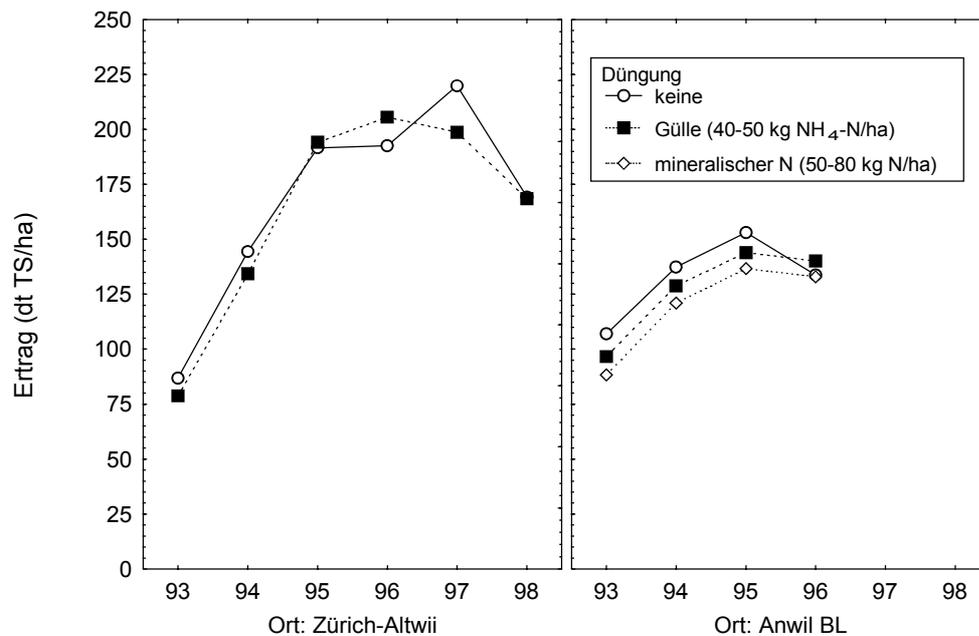


Abbildung 16. Einfluss der Düngung auf der Ertragsleistung von Miscanthus an zwei Standorten. Anlage 1992.

Der langfristige Bedarf einer Düngung bleibt jedoch abzuwarten. Klar ist, dass in gut versorgten Böden während der ersten Jahre auf eine Düngung verzichtet werden kann. Langfristig könnte eine leichte Gabe, entsprechend den Entzügen, von Vorteil sein. Dies geht aus der Beobachtung hervor, dass im fünften Jahr an beiden Standorten bei dem ungedüngten Verfahren eine Reduktion des Ertrages beobachtet wurde.

Über die ganze Anbauzeit (bis 20 Jahren) stellt Miscanthus einen wertvollen Schutz gegen Nitratauswaschung dar.

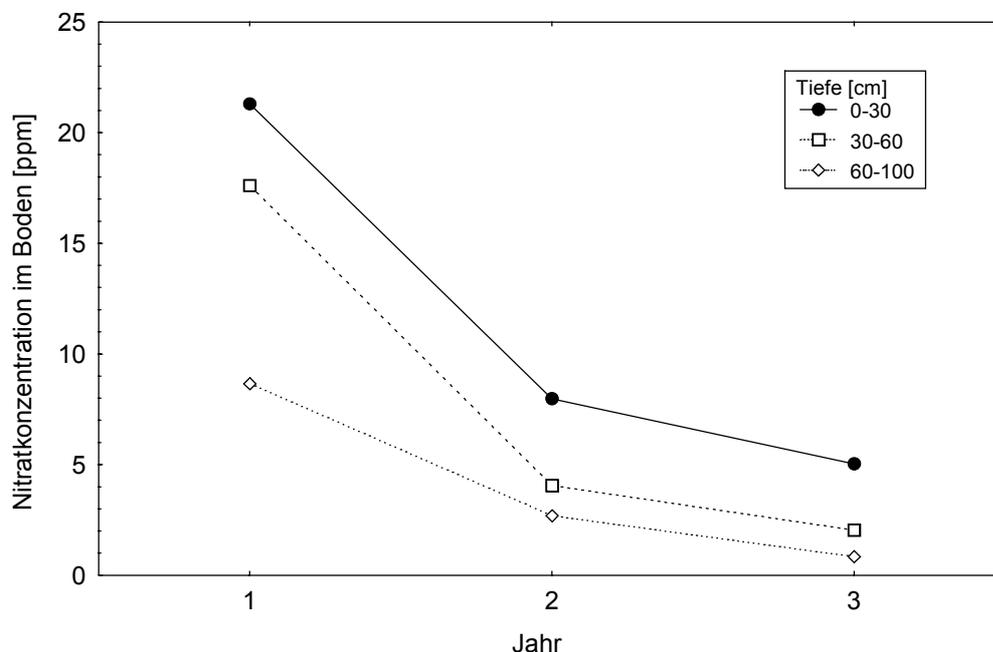


Abbildung 17. Nitratkonzentration im Boden im Verlauf der Anbaujahre. Mittel zweier Standorte. Anlage 1992.

Um die Gefahr des Anbaus für das Grundwasser abzuschätzen wurden N_{\min} -Proben gezogen. Im Pflanzjahr war der N_{\min} -Gehalt im Boden unter dem Chinaschilfbestand zum Teil recht hoch. Im Juni konnten Nitratkonzentrationen bis 27 ppm (0-30 cm) gemessen werden. Danach sank der Nitratgehalt ab und er-

reichte im November rund 5 ppm bei 0-30 cm (das bedeutet rund 100 kg N_{min}/ha bei 0-100 cm). Im zweiten und in den nachfolgenden Jahren sank der Nitratgehalt weiterhin (Abbildung 17), der N_{min}-Gehalt sank entsprechend auf rund 10 kg N/ha (0-100 cm). Auf diesem Niveau stellt der mineralische Stickstoff im Boden keine Gefahr mehr für eine Auswaschung dar. Im Gegenteil, auf 15 Jahren gerechnet, ist der hohe N_{min}-Gehalt im ersten Jahr vernachlässigbar.

In unseren Versuchen wurden unter optimalen Bedingungen Erträge zwischen 15 und über 20 t Trockensubstanz pro Hektar gemessen. In der Praxis aber bleibt oft ein hoher Anteil an Stoppelresten auf dem Feld (bis 3 t TS/ha) zurück (Beuch 1995). Ausserdem ist die Anbaulage oft nicht ideal, so dass niedrigere Erträge, zwischen 10 und 15 t TS/ha, erzielt werden.

In Versuchen wurden Erträge bis über 20 t TS/ha gemessen. In der Praxis liegen sie bei 10 bis 15 t.

4.1.3.3 Sorten

Im Vergleich zwischen Genotypen wurde nach vier Anbaujahren deutlich, dass einige Sorten besonders ertragreich sind: Giganteus GSB und Giganteus Spaet (Abbildung 18). Die absoluten Erträgen sind zwar wegen der kleinen Parzellenfläche mit Vorsicht zu geniessen, doch es wurde klar, dass gewisse Sorten (z.B. Xanten V*H250 und Gracillimus) völlig ungeeignet sind. Das Cultivar Goliath, das in eigenen Klimakammerversuchen (Meister *et al.* 1996) eine grössere Kältetoleranz gezeigt hatte, wies eine mittlere Ertragsleistung auf.

Nicht alle Genotypen sind gleich gut geeignet.

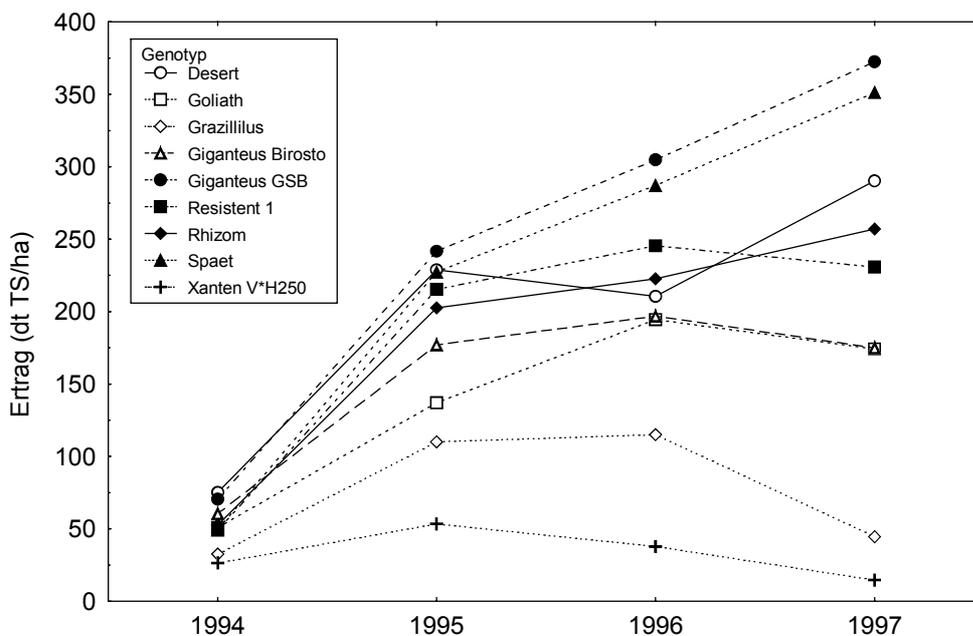


Abbildung 18. Verhalten verschiedener Genotypen im Laufe der Jahren. Anlage Zürich-Reckenholz 1993.

4.1.3.4 Pflanzdichte

Die empfohlene Standdichte beträgt eine Pflanze pro Quadratmeter (Ammon *et al.* 1996). Eine höhere Dichte wäre agronomisch von Vorteil (Unkrautbekämpfung), würde aber die Anlagekosten stark erhöhen. Eine um 30% tiefere Dichte führte in Versuchen zu Ertragsdepressionen in den ersten beiden Erntejahren (Tabelle 14).

Die empfohlene Standdichte beträgt eine Pflanze pro Quadratmeter

Tabelle 14. Reduktion des Ertrages bei einer tieferen Pflanzdichte (0,7 im Vergleich zu 1 Pflanze pro Quadratmeter) in den ersten drei Erntejahren.

Ort	Jahr	Ertrag 1 Pflanze/m ² (t TS/ha)	Ertragesreduktion 0,7 Pflanzen/m ² (%)
Zürich-Altwi	2	10,1	36
	3	14,5	14
	4	19,7	4
Anwil BL	2	10,7	18
	3	13,4	7
	4	14,5	1

4.1.3.5 Praxiserfahrungen

4.1.3.5.1 Umfrage bei den Landwirten in Baden-Württemberg

Gemäss den Resultaten der Umfrage beeinflussten folgende Punkten die Anbauentscheidung der Landwirte:

Sinnvolle Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen, die sonst als Flächenstilllegung brachliegen würden; Anbaualternative in Wasserschutzgebieten (geringe Nitratgehalte unter Miscanthus); geringer Arbeits-, Pflanzenschutzmittel- und Düngeraufwand.

Die Erfahrungen der Landwirte in Baden-Württemberg beim Anbau von Miscanthus sind recht unterschiedlich, folgende Erkenntnisse lassen sich generell ableiten:

Die Tendenz der Landwirte geht dahin, Miscanthus eher auf schlechten Standorten anzubauen, obwohl die Kultur hohe Ansprüche an den Standort stellt. Das gelieferte Pflanzgut war zum Teil nicht im optimalen Zustand. Die Pflanzung muss möglichst sofort erfolgen, und eventuell sollte sogar bewässert werden, um einen guten Anwuchs zu erzielen. Eine N-Düngung ist auf guten Standorten nicht notwendig, und auch auf schlechten Standorten sollte eher verhalten gedüngt werden, da sonst die Pflanzen zu Winterbeginn noch im vollen Saft stehen und damit die Überwinterungschancen gering sind. Im ersten Anbaujahr ist der Unkrautdruck besonders hoch und muss mechanisch bzw. meistens auch mit Pflanzenschutzmitteln behandelt werden (nicht alle Mittel sind empfehlenswert). Im zweiten Anbaujahr ist je nach Standort eine weitere Behandlung notwendig.

Insgesamt kann gesagt werden, dass das erste Anbaujahr für das Gelingen der Kultur entscheidend ist. Wenn die Kultur gut gepflegt wird und dementsprechend gut in den ersten Winter kommt, ist die Auswinterungsgefahr eher gering. Die Praxis zeigt jedoch, dass es hier grössere Probleme gab, die bis zu Totalausfällen durch Auswinterungsschäden führten.

Die in Baden-Württemberg angepflanzten Flächen wurden zum grössten Teil 1997 erstmals beerntet. Insgesamt sind knapp 40 ha mit einem mittleren Ertrag von 8 t/ha geerntet worden. Bei der Auswahl der Erntemethode gab es grosse Unsicherheiten. Da die Vermarktungswege bisher noch offen sind, war nicht klar, in welcher Form - gehäckselt, Ganzpflanzenbündel, Quaderballen,- der Miscanthus am besten weiterverarbeitet werden kann. Aufgrund der besseren Lagermöglichkeit für den Landwirt, wurde das Erntegut zumeist in Quaderballen gepresst.

Landwirte bauen Miscanthus an um:

- Stilllegung zu nutzen
- Kein Nitrat zu produzieren
- Den Anbauaufwand zu minimieren

Das erste Jahr ist für den Anbauerfolg entscheidend. Die Vermarktung bleibt offen.

4.1.3.5.2 Überwinterung, Kälteresistenz und Feldlagerung

Rhizome sind die Überwinterungsorgane von Chinaschilf. Sehr starker Frost kann sie beschädigen und sogar zu einem Totalausfall der Kultur führen, was in den letzten Jahren in Einzelfällen, v.a. auf höheren Lagen, aufgetreten ist. Die Gefahr der Auswinterung ist im ersten Winter akut, da die Pflanze vermutlich noch nicht genügend entwickelt ist. Eine starke Verunkrautung, welche die Entwicklung hemmt, kann indirekt das Überwinterungsrisiko erhöhen. Eine gut überlegte Wahl des Standorts sowie eine angepasste Unkrautbekämpfung können diese Gefahren reduzieren.

In Klimakammerversuchen konnten Mediavilla *et al.* (1997c) zeigen, dass einjährige Chinaschilfpflanzen Temperaturen von -6 °C während 12 Stunden ertragen. Zweijährige Pflanzen verkrafteten sogar -8 °C. Bei tieferen Temperaturen entstanden irreversible Schäden. Eine Schutzwirkung durch eine Abdeckung mit organischem Material, wie Einsaaten (zum Beispiel von Phacelia), Stroh oder Mist konnte nicht nachgewiesen werden. Solche Methoden werden dennoch in der Praxis eingesetzt.

Sehr häufig trat im Winter Feldlagerung auf. Dies erschwerte die Feldtrocknung und die Ernte. Mögliche Ursachen könnten sein: Schneedruck, üppige Bestände, nicht abgeschlossene Vegetationsphase.

Die Überwinterung im ersten Jahr ist der kritische Faktor des Anbaus.

Die wiederholte Feldlagerung gibt Anlass zur Sorge.

4.1.3.5.3 Unkrautbekämpfung

Miscanthus ist im ersten Jahr konkurrenzschwach und bedarf der Unkrautbekämpfung. Das Unkraut soll im Keimblattstadium bekämpft werden. Striegeln und hacken sind möglich. Die chemische Bekämpfung erfolgt nach der Pflanzung. Im Frühjahr des zweiten Standjahrs kann es nötig sein, eine letzte Unkrautbekämpfung durchzuführen. In der Schweiz sind mehrere Vorauf- und Nachauf-Präparate bewilligt (Ammon *et al.* 1996). Ab dem dritten Jahr, ist dank der dicken Mulchschicht keine Bekämpfung mehr nötig.

4.2 Prüfung der Möglichkeit einer Markteinführung

4.2.1 Wirtschaftlichkeit

4.2.1.1 Rahmenbedingungen

1999 werden für den Anbau von Faserpflanzen je nach Land verschiedene Anbauprämien bezahlt (Tabelle 15). Der Hanfanbau erhält in der EU eine spezielle Prämie, ähnlich wie dem Flachs-anbau. Miscanthus- und Kenafanbau wird mit einer Prämie als Stilllegungsfläche entschädigt. In der Schweiz wird der Hanfanbau ebenfalls speziell behandelt und tiefer als Kenaf und Miscanthus, aber insgesamt deutlich besser als in der EU, entschädigt.

Für den Anbau von Faserpflanzen werden je nach Land unterschiedliche Prämien ausbezahlt.

Tabelle 15. Prämien für den Anbau von Faserpflanzen je nach Land (1999)

Land	Hanf	Kenaf	Miscanthus
Schweiz [CHF]	2'700	3'200	3'200
Baden-Württemberg [DM]	1'292	710	710
Frankreich [FF]	2'800	3'000	3'000

4.2.1.2 Deckungsbeiträge

Ohne Prämien waren bei unseren Berechnungen in der Schweiz die Deckungsbeiträge für den Anbau von Faserpflanzen nicht attraktiv. Sie belaufen sich für Kenaf auf -1'859, für Hanfstroh auf -1'121 und für Chinaschilf auf 259 CHF pro Hektar (Tabelle 16). Mit den entsprechenden Prämien (Jahr 1999) waren die Deckungsbeiträge für Chinaschilf (3'259 CHF) und Hanfstroh (1'579 CHF/ha) am höchsten. Im Vergleich dazu betragen die Deckungsbeiträge (inklusive Direktzahlungen) für Körnermais 1'400 CHF (integrierte Produktion) und 2'000

Ohne Prämien ist die einfache Nutzung von Faserpflanzen nicht konkurrenzfähig. Mit Nebenprodukten sieht das besser aus.

CHF (biologische Produktion) sowie für Winterweizen 3'200 CHF (Klasse I, IP) und 4'700 CHF (Klasse I, bio).

Tabelle 16. Wirtschaftlichkeit der Produktion von Faserpflanzen in der Nordwestschweiz

Produktlinie	Deckungsbeiträge (DB) [CHF]	
	ohne Prämie	mit Prämie
Kenaf-Pellets	-1'859	1'341
Hanf-Stroh	-1'121	1'579
Hanf-Samen und -Stroh (bio)	506	3'206
Miscanthus-Stroh	259	3'259
Ätherisches Hanf-Öl und -Stroh (bio)	15'450	18'150
THC-arme Hanf-Blüten und -Stroh (bio)	23'355	26'055

Für schweizerische Landwirte, die über genügend Arbeitskräfte und über die nötigen Infrastrukturen verfügen, könnte die Doppelnutzung von Hanf interessant sein (Tabelle 16). Der Deckungsbeitrag mit Prämien bei der Produktion von Hanfsamen beträgt 3'206, von ätherischem Hanföl 18'150 und von THC-armen Hanfblüten sogar 26'055 CHF/ha. Für die berechnete Blütergewinnung sind eine maschinelle Blüterernte, geeignete Trocknungseinrichtung (geheizte Heubelüftung) und die Möglichkeit einer maschinellen Reinigung (für Kräuterproduktion üblich) Erfordernisse. Für die Gewinnung von ätherischem Hanföl sind die maschinelle Blüterernte und die Destillation Voraussetzung. Der Markt für ätherisches Hanföl und für Hanfblüten ist zur Zeit noch sehr neu. Dies führt dazu, dass die Preise wahrscheinlich in der nächsten Zeit sinken werden. Die Nachfrage ist ausserdem instabil. In Deutschland und Frankreich erschweren juristische Bedingungen die landwirtschaftliche Produktion von ätherischem Hanföl und THC-armen Hanfblüten. Die EU-Verordnung zum Anbau von Nutzhanf sieht vor, dass die Ernte erst nach der Samenbildung (also nach der Blüte) erfolgen darf. Deshalb wurde auf eine Berechnung verzichtet.

Solange der Markt so bleibt, schneiden in der Nordwestschweiz die Doppelnutzungen von Hanf mit ätherischem Öl oder Blüten extrem gut ab.

Tabelle 17. Wirtschaftlichkeit der Produktion von Faserpflanzen in Baden-Württemberg

Produktlinie	Deckungsbeiträge [DM]	
	ohne Prämie	mit Prämie
Miscanthus-Stroh	-500	165
Kenaf-Pellets	-305	405
Hanf-Stroh	-771	521
Hanf-Samen und -Stroh (bio)	162	1'454

Ohne Prämien wäre die Produktion von Faserpflanzen in Baden-Württemberg auch nicht wirtschaftlich. Mit Prämien betragen die Deckungsbeiträge für Chinaschilf 165, für Kenaf 405, für Hanfstroh 521 und für die Doppelnutzung Hanfsamen und -stroh 1'454 DM pro Hektar (Tabelle 17). Als Vergleich dazu seien die Deckungsbeiträge des Jahres 1998 für Körnermais rund 1'070 DM (mittlere Intensität) und für Sonnenblumen 1'170 DM (mittlere Intensität) erwähnt. Dies zeigt an, dass nur die erwähnte Doppelnutzung beim Hanf interessant erscheint. Dies wurde im Kapitel über der Landwirtenumfrage schon erwähnt (4.1.1.6.1).

In Baden-Württemberg ist die Doppelnutzung Hanfsamen und -Stroh interessant.

Tabelle 18. Wirtschaftlichkeit der Produktion von Faserpflanzen in Elsass

Produktlinie	Deckungsbeiträge [FF]	
	ohne Prämie	mit Prämie
Hanf-Stroh	-573	2'227
Kenaf-Pellets	-219	2'781
Miscanthus-Stroh	399	3'212
Hanf-Samen und -Stroh (bio)	1'252	4'052

Im Elsass ist die Situation ähnlich. Ohne Prämie ist die Wirtschaftlichkeit des Anbaus völlig unattraktiv. Mit Prämien beträgt der Deckungsbeitrag für Hanfstroh 2'227, für Kenaf 2'781 und für Chinaschilf 3'212 FF/ha (Tabelle 18). Beregneter Mais weist vergleichsweise einen Deckungsbeitrag von rund 5'750 FF, Weizen 4'800 FF auf.

In Elsass erscheint der Miscanthusanbau, aber auch die Doppelnutzung Hanfsamen und -Stroh interessant.

4.2.1.3 Arbeitsaufwand

Miscanthus mit nur 19 Arbeitskraftstunden pro Hektar ist die arbeitsextensivste Kultur (Tabelle 19). Es benötigt auch am wenigsten Zugkraftstunden. Der Miscanthusanbau weist aber gewisse Unterschiede zwischen dem Anpflanzjahr und den Erntejahren auf. Im ersten Jahr beträgt der Arbeitsaufwand 24 h, in den Erntejahren reduziert er sich auf 19 h (inklusive Transport der Ballen). Der grösste Arbeitsaufwand liegt bei den Doppelnutzungen ätherisches Öl und Hanfblüten. Dank den zur Zeit hohen Preisen für Hanfsamen, Samenöl, ätherisches Hanföl und THC-arme Blüten, ist die Arbeitsproduktivität bei den Doppelnutzungen sehr hoch (122, 190 und respektive 261 CHF pro Arbeitskraftstunde). Obwohl unsere Berechnungen für den biologischen Anbau durchgeführt wurden, besteht zur Zeit durchaus noch ein relativ grosser Markt für im integrierten Landbau produzierte Hanfsamen, Öle und Blüten.

Miscanthus ist eindeutig die arbeitsextensivste Kultur.

Es ist festzuhalten, dass die Ernte von Miscanthus und Kenaf in den Winter bzw. das Frühjahr fällt. Dies ist aus arbeitstechnischen Gründen sicher ein grosser Vorteil.

Tabelle 19. Arbeitsaufwand und Arbeitsproduktivität in der Nordwestschweiz

Produktlinie	Arbeitsaufwand [h]		Arbeitsproduktivität [CHF/AKh]
	Arbeitskraft	Zugkraft	DB mit Prämie
Kenaf-Pellets	35	29	38
Hanf-Stroh	27	28	59
Hanf-Samen und -Stroh (bio)	34	33	96
Miscanthus-Stroh	19	18	174
Ätherisches Hanf-Öl und -Stroh (bio)	95	68	190
THC-arme Hanf-Blüten und -Stroh (bio)	100	69	261

4.2.1.4 Fazit

Für die Landwirte ist der Anbau von Faserpflanzen unterschiedlich je nach Kultur und Land zu bewerten. Die Anbauprämie bestimmt in der Regel den Hauptteil des Deckungsbeitrags.

Die Wirtschaftlichkeit von Miscanthus in der Schweiz und im Elsass hält mit Vergleichskulturen mit.

Miscanthus ist eine extensive Kultur. Sie hat in der Schweiz einen Deckungsbeitrag vergleichbar mit Winterweizen der wenig guten Klasse. Im Elsass ist sein Anbau rund 1'500 FF weniger rentabel als Weizen und in Baden-Württemberg mit nur 165 DM kaum rentabel. Hierbei soll auch nicht unerwähnt bleiben, dass die Nachfrage nach Erntegut von Miscanthus in der Vergangenheit zu positiv eingeschätzt wurde. Zur Zeit gibt es zumindest regional in Baden-Württemberg keine erkennbaren Absatzwege für grössere Erntemengen.

Kenaf, dessen Markt zur Zeit nicht mehr existiert und für den die Berechnungen keine praktische Bedeutung mehr haben, ist in keinem Land einträglich.

Die Rentabilität des Kenafanbaus ist nirgends gegeben.

Der **Hanf**anbau verlangt eine differenzierte Betrachtung. Bei der reinen Strohgewinnung ist der Deckungsbeitrag in der Schweiz in der Höhe von Körnermais (IP), aber deutlich tiefer als bei Winterweizen. In Baden-Württemberg ist er mit rund 500 DM tiefer als für Körnermais und Sonnenblumen. Im Elsass wäre er – es gibt zur Zeit in der Praxis keinen Anbau – über 2'000 FF tiefer als bei Weizen. Die Doppelnutzung verleiht dem Hanf aber eine andere Bedeutung. Werden die Körner zuerst gedroschen, liegt der Deckungsbeitrag in Baden-Württemberg deutlich höher als bei Körnermais und Sonnenblumen und im Elsass fast so hoch wie bei Weizen. In der Schweiz gibt es zusätzlich (für entsprechend eingerichtete Betriebe) die sehr rentablen Alternativen mit der Produktion von ätherischem Öl oder Blüten.

Bei einer Doppelnutzung ist der Anbau von Hanf in allen Ländern interessant.

4.2.2 Abschätzung des Marktpotentials

4.2.2.1 Schweiz

Die Tabelle 20 gibt eine Übersicht über die ermittelten kurzfristigen und langfristigen Marktpotentiale in der Schweiz. Die bekanntesten, einheimisch anbaubaren Pflanzenfasern mit den grössten (bzw. den vielfältigsten) Potentialen sind Hanf und Flachs. Dazu tragen verschiedene Gründe bei, darunter sicherlich der relativ einfache Anbau, die technischen Eigenschaften der Fasern (zum Beispiel Faserlänge und Festigkeit), die damit verbundenen vielseitigen potentiellen Anwendungsmöglichkeiten, aber auch die Popularität der Pflanzen als nachwachsende Rohstoffe in den meisten Teilen Europas, in Teilen Asiens und zunehmend auch in den USA und Canada. Die insgesamt hohe Einschätzung von Flachs ist insofern erstaunlich, dass in der Schweiz kein Flachs zur Fasergewinnung angebaut wird. Allerdings ist und war diese Faser immer im (Textil-) Handel erhältlich.

Die Einschätzung des Potentials für Flachs war überraschend.

Miscanthus wird tendenziell in Produkten geringerer Wertschöpfung verwendet, auch wenn die Fasern in Kunststoffen eingesetzt werden, wobei sie in diesem Fall allerdings nicht stark vereinzelt werden müssen. Vorzüge von Chinaschilf, die zu Massenprodukten geringer Wertschöpfung führen können, sind sicherlich der Anbau mit geringem Aufwand, die Mehrjährigkeit der Pflanze und die hohen Erträge.

Miscanthus wird tendenziell für Produkte geringerer Wertschöpfung bevorzugt.

Am geringsten wird das Marktpotential von Kenaf eingeschätzt. Obwohl über Handelsfirmen, die auch über ausländische Anbauflächen verfügen, Kenafasern erhältlich sind (T. Grether, IBF AG, persönliche Mitteilung 1998), ist der Bekanntheitsgrad bei den hier befragten Experten gering. Diese Aussage kann im Prinzip auch auf ganz Europa bezogen werden, wo die Anwendungen von Kenaf zumindest im Vergleich zu Flachs und Hanf gering sind. Anders verhält es sich in den USA, wo Kenaf zum Beispiel wegen seinem Potential zur Papiergewinnung bekannter ist (Fuller und Doler 1994, Neill und Kurtz 1994).

Für Kenaf besteht kein Marktpotential.

Tabelle 20. Zusammenfassung der Marktpotentiale in den verschiedenen schweizerischen Branchen

Branche	Produktlinien	Kulturen	Marktpotential	
			kurzfristig (bis 3 Jahre) [t/Jahr]	langfristig (ab 3 Jahre) [t/Jahr]
Papierproduktion	technisches Filterpapier	Hanf	kein	5000 (wichtige Bedingungen)
Papierhandel	v.a. Designpapier, wenig Büropapier	Hanf	15 bis 20	evtl. Abnahme, da aktuelles Modeprodukt
Weberei	verschiedene Textilien	Flachs, Hanf	100 Flachs, 15 Hanf	vermutlich keine Zunahme
Textilhandel	Oberbekleidung, Gastro- u. Heimtextilien	Flachs, Hanf	keine konkrete Angaben	Flachs: Markt stabil Hanf: Zunahme bis grössere Marktnische
Dämmstoffe	Blasdämmung Dämmatten	Hanf, Flachs	Blasdämm.: 375 (Hanf) Hanfmatten: >10	500 – 1000
Faserbeton	Armierung gegen Schwindrisse	Flachs, Hanf	keine konkrete Angaben; Interesse vorhanden	Teilsubstitution von PP und Glasfaser
Bauplatten	Spanplatten	Hanf, Flachs, Chinaschilf; Kenaf	keine konkrete Angaben; Interesse vorhanden	Mindestbedarf: 2500 Chips
	Bauelemente	Hanf, (Flachs?)	400 Schäben	Zunahme
Lehmbau	Lehmziegel, Verputze	Hanf, Flachs, Chinaschilf	10 bis 20	starke Zunahme
Gartenbranche	Torfersatz, Mulch, Einstreu	Hanf, Chinaschilf	Hanf: 20 Chinaschilf: 800	starke Zunahme
Geotextilien	Begrünungen	Flachs, Hanf	keine konkreten Angaben	100 bis 150
Faserverstärkte Kunststoffe	geringer Matrixanteil: Töpfe; Verpackungen, Automobil, weitere	Chinaschilf, Hanf, Flachs	1000 bis 1500	Zunahme
	hoher Matrixanteil (Injektionsverfahren)	Hanf, Flachs	100	Zunahme

Abbildung 19 und Abbildung 20 zeigen, dass zur Zeit vor allem Produkte geringer Wertschöpfung mit geringem technischen Herstellungsaufwand zu konkurrenzfähigen Preisen produziert werden können.

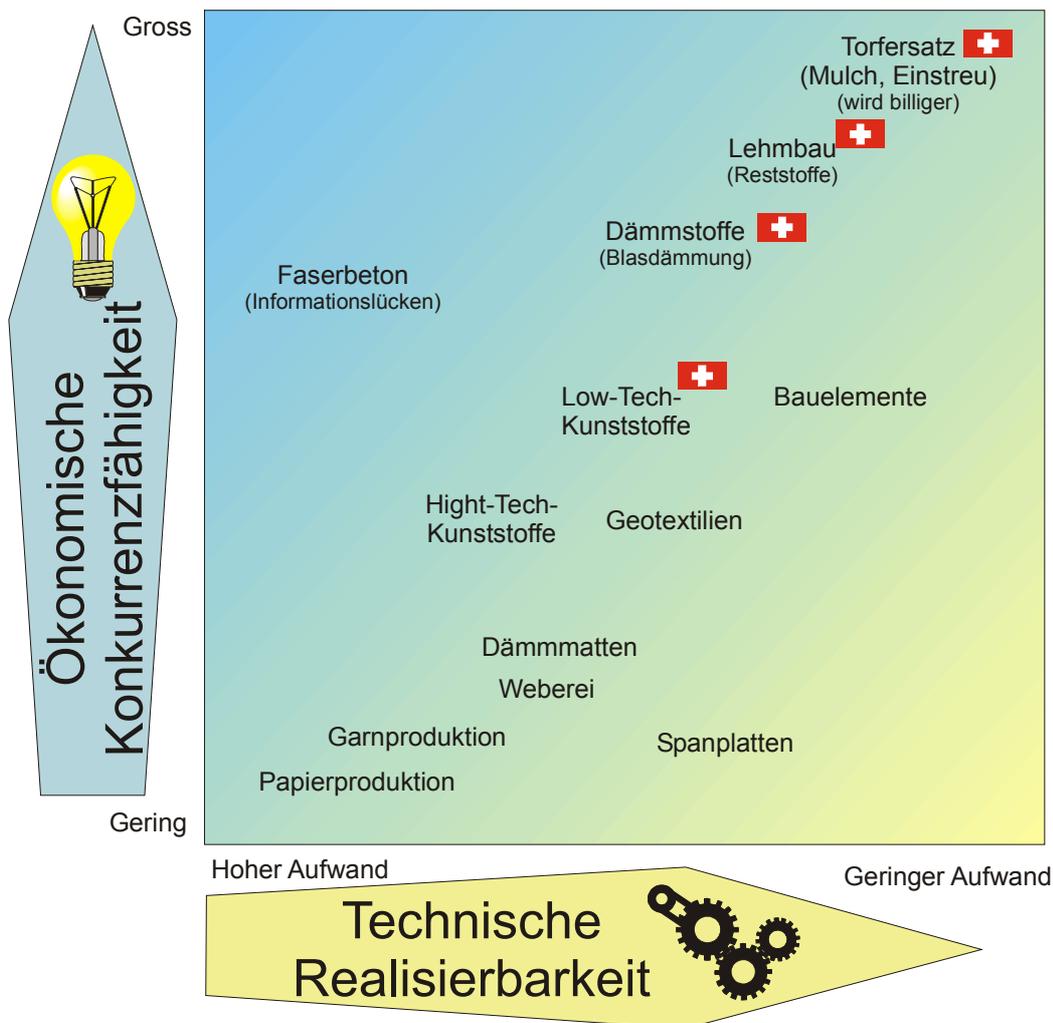
Dies ist vor allem durch zwei Gründe bedingt:

Erstens ist die Faseraufbereitung, teilweise sogar die Ernte, in der Schweiz mit erheblichen Kosten verbunden, da die nötige Infrastruktur fehlt. So können fein aufgeschlossene Fasern in der Schweiz gar nicht produziert werden, da die nötigen Aufschlussanlagen fehlen, und das Fasermaterial importiert werden muss. Fraglich ist also, unter welchen Bedingungen ein schweizerischer Faseraufschluss günstigere Fasern als die importierten Fasern herstellen könnte.

Ein zweiter Grund für die relativ geringe ökonomische Konkurrenzfähigkeit einiger Produkte hoher Wertschöpfung ist die Tatsache, dass viele dieser Produkte in vielen Zwischenschritten unter hohem technischen Aufwand produziert werden. Die technischen Abläufe sind dabei an konventionelle Rohstoffe adaptiert und die Einführung neuer Rohstoffe kann zu aufwendigen technischen Modifikationen oder neuen Optimierungsprozessen führen, die sich auch in der ökonomischen Konkurrenzfähigkeit niederschlagen (zum Beispiel Papier- oder Spinnereibranche). In diesem Sinne besteht zur Zeit eine deutliche Korrelation zwischen aufwendiger technischer Realisierbarkeit und geringer ökonomischer Konkurrenzfähigkeit.

Zur Zeit werden vor allem Produkte geringer Wertschöpfung produziert.

Das Fehlen der nötigen Infrastruktur für den Faseraufschluss stellt das wichtigste Hemmnis dar.



 Zur Zeit mit Rohstoffen aus einheimischem Anbau produziert

Abbildung 19. Qualitativer Vergleich der Produktlinien bezüglich ihrer Realisierbarkeit und Konkurrenzfähigkeit

Ein weiterer Grund für geringe Konkurrenzfähigkeit, der jedoch für Produkte hoher Wertschöpfung spricht, betrifft die Rohstoffkosten: Unter derzeitigen Bedingungen werden Faserpflanzen auf weiträumig verteilten, kleinen Feldern angebaut (Koordinationsprobleme), die Transportwege sind häufig lang und Erntemaschinen müssen teilweise aus Deutschland gemietet werden. Damit können Flachs- oder Hanffasern mit billigen Massenrohstoffen wie Baumwolle (Textilien) oder Holz (Zellstoff und Papier) in Massenprodukten nicht konkurrieren und deshalb höchstens in Spezialprodukten (zum Beispiel edle Gastrotexilien, technische Spezialpapiere) eingesetzt werden.

Neben den Produktlinien, in denen schon landwirtschaftliche nachwachsende Rohstoffe eingesetzt werden und in denen (mit Ausnahme des Papierhandels und der Leinentextilien) von einem Zuwachs der Marktvolumen ausgegangen wird, scheinen vor allem folgende Bereiche realistische Chancen für einen zukünftigen Einsatz vor allem von Hanf- und Flachsfasern zu haben: Faserbeton, faserverstärkte Kunststoffe mit hohem Matrixanteil und stark vereinzelt Fasern sowie Geotextilien im Bereich von Begrünungen.

Beim Faserbeton fehlen zur Zeit vor allem die Informationsgrundlagen zur technischen Eignung von Naturfasern und Erfahrungen bei der Anwendung. Falls durch entsprechende Versuche die Eignung bestätigt werden kann, ist in dieser Branche ein Interesse vorhanden die Fasern einzusetzen, so dass ein Teil der Polypropylen- und Glasfasern substituiert werden könnte.

Die geringe ökonomische Konkurrenzfähigkeit und die hohen Rohstoffkosten hindern eine breite Einführung.

Realistische Chancen dürften neben den bekannten Einsatzmöglichkeiten noch Faserbeton, faserverstärkte High-Tech-Kunststoffe und Geotextilien haben.

Für (Wieder-) Begrünungen an Hängen und den Erosionsschutz können anstelle von Jute- und Kokosfasern auch Geotextilien aus Hanf- und Flachsfasern eingesetzt werden. Eine Nachfrage bei den Kunden ist zur Zeit nicht vorhanden, aber ein Interesse wurde bei den Händlern beobachtet. Als limitierender Faktor kann am ehesten die ökonomische Konkurrenzfähigkeit gelten, weswegen eher Kokosfasern als Jutefasern substituiert werden können.

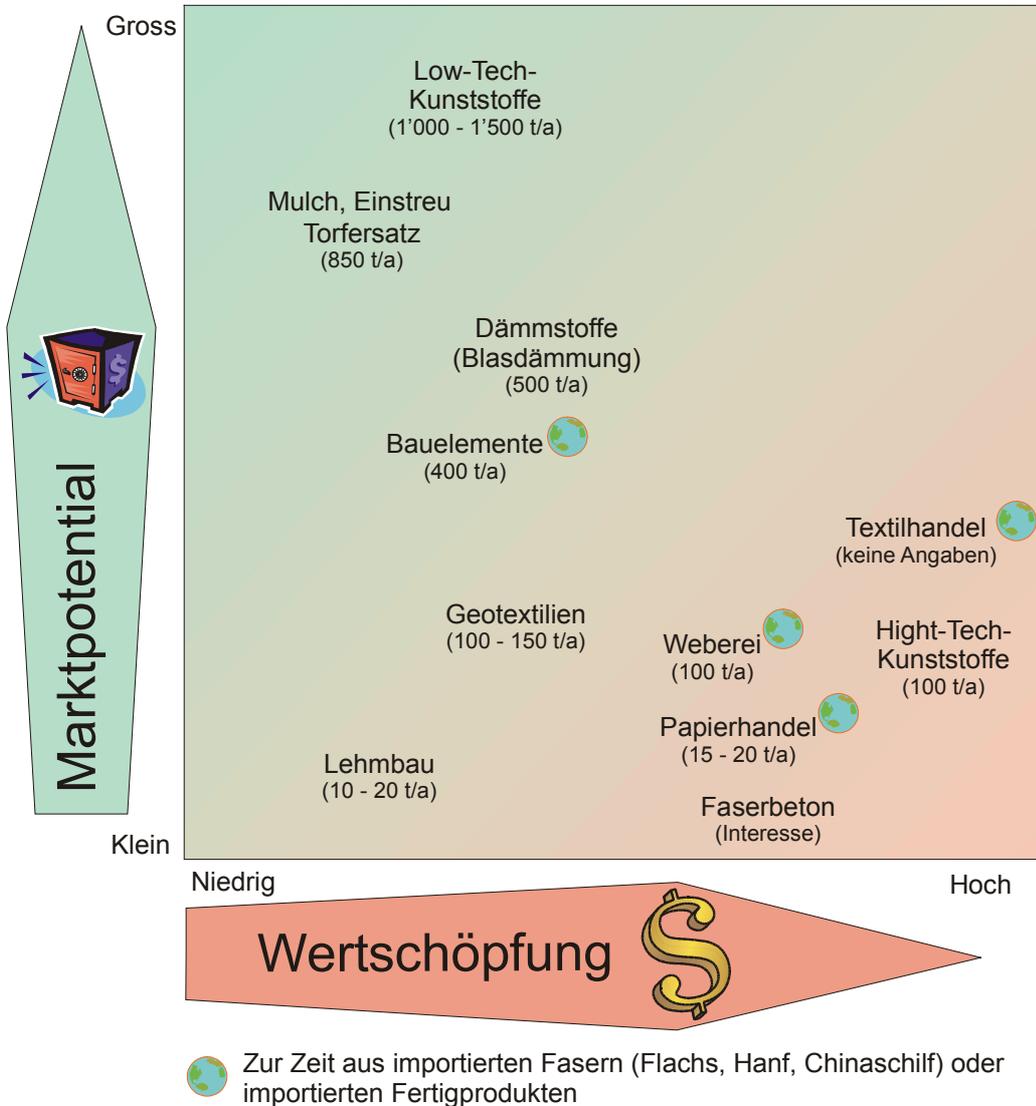


Abbildung 20. Qualitativer Vergleich der Produktlinien bezüglich ihrem Marktpotential und der Wertschöpfung

Im Bereich der faserverstärkten Kunststoffe mit fein aufgeschlossenen Fasern („High-Tech-Kunststoffe“), sind Produkte hoher Wertschöpfung möglich. Sowohl bei den Produzenten als auch bei den Kunden ist Interesse für diese Produkte vorhanden. Allerdings fehlt es auch hier noch an Erfahrungen in der Anwendung und bezüglich der resultierenden Produkteigenschaften. Als schwierig könnte sich auch die Bereitstellung der Fasern in Form von möglichst homogenen Vliesen oder Geweben oder als Einzelfasern mit möglichst einheitlicher Fasergrösse erweisen. Obwohl die Rohstoffkosten bei den Naturfasern günstig ausfallen könnten, wurde aufgrund des möglichen Aufarbeitungsaufwandes von einer mittleren bis geringen ökonomischen Konkurrenzfähigkeit ausgegangen, die aber zu Teilsubstitutionen von Glasfasern führen kann.

In diesen drei Produktlinien (Faserbeton, Geotextilien und High-Tech-Kunststoffe) können nach Einschätzung der Expertenaussagen und Angaben aus der Literatur sinnvolle Teilsubstitutionen konventioneller Rohstoffe durch

Die Entwicklung und Markteinführung kann stark unterstützt werden durch die Veränderung bestimmter Rahmenbedingungen.

nachwachsende realisiert werden. Die Markteinführung und -etablierung dieser Produktlinien haben bezüglich der hier untersuchten Parameter gute Chancen. Die Entwicklung und Markteinführung kann dabei stark unterstützt werden durch die Veränderung bestimmter Rahmenbedingungen.

4.2.2.2 Baden-Württemberg

In ganz Deutschland gibt es zur Zeit insgesamt sechs betriebsbereite Faseraufschlussanlagen für Flachs und Hanf (Abbildung 21). Hierbei muss allerdings festgestellt werden, dass "...die vielfältigen und kostenspieligen Aktivitäten auf dem Sektor von **Flachs** leider weder zu einem nennenswerten Anbau noch zu einer stärkeren industriellen Verwendung geführt haben." (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1998). Ein grösseres Marktpotential für Flachsfasern wird also von offizieller Seite nicht gesehen.

In Deutschland besteht für Flachs kein grösseres Potential.

reinigungsmöglichkeiten wurden jedoch als grösstes Problem angesehen. Der Einsatz von Hanf als Glasfaserersatz in tragenden Autoteilen scheint also zukünftig möglich. Die zur Zeit in der Automobilindustrie genutzten Hanffasern werden in der Autotürinnenverkleidung und ähnlichen faserverstärkten Kunststoffen eingesetzt.

Die als Abfallprodukt beim Faseraufschluss anfallenden **Schäben** haben einen sehr lukrativen Absatzmarkt als Tiereinstreu gefunden. Neben den bereits auf dem Markt befindlichen Produkten werden von kleineren bis grösseren Unternehmen und Erfindern ständig neue Produkte entworfen. So wurde aus den geernteten Hanfstengeln ein vernadeltes Hanfvlies zur Produktion eines 'Hanfunterbett' erstellt. Der Phantasie scheinen beim Hanf keine Grenzen gesetzt. Inwieweit diese Produkte aber auf Dauer eine Marktnische erkämpfen und halten bleibt abzuwarten.

Für Hanf-Nebenprodukte wie Schäben und Samen besteht ein lukrativer Absatz.

Auch die Markterschliessung und Vermarktung von **Hanfsamen** wird in Baden-Württemberg bereits von einer grösseren Firma ('Hanf-Dampf') erfolgreich durchgeführt. Für 1999 sind allein von dieser Firma 200 ha Hanf, vorwiegend biologisch angebaut, unter Vertrag.

Gegenüber den doch sehr erfreulichen Entwicklung und Ergebnisse im Hanfmarkt sind die Aktivitäten zur Markterschliessung von **Miscanthus** in Baden-Württemberg noch nicht von Erfolg gekrönt worden. Trotz einer aktiven Zusammenarbeit mit der Erzeugergemeinschaft Faserpflanzen und immer wieder erfolversprechenden Marktaussichten, bleiben die Marktpotentiale gering. Bereits 1995 hat sich eine Arbeitsgruppe Miscanthus mit Vertretern aus der Landwirtschaft, Forschung, Industrie und Wasserwirtschaft unter der Federführung des Müllheimer Instituts gegründet. Von Mitgliedern dieser Arbeitsgruppe wurde eine Recherche zum Thema "Stoffliche Verwertung von Chinaschilf" in Auftrag gegeben (Steinbeis 1995). Leider konnte keine dieser Verwertungsmöglichkeiten realisiert werden. Bei einem letzten Fachgespräch, das im Februar 1999 in Müllheim stattfand, wurde als einzige kurzfristige Nutzungsmöglichkeit für den Miscanthus die thermische Verwertung genannt. Aber auch hier müssen noch Hindernisse genommen werden. So sind die Heizkraftwerke nicht für die Verbrennung von Miscanthus zugelassen oder technisch ausgerüstet.

Das Marktpotential für Miscanthus in Baden-Württemberg ist noch bescheiden.

Im Zusammenhang mit den Treffen der Erzeugergemeinschaft sei noch positiv erwähnt, dass auf dieser Ebene auch ein Treffen mit dem französischen Miscanthusanbauer, Herrn Ditner, stattgefunden hat. Herr Ditner hat den Miscanthus gehäckselt und versucht sein Produkt als natürliche Bodenbedeckung ('Biosanthus') zu vermarkten.

Für **Kenaf** ist in Baden-Württemberg kein Marktpotential vorhanden. Die im Jahr 1995 angebauten Flächen konnten aufgrund des Konkurs der Abnehmerfirma nicht vermarktet werden. Eine neue Vermarktungsmöglichkeit hat sich bisher nicht gezeigt.

Für Kenaf gibt es zur Zeit kein Potential.

Nach den Anbaufragen und der technischen Realisierbarkeit der neuen Faserprodukte sind die Verbraucher das wichtigste Glied zur Markteinführung dieser Produkte. Ohne eine gute Information über die ökologischen Vorteile von Produkten aus Naturfasern wird kein Kunde bereit sein, überhaupt auf Pflanzenfaserprodukte, wie zum Beispiel die Dämmatten, umzusteigen. Eine Liste der eigenen Tätigkeit im Bereich Öffentlichkeitsarbeit ist im Anhang vorhanden (10).

4.2.2.3 Vergleich Nordwestschweiz, Baden-Württemberg und Elsass

Der Vergleich zwischen den Ländern im Oberrhein in bezug auf die Marktcharakteristika für Pflanzenfasern ist nicht einfach. Im Ansatz dürften die Nordwestschweiz und das Land Baden-Württemberg ähnlich sein (Tabelle 21). In diesen beiden Ländern ist die Herstellung von verschiedenen Produkten aus

Pflanzenfasern vergleichbar. In der Schweiz, wegen dem Mangel einer Faser-gewinnungsanlage, wird aber eher Miscanthus zu Produkten verarbeitet, die eine einfachere Realisierbarkeit aufweisen (z.B. Torfersatz und Einstreu). In Baden-Württemberg können hingegen Hanffasern aufgeschlossen werden und vor allem zu faserverstärkten Kunststoffen und Dämmmaterialien verarbeitet werden. Die Schäben als Einstreu fallen als Nebenprodukt an. In der Schweiz werden zwar rege Initiativen beobachtet, die Investitionsfreudigkeit ist aber geringer als in Deutschland. Das Elsass dürfte dagegen eine ganz andere Marktsituation für den Anbau und die Nutzung von Pflanzenfasern aufweisen. Ungünstig könnten sich dabei das fehlende Anbauinteresse, der geringe Bekanntheitsgrad, der hohe Preisdruck und das niedrigere ökologische Bewusstsein auswirken. Auch scheint im Elsass der Anbau nicht politisch forciert zu werden.

Das ökologische Bewusstsein und die Initiativen in der Schweiz und in Deutschland haben einen Markt in diesen Regionen begünstigt und geformt.

Tabelle 21. Einschätzung der Marktcharakteristika für Pflanzenfasern

Charakteristika	Nordwestschweiz	Baden-Württemberg	Elsass
Anbau von Pflanzenfasern	Miscanthus, Hanf	Hanf, Flachs, Miscanthus	(Miscanthus)
Herstellung von Produkten aus Pflanzenfasern	Torfersatz, Einstreu, Lehm- und Dämmstoffe, Low-Tech-Kunststoffe	Low-Tech-Kunststoffe, Dämmstoffe, Einstreu	?
Bekanntheitsgrad von Pflanzenfasern	+	+	-
Preisdruck von konventionellen Produkten	+	+	++
Ökologisches Bewusstsein	+	+	-
Initiative	++	++	?
Investitionsfreudigkeit	-	+	?

5 Umsetzung in die Praxis

5.1 Anbau

5.1.1 Hanf

5.1.1.1 Anpassung an Klima und Boden

Die Erfahrung hat gezeigt, dass der Hanfanbau im Oberrhein ausserordentlich gut geeignet ist. Der Hanfanbau war ja auch traditionell im Oberrheingebiet weit verbreitet. In höheren Lagen gedieh der Hanf ebenfalls gut, obwohl der Ertrag reduziert war. Die gute Anpassung äusserte sich unter anderem dadurch, dass keine Unkrautbekämpfung und kein Pflanzenschutz nötig waren.

Der Hanfanbau ist am Oberrhein ausserordentlich gut angepasst. Unkrautbekämpfung und Pflanzenschutz sind völlig überflüssig.

5.1.1.2 Sortenwahl

In unseren Versuchen konnten wir zwar eine grosse Anzahl von Hanfsorten testen, die Sortenauswahl in der Praxis ist aber nicht so gross. Neben agronomischen Aspekten schränken auch verschiedene andere Faktoren die freie Wahl ein. Gesetzliche Vorschriften sind unbedingt zu beachten. Nachdem jährlich neue Länder (z.B. in 1998 Kanada und Italien) Hanf anbauen, ist die weltweite Verfügbarkeit von Hanfsaatgut prekär. Zusätzlich beobachtet man einen gewissen Protektionismus von Züchtungsorganisationen (v.a. aus Frankreich), die die aufwendige Saatgutproduktion einschränken bzw. Saatgut nicht allen zugänglich machen. In der Europäischen Union ist es ab dem Jahr 2001 zusätzlich vorgesehen, nur Sorten zuzulassen, die einen THC-Gehalt unter 0,2% aufweisen. In wie weit sich diese Regelung auf die Schweiz auswirken wird, ist noch offen.

Gesetzliche Vorschriften betreffend der Sortenwahl müssen unbedingt beachtet werden. Agronomische Aspekte, v.a. die Nutzungsrichtung, sind ebenfalls wichtig.

Es bleibt aber festzuhalten, dass je nach Produktionsziel - reine Fasernutzung oder aber Doppelnutzung von Fasern und Samen - unterschiedliche Sorten angebaut werden sollten. In unseren Versuchen hat sich herausgestellt, dass spätreife und zweihäusige Sorte nicht für diese Doppelnutzung geeignet sind.

Die Eigenschaften und Zulassung der verschiedenen Hanfsorten sind in Tabelle 8 dargestellt.

5.1.1.3 Saat und Pflege

Ein ökologisch wichtiger Vorteil des Hanfanbaus besteht im Verzicht auf Unkrautbekämpfung und Pflanzenschutzmassnahmen. Voraussetzung ist aber eine ausreichende Saatmenge. Aus diesen Gründen sollte die Saatmenge auch für Körnerhanf nicht weniger als 30 kg/ha betragen. Für Faserhanf sollte sie zwischen 30 und 60 kg liegen. Eine ausreichende Keimfähigkeit ist auf jeden Fall unabdingbar.

Mit der Saatmenge kann der Hanfanbau beeinflusst werden (Tabelle 22). Es ist dabei wichtig, nicht nur rein pflanzenbauliche Überlegungen anzustellen, sondern auch den Bestand so zu führen, dass die Ernte möglichst problemlos durchgeführt werden kann und ein ökologisch und wirtschaftlich sinnvoller Hilfsstoffeinsatz erreicht wird.

Genügend Saatgut spart die Unkrautbekämpfung.

Wir empfehlen deshalb für Körnerhanf nicht weniger als 30 und für Faserhanf zwischen 30 und 60 kg pro Hektar zu säen.

Tabelle 22. Vor- und Nachteile unterschiedlicher Saatmengen und Stickstoffdüngung auf den Hanfbestand.

hohe Saatmenge		tiefe Saatmenge
+	Saatgutkosten	-
+	Bestandesdichte	-
-	Unkrautprobleme	++
+	Selbstaussdünnung	-
-	Probleme mit Schädlingen	++
+	Stengel- und Faserertrag	--
-	Körnerertrag	+
-	Probleme mit Stengelernte	-
+	Probleme mit Körnerernte	+++
Hohe N-Gaben		tiefe N-Gaben
+	Auswaschungsgefahr	-
+	Ertrag (Stengel, Faser, Körner)	-
++	Ernteprobleme	+
+	N- und K ₂ O-Entzüge	-

5.1.1.4 Düngung

Bei der Gestaltung der Düngung spielen verschiedene Faktoren eine Rolle. Die Stickstoffmineralisierung im Boden muss berücksichtigt werden. Zusätzlich sollen erntetechnische, wirtschaftliche und ökologische Überlegungen angestellt werden (Tabelle 22).

In den Versuchen und in der Praxis konnte gezeigt werden, dass eine hohe N-Düngung (über 100 kg N/ha) zu erheblichen Problemen bei der Ernte führte (Feldlagerung, Erntetechnik ist nicht auf die hohen Bestände ausgerichtet). Die Rentabilität der N-Düngung bezogen auf das Ernteprodukt (Stroh, Samen) ist ausserdem kaum gegeben, so lange die Rohstoffpreise tief sind und der grösste Teil des Deckungsbeitrags durch die Direktzahlung zustande kommt. Weiter ist zu beachten, dass der ökologische Wert nachwachsender Rohstoffe nur zum Tragen kommt, wenn durch sie fossile Rohstoffe eingespart werden können. Trotz einer starken Ertragswirkung der N-Düngung ist die Nutzwirkung verhältnismässig bescheiden.

Eine hohe N-Düngung (über 100 kg N/ha) führt zu erheblichen Schwierigkeiten bei der Ernte und ist nicht rentabel.

Der Rohstofftertrag kann optimiert werden, indem für Faserhanf 85 bis 100 und für Körnerhanf 50 bis 85 kg N/ha gedüngt werden. Ist keine Erfahrung mit dem Anbau und der Ernte vorhanden, sollten die N-Gaben reduziert werden. Ausserdem sollten 30 kg P₂O₅, 120 kg K₂O und 6 kg Mg zugefügt werden. Hofdünger können verwendet werden, ihre Wirkung ist aber begrenzt.

Der Hauptteil der N-Gabe ist bei einer Pflanzenhöhe von 20 bis 30 cm zu verabreichen.

Um die Nitratauswaschungsverluste möglichst gering zu halten, ist vor allem bei niedriger Bestandesdichte nicht zu früh mit Stickstoff zu düngen. Wir empfehlen deshalb, den Hauptteil der N-Gabe bei einer Pflanzenhöhe von 20 bis 30 cm zu verabreichen.

In unseren Versuchen konnten wir jedoch auch zeigen, dass die N_{\min} -Gehalte nach der Ernte von Hanf auch bei hohen Düngungsintensitäten immer unter 45 kg N/ha lagen.

5.1.1.5 Ernte

Die Erntetechnik für Hanf ist unterschiedlich entwickelt. Für die ausschliessliche Gewinnung von Fasern hat sich das in Holland entwickelte HempFlax-System bewährt. Diese Technologie ist bei einem Lohnunternehmer in Baden-Württemberg verfügbar. Je nach Bestandesführung, zum Beispiel bei Feldlage- rung kann es aber auch mit diesem System zu Problemen kommen. Für die zu- sätzliche Gewinnung von Körnern ist der Mähdrusch erforderlich, aber ziemlich problematisch. Der Hauptgrund liegt darin, dass der Mähbalken nicht hoch ge- nug eingestellt werden kann, um nur die Blütenstände zu schneiden. Wenn das Schneidwerk zum Beispiel auf 1,5 m hochgestellt werden kann, müssen bei den mindestens 2,5 m hohen Pflanzenbeständen immerhin noch 1 m Stengel durch den Mähdrusch laufen. Dies führt zu einer sehr starken Beanspruchung des Druschsystems. Die Doppelnutzung Körner-Stroh oder Blüten-Stroh ist zur Zeit noch schwierig. Hier zeigt sich auch nochmals, dass bei der Doppelnutzung verstärkt auf die Sortenwahl und Bestandesführung geachtet werden muss.

Die Ernte für die Fasergewinnung ist ausgereift.

5.1.2 Kenaf

5.1.2.1 Anpassung an Klima und Boden

Wegen seinem enormen Wärmebedarf (mindestens 16 °C) ist Kenaf nur für die besten Lagen und für genügend warme Jahre geeignet. Dies schränkt seinen Anbau stark ein und zeigt deutlich die grosse Gefahr eines Scheiterns in gewissen Jahren. Besonders diese Problematik lässt die Frage seiner An- passung an der Oberrheinebene ungeklärt.

Wegen seinem enor- men Wärmebedarf ist Kenaf an die Oberrheinebene noch nicht gut ange- passt.

5.1.2.2 Unkrautbekämpfung und Krankheiten

Aufgrund der ungenügenden Wärme unterliegt der Kenaf oft gegen die schneller wachsenden Unkräutern. Um dies zu verhindern ist eine starke präventive Unkrautbekämpfung (Vorsaat oder Voraufbau) unabdingbar. Oft ist eine zusätzliche mechanische Kontrolle nötig. Im Herbst wird Kenaf vom Grauschimmel (*Botrytis cinerea*) stark angegriffen. Dadurch hört das Wachstum auf und die Fasern werden geschädigt. Eine Bekämpfung ist nicht möglich.

Ohne drastische Un- krautbekämpfung ist der Kenafanbau un- möglich.

5.1.2.3 Sortenwahl

Die zur Zeit verfügbaren Sorten sind für den Anbau in Mitteleuropa weniger gut angepasst. Die meisten stammen aus dem Süden der USA, aus dem ka- ribischen Raum oder aus Südostasien. Ein einziges neues Züchtungspro- gramm wurde vor kurzem in Spanien gestartet. Ergebnisse liegen aber nicht vor. Für einen breiten Anbau in Europa sollte die Züchtung intensiver und an mehreren Orten angegangen werden. Der Vergleich zur Einführung des Mai- ses in den 60er Jahren hält nur stand, falls die Züchtungsarbeit genauso in- tensiv vorangetrieben wird. Da aber der Kenaf eine viel kleinere wirtschaftli- che Bedeutung aufweist, ist diese Erwartung fraglich.

Die Aussicht, dass in den nächsten Jahren neue, besser angepasste Kenafsorten zur Verfö- gung stehen, ist frag- lich.

5.1.2.4 Saat und Düngung

Um Probleme mit der Unkrautbekämpfung zu vermeiden, ist auf eine Saat mit genügend hoher Bestandesdichte zu achten. Empfohlen sind dabei min-

Die N-Düngung ist im Kenafanbau kaum wirk- sam. Ein Grenzwert soll- te erlassen werden.

destens 35 keimfähige Samen pro Quadratmeter, was rund 14 kg/ha entspricht. Vor Mitte Mai ist, wegen der Gefahr von Nachfrösten und dem hohen Wärmebedarf, die Saat nicht zu empfehlen.

In unsern Lagen ist eine positive Wirkung der N-Düngung auf den Kenafertrag nicht gegeben. Damit steigt die Gefahr eines Nitratverlustes bei erhöhter Düngung massiv. Um dies zu verhindern, sollte ein maximaler Grenzwert für die N-Düngung auf 30 bis 60 kg N/ha eingeführt werden.

5.1.2.5 Ernte und Faserqualität

Im Winter ist die Kenafernte mit einem Maishäcksler unproblematisch. Sie fällt während einer Zeit mit geringer Arbeitsbelastung an. Durch die Feldtrocknung über Winter ist eine Nachrocknung kaum mehr nötig. Die Faserqualität ist dann aber etwas beeinträchtigt und die Nutzung eingeschränkt. Gute Erträge liegen bei 4 bis 6 Tonnen TS/ha.

5.1.3 Miscanthus

5.1.3.1 Anpassung an Klima und Boden

Wegen seinem mehrjährigen Anbau ist die Wahl des Standorts gut zu überlegen. Im ersten Winter ist Miscanthus kälteempfindlich und Auswinterungen sind vor allem auf höheren, schlechten Lagen schon aufgetreten. Er gedeiht normalerweise in niedrigen Lagen mit genügend Wasserangebot gut. Auf diesen Standorten haben sich sehr ansehnliche Miscanthusbestände entwickeln können. Die Behauptung, dass Miscanthus an unsere Klimaregion nicht angepasst wäre, kann also nicht bestätigt werden.

Die Gefahr der Auswinterung im ersten Jahr besteht v.a. in höheren Lagen.

5.1.3.2 Pflege

Krankheiten und Schädlinge sind bis jetzt im Miscanthus kaum aufgetreten. Die Unkrautbekämpfung im ersten Jahr und evt. auch noch im 2. Anbaujahr ist aber wichtig. Sie geschieht meist chemisch und mechanisch. Ab dem dritten Jahr sind keine Pflegemaßnahmen mehr nötig.

5.1.3.3 Düngung und Grundwasserschutz

Ein besonders positiver Aspekt des Miscanthusanbaus ist die Tatsache, dass er keine Stickstoffdüngung braucht. Somit stellt er für das Grundwasser einen optimalen Schutz dar. Die jeweils im Herbst und Frühjahr ermittelten Nitratgehalte des Bodens waren dementsprechend auch sehr niedrig.

Miscanthus schützt das Grundwasser optimal.

5.1.3.4 Ernte

Die im Frühjahr stattfindende Ernte ist aus ökologischen und arbeitstechnischen Gründen vorteilhaft. Es hat sich aber gezeigt, dass vermehrt im Winter (bei starkem Schneedruck) Feldlagerung auftritt, was die Ernte stark beeinträchtigen kann. In der Praxis werden 10 bis 15 Tonnen TS pro Hektar geerntet. Bei der Erntetechnik kann auf praxisübliche Verfahren zurückgegriffen werden.

Feldlagerung kann die Ernte erschweren.

5.2 Markteinführung

5.2.1 Wirtschaftlichkeit

Die Anbauprämie bestimmt zur Zeit im wesentlichen den Erfolg des Deckungsbeitrags. In der Nordwestschweiz und im Elsass ist der Deckungsbeitrag für

Die Ausgleichszahlungen bestimmen die Wirtschaftlichkeit des Anbaus.

Miscanthus mehr oder weniger vergleichbar mit anderen Kulturen. In Baden-Württemberg ist er allerdings sehr niedrig. Für Kenaf besteht zur Zeit kein Markt mehr, was auch in jedem Land zu einem niedrigen Deckungsbeitrag führt. Der Hanfanbau für die einfache Strohgewinnung ist in der Schweiz für die Landwirte vergleichsweise rentabel. In Baden-Württemberg und im Elsass ist die einfache Fasernutzung nicht so rentabel. Die Doppelnutzung von Hanf scheint sehr interessant zu sein.

5.2.2 Marktpotential

Das vorhandene Marktpotential ist landspezifisch. In der *Nordwestschweiz* ist zu erwarten, dass Dämmstoffe, Bauplatten, faserverstärkte Kunststoffe und Gartenprodukte mit einheimischen Pflanzenfasern an Bedeutung weiterhin zunehmen werden. Neben Hanf und Miscanthus könnte auch Flachs ein zunehmendes Gewicht erlangen. Die Zurückhaltung zu Investitionen in diesem Bereich gibt aber Anlass zu Sorgen.

Wegen den ähnlichen Marktcharakteristika in *Baden-Württemberg* (Tabelle 21) haben auch ähnliche Produkte wie in der Schweiz eine grössere Relevanz. (faserverstärkte Kunststoffe und Dämmstoffe). Das Vorhandensein einer Faserentholungsanlage (BAFA) hat den Anbau von Hanf und die Markteinführung dieser Produkte stark gefördert. Bei weiterer Forschung und vorhandener Weiterverarbeitungstechnologie und -industrie könnte zusätzlich noch Produkten höherer Wertschöpfung wie High-Tech-Kunststoffe und sogar Textilien auf den Markt kommen.

Im *Elsass* deutet alles darauf hin, dass langfristig (ab 3 Jahre) kein Marktpotential für Pflanzenfasern entstehen wird. Es ist aber zu erwähnen, dass der allfällige Anbaubeginn mit Hanf eine durchaus positive Wirkung auf die Industrie und Handel ausüben könnte.

In der Nordwestschweiz und in Baden-Württemberg wird das Marktpotential für Faserprodukte weiterhin zunehmen.

6 Ausblick und Schlussfolgerungen

6.1 Grenzüberschreitende Zusammenarbeit

Das Projekt hat gezeigt, dass die grenzüberschreitende Zusammenarbeit zwischen der Nordwestschweiz und dem Land Baden-Württemberg sehr stark ist. Neben der gemeinsamen Forschungsaktivitäten wurden Erntemaschinen, Hanf- und Miscanthus-Strohballen über die Grenzen gebracht. Bei der Frage der Vermarktungsmöglichkeiten sind die Grenzen offen. Auch im Elsass wurde Miscanthus für eine nordwestschweizerische Firma angebaut. Wenn die Kommunikation weiter verstärkt wird und wenn die betriebswirtschaftlichen Zahlen optimiert werden, sollte es auch möglich werden, im Elsass Hanf für den deutschen Markt zu produzieren.

Die Zusammenarbeit mit dem Elsass soll verbessert werden.

6.2 Umweltschutz

Miscanthus und Hanf können umweltschonend angebaut werden. Im Vergleich zu den vorhandenen Ackerkulturen schützen sie das Grundwasser und vermindern den Input an Pflanzenschutzmitteln deutlich. Von Kenaf kann dies nicht gesagt werden.

Miscanthus und Hanf können umweltschonend angebaut werden.

6.3 Anbauforschung und -Entwicklung

Für die bessere Realisierbarkeit der Doppelnutzung von Hanfstroh mit Körner oder Blüten ist zusätzliche Entwicklungsarbeit nötig. Es sind vor allem Fragen im Bereich der Erntetechnik, und der Anbautechnik zu untersuchen. Die Frage, inwieweit sich Hanf als Zweitfruchtkultur eignet, konnte nicht voll-

Doppelnutzung von Hanf und Qualitätssicherung der Fasern sind noch zu erforschen.

ständig geklärt werden. Bei einer reinen Samennutzung müssten auch noch neue Sorten gezüchtet werden. Um langfristig die Faserqualität von Hanf zu sichern ist es ausserdem nötig, die bestimmenden Faktoren genauer zu untersuchen und zu beeinflussen. Die ersten Ergebnisse zur Hanfernte im Winter sollten weiter untersucht werden.

6.4 Informationsbasis verstärken

Die technischen Eigenschaften von Rohstoffen und Produkten aus einheimischen Pflanzenfasern sind in der Industrie zu wenig bekannt. Die Verbraucher sind über die ökologische Bedeutung der Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in ihrem täglichen Leben zu wenig informiert. Beides wirkt der Anwendung, Markteinführung und Verbreitung dieser Kulturen entgegen. Dieser Informationsrückstand ist unbedingt nachzuholen. Diese Arbeiten könnten mit der Verstärkung des *Informationssystems Nachwachsende Rohstoffe* (INARO) im Rahmen des ITADA-Projektes geleistet werden.

Informationen zu den technischen Eigenschaften sowie Öffentlichkeitsarbeit sind nötig.

6.5 Koordination

Obwohl in der Landwirtschaft der Wille Faserpflanzen anzubauen vorhanden ist, und auf der Seite der Verarbeitung und des Handels reges Interesse besteht, hat sich oft gezeigt, dass ein Mangel an Koordination viele Initiativen zum Scheitern verurteilt. Ein Koordinationszentrum ist von Nöten. Dies könnte in Form eines grenzüberschreitenden Faserpflanzenverbandes oder einer Arbeitsgruppe erfolgen wie schon in Deutschland entstanden ist. Durch solche Zusammenschlüsse könnten auch politische Ziele stärker forciert werden.

Die Koordination von Anbau, Verarbeitung und Handel ist besser zu gestalten.

6.6 Entwicklung von Produkten und Zertifizierung

Weitere Aspekte, die die Markteinführung von Faserpflanzen betreffen, sind die Produktförderung, ihre Qualitätssicherung und ihre Zertifizierung. Die Produktkontrolle könnte zum Beispiel in Form von technischen und verfahrenstechnischen Unterstützungen durch entsprechende Forschungsanstalten bei der Produktentwicklung erfolgen. Für ein erfolgreiches Marketing der Produkte und deren Markteinführung und langfristige Etablierung spielt sicherlich die Qualitätssicherung mit entsprechenden Zertifizierungen oder Gütesiegeln eine entscheidende Rolle.

Die integrierte Entwicklung von neuen Produkten und Zertifizierung werden zunehmend eine wichtige Rolle spielen.

6.7 Notwendigkeit einer Faseraufschlussanlage auch in der Nordwestschweiz

Geographische, wirtschaftliche und marktspezifische Gegebenheiten sprechen für eine Faseraufschlussanlage für Hanffasern in der Nordwestschweiz. So wird es möglich sein, Produkte mit hochstehenden Faserqualitäten gerade dort zu produzieren, wo die Nachfrage vorhanden ist.

Eine Faseraufschlussanlage für die Nordwestschweiz ist nötig.

6.8 Ausdauer ist die Hauptsache

„Courage ist gut, aber Ausdauer ist besser. Ausdauer, das ist die Hauptsache“ (Th. Fontane)

Diese Realität ist auch für die Faserpflanzen wichtig. Nach jahrelanger Pionierarbeit bei Forschung, Anbau, Verarbeitung, Produktentwicklung und Handel sind Pflanzenfasern auf dem Markt im Kommen. Wie jede Entwicklung brauchen sie aber Zeit. Der bis heute erwiesene Mut zum Neuen muss sich jetzt in Ausdauer verwandeln.

7 Dank

Während diesen drei Jahren intensiver Entwicklungs- und Beratungstätigkeit haben uns zahlreiche Menschen grossartig geholfen. Wie bedanken uns ganz herzlich bei allen Mitarbeiter/innen von FAL und IfUL, allen Praktikanten, insbesondere bei Achim Sell, Christoph Meier, Silvio Guarneri, Simon Steine- mann, Oliver Haury, bei allen Aushilfskräften, insbesondere Gabi Zeun sowie bei Herrn Werner Mahrer vom Amt für Landwirtschaft Basel-Land für die Ko- ordination der ITADA-Projekte mit schweizerischer Beteiligung.

Für die Finanzielle Unterstützung des Projekts danken wir der Europäischen Union, der Baden-Württembergischen und elsässischen Trägerschaft, dem Grenzüberschreitenden Institut zur rentablen umweltgerechten Landbewirt- schaftung ITADA, dem Bundesamt für Wirtschaft und Arbeit und den Kanton- en Aargau, Basel-Land, Basel-Stadt und Solothurn. Zusätzlich sind uns der ‚Fachverein für Arbeit und Umwelt‘ und die ‚Stiftung Chance‘ grosszügig ent- gegengekommen.

8 Zitierte Literatur

- Adelmann J. 1997. Pflanzenbauliche Erfahrungen und Verwertungsmöglichkeiten von Kenaf als Faserpflan- ze. Diplomarbeit Fachhochschule Weihenstephan.
- Ahsen von A., Czenskowsky T., 1996. Marketing und Marktforschung. LIT.
- Amaducci M.T., Venturi G. und Benati R., 1990. Effetti della densità del kenaf. *L'informatore agrario* **25** (Supplemento), 27-32.
- Amaducci M.T. und Venturi G., 1994. Caratteristiche botaniche, biologiche ed esigenze. Il kenaf: materia prima per l'industria, Vannini L. und Venturi G. (Hrsg), *L'Informatore Agrario*, 21-28.
- Ammon, H.U, Bohrer C., Mediavilla V., Serafin F., Buri A., 1996. Nachwachsende Rohstoffe umweltscho- nend anbauen. *UFA-Revue* **4**.
- Anonymus 1996. Hanf in Brandenburg - Anbau und Verwertung aus landwirtschaftlicher und ökologischer Sicht. *Land Brandenburg*.
- Ayerza R., Coates W., 1996. Kenaf performance in northwestern Argentina. *Industrial Crops and Products* **5**:223-228.
- Bassetti P., Mediavilla V., Spiess E., Ammann H., Strasser H. und Mosimann E., 1998. Hanfanbau in der Schweiz – Geschichte, aktuelle Situation, Sorten, Anbau- und Erntetechnik, wirtschaftliche Aspekte und Perspektiven. *FAT-Berichte*, 516.
- Becker-Dillinger J., 1928. Handbuch des Hackfruchtbaus und des Handelspflanzenbaus. *Paul Parey*, Band 2.
- Berger J., 1969. The world's major fibre crops - their cultivation and manuring. *Centre d'Etude de l'Azote*, **6**, Zürich.
- Beuch St., 1995. Verluste und Rückstände an Biomasse von *Miscanthus x giganteus* (Greef et. Deu.). *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* **8**, 311-314.
- Bòsca I., Karus M., 1997. Der Hanfanbau, Botanik, Sorten, Anbau und Ernte. C.F. Müller Verlag, Heidel- berg.
- Bruhn M. 1997. Marketing. Gabler, 3. Auflage.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1998. Faserpflanzen, Bericht des Bundes und der Länder.

- De Meijer E.P.M., Van der Kamp H.J. und Van Eeuwijk F.A., 1992. Characterisation of Cannabis accessions with regard to cannabinoid content in relation to other plant characters. *Euphytica* **62**:187-200.
- De Meijer E.P.M., 1993. Evaluation and verification of resistance to *Meloidogyne hapla* chitwood in a Cannabis germplasm collection. *Euphytica* **71**:49-56.
- De Meijer E.P.M., 1995. Fibre hemp cultivars: A survey of origin, ancestry, availability and brief agronomic characteristics. *Journal of the International Hemp Association* **2** (2):66-76.
- Dempsey J.M., 1975. *Fiber crops*. University Press.
- Deutscher Naturfaserverband, Satzung vom 15.06.1998.
- Di Candilo M. and Faeti V., 1990. Kenaf: caratteristiche, importanza e indicazioni di tecniche colturali. *L'Informatore Agrario*. **25**:47-50.
- Di Candilo M., Faeti V., Dal Re L., Venturi G., 1992. Confronto di cultivar di kenaf in Italia settentrionale. *L'Informatore Agrario* **8**:91-95.
- Di Candilo M., Ranalli P. und Marino A., 1996. Influenza dell'investimento e della concimazione azotata sulla produzione di canapa da cellulosa (*Cannabis sativa* L.). *Rivista di Agronomia* **30** (2), 258-263.
- Dun A., 1997. Hemp-Flax-Erntesystem - Status und Ausblick. *Nova-Institut (Hrsg.): Biorohstoff Hanf 97, Tagungsband zum Symposium, Frankfurt am Main, 27.2.-2.3.1997*, 263-264.
- Dunkel D., 1995. Wildwuchs im Hanfparadies. *Facts* **22**, 22-24.
- Esendal E. and Ozdemir O., 1993. Effect of nitrogen and plant density on yield and some characters of hemp (*Cannabis sativa* L.). *2. European Symposium on Industrial Crops and Products, I-Pisa, 22-24 Nov. 1993*, 70-71.
- FAT und Carbotech, 1997. Beurteilung nachwachsender Rohstoffe in der Schweiz in den Jahren 1993 - 1996. Bundesamt für Landwirtschaft.
- Fuller M.J., Doler J.C., 1994. An economic analysis of Kenaf separation. A Summary of Kenaf Production and Product Development Research 1989-1993 Mississippi Agricultural & Forestry Experiment Station. May; *Bulletin* **1011**:21-22.
- Heim S. Kenaf - Anbaueignung im biologischen Landbau. Semesterarbeit Eidgenössische Technische Hochschule Zürich ETHZ, Abteilung für Umweltnaturwissenschaften. 1995.
- Höppner F. und Menge-Hartmann U., 1994. Anbauversuche zur Stickstoffdüngung und Bestandesdichte von Faserhanf. *Landbauforschung Völkenrode* **44** (4), 314-324.
- Kipriotis E., Alexopoulou E., Georgiadis S., 1998. Growth and productivity of three kenaf varieties in northern Greece. *Biomass for Energy and Industry, Proceeding of the International Conference, Würzburg, Germany, 8-11 June 1998*: 943-946.
- Konermann M., Vetter R., Mediavilla V., 1997. Prüfung des Anbaus von Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) in Baden-Württemberg und der Schweiz, Internationales VDI_MEG Kolloquium Nr. **22**, Bonn: 14-18.
- Konermann M., 1998. Hanf im Praxisanbau, Erste Erfahrungen der Landwirte, *Landwirtschaftliches Wochenblatt, BW agrar* **26**/1998 11-12.
- Kotler P., 1978. *Marketing für Nonprofit-Organisationen*, Poeschel Verlag, Stuttgart.
- Kühn R., Frankhauser K., 1996. *Marktforschung*, Paul Haupt Verlag.
- Landwirtschaftliche Beratungszentrale LBL, 1998a, Deckungsbeiträge.
- Landwirtschaftliche Beratungszentrale LBL, 1998b, Preiskatalog – Produzentenpreise, Bundesbeiträge, Betriebsmittelpreise, verschiedene Kosten.

- Leto C. und Sacco M.G.P., 1989. Il kenaf: Le sue potenzialità e le sue caratteristiche. *L'informatore agrario* **15**, 79-87.
- Lewandowski I., 1992. Entwicklung eines In-vitro-Kultursystems für *Miscanthus sinensis* (Thunb.) Anderss. 'Giganteus' als Voraussetzung zur Mikrovermehrung. *Dissertation*, Universität Hohenheim, 189 S.
- Lewandowski I. und Kahnt G., 1994. Einfluss von Bestandesdichte und Stickstoff-Düngung auf die Entwicklung, Nährstoffgehalte und Ertragsbildung von *Miscanthus* 'Giganteus'. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* **7**, 341-343.
- Linde-Laursen I., 1993. Cytogenic analysis of *Miscanthus* 'Giganteus', an interspecific hybrid. *Hereditas* **119**, 297-300.
- Lohmeyer D., 1997. Die Hanfernte. Nova-Institut.
- Manzanares M., Tenorio J.L., Ayerbe L. 1997. Sowing time, cultivar, plant population and application of N fertilizer on kenaf in Spain's central plateau. *Biomass & Bioenergy*. 1997; **12** (4):263-271.
- Martinov M., Berenji J. und Markovic D., 1997. Hemp programme and harvesting mechanisation in Yugoslavia. *VDI/MEG Kolloquium Agratechnik* **22**.
- McCarthy S. und Walsh M., 1996. *Miscanthus* production in Europe - conclusions from the *Miscanthus* productivity network. 1. *Europ. energy crops conference*, Enschede, NL.
- McPartland J.M., 1997. Cannabis as a repellent and pesticide. *Journal of the International Hemp Association* **4** (2):89-94.
- Mediavilla V. und Brenneisen R., 1996. THC-Gehalt von Industriehanf-Sorten. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.* **9**:243-244.
- Mediavilla V., Bassetti P., Winter W., Meister E., 1997a. Kenaf – eine geeignete Faserpflanze für die Schweiz? *Agrarforschung* **4** (1): 31-34.
- Mediavilla V., Derungs R., Känzig A. und Mägert A., 1997a. Qualität von Hanfsamenöl aus der Schweiz. *Agrarforschung* **4** (11-12):445-451.
- Mediavilla V., Lehmann J., Meister H., Stünzi H., 1997b. Biomasseproduktion mit Chinaschilf und einheimischen Gräsern. *Agrarforschung* **4** (7): 295-298.
- Mediavilla V., Bassetti P., Konermann M., Schmid-Slembrouck I., 1998a. Optimierung der Stickstoffdüngung und Saatmenge im Hanfanbau. *Agrarforschung* **5** (5):241-244.
- Mediavilla V., Jonquera M., Schmid-Slembrouck I. und Soldati A., 1998b. Decimal code for growth stages of hemp (*Cannabis sativa* L.). *Journal of the International Hemp Association* **5** (2):65, 68-74.
- Meier Ch. und Mediavilla V., 1997. Factors influencing the yield and the quality of hemp (*Cannabis sativa* L.) essential oil. *Journal of the International Hemp Association* **5** (1):16-20.
- Meister E., Mediavilla V., Lehmann J., Stünzi H., Serafin F., 1996. Energiegras / Feldholz: Teilprojekt Energiegras. Schlussbericht, Bundesamt für Energiewirtschaft.
- Neill S.W. und Kurtz M.E., 1994. Agronomic research for kenaf crop in Mississippi. A summary of kenaf production and product development research 1989-1993. Mississippi State University, Agricultural & Forestry Experiment Station, Bulletin **1011**, 1-2.
- Nova, IAF/FH, Ifeu, 1996. Das Hanfproduktlinien-Projekt. Nova-Institut, Hürth.
- Petrini C., Bazzocchi R, Montalti P., 1994. Yield potential and adaptation of kenaf (*Hibiscus cannabinus*) in north-central Italy. *Industrial Crops and Products* **3**:11-15.

- Schwappach P., 1996. Auch Kenaf wächst nicht in den Himmel, Anbauverfahren mit der neuen Faserpflanze aus Unterfranken, *BLW* **24/15.6.1996**: 43-44.
- Schwarz H., Liebhard P., Ehrendorfer K. und Ruckenbauer P., 1993. Ertragsverlauf von *Miscanthus sinensis* „Giganteus“ auf zwei Ackerstandorten in Österreich. *Die Bodenkultur* **44** (3), 253-263.
- Schweiger P. Kenaf die wärmeliebende Faserpflanze. Baden-Württemberg, Merkblatt **9**. 1995.
- Schweiger P., Mastel K. und Stolzenburg K., 1996. Informationen für die Pflanzenproduktion - Untersuchungen zu pflanzenbaulichen, erntetechnischen und ökonomischen Fragen des Anbaus von Faserhanf. *Landesanstalt für Pflanzenbau Forchheim* **9**.
- Sell A., Mediavilla V., 1999. Marktanalyse für Faserprodukte aus Chinaschilf, Flachs, Hanf und Kenaf in der Schweiz. Schriftenreihe der FAL-, im Druck.
- Serafin F. und Ammon H.U., 1996. Notwendigkeit und Möglichkeiten der Unkrautbekämpfung in Kenaf, Chinaschilf und Hanf. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* (Sonderheft) **XV**, 255-264.
- Slembrouck I., 1994. Anbau von Hanf: Ertragsbildung unter verschiedenen klimatischen Bedingungen. *Diplomarbeit Institut für Pflanzenwissenschaften ETH Zürich Prof. Dr. P. Stamp*.
- Spiess E., 1997. Zur Problematik der Ernte von Körnerhanf. *VDI-MEG-Kolloquium Mährescher*, 17.-18.3.1997 Hohenheim.
- Steinbeis 1995. Stoffliche Verwertung von Chinaschilf. Transferzentrum, Technologie, Management, D-Mosbach, persönliche Mitteilung.
- Strasser H., 1995. Nachwachsende Rohstoffe ernten - aber wie? *Die Grüne* **3**, 13-14.
- Stünzi H. und Lehmann J., 1995. Energiegras: Qualität von Chinaschilf und schnellwachsenden Gräsern, *Bulletin SGPW/SSA* **4**, 23.
- Terbatec AG, 1995. Die Hi-Tech Fasertechnologie aus lokal nachwachsenden Rohstoffe. Tagung „Nachwachsende Rohstoffe“, Bundesamt für Landwirtschaft, Weinfelden, 20.-22. November 1995.
- van der Werf, H. M. G. und van den Berg, W., 1995. Nitrogen fertilization and sex expression affect size variability of fibre hemp (*Cannabis sativa* L). *Oecologia* **103** (4), 462-470.
- van der Werf, H. M. G., van Geel, W. C. A., van Gils, L. J. C. und Haverkort, A. J., 1995a. Nitrogen fertilization and row width affect self-thinning and productivity of fibre hemp (*Cannabis sativa* L). *Field Crops Research* **42** (1), 27-37.
- van der Werf, H. M. G., Wijnhuizen, M. und Deschutter, J. A. A., 1995b. Plant density and self-thinning affect yield and quality of fibre hemp (*Cannabis sativa* L). *Field Crops Research* **40** (3), 153-164.
- Venturi G., Benati R., Amaducci M.T., 1990. Valutazioni dell'adattabilità di alcune cultivar di ibisco all'ambiente padano. *L'Informatore Agrario* **25**:9-17.
- Venturi G. und Amaducci M.T., 1994a. Cultivar, miglioramento genetico, componenti della resa. Il kenaf: materia prima per l'industria, Vannini L. und Venturi G. (Hrsg), *L'Informatore Agrario*, 35-42.
- Venturi G. und Amaducci M.T., 1994b. Tecnica colturale. Il kenaf: materia prima per l'industria, Vannini L. und Venturi G. (Hrsg), *L'Informatore Agrario*, 43-58.
- Webber C.L., 1993. Yield components of five kenaf cultivars. *Agron. J.* **85**: 533-535
- Wöhlken E., 1997. Einführung in die landwirtschaftliche Marktlehre, Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau.

9 Eigene Veröffentlichungen im Projekt

- Ammon H.U., Bohrer Ch., Mediavilla V., Serafin F. und Buri A. Nachwachsende Rohstoffe umweltschonend anbauen. UFA-Revue **4**, 1996.
- Bassetti P., Mediavilla V., Spiess E., Amman H., Strasser H. und Mosimann E. Hanfanbau in der Schweiz - Geschichte, aktuelle Situation, Sorten, Anbau- und Erntetechnik, wirtschaftliche Aspekte und Perspektiven. FAT-Berichte 516, 1998.
- Brenneisen R., Mediavilla V., et al. Cannabis and cannabinoids – pharmacology, toxicology and therapeutic potential. Huber Verlag, in print, 2000.
- Hersener J.-L. and Mediavilla V. Biomass for Energy in Switzerland - a Short Overview. First European Energy Crops Conference, BTG, Enschede, NL, 1996. (Poster)
- Konermann M. Diebstahl von Nutzhanf lohnt nicht, Badische Zeitung, 11.08.1998.
- Konermann M. Hanf im Praxisanbau - Erste Erfahrungen der Landwirte, BW agrar **26**, 1998.
- Konermann M. und Vetter R. Hemp-cultivation in Baden-Württemberg - inquiry among the farmers, 10. Europäische Biomassekonferenz in Würzburg, 1998. (Poster)
- Konermann M. und Vetter R. Kenaf - 3-jährige Anbauergebnisse aus Südwestdeutschland (in Bearbeitung)
- Konermann M., Maier J., Vetter R. Hemp, high oleic sunflower and winter linseed – alternative crops for industrial raw materials. Industrial Crop Symposium, Bonn, 1999. (Poster)
- Konermann M., Vetter R. und Mediavilla V. Prüfung des Anbaus von Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) in Baden-Württemberg und der Schweiz. VDI/MEG Kolloquium Agrartechnik, Universität Bonn **22**: 14-18, 1997. (Vortrag)
- Konermann M., Vetter R., Eusterschulte B., Kahnt. Pflanzenfasern für die Industrie, Posterpräsentation auf der 'Wirtschaft trifft Wissenschaft' in Stuttgart, 1998. (6 Poster)
- Mediavilla V. Alte und neue Faserpflanzen - eine Renaissance? Bulletin SGPW/SSA **6**: 14, 1996. (Vortrag)
- Mediavilla V. and Steinemann S. Essential oil of *Cannabis sativa* L. strains. Journal of the International Hemp Association **4** (2): 82-84, 1997.
- Mediavilla V. Flachs-anbau 1997 an der FAL-Reckenholz - erste Erfahrungen. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, 1997.
- Mediavilla V. Soll ich Hanf anbauen? Bauernzeitung, 19.4.1996.
- Mediavilla V. The production of essential hemp oil in Switzerland. Natural Fibres, Hemp, flax and other bast fibrous plant - production, technology and ecology Symposium 24 and 25 September 1998, Poznan, PL: 117-118, 1998.
- Mediavilla V. und Brenneisen R. THC-Gehalt von Industriehanf-Sorten. Mitt. (Deutsch.) Ges. Pflanzenbauwiss. **9**: 243-244, 1996. (Poster)
- Mediavilla V. und Steinemann S. Ätherisches Hanföl - erste Prüfung einiger Herkünfte. Nova-Institut (Hrsg.): Biorohstoff Hanf 97, Tagungsband zum Symposium 1997, Frankfurt am Main, 27.2. - 2.3.1997, 1997. (Vortrag)
- Mediavilla V. Wiedererdeckte Ölpflanzen. Die Grüne **32**: 18-19, 1997.
- Mediavilla V. Flachs – lange Geschichte, unsichere Zukunft, UFA-Revue **9**:32-35, 1999.
- Mediavilla V. Book review: Advances in hemp research. Crop Science, in print, 2000.
- Mediavilla V., Bassetti P., Konermann M. und Schmid-Slembrouck I. Optimierung der Stickstoffdüngung und Saatmenge im Hanfanbau. AgrarForschung **5** (5): 229-232, 1998.

- Mediavilla V., Bassetti P., Leupin M. et Mosimann E. Caractéristiques agronomiques de différentes variétés de chanvre. *Revue suisse Agric.* **31**(5): 221-225, 1999.
- Mediavilla V., Bassetti P., Leupin M. und Mosimann E. Agronomische Eigenschaften von Hanfsorten. *Agrarforschung* **6**(10): 393-396, 1999.
- Mediavilla V., Bassetti P., Leupin M. und Mosimann E. Agronomic characteristics of some hemp genotypes. *Journal of the International Hemp Association*, in review, 2000.
- Mediavilla V., Bassetti P., Schmid-Slembrouck I. Yield formation of fibre hemp in Switzerland – first experiments. *Journal of Agronomy and Crop Science Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau*, in review, 2000.
- Mediavilla V., Bassetti P., Winter W. und Meister E. Kenaf - eine geeignete Faserpflanze für die Schweiz? *AgrarForschung* **4** (1): 31-34, 1997.
- Mediavilla V., Jonquera M., Schmid-Slembrouck I. and Soldati A. A decimal code for growth stages of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.). *Journal of the International Hemp Association* **5** (2): 65, 68-74, 1998.
- Mediavilla V., Jonquera M., Schmid-Slembrouck I. und Soldati A.. Dezimalcode für Wachstumsstadien von Hanf. *Agrarforschung* **6**(10): 385-392, 1999.
- Mediavilla V., Lehmann J. and Stünzi H. Fuel production with local grasses and *Miscanthus*. B. Boller and F.J. Stadelmann (eds.): *Breeding for a multifunctional agriculture*, Swiss Federal Research Station for Agroecology and Agriculture, Zürich-Reckenholz, EUCARPIA, Fodder Crops and Amenity Grasses Section, 21st Meeting, 9-12 September 1997, Kartause Ittingen, Switzerland: 134-136, 1998. (Poster)
- Mediavilla V., Lehmann J., Meister E. und Stünzi H. Biomasseproduktion mit Chinaschilf und einheimischen Gräsern. *AgrarForschung* **4** (7): 295-298, 1997.
- Mediavilla V., Leupin M. und Keller A. Technisch-wissenschaftliches Hanfsymposium Frankfurt, *AgrarForschung* **4** (6): 255-256, 1997.
- Mediavilla V., Leupin M., Keller A. Influence of the growth stage of industrial hemp on agronomy and fibre morphology. *Journal of Industrial Crops and Products*, in review, 2000.
- Mediavilla V., Ott A., Bassetti P., Meister E., Strasser H.R., Spiess E., Ramseier H., Ammon A.U., Mosimann E., Aeby P., Schmutz J., Lavanchy P.F. und Giroud G. Erste Resultate aus dem Hanfanbau 1995 - Interner Bericht der Forschungsanstalten, des Technikums Zollikofen und einiger landwirtschaftlichen Schulen - Ergebnisse der beteiligten Versuchsansteller. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, 1996.
- Mediavilla V., Sell J. Marktanalyse für landwirtschaftliche Faserprodukte in der Schweizer Baubranche. *Bau-biologie* **6**:8-12, 1999.
- Mediavilla V., Sell J. Marktchancen von einheimischen Bastfasern im schweizerischen Textilbereich. *Mittex* **1**: 16-17., 2000.
- Mediavilla V., Sell J. Naturfasern decken Nische im Kunststoffbereich ab. *Kunststoffe-Synthetics* **2**: 8-11, 2000.
- Mediavilla V., Sortenkatalog für Hanf 1999. *Agrarforschung* **6** (6): 246-247, 1999.
- Mediavilla V., Spiess E., Bassetti P., Konermann M., Keller A., Meier Ch., Probst T., Grunder F., Mosimann E., Leupin M., Känzig A. und Gmünder R. Interner Bericht zu den Erfahrungen aus dem Hanfanbau 1997 Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, 1998.

Mediavilla V., Spiess E., Zürcher B., Bassetti P., Strasser H.R., Konermann M., Spahr J., Christen S., Mosimann E., Aeby P., Ott A. und Meister E. Erfahrungen aus dem Hanfanbau 1996 - Vorläufiger Bericht der Forschungsanstalten, des Technikums Zollikofen und einiger landwirtschaftlichen Schulen - Ergebnisse der beteiligten Versuchsanseller. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, 1997.

Meier Ch. und Mediavilla V. Factors influencing the yield and the quality of hemp (*Cannabis sativa* L.) essential oil. *Journal of the International Hemp Association* **5** (1): 16-20, 1998.

Sell J., Mediavilla V., Pflanzen mit Potential. *Die Grüne* **7**: 14-17, 1999.

Sell V, Mediavilla V. Marktanalyse für Faserprodukte aus Chinaschilf, Hanf, Kenaf und Flachs in der Schweiz, Schriftenreihe der FAL **29**, 1999.

10 Öffentlichkeitsarbeit

16.10.96	CH-Wülflingen	Tagung der Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus AGFF mit Beitrag über nachwachsende Rohstoffe
19.2.97	CH-Neuenhof	Vortrag über Hanfanbau
20.2.97	CH-Cham	Vortrag über Hanf und Flachs
21.5.97	CH-Uster	Vortrag über Hanf
19.6.97	CH-Zürich	Informationstag der FAL über Pflanzen als Rohstoff- und Energiequelle, Vortrag über Anbau und Bewertung nachwachsender Rohstoffe
13.-19.9.97	D-Freiburg	Ausstellungstand auf der Badischen Landwirtschaftlichen Woche BALA
19.-22.9.97	D-Villingen-Schwenningen	Ausstellungsstand auf der ÖKOLOGA unter dem Motto „Nachwachsende Rohstoffe für unsere Umwelt“
9.-19.10.97	CH-St. Gallen	Messestand auf der OLMA unter dem Thema „Das Institut für Umweltgerechte Landwirtschaftung IfUL und die grenzüberschreitende Zusammenarbeit“
3.6.98	CH-Zürich	Stand über nachwachsende Rohstoffe an der FAL beim Tag der offenen Tür
8.-11.6.98	D-Würzburg	Posterpräsentation auf der 10. Europäischen Biomassekonferenz
16.6.98	D-Hochburg	Tag der offenen Tür mit Sonderschau
19.-22.6.98	D-Freiburg	Stand zu nachwachsende Rohstoffe auf der Ökowied
30.6.98	CH-Zürich	Besichtigung Kulturpflanzen mit Studenten der ETHZ
19.8.98	CH-Zürich	Durchführung des Kurses Alternative Kulturen im Biolandbau
24.9.-3.10.98	D-Stuttgart	Stand zu nachwachsenden Rohstoffen auf dem landwirtschaftlichen Hauptfest
24.10.98	D-Müllheim	Tag der offenen Tür am Iful
9.-19.11.98	D	Führungen von 20 Schulklassen durch die Sonderausstellung zu nachwachsenden Rohstoffen
8.12.98	CH-Neuhausen	Vortrag über nachwachsende Rohstoffe und Faserpflanzen
8.-9.12.98	D-Stuttgart	Stand auf der Messe „Wirtschaft trifft Wissenschaft“ mit dem Motto „Pflanzenfasern“
12.2.99	CH-Egnach	Vortrag über Hanfanbau
25.2.99	CH-Cham	Vortrag über Hanf, Flach und andere Alternativkulturen
30.3.99	CH-Zürich	Informationsaustauschs zu Faserpflanzen
April 99	CH-Zürich	Aussendung „Demopack – nachwachsende Rohstoffe“
11.4.99	CH-Zürich	Vortrag für die industrielle Nutzung von Hanf an der Öko
5.9.99	CH-Sissach	Stand über nachwachsende Rohstoffe am Ebenraintag
8.-19.9.99	D-Weil am Rhein	Ausstellung in der Landengartenschau zum Thema „High-tech aus der Natur“

11 Anhang

11.1 Feldversuche in der Nordwestschweiz

HANF

▪ Saatmenge und N-Düngung 1996 und 1997

Versuchsfrage: Wie wirken sich Saatmenge und N-Düngung auf Samen- und Stengel-Ertrag aus?

Standorte und Jahr: 1996 Zürich-Reckenholz, Cadenazzo TI; 1997 Tenniken BL, Cadenazzo TI

Sorten: Fedora 19 (Doppelnutzung), Futura 77 (Stengelnutzung)

Drillsaat: Mitte April bis Anfang Mai

Verfahren

Saatmenge (kg/ha)	Düngung mit Ammonsalpeter (Zeitpunkt und kg N/ha) Verfahren	Auflaufen (5 cm)	Kopfgabe (20 cm)
10	N0	0	0
10	N1	0	50
10	N2	0	85
10	N3	35	50
10	N4	35	85
30	N0	0	0
30	N1	0	50
30	N2	0	85
30	N3	35	50
30	N4	35	85
60	N0	0	0
60	N2	0	85
60	N3	35	50
60	N4	35	85
60	N5	50	85
Total	15		

Erhebungen: Ertrag Samen und Stengel, Pflanzenhöhe, Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter, Lagerung, Stengeldurchmesser, $N_{\min 0-100}$ (bei der Saat, 5 cm, 20 cm, 50 cm, Ernte), N-Gehalt in der Pflanze, Bastgehalt

Ernten: Volle Blüte, Volle Samenreife

Wiederholungen: 4

▪ Saatmenge und Sorten

Versuchsfrage: Wie wirken sich Sorte und Saatmenge auf Körner, Blüten- und Stengel-Ertrag aus?

Standort und Jahr: 1997 Tenniken BL

Drillsaat: Mitte April bis Anfang Mai

Verfahren

Saatmenge (kg/ha)	Reihenabstand (cm)
2	36
5	36
10	18
30	18
60	18

Sorten: Fedora 19, Futura 77, Secuieni 1

N-Düngung: 30 (Auflaufen, 5 cm) + 90 (Kopfgabe, 20-50 cm) = 120 kg N/ha

Erhebungen: Ertrag Körner, Blüten und Stengel, Pflanzenhöhe, Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter, Lagerung, Stengeldurchmesser, Bastgehalt

Ernten: Samenreife

Wiederholungen: 4

▪ Sorten

Versuchsfrage: Wie hoch ist das Ertragspotential verschiedener Sorten in Bezug auf Stengel, Bast und Samen?

Standorte und Jahr: 1996 Zürich-Reckenholz, 1997 Tenniken BL, 1998 Möhlin AG, 1998 Zwidlen ZH

Drillsaat: Mitte April bis Anfang Mai

Saatmenge: 1996 60, 1997 40, 1998 40, 1999 60 kg/ha

N-Düngung: 35 (Auflaufen, 5 cm) + 85 (Kopfgabe, 20-50 cm) = 120 kg N/ha

Sorten

Sortenname	Charakteristika	1996	1997	1998	1999	Herkunft
Alp King	zweihäusig			x		CH
Beniko	einhäusig		x	x		PL
Bialobrzeskie	einhäusig		x	x	x	PL
Early flower	Zweihäusig				x	CH
Fasamo	einhäusig		x	x	x	D
Fédora 19	einhäusig	x	x	x	x	F
Fedrina 74	einhäusig			x		F
Félina 34	einhäusig	x	x	x		F
Férimon 12	einhäusig			x		F
Futura 77	einhäusig	x	x	x	x	F
FxT	einhäusig	x	x	x		H
H-4	Noch unbekannt				x	H
H-6	Noch unbekannt				x	H
H-7	Noch unbekannt				x	H
Helvetica 01	zweihäusig			x		CH
Helvetica 02	zweihäusig			x		CH
Helvetica 03	zweihäusig			x		CH
Helvetica Tell	zweihäusig			x		CH
Irene	einhäusig		x	x		RM
Kompolti	zweihäusig		x	x	x	H
Kompolti Hybrid TC	zweihäusig	x	x	x		H
Lipko	Noch unbekannt				x	H
Livoniae	zweihäusig	x				Lettland
Lovrin 110	zweihäusig		x	x		RM
Moldovan	zweihäusig		x	x		RM
Novosadska	zweihäusig		x	x		YU
Novosadska plus	zweihäusig		x			YU
Secuieni 1	einhäusig	x	x	x		RM
Swissmix	zweihäusig	x	x	x		CH
Uniko-B	zweihäusig	x	x	x	x	H
USO 14	einhäusig		x	x		Ukraine
USO 31	einhäusig		x	x		Ukraine
Walliser Queen	Zweihäusig			x	x	CH

Erhebungen: Ertrag Samen und Stengel, Pflanzenhöhe, Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter, Lagerung, Stengeldurchmesser, Bastgehalt, Ölgehalt und -qualität, Cannabinoid-Gehalte

Ernten: Vollblüte, Vollreife

Wiederholungen: 4 (1996 3)

▪ Einsatz von Leguminosen

Versuchsfrage: Kann die Einsaat von Leguminosen den Mähdrusch erleichtern? Kann damit auf eine N-Düngung verzichtet, die Bodenstruktur verbessert und Futter für das Folgejahr produziert werden?

Standort und Jahr: 1997 Oensingen SO

Drillsaat: Mitte April bis Anfang Mai, Sorte Fedora 19, Saatmenge 40 kg/ha, Saattiefe 1-2 cm

Verfahren

Mischung mit	Menge (kg/ha)	N-Düngung (Kopfgabe)
(Kontrolle)	-	0
(Kontrolle)	-	30
Alexandrinklee	15	30
Perserklee	15	30
Erdklee	15	30
Standardmisch. 240	38	30
Standardmisch. 330	33	30

Wiederholungen: 4

Wegen Schneckenfrass Versuch abgebrochen!

▪ Ätherisches Öl

Versuchsfrage: Welcher Erntezeitpunkt eignet sich am bestens für die Produktion von ätherischem Öl? Wie können die verschiedenen Reifestadien erkannt werden? Welcher Einfluss hat die Trocknung und die Lagerung der Blüten auf das ätherische Öl?

Standort und Jahr: 1997 Tenniken BL

Drillsaat: Mitte April bis Anfang Mai, Saatmenge 40 kg/ha

Sorten: Felina 34, Futura 77, Kompolti hybrid TC, Swissmix, pro Sorte ca. 20 m²

Erntezeit

Stadium	Erntezeit		
Beginn weibl. Blüte	Ende Juli	Anfang Aug.	Anfang Aug.
weibl. Blüte	Anfang Aug.	Mitte Aug.	Mitte Aug.
Ende weibl. Blüte	Ende Aug.	Anfang Sept.	Mitte Sept.
Samenreife	Mitte Sept.	Ende Sept.	Anfang Okt.
Sorte	Felina 34, Swissmix	Futura 77	Kompolti hybrid TC

Erhebungen: Ausbeute ätherisches Öl, Geruchsnote, chemische Analyse

KENAF

▪ Allgemeine Versuchshinweise

Saat

Reihenabstand: 35-50 cm

Herbizide: Vorauf- oder Vorsaaatherbizide

Zusätzlich manuellen Unkrautbekämpfung

Saatdichte: 40 keimfähige Samen pro Quadratmeter

Saatzeitpunkt: zwischen Mitte Mai und Anfang Juni

Sorte: Tainung 2

Ernten: Ende Vegetationszeit (September bis Oktober), Winter (Januar)

▪ Saatmenge

Versuchsfrage: Welche Pflanzendichte bzw. Saatmenge eignen sich am besten im Hinblick auf Ertrag und Faserqualität?

Standorte und Jahr: 1996 Zürich-Reckenholz, 1997 Giebenach BL

Verfahren

Verfahren	Ziel (Pfl./m ²)
D20	20
D30	30
D40	40
D50	50
D60	60
D70	70
D80	80
D100	100

Saatmenge: höher als das Ziel, Vereinzeln von Hand in zwei Durchgängen auf Zieldichte

N-Düngung: 40 (Aufaufen, 5 cm) + 40 (Kopfgabe, 20-50 cm) = 80 kg N/ha

Erhebungen: Ertrag Stengel und Blätter, Pflanzenhöhe, Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter, Stengeldurchmesser, Bastgehalt, Faserqualität

Wiederholungen: 4

▪ Sorten

Versuchsfrage: Welche Sorten geben den höchsten Ertrag und weisen die beste Faserqualität auf?

Standorte und Jahr: 1996 Zürich-Reckenholz, 1997 Giebenach BL

Sorten

Sorten
Everglades
No. 15.2
Salvador
Tainung 1
Tainung 2
Tainung 2 * (Vermehrungslinie von Tainung 2)

N-Düngung: 40 (Auflaufen, 5 cm) + 40 (Kopfgabe, 20-50 cm) = 80 kg N/ha

Erhebungen: Ertrag Stengel und Blätter, Pflanzenhöhe, Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter, Stengeldurchmesser, Bastgehalt, Faserqualität

Wiederholungen: 4

▪ Düngung

Versuchsfrage: Wie wirkt sich die Düngung auf Ertrag aus?

Standorte und Jahr: 1996 Zürich-Reckenholz

Verfahren

	Zeitpunkt (Pflanzenhöhe) und Menge (kg NH4 bzw. N/ha)			Form
	5 cm	20 cm	70 cm	
N0	0	0	0	Gülle
N1	30	0	0	Gülle
N2	30	30	0	Gülle
N3	30	30	30	Min.
N4	30	0	0	Min.
N5	30	60	0	Min.
N6	30	30	30	Min.
N7	0	30	30	Min.
N8	0	60	0	Min.
N9	0	60	30	Min.
N10	30	60	60	Min.

Erhebungen: Ertrag Stengel, Pflanzenhöhe, Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter, Stengeldurchmesser, N_{min}, N-Gehalt, Bastgehalt, Faserqualität

Wiederholungen: 4

MISCANTHUS

▪ Sorten

Versuchsfrage: Welche Sorten bzw. Klone sind besser geeignet?

Standort: Zürich-Reckenholz (445 m ü.M.)

Anlage: 1993 (1994*)

Sorten

Sorte bzw. Klon
(Herkunft bzw. Vermehrungsart)
Giganteus (Birosto Meristem)
Giganteus (GSB Meristem)
Giganteus (FAW Meristem)*
Giganteus (Rhizom)
Spät
Desert
Resistent 01
Xanten VxH 250
Goliath
Gracillimus
Silberfeder

Erhebungen: Ertrag Stengel, Pflanzenhöhe, Anzahl Triebe pro Quadratmeter, Umfang, mineralische Inhaltstoffe

Wiederholungen: 3 (1*)

▪ Düngung und Dichte

Versuchsfrage: Welche ist die ideale Pflanzdichte, wie wirkt sich die Düngung aus?

Standort: Zürich-Antwi (445 m ü.M.), Anwil BL (588 m ü.M.)

Anlage: 1992

Verfahren

Verfahren	NO	N1	N2 (nur Anwil BL)
Düngung	keine	Gülle 50 kg NH ₄ /ha	Mineralisch 50-80 kg N/ha
Dichte	1 und 0.7 Pfl./m ²	1 und 0.7 Pfl./m ²	1 und 0.7 Pfl./m ²

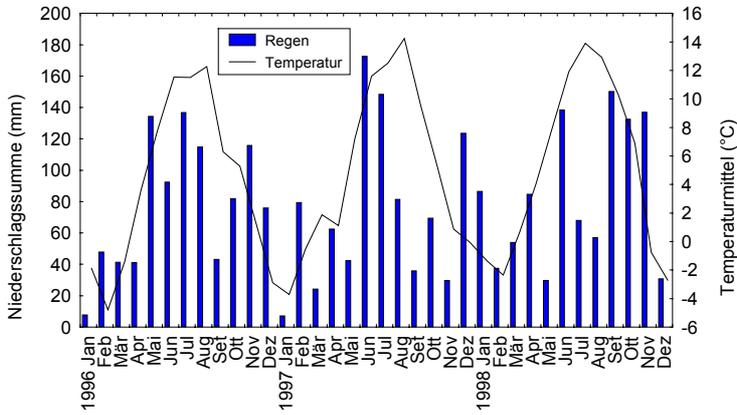
Erhebungen: Ertrag Stengel, Pflanzenhöhe, Anzahl Triebe pro Quadratmeter, Umfang, mineralische Inhaltstoffe

Ernten: im nachfolgenden Frühjahr, Zürich-Reckenholz 1993-1998, Anwil BL 1993-1996

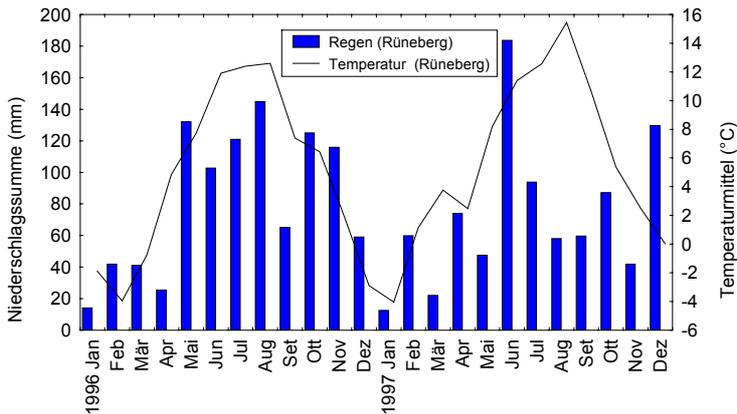
Wiederholungen: 4 (Zürich-Reckenholz), 3 (Anwil BL)

METEOROLOGISCHE DATEN

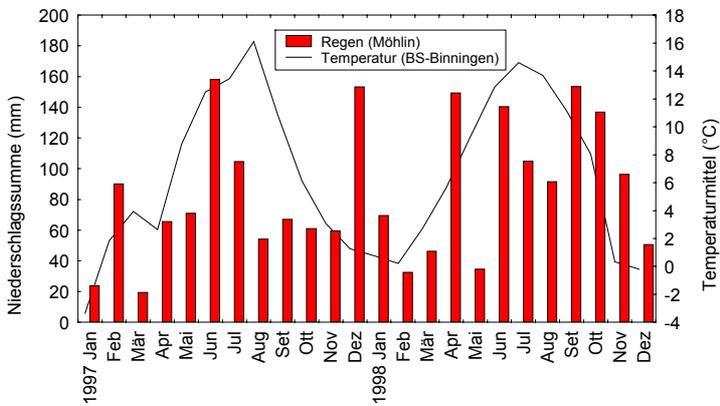
Zürich-Reckenholz
1996-1998



Anwil BL und Tenniken BL
1996, 1997



Giebenach BL, Möhlin AG
1997, 1998



11.2 Feldversuche in Baden-Württemberg

HANF 1996

▪ Saatdichte und N-Düngung Biengen

Hanf	Wie wirken sich Saatdichte und N-Düngung auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus ?												
JAHR	1996		VERSUCHSNUMMER	I		IN ZUSAMMENARBEIT MIT					FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim		
VERSUCHSORT:	Biengen		Höhe:	212	m ü. NN		Ø Niederschlag:	600	mm/a		Ø Jahrestemperatur:		9,5 °C
BODEN	Typ:	Braunerde		Art:	sl		Boden-/Ackerzahl:	90	pH:				
	Humus:	%		P ₂ O ₅ :	K ₂ O:		Mg:	mg/100g		Ges-N:		%	
VORFRUCHT:	Mais		Stroh / Blatt abgefahren:		ja <input type="checkbox"/>		nein <input checked="" type="checkbox"/>						
ZWISCHENFRUCHT:	eingearbeitet am:												
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN	WIEDERHOLUNGEN		PARZELLENZAHL		PARZ.GRÖSSE		ERNTFLÄCHE					
	20	4		80		m ²		9 m ²					
FAKTOREN													
Sorten	Saatdichte		Düngung		Pflanzenschutz								
Fedora	30/60 kg/ha		N0 0		mechanisch								
Futura	30/60 kg/ha		N 1 50		01.06.96								
			N 2 85										
			N 3 35/50										
			N 4 35/85										
			N 5 50/85										
AUSSAAT	AUFGANG	DICHT		MENGE		TKG	KEIMF.	REIHENABST.		SÄTECHNIK			
09.05.96	17.05.96	30/60						20					
N _{min} am	0-30	30-60	60-90	Σ 0-90 cm		DÜNGUNG MIT	AM	MENGE N		P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	
23.4.96	26	21	25	72		Kali	1/96	5			200	30	

▪ Saatdichte und N-Düngung Auggen

KULTURART	VERSUCHSFRAGE												
Hanf	Wie wirken sich Saatdichte und N-Düngung auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus ?												
JAHR	1996		VERSUCHSNUMMER	I		IN ZUSAMMENARBEIT MIT					FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim		
VERSUCHSORT:	Auggen		Höhe:	232	m ü. NN		Ø Niederschlag:	650	mm/a		Ø Jahrestemperatur:		9,5 °C
BODEN	Typ:	Braunerde		Art:	sL		Boden-/Ackerzahl:	80	pH:		7,4		
	Humus:	2,6 %		P ₂ O ₅ :	12		K ₂ O:	16	Mg:	8 mg/100g		Ges-N:	%
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN	WIEDERHOLUNGEN		PARZELLENZAHL		PARZ.GRÖSSE		ERNTFLÄCHE					
	20	4		80		m ²		9 m ²					
FAKTOREN													
Sorten	Saatdichte		Düngung		Pflanzenschutz								
Fedora	30/60 kg/ha		N0 0		mechanisch								
Futura	30/60 kg/ha		N 1 50		01.06.96								
			N 2 85										
			N 3 35/50										
			N 4 35/85										
			N 5 50/85										
AUSSAAT	AUFGANG	DICHT		MENGE		TKG	KEIMF.	REIHENABST.		SÄTECHNIK			
07.05.96	17.05.96												
N _{min} am	0-30	30-60	60-90	Σ 0-90 cm		DÜNGUNG MIT	AM	MENGE N		P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	
11.04.96	32	25	22	79									

▪ Sorte und Dichte Biengen

KULTURART	VERSUCHSFRAGE												
Hanf	Wie wirken sich Sorte und Saatdichte auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus ?												
JAHR	1996		VERSUCHSNUMMER	II		IN ZUSAMMENARBEIT MIT					FAL Zürich Reckenholz, Universität Hohenheim		
VERSUCHSORT:	Biengen		Höhe:	212	m ü. NN		Ø Niederschlag:	600	mm/a		Ø Jahrestemperatur:		9,5 °C
BODEN	Typ:	Braunerde		Art:	sl		Boden-/Ackerzahl:	90	pH:				
	Humus:	%		P ₂ O ₅ :	K ₂ O:		Mg:	mg/100g		Ges-N:		%	
VORFRUCHT:	Mais		Stroh / Blatt abgefahren:		ja <input type="checkbox"/>		nein <input checked="" type="checkbox"/>						
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN	WIEDERHOLUNGEN		PARZELLENZAHL		PARZ.GRÖSSE		ERNTFLÄCHE					

FAKTOREN	24	4	96	m ²	9 m ²		
Sorten	Saadichte	Düngung	Pflanzenschutz				
Fedora 19	10 kg/ha	40 kg N 5 cm	mechanisch				
Futura 77	20 kg/ha	40 kg N 25 cm	01.06.96				
Felina 34	30 kg/ha						
Uniko	40 kg/ha						
	50 kg/ha						
	60 kg/ha						
AUSSAAT	AUFGANG	DICHTE	MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST.	SÄTECHNIK
09.05.96	17.05.96					20	
N _{min} am	0-30 30-60	60-90 ∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE	N	P ₂ O ₅ K ₂ O MgO
23.04.96	26 21	25 72	Kali	1/96	5		200 30

Sorte und Dichte Augen

KULTURART	VERSUCHSFRAGE										
Hanf	Wie wirken sich Sorte und Saadichte auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus ?										
JAHR	VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT										
1996	II FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim										
VERSUCHSORT: Augen	Höhe:	232	m ü. NN	Ø Niederschlag:	650	mm/a					
				Ø Jahrestemperatur:	9,5	°C					
BODEN	Typ:	Braunerde	Art:	sl	Boden-/Ackerzahl:	80	pH:	7,4			
	Humus:	2,6 %	P ₂ O ₅ :	12	K ₂ O:	16	Mg:	8	mg/100g	Ges-N:	%
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN	WIEDERHOLUNGEN	PARZELLENZAHL	PARZ.GRÖSSE	ERNTEFLÄCHE						
	24	4	96	m ²	9 m ²						

FAKTOREN	Sorten	Saadichte	Düngung	Pflanzenschutz			
	Fedora	10 kg/ha	40 kg N 5 cm	mechanisch			
	Futura	20 kg/ha	40 kg N 25 cm	01.06.96			
	Felina 34	30 kg/ha					
	Uniko B	40 kg/ha					
		50 kg/ha					
		60 kg/ha					
AUSSAAT	AUFGANG	DICHTE	MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST.	SÄTECHNIK
07.05.96	17.05.96					20	
N _{min} am	0-30 30-60	60-90 ∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE	N	P ₂ O ₅ K ₂ O MgO
11.04.96	32 25	22 79					

Sorten Biengen

KULTURART	VERSUCHSFRAGE										
Hanf	Welche Sorten geben den höchsten Ertrag ?										
JAHR	VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT										
1996	III FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim										
VERSUCHSORT: Biengen	Höhe:	212	m ü. NN	Ø Niederschlag:	600	mm/a					
				Ø Jahrestemperatur:	9,5	°C					
BODEN	Typ:	Braunerde	Art:	sl	Boden-/Ackerzahl:	90	pH:				
	Humus:	%	P ₂ O ₅ :	K ₂ O:	Mg:	mg/100g	Ges-N:	%			
VORFRUCHT:	Mais	Stroh / Blatt abgefahren:		ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>						
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN	WIEDERHOLUNGEN	PARZELLENZAHL	PARZ.GRÖSSE	ERNTEFLÄCHE						
	5	4	20	m ²	9 m ²						

FAKTOREN	Sorten	Saadichte	Düngung	Pflanzenschutz			
	1 Fedora	40 kg/ha	40 kg N 5 cm	mechanisch			
	2 Felina		40 kg N 25 cm	01.06.96			
	3 Futura						
	4 Uniko B						
	5 Kompolti						
AUSSAAT	AUFGANG	DICHTE	MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST.	SÄTECHNIK
09.05.96	17.05.96	40				20	
N _{min} am	0-30 30-60	60-90 ∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE	N	P ₂ O ₅ K ₂ O MgO
23.04.96	26 21	25 72	Kali	1/96	5		200 30

Sorten Augen

KULTURART	VERSUCHSFRAGE										
Hanf	Welche Sorten geben den höchsten Ertrag ?										
JAHR	VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT										
1996	III FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim										

VERSUCHSORT: Auggen Höhe: 232 m ü. NN Ø Niederschlag: 650 mm/a
 Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
 BODEN Typ: Braunerde Art: sl Boden-/Ackerzahl: 80 pH: 7,4
 Humus: 2,6 % P₂O₅: 12 K₂O: 16 Mg: 8 mg/100g Ges-N: %
 VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 5 4 20 m² 9 m²
 FAKTOREN
 Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
 1 Fedora 40 kg/ha 40 kg N 5 cm mechanisch
 2 Felina 40 kg N 25 cm 01.06.96
 3 Futura
 4 Uniko B
 5 Kompolti
 AUSSAAT AUFGANG DICHTEN MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK
 07.05.96 17.05.96 20
 N_{min} am 0-30 30-60 60-90 Σ 0-90 cm DÜNGUNG MIT AM MENGE N P₂O₅ K₂O MgO
 11.04.96 32 25 22 79

HANF 1997

■ Saatdichte und N-Düngung Auggen

KULTURART VERSUCHSFRAGE
 Hanf Wie wirken sich Saatdichte und N-Düngung auf den Ertrag
 (Körner und Stengel) aus?
 JAHR VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT
 1997 I FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
 VERSUCHSORT: Auggen Höhe: 232 m ü. NN Ø Niederschlag: 650 mm/a
 Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
 BODEN Typ: Braunerde Art: uL Boden-/Ackerzahl: 80 pH: 7,5
 Humus: 2,6 % P₂O₅: 7 K₂O: 12 Mg: 8 mg/100g Ges-N: %
 VORFRUCHT: Hanf Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
 ZWISCHENFRUCHT: eingearbeitet am: abgefahren am: 1/97
 VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 Spaltanlage 18 4 72 13,5 m² 12 m²
 FAKTOREN
 Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
 Fedora 100 K./m² N0 0
 Kompolti 200 K./m² N1 50
 300 K./m² N2 85 (50/35)
 AUSSAAT AUFGANG DICHTEN MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK
 23.04.97 05.05.97 18 g 85 % 20
 N_{min} am 0-30 30-60 60-90 Σ 0-90 cm DÜNGUNG MIT AM MENGE N P₂O₅ K₂O MgO
 14.04.97 30 17 15 62 Thomaskali 04.03.97 8 64 120 48
 1. KAS 12.05.97 variabel 50
 2. KAS 30.05.97 variabel 35

■ Dichte und Düngung Biengen

KULTURART VERSUCHSFRAGE
 Hanf Wie wirken sich Saatdichte und N-Düngung auf den Ertrag
 (Körner und Stengel) aus?
 JAHR VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT
 1997 I FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
 VERSUCHSORT: Biengen Höhe: 212 m ü. NN Ø Niederschlag: 600 mm/a
 Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
 BODEN Typ: Braunerde Art: uL Boden-/Ackerzahl: 90 pH: 7,5
 Humus: 1,6 % P₂O₅: 19 K₂O: 28 Mg: 10 mg/100g Ges-N: %
 VORFRUCHT: Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
 ZWISCHENFRUCHT: Mais eingearbeitet am: abgefahren am:
 VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 Spaltanlage 18 4 72 13,5 m² 12 m²
 FAKTOREN
 Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
 Fedora 100 K./m² N0 0
 Kompolti 200 K./m² N1 50
 300 K./m² N2 85 (50/35)
 AUSSAAT AUFGANG DICHTEN MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK

23.04.97	05.05.97				18	85 %	20				
N _{min} am	0-30	30-60	60-90	∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
14.04.97	40	16	10	66	Thomaskali	02.97	10		100	200	30
					1. KAS	14.05.97	variabel	50			
					2. KAS	30.05.97	variabel	35			

Sorten Faser Auggen

KULTURART	VERSUCHSFRAGE										
Hanf	Welche Sorten geben den höchsten Faserertrag?										
JAHR	VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT										
1997	Illa FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim										
VERSUCHSORT: Auggen	Höhe:	232	m ü. NN	∅ Niederschlag:	650	mm/a					
				∅ Jahrestemperatur:	9,5	°C					
BODEN	Typ:	Braunerde	Art:	uL	Boden-/Ackerzahl:	80	pH:	7,5			
	Humus:	2,6 %	P ₂ O ₅ :	7	K ₂ O:	12	Mg:	8	mg/100g	Ges-N:	%
VORFRUCHT:	Hanf Stroh / Blatt abgefahren: ja <input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>										
ZWISCHENFRUCHT:	eingearbeitet am: abgefahren am: 1/97										
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN	WIEDERHOLUNGEN	PARZELLENZAHL	PARZ. GRÖSSE	ERNTEFLÄCHE						
Blockanlage	10	4	40	13,5 m ²	12 m ²						

FAKTOREN

Sorten	Saatdichte	Düngung	Pflanzenschutz
1 Fedora	200 K./m ²	85 (50/35) kg N	
2 Felina			
3 Futura			
4 Uniko			
5 Kompolti			
6 Lovrin			
7 Fedrina			
8 Juso 31			
9 Irene			
10 Fasamo			

AUSSAAT	AUFGANG	DICHTE	MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST.	SÄTECHNIK			
23.04.97	05.05.97	200 Kö.				20				
N _{min} am	0-30	30-60	60-90	∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
14.04.97	40	16	10	66	Thomaskali	04.03.97	8	64	120	48
					1. KAS	12.05.97	50			
					2. KAS	30.05.97	35			

Sorten Faser Biengen

KULTURART	VERSUCHSFRAGE										
Hanf	Welche Sorten geben den höchsten Faserertrag?										
JAHR	VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT										
1997	Illa FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim										
VERSUCHSORT: Biengen	Höhe:	212	m ü. NN	∅ Niederschlag:	600	mm/a					
				∅ Jahrestemperatur:	9,5	°C					
BODEN	Typ:	Braunerde	Art:	uL	Boden-/Ackerzahl:	90	pH:	7,5			
	Humus:	1,6 %	P ₂ O ₅ :	19	K ₂ O:	28	Mg:	10	mg/100g	Ges-N:	%
VORFRUCHT:	Mais Stroh / Blatt abgefahren: ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/>										
ZWISCHENFRUCHT:	eingearbeitet am: abgefahren am:										
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN	WIEDERHOLUNGEN	PARZELLENZAHL	PARZ. GRÖSSE	ERNTEFLÄCHE						
Blockanlage	10	4	40	13,5 m ²	12 m ²						

FAKTOREN

Sorten	Saatdichte	Düngung	Pflanzenschutz
1 Fedora	200 K./m ²	85 (50/35) kg N	
2 Felina			
3 Futura			
4 Uniko B			
5 Kompolti			
6 Lovrin			
7 Fedrina			
8 Juso 31			
9 Irene			
10 Fasamo			

AUSSAAT	AUFGANG	DICHTE	MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST.	SÄTECHNIK			
24.04.97	05.05.97	200 Kö.				20				
N _{min} am	0-30	30-60	60-90	∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
14.04.97	40	16	10	66	Thomaskali	02.97	10	100	200	30

1. KAS	14.05.97	50
2. KAS	30.05.97	35

Sorten Samen Auggen

KULTURART	VERSUCHSFRAGE										
Hanf	Welche Sorten geben den höchsten Samenertrag?										
JAHR	VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT										
1997	IIIb FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim										
VERSUCHSORT: Auggen	Höhe:	232	m ü. NN	Ø Niederschlag:	650	mm/a					
				Ø Jahrestemperatur:	9,5	°C					
BODEN	Typ:	Braunerde	Art:	uL	Boden-/Ackerzahl:	80	pH:	7,5			
	Humus:	2,6 %	P ₂ O ₅ :	7	K ₂ O:	12	Mg:	8	mg/100g	Ges-N:	%
VORFRUCHT:	Hanf		Stroh / Blatt abgefahren:			ja <input checked="" type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>				
ZWISCHENFRUCHT:	eingearbeitet am: abgefahren am: 1/97										
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN	WIEDERHOLUNGEN	PARZELLENZAHL	PARZ.GRÖSSE	ERNTFLÄCHE						
Blockanlage	6	4	24	13,5 m ²	12 m ²						
FAKTOREN											
Sorten	Saadichte	Düngung		Pflanzenschutz							
1 Fedora	200 K./m ²	50 kg N									
2 Felina											
3 Lovrin											
4 Juso 31											
5 Kompolti											
6 Fasamo											
AUSSAAT	AUFGANG	DICHTE	MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST.	SÄTECHNIK				
23.04.97	05.05.97	200 K.				20					
N _{min} am	0-30	30-60	60-90	∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
14.04.97	30	17	15	63	Thomaskali	04.03.97	8		64	120	48
					KAS	12.05.97	50				

Sorten Samen Biengen

KULTURART	VERSUCHSFRAGE										
Hanf	Welche Sorten geben den höchsten Samenertrag?										
JAHR	VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT										
1997	IIIb FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim										
VERSUCHSORT: Biengen	Höhe:	212	m ü. NN	Ø Niederschlag:	600	mm/a					
				Ø Jahrestemperatur:	9,5	°C					
BODEN	Typ:	Braunerde	Art:	uL	Boden-/Ackerzahl:	90	pH:	7,5			
	Humus:	1,6 %	P ₂ O ₅ :	19	K ₂ O:	28	Mg:	10	mg/100g	Ges-N:	%
VORFRUCHT:	Mais		Stroh / Blatt abgefahren:			ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>				
ZWISCHENFRUCHT:	eingearbeitet am: abgefahren am:										
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN	WIEDERHOLUNGEN	PARZELLENZAHL	PARZ.GRÖSSE	ERNTFLÄCHE						
Blockanlage	6	4	24	13,5 m ²	12 m ²						
FAKTOREN											
Sorten	Saadichte	Düngung		Pflanzenschutz							
1 Fedora	200 K./m ²	50 kg N									
2 Felina											
3 Lovrin											
4 Juso 31											
5 Kompolti											
6 Fasamo											
AUSSAAT	AUFGANG	DICHTE	MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST.	SÄTECHNIK				
24.04.97	05.05.97	200 K.				20					
N _{min} am	0-30	30-60	60-90	∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
14.04.97	40	16	10	66	Thomaskali	02.97	10		100	200	30
					KAS	14.05.97	50				

P-K-B-Düngung

KULTURART	VERSUCHSFRAGE										
Hanf	Wie wirken sich verschiedene Dünger auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus?										
JAHR	VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT										
1997	II FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim										
VERSUCHSORT: Auggen	Höhe:	232	m ü. NN	Ø Niederschlag:	650	mm/a					
				Ø Jahrestemperatur:	9,5	°C					
BODEN	Typ:	Braunerde	Art:	uL	Boden-/Ackerzahl:	80	pH:	7,5			
	Humus:	2,6 %	P ₂ O ₅ :	7	K ₂ O:	12	Mg:	8	mg/100g	Ges-N:	%

VORFRUCHT: Hanf Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
 ZWISCHENFRUCHT: eingearbeitet am: abgefahren am: 1/97
 VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 Spaltanlage 10 4 40 12 m² 10,5 m²

FAKTOREN

Sorten	Saatdichte				Düngung		Pflanzenschutz					
Fedora	200 K./m ²				siehe Zettel							
Kompolti												
AUSSAAT	AUFGANG	DICHTER			MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST.		SÄTECHNIK		
23.04.97	05.05.97	200 K./m ²				18	85	20				
N _{min} am	0-30	30-60	60-90	Σ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Bor
14.04.97	30	17	15	62	Thomaskali	04.03.97	8		64	120	48	
					1. KAS	12.05.97		50				
					P;K;B	14.05.97	variabel		151	130	-	1,5
					2. KAS	30.05.97		35				
Grunddüngung			P ₂ O ₅	K ₂ O	Bor							
P-Düngung			64	120	-							
K-Düngung			215	120	-							
P+K-Düngung			64	250	-							
P+K+Düngung			215	250	-							
P+K+Bor-Düngung			215	250	1,5							

■ Zweitfrucht 1. Standort

KULTURART VERSUCHSFRAGE
 Hanf Wie wirken sich Saatzeit (Zweitfrucht) auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus? (Ernte Herbst '97)
 JAHR VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT
 1997 IVa FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
 VERSUCHSORT: Biengen Höhe: 212 m ü. NN Ø Niederschlag: 600 mm/a
 Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C

BODEN Typ: Braunerde Art: sL Boden-/Ackerzahl: 90 pH: 9,5
 Humus: % P₂O₅: K₂O: Mg: mg/100g Ges-N: %

VORFRUCHT: Frühkartoffeln Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
 ZWISCHENFRUCHT: eingearbeitet am: abgefahren am:
 VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 Blockanlage 6 4 24 13,5 m² 12 m²

FAKTOREN

Sorten	Saatdichte				Düngung		Pflanzenschutz					
Fedora 19	200 Körner/m ²											
Kompolti	300 Körner/m ²											
Fasamo												
N _{min} am	0-30	30-60	60-90	Σ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	
					Thomaskali	01.97	10		100	200	30	
					N-Düngung zu Frühkart.			130				

■ Zweitfrucht 2. Standort

KULTURART VERSUCHSFRAGE
 Hanf Wie wirken sich Saatzeit (Zweitfrucht) auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus? (Ernte Winter '98)
 JAHR VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT
 1997 IVb FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
 VERSUCHSORT: Biengen Höhe: 212 m ü. NN Ø Niederschlag: 600 mm/a
 Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C

BODEN Typ: Braunerde Art: sL Boden-/Ackerzahl: 90 pH: 9,5
 Humus: % P₂O₅: K₂O: Mg: mg/100g Ges-N: %

VORFRUCHT: Kenaf Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
 ZWISCHENFRUCHT: eingearbeitet am: abgefahren am: 02/97
 VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 Blockanlage 6 4 24 13,5 m² 12 m²

FAKTOREN

Sorten	Saatdichte				Düngung		Pflanzenschutz					
Fedora 19	200 Körner/m ²											
Kompolti	300 Körner/m ²											
Fasamo												
N _{min} am	0-30	30-60	60-90	Σ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	
					Thomaskali	02.97	10		100	200	30	

■ Energienutzung

KULTURART VERSUCHSFRAGE
 Hanf Ertragsleistung von Energieganzpflanzen
 JAHR VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT

1997 IVD Stuttgart
 VERSUCHSORT: Müllheim Höhe: 232 m ü. NN Ø Niederschlag: 650 mm/a
 Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
 BODEN Typ: Parabraunerde Art: uL Boden-/Ackerzahl: 81 pH: 6,2
 Humus: 1,4 % P₂O₅: 10 K₂O: 20 Mg: 8 mg/100g Ges-N: 0,1 %
 VORFRUCHT: Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
 VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 Großparzelle m² m²
 FAKTOREN
 Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz Aussaat
 Kompolti
 BODENBEARBEITUNGSMASSNAHMEN BEREGNUNGEN AM /mm
 Pflug 08.03.97
 AUSSAAT AUFGANG DICHTHE MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK
 25.04.97 05.05.97 122 40 kg 12,5 Drill
 N_{min} am 0-30 30-60 60-90 Σ 0-90 cm DÜNGUNG MIT AM MENGE N P₂O₅ K₂O MgO
 03.03.97 8 9 9 26 KAS 28.05.97 50

HANF 1998

■ Saatdichte und N-Düngung Auggen

KULTURART VERSUCHSFRAGE
 Hanf Wie wirken sich Saatdichte und N-Düngung auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus?
 JAHR VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT
 1998 I FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
 VERSUCHSORT: Auggen-Hach 232 m ü. NN Ø Niederschlag: 650 mm/a
 Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
 BODEN Typ: Braunerde Art: uL Boden-/Ackerzahl: 80 pH: 7,3
 Humus: 2,8 % P₂O₅: 12 K₂O: 15 Mg: 8 mg/100g Ges-N: %
 VORFRUCHT: Winterweizen Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
 VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 Spaltanlage 18 4 72 13,5 m² 12 m²
 FAKTOREN
 Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
 Fedora 19 100 Pfl./m² N0 0 kg N
 Kompolti 200 Pfl./m² N1 50 kg N
 300 Pfl./m² N2 85 (50/35) KG N
 AUSSAAT AUFGANG DICHTHE MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK
 30.04.98 07.05.98 19 12 1,8 1,3 19
 N_{min} am 0-30 30-60 60-90 Σ 0-90 cm DÜNGUNG MIT AM MENGE N P₂O₅ K₂O MgO
 16.04.98 19 31 15 65 Thomaskali 03.98 12 96 180 72
 KAS 12.05.98 1,8 50
 KAS 1,3 35

ERNTE

Datum Wassergehalt (Ø, min-max) Erträge (Ø, min-max) Qualitäten (Ø, min-max)
 12.08.98 35 % 9 - 10 t/ha

■ Dichte und N-Düngung Biengen

KULTURART VERSUCHSFRAGE
 Hanf Wie wirken sich Saatdichte und N-Düngung auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus ?
 JAHR VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT
 1998 I FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
 VERSUCHSORT: Biengen Höhe: 212 m ü. NN Ø Niederschlag: 600 mm/a
 Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
 BODEN Typ: Braunerde Art: uL Boden-/Ackerzahl: 95 pH: 7,1
 Humus: 0,9 % P₂O₅: 18 K₂O: 18 Mg: 12 mg/100g Ges-N: %
 VORFRUCHT: Mais Stroh / Blatt abgefahren: ja nein
 ZWISCHENFRUCHT: eingearbeitet am: abgefahren am:
 VERSUCHSANLAGE VARIANTEN WIEDERHOLUNGEN PARZELLENZAHL PARZ.GRÖSSE ERNTEFLÄCHE
 Spaltanlage 18 4 72 13,5 m² 12 m²
 FAKTOREN
 Sorten Saatdichte Düngung Pflanzenschutz
 Fedora 19 100 Pfl./m² N0 0 kg N
 Kompolti 200 Pfl./m² N1 50 kg N
 300 Pfl./m² N2 85 (50/35) kg N
 AUSSAAT AUFGANG DICHTHE MENGE TKG KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK

05.05.98	10.05.98						19				
N _{min} am	0-30	30-60	60-90	∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
15.04.98	9	11	8	28	Superphosphat	21.04.	5,5 dt		100		
					KAS	14.05.	2,0	75			
					KAS		1,3	35			

ERNTE

Datum	Wassergehalt (∅, min-max)	Erträge (∅, min-max)	Qualitäten (∅, min-max)
17.08.98			

Sorten Faser Auggen

KULTURART	VERSUCHSFRAGE											
Hanf	Welche Sorten geben den höchsten Faserertrag?											
JAHR	VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT											
1998	II FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim											
VERSUCHSORT: Auggen-Hach	Höhe:	232	m ü. NN		∅ Niederschlag:	650			mm/a			
					∅ Jahrestemperatur:	9,5			°C			
BODEN	Typ:	Braunerde		Art:	uL	Boden-/Ackerzahl:		80	pH:	7,3		
	Humus:	2,8 %		P ₂ O ₅ :	12	K ₂ O:	15	Mg:	8	mg/100g	Ges-N:	%
VORFRUCHT:	Winterweizen		Stroh / Blatt abgefahren:		ja	<input checked="" type="checkbox"/>		nein		<input type="checkbox"/>		
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN	WIEDERHOLUNGEN		PARZELLENZAHL	PARZ.GRÖSSE	ERNTEFLÄCHE						
Blockanlage	12	4		48	13,5 m ²	12 m ²						

FAKTOREN

Sorten	Saadichte	Düngung	Pflanzenschutz
1 Fedora 19	200 Pfl./m ²	85 (50/35) kg N	
2 Felina			
3 Futura			
4 Uniko			
5 Kompolti			
6 Lovrin			
7 Fedrina			
8 Juso 31			
9 Irene			
10 Fasamo			
11 Juso 11			
12 Bialobrzeskie			

AUSSAAT	AUFGANG	DICHTHE		MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST.	SÄTECHNIK			
30.04.98	07.05.98	200 Pfl./m ²					19				
N _{min} am	0-30	30-60	60-90	∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
16.04.98	19	31	15	65	Thomaskali	03.98	12	50	96	180	72
					KAS	12.05.98	1,8	50			
					KAS		1,3	35			

ERNTE

Datum	Wassergehalt (∅, min-max)	Erträge (∅, min-max)	Qualitäten (∅, min-max)
14.08.98			

Sorten Faser Biengen

KULTURART	VERSUCHSFRAGE											
Hanf	Welche Sorten geben den höchsten Faserertrag ?											
JAHR	VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT											
1998	II FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim											
VERSUCHSORT: Biengen	Höhe:	212	m ü. NN		∅ Niederschlag:	600			mm/a			
					∅ Jahrestemperatur:	9,5			°C			
BODEN	Typ:	Braunerde		Art:	uL	Boden-/Ackerzahl:		95	pH:	7,1		
	Humus:	0,9 %		P ₂ O ₅ :	18	K ₂ O:	18	Mg:	12	mg/100g	Ges-N:	%
VORFRUCHT:	Mais		Stroh / Blatt abgefahren:		ja	<input type="checkbox"/>		nein		<input checked="" type="checkbox"/>		
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN	WIEDERHOLUNGEN		PARZELLENZAHL	PARZ.GRÖSSE	ERNTEFLÄCHE						
Blockanlage	12	4		48	13,5 m ²	12 m ²						

FAKTOREN

Sorten	Saadichte	Düngung	Pflanzenschutz
1 Fedora 19	200 Pfl./m ²	85 (50/35) kg N	
2 Felina			
3 Futura			
4 Uniko B			
5 Kompolti			
6 Lovrin			
7 Fedrina			
8 Juso 31			

9 Irene
10 Fasamo
11 Juso 11
12 Bialobrzeskie

AUSSAAT	AUFGANG	DICHTE	MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST.	SÄTECHNIK		
05.05.98	10.05.98	200 Pfl./m ²				19			
N _{min} am	0- 30-60	60-90 ∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT		AM	MENGE N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
15.04.98	9 11	8 28	Superphos		21.04.98	5,5		100	
			KAS		10.05.	2,0		75	
			KAS			1,3		35	

ERNTE

Datum	Wassergehalt (Ø, min-max)	Erträge (Ø, min-max)	Qualitäten (Ø, min-max)
18.08.98			

Sorten Samen Auggen

KULTURART	VERSUCHSFRAGE								
Hanf	Welche Sorten geben den höchsten Samenertrag?								
JAHR	VERSUCHSNUMMER	IN ZUSAMMENARBEIT MIT							
1998	III	FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim							
VERSUCHSORT: Auggen-Hach		Höhe:	232	m ü. NN	Ø Niederschlag:	650	mm/a		
					Ø Jahrestemperatur:	9,5	°C		
BODEN	Typ:	Braunerde	Art:	uL	Boden-/Ackerzahl:	80	pH:	7,3	
	Humus:	2,8 %	P ₂ O ₅ :	12	K ₂ O:	15	Mg:	8	mg/100g
VORFRUCHT:		Winterweizen	Stroh / Blatt abgefahren:		ja <input checked="" type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>		Ges-N: %	
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN	WIEDERHOLUNGEN	PARZELLENZAHL	PARZ. GRÖSSE	ERNTEFLÄCHE				
Blockanlage	9	4	36	13,5 m ²	12 m ²				

FAKTOREN

Sorten	Saatdichte	Düngung	Pflanzenschutz
1 Fedora 19	200 Körner/m ²	50 kg N	
2 Felina			
3 Lovrin			
4 Juso 31			
5 Kompolti			
6 Fasamo			
7 Bialobrzeskie			
8 Fedrina			
9 F x T			

AUSSAAT	AUFGANG	DICHTE	MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST.	SÄTECHNIK		
30.04.98	07.05.98	200 Pfl./m ²				19			
N _{min} am	0- 30-60	60-90 ∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT		AM	MENGE N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
16.04.98	19 31	15 65	Thomaskali		03.98	12		96	180
			KAS		12.05.98	1,8		50	72

Sorten Samen Biengen

KULTURART	VERSUCHSFRAGE								
Hanf	Welche Sorten geben den höchsten Samenertrag ?								
JAHR	VERSUCHSNUMMER	IN ZUSAMMENARBEIT MIT							
1998	III	FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim							
VERSUCHSORT: Biengen		Höhe:	212	m ü. NN	Ø Niederschlag:	600	mm/a		
					Ø Jahrestemperatur:	9,5	°C		
BODEN	Typ:	Braunerde	Art:	uL	Boden-/Ackerzahl:	95	pH:	7,1	
	Humus:	0,9 %	P ₂ O ₅ :	18	K ₂ O:	18	Mg:	12	mg/100g
VORFRUCHT:		Mais	Stroh / Blatt abgefahren:		ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>		Ges-N: %	
ZWISCHENFRUCHT:		eingearbeitet am:		abgefahren am:					
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN	WIEDERHOLUNGEN	PARZELLENZAHL	PARZ. GRÖSSE	ERNTEFLÄCHE				
Blockanlage	9	4	36	13,5 m ²	12 m ²				

FAKTOREN

Sorten	Saatdichte	Düngung	Pflanzenschutz
1 Fedora 19	200 Pfl./m ²	50 kg N	
2 Felina			
3 Lovrin			
4 Juso 31			
5 Kompolti			
6 Fasamo			
7 Bialobrzeskie			
8 Fedrina			
9 FXT			

AUSSAAT	AUFGANG	DICHTE	MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST.	SÄTECHNIK		
---------	---------	--------	-------	-----	--------	-------------	-----------	--	--

05.05.98	10.05.98	200 Pfl./m ²				19					
N _{min} am	0-30	30-60	60-90	∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
15.04.98	9	11	8	28	Superphos	21.04.98	5,5		100		
					KAS	10.05.98	2,0	75			

▪ Zweitfrucht Auggen

KULTURART		VERSUCHSFRAGE										
Hanf		Wie wirkt sich die Saatzeit (Zweitfrucht) auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus?										
JAHR		VERSUCHSNUMMER		IN ZUSAMMENARBEIT MIT								
1998		IV		FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim								
VERSUCHSORT: Auggen-Hach		Höhe: 232		m ü. NN		Ø Niederschlag: 650		mm/a				
						Ø Jahrestemperatur: 9,5		°C				
BODEN		Typ: Braunerde		Art: uL		Boden-/Ackerzahl: 80		pH: 7,3				
		Humus: 2,8 %		P ₂ O ₅ : 12		K ₂ O: 15		Mg: 8		Ges-N: %		
VORFRUCHT:		Winterweizen		Stroh / Blatt abgefahren:		ja <input checked="" type="checkbox"/>		nein <input type="checkbox"/>				
VERSUCHSANLAGE		VARIANTEN		WIEDERHOLUNGEN		PARZELLENZAHL		PARZ. GRÖSSE		ERNTFLÄCHE		
Blockanlage		6		4		24		13,5 m ²		12 m ²		
FAKTOREN		Sorten		Saatdichte		Düngung		Pflanzenschutz				
Fedora 19		200 Pfl./m ²										
Kompolti		300 Pfl./m ²										
Fasamo												
AUSSAAT		AUFGANG		DICHTEN		MENGE		TKG		KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK		
16.06.98												
N _{min} am		0-30		30-60		60-90		∑ 0-90 cm		DÜNGUNG MIT AM MENGE N P ₂ O ₅ K ₂ O MgO		
05.06.98		62		37		16		115		KAS 24.06.98 40 kg		

▪ Zweitfrucht Biengen

KULTURART		VERSUCHSFRAGE										
Hanf		Wie wirken sich Saatzeit (Zweitfrucht) auf den Ertrag (Körner und Stengel) aus ?										
JAHR		VERSUCHSNUMMER		IN ZUSAMMENARBEIT MIT								
1998		IV		FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim								
VERSUCHSORT: Biengen		Höhe: 212		m ü. NN		Ø Niederschlag: 600		mm/a				
						Ø Jahrestemperatur: 9,5		°C				
BODEN		Typ: Braunerde		Art: uL		Boden-/Ackerzahl: 90		pH: 6,9				
		Humus: 3,6 %		P ₂ O ₅ : 3		K ₂ O: 8		Mg: 16		Ges-N: %		
VORFRUCHT:		Frühkartoffeln		Stroh / Blatt abgefahren:		ja <input type="checkbox"/>		nein <input checked="" type="checkbox"/>				
ZWISCHENFRUCHT:				eingearbeitet am:		abgefahren am:						
VERSUCHSANLAGE		VARIANTEN		WIEDERHOLUNGEN		PARZELLENZAHL		PARZ. GRÖSSE		ERNTFLÄCHE		
Blockanlage		6		4		24		13,5 m ²		12 m ²		
FAKTOREN		Sorten		Saatdichte		Düngung		Pflanzenschutz				
Fedora 19		200 Pfl./m ²										
Kompolti		300 Pfl./m ²										
Fasamo												
AUSSAAT		AUFGANG		DICHTEN		MENGE		TKG		KEIMF. REIHENABST. SÄTECHNIK		
19.06.98												
N _{min} am		0-30		30-60		60-90		∑ 0-90 cm		DÜNGUNG MIT AM MENGE N P ₂ O ₅ K ₂ O MgO		
19.06.98		108		26		27		161				

▪ Energiegewinnung

KULTURART		VERSUCHSFRAGE										
Hanf		Eignet sich Hanf als Biomasse zur Energiegewinnung?										
JAHR		VERSUCHSNUMMER		IN ZUSAMMENARBEIT MIT								
1998		V		FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim								
VERSUCHSORT: Auggen-Hach		Höhe: 232		m ü. NN		Ø Niederschlag: 650		mm/a				
						Ø Jahrestemperatur: 9,5		°C				
BODEN		Typ: Braunerde		Art: uL		Boden-/Ackerzahl: 80		pH: 7,3				
		Humus: 2,8 %		P ₂ O ₅ : 12		K ₂ O: 15		Mg: 8		Ges-N: %		
VORFRUCHT:		Winterweizen		Stroh / Blatt abgefahren:		ja <input checked="" type="checkbox"/>		nein <input type="checkbox"/>				
ZWISCHENFRUCHT:				eingearbeitet am:		abgefahren am:						
VERSUCHSANLAGE		VARIANTEN		WIEDERHOLUNGEN		PARZELLENZAHL		PARZ. GRÖSSE		ERNTFLÄCHE		
Blockanlage		4		4		16		13,5 m ²		12 m ²		
FAKTOREN		Sorten		Saatdichte		Düngung		Pflanzenschutz				
Kompolti		100 Pfl./m ²		50 kg N								
Futura		300 Pfl./m ²										

AUSSAAT	AUFGANG	DICHTE	MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST.	SÄTECHNIK			
30.04.98	07.05.98					19				
N _{min} am	0-30	30-60	60-90	∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
16.04.98	19 31	15	65		Thomaskali	23.03.98	12	96	180	72
					KAS	12.05.98	1,8	50		

KENAF 1996

▪ Düngung Biengen

KULTURART	VERSUCHSFRAGE									
Kenaf	Wie wirkt sich die Düngung auf den Ertrag aus ?									
JAHR	VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT									
1996	I FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim									
VERSUCHSORT: Biengen	Höhe:	212	m ü. NN		Ø Niederschlag:	600	mm/a			
					Ø Jahrestemperatur:	9,5	°C			
BODEN	Typ:	Braunerde		Art:	sl	Boden-/Ackerzahl:	90	pH:		
	Humus:	%	P ₂ O ₅ :	K ₂ O:	Mg:	mg/100g	Ges-N:	%		
VORFRUCHT:	Mais		Stroh / Blatt abgefahren:			ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>			
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN	WIEDERHOLUNGEN	PARZELLENZAHL	PARZ.GRÖSSE	ERNTEFLÄCHE					
	6	4	24	m ²	15 m ²					
FAKTOREN										
Sorten	Saadichte	Düngung			Pflanzenschutz					
Kenaf 2	40 Pfl./m ²	N 0	0	0						
		N 1	30	0						
		N 4	30	0						
		N 5	30	60						
		N 6	30	30						
		N 10	30	60						

AUSSAAT	AUFGANG	DICHTE	MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST.	SÄTECHNIK			
28.05.96	03.06.96					30				
PFLANZENSCHUTZ										
Datum	Entw.stad.	Produkt	Aufw.menge	Wasserm.	Bedingungen	Wirkungen				
30.05.96	VA	Stomp SC	2 l/ha	400 l	günstig	gut				
30.05.96		Round up	3 l/ha	400 l	günstig	gut				

▪ Düngung Steinstadt

KULTURART	VERSUCHSFRAGE									
Kenaf	Wie wirkt sich die Düngung auf den Ertrag aus ?									
JAHR	VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT									
1996	I FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim									
VERSUCHSORT: Steinstadt	Höhe:	235	m ü. NN		Ø Niederschlag:	650	mm/a			
					Ø Jahrestemperatur:	9,5	°C			
BODEN	Typ:	Braunerde		Art:	sl	Boden-/Ackerzahl:	pH:	6,2		
	Humus:	4,9 %	P ₂ O ₅ :	8	K ₂ O:	8	Mg:	15	mg/100g	Ges-N: %
VORFRUCHT:	Mais		Stroh / Blatt abgefahren:			ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>			
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN	WIEDERHOLUNGEN	PARZELLENZAHL	PARZ.GRÖSSE	ERNTEFLÄCHE					
	6	4	24	m ²	15 m ²					
FAKTOREN										
Sorten	Saadichte	Düngung			Pflanzenschutz					
Kenaf 2	40 Pfl./m ²	N 0	0							
		N 1	30	Gülle						
		N 4	30	30						
		N 5	30	30						
		N 6	30	30						
		N 10	30	60						

AUSSAAT	AUFGANG	DICHTE	MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST.	SÄTECHNIK			
23.05.96	30.05.96					30				
N _{min} am	0-30	30-60	60-90	∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
23.04.96	50	20	11	81	Thomaskali	19.4.96	10	80	150	50

PFLANZENSCHUTZ										
Datum	Entw.stad.	Produkt	Aufw.menge	Wasserm.	Bedingungen	Wirkungen				
21.06.96		Buctril	1,5 l/ha	400 l						

▪ Saadichte Biengen

KULTURART	VERSUCHSFRAGE									
Kenaf	Welches ist die ideale Saadichte ?									

JAHR 1996 **VERSUCHSNUMMER** II **IN ZUSAMMENARBEIT MIT** FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
VERSUCHSORT: Biengen **Höhe:** 212 m ü. NN **Ø Niederschlag:** 600 mm/a
Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
BODEN Typ: Braunerde **Art:** sl **Boden-/Ackerzahl:** pH:
FAKTOREN
Sorten **Saatdichte** **Düngung** **Pflanzenschutz**
 Kenaf 2 D2 20 Pfl./m2 40 kg N 5 cm
 D 4 40 Pfl./m2 40 kg N 25 cm
 D 6 60 Pfl./m2
 D 8 80 Pfl./m2
AUSSAAT **AUFGANG** **DICHTE** **MENGE** **TKG** **KEIMF.** **REIHENABST.** **SÄTECHNIK**
 28.05.96 03.06.96 30
PFLANZENSCHUTZ
Datum **Entw.stad.** **Produkt** **Aufw.menge** **Wasserm.** **Bedingungen** **Wirkungen**
 30.05.96 VA Stomp SC 2 l/ha 400 l günstig gut
 30.05.96 Round up 3 l/ha 400 l günstig gut

▪ Saatkichte Steinenstadt

KULTURART **VERSUCHSFRAGE**
 Kenaf Welches ist die ideale Saatkichte ?
JAHR 1996 **VERSUCHSNUMMER** II **IN ZUSAMMENARBEIT MIT** FAL Zürich-Reckenholz
VERSUCHSORT: Steinenstadt **Höhe:** 235 m ü. NN **Ø Niederschlag:** 650 mm/a
Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
BODEN Typ: Braunerde **Art:** sl **Boden-/Ackerzahl:** pH: 6,2
Humus: 4,9 % **P₂O₅:** 8 **K₂O:** 8 **Mg:** 15 mg/100g **Ges-N:** %
VORFRUCHT: Mais **Stroh / Blatt abgefahren:** ja nein
VERSUCHSANLAGE **VARIANTEN** **WIEDERHOLUNGEN** **PARZELLENZAHL** **PARZ.GRÖSSE** **ERNTEFLÄCHE**
 4 4 16 m² 15 m²
FAKTOREN
Sorten **Saatdichte** **Düngung** **Pflanzenschutz**
 Kenaf 2 D2 20 Pfl./m2 40 kg N 5 cm
 D4 40 Pfl./m2 40 kg N 25 cm
 D6 60 Pfl./m2
 D8 80 Pfl./m2
AUSSAAT **AUFGANG** **DICHTE** **MENGE** **TKG** **KEIMF.** **REIHENABST.** **SÄTECHNIK**
 23.05.96 30.05.96 30
N_{min} am 0-30 30-60 60-90 Σ 0-90 cm **DÜNGUNG MIT** **AM** **MENGE** **N** **P₂O₅** **K₂O** **MgO**
 23.04.96 50 20 11 81 Thomaskali 19.4.96 10 80 150 50
PFLANZENSCHUTZ
Datum **Entw.stad.** **Produkt** **Aufw.menge** **Wasserm.** **Bedingungen** **Wirkungen**
 21.06.96 Bucril 1,5 l/ha 400 l

▪ Sorten Biengen

KULTURART **VERSUCHSFRAGE**
 Kenaf Welche Sorten geben den höchsten Ertrag ?
JAHR 1996 **VERSUCHSNUMMER** III **IN ZUSAMMENARBEIT MIT** FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim
VERSUCHSORT: Biengen **Höhe:** 212 m ü. NN **Ø Niederschlag:** 600 mm/a
Ø Jahrestemperatur: 9,5 °C
BODEN Typ: Braunerde **Art:** sL **Boden-/Ackerzahl:** 90 pH:
VERSUCHSANLAGE **VARIANTEN** **WIEDERHOLUNGEN** **PARZELLENZAHL** **PARZ.GRÖSSE** **ERNTEFLÄCHE**
 5 4 20 m² 15 m²
FAKTOREN
Sorten **Saatdichte** **Düngung** **Pflanzenschutz**
 1 Kenaf 21 40 Pfl./m2 40 kg N 5 cm
 2 Kenaf 2 40 kg N 25 cm
 3 Kenaf 3
 4 Kenaf 22
 5 Salvador
AUSSAAT **AUFGANG** **DICHTE** **MENGE** **TKG** **KEIMF.** **REIHENABST.** **SÄTECHNIK**
 28.05.96 03.06.96 30
PFLANZENSCHUTZ
Datum **Entw.stad.** **Produkt** **Aufw.menge** **Wasserm.** **Bedingungen** **Wirkungen**
 30.05.96 VA Stomp SC 2 l/ha 400 l günstig gut
 30.06.96 Round up 3 l/ha 400 l günstig gut

▪ Sorten Steinenstadt

KULTURART **VERSUCHSFRAGE**
 Kenaf Welche Sorten geben den höchsten Ertrag ?
JAHR **VERSUCHSNUMMER** **IN ZUSAMMENARBEIT MIT**

1996	III	FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim					
VERSUCHSORT: Steinestad	Höhe: 235	m ü. NN	Ø Niederschlag: 650	mm/a	Ø Jahrestemperatur: 9,5	°C	
BODEN	Typ: Braunerde	Art: sl	Boden-/Ackerzahl:	pH: 6,2			
	Humus: 4,9 %	P ₂ O ₅ : 8	K ₂ O: 8	Mg: 15	mg/100g	Ges-N: %	
VORFRUCHT:	Mais	Stroh / Blatt abgefahren: ja <input type="checkbox"/>		nein <input checked="" type="checkbox"/>			
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN	WIEDERHOLUNGEN	PARZELLENZAHL	PARZ.GRÖSSE	ERNTEFÄCHE		
	5	4	20	m ²	15 m ²		
FAKTOREN							
Sorten	Saadichte	Düngung	Pflanzenschutz				
1 Kenaf 21	40 Pfl./m ²	40 kg N 5 cm					
2 Kenaf 2		40 kg N 25 cm					
3 Kenaf 3							
4 Kenaf 22							
5 Salvador							
AUSSAAT	AUFGANG	DICHTE	MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST. SÄTECHNIK	
23.05.96	30.05.96					30	
N _{min} am	0-30 30-60	60-90 ∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE N	P ₂ O ₅ K ₂ O MgO	
23.04.96	50 20	11 81	Thomaskali	19.4.96	10	80 150 50	
PFLANZENSCHUTZ							
Datum	Entw.stad.	Produkt	Aufw.menge	Wasserm.	Bedingungen	Wirkungen	
21.06.96		Buctril	1,5 l/ha	400 l			

KENAF 1997

■ Saadichte Steinestad

KULTURART	VERSUCHSFRAGE					
Kenaf	Welches ist die ideale Saadichte?					
JAHR	VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT					
1997	I FAL Zürich-Reckenholz					
VERSUCHSORT: Steinestad	Höhe: 235	m ü. NN	Ø Niederschlag: 650	mm/a	Ø Jahrestemperatur: 9,5	°C
BODEN	Typ: Braunerde	Art: sL	Boden-/Ackerzahl:	pH: 6,7		
	Humus: 1,7 %	P ₂ O ₅ : 8	K ₂ O: 15	Mg: 9	mg/100g	Ges-N: %
VORFRUCHT:	Mais	Stroh / Blatt abgefahren: ja <input type="checkbox"/>		nein <input checked="" type="checkbox"/>		
ZWISCHENFRUCHT:	eingearbeitet am: abgefahren am:					
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN	WIEDERHOLUNGEN	PARZELLENZAHL	PARZ.GRÖSSE	ERNTEFÄCHE	
Blockanlage	8	4	32	12 m ²	10,5 m ²	
FAKTOREN						
Sorten	Saadichte	Düngung	Pflanzenschutz			
Kenaf 21	D2 20 Pfl./m ²	40 kg N 5 cm	26.05.97			
	D3 30 Pfl./m ²	40 kg N 25 cm	Herbizid			
	D4 40 Pfl./m ²					
	D5 50 Pfl./m ²					
	D6 60 Pfl./m ²					
	D7 70 Pfl./m ²					
	D8 80 Pfl./m ²					
	D10 100 Pfl./m ²					
AUSSAAT	AUFGANG	DICHTE	MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST. SÄTECHNIK
22.05.97	29.05.97	20-100 Pfl./m ²		27 g	85 %	30
N _{min} am	0-30 30-60	60-90 ∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE N	P ₂ O ₅ K ₂ O MgO
14.04.97	26 27	8 61	Thomaskali	04.03.97	8	64 120 48
			1. KAS	28.05.97	40	
			2. KAS		40	

■ Saadichte Biengen

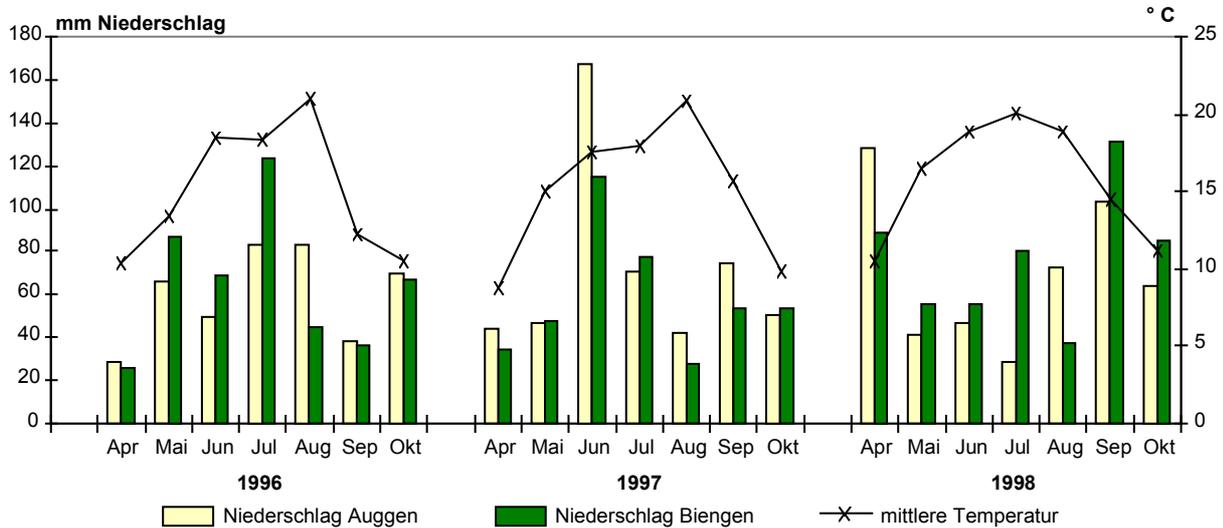
KULTURART	VERSUCHSFRAGE					
Kenaf	Welches ist die ideale Saadichte?					
JAHR	VERSUCHSNUMMER IN ZUSAMMENARBEIT MIT					
1997	I FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim					
VERSUCHSORT: Biengen	Höhe: 212	m ü. NN	Ø Niederschlag: 600	mm/a	Ø Jahrestemperatur: 9,5	°C
BODEN	Typ: Braunerde	Art: sL	Boden-/Ackerzahl:	pH:		
	Humus: %	P ₂ O ₅ :	K ₂ O:	Mg:	mg/100g	Ges-N: %
VORFRUCHT:	Kenaf	Stroh / Blatt abgefahren: ja <input checked="" type="checkbox"/>		nein <input type="checkbox"/>		
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN	WIEDERHOLUNGEN	PARZELLENZAHL	PARZ.GRÖSSE	ERNTEFÄCHE	

Blockanlage	8	4	32	12 m ²	10,5 m ²						
FAKTOREN											
Sorten	Saadichte	Düngung	Pflanzenschutz								
Kenaf 21	D2 20 Pfl./m ²	40 kg N 5 cm	23.05.97								
	D3 30 Pfl./m ²	40 kg N 25 cm	Herbizid								
	D4 40 Pfl./m ²										
	D5 50 Pfl./m ²										
	D6 60 Pfl./m ²										
	D7 70 Pfl./m ²										
	D8 80 Pfl./m ²										
	D10 100 Pfl./m ²										
AUSSAAT	AUFGANG	DICHTE	MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST.	SÄTECHNIK				
23.05.97	29.05.97	20-100 Pfl./m ²		27 g	85 %	30					
N _{min} am	0-30	30-60	60-90	∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
					Thomaskali	02.97	10		100	200	30
					1. KAS	27.05.97					
					2. KAS						

Sorten Steinestadt

KULTURART	VERSUCHSFRAGE											
Kenaf	Welche Sorten geben den höchsten Ertrag?											
JAHR	VERSUCHSNUMMER											
1997	II											
VERSUCHSORT: Steinestadt	FAL Zürich-Reckenholz, Universität Hohenheim											
	Höhe:	235	m ü. NN		Ø Niederschlag:	650	mm/a					
					Ø Jahrestemperatur:	9,5	°C					
BODEN	Typ:	Braunerde		Art:	sL	Boden-/Ackerzahl:		pH:	6,7			
	Humus:	1,7 %		P ₂ O ₅ :	8	K ₂ O:	15	Mg:	9	mg/100g	Ges-N:	%
VORFRUCHT:	Mais		Stroh / Blatt abgefahren:									
			ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/>									
VERSUCHSANLAGE	VARIANTEN		WIEDERHOLUNGEN		PARZELLENZAHL		PARZ. GRÖSSE		ERNTEFÄLÄCHE			
Blockanlage	8		4		32		12 m ²		10,5 m ²			
FAKTOREN												
Sorten	Saadichte	Düngung		Pflanzenschutz								
1 Kenaf 21	40 Pfl./m ²	40 kg N 5 cm		26.05.97								
2 Kenaf 2		40 kg N 25 cm		Herbizid								
3 Kenaf 3												
4 Kenaf 22												
5 Salvador												
6 Kenaf 1												
7 Everglades												
8 Nr. 15.2												
AUSSAAT	AUFGANG	DICHTE		MENGE	TKG	KEIMF.	REIHENABST.	SÄTECHNIK				
22.05.97	29.05.97	40 Pfl./m ²					30					
N _{min} am	0-30	30-60	60-90	∑ 0-90 cm	DÜNGUNG MIT	AM	MENGE	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	
14.04.97	26	27	8	61	Thomaskali	04.03.97	8		64	120	48	
					1. KAS	28.05.97						
					2. KAS							

METEOROLOGISCHE DATEN



11.3 Deckungsbeitrag und Arbeitsbedarf

PRODUKTIONSINVENTARE FÜR KENAF UND HANF

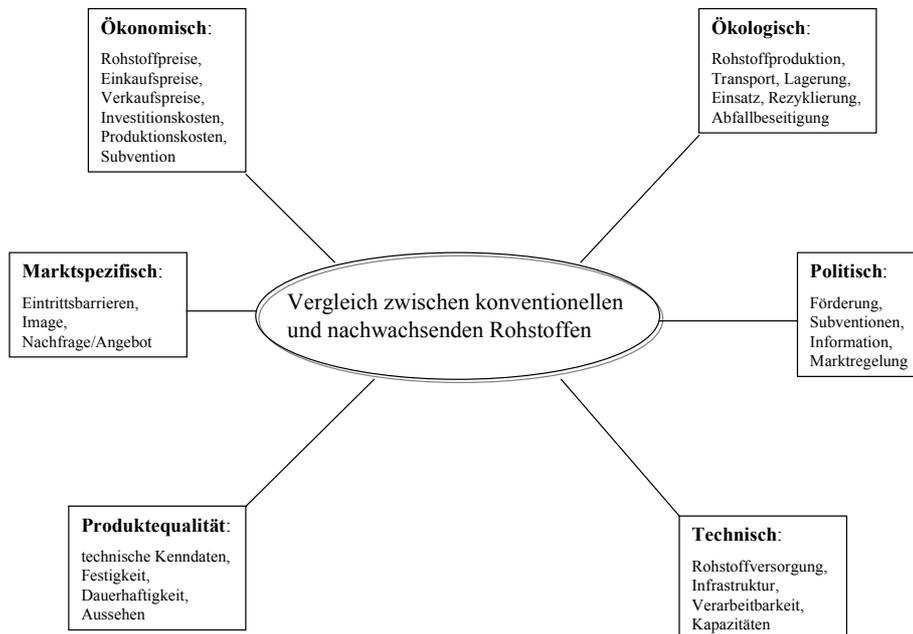
	Kenaf-Pellets	Hanf-Stroh	Hanf-Stroh und - Samen (biologisch)	Hanf-Stroh und ätherisches Öl (biologisch)	Hanf-Stroh und THC- arme Blüten (biolo- gisch)
Ertrag Stroh	50 dt TS	80 dt TS	40 dt TS	20 dt TS	20 dt TS
Ertrag anderes	-	-	8 dt TS Samen	10 kg äth. Öl	10 dt TS Blüten, 5 dt TS Samen
Saatgut	14 kg	60 kg	40 kg	30 kg	30 kg
Düngung	20 t Mist (50 N, 62 P ₂ O ₅ , 140 K ₂ O, 18 Mg) 100 kg Ammonsalpeter (26N)	20 t Mist (50 N, 62 P ₂ O ₅ , 140 K ₂ O, 18 Mg) 200 kg Ammonsalpeter (52N)	20 t Mist (50N, 62 P ₂ O ₅ , 140 K ₂ O, 18 Mg) 20 m ³ Gülle (30N, 18 P ₂ O ₅ , 90 K ₂ O, 5Mg)	20 t Mist (50N, 62 P ₂ O ₅ , 140 K ₂ O, 18 Mg) 30 m ³ Gülle (40N, 25 P ₂ O ₅ , 85 K ₂ O, 7 Mg)	20 t Mist (50N, 62 P ₂ O ₅ , 140 K ₂ O, 18 Mg) 30 m ³ Gülle (40N, 25 P ₂ O ₅ , 85 K ₂ O, 7 Mg)
Pflanzenschutz	4 l Stomp SC	-	-	-	-
Verfahren	Pflügen Eggen Saat (Einzelkornsä- maschine Rüben Hacken (Rübenhackge- rät Ernte (Maishäcksler (200 kW) Trocknung, Mahlen, Pelletieren	Pflügen Eggen Saat (Drillsämaschine) Mähen (HempFlax) Wenden (1 x Kreiselschw- ader) Ballenpressen (Quadratbal- len)	Pflügen Eggen Saat (Drillsämaschine) Dreschen Nachtrocknen Mähen (HempFlax) Wenden (1 x Kreiselschw- ader) Ballenpressen (Quadrat- ballen)	Pflügen Eggen Saat (Drillsämaschine) Blütenmähen Destillieren Mähen (HempFlax) Wenden (1 x Kreiselschw- ader) Ballenpressen (Quadrat- ballen)	Pflügen Eggen Saat (Drillsämaschine) Blütenmähen Trocknen Reinigung Mähen (HempFlax) Wenden (1 x Kreiselschw- ader) Ballenpressen (Quadratballen)
Transport	50 km	50 km	50 km	50 km	50 km

PRODUKTIONSINVENTAR FÜR CHINASCHILF

	Chinaschilf 1. Jahr (Anpflanzung)	Chinaschilf 2. Jahr (Teilertrag)	Chinaschilf 3.-15. Jahr (Vollertrag)	Chinaschilf 16. Jahr (Rodung)
Ertrag Stroh	-	70 dt	170 dt	-
Pflanz- und Saatgut	10000 Stück	-	-	25 kg Grünbrachemischung
Düngung	-	20 m ³ Gülle (30N, 18 P ₂ O ₅ , 90 K ₂ O, 5 Mg)	30 m ³ Gülle (40N, 25 P ₂ O ₅ , 85 K ₂ O, 7 Mg)	-
Pflanzenschutz	4 l Stomp SC	3 l Roundup	-	4 l Roundup
Verfahren	Pflügen Eggen Setzmaschine (2-Reihen) Spritzen Hacken	Mähen (Doppelmesser) Ballenpressen (Quadratballen)	Mähen (Doppelmesser) Ballenpressen (Quadratballen)	Spritzen Pflügen Fräsen Eggen Saat (Drillsämaschine) Mulchen (2 x)
Transport	-	50 km	50 km	-

11.4 Marktanalyse

THEMEN IM FRAGEKATALOG DER INTERVIEWS



• Produktion

1. Marktstruktur

- 1.1 Anzahl der Papierfabriken.
- 1.2 Klassenbildung bezüglich Produktionsmengen (=Grösse).
- 1.3 Wieviele Betriebe pro Klasse?
- 1.4 Welchen Anteil der Klasse an Gesamtproduktion?
- 1.5 Wieviel Betriebe für Zellstoff mit Altpapier-, Holz-, Faserpflanzenverwertung?
- 1.6 Wieviele Betriebe für Graphische Papiere, Verpackungspapiere, Haushalt/Sanitär, Spezialpapiere?
- 1.7 Wieviel Betriebe pro Endsortiment?

2. Wettbewerbsintensität

- 2.1 ökonomische Aspekte:
 - 2.1.1 Zellstoffpreise vergleichen (siehe Zellstoff)
 - 2.1.2 Verkaufspreise vergleichen in den Sortimenten, wo NawaRo (potentiell) vorkommen.
 - 2.1.3 durchschnittliche Preise für:
 - 2.1.3.1 graphische Papiere (aus Holz, Restholz, Altpapier, Hanf, Chinaschilf Kenaf)
 - 2.1.3.2 Verpackungspapiere (aus Holz, Restholz, Altpapier, Hanf, Chinaschilf Kenaf)
 - 2.1.3.3 Hygiene- & Haushaltspapiere (aus Holz, Restholz, Altpapier, Hanf, Chinaschilf, Kenaf)
 - 2.1.4 Spezialpapiere: Deckblätter, Zigarettenpapier, Filterpapiere, Isolierpapiere (aus Holz, Restholz, Altpapier, Hanf, Chinaschilf Kenaf)
 - 2.1.5 Mindestproduktionsmengen bzw. Maximal zulässige Preise
 - 2.1.6 Investitionskosten für Infrastruktur für Papierherstellung aus Zellstoff von Holz, Restholz, Altpapier, Hanf, Chinaschilf, Kenaf
 - 2.1.6.1 graphische Papiere
 - 2.1.6.1 Verpackungspapiere
 - 2.1.6.1 Hygiene- & Haushaltspapiere
 - 2.1.6.1 Spezialpapiere: Deckblätter, Zigarettenpapier, Filterpapiere, Isolierpapiere
 - 2.1.7 Produktionskosten für Holz, Restholz, Altpapier, Hanf, Chinaschilf, Kenaf
 - 2.1.7.1 graphische Papiere
 - 2.1.7.2 Verpackungspapiere
 - 2.1.7.3 Hygiene- & Haushaltspapiere
 - 2.1.7.4 Spezialpapiere: Deckblätter, Zigarettenpapier, Filterpapiere, Isolierpapiere
- 2.2 weitere marktspezifische Aspekte:
 - 2.2.1 Eintrittsbarrieren: Zellstoffversorgung, Verarbeitung, Handel
 - 2.2.2. Marketingimage
- 2.3 technologische Aspekte:
 - 2.3.1 Entwicklungszustand der Technologie für Konkurrenzrohstoffe
 - 2.3.1.1 Papierherstellung
 - 2.3.1.2 Nachbehandlungen

2.3.2 Aufwand für Modifizierungen, um Technologie für NawaRo übernehmen zu können.

2.3.3 Produktionsdurchsätze, Kapazitäten

2.4 ökologische Aspekte:

2.4.1 Vergleich der Produkteherstellung

2.4.2 Vergleich der Produktenachbehandlung

2.4.3 Vergleich der Verwendung und Entsorgung, bzw. Recyklierung

3. Substitutionsmöglichkeiten

3.1 aussichtsreichste Sortimente für Substitution durch betreffenden NawaRo

3.2 Gründe für Substitutionschancen bzw. Behinderung:

3.2.1 ökonomische:

3.2.1.1 Zellstoff, Einkaufs-, Verkaufspreise (max, min)

3.2.1.2 Investitionskosten, Produktionskosten

3.2.1.3 Subventionen

3.2.2 ökologische:

3.2.2.1 Papierproduktion

3.2.2.2 Nachbehandlungen

3.2.2.3 Einsatz

3.2.2.4 Rezyklierung/Abfallbearbeitung

3.2.3 technische:

3.2.3.1 Infrastruktur

3.2.3.2 techn. Verarbeitbarkeit

3.2.3.3 Kapazitäten

3.2.3.4 Zellstoffversorgung

3.2.4 marktspezifische:

3.2.4.1 Image

3.2.4.2 Marktstruktur

3.2.4.3 Nachfrage, Angebot

3.2.4.4 Nachfrage (Menge, Preise, Sortimente) bei den Absatzmittlern

3.2.5 Produktqualität/-Eignung:

Sortimente definieren in denen NawaRo

3.2.5.1 mindere Qualität

3.2.5.2 bessere Qualität

aufweisen

3.2.6 politische:

Förderung, F&E, Subvention, Information, Kontingente,...

• Absatz

1. Marktstruktur

1.1 Typen von Absatzmittlern (Druckereien, Verlage, Zeitungen, Verpackungsindustrie, Grossisten, Spitäler...)

1.2 Wieviele Absatzmittler pro Sortiment?

1.3 wieviele Absatzmittler handeln Mit Papier aus:

1.3.1 Holz

1.3.2 Recyclingpapier

1.3.3 Hanf, Chinaschilf, Kenaf.

als Rohstoff?

1.4 Marktanteile

1.5 Nachfrageabsschätzung von Seiten der Konsumenten

1.6 Absatzmittlerstrategien für die verschiedenen Sortimente (auch in-, direkte Vermarktung)

- 1.7 Produktelebenszyklusanalysen
- 1.8 Produktpolitik

2. Wettbewerbsintensität

- 2.1 ökonomisch
 - Papierpreise für die verschiedenen Sortimente
- 2.2 marktspezifisch
 - 2.2.1 Eintrittsbarrieren
 - 2.2.2 Marketingimage (inkl. Ökologie)
 - 2.2.3 Verbände etc.
- 2.3 ökologisch
 - 2.3.1 wieviel mehr wird für ökologische Produkte bezahlt?
 - 2.3.2 wie wichtig ist der Faktor Ökologie für den Verkauf der Papiere?

3. Substitutionsmöglichkeiten

- 3.1 aussichtsreichste Sortimente für Substitution durch betreffenden NawaRo
- 3.2 Gründe für Substitutionschancen bzw. Behinderung:
 - 3.2.1 ökonomische
 - Papierpreise (Einkauf/Verkauf)
 - 3.2.2 ökologische
 - siehe Wettbewerbsintensität
 - 3.2.3 Produktequalität/-Eignung
 - 3.2.4 Politische (PR, Subventionen, F&E...)

11.5 Umfrage Hanfanbau Baden-Württemberg

FRAGEBOGEN HANF

I. Betriebsdaten

Name des Betriebsleiters

Ausbildung Alter Jahre

Lage/Klima Gemarkung Höhenlage
 Jahresdurchschnittstemperatur ° C
 jährl. Niederschläge mm/Jahr

Betriebsgröße ha Anzahl Schläge

Erwerbstyp Haupterwerbsbetrieb Nebenerwerbsbetrieb

Bewirtschaftung konventionell ökologisch

Betriebszweige Milchvieh Marktfrucht Sonderkulturen
 Veredelung

Hauptkulturen

Wieviel Hanf haben Sie 1997 angebaut? ha

Hatten Sie 1996 ebenfalls schon Hanf angebaut? Nein Ja, ha

II. Schlag für Hanfanbau

(bei mehreren Schlägen nur für den größten Schlag ausfüllen oder weiteren Fragebogen anfordern)

Acker/Bodenzahl Bodentyp
 Bodenart

Neigung Grad nach Süden Norden Osten Westen

Gründigkeit flach- mittel- tiefgründig
 Bodenzustand Verdichtungen Staunässe

Versorgungszustand des Bodens
 pH P₂O₅ K₂O MgO mg/100 g Boden

Besonderheiten
 Lage am Waldrand Lage an Gewässer Grundwassereinfluß

Sonstige Besonderheiten: Nr.
 Pflanzenbauliche Maßnahmen

Produktionsziel: Fasern Samen beides
 (bei III. Ernte nur 1.1 nur 1.2 1.1 und 1.2 beantworten)

1. Fruchtfolge		Hauptfrucht	Zwischenfrucht
1995	
1996	
1997		Hanf
1998	

2. Bodenbearbeitung

Grundbodenbearbeitung Pflugfurche am
 pfluglos mit am

Saatbettbereitung mit am

Saatbettqualität sehr gut (fein) gut mittel schlecht (grob, zu feucht)

3. Saat

Aussaat am
 Hanfsorte gebeizt ja nein Keimfähigkeit %
 Aussaatstärke kg/ha Reihenabstand cm Saattiefe cm

Beobachtungen zum Aufgang:

Aufgang nach Tagen nach der Saat
 Feldaufgang gut (> 80 %) mittel (60-80%) schlecht (< 60%)
 mögliche Ursachen für schlechten Aufgang:

4. Düngung (mineralisch/organisch)

Datum	Düngemittel	Menge	Reinnährstoffe (kg/ha)
-------	-------------	-------	------------------------

		dt/ha; m ³	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO

5. Unkräuter / Krankheiten

Unkrautdruck hoch mittel gering
 Unkrautunterdrückung sehr gut gut mittel gering

Leitunkräuter
 Krankheiten
 Schädlinge

6. Pflegemaßnahmen

7. Sonstige Beobachtungen

Auftreten von Lager nein ja, wann
 durch
 starke schwache Lagerneigung % vom Feld

III. Hanfernte

1.1 Hanfernte zur Fasernutzung

Pflanzenstand zum Erntezeitpunkt (Durchschnittswerte)
 Pflanzenhöhe cm Pflanzen/m²
 Stengeldurchmesser mm

Ernte am Erntemaschine
 gewendet mit wie oft ?
 gepreßt mit nach Tagen nach der Ernte
 Stoppellänge cm

Witterung während und nach der Ernte

Probleme bei der Ernte und während des Trocknungsverlaufs
 Strohertrag dt/ha bei einer Feuchte von% ⇔ TM-Ertrag dt/ha Nr.
 Lagerung
 wo ? wie lange ?

1.2 Hanfernte zur Samennutzung

Pflanzenstand zum Erntezeitpunkt (Durchschnittswerte)
 Pflanzenhöhe cm Pflanzen/m²
 Stengeldurchmesser mm

Erntezeitpunkt Mähreschertyp
 Druschverluste% (geschätzt) Grünkornanteil% (geschätzt)

Samenertrag dt/ha bei einer Feuchte von% ⇔ TM-Ertragdt/ha

Probleme bei der Ernte

Gleichzeitige Strohnutzung ? ja nein
 wenn nein, wie beseitigt ?

wenn ja
 gewendet mit wie oft ?
 gepreßt mit nach Tagen nach der Ernte

Witterung während und nach der Ernte

Strohertrag dt/ha bei einer Feuchte von % ⇔ TM-Ertrag dt/ha

IV. Vermarktung

Abnehmer für Fasern weiß noch nicht ja, Vertragsanbau ja, sonstige Abnehmer Nr.
 Abnehmer:

.....
 Abnehmer für Samen weiß noch nicht ja, Vertragsanbau ja, sonstige Abnehmer
 Abnehmer:

.....
 Selbstvermarktung nein ja, wie ?

Betriebswirtschaft

Einnahmen		DM/Feld	DM /ha
	Erlös Stroh		
	Erlös Samen		
	Prämie		
Ausgaben			
	Saatgut		
	Düngung		
	Lohnmaschinen		
	Transport		

Haben Sie für 1998 den Hanfanbau wieder vorgesehen ja ha

nein, weil

Selbstverständlich werden Ihre Angaben entsprechend den datenschutzrechtlichen Bestimmungen bearbeitet und nur für diese Auswertung genutzt. Mit der wissenschaftlichen Auswertung des Fragebogens bin ich einverstanden.

Datum, Unterschrift