IFA TULLN

Wiederinkulturnahme der FASERNESSEL (*Urtica dioica* L., Große Brennessel) als ein nachwachsender Rohstoff zur Herstellung von Textilfasern und Zellulose

FAIR-CT98-9615

Partner:

PAPTEX GmbH, Dornbirn (Antragsteller)
IFA-Tulln (Koordination; Anbau, Ernte, Faseraufschluss)
Steinbeis-Transferzentrum, Deutschland (Faseraufschluss)
Ertex, Deutschland (Verweben)
Fein-Elast GmbH, Österreich (Verspinnen)
Zucchi S.p.A., Italien (Verspinnen, Verweben)
Manfred Ghesla GmbH, Österreich (Administration)
Stoffkontor AG, Deutschland (Konfektion)

Projektdauer:

01/01/1999 bis 31/12/2001

Budget:

insgesamt 478.000 €; Beitrag EU: 239.000 €

Final Report 1999-2001

Ziel des Projektes war die Untersuchung der Eignung der Großen Brennnessel (*Urtica dioica* L.) als Rohstofflieferant für textile Fasern und Zellulose. Besonderes Augenmerk galt den Aspekten des Anbaus, der Pflege, Ernte und Verarbeitbarkeit zu textilen Produkten unter Verwendung moderner Produktionstechniken.

Pflanzenmaterial

Ausgangsmaterial für die Untersuchungen waren je zwei weibliche und männliche Fasernesselklone, die dem IFA-Tulln dankenswerterweise kostenlos von der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft zur Verfügung gestellt worden waren. Der Ursprung der verwendeten Klone liegt in der züchterischen Arbeit von Prof. Bredemann, der diese in den Jahren 1941 – 1950 an der Universität Hamburg entwickelt hatte (Wurl, mündliche Auskunft). Eine ausführliche Beschreibung der vier Fasernesselstämme findet sich in Tabelle 1A im Anhang.
Um die genetische Erhaltung des Ausgangsmaterials zu gewährleisten, werden derzeit Fasernesseln noch über Stecklinge vermehrt.

Vermehrung, Anzucht und Auspflanzung

Die Pflanzen waren Mitte April 1999 aus Thüringen geholt worden. Die dort geschnittenen Stängel waren ca. 10 cm lang. Die Vermehrung der Stecklinge erwies sich als sehr kosten- und arbeitsintensiv, da aus den kurzen Stängeln zum Teil nur ein Steckling produziert werden konnte. Die Stecklinge, bestehend aus zwei Knoten, wurden in Multitopfplatten mit einem Durchmesser von 3 cm pro Topf in einem Torf-Sand-Kompost-Gemisch (pH=6,5) herangezogen. Nach zirka einer Woche hatte sich der Großteil der Stecklinge bewurzelt . Von diesen Pflanzen wurden nach 4 Wochen wieder Stängel für die Stecklingsproduktion geschnitten. Die Pflanzung der ersten Jungpflanzen erfolgte sechs Wochen nach dem Schnitt in Thüringen mit Hilfe einer Krautpflanzmaschine im Reihenabstand 75 cm und Pflanzenabstand 50 cm (Foto 4). Auch die bereits ausgepflanzten Stecklingen wurden nochmals abgeerntet um schlussendlich zwei Hektar Ackerfläche mit 63000 Nesselpflanzen anlegen zu können.

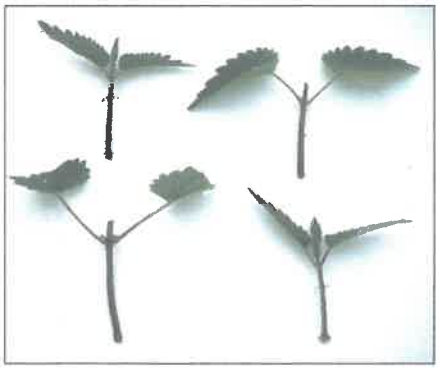

Foto 1

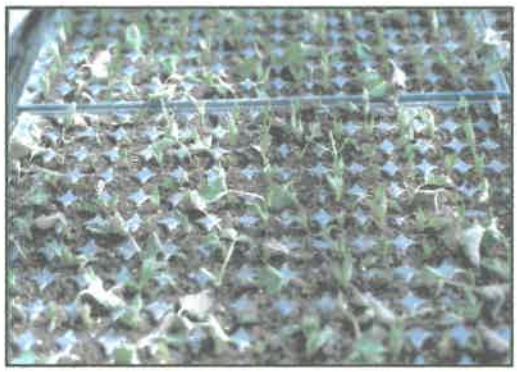

Foto 2

Foto 3

Fotos 1 bis 3: Mittel- und Kopfstecklinge; zur Anzucht in Multitopfplatten; bewurzelter Setzling.

Foto1: Auspflanzen der bewurzelten Stecklinge im Frühling 1999 am Standort Tulln.

Versuchsstandorte

Als Anbauflächen für die Nesselfelder konnten zwei unterschiedliche Feldstücke in Niederösterreich gefunden werden (Lageplan siehe Abbildung 1). Die beiden Flächen wurden von den Landwirtschaftlichen Fachschulen Tulln und Pyhra zur Verfügung gestellt. Das Versuchsfeld in Tulln lag auf einer Seehöhe von 180 m mit einer langjährigen Durchschnittstemperatur von 9,2 °C und einem Niederschlagsmittel von 620 mm, Bodentyp ist Feuchtschwarzerde und als Bodenart wurde schwerer Lehmboden festgestellt.
Das Versuchsfeld in Pyhra liegt im niederösterreichischen Alpenvorland auf einer Seehöhe von 280 m mit einem Niederschlagsmittel von 800 mm und einer Jahresdurchschnitts-temperatur von 8,6 °C. Der Bodentyp ist eine pseudovergleyte Parabraunerde, die Bodenart ist sandiger Lehm mit mittlerer Bodenschwere. Die Vorfrucht in Tulln war Körnererbse, in Pyhra war es Triticale.

Abb. 1: Lage der Versuchsstandorte Tulln und Pyhra.

Die Niederschlagsmengen in den Versuchsjahren 1999 bis 2001 in den Monaten Januar bis August sind in Tabelle 1 aufgelistet. Zwischen den Standorten betrug die Differenz bis zu 240 mm.

Tab. 1: Niederschlagssummen in den Versuchsjahren 1999, 2000 und 2001 von Januar bis August an den Standorten Tulln und Pyhra.

	Niederschlagssummen Jan - Aug		
	1999	**2000**	**2001**
Tulln	442 mm	364 mm	402 mm
Pyhra	688 mm	483 mm	490 mm

Versuchsanordnung

Die Feldversuche waren als Spaltanlage angelegt worden. Die Großparzellen bildeten die Düngestufen, die Kleinparzellen die Klone. An beiden Standorten waren die Klone zu ähnlichen Mengen angebaut worden. Abbildung 2 skizziert den Versuchsaufbau.

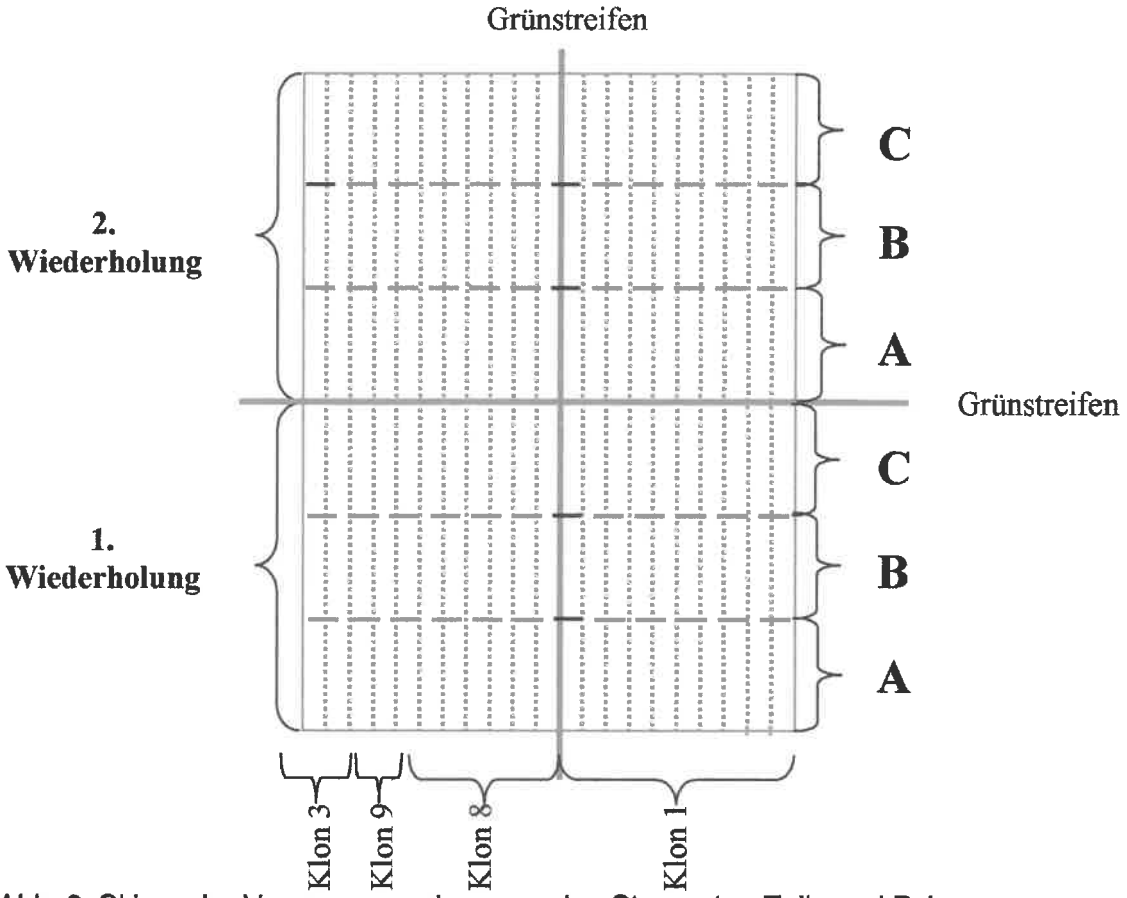

Abb. 2: Skizze der Versuchsanordnung an den Standorten Tulln und Pyhra

Bestandesetablierung

Durch relativ hohe Temperaturen nach dem Auspflanzen gerieten die Jungpflanzen in Wasserstress. Es wurde zwar eine Zusatzbewässerung durchgeführt, dennoch fielen einige Pflanzen der Trockenheit zum Opfer und es musste an diesen Stellen nachgepflanzt werden, um einen lückigen Bestand zu vermeiden. Trotz dieser Bemühungen blieben einige Lücken in den Reihen, wo sich Unkraut schneller ausbreitete als die Nessel. Besonders im ersten Jahr spielte die Unkrautregulierung eine bedeutende Rolle. Doch auch in den folgenden Jahren war darauf nicht zu verzichten.
Mit viel Zeitaufwand wurde versucht, das Unkraut maschinell, manuell und mit Kleeuntersaat zu bekämpfen, die Erfolge waren mäßig. In Tulln konnte sich der Klee aufgrund der

Trockenheit im Sommer kaum ausbreiten, in Pyhra war die Konkurrenz durch mehrjährige und sich vegetativ verbreitende Unkräuter in vielen Varianten weder von Nessel noch von Klee zu unterdrücken.

Nährstoffversorgung

Die Versorgung mit Nährstoffen erfolgte durch die Gabe von organischem Dünger. Vor dem Anlegen des Bestandes wurde Stallmist, danach Gülle ausgebracht. Um die Wirkung des Stickstoffs auf Ertragsmenge und –qualität zu überprüfen, wurden drei Düngestufen (A, B, C) angelegt. Die ausgebrachte Menge Gülle entsprach einem Stickstoffäquivalent von A=60, B=120 und C=180 kg N/ha (Siehe Abb. 1).

Stickstoffdynamik

Die Stickstoffdynamik in Boden und Blättern wurde dokumentiert, indem viermal pro Jahr Bodenproben mit Hohlbohrern entnommen wurden. Zur selben Zeit wurden auch Blattproben an den Spitzen der Stängel entnommen. Die Analysen der Bodenproben erfolgten durch die Abteilung Umweltbiotechnologie am IFA-Tulln bzw. durch das Institut für Bodenwirtschaft am Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, die Analysen der Blätter erfolgten am C/N-Analysegerät des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität für Bodenkultur Wien.
Die nachfolgenden Grafiken beschreiben die Stickstoff-Dynamik im Boden und in den Blättern anhand ausgewählter Varianten.

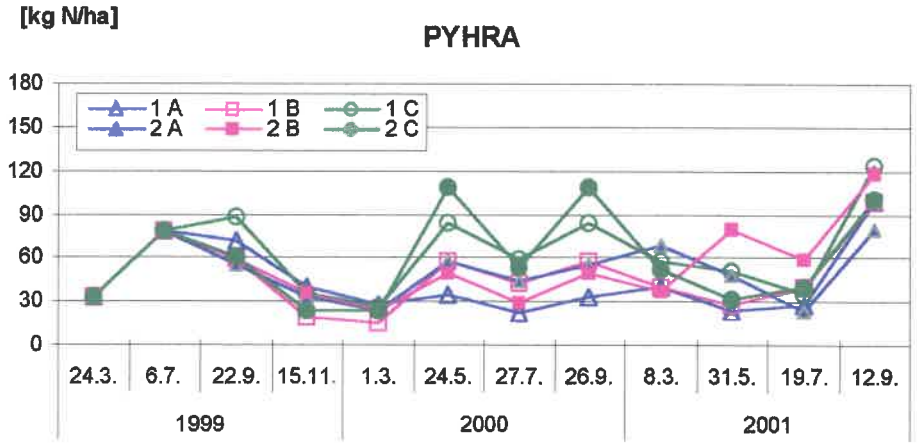

Abb.3: Stickstoffdynamik im Boden in Pyhra in den Jahren 1999 bis 2001 (1, 2: 1. und 2. Wiederholung; A=60, B=120, C=180 kg N/ha).

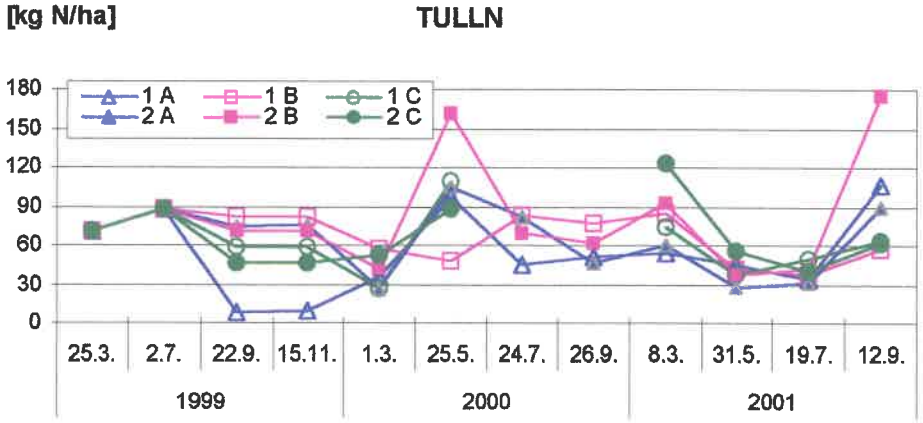

Abb.4: Stickstoffdynamik im Boden in Tulln in den Jahren 1999 bis 2001 (1, 2: 1. und 2. Wiederholung; A=60, B=120, C=180 kg N/ha) .

Die relativ hohen N_{min}-Werte im Mai werden durch die Düngergaben im Frühling ausgelöst, im Herbst sind sie auf den Blattfall zurückzuführen. Es fällt auf, dass in Tulln in der Variante 2B im Mai 2000 und im September 2001 Werte von umgerechnet <160 kg N_{min}/ha erreicht werden.
In Pyhra liegen die Maximalwerte bei 120 kg N_{min}/ha, was ebenfalls noch sehr hoch ist.
Zwischen dem N_{min}-Gehalt im Boden und den Frischmasse-Erträgen konnten im Jahr 2001 lediglich für den Entnahme-Termin im Juli positive Korrelationen von r=0,8 gefunden werden.

Blattstickstoff

Zwischen dem Stickstoffgehalt in den Blättern und dem Ertrag konnte kein Zusammenhang festgestellt werden. Die Ergebnisse der Blattanalysen sind in den Tabellen 2 und 3 in % Stickstoff angegeben.

Tab. 2: Ergebnisse der Blattanalysen, Mittelwerte über 2 Wiederholungen und 3 Stickstoffstufen. Ausnahme Tulln 2000, hier sind die Mittelwerte im Juli und Sept. 2000 nur aus der 2. Wiederholung, Varianten A und B, berechnet.

% N		2000			2001		
		Mai	Juli	Sept.	Mai	Juli	Sept.
Pyhra	Klon1	5,798	4,221	4,275	4,71	4,19	4,99
	Klon3	5,248	4,426	3,795	5,37	4,01	4,70
	Klon8	4,797	3,837	3,558	4,47	3,99	4,71
	Klon9	4,7	3,811	3,698	4,98	3,56	4,48
Tulln	Klon1	5,268	5,39	4,270	5,09	6,50	4,93
	Klon3	5,385	5,418	4,538	5,39	6,91	4,49
	Klon8	4,978	5,118	4,104	4,99	6,47	5,08
	Klon9	4,841	5,135	4,331	4,74	5,99	4,52

Tab. 3: Ergebnisse der Blattanalysen nach Düngestufen, Mittelwerte über alle Klone und Wiederholungen. Die Stickstoffstufe C in Tulln war im Jahr 2000 nicht angelegt worden.

% N		2000			2001		
		Mai	Juli	Sept.	Mai	Juli	Sept.
Pyhra	A	5,192	6,809	3,643	4,656	3,705	4,476
	B	5,048	3,979	3,931	5,115	4,104	4,910
	C	5,167	4,433	3,921	4,876	4,005	4,768
Tulln	A	4,987	5,17	4,126	4,673	6,424	4,438
	B	5,258	5,36	4,495	5,119	6,524	4,861
	C	5,109	-	-	5,360	6,455	4,960

In den folgenden Grafiken sind die Werte nochmals anschaulich dargestellt.
Es fällt auf, dass die Werte der Blattanalysen in Tulln im Juli jeweils ansteigen, während in beiden Jahren in Pyhra die Stickstoffkonzentration sinkt.

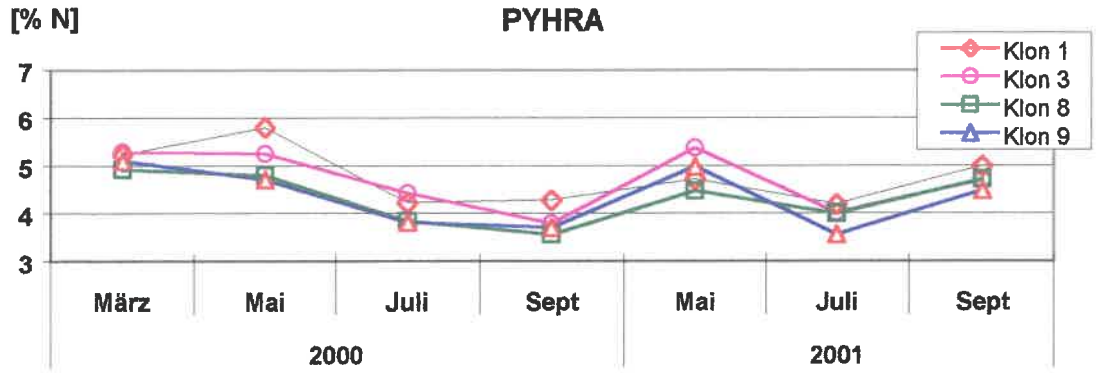

Abb.5 : Stickstoffgehalt in den Blättern in % von März 2000 bis September 2001 am Standort Pyhra, je Klon.

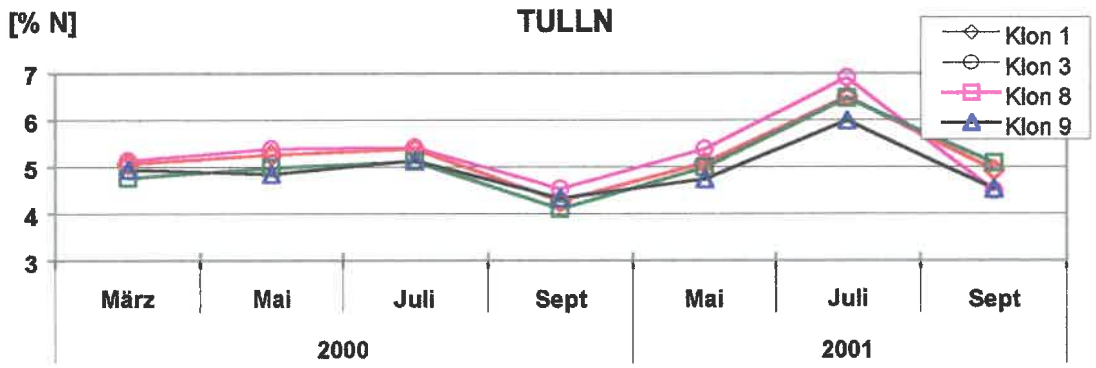

Abb. 6: Stickstoffgehalt in den Blättern in % von März 2000 bis September 2001 am Standort Tulln, je Klon.

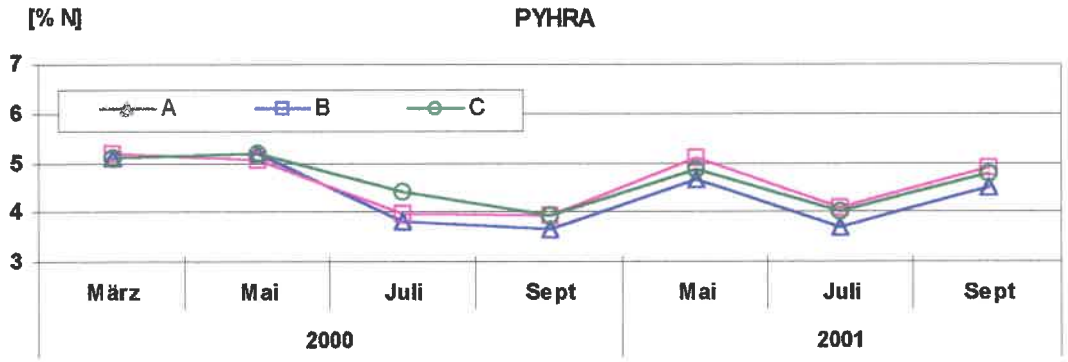

Abb. 7: Stickstoffgehalte in den Blättern am Standort Pyhra in den Jahren 2000 bis 2001 je Düngevariante. Mittelwerte über alle Klone und 2 Wiederholungen. A=60, B=120, C=180kg N/ha.

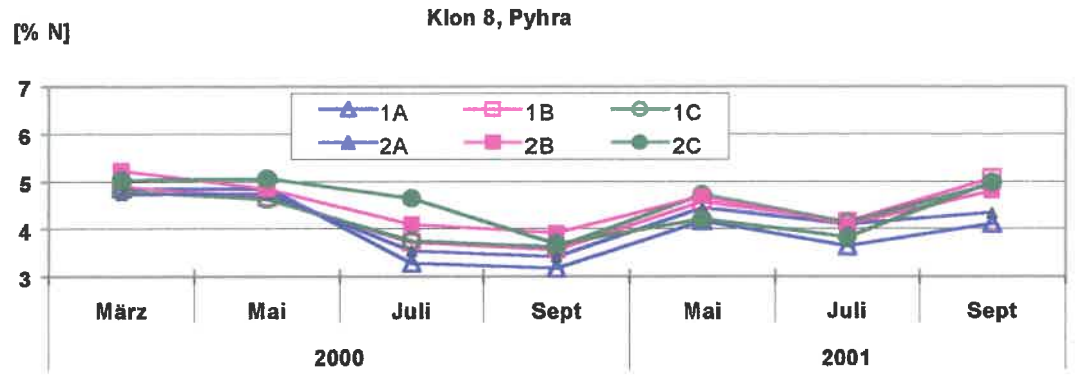

Abb. 8: Blattstickstoff-Dynamik in Klon 8 am Standort Pyhra (1,2=1., 2. Wiederholung; A=60, B=120, C=180kg N/ha).

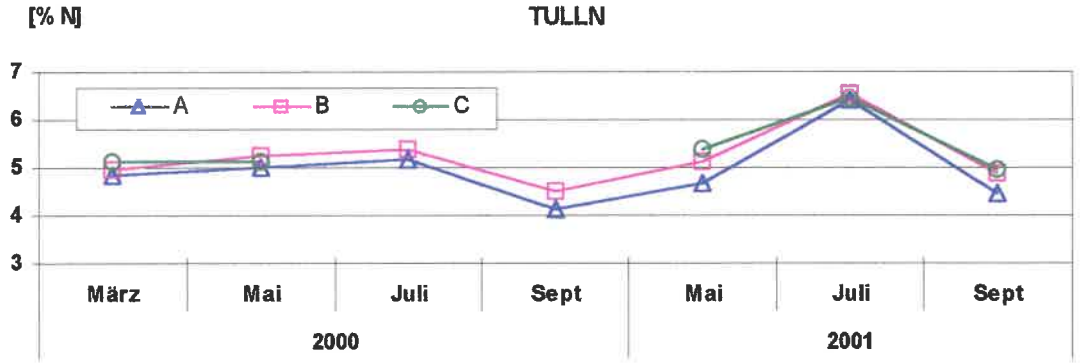

Abb. 9: Stickstoff-Gehalte in den Blättern am Standort Tulln in den Jahren 2000 bis 2001. Mittelwerte über alle Klone, im Jahr 2000 wurde die Variante C nicht angelegt. A=60, B=120, C=180kg N/ha.

Erträge 1999 bis 2001

Im ersten Jahr wurden die Erträge noch je Pflanze gemessen. Trotz zum Teil dürftigen Wuchses hatten sich die Pflanzen ab 2000 zum Teil so weit ausgebreitet, dass die Abgrenzung einzelner Pflanzen schwierig wurde. Deshalb wurde ab dem 2. Jahr dazu übergegangen, die Erträge je Quadratmeter zu messen. Die Ernten erfolgten im Oktober 1999, Ende August 2000 und Anfang/Mitte August 2001.

In den Abbildungen 10 und 11 sind die Ertragsverläufe an den beiden Standorten grafisch dargestellt. Die Werte aus dem 1. Jahr wurden auf Quadratmeter umgerechnet. In Tulln fällt der extrem niedrige Frischmasse-Ertrag im 2. Jahr auf, während die Stängel-Trockenmasse um ca. 300 kg über dem Wert im Jahr 1999 liegt, vermutlich eine Reaktion auf die extremen Witterungsbedingungen im Jahr 2000. Der höchste Ertrag in Tulln wurde im Jahr 2001 mit rund 2 Tonnen Stängel-Trockenmasse erreicht

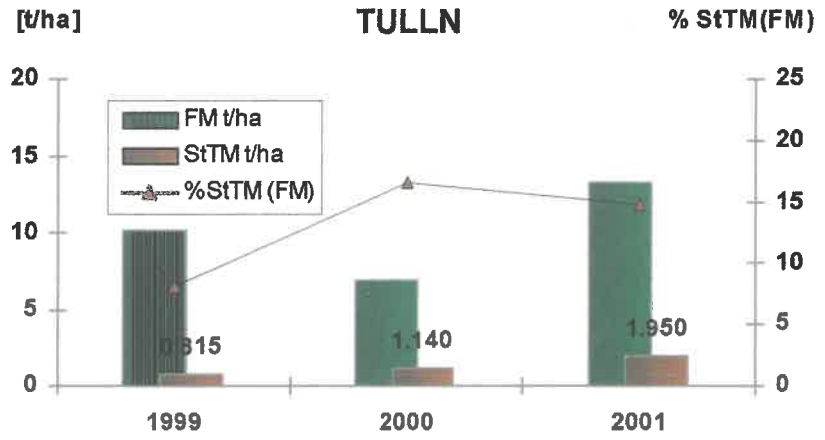

Abb. 10: Ertragsentwicklung am Standort Tulln in den Versuchsjahren 1999 bis 2001. Frischmasse (FM), Stängel-Trockenmasse (StTM) und Anteil der Stängel-Trockenmasse an der Frischmasse in Prozent (% StTM)

In Pyhra betrug die Steigerung der Stängel-Trockenmasse von 1999 auf 2000 das Vierfache, während von 2000 auf 2001 nur eine geringfügige Steigerung der Stängel-Trockenmasse bei gleichzeitigem Rückgang der Frischmasse zu beobachten war. Die Ursache dafür könnte die Vorverlegung des Erntezeitpunktes um ca. zwei Wochen sein. Im Jahr 2000 bildeten die Pflanzen bereits Seitentriebe und frische Blätter aus, während 2001 der Blattfall bereits das obere Drittel der Stängel erreicht hatte und noch keine frischen Triebe ausgebildet worden waren.

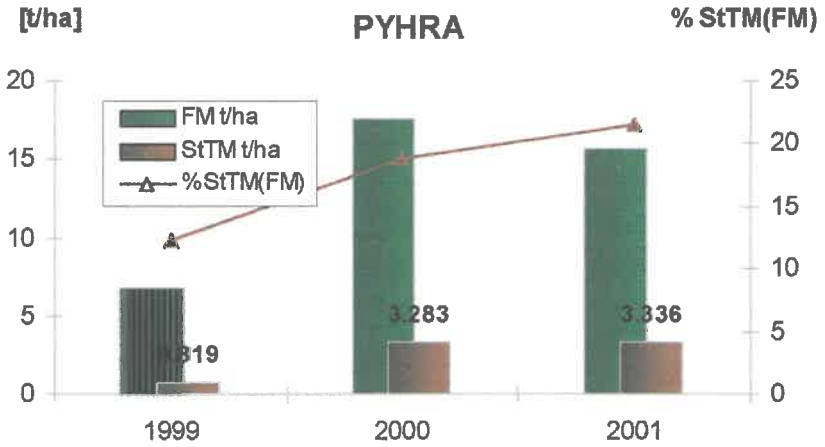

Abb.11 : Ertragsentwicklung am Standort Pyhra in den Versuchsjahren 1999 bis 2001. Frischmasse (FM), Stängel-Trockenmasse (StTM) und Anteil der Stängel-Trockenmasse an der Frischmasse in Prozent (% StTM)

Ein weiterer Grund für den geringen Anstieg der Stängel-Trockenmasse am Feld in Pyhra ist der Rückgang des Ertrages in bestimmten Varianten, nämlich dort, wo Unkrautkonkurrenz und andere Einflüsse eine optimale Entwicklung des Bestandes hemmten. Wie die folgenden Abbildungen zeigen, ist dies vor allem im Bereich der ersten Wiederholung der Fall. Die Abfolge der Varianten 1A bis 2C auf der Rubrikenachse entspricht auch der Abfolge am Feld.

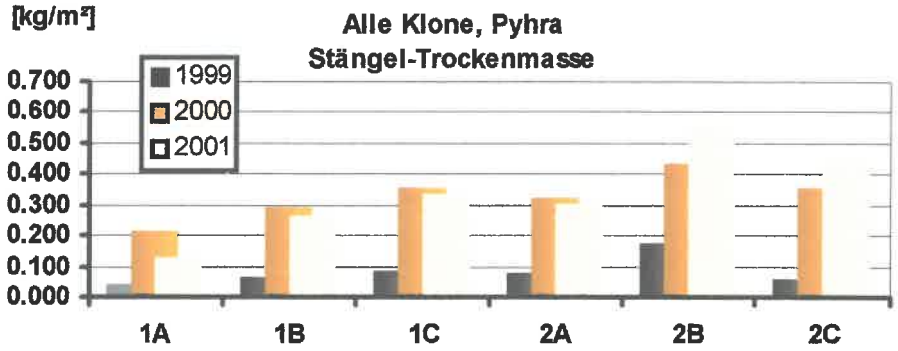

Abb.12 : Stängel-Trockenmasse aller Klone der jeweiligen Varianten (1, 2: 1. und 2. Wiederholung, A=60, B=120, C=180 kg N/ha) in Pyhra in den Jahren 1999 - 2001.

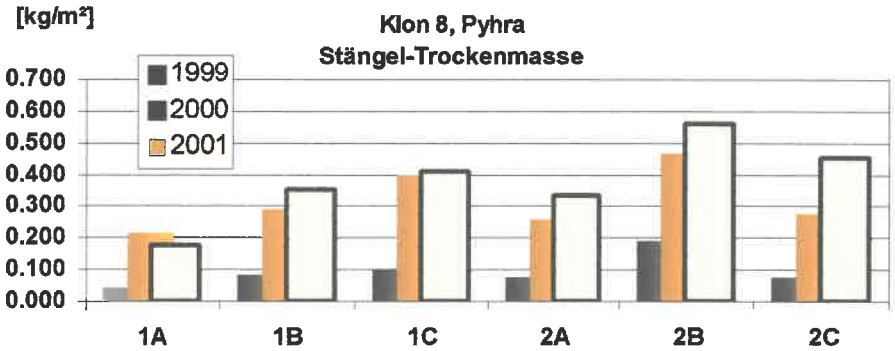

Abb.13 : Stängel-Trockenmasse von Klon 8 in Pyhra in den jeweiligen Varianten (1, 2: 1. und 2. Wiederholung, A=60, B=120, C=180 kg N/ha) von 1999 -2001.

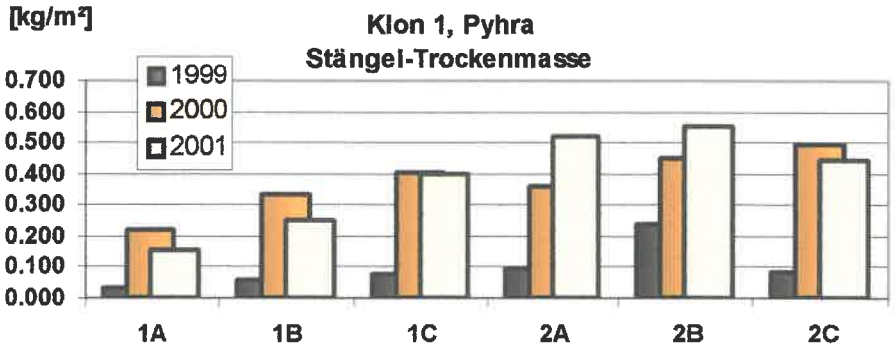

Abb.14 : Stängel-Trockenmasse von Klon 1 in Pyhra in den jeweiligen Varianten (1, 2: 1. und 2. Wiederholung, A=60, B=120, C=180 kg N/ha) von 1999 - 2001.

Während Klon 8 in allen Varianten mit Ausnahme 1A eine stetige Steigerung des Ertrages von 1999 bis 2001 aufweist, betrifft die Ertragssteigerung von Klon 1 eher die Varianten in der 2. Wiederholung.
Klon 3 zeigte 2001 im Vergleich zu 2000 stark reduzierte bis gleichbleibende Erträge. Dies erklärt sich unter anderem sicher durch die Randposition und den damit verbundenen Konkurrenzdruck durch einwandernde Unkräuter aus dem angrenzenden Grün- und Distelstreifen.

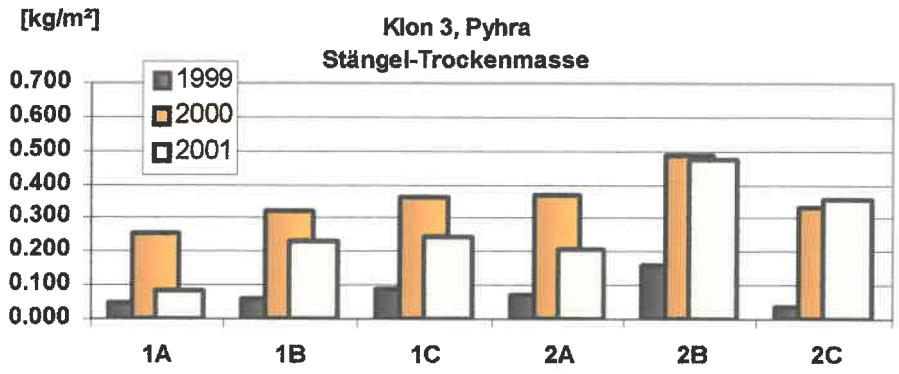

Abb.15 : Stängel-Trockenmasse von Klon 3 in Pyhra in den jeweiligen Varianten (1, 2: 1. und 2. Wiederholung, A=60, B=120, C=180 kg N/ha).

In Tulln zeigt sich von 1999 bis 2001 eine stetige Steigerung in allen Varianten. Gut sichtbar ist in Abbildung 16 die Ertragssteigerung in der Variante C der 1. und 2. Wiederholung. Im Jahr 2000 existieren lediglich Ertragswerte für die 2. Wiederholung.

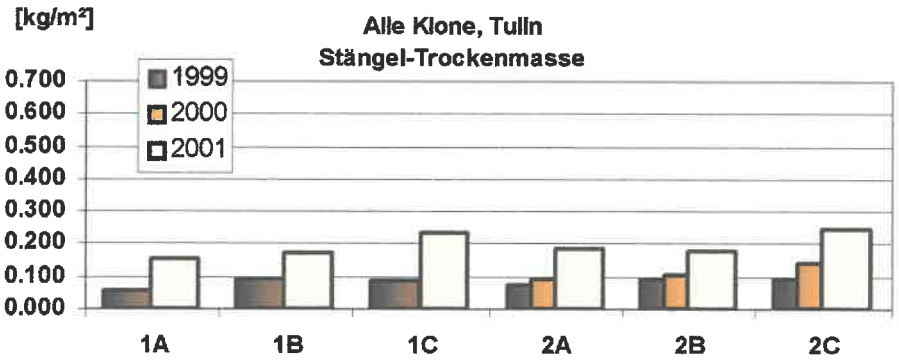

Abb.16: Stängel-Trockenmasse aller Klone in den jeweiligen Varianten (1, 2: 1. und 2. Wiederholung, A=60, B=120, C=180 kg N/ha) in Tulln, 1999 - 2001.

Wuchshöhe

Die Wuchshöhe der Klone erreichte zum Erntezeitpunkt im Jahr 1999 in Tulln durchschnittlich 60 cm und steigerte sich 2001 auf 111 cm. In Pyhra erlangten die Pflanzen bereits im ersten Jahr eine Höhe von durchschnittlich 97 cm, im Jahr 2001 waren es 162 cm. Klon 3 erreichte an beiden Standorten von allen Klonen die längsten Stängel.

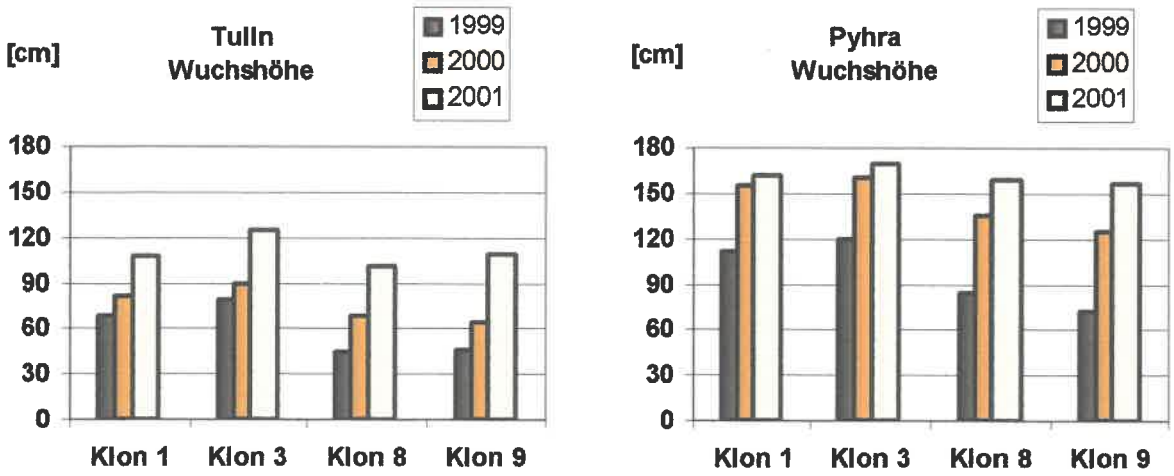

Abb. 17: Wuchshöhe der Klone 1, 3, 8 und 9 an den Standorten Tulln und Pyhra.

Mehrmaliges Ernten im Jahr

In der Literatur (TLL, 1996)[1] findet sich der Hinweis auf eine zweite Ernte im Herbst, sofern die erste Ernte bis Anfang/Mitte Juli durchgeführt wird. Im Versuchsjahr 2001 wurden im Juli aus jeder Variante ca. 20 m² entnommen und der Ertrag bestimmt. Die geernteten Flächen blieben bei der Haupternte im August unangetastet und der Wachstumsverlauf wurde weiterhin beobachtet. Es zeigte sich allerdings, dass bei einer Höhe von ca. 50 cm das Wachstum eingestellt und die Energie in die Ausbildung von Blüten investiert wurde.
In Tulln war in diesem Zeitraum eine Steigerung von 0,180 auf 0,195 kg Stängel-Trockenmasse zu beobachten.

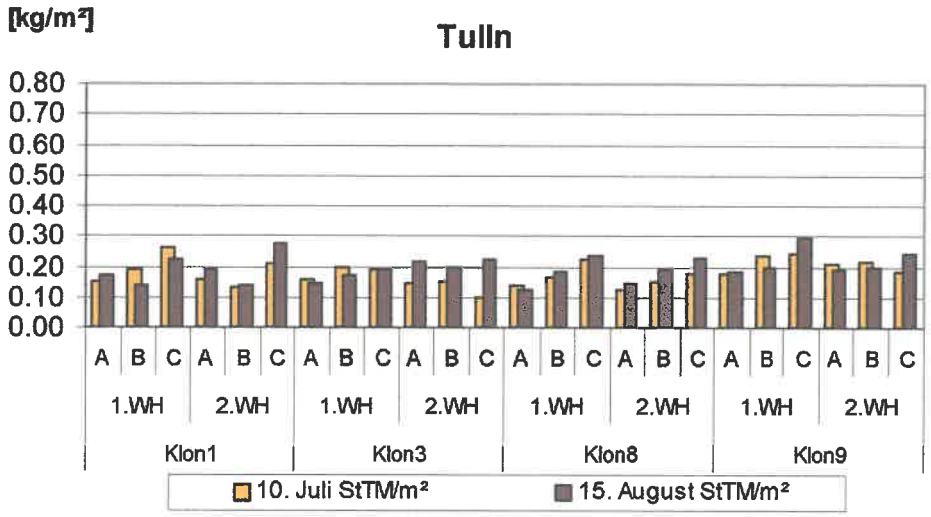

Abb.17 : Entwicklung der Stängel-Trockenmasse (kg/m²) in Tulln vom 1. Schnitt im Juli bis zur Haupternte im August 2001.

Am Standort Pyhra fiel auf, dass der durchschnittliche Stängelertrag im Juli mit 0,360 kg/m² über dem Durchschnittsertrag im August (0,340 kg) lag. In Pyhra dürfte dies ein Ergebnis des inhomogenen Bestandes sein.

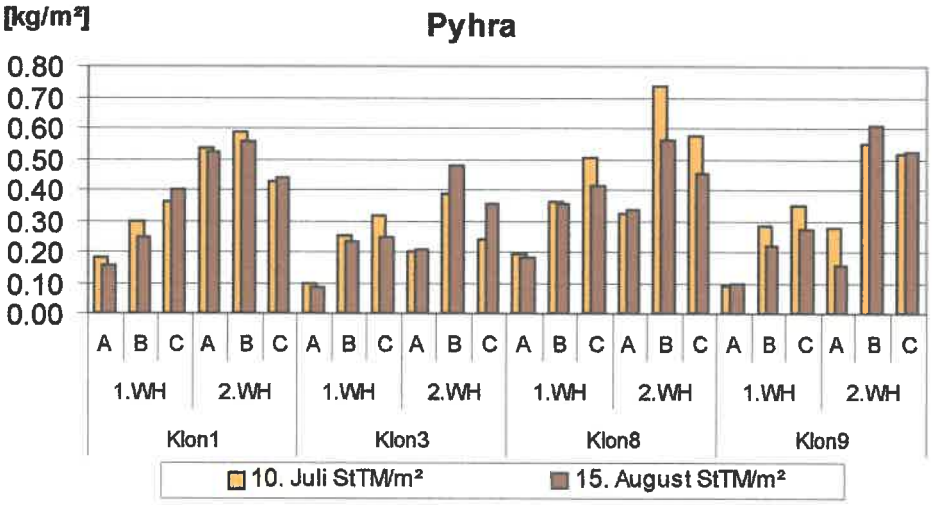

Abb.18 : Stängel-Trockenmasse (kg/m²) in Pyhra beim 1. Schnitt im Juli und zur Haupternte im August 2001.

[1] Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (1996): Abschlußbericht 2/1996; Untersuchungen zum Anbau der Großen Brennessel (Urtica dioica L.) und deren Eignung als Verstärkungsfaser für Kunststoffe. Themen-Nr.: 11.10.430

Varianz innerhalb der Varianten

Diese Unregelmäßigkeit wird auch durch die hohe Varianz innerhalb der Varianten belegt. In Tabelle 4 sind die Mittelwerte der Frischmasse und Stängeltrockenmasse am Standort Pyhra sowie die gemessenen Minimal- und Maximalwerte jeder Variante angegeben. Die auf diese Art dargestellten Werte geben einen gute Überblick über die am Feld zu erwartende Ernte. Niedrige Werte sind oft das Resultat von Lücken im Bestand.
In gleicher Weise zeigt Tabelle 5 Mittel-, Minimal- und Maximalwerte in Tulln

Für Pyhra lässt sich unter Zuhilfenahme der Maximalwerte in der 2. Wiederholung die potentielle Ertragserwartung unter optimalen Bedingungen schätzen. Demnach beträgt der Ertrag in der 2. Wiederholung 3,570 kg Frischmasse, bei durchschnittlich 22 % Stängel-Trockenmasse in diesen Varianten sind das 0,714 kg Stängel-Trockenmasse/m² bzw. ca. 7 Tonnen Stängeltrockenmasse pro Hektar.

Tab. 4: Durchschnittliche Frischmasse in den Varianten am Standort Pyhra Mitte August 2001 mit gemessenen Minimal- und Maximalwerten in diesen Varianten.

Clone	Rep.	N-Level	fresh mass (kg/m²)			dry stem mass (kg/m²)		
			Average	Min.	Max.	Average	Min.	Max.
1	1	A	0.726	0.330	1.080	0.155	0.070	0.230
1	1	B	1.194	0.070	2.070	0.248	0.015	0.430
1	1	C	1.928	1.110	3.010	0.397	0.229	0.620
1	2	A	2.399	1.190	4.860	0.523	0.260	1.060
1	2	B	2.784	0.650	3.760	0.553	0.129	0.746
1	2	C	2.207	0.500	4.140	0.441	0.100	0.828
3	1	A	0.401	0.060	0.820	0.085	0.013	0.174
3	1	B	1.056	0.180	1.820	0.229	0.039	0.395
3	1	C	1.218	0.490	2.200	0.244	0.098	0.440
3	2	A	1.045	0.180	2.880	0.209	0.036	0.576
3	2	B	2.034	0.460	3.650	0.475	0.108	0.853
3	2	C	1.868	0.540	3.150	0.356	0.103	0.600
8	1	A	0.730	0.170	1.350	0.180	0.042	0.332
8	1	B	1.693	0.400	3.580	0.353	0.083	0.746
8	1	C	2.295	0.580	4.010	0.410	0.104	0.717
8	2	A	1.453	0.370	2.800	0.333	0.085	0.643
8	2	B	2.450	0.320	4.020	0.564	0.074	0.925
8	2	C	2.096	1.300	3.050	0.454	0.282	0.661
9	1	A	0.376	0.150	0.630	0.094	0.037	0.157
9	1	B	1.113	0.270	2.020	0.220	0.053	0.400
9	1	C	1.223	0.530	1.840	0.270	0.117	0.406
9	2	A	0.652	0.060	1.640	0.154	0.014	0.388
9	2	B	2.694	< 0.010	**5.200**	0.607	< 0.001	1.171
9	2	C	2.095	0.120	3.690	0.521	0.030	0.918

Tab. 5: Durchschnittliche Frischmasse in den Varianten am Standort Tulln Mitte August 2001 mit gemessenen Minimal- und Maximalwerten in diesen Varianten.

Clone	Rep.	N-Level	fresh mass (kg/m²)			dry stem mass (kg/m²)		
			Average	Min.	Max.	Average	Min.	Max.
1	1	A	1.161	0.675	1.633	0.169	0.098	0.237
1	1	B	1.099	0.366	2.150	0.140	0.047	0.274
1	1	C	1.712	0.808	2.578	0.224	0.106	0.337
1	2	A	1.282	0.636	1.802	0.190	0.094	0.268
1	2	B	0.994	0.206	2.001	0.139	0.029	0.280
1	2	C	1.581	0.250	2.526	0.279	0.044	0.445
3	1	A	0.864	0.138	1.712	0.142	0.023	0.281
3	1	B	1.112	0.153	1.955	0.170	0.023	0.299
3	1	C	1.299	0.212	2.200	0.190	0.031	0.322
3	2	A	1.250	0.327	1.961	0.214	0.056	0.335
3	2	B	1.229	0.010	1.949	0.195	0.002	0.309
3	2	C	1.564	0.010	3.045	0.223	0.001	0.434
8	1	A	0.914	0.243	1.560	0.127	0.034	0.217
8	1	B	1.466	0.775	2.111	0.183	0.097	0.263
8	1	C	1.674	1.338	2.215	0.233	0.187	0.309
8	2	A	0.858	0.322	1.351	0.141	0.053	0.223
8	2	B	1.234	0.550	2.230	0.188	0.084	0.339
8	2	C	1.546	0.010	2.727	0.227	0.001	0.400
9	1	A	1.110	0.355	1.900	0.183	0.058	0.313
9	1	B	1.319	0.146	1.907	0.198	0.022	0.287
9	1	C	2.011	1.540	2.620	0.298	0.228	0.388
9	2	A	1.204	0.795	1.462	0.189	0.125	0.230
9	2	B	1.443	0.815	2.172	0.194	0.109	0.292
9	2	C	1.859	0.721	2.578	0.245	0.095	0.340

Die Werte aus den Tabellen 4 und 5 sind in den folgenden Abbildungen grafisch aufbereitet.

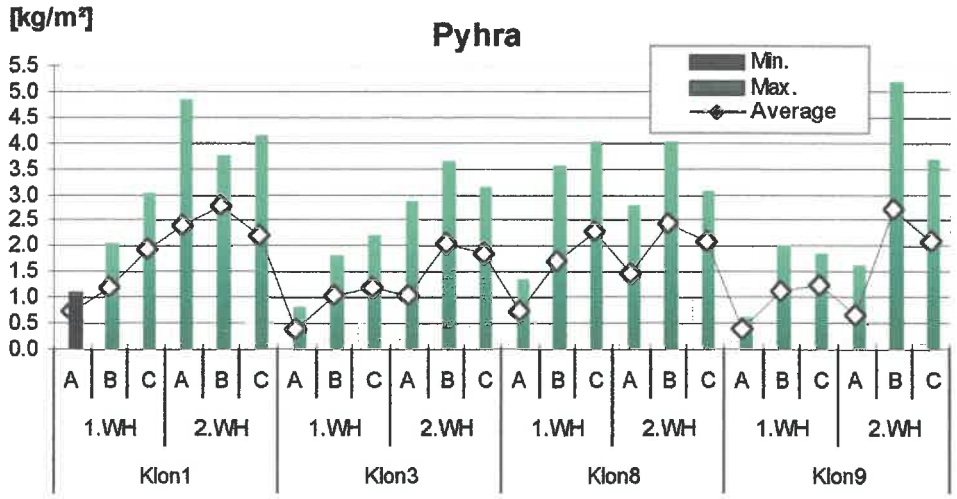

Abb. 19: Durchschnittliche Frischmasse-Erträge sowie Maximal- und Minimalwerte in jeder Variante in Pyhra, Ernte August 2001, in kg/m².

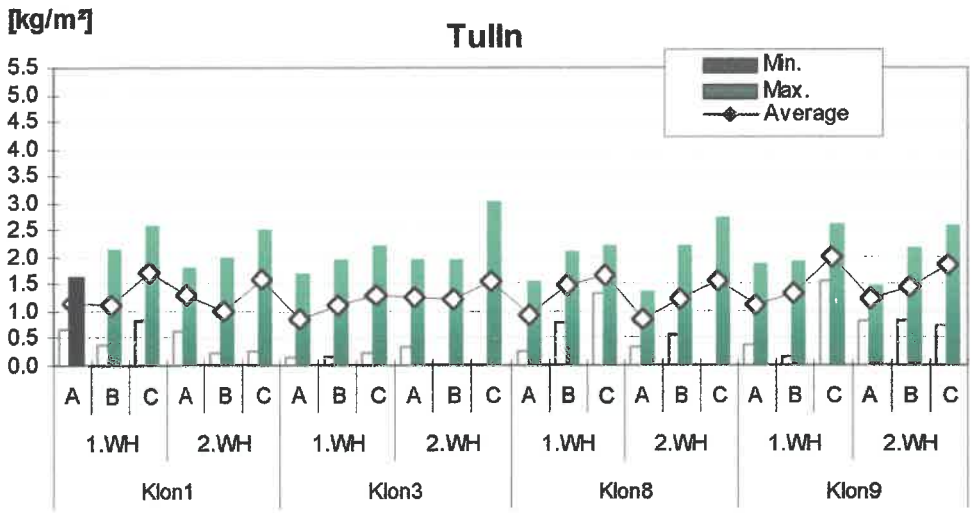

Abb. 20 : Durchschnittliche Frischmasse-Erträge je Variante sowie die gemessenen Minimal- und Maximalwerte in Tulln, August 2001.

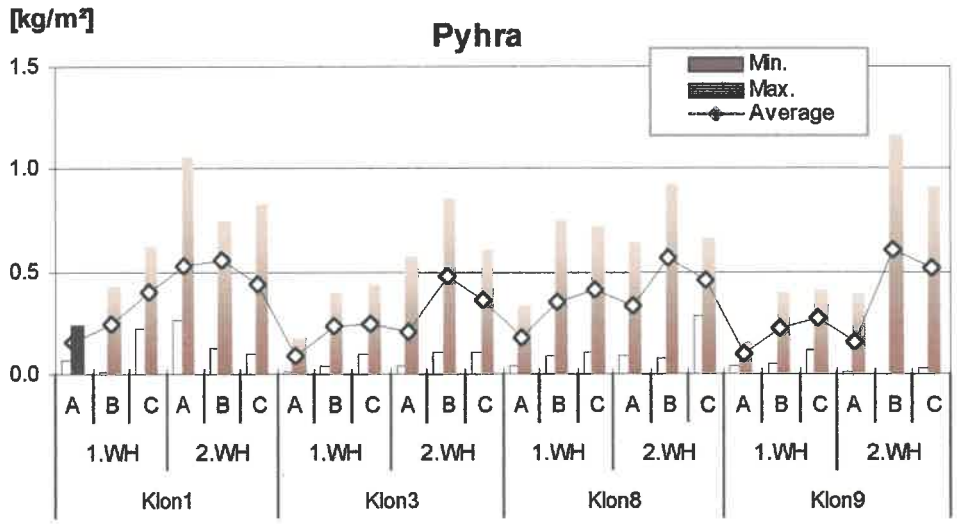

Abb. 21: Durchschnittliche Stängel-Trockenmasse-Erträge sowie Minimal- und Maximalwerte je Variante in Pyhra, August 2001.

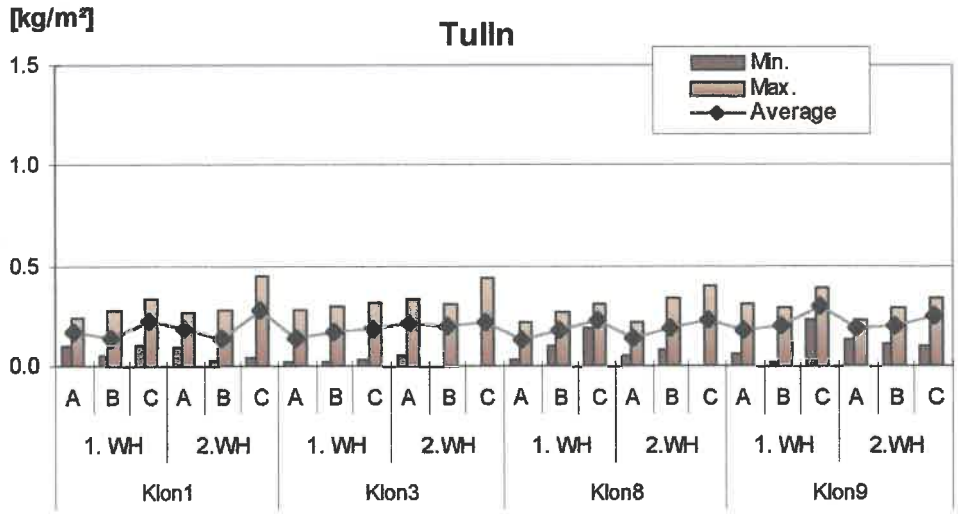

Abb. 22: Durchschnittliche Stängel-Trockenmasse-Erträge sowie Minimal- und Maximalwerte je Variante in Tulln, August 2001.

Erntetechnik

Es wurde grundsätzlich auf in der modernen Landwirtschaft gängige Maschinen und Geräte zurückgegriffen.
Im ersten Versuchsjahr wurde keine Ernte sondern lediglich ein 'Pflegeschnitt' im Herbst durchgeführt. Im Versuchsjahr 2000 erfolgte die Ernte in Pyhra mit verschiedenen Erntemaschinen. Um eine Parallellage der Stängel zu erreichen, wurde versucht, die Ernte mit einem zapfwellenbetriebenen Bindemäher (ein Gerät, das vor mehreren Jahrzehnten für die Getreideernte eingesetzt wurde) durchzuführen. Die Bündel von ca. 5 kg Frischmasse wurden auf den Stoppeln zum Trocknen bzw. zur Röste aufgelegt. Um den Befall mit Schimmel zu vermeiden, mussten die Bündel allerdings per Hand gewendet werden.
Die zweite Methode war der Einsatz eines Scheibenmähwerkes, als Resultat liegen die Stängel mehr oder weniger wirr, in leichtem Schwad, am Feld. Teilweise kam es zu Verzögerungen, nachdem sich die Stängel unter der Schutzplane verkeilt hatten.
Die Verwendung eines Doppelmesser-Mähwerkes zeigte sich als die geeignetste Methode. Im Versuchsjahr 2001 wurde lediglich diese Technik angewendet.
Eine Behinderung der Ernte kann durch die frischen Austriebe an den Stoppeln der Brennnessel eintreten. Um dies zu verhindern, sollten die Stängel möglichst rasch nach dem Schnitt aus dem Bestand gezettet werden.
Die getrockneten Stängel wurden zu Rundballen gepresst und abtransportiert. Das Pressen zu kleinen Quaderballen erwies sich als nicht tauglich da die Stängel dabei verkürzt werden.

Foto 5: Zu Rundballen gepresstes Nesselstroh, Pyhra 2000.

Faseraufschluss

Nachdem nicht bekannt war, wie sich eine Röste auf die Faserqualität auswirken würde, wurde zunächst eher davon ausgegangen, eine Röste zu vermeiden.
Im Jahr 2000 wurde nur jener Teil der Ernte geröstet, der als Bündel am Feld geblieben war. Die Röstdauer betrug ca. 4 Wochen. Der Rest der Ernte wurde nach ca. einer Woche Trocknung am Feld mittels Rundballenpresse gesammelt.
Nachdem die Untersuchungen in Reutlingen ergeben hatten, dass die Qualität unter einer Röste nicht leidet und nach den ersten ernüchternden Erfahrungen in einem flachsverarbeitenden Betrieb, entschlossen sich die unmittelbar beteiligten Projektpartner

(Steinbeis-Transfer-Zentrum und IFA-Tulln), im zweiten Erntejahr grundsätzlich eine Feldröste durchzuführen.
Im Jahr 2001 erfolgte auf beiden Versuchsflächen eine leichte Feldröste von drei bis vier Wochen. In dieser Zeit wurden die Stängel zweimal gewendet und dabei möglichst aggressiv bearbeitet. Durch die intensive Bearbeitung wird bereits am Feld ein Teil der Schäben ausgeworfen, bzw. werden die Fasern zum Teil freigelegt, sodass die Stängel nicht vereinzelt auf dem Flachsaggregat liegen und leicht durch die Rüttlerschlitze fallen sondern sie werden miteinander 'verfilzt' und dadurch können sie in der Produktionsstraße mehr oder weniger ungehindert weitertransportiert werden. In der Waldviertler Faserverarbeitung GmbH wurden bei den Brechwalzen zusätzlich Bleche eingebaut, damit die einzelnen Stängel nicht durchfallen können. Ansonsten wurden keine wesentlichen Veränderungen vorgenommen. Nachdem nach dem ersten Durchlauf auf dem Flachsaggregat die Fasern noch nicht ausreichend von anhaftenden Holz- und Bastteilen befreit waren, wurden sie ein zweites Mal durch das Aggregat geschickt. Dies erwies sich als brauchbare Methode, um einigermaßen sauberes Fasermaterial für die versuchsweise Weiterverarbeitung zu gewinnen, allerdings war dieses Ergebnis nur mit weiteren Masseverlusten zu erzielen.
Ein Grund für die schlechte Entholzung nach nur einem Durchlauf könnte auch darin liegen, dass die Stängel durch die Lagerung im Herbst Feuchtigkeit angenommen hatten und der Vorgang des Brechens nicht so effizient war wie nach Trocknung der Stängel.

Faserausbeute nach mechanischem Aufschluss

Die Faserausbeuten nach dem mechanischen Aufschluss in der Flachsverarbeitungsanlage sind in Tabelle 6 aufgelistet. Von Klon 8+9 Tulln wurde ein Teil der Fasern nach dem 2. Durchlauf noch gerissen, wodurch ein zusätzliches Verfeinern erreicht wurde.
Die Stängel der männlichen Klone (8+9) lieferten an beiden Standorten prozentmäßig mehr Rohfaser als die des weiblichen Klon 1. Die Rohfaserausbeute der Tullner Ernte war niedriger als jene aus Pyhra. Die kürzeren Stängel in Tulln könnten der Grund dafür sein. Je kürzer die Stängel, desto leichter fallen sie durch die Schüttlerschlitze.
Die tatsächlichen Fasergehalte der Klone werden im Bericht des Steinbeis-Transfer-Zentrum angegeben.

Tab.6: Faserausbeute im Jahr 2001 nach mechanischem Aufschluss. Angaben in Kilogramm bzw. in Prozent vom Ausgangsmaterial.

Angaben in kg		Stängel	nach 1. Durchlauf	nach 2. Durchlauf
Pyhra	Klon 1	560	126 (22,5%)	96 (17,1%)
	Klon 8+9	560	134 (23,9%)	118 (21,1%)
Tulln	Klon 1	700	127 (18,1%)	92 (13,1%)
	Klon 8+9	530	106 (20,0%)	87 (16,4%)
	Summe	2350	493	393

Cellulose

Im Zuge der Faserproduktion fallen als Abfallprodukte Schäben an. Schäben von Hanf wurden vom Österreichischen Papierhersteller NeusiedlerAG bis vor kurzem zu hochwertigem Papier verarbeitet. Die Verkochung von Hanfschäben wurde inzwischen allerdings eingestellt, wie uns von NeusiedlerAG berichtet wurde. Neben der NeusiedlerAG wurde auch mit der LenzingAG und der Papierfabrik Steyrermühl (inzwischen in den UPM-

Kymmene Konzern integriert) Kontakt aufgenommen. Letztendlich konnten wir mit dem Ausbildungszentrum der Österreichischen Papiermacherindustrie in Steyrermühl einen interessierten Papierhersteller finden, wenn dort auch nur im Rahmen der Ausbildungstätigkeit im Versuchsmaßstab gearbeitet werden kann. Die Ergebnisse liegen noch nicht vor.
Kurz vor Projektende wurde das IFA-Tulln von der Ybbstaler ZellstoffGmbH kontaktiert, diese erhielt inzwischen Schäben für Probeverkochunge.

Diskussion

Der **Anbau** der Großen Brennnessel als Faserpflanze erfolgte im Versuch mit bewurzelten Stecklingen. Diese Maßnahme gewährleistet die genetische Erhaltung des Ausgangsmaterials und ist die Basis für die Etablierung eines homogenen Bestandes.
Die Produktion von ca. 25000 Stecklingen pro Hektar und deren Bewurzelung im Glashaus gestaltete sich als arbeits- und kostenintensiv.
Eine kostensparende Methode, die allerdings im vorliegenden Versuch nicht durchgeführt wurde, könnte die Auspflanzung der frisch geschnittenen Stecklinge direkt auf das Feld sein. Diese Methode würde jedoch vermutlich hohe Ansprüche an die Feldbearbeitung stellen. Das Saatbett müsste feinkrümelig und frei von Unkraut sein. Für ausreichende Wasserversorgung muss gesorgt sein. Die Jungpflanzen sind jedenfalls gegen Trockenstress sehr empfindlich, als Anbauzeitpunkt würde sich daher das zeitige Frühjahr oder der Herbst empfehlen. In diese Richtung sollte in Zukunft jedenfalls weitergeforscht werden.

Der Anbau erfolgte mit Hilfe einer vierreihigen Krautpflanzmaschine von April bis Juni. Der Reihenabstand richtet sich vor allem nach den maschinellen Gegebenheiten des Betriebes. Im vorliegenden Versuch wurde ein Abstand von 75 cm gewählt um die mechanische UnkrautBekämpfung mittels Maishackgerät durchführen zu können. Als Abstand in der Reihe wurde 50 cm gewählt, ein Abstand, der z.B. für Klon 3 (bildet wenige, kräftige Stängel aus) verkürzt werden sollte.
In der Literatur finden sich Reihenabstände von 50 bis 175 cm mit variierendem Abstand in der Reihe. Größere Reihenabstände mit gleichzeitig engerem Abstand in der Reihe haben den Vorteil, dass zwischen den Reihen relativ gut maschinelle Unkrautbekämpfung durchgeführt werden kann, während in den Reihen durch die enge Pflanzung das Unkraut unterdrückt wird.

Die Mehrjährigkeit der Nessel bringt den Vorteil, dass nach einmaligem Anbau die Nutzung über mehrere Jahre erfolgen kann, sofern dem Bestand nach einem gelungenen Anbau diverse **Pflegemaßnahmen** zukommen. Brennnesseln wachsen zwar fast überall, jedoch werden auf stickstoffreichen, schweren bis mittelschweren, humosen Böden mit guter Wasserversorgung die höchsten Frischmasse-Erträge erzielt. Gegen stauende Nässe sowie austrocknende Winde ist die Fasernessel empfindlich (Bredemann, 1959)[2]. Wassermangel und austrocknende Winde dürften auch der Grund für die mäßige Entwicklung in Tulln gewesen sein. Standorte mit weniger als 650 mm Jahresniederschlag sind für Nesselanbau kritisch zu betrachten.
Die Große Brennnessel gilt als konkurrenzstarke Pflanze, die sich ab dem 2. Standjahr gegen aufkommendes **Unkraut** behaupten kann, im Versuch konnte dies allerdings nicht bestätigt werden. Es zeigte sich, dass auf unkrautwüchsigem Boden sowohl im zweiten wie auch dritten Jahr das Unkraut in und zwischen den Reihen bekämpft werden musste. Nachdem keine Herbizide eingesetzt wurden, gestaltete sich die Unkrautregulierung als aufwändig und

[2] Bredemann, Gustav (1959): Die Grosse Brennessel Urtica dioica L., Akademie-Verlag, Berlin

langwierig. Besonders hartnäckig kann sich Vergrasung ausbreiten. Wurl et al. (1998)[3] empfehlen Lontrel zur Distelbekämpfung und Fusilade gegen Ungräser.
Wirtschaftlich gesehen sollte auf Unkrautbekämpfung verzichtet werden können.
Eine auch für den Biolandbau einsetzbare Methode ist die Einsaat von Klee, wodurch gleichzeitig Stickstoff fixiert wird.
Für den Anbau der Fasernessel sind Böden mit wenig Unkraut (v.a. keine Wurzelunkräuter und Quecke) vorzuziehen, wie dies u.a. auch von HARTL und VOGL (2001)[4] beschrieben wird.

Durch die Brennhaare an Stängel und Blättern ist die Nessel gut gegen phytophage **Schädlinge** geschützt, einige Pflanzenfresser haben sich jedoch auf die Brennnessel spezialisiert, so die Raupen diverser – z.T. geschützter - Schmetterlinge (Tagpfauenauge, Kleiner Fuchs, Landkärtchen). Eine Bekämpfung zeigte sich im Versuch als nicht nötig, da sich im Bestand ein ausgeglichenes Räuber-Beute-Verhältnis entwickelt, eventuell auftretende Raupennester können manuell entfernt werden. Als weitere Schädlinge können Rüsselkäfer auftreten, durch deren Aktivität eine Deformation der Stängel entsteht, die als Drehwuchs bezeichnet wird.

Je nach Boden-, Klimabedingungen und Ertrag werden für die Stickstoff-**Düngung** von WURL ET AL. (1998) Werte zwischen 160 und 200 kg N/ha angegeben, wobei eine Gabe von ca. 40 kg N nach dem Schnitt für einen zügigen Wiederaufwuchs als unumgänglich bezeichnet wird. Jedenfalls sollte die Düngung nicht ohne begleitende Bodenuntersuchungen vorgenommen werden und wird sich nach der Bodenbeschaffenheit, Ertragserwartung und eventuell vorhandener Klee-Untersaat richten. Im vorliegenden Projekt wurden drei Stickstoff-Stufen mit 60, 120 und 180 kg N/ha angelegt. Am Standort Pyhra wurde in der Variante mit 120 kg in beiden Jahren die höchsten Stängeltrockenmasse-Erträge erzielt, in Tulln waren die Erträge in der Variante mit 180 kg N/ha die höchsten.

Die **Ernte** erfolgt im Spätsommer, wenn möglichst viele Blätter bereits vergilbt und vom Stängel gefallen sind. Wurl et al. (1998) empfehlen zur Feststellung des optimalen Zeitpunktes eine wöchentliche Probennahme ab Anfang Juli und beschreiben das Erreichen der Erntereife bei ca. 80 % Stängelanteil im Erntegut. Die folgende Abbildung veranschaulicht die Bestandesentwicklung in Pyhra im Versuchsjahr 2001. Der Anteil der Stängeltrockenmasse an der Gesamttrockenmasse beträgt demnach zum Erntezeitpunkt ca. 83 %.

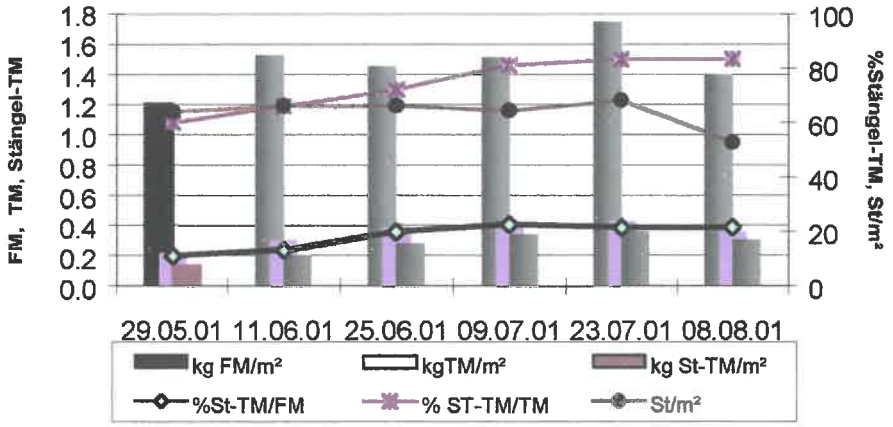

Abb. 22: Bestandesentwicklung in Pyhra im Versuchsjahr 2001 von Ende Mai bis zur Ernte.

[3] Wurl G., A. Biertümpfel und A. Vetter (1998): Untersuchungen zum Anbau der Großen Brennessel (Urtica dioica L.) zur Fasergewinnung. Biosphäre Nr. 23, Okt.1998
[4] Hartl A. und C. Vogl (2001/1b): Anbauversuche Fasernessel, Faser- und Färberpflanzen aus ökologischem Landbau; Berichte aus Energie- und Umweltforschung des BMVIT. Wien Dez.2000

Sowohl der Schnitt mittels Scheibenmähwerk wie auch mittels Doppelmessermähwerk wurden im vorliegenden Versuch als geeignet erachtet. Die als Wirrstroh am Feld verbleibenden Stängel werden ein bis zweimal gewendet, geschwadet und im trockenen Zustand zu Rundballen gepresst. Im Versuchsjahr 2000 wurde der Großteil der Ernte sofort nach dem Trocknen vom Feld abtransportiert. Wie sich jedoch herausstellte, können im mechanischen Grobfaseraufschluss leicht angeröstete Stängel besser entholzt werden. Nachdem die Untersuchungen der Fasern im ersten Jahr keine Beeinträchtigung durch die Röste ergeben hatten, wurde im Versuchsjahr 2001 die gesamte Ernte einer ca. vierwöchigen Feldröste unterzogen.

Ertragserwartungen

Im vorliegenden Versuch betrugen die durchschnittlichen Stängel-Trockenmasse-Erträge in Tulln im Jahr 2000 0,114 kg/m², im Jahr 2001 waren es auf diesem Standort 0,195 kg/m². In Pyhra wurden höhere Werte erreicht als am Standort Tulln. Die Stängel-Trockenmasse-Erträge betrugen hier durchschnittlich 0,328 kg/m² im Jahr 2000 und 0,334 im Jahr 2001. Die Durchschnittswerte bei HARTL und VOGL (2001/1b) lauten auf 5,6 – 9,7 t/ha. LEHNE ET AL. (2001)[5] beschreiben Durchschnittserträge von 1,7 bis 4,4 t Stängeltrockenmasse/ha, also ähnlich wie im vorliegenden Versuch.

Nutzungsdauer

Die in älterer Literatur angegebene Nutzungsdauer der Nesselbestände mit 10 – 15 Jahren wurde bereits von Bredemann (1959; Seite 81) bezweifelt, zumal er die Erfahrung machte, dass "den besten Stand mit hohen Stengel- und Fasererträgen die ... Fasernesselfelder durchweg im zweiten und dritten Jahr nach der Aufpflanzung aufweisen. Danach beobachtet man eine allmähliche Verschlechterung der Feldbestände, trotz vorschriftsmäßiger Pflege." Auch im vorliegenden Versuch wurden am Standort Pyhra von 2000 auf 2001 im Durchschnitt über die gesamte Fläche nur geringfügige Ertragszuwächse gemessen. In Tulln waren die Zuwächse von 2000 auf 2001 zwar größer, der Grund dafür lag aber im extrem niedrigen Ertrag im Jahr 2000 (hervorgerufen durch zu geringe Niederschläge). Diese Beobachtungen stimmen auch mit jüngsten Ergebnissen von LEHNE ET AL. (2001) überein. Diese fanden im ersten Erntejahr 3,7 t Stängeltrockenmasse, im zweiten Erntejahr in der Jauche/Stallmist-Variante 4,4 t/ha und im dritten Erntejahr 3,2 t/ha.

Zukunftsperspektiven - Forschungsansätze

Um die ökologisch wertvolle Nessel konkurrenzfähiger im Rennen mit anderen Naturfasern zu machen, müsste noch Züchtungsarbeit in die Schaffung faserreicher Klone gesetzt werden. Am IFA-Tulln wurden bereits Kreuzungen zwischen den Klonen durchgeführt und ca. 200 Einzelpflanzen stehen zur weiteren züchterischen Bearbeitung zur Verfügung. Außerdem wurden Samen geerntet, die ebenfalls als Ausgangsmaterial für weitere Untersuchungen herangezogen werden könnten.
Das Anlegen eines lückenlosen Nesselfeldes mittels der herkömmlichen Methode der Stecklingsproduktion und –bewurzelung im Glashaus gestaltet sich als äußerst kostenaufwändig. Ein wichtiger Ansatzpunkt für weitere Forschungsarbeit auf diesem Gebiet wäre der Versuch, homogenes Saatgut zu gewinnen und anzubauen oder, eine andere Möglichkeit, das Auspflanzen von unbewurzelten Stecklingen direkt in ein optimal

[5] Lehne P., K. Schmidtke und R. Rauber (2001): Ertrag von Fasernesseln im ökologischen Landbau bei unterschiedlicher Nährstoffversorgung. http://www.gwdg.de/~mlehne/ab260301/publ/VOE01_nurgedruckt.htm

vorbereitetes, unkrautfreies Saatbett. Früher oder später sollten interessierte Landwirte gesucht werden, die, mit finanzieller Unterstützung, bereit sind, diese neue Kulturpflanze anzubauen. Interessenten gibt es genug, wie aufgrund zahlreicher Anfragen festgestellt wurde.

Durch Entgegenkommen der Fachschulen Pyhra und Tulln konnte ein Fortbestehen der in mühevoller Arbeit angelegten Bestände gewährleistet werden und es ist möglich, die Nesselbestände vorerst ein weiteres Jahr zu beobachten. Die Kosten dafür übernehmen einstweilen die Abteilung Biotechnologie des IFA-Tulln und der Antragsteller PAPTEX GmbH.

Mit der Waldland FaserverarbeitungsGesmbH wurde ein verarbeitender Betrieb gefunden, dessen Mitarbeiter sich sehr bemühten, mit provisorischen Veränderungen am gegebenen Maschinenpark aus einem bis dato unbekannten Stängelmaterial das bestmögliche Endergebnis zu produzieren. Es wäre für weitere Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des mechanischen Faseraufschlusses interessant, mit diesem Betrieb in Kontakt zu treten. Der Betrieb steht im niederösterreichischen Waldviertel, einem traditionellen Faserpflanzen-Gebiet, wo auch der Anbau der Nessel getestet werden sollte.

Danksagung

Wir möchten uns an dieser Stelle bei allen jenen bedanken, die durch Ihr Engagement zum positiven Verlauf des Projektes mitgeholfen haben.
Wir danken unseren Partnern, besonders Herrn DI Kai Nebel vom Steinbeis-Transferzentrum an der FH-Reutlingen, für die Zusammenarbeit. Ferner gilt unser Dank den Mitarbeitern der Landwirtschaftlichen Fachschulen Pyhra und Tulln, den studentischen Mitarbeitern, den Mitarbeitern der Waldland FaserproduktionsGmbH, dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung an der Universität für Bodenkultur, dem Institut für Bodenwirtschaft am Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Wien.
Danken möchten wir auch den Kollegen aus den Abteilungen für Naturstoff- und Verpackungstechnologie, Umweltbiotechnologie und dem Analytikzentrum am IFA-Tulln und besonders Herrn Brandl und Herrn Ing. Fidesser in der Abteilung Biotechnologie in der Pflanzenproduktion für die technische Unterstützung.
Hervorheben möchten wir auch das Entgegenkommen von Herrn Wurl von der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, der uns das Pflanzenausgangsmaterial kostenlos zur Verfügung gestellt hatte.

Anhang

Tab. 1A: Beschreibung der vier Fasernesselstämme nach G. Wurl:

	Klon 1	Klon 3	Klon 8	Klon 9
Klonbezeichnung nach Bredemann	Klon 1800	Klon 829	Klon 1881	Klon 2814
Geschlecht	weibl.	weib.	männl.	männl.
Fasergehalt % (einjährige Ergebnisse)	9,2	13,8	15,2	13
Wuchshöhe (cm) über 3 Jahre	195-205	178-182	160-190	180-190
Ertrag (dt TM/ha) über 3 Jahre	75,3-91,7	65,7-76,9	65,3-89,7	59,7-72,1