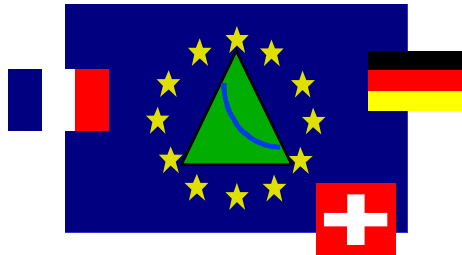


ITADA

Institut Transfrontalier d'Application et de Développement Agronomique
Grenzüberschreitendes Institut zur rentablen umweltgerechten Landwirtschaft



Abschlussbericht zum Projekt 1.2.2

Anbau- und Verwertungsstrategien für Sojabohnen und Weiße Lupinen im ökologischen Landbau unter besonderer Berücksichtigung des N-Haushalts

Projektleitung: Dr. Reinhold Vetter, Dr. Martin Nawrath (IfUL), D-Müllheim

Projektpartner: Joseph Weissbart, (OPABA), F-Schiltigheim
Dr. T. Hebeisen, V. Mediavilla, C. Frick (FAL), CH-Zürich-Reckenholz
H. Angelbauer, U. Geier (LSZ), D-Rheinstetten-Forchheim
Dr. P. Römer (SWS), D-Rastatt
W. Heck, A. Graf, S. Hauck; Life Food GmbH („Taifun“), D-Freiburg

Mitbeteiligt: P. Simonin (CETIOM), F-Laxou
C. Jenn; Coopérative Agricole de Céréales (CAC), F-Colmar

Gefördert durch die EU-Gemeinschaftsinitiative INTERREG II Oberrhein Mitte-Süd

ITADA-Sekretariat: 2 Allée de Herrlisheim, F-68000 Colmar
Tel.: 0(033)389 22 95 50 Fax: 0(033)389 22 95 59 eMail: itada@wanadoo.fr www.itada.org

ITADA

**Institut Transfrontalier d'Application et de Développement Agronomique
Grenzüberschreitendes Institut zur rentablen umweltgerechten Landbewirtschaftung**

**Das Arbeitsprogramm II^{bis} des ITADA untersteht der Trägerschaft des
Conseil Régional d'Alsace und wird kofinanziert durch:**

Europäischer Regionalentwicklungsfonds (INTERREG Programm II Oberrhein Mitte-Süd)
Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg
Conseil Régional d'Alsace
Agence de l'Eau Rhin Meuse
Landwirtschaftliche Berufsverbände des Elsass
Schweizer Eidgenossenschaft
Kantone Aargau, Basel-Landschaft und Basel-Stadt

Projekt 1.2.2

**Anbau- und Verwertungsstrategien für Sojabohnen und Lupinen im ökologischen
Landbau unter besonderer Berücksichtigung des Stickstoffhaushalts**

wurde durchgeführt von:

Projektleitung:	Dr. Martin Nawrath und Dr. Reinhold Vetter (IfuL)
Projektpartner:	Dr. Thomas Hebeisen und Vito Mediavilla (FAL) Joseph Weissbart (OPABA) H. Angelbauer und U. Geier (LSZ) Dr. Peter Römer (SWS) W. Heck, A. Graf und S. Hauck (Life-Food)
Mitbeteiligt:	Pascal Simonin (CETIOM) Christian Jenn (CAC)

Institut für umweltgerechte Landbewirtschaftung, D-Müllheim (IfuL)
Eidgen. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-Zürich-Reckenholz (FAL)
Organisation Professionnelle de l'Agriculture Biologique en Alsace, F-Schiltigheim (OPABA)
Landesanstalt für Schweinezucht, D-Rheinstetten-Forchheim (LSZ)
Südwestdeutsche Saatzucht Späth, D-Rastatt (SWS)
Life-Food GmbH, D-Freiburg

Abkürzungen

Akh	Arbeitskraftstunde(n)
APCA	Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture (F)
BBA	Biologische Bundesanstalt (D)
BBZ	Badische Bauernzeitung, Freiburg (D)
BIS	BeratungsInformationssystem der LEL (D)
BMVEL	Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (D)
CETIOM	Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains (F)
CH	Schweiz
CHF	Schweizer Franken
D	Deutschland
DB	Deckungsbeitrag
DM	Deutsche Mark
dt	Dezitonne
€	Euro
F	Frankreich
FAL	Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-Zürich-Reckenholz
FF	Französische Franken
FM	Frischmasse
HKG	Hundertkorngewicht
IfuL	Institut für umweltgerechte Landbewirtschaftung Müllheim (D)
K	Kalium
kf. Kö/m ²	keimfähige Körner / m ²
KJ	Kilojoule
LAC	Landesanstalt für Chemie (Baden-Württemberg), D-Stuttgart-Hohenheim
LAP	Landesanstalt für Pflanzenbau (Baden-Württemberg), D-Rheinstetten-Forchheim
LEL	Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume mit Landesstelle für landwirtschaftliche Marktkunde, Schwäbisch Gmünd (D)
L.G.	Lebendgewicht
LIB	Landwirtschaftliche Information, Berufsbildung und Beratung (Kanton Zürich)
LUFA	Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Augustenberg
LSZ	Landesanstalt für Schweinezucht (Baden-Württemberg), D-Rheinstetten- Forchheim
MJME	Megajoule umsetzbare (metabolisierbare) Energie
m.ü.N.N.	Meter über dem Meeresspiegel (Normal-Null)
N	Stickstoff
N _{min}	mineralischer Stickstoff (NO ₃)
Nm	Newtonmeter
n.e.	nicht ermittelt
NfE	N-freie Extraktstoffe
NWCH	Nordwestschweiz
ONAB	Observatoire National de l'Agriculture Biologique (F)
OPABA	Organisation Professionnelle de l'Agriculture Biologique en Alsace, F-Schiltigheim
P	Phosphor
SADEF	Bodenuntersuchungslabor im Oberelsass, F-68 Aspach
SHL	Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, CH-Zollikofen (BE)
SWS	Südwestdeutsche Saatzucht Dr. Hans Rolf Späth GbR, D-Rastatt
TKG	Tausendkorngewicht
TM (TS)	Trockenmasse (Trockensubstanz)
UFOP	Union zur Förderung der Öl- und Eiweißpflanzen e.V., D-Bonn

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Projektstruktur	6
2 Problemstellung und Projektziele	7
3 Material und Methoden	8
3.1 Begleitende Versuche	8
3.1.1 Sorten-, Impf- und Nachbauversuche mit Sojabohnen an den Standorten D-Müllheim und D-Auggen	9
3.1.2 Versuche mit Sojabohnen an den Standorten F-Rouffach/Ensish. und F-Valff	16
3.1.3 Sortenversuche und Anbausystemvergleich mit Lupinen an den schweizerischen Standorten Möhlin, Zollikofen, Wil, Thun und Eschikon	20
3.1.4 Labor- und Feldversuche zur nichtchemischen Anthracnosebekämpfung bei Lupinen sowie Sortenversuche am Standort D-Rastatt	24
3.1.5 Fütterungsversuch mit vollfetten Sojabohnen an Mastschweinen	35
3.1.6 Untersuchung der Eignung unterschiedlicher Sojasorten für die Herstellung von Tofu	38
3.1.7 Bestimmung des Nitrathaushalts im Boden nach Sojabohnen und Lupinen während des Winterhalbjahres	45
3.2 Systematische Auswertung der Literatur zum Soja- und Lupinenanbau unter vorrangiger Berücksichtigung des organischen Landbaus	47
4 Ergebnisse und Diskussion	52
4.1 Bedarf an ökologisch erzeugten Sojabohnen und Lupinen	52
4.1.1 Regional	52
4.1.2 Überregional	53
4.2 Erzeugung von Öko-Sojabohnen und -Lupinen	54
4.2.1 Aktuelle Produktion	54
4.2.2 Potentielle Produktion	56
4.2.3 Ergebnisse der Feldversuche mit Sojabohnen aus ökologischer Produktion	58
4.2.4 Ergebnisse der Labor- und Feldversuche mit Lupinen	67
4.2.4.1 Versuche zur Anthracnoseproblematik	67
4.2.4.2 Vergleichende Sortenprüfung und Anbausysteme	74
4.3 Verwertung der Sojabohnen und Lupinen	88
4.3.1 Eignung von Sojabohnen regionaler Produktion in der Tofuerzeugung	88
4.3.2 Einsatz von Sojabohnen in der Schweinemast	96
4.4 Stickstoff-Dynamik nach Sojabohnen und Lupinen	102
4.5 Rentabilität des ökologischen Anbaus von Sojabohnen und Lupinen	110
5 Zusammenfassung	115
6 Literatur	116
7 Anhang	128
7.1 Wetterdaten	128
7.2 Einzelparzellenergebnisse und Varianztabelle Soja	137
7.3 Einzelparzellenergebnisse und Varianztabelle Lupinen	148
7.4 Einzelergebnisse der Tofuversuche	153
7.5 Bodennitratgehalte nach Sojabohnen	158
7.6 Koordinierungsaktivitäten und Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen des Projekts	162

1 Projektstruktur

Beteiligte Organisationen

Projektleitung

Dr. Reinhold Vetter, Dr. Martin Nawrath (ab 01.11.1999)
Institut für umweltgerechte Landwirtschaft (IfuL)
Auf der Breite 7
D-79379 Müllheim
Tel. 0(049)7631/3684-0

Projektpartner

Joseph Weissbart, Vincent Schmidt; Organisation Professionnelle de l'Agriculture Biologique en Alsace (O.P.A.B.A.), F-Schiltigheim
Dr. Thomas Hebeisen, Vito Mediavilla, Claudia Frick; Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), CH-Zürich-Reckenholz
H. Angelbauer, U. Geier; Landesanstalt für Schweinezucht (LSZ), D-Forchheim
Dr. Peter Römer; Südwestdeutsche Saatzucht Dr. Hans Rolf Späth GbR (SWS), D-Rastatt
W. Heck, A. Graf, S. Hauck, K. Walz; Life Food GmbH („Taifun“), D-Freiburg

Mitbeteiligt

Pascal Simonin; Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains (CETIOM), F-Laxou
Christian Jenn; Coopérative Agricole de Céréales (CAC), F-Colmar

Mitarbeit

K. Hansmann, K. Heitz, T. Michaelis, K.-H. Gebhardt, M. Wolf (Feldversuche am IfUL), mehrere badische Ökobetriebe, insbesondere: B. Gass, D-Müllheim; F. Ruesch, D-Buggingen sowie ein konventionell wirtschaftender Betrieb: Th. Mayer, D-Schliengen

Koordination und Übersetzungen

ITADA, F-Colmar

Autoren des Abschlussberichtes

Dr. Martin Nawrath, Dr. Reinhold Vetter

Projektlaufzeit

01.11.1999 bis 31.10.2001

2 Problemstellung und Projektziele

Im Rahmen der Projektarbeit sollten zwei Leguminosenarten, welche in der Region weder heimisch noch weiteren Kreisen von Produzenten und Verarbeitern bzw. Verbrauchern bekannt sind, hinsichtlich ihrer Potentiale in Anbau und Verwertung näher untersucht werden.

Sojabohnen und Lupinen sind sowohl bezüglich der Produktionstechnik als auch einer möglichen Verwertung in der Humanernährung sowie der Tierfütterung sehr ähnlich. Daher wurden beide Pflanzengattungen in der Studie gemeinsam bearbeitet. Die Lupine ist hinsichtlich ihrer Ansprüche an das Klima, insbesondere Temperatur und Niederschläge weniger anspruchsvoll als die Sojabohne und benötigt eine erheblich kürzere Vegetationszeit bzw. ermöglicht eine ca. 4 Wochen frühere Aussaat und Ernte. Lupinen können daher auch in Mittelgebirgslagen mit Erfolg angebaut werden, wo nur noch extrem frühreifende und daher ertragsschwache Sojasorten in Frage kommen.

Im Laufe der Projektarbeiten hatten sich einige gesellschaftliche und politische Vorgaben drastisch geändert. Den gravierendsten Einschnitt markierte seit dem Herbst des Jahres 2000 die sogenannte BSE-Krise, welche einerseits ein langfristig verändertes Verbraucherverhalten, andererseits auch ein rigoroses Fütterungsverbot von Tiermehl nach sich zog. Letzteres bedeutete für konventionelle Tierproduzenten einen sofortigen Umstieg auf pflanzliche Eiweißträger ohne Übergangszeit. Für ökologisch wirtschaftende Betriebe (nach Richtlinien gemäß BMVEL bzw. Anbau-Verbände) stellte die gesetzliche Regelung insofern kein Novum dar, als schon immer eine Verfütterung von Tiermehl durch die Verbände untersagt war. Doch auch für Ökobetriebe bedeutet eine Verschärfung der Ökorichtlinien eine Einschränkung in den Verwendungsmöglichkeiten konventionell erzeugter Futtermittel. Das durch mehrere aufeinanderfolgende Krisen erschütterte Vertrauen der Verbraucher in die Fleischerzeugung führte entweder zu einem verstärkten Konsum von ökologisch erzeugtem Fleisch oder sogar zum völligen Verzicht auf Fleisch in der Ernährung. Auch hier gilt es, die Eiweißversorgung durch pflanzliche Proteine in der Nahrung zu decken.

Hinzu kommt eine weitgehende Ablehnung gentechnisch veränderter Organismen in der Nahrungskette durch die Konsumenten. Eine Gewähr für gentechnikfreie Erzeugnisse kann die ökologische Landbewirtschaftung bieten. Lupinen sind daher auch interessant für Erzeuger und Verarbeiter, weil es gegenwärtig keine transgenen Sorten gibt und angesichts der Bedeutungslosigkeit der Kulturpflanze nicht mit der Entwicklung solcher Sorten zu rechnen ist.

Sowohl Sojabohnen als auch Lupinen, vor allem alkaloidarme Sorten („Süßlupinen“), sind hervorragend geeignet, die Eiweißversorgung auf pflanzlicher Basis sicherzustellen. Aufgrund ihrer hohen Proteingehalte sowie einer hohen Wertigkeit der Eiweiße durch entsprechende Anteile an essentiellen Aminosäuren sind beide Leguminosenarten eine interessante Alternative zu Ackerbohnen und Erbsen.

Sojabohnen und Lupinen sind als Leguminosen dank der symbiotischen Stickstoffbindung in der Lage, den Ackerböden Stickstoff zuzuführen und besitzen daher einen sehr guten Vorfruchtwert. Deshalb stellen Leguminosen insbesondere für vieharme oder viehlose Betriebe eine wesentliche natürliche Stickstoffquelle dar.

Der symbiotisch gebundene Stickstoff kann jedoch zu einem Problem für die Umwelt werden, wenn er außerhalb der Vegetationszeit mineralisiert wird. Er kann durch gasförmige Stickstoffverluste sowie durch Auswaschung verloren gehen und steht der Kulturpflanze dann nicht mehr zur Verfügung. Ein Eintrag von ausgewaschenem Nitrat in das Grundwasser wirkt sich bekanntlich negativ auf die Trinkwasserqualität aus. Ein weiterer Problemkreis, mit welchem sich das Projekt befasste, war daher die Frage, in welchem

Umfang Sojabohnen und Lupinen zu einer Belastung des Grundwassers beitragen können. Von anderen Leguminosenarten, z.B. Ackerbohnen, mit einer beträchtlichen Hinterlassenschaft an Stickstoff im Boden sind derartige negative Auswirkungen bekannt.

Das Projekt verfolgt im Wesentlichen folgende Ziele:

1. Entwicklung praktikabler und rentabler Anbaumethoden für Sojabohnen und Lupinen, insbesondere für die ökologische Landwirtschaft, und Verbesserung bestehender Verfahren.
2. Entwicklung von Verfahren für eine physikalische Saatgutbehandlung von Lupinen als Ersatz für die chemische Bekämpfung der Anthracnose.
3. Aufzeigen und Untersuchen von Verwertungsmöglichkeiten in der Humanernährung und der Tierfütterung.
4. Untersuchung der Nitratdynamik als Grundlage für Aussagen über die Bedenklichkeit oder Unbedenklichkeit eines Anbaues von Sojabohnen und Lupinen unter dem Aspekt des Grundwasserschutzes.

Zur Klärung von Fragen bezüglich der Produktionstechnik wurden in Müllheim (D) und Rouffach (F) Feldversuche zur ökologischen Erzeugung von Sojabohnen angelegt. Die Untersuchung praktischer Aspekte des Lupinenanbaues wurde an der FAL in Zürich-Reckenholz (CH) mit dem Schwerpunkt Pflanzenbau und bei der Südwestsaat in Rastatt (D) zu Fragen der Anthracnosebekämpfung durchgeführt.

Möglichkeiten und Optimierung einer Verwertung von Sojabohnen in der Humanernährung wurden durch die Fa. Life Food GmbH in Freiburg (D) mittels Laborversuchen untersucht und durch die Auswertung chemischer Analysen ergänzt.

Zur Bewertung eines Einsatzes vollfetter Sojabohnen in der Schweinemast wurde an der LSZ in Forchheim (D) ein Fütterungsversuch durchgeführt.

Zwecks Abschätzung des Marktpotentials wurde eine ausführliche Marktanalyse für ökologisch erzeugte Sojabohnen im Elsass (F) durchgeführt.

3 Material und Methoden

3.1 Begleitende Versuche

Während der Jahre 2000 und 2001 wurden an mehreren Standorten in der Region produktionstechnische Versuche mit unterschiedlichen Fragestellungen an Sojabohnen und Lupinen durchgeführt. Die Messgrößen sind Kornertrag sowie Proteingehalt. Nach der Ernte wurden bis zum April des jeweils folgenden Jahres in regelmäßigen, 14-tägigen Abständen Bodenproben entnommen.

3.1.1 Sorten- und Impfversuche mit Sojabohnen an den Standorten D-Müllheim und D-Auggen

Die Versuche wurden zur Beantwortung folgender Versuchsfragen angelegt:

- Selektion von Sojabohnen-Sorten mit hohen Proteingehalten, welche unter den Anbaubedingungen des ökologischen Landbaues in der südlichen Oberrheinebene besonders geeignet sind.
- Vergleich unterschiedlicher Impfmethode in ihren Auswirkungen auf Ertrag und Proteingehalt.
- Nachbau von Saatgut aus der Ernte 2000 zur Beobachtung auf einer isolierten Parzelle.

Versuchsstandorte:

Die Sortenversuche im Rahmen des ökologischen Anbaus wurden in Müllheim im Jahr 2000 auf dem Schlag Winkelmatten-West angelegt. Die Vorfrucht 1999 war Sojabohne, die Nachfrucht 2001 war Winterweizen. Im Jahr 2001 lag der Versuch auf dem benachbarten Schlag Winkelmatten-Mitte. Die Vorfrucht 2000 war Winterweizen.

Die Impfungs- bzw. Nachbauversuche wurden auf dem Versuchsfeld in Auggen durchgeführt.

Der Standort Müllheim Winkelmatten ist charakterisiert durch einen nahezu steinfreien und humosen Boden. Es handelt sich um vor ca. 40 Jahren umgebrochenes Grünland. Die Humusgehalte sowie die Nährstoff-Nachlieferung sind als sehr hoch einzustufen. Das Auggener Versuchsfeld ist durch einen steinigten, nach starken Niederschlägen zur Verschlammung und Verkrustung neigenden Boden gekennzeichnet. Den Tab. 1 und 2 ist die detaillierte Standortbeschreibung zu entnehmen.

Tab. 1: Standortbeschreibung Müllheim, Schläge Winkelmatten-West (WMW) / Winkelmatten-Mitte (WMM) und Auggen (Versuchsfeld)

		WMW	WMM	Auggen
Bodenkennwerte				
P	mg/100g / Versorgungsstufe	3 / A	9 / B	19 / C
K		5 / A	9 / B	31 / D
Mg		16 / D	18 / D	13 / C
B		0,88 / C	1,06 / C	0,54 / B
Gesamt-N	%	0,25	0,22	n.e.
Humus		4,3	3,7	2,0
pH		6,2 / C	6,6 / C	6,4 / C
Bodenart		uL	uL	sL
Klimakennwerte				
Ø Niederschlag	650 mm/a			
Ø Temperatur	9,5°C			

Tab. 2: Niederschlagsverteilung Müllheim und Buggingen 01.10.1999 - 13.04.2000 bzw. 14.09.2000 - 24.04.2001 (gemessen in den Intervallen zwischen den N_{min}-Probenahmen)

1999/2000		2000/2001	
Datum der Probenahme	Niederschläge mm	Datum der Probenahme	Niederschläge mm
12.10.1999		06.10.2000	
26.10.1999	50,75	19.10.2000	47,50
08.11.1999	25,25	02.11.2000	9,00
23.11.1999	32,25	16.11.2000	48,00
08.12.1999	8,00	30.11.2000	36,00
22.12.1999	28,50	14.12.2000	19,25
05.01.2000	153,25	28.12.2000	10,50
20.01.2000	10,25	11.01.2001	28,75
03.02.2000	13,50	25.01.2001	19,00
17.02.2000	26,75	08.02.2001	11,00
02.03.2000	31,25	22.02.2001	9,75
16.03.2000	7,50	14.03.2001	110,50
30.03.2000	12,25	27.03.2001	53,25
13.04.2000	23,25	11.04.2001	19,25
		24.04.2001	52,25
Σ	422,75	Σ	474,00

Die ausführlichen Klimadaten sind im Tabellenanhang aufgeführt.

Versuchsanlage Winkelmatten-West 2000:

Randomisierte Blockanlage mit 4 Wiederholungen in „gerechter Verteilung“ (s. Versuchsplan Abb. 1). Die Teilstückgröße beträgt 25 m² (2,50 m x 10 m).

Gemäß Richtlinien des ökologischen Landbaues keine mineralische N-Düngung, kein chemischer Pflanzenschutz.

Varianten:

Vier Sojasorten der Reifegruppen 00 bzw. 000 und genetisch bedingtem hohen Proteingehalt mit teilweise unterschiedlichen Impfvarianten:

Batida („Biodoz Rhizofilmé Stabilisé“)

Batida (ohne Impfung)

York („Biodoz Rhizofilmé Stabilisé“)

York („Fix-Fertig“)

Sonja („Biodoz Rhizofilmé Stabilisé“)

Sonja (ohne Impfung)

Quito („Biodoz Rhizofilmé Stabilisé“)

Aussaat:

19.04.2000, 70 kf. Kö/m², 50 cm Reihenweite

Ernte:

19.09.2000

Zusätzlich wurde nach der Ernte 2000 auf dem Schlag Winkelmatten-West (5 x 10 m angelegt, 4 x 6 m beprobt) ein kleiner Strohdüngungsversuch angelegt. Darin sollte Fragen einer Reduzierung der N_{min}-Gehalte im Boden während des Winterhalbjahres durch Einbringen von Material mit einem weiten C/N-Verhältnis (Weizenstroh) sowie möglichen Auswirkungen auf den Ertrag nachgegangen werden. 50 dt TM/ha gehäckseltes

Weizenstroh wurden ausgebracht und eingearbeitet. Die Entnahme von Bodenproben erfolgte in 14-tägigem Rhythmus, sowohl von der mit Stroh gedüngten als auch von der unbehandelten Restfläche zur Bestimmung der Nitratdynamik.

	← → 2,50m							
↑ 10 m ↓	54 Sonja (geimpft)	14 Batida (geimpft)	74 Quito	64 Sonja (o. Impf.)	44 York (fix-fertig)	24 Batida (o. Impf.)	34 York (Biodoz)	↑
	43 York (fix-fertig)	33 York (Biodoz)	23 Batida (o. Impf.)	73 Quito	63 Sonja (o. Impf.)	53 Sonja (geimpft)	13 Batida (geimpft)	40 m
	62 Sonja (o. Impf.)	72 Quito	52 Sonja (geimpft)	12 Batida (geimpft)	32 York (Biodoz)	42 York (fix-fertig)	22 Batida (o. Impf.)	
	11 Batida (geimpft)	21 Batida (o. Impf.)	31 York (Biodoz)	41 York (fix-fertig)	51 Sonja (geimpft)	61 Sonja (o. Impf.)	71 Quito	
	← 17,50 m →							↓

Abb. 1: Versuchsplan Sortenversuch Sojabohnen 2000; Müllheim, Schlag Winkelmatte-West

	← → 2,50m				
↑ 10 m ↓	44 Dolly	34 OAC Erin	24 York	14 Quito	↑
	23 York	13 Quito	43 Dolly	33 OAC Erin	40 m
	32 OAC Erin	42 Dolly	12 Quito	22 York	
	11 Quito	21 York	31 OAC Erin	41 Dolly	
	← 10,00 m →				↓

Abb. 2: Versuchsplan Sortenversuch Sojabohnen 2001; Müllheim, Schlag Winkelmatte-Mitte

Versuchsanlage Winkelmatten-Mitte 2001:

Lateinisches Quadrat mit 4 Wiederholungen (Abb. 2). Teilstückgröße 25 m² (2,50 m x 10 m). Gemäß Richtlinien des ökologischen Landbaus keine mineralische N-Düngung, kein chemischer Pflanzenschutz.

Varianten:

Vier Sojasorten der Reifegruppen 00 bis 000 und genetisch bedingtem hohen Proteingehalt:
Quito
York
OAC Erin
Dolly

Aussaat:

03.05.2001, 70 kf. Kö/m², 50 cm Reihenweite

Ernte:

02.10.2001

Impfversuch zur Untersuchung der Wirksamkeit unterschiedlicher Verfahren und Präparate

Zur besseren Bewertung der Praxistauglichkeit verschiedener Impfpräparate sowie Impfmethode wurde 2001 auf einer nie zuvor mit Sojabohnen bestellten Fläche ein Versuch mit 6 verschiedenen Varianten angelegt:

Varianten:

Kontrolle (ungeimpft)
Radicin
Biolidoz Rhizofilmé Soja
Biodoz Soja Stabilisé
NPPL (Fix-Fertig)
Force 48
Prüfsorte: York

Versuchsstandort:

Auggen

Vorfrucht:

Sommergerste

Versuchsanlage:

Blockanlage mit 4 Wiederholungen (s. Versuchsplan Abb. 3).
Teilstückgröße 10 m² (1,50 m x 8 m angelegt, 6,70 m x 1,50 m beerntet).

Aussaat:

02.05.2001, 70 kf. Kö/m², 24 cm Reihenweite

Ernte:

11.10.2001

Messgrößen:

Bestandesentwicklung

Kornertrag

Rohprotein- und Rohfettgehalt

Versuchsanlage Impfversuch:

Randomisierte Blockanlage mit 4 Wiederholungen in „gerechter Verteilung“ (s. Versuchsplan Abb. 3). Teilstückgröße 10 m² (1,50 m x 8,10 m).

Aufgrund eines sehr schlechten Feldaufganges der verwendeten Sorte „York“ konnte die Ertragsleistung der einzelnen Varianten nicht als Maß für die Güte der geprüften Impfstoffe herangezogen werden. Um dennoch anhand des Versuchs eine Aussage treffen zu können, wurden am 02.08.2001 aus den vier Wiederholungen aller Varianten jeweils vier Pflanzen vorsichtig ausgegraben und die Anzahl Knöllchen je Pflanze ausgewertet. Eine - jedoch nur theoretisch - bessere Kenngröße wäre sicherlich die Bestimmung des Anteils der Wurzelknöllchen am gesamten Wurzelgewicht gewesen. Anhaftende Bodenpartikel bzw. Wasser vom Auswaschen der Wurzeln einerseits und der Verlust von Knöllchenmasse beim Waschen andererseits hätten jedoch zu starken Verfälschungen des Ergebnisses geführt.

	←	→					
		1,50m					
↑	44	14	24	34	64	54	↑
8,10 m	Biodoz Soja Stabilisé	Kontrolle	Radicin	Biolidoz Rhizofilmé Soja'	Force 48	NPPL (Fix- Fertig)	
↓	63	33	53	13	43	23	
	Force 48	Biolidoz Rhizofilmé Soja	NPPL (Fix- Fertig)	Kontrolle	Biodoz Soja Stabilisé	Radicin	32,40 m
	52	42	62	22	32	12	
	NPPL (Fix- Fertig)	Biodoz Soja Stabilisé	Force 48	Radicin	Biolidoz Rhizofilmé Soja	Kontrolle	
	11	21	31	41	51	61	
	Kontrolle	Radicin	Biolidoz Rhizofilmé Soja	Biodoz Soja Stabilisé	NPPL (Fix- Fertig)	Force 48	↓

Abb. 3: Versuchsplan Impfversuch Sojabohnen 2001; Versuchsfeld Augen

Nachbau von Sojabohnen zur Kontrolle saatgutbürtiger Virose und Pilzerkrankungen

Im Zuge einer weiteren Ausdehnung des Sojaanbaus für Konsum- bzw. Futterware ist auch mit einem verstärkten Auftreten von in der Region bisher unbekanntem Pflanzenkrankheiten zu rechnen. Des Weiteren bestehen zeitweilig Probleme in der Beschaffung von ökologisch erzeugtem, zertifiziertem Sojabohnen-Saatgut. Daher verwenden zahlreiche Landwirte Saatgut aus eigenem Nachbau. Bereits das im Jahr 2000 verwendete Z-Saatgut der Sorte „Batida“ wies einen geringen Anteil an Samen mit verfärbter bzw. marmorierter Samenschale auf. Diese Erscheinung trat im Erntematerial sämtlicher Sorten der Feldversuche 2000 mit Sojabohnen auf, insbesondere jedoch bei der Sorte „Batida“. Der Nachbauversuch wurde im Jahr 2001 mit Erntematerial aus dem Versuch 2000 angelegt. Die Verfärbungen und Marmorierungen des Saatgutes lassen auf eine Primärinfektion durch

phytopathogene Viren bzw. Pilze schließen.

Zu einer weiteren Untersuchung wurde Saatgut der Sorte „Batida“ nach den Kriterien „normal“ und „mit Verfärbungen“ von Hand sortiert (Abb. 4 und 5) und getrennt ausgesät.



Abb. 4: Batida, ohne Verfärbungen



Abb. 5: Batida, mit Verfärbungen

Versuchsfragen:

Welche Ursachen führen zu diesen Symptomen?

Welche Auswirkungen haben die vermuteten Pflanzenkrankheiten auf Ertrag und Proteingehalt?

Können die Versuchsergebnisse den Schluss zulassen, dass auffälliges Saatgut vom Landwirt beanstandet und zurückgewiesen werden kann?

Ist von einer Verwendung nachgebauten Saatguts mit auffällig verfärbten Samenschalen abzuraten?

Versuchsmethodik:

Aus dem Erntematerial 2000 werden getrennte Proben (verfärbt - nicht verfärbt, s. Abb. 4 und 5) der Sorte BATIDA ohne Saatgutbeizung angebaut. Neben einer kontinuierlichen Beobachtung des vegetativen Wachstums werden die Erträge sowie Rohfett und Rohproteingehalte als Qualitätsparameter ermittelt.

Versuchsstandort:

Auggen

Vorfrucht:

Sommergerste

Versuchsanlage:

Blockanlage mit 4 Wiederholungen (s. Versuchsplan Abb. 6).

Teilstückgröße 10 m² (1,50 m x 8 m zur Anlage, 6,70 m x 1,50 m zur Ernte).

Varianten:

1. Batida (ohne Verfärbungen der Samenschale)
2. Batida (mit Verfärbungen der Samenschale)

Aussaat:02.05.2001, 70 kf. Kö/m², 24 cm Reihenweite**Ernte:**

11.10.2001

Messgrößen:

Bestandesentwicklung

Kornertrag

Rohprotein- und Rohfettgehalt

	← 1,50 m		
↑	24	14	↑
8,10 m	Batida (mit Verfärbungen der Samenschale)	Batida (ohne Verfärbungen der Samenschale)	
↓	13	23	
	Batida (ohne Verfärbungen der Samenschale)	Batida (mit Verfärbungen der Samenschale)	32,40 m
	22	12	
	Batida (mit Verfärbungen der Samenschale)	Batida (ohne Verfärbungen der Samenschale)	
	11	21	
	Batida (ohne Verfärbungen der Samenschale)	Batida (mit Verfärbungen der Samenschale)	↓

Abb. 6: Versuchsplan Nachbauversuch Sojabohnen 2001; Versuchsfeld Auggen

Nach der Ernte wurde der Anteil verfärbter Samen im Erntematerial beider Varianten bestimmt. Hierzu wurden jeweils ca. 150-ml-Proben entnommen und die Menge verfärbter bzw. unverfärbter Samen in der Probe maschinell (Zählgerät Contador) ausgezählt.

Die chemische Untersuchung der Sojabohnen hinsichtlich ihres Rohprotein- und Fettgehaltes erfolgte an der LUFA in D-Augustenbergr. Die LAC führte an Ernteproben aus dem ökologischen Anbau 2000 eine Untersuchung der Aminosäurezusammensetzung durch.

Die Varianzanalysen der Versuchsergebnisse aus Müllheim und Auggen wurden mittels des Statistik-Programms „StatPro“ berechnet.

3.1.2 Versuche mit Sojabohnen an den Standorten F-Rouffach, F-Ensisheim und F-Valff

Soja-Sortenversuche Rouffach und Ensisheim:

Am Standort Rouffach (III-Ebene) wurde im Jahr 2000 ein Sortenversuch angelegt (Abb. 7). Die Aussaat erfolgte am 10.05.2000; die Vorfrucht war Winterweizen. Die Saatstärke betrug 590.000 Körner/ha bei 38 cm Reihenabstand. Es wurde keine mineralische Düngung verabreicht. Die Unkrautkontrolle erfolgte mechanisch durch einmalige Handhacke am 21.07.2000. Während des Sommers wurde einmalig beregnet (35 mm). Am 29.09.2000 erfolgte die Ernte.

Block 1	Block 2	Block 3	Block 4
Vision	York	Quito	Essor
Quito	Essor	Vision	York
York	Sepia	Essor	Quito
Sepia	Vision	York	Sepia
Essor	Quito	Sepia	Vision

Abb. 7: Versuchsplan Soja-Sortenversuch CAC F-Rouffach, 2000

Im Jahr 2001 fand am Standort Ensisheim ein weiterer Versuch statt, in welchem neben den bewährten Sorten französische Zuchtstämme geprüft wurden (Versuchsplan Abb. 8).

Vorfrucht: Körnermais
 Saattermin: 28. Mai 2001
 Aussaatstärke: 650.000 Kö./ha
 Düngung: 126 kg P/ha; 168 kg K/ha

Block 1	Block 2	Block 3	Block 4
101 Essor	201 York	301 Sepia	401 Amphor
102 A	202 Sepia	302 Junior	402 Quito
103 Amphor	203 Quito	303 Essor	403 York
104 B	204 B	304 A	404 Junior
105 Sepia	205 Essor	305 Amphor	405 B
106 Quito	206 Junior	306 B	406 Sepia
107 York	207 A	307 Quito	407 Essor
108 Junior	208 Amphor	308 York	408 A
109 L	209 Batida T2	309 Batida T1	409 L
110 Batida T1	210 N	310 F	410 Batida T2
111 C	211 E	311 P	411 O
112 D	212 Pronto	312 G	412 M
113 E	213 Batida T0	313 E	413 D
114 F	214 P	314 H	414 Pronto
115 G	215 F	315 J	415 F
116 H	216 D	316 C	416 Batida T1
117 Batida T0	217 Batida T1	317 Amphor	417 E
118 Orion	218 I	318 D	418 I
119 M	219 C	319 O	419 Batida T0
120 Amphor	220 K	320 Orion	420 C
121 Pronto	221 M	321 N	421 K
122 N	222 Orion	322 Pronto	422 Amphor
123 O	223 Amphor	323 Batida T2	423 P
124 P	224 J	324 L	424 N
125 Batida T2	225 H	325 I	425 Orion
126 Q	226 O	326 Batida T0	426 G
127 I	227 L	327 Q	427 J
128 J	228 G	328 M	428 H
129 K	229 Q	329 K	429 Q

Abb. 8: Versuchsplan Soja-Sortenversuch CAC in F-Ensisheim, 2001

Unkrautbekämpfungsversuch Valff:

Der Versuch wurde 2000 auf der Ferme Saint Blaise (Betrieb Maurice Meyer) in Valff in Zusammenarbeit mit der Chambre d'Agriculture (Christiane Schaub) angelegt. Zwei verschiedene Behandlungen (2- bzw. 3-malige Hacke) wurden mit einer unbehandelten Kontrolle verglichen (Abb. 9 und Tab. 3). Ermittelt wurden der Ertrag der Varianten 2 und 3, die jeweilige Bestandesdichte sowie der Grad der Verunkrautung.

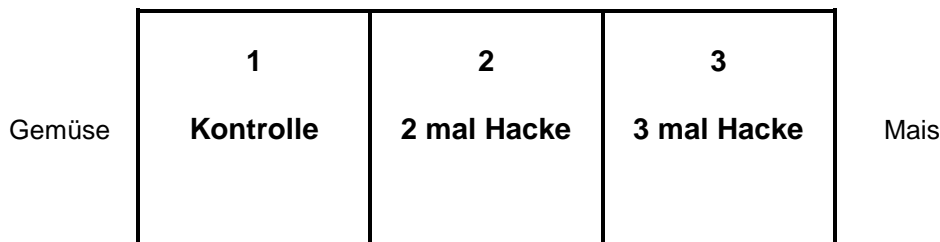


Abb. 9: Lageplan des Feldversuches in F-Valff 2000

Tab. 3: Zeitplan Behandlungen in F-Valff 2000

2 mal Hacke	3 mal Hacke	Entwicklungsstadium
17. Mai	17. Mai	Aufgang
	26. Mai	
09. Jun	09. Jun	

Die Aussaat der Sorte Quito erfolgte am 10.05.2000 durch Drillsaat mit einer Saatstärke von 232 kg/ha (entspricht 1.147.000 Kö./ha). Die gesamte Versuchsfläche betrug 12 m x 100 m = 1.200 m². Als Vorfrucht wurde Wintergetreide angebaut.

Praktikerschläge Durrenentzen und Appenwihr (F-68)

Die nachstehende Tabelle 4 informiert über die Standorteigenschaften und Bewirtschaftungsdaten von drei Praktikerschlägen im Oberelsass, die 2001 mit Soja bestellt waren.

Tab. 4: Bewirtschaftungsmaßnahmen auf Praktikerschlägen im Oberelsass, 2001.

	HORRENBERGER Durrenentzen	BOLCHERT Appenwihr – Schlag Niederfeld	BOLCHERT Appenwihr – Schlag Village
Sorte	Quito	Quito	Dorena
Boden Weizenertrag Maisertrag Bodentyp	tiefgründige graue Hardt 50 dt / ha. 90 dt / ha. kalkhaltiger Ton	flachgründige rote Hardt 35 dt / ha. 60 dt / ha. kiesiger tIS	flachgründige rote Hardt 35 dt / ha. 60 dt / ha. kiesiger tIS
Fruchtfolge	Gemüse / Getreide und Gemüse / Gemüse / Soja. 1. Anbaujahr von Soja.	Soja / WWeizen / Mais / Soja.	Soja / WWeizen / Zuckerrüben / Soja.
Bodenbearbeitung	Pflug: Januar 2001 bei nassen Verhältnissen, 2 x Kreiselegge.	Pflügen: 28.12.2000 unter feuchten Bedingungen. 2 Arbeitsgänge mit der Federzahnegge.	Pflügen: 16.12.2000 bei normalen Verhältnissen. 2 Arbeitsgänge mit der Federzahnegge.
Saatbett	Grobschollig, verdichtet, trocken.	Grobschollig, abgesetzt, sehr feucht.	gut hergerichtet, locker, frisch.
Düngung	P : 50 kg / ha K : 60 kg / ha	Mist zum Mais.	Rinder-Laufstallmist 25 t/ha: N: 150 kg / ha, P: 57 kg / ha, K: 237 kg / ha.
Unkraut- bekämpfung	<u>Blindstriegeln.</u> <u>Nach dem Aufgang :</u> - hacken	<u>Nach dem Aufgang :</u> - striegeln - hacken + striegeln - hacken	<u>Blindstriegeln.</u> <u>Nach dem Aufgang :</u> - striegeln - hacken + striegeln hacken
Sätechnik	Drillsaat	Drillsaat	Drillsaat
Impfung	fix-fertig geimpft	fix-fertig geimpft	auf dem Hof geimpft

Saat Saattermin Feldaufgang Saatstärke % Feldaufgang	10/05/01 25/05/01 715.000 K / ha. 65 % = 464.750 Pfl./ha verschlämmt, ungleicher Auflauf (trocken und groschollig)	11/05/01 01/06/01 680.000 K / ha. 75 % = 510.000 Pfl./ ha Ungleichmäßiger Auflauf	03/05/01 15/05/01 850.000 K / ha. 50 % = 425.000 Pfl. / ha Schlechter Aufgang, Schnecken, verschlämmt
Pflege	Hacke am 05.06.01 im Stadium B2.	Hacke am 14.06.01 im Stadium B3. Hacke am 26.06.01 im Stadium F1.	Hacke am 15.06.01 im Stadium F1. Hacke am 25.06.01 im Stadium G1.
Beregnung	Gesamtmenge: 75 mm 25.06.01 (F1) 05.07.01 20.07.01	Gesamtmenge: 148 mm 03.07.01 (F2) 04.08.01 19.08.01 26.08.01 03.09.01	Gesamtmenge: 114 mm 06.07.01 (G1) 04.08.01 19.08.01 26.08.01
zu Blühbeginn Wuchshöhe (cm) Stadium Unkrautdruck Knöllchen	70 G1 ++ An 2 von 3 Beprobungs- stellen über 5 Knöllchen/ Pflanze an allen Wurzeln.	60 G1 ++ An 3 von 3 Beprobungs- stellen mehr als 5 Knöllchen/Pflanze an allen Wurzeln.	64 G2 +++ An 1 von 3 Beprobungs- stellen mehr als 5 Knöllchen/Pflanze an allen Wurzeln.

Das Stengelgewicht auf dem Schlag Niederfeld ist wahrscheinlich überschätzt, da wegen eines Waagenschadens eine weniger genaue Waage (10 g statt 1 g) zum Einsatz kam.

Ernte:

- Die Parzelle Durrenentzen hatte nur einen Schlag mit Soja. Nach der Ernte wurden der Ertrag, Besatz und Feuchte gemäß Lieferschein mitgeteilt. Da jedoch keine Probe genommen wurde, konnte kein TKG bestimmt werden.
- Auf dem Schlag 'Niederfeld' wurde eine Vorratsbunker-Wägeeinrichtung eingesetzt: Ermittelt wurde das Erntegewicht von drei Streifen (3.414 m²). Davon wurden 10% abgezogen, um auf den Normertrag unter Berücksichtigung der Mindererträge am Feldrand zu kommen.
- Der Schlag 'Village' wurde nach den anderen Sojaschlägen geerntet. Der Anhänger wurde leer und voll gewogen.

Bei den Schlägen Village und Niederfeld wurde der Besatz durch Wiegung ermittelt. Der Eiweißgehalt wurde hier von der SADEF ermittelt. In Durrenentzen wurde er vom Aufkäufer mitgeteilt.

Die Bestandesdichtemessungen pro Hektar passen nicht zum Standraum je Pflanze (Heterogenität von Schlag bzw. Aussaat; Probleme mit der Repräsentativität der Beprobungsflächen...?).

3.1.3 Sortenversuche und Anbausystemvergleich mit Lupinen an den schweizerischen Standorten Möhlin, Zollikofen, Wil, Thun und Eschikon

Die vorliegende Arbeit ist im Rahmen eines INTERREG II-Projektes (Förderung der grenzübergreifenden Zusammenarbeit) initiiert worden. Es sollen Strategien für ökologisch angebaute Lupinen im Anbau- und Absatzbereich untersucht werden. In der Schweiz wurde von der FAL die Frage der Sortenwahl und der Anbautechnik von Lupinen untersucht. In Deutschland bearbeitete die Südwestdeutsche Saatzucht (SWS) in Rastatt nicht-chemische Bekämpfungsmöglichkeiten der Anthracnose und unterstützte die FAL mit einem zusätzlichen Sortenversuch.

Versuchsstandorte:

Die Versuche wurden an insgesamt fünf Standorten im Schweizer Mittelland durchgeführt. In Tab. 5 sind diese kurz charakterisiert.

Die Versuche in Zollikofen wurden in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen Hochschule für Landwirtschaft (SHL) im Rahmen einer Semesterarbeit (Specht *et al.* 2000), diejenigen in Eschikon gemeinsam mit der Landwirtschaftlichen Schule Strickhof (LIB) durchgeführt. Die Versuche in Thun erfolgten in Zusammenarbeit mit der Firma Eric Schweizer Samen AG.

Tab. 5: Charakterisierung der Versuchsstandorte

Standort	m.ü.N.N.	P ₂ O ₅ -Versorgung	K ₂ O-Versorgung	Mg-Versorgung	pH	Bodenart	Versuchsjahr
Eschikon	550	genügend	genügend	Vorrat	6,8	schwach humoser Lehm	2000
Möhlin	308	mäßig	arm	angereichert	6,6 (2000) 6,9 (2001)	sandiger Lehm	2000, 2001
Thun	560	mäßig	arm	Vorrat	7,0	sandiger Lehm	2001
Wil (Bio)	415	Vorrat	Vorrat	genügend	6,5	Lehmboden	2001
Zollikofen	550	angereichert	Vorrat	mäßig	6,4	lehmiger Schluff	2000

Witterungsbedingungen:

Der Witterungsverlauf des Jahres 2000 war an allen Versuchsstandorten gekennzeichnet durch die im Vergleich zum langjährigen Mittel deutlich zu warmen und zu trockenen Monate April, Mai, Juni und August. Der Juli hingegen war zu kühl. Die Monate April, Juni und August waren trockener als der Durchschnitt (Tab. 6). Das Klima ist in Möhlin aufgrund der Nähe zum Rhein im Mittel wärmer (langjähriger Jahresdurchschnitt 9°C) und trockener (790 mm Niederschlag im langjährigen Mittel) als an den übrigen Versuchsstandorten. Der Versuchsstandort Thun ist mit einem langjährigen Jahresdurchschnitt von 7,4°C wegen seiner Nähe zu den Alpen kühler und niederschlagsreicher (1213 mm Jahresniederschlag im langjährigen Mittel). Die übrigen drei Standorte liegen dazwischen.

Tab. 6: Meteorologische Daten der Versuchsstandorte (langjährige Durchschnittswerte)

Monat	Möhlin*		Zollikofen**		Eschikon***	
	Temperaturmittel (°C)	Niederschlags-summe (mm)	Temperaturmittel (°C)	Niederschlags-summe (mm)	Temperaturmittel (°C)	Niederschlags-summe (mm)
April	11,1	54	9,5	52	10,2	34
Mai	16,3	55	15,0	95	15,4	96
Juni	18,9	67	18,0	126	18,2	56
Juli	17,3	139	16,3	182	16,1	176
August	20,1	98	19,1	82	19,0	106
September	16,4	54	15,1	65	14,9	113

* Daten aus Basel-Binningen, ** Bern-Liebefeld, *** Kloten

Versuche:

Für die Untersuchungen wurden drei verschiedene Versuchstypen angelegt:

Sortenversuch	Eschikon	2000
	Möhlin	2000 + 2001
	Thun	2001
	Wil	2001
Anbausystemvergleich	Zollikofen	2000
	Eschikon	2000
	Möhlin	2000 + 2001
	Wil	2001
Herbizidversuch	Eschikon	2000

Sortenversuche:

Im Sortenversuch wurden drei weiße und fünf blaue Lupinen untersucht. Im zweiten Versuchsjahr wurde eine weitere, sechste blaue Lupinensorte aufgenommen. Gelbe Lupinen wurden aufgrund der negativen Erfahrungen von Böhler (1998) nicht berücksichtigt. Die Sortenversuche wurden in Eschikon (2000), Möhlin (2000+2001), Wil (2001) und Thun (2001) angelegt. Der Sortenversuch in Wil wurde nach den Richtlinien der biologischen Produktion durchgeführt, die restlichen nach denjenigen der Integrierten Produktion. Die untersuchten Sorten sind in Tab. 7 beschrieben.

Tab. 7: Im Sortenversuch untersuchte Sorten

Art	Sorte	Wuchs-Typ	keimfähige Samen/m ²	TKG [g]	Züchter
Weißer Lupine	Amiga	verzweigt	65	419	Chile (Südwestsaat)
Weißer Lupine	Fortuna	verzweigt	65	308	IG Saatzeit
Weißer Lupine	Bardo	verzweigt	65	248	Saatzeit Dr. Hege
Blaue Lupine	Bordako	verzweigt	100	154	IG Pflanzzeit
Blaue Lupine	Bolivio	verzweigt	100	152	SZ Steinach
Blaue Lupine	Boltensia	verzweigt	100	136	SZ Steinach
Blaue Lupine	Bora	verzweigt	100	170	SZ Steinach
Blaue Lupine	Borweta	unverzweigt	140	122	IG Pflanzzeit
Blaue Lupine	Sonet	unverzweigt	120	165	Kruse Saaten

Das Saatgut wurde mit dem Beizmittel Rovral UFB (Wirkstoff Iprodione), Solitär (Wirkstoffe Cyprodinil, Fludioxonil, Cyproconazole) oder TMTD (Wirkstoff Thiram) gegen Anthracnose behandelt. Für den Standort Wil (Bio) wurde ungebeiztes Saatgut verwendet.

Alle Versuche wurden in randomisierten Kleinparzellen durchgeführt und viermal wiederholt. Die Parzellengröße betrug $7 \times 1,5 \text{ m}^2$ (2000) beziehungsweise $6,7 \times 1,5 \text{ m}^2$ (2001). Die Versuche wurden in Doppelparzellen angelegt. Beide Lupinenarten wurden wegen unterschiedlicher Abreife getrennt randomisiert.

Als Grunddüngung wurden vor der Saat jeweils 50-60 kg/ha P_2O_5 , 120 kg/ha K_2O und 20 kg/ha MgO in mineralischer Form eingearbeitet. Nach den Grundsätzen der Integrierten Produktion (IP) für Leguminosen wurde auf eine Stickstoffdüngung verzichtet. Am Standort Wil wurde ein organischer Dünger eingesetzt.

Im ersten Versuchsjahr erfolgte die Saat in Möhlin und Eschikon am 8. April. Aufgrund des verregneten Frühlings konnte im Jahr 2001 nur in Möhlin am 4. April gesät werden. In Thun erfolgte die Aussaat erst am 28. und in Wil am 30. April. Die Saattiefe betrug 3 bis 4 cm. Bei der Saat wurde dem Saatgut ein speziell für Lupinen entwickelter Impfstoff Bioproz Lopino (*Bradyrhizobium lupini*) im Trockenverfahren (800 g/ha) beigegeben. Die Saat erfolgte mit einer 7-reihigen Drillsämaschine bei einem Reihenabstand von 15 cm. Am Standort Thun erfolgte aufgrund der fehlenden 7-reihigen Sämaschine die Saat 10-reihig, bei einem Reihenabstand von 15 cm. Zur Unkrautkontrolle wurde das Voraufdauerherbizid Stomp SC (4 l/ha, Wirkstoff Pendimethalin) gespritzt. In Wil (Bio) wurde das Unkraut maschinell mittels Striegel und Hacke entfernt. Die Ernte wurde sortenspezifisch und für die meisten Sorten maschinell mit einem Versuchsmähdrescher mit 1,5 m Breite durchgeführt. Neben den Ernteerträgen wurde auch der Bodenbedeckungsgrad der Kultur und die Lagerneigung der Bestände bonitiert.

Mit Ausnahme von Eschikon wurde auch die Pflanzendichte bestimmt.

Anbausystemvergleich:

In diesem Versuch wurden die drei Anbausysteme biologisch-extensiv (Bio_e), biologisch-intensiv (Bio_i) und konventionell (Konv) verglichen. Eine Übersicht über die drei Systeme findet sich in Tab. 8. Die Pflegeversuche wurden in Eschikon (2000), Zollikofen (2000), Möhlin (2000 / 2001) und Wil (2001) durchgeführt. In Wil wurde auf das konventionelle Anbausystem verzichtet, da die Versuche auf einem Bio-Betrieb stattfanden.

Die drei Anbausysteme wurden je mit der weißen Lupinensorte Amiga und den zwei blauen Lupinensorten Borweta (unverzweigt) und Bordako (verzweigt) in je vier Wiederholungen angelegt.

Der Pflegeversuch in Eschikon wurde in Streifen von $3 \times 146 \text{ m}^2$ angelegt, derjenige in Zollikofen und Möhlin in Doppelparzellen à $7 \times 1,5 \text{ m}^2$. Im zweiten Versuchsjahr wurde der Pflegeversuch in Doppelparzellen à je $6,7 \times 1,5 \text{ m}^2$ angelegt, wobei die vier Wiederholungen hintereinander angelegt wurden.

Als Grunddüngung wurden vor der Saat jeweils 50-60 kg/ha P_2O_5 , 120 kg/ha K_2O und 20 kg/ha Mg in mineralischer Form eingearbeitet. Am Standort Wil wurde nach den Grundsätzen der biologischen Produktion ein organischer Dünger eingesetzt. In den beiden biologischen Verfahren wurde ungebeiztes Saatgut verwendet, im konventionellen Verfahren wurde das Saatgut gebeizt (wie im Sortenversuch).

Im ersten Versuchsjahr erfolgte die Saat in Zollikofen am 4. April und in Möhlin am 8. April. Im Jahr 2001 wurde in Möhlin am 4. April gesät, in Wil erfolgte die Aussaat erst am 30. April. Die Saatstärke entsprach derjenigen des Sortenversuchs. Die Saattiefe betrug 3 bis 4 cm.

Bei der Saat wurde dem Saatgut ein speziell für Lupinen entwickelter Impfstoff Bioproz Lopino (*Bradyrhizobium lupini*) im Trockenverfahren [800g/ha] beigegeben.

Im biologisch-extensiven System wurde bei einem Reihenabstand von 15 cm gedrillt und das Unkraut mittels Striegel reguliert. Im biologisch-intensiven System betrug der Reihenabstand 30 cm. Da eine Umstellung der Sämaschine zu umständlich gewesen wäre, wurden wie in den zwei anderen Systemen in 7 Reihen gesät und nach dem Auflaufen 3 Reihen manuell entfernt. Das Unkraut wurde mit Striegel (maschinell) und Hacke (manuell) reguliert. Im konventionellen System wurde bei einem Reihenabstand von 15 cm gedrillt und mit dem Voraufherbizid Stomp SC (4 l/ha, Wirkstoff Pendimethalin) behandelt.

Bonitiert wurden die Bestandesdichte und die Lagerneigung, im ersten Versuchsjahr zudem der Bodenbedeckungsgrad und die Verunkrautung. Im zweiten Versuchsjahr wurde außerdem die Pflanzenhöhe gemessen.

Tab. 8: Anbausystemvergleich

Anbausystem	Reihenabstand [cm]	Beizung	Unkrautbekämpfung
Biologisch extensiv Bio _e	15-20	Keine	2x Striegel
Biologisch intensiv Bio _i	30-50	Keine	2x Striegel + Hacke
Konventionell Konv	15-20	Chemisch	Herbizid (Vorauflauf)

Herbizidversuch:

Um die Verträglichkeit der weißen und blauen Lupinen gegenüber verschiedenen chemischen Unkrautbekämpfungsmitteln zu überprüfen, wurde in Eschikon ein Herbizidversuch mit Parzellen von 11,25 m x 3 m angelegt. Wie in Tab. 9 gezeigt, wurden vier Präparate im Vorauflauf und zwei im Nachauflauf angelegt. Die Herbizidverträglichkeit wurde mit den Sorten Amiga und Borweta überprüft. Die Lupinen wurden am 8. April 2000 gesät.

Tab. 9: Verfahren in Herbizidversuch

	Verfahren	Mittel (Wirkstoff)	Menge	Behandlungsdatum
1	Vorauflauf	<i>Stomp SC</i> (Pendimethalin)	4,5 l/ha	10.04.2000
2	Vorauflauf	<i>Boxer</i> (Prosulfocarb)	4,5 l/ha	10.04.2000
3	Vorauflauf	<i>Fenikan</i> (Isoproturon, Diflufenican)	2 l/ha	10.04.2000
4	Vorauflauf	<i>Primagram S Gold</i> (S-Metolachlor, Atrazin, Benoxacor)	3 l/ha	10.04.2000
5	Nachauflauf	<i>Stomp SC</i> (Pendimethalin) + <i>Boxer</i> (Prosulfocarb)	1,5 + 1,5 l/ha	28.04.2000
6	Nachauflauf	<i>Harmony</i> (Thifensulfuron-methyl)	10 g/ha	28.04.2000

Verhalten des Stickstoffs im Boden nach der Lupinenernte

Um das Verhalten des Stickstoffs im Boden nach der Lupinenernte zu beobachten, wurde in Zürich-Reckenholz ein N_{min}-Beprobungsversuch angelegt. Auf einem Feld der Sorte Lublanc

eines Praxisbetriebes wurden vier Tage nach der Ernte ab dem 30. August in 14-tägigen Abständen bis Mitte März der mineralische Stickstoffgehalt des Bodens bei den Bodentiefen 0-30, 30-60 und 60-100 cm gemessen. Die Analyse wurde nach Walther *et al.* (1994) mit 3-facher Wiederholung der Beprobung durchgeführt.

Bonitierungstechnik

Für die Bestimmung der Bestandesdichte wurde an drei verschiedenen Stellen der Parzelle auf je einem Meter die Anzahl Pflanzen ausgezählt. Die so ermittelte Pflanzenzahl wurde danach auf die ganze Parzelle hochgerechnet. Die Unkrautdichte wurde in Prozent geschätzt und auf eine Skala von 1 – 9 umgerechnet. Die Lagerung wurde mittels einer Skala (1 = keine Lagerung, 9 = totale Lagerung) geschätzt. Die Pflanzenhöhe wurde nach Ende der Blüte gemessen.

3.1.4 Labor- und Feldversuche zur nichtchemischen Anthracnosebekämpfung bei Lupinen sowie Sortenversuche am Standort D-Rastatt

Im Projektteil der SWS werden Fragen zum Anbau von Lupinen bearbeitet. Dabei geht es im Schwerpunkt um nicht-chemische Bekämpfungsmöglichkeiten der Anthracnose bei Weißlupinen (*Lupinus albus*). Außerdem wurden in Kooperation mit der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau in Zürich-Reckenholz (Herr Mediavilla) Sorten von Weißen und Schmalblättrigen („Blauen“) Lupinen (*Lupinus angustifolius*) miteinander verglichen.

Die Keimfähigkeit wurde in Filterpapierstreifen in Plastikschaalen bei Zimmertemperatur ermittelt (je 100 Körner).

Für die Untersuchung des Saatguts auf Anthracnose wurde der SNA-Plattentest nach Feiler und Nirenberg (1998) bzw. der PDA-Plattentest der LUFA Augustenberg verwendet (je 300 Körner).

Versuchsplan 1999/2000:

Folgende Versuche wurden angelegt:

1. Saatgutüberlagerungsversuch
2. Heißwasserbeiz- und Bestandesdichtenversuch
3. Heißluftbeizversuch
4. Feldversuch zum Einsatz physikalischer und biologischer Methoden bzw. Präparaten zur Saatgutdesinfektion und zur Blattbehandlung des Feldbestandes

Saatgutüberlagerungsversuch:

In diesem Versuch sollte geprüft werden, ob die Überlagerung von infiziertem Saatgut unter verschiedenen Bedingungen eine Abnahme des Befalls bewirkt. Gleichzeitig sollte die Keimfähigkeit des Saatgutes untersucht werden.

Folgendes Ausgangssaatgut wurde verwendet (Weißlupinen):

Sorte Amiga: 0% Befall, 89% Keimfähigkeit (Kontrolle)

Sorte Amiga: 67% Befall, 76% Keimfähigkeit (aus einem Beizversuch)

Sorte Weibit: 3,4% Befall, 91% Keimfähigkeit (aus Ungarn).

Alle Partien stammen aus dem Erntejahr 1999. Die Untersuchung des Befalls wurde von Frau Dr. Feiler (BBA Berlin-Dahlem) im Winter 1999/2000 durchgeführt. Alle Partien lagerten bis zum Beginn des Überlagerungsversuchs in einer relativ kühlen Saatguthalle.

Für den Versuch wurde jeweils 1 kg Saatgut/Ort in einen Plastikgewebesack eingenäht. Als Lagerorte wurden gewählt:

Saatgut-Lagerhalle, mit relativ niedrigen Temperaturen, auch im Sommer;

Speicherboden unter dem Dach, mit relativ hohen Temperaturen im Sommer.

Das Saatgut wurde am 05. April 2000 eingelagert und am 14. Mai 2001 ausgelagert.

An beiden Orten wurde täglich (außer an Wochenenden) die Minimum- und Maximum-Temperatur erfasst. Die Einzelwerte der Temperaturerhebung sind in Tab. 10 zusammengestellt.

Die Untersuchung des Anthracnosebefalls erfolgte durch die LUFA Augustenberg (Herr Professor Leist).

Tab. 10: Minimum- und Maximum-Temperaturen auf dem Speicher und in der Halle sowie Differenz zwischen den Werten

Monat/Jahr	Minimum °C			Maximum °C		
	Speicher	Halle	Diff. Sp.-Ha.	Speicher	Halle	Diff. Sp.-Ha.
April 2000	5,7	10,2	-4,5	19,9	15,3	4,5
Mai 2000	11,4	15,3	-3,9	26,8	22,4	4,3
Juni 2000	12,6	15,4	-2,8	31,0	26,2	4,8
Juli 2000	12,4	16,5	-3,9	26,3	23,1	3,2
August 2000	14,2	18	-3,8	30,2	26,4	3,9
September 2000	10,2	14,4	-4,2	24,3	21,9	2,4
Oktober 2000	7,8	12,1	-4,3	15,5	16,5	-1,0
November 2000	3,4	6,6	-3,2	10,8	11,2	-0,4
Dezember 2000	2,1	4,6	-2,5	9,1	9,8	-0,7
Januar 2001	-1,0	0,0	-1,0	6,2	5,2	1,0
Februar 2001	0,1	2,9	-2,8	9,2	8,4	0,8
März 2001	1,0	3,9	-2,9	10,2	9,1	1,1
April 2001	3,7	6,2	-2,5	16,8	13,9	3,0
Mai 2001	10,3	11,9	-1,6	23,6	21,0	2,6
Mittelwert	6,7	9,9	-3,1	18,6	16,5	2,1

Tabelle 10 zeigt die monatlichen Mittelwerte der Temperatur-Minima und -Maxima sowie die Differenz zwischen den auf dem Speicher und in der Halle gemessenen Werten.

Erwartungsgemäß liegen die Temperaturmaxima auf dem Speicherboden im Sommer über, im Winter jedoch unter denen in der Halle. Der absolut höchste gemessene Wert betrug auf dem Speicher 40°C, in der Halle aber nur 33°C. Die Minimumwerte liegen dagegen in jedem Fall auf dem Speicher niedriger. Demnach ist der Temperaturverlauf in der Halle durch eine größere Ausgeglichenheit charakterisiert.

Heißwasserbeiz-/Bestandesdichtenversuch:

Der Versuch soll einen Vergleich zwischen den effizientesten chemischen Beizmitteln und verschiedenen Heißwasserbehandlungen ermöglichen. Als zweiter Faktor ist eine Reduzierung der Bestandesdichte von normalerweise 65 auf 55 bzw. 45 Pflanzen je m² einbezogen worden. Dahinter steckt die Überlegung, dass lichtere Bestände durch schnelleres Abtrocknen die Verbreitung des Pilzes im Bestand reduzieren könnten.

Ein im Winter 1999/2000 durchgeführter Laborversuch mit verschiedenen Heißwasserbehandlungen sollte klären, welche Varianten für den Feldversuch in Frage kommen. Die Heißwasserbehandlung wurde in einem Labor-Wasserbad mit Temperaturregelung vorgenommen. Je 1 kg Saatgut pro Variante wurde in einem durchlässigen Netzsack in das Wasserbad gehängt.

Die Ergebnisse der Voruntersuchung sind in Tabelle 11 zusammengefasst. Es ist ersichtlich, dass die Varianten „20 Minuten“ und „30 Minuten bei 50°C“ die besten Kombinationen von niedrigem Befall und hoher Keimfähigkeit ergeben. Längere Behandlungen führen zur Abnahme der Keimfähigkeit. Auch höhere Temperaturen wirken sich negativ auf die Keimfähigkeit aus. Wegen der guten Anthracnosewirkung wurde aber beschlossen, eine 60°-Variante mit reduzierter Einwirkzeit (15 Minuten) im Feldversuch zu prüfen.

Tab. 11: Anthracnosebefall und Keimfähigkeit von heißwasserbehandelten Weißlupinen
Saatgut (Laboruntersuchung Winter 1999/2000)

Variante	% befallene Körner	% Keimfähigkeit
Kontrolle	57,0	76
20 min bei 50°C	4,3	79
30 min bei 50°C	3,0	81
40 min bei 50°C	6,3	74
50 min bei 50°C	6,6	47
60 min bei 50°C	4,0	29
20 min bei 60°C	0,0	70

Die Varianten des Beiz- und Bestandesdichtenversuchs und die Randomisation des Versuches sind in Tabelle 13 zusammengefasst. Als chemische Varianten wurden die Präparate Rovral UFB (300 ml/100 kg Saatgut; Carbendazim + Iprodion), Solitär (200 ml/100 kg Saatgut; Fludioxinil + Cyprodinil + Tebuconazol) und Mandat (200 ml/100 kg Saatgut; Iprodion + Triticonazol) eingesetzt. Der Versuch wurde mit 5%igem Anthracnose-befallenem Saatgut durchgeführt. Dieser Befallsgrad wurde durch Mischen einer stark befallenen (67,3%) mit einer nicht befallenen Partie der Sorte Amiga hergestellt. Die Untersuchung der für den Feldversuch verwendeten Saatgut-Mischungspartner wurde von Frau Dr. Feiler, BBA Berlin-Dahlem, durchgeführt. Eine anschließend von SWS vorgenommene Analyse der Mischung ergab einen Befall von 4,5%, was dem beabsichtigten Wert recht nahe kommt.

Heißluftbeizversuch:

Dieser Versuch wurde in Zusammenarbeit mit der Firma „Demeter Felderzeugnisse GmbH“ durchgeführt. Da für die Versuche in einer bestehenden Großanlage insgesamt 600kg Saatgut benötigt wurden, musste auf eine andere Weißlupinensorte (Weibit) ausgewichen werden, weil nur von dieser entsprechende Mengen infizierten Saatgutes verfügbar waren.

Bei Weibit handelt es sich im Gegensatz zu Amiga um eine bitterstoffreiche Sorte.

Das Ausgangssaatgut für den Versuch hatte einen Befall von 6 % (Untersuchung durch Frau Dr. Feiler, BBA Berlin-Dahlem).

Die Heißluftbehandlung wurde über einen Zeitraum von 15 Sekunden bei einer relativen Luftfeuchte von 100% durchgeführt.

Die Keimfähigkeiten nach Behandlung des Saatgutes sind in Tab. 12 ausgewiesen. Es zeigt sich eine generelle Verbesserung der Keimfähigkeit, was vor allem mit der auffällig geringeren Verpilzung der Körner und Keimlinge in den Keimproben der Heißluftbehandlungen begründet sein dürfte.

Der Versuch wurde mit einer einheitlichen Saatstärke (65 keimfähige Körner/m²) angelegt.

Die heißluftbehandelten Varianten werden mit einer mit Rovral UFB gebeizten Kontrolle verglichen. Der Gesamtplan des Versuches ist Tab. 13 zu entnehmen. Es wurden die drei Wiederholungen einer Variante nebeneinander gelegt und jeweils als Dreiergruppe mit Haferstreifen ummantelt. Auf diese Weise sollte vermieden werden, dass ein Übergreifen des Pilzes von weniger effizienten auf effizientere Varianten erfolgt. Eine vollständige Randomisation aller Varianten wurde aus dem gleichen Grund als zu riskant angesehen.

Der Boden des Versuchsfeldes ist ein sandiger Lehm mit einem pH-Wert von 6,7.

Die Aussaat erfolgte am 23.03.2000 unter guten Boden- und Wetterbedingungen. Am 25.03.2000 erfolgte eine Voraufspritzung des Versuchs mit 4 l/ha Stomp SC; durch anschließende Niederschläge (6 mm) war die Unkrautwirkung gut.

Alle Parzellen wurden mit Knöllchenbakterien (Bradyrhizobium) geimpft (Rhizobin + Mikrogranulat).

Die Bestände entwickelten sich gut und kamen - bedingt durch die trocken-heiße Wetterperiode im Mai - rund 10 Tage früher zur Blüte als in den vorhergehenden Jahren. Erste Anthracnose-Symptome wurden im Stadium 65 (Vollblüte) gefunden. Im weiteren Verlauf entwickelte sich die Krankheit weiter. Eine abschließende Bonitur erfolgte bei Reife (am 14. August 2000), kurz vor der Ernte am 30. August 2000.

Tab. 12: Keimfähigkeiten der Heißluftbeizvarianten

Variante	% Keimfähigkeit
Kontrolle	81
150°C	90
180°C	90
200°C	88
220°C	90
250°C	95

Tab. 13: Heißluft-Beizversuch (Demeter)Saatgut: WEIBIT mit 6 % Anthracnose-Befall; 65 Kö/m²; Parzellengröße: 7,5 m²

Nr.	Variante	TKG (g)	% Kf	g/Parzelle	Nr. in Wdh.		
					A	B	C
1	Rovral UFB 300 ml	288	81	173,3	1	7	13
2	150°C	305	90	165,2	2	8	14
3	180°C	297	90	160,9	3	9	15
4	200°C	301	88	166,7	4	10	16
5	220°C	301	90	163,0	5	11	17
6	250°C	298	95	152,9	6	12	18

Tab. 14: Öko-Beiz- und Bestandesdichtenversuch

Saatgut: AMIGA-Mischung mit 5 % Anthracnose-Befall (TKG = 349,7 g); Parzellengröße: 7,5 m²

Nr.	Beizmittel	Wirkstoff(e)	Dosierung	Verdünnng.	kf. Kö./m ²	g/Parzelle	Nr. in Wdh.		
							A	B	C
1	Rovral UFB	Carbendazim 175g/l + Iprodion 350 g/l	300 ml/dt	1 zu 1	45	118	1	19	37
2	Rovral UFB	Carbendazim 175g/l + Iprodion 350 g/l	300 ml/dt	1 zu 1	55	144	2	20	38
3	Rovral UFB	Carbendazim 175g/l + Iprodion 350 g/l	300 ml/dt	1 zu 1	65	171	3	21	39
4	Solitär	Fludioxinil 25 g/l +Cyprodinil 25 g/l + Tebuconazol 10g/l	200 ml/dt	1 zu 2	45	118	4	22	40
5	Solitär	Fludioxinil 25 g/l +Cyprodinil 25 g/l + Tebuconazol 10g/l	200 ml/dt	1 zu 2	55	144	5	23	41
6	Solitär	Fludioxinil 25 g/l +Cyprodinil 25 g/l + Tebuconazol 10g/l	200 ml/dt	1 zu 2	65	171	6	24	42
7	Mandat	Iprodion 125g/l + Triticonazol 12,5g/l	200 ml/dt	1 zu 2	45	118	7	25	43
8	Mandat	Iprodion 125g/l + Triticonazol 12,5g/l	200 ml/dt	1 zu 2	55	144	8	26	44
9	Mandat	Iprodion 125g/l + Triticonazol 12,5g/l	200 ml/dt	1 zu 2	65	171	9	27	45
10	Warmwasser	20 min. bei 50°C			45	118	10	28	46
11	Warmwasser	20 min. bei 50°C			55	144	11	29	47
12	Warmwasser	20 min. bei 50°C			65	171	12	30	48
13	Warmwasser	30 min. bei 50°C			45	118	13	31	49
14	Warmwasser	30 min. bei 50°C			55	144	14	32	50
15	Warmwasser	30 min. bei 50°C			65	171	15	33	51
16	Warmwasser	15 min. bei 60°C			45	118	16	34	52
17	Warmwasser	15 min. bei 60°C			55	144	17	35	53
18	Warmwasser	15 min. bei 60°C			65	171	18	36	54

6 m HA 18 12 6 HA 17 11 5 HA 16 10 4 HA 15 9 3 HA 14 8 2 HA 13 7 1 HA **Vers. 313**
3 m Hafer

6 m HA 3 21 39 HA 6 24 42 HA 9 27 45 HA 12 30 48 HA 15 33 51 HA 18 36 54 HA **Vers. 312**
3 m Hafer

6 m HA 2 20 38 HA 5 23 41 HA 8 26 44 HA 11 29 47 HA 14 32 50 HA 17 35 53 HA **Vers. 312**
3 m Hafer

6 m HA 1 19 37 HA 4 22 40 HA 7 25 43 HA 10 28 46 HA 13 31 49 HA 16 34 52 HA **Vers. 312**

Abb. 10: Beizversuche 2000 - Feldplan

Parzellengröße: 6 m x 1,25 m = 7,5 m²

Versuchsplan 2000/2001

Ökologischer Beiz- und Fungizidversuch

Nachdem im ersten Projektjahr die Wirksamkeit der Heißwasserbeize nachgewiesen werden konnte, diese Methode jedoch aus technischen Gründen für größere Saatgutpartien nicht verfügbar ist, sollte der diesjährige Versuch nun verschiedene physikalische und biologische Maßnahmen prüfen, die auch in der Praxis für große Saatgutchargen anwendbar sind. Diese sollten verglichen werden mit den bekanntermaßen gut wirksamen chemischen Mitteln (bzw. einer Mischung aus diesen) und der Heißwasserbeize, die ja bereits als wirksame nicht-chemische Maßnahme im ersten Projektjahr bestätigt werden konnte.

Bekämpfungsvarianten und Saatgut

Tab. 15 gibt eine Übersicht über die eingesetzten Saatgutbehandlungen sowie über deren Dosierung. Die Elektronenbeizung erfolgte durch das Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik in Dresden. Alle anderen Saatgutbehandlungen wurden im Labor der Südwestsaat durchgeführt. Das Präparat TRF-FU-EB wurde erst unmittelbar vor der Aussaat an das Saatgut gebracht. Die ökologischen Varianten 7 bis 15 wurden zweimal ausgesät. Der zweite Teil dieser Varianten wurde einer Blattbehandlung mit Lebermoos-Extrakt unterzogen. Dieses wurde eingesetzt in einer Verdünnung von 5 ml auf 1 l Spritzbrühe. Die erste Anwendung erfolgte im 4- bis 6-Blatt-Stadium am 22.05.01 mit 400 l/ha Wasser, die zweite Anwendung 14 Tage später am 05.06.01 mit 600 l/ha Wasser.

Das für den Versuch verwendete Saatgut wurde wie im vergangenen Jahr durch Mischen einer stark befallenen (67,3%) mit einer nicht befallenen Partie der Sorte Amiga hergestellt, mit dem Ziel, einen Infektionsgrad von 5% befallenen Körnern zu erreichen. Diese stark befallene Partie war die gleiche, die auch im Saatgutüberlagerungsversuch verwendet worden war.

Der Versuch wurde nach dem gleichen Schema wie im Vorjahr angelegt, d. h. es wurden die drei Wiederholungen einer Variante nebeneinander gelegt und jeweils als Dreiergruppe mit Haferstreifen ummantelt. Auf diese Weise sollte vermieden werden, dass ein Übergreifen des Pilzes von weniger effizienten auf effizientere Varianten erfolgt. Eine vollständige Randomisation aller Varianten wurde aus dem gleichen Grund als zu riskant angesehen. Die unbehandelte Kontrollvariante wurde ans östliche Ende des Versuchs gelegt und durch mehrere Haferstreifen vom übrigen Versuch isoliert. Der Feldplan des Versuchs ist in Abb. 10 beigefügt.

Aussaat, Pflege, Witterung

Die Aussaat gestaltete sich aufgrund der anhaltenden Frühjahrsniederschläge schwierig. Sie erfolgte am 12. April 2001 in ein relativ feuchtes Saatbett. Der Boden war ein lehmiger Sand mit einem pH-Wert von 6,5. Der Aufgang war sehr lückig, wie die Bestandesdichten in Tabelle 45 belegen. In allen Varianten blieb die erreichte Bestandesdichte (im Mittel aller Varianten 28,5 Pflanzen je m²) weit hinter der angestrebten zurück (65 Pflanzen je m²).

Infolge der nach der Aussaat herrschenden feuchten Witterung war das Befahren des Feldes nicht möglich und eine Vorauflauf-Herbizidanwendung konnte nicht durchgeführt werden. Der Versuch musste deshalb mit der Handhacke sauber gehalten werden.

Der weitere Witterungsverlauf war durch Trockenheit im Mai, einige wenige starke Niederschläge im Juni und überwiegend trocken-heißes Wetter im Juli und August geprägt. Erste Krankheitssymptome traten erst bei erfolgter Hülsenfüllung, Mitte Juli, auf.

Die Ernte erfolgte am 17. August 2001.

Tab. 15: Varianten des ökologischen Beizversuchs

P G Nr.	Saatgut- behandlung	Blatt- beh.	Wirksubstanz	Dosie- rung /100 kg	Verdün- nung
1	ohne	ohne	entfällt	entfällt	entfällt
2	Rovral UFB	ohne	Carbendazim 175 g/l + Iprodion 350 g/l	300 ml	1 zu 1
3	Solitär	ohne	Fludioxinil 25 g/l + Cyprodinil 25 g/l + Tebuconazol 10 g/l	200 ml	1 zu 2
4	Tutan flüssig	ohne	Thiram 500 g/l	400 ml	2 zu 1
5	Rovral UFB + Tutan flüssig	ohne	siehe oben	250 ml +200 ml	+150 ml Wasser
6	Heißwasser	ohne	30 min. bei 50°C	entfällt	entfällt
7	Elektronenbeize	ohne	EB 1 = W2-543; 120/12	entfällt	entfällt
8	Elektronenbeize	ohne	EB 2 = W2-544; 130/12	entfällt	entfällt
9	Elektronenbeize	ohne	EB 3 = W2-545; 140/12	entfällt	entfällt
10	Elektronenbeize	ohne	EB 4 = W2-546; 130/3x4 (Mehrfachbeh.)	entfällt	entfällt
11	Cedomon	ohne	Pseudomonas chloraphis Stamm MA342	750 ml	keine
12	Tillecur (SBM-neu)	ohne	Naturstoffe; 22 %ig = 290 g + 1 l Wasser	6000 ml	keine
13	Tillecur + Essigsäure	ohne	15 %ig = 180 g + 1 l 1-%ige Essigsäure	5000 ml	keine
14	TRF-FU-EB	ohne	Stickstofffixierende Bakterien	600 ml	1%ig (10 ml/1 l)
15	Jauche aus Frankreich	ohne	Brennnessel, Wiesenschachtelhalm, Tonmilch	5000 ml	keine
16	Elektronenbeize	mit	EB 1 = W2-543; 120/12	entfällt	entfällt
17	Elektronenbeize	mit	EB 2 = W2-544; 130/12	entfällt	entfällt
18	Elektronenbeize	mit	EB 3 = W2-545; 140/12	entfällt	entfällt
19	Elektronenbeize	mit	EB 4 = W2-546; 130/3x4 (Mehrfachbeh.)	entfällt	entfällt
20	Cedomon	mit	Pseudomonas chloraphis Stamm MA342	750 ml	keine
21	Tillecur (SBM-neu)	mit	Naturstoffe; 22 %ig = 290 g + 1 l Wasser	6000 ml	keine
22	Tillecur + Essigsäure	mit	15 %ig = 180 g + 1 l 1-%ige Essigsäure	5000 ml	keine
23	TRF-FU-EB	mit	Stickstofffixierende Bakterien	600 ml	1%ig (10 ml/1 l)
24	Jauche aus Frankreich	mit	Brennnessel, Wiesenschachtelhalm, Tonmilch	5000 ml	keine

Vergleichende Sortenprüfung

Der im Jahr 2000 begonnene Versuch wurde im Jahr 2001 fortgesetzt.

In Absprache mit der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau in Zürich-Reckenholz (Herr Dr. Hebeisen) wurden folgende Sorten in den Versuch aufgenommen:

Weisse Lupinen: Amiga, Bardo, Fortuna

Schmalblättrige („Blaue“) Lupinen: Bordako, Bolivio, Boltensia, Bora (verzweigte Sorten), Borweta, Sonet (unverzweigte Sorten).

Alle genannten Sorten sind bitterstoffarm.

Die angestrebte Bestandesdichte betrug bei den Weissen Lupinen 65 Pflanzen je m², bei den verzweigten schmalblättrigen Sorten 100 und bei den unverzweigten schmalblättrigen Sorten 120 bzw. 140 Pflanzen je m² (nach Auskunft der jeweiligen Züchter). Die Sortentypen wurden getrennt randomisiert, so dass die Ernte für jede Gruppe separat durchgeführt werden konnte (Tab. 16 und 17; Abb. 11 und 12).

Der Versuch wurde am 14. April 2001 auf einem Sandboden ausgesät und an zwei Terminen geerntet (Blaue Lupinen am 24. Juli, Weisse Lupinen am 22. August). Nach der Aussaat erfolgte eine Unkrautbekämpfung mit Stomp SC im Voraufbau. Die Unkrautwirkung war gut. Alle Parzellen wurden mit Knöllchenbakterien (Bradyrhizobium) geimpft (Rhizobin + Mikrogranulat).

Folgende Daten wurden erfasst:

- Datum Blühbeginn, Datum Blühende, Datum Reife
- Wuchslänge bei Blühende (cm)
- Lager bei Reife (1 – 9; 1 = aufrecht bis 9 = flach liegend; Termin individuell verschieden, je nach Reifetermin)
- Kornertrag absolut (dt/ha) und relativ zum Sortimentsmittel.

Tab. 16: Arten- und Sortenversuch 2000

Prüfglied- Nummer	Sorte	Körner/m ²	TKG	KF(%)	g / Parzelle
1	Amiga	65	419	89	229,5
2	SWS99/40-4 (ab 2001:Fortuna)	65	308	99	152,0
3	Bardo	65	248	90	134,0
4	Bordako	100	173	99	131,0
5	Borweta	140	121	98	130,0
6	Bolivio	100	152	87	131,0
7	Boltensia	100	136	91	112,0
8	Sonet	120	144	98	132,0

Beizung: 1, 2, 3 mit Solitär 200 ml/100 kg, 1:2 verdünnt
Nr. 4 bis 8 mit Rovral UFB 300 ml/100 kg, 1:1 verdünnt

7	4	5	8	6	2	1	3
5	6	7	4	8	1	3	2
8	7	6	5	4	3	2	1

Blaue Lupinen
Weiße Lupinen

Abb. 11: Feldplan vergleichende Sortenprüfung 2000

Tab. 17: Arten- und Sortenversuch 2001

Prüfglied- Nummer	Sorte	Herkunft	Körner/m ²	TKG	KF(%)	g / Parzelle
1	Amiga	Südwestsaat	467	92	247,5	742,5
2	Bardo	Hege	299	89	163,8	491,4
3	Fortuna	Südwestsaat	319	98	158,7	476,1
4	Bordako	I.G. Pflanzenzucht	138	93	111,3	333,9
5	Borweta	Saatzucht Steinach	211	82	193,0	579,0
6	Boltensia	Saatzucht Steinach	179	89	150,8	452,4
7	Bolivio	Saatzucht Steinach	122	91	100,5	301,5
8	Bora	I.G. Pflanzenzucht	139	94	144,2	432,6
9	Sonet	Kruse	152	88	168,4	505,2

Beizung: Solitär 200 ml/100 kg, 1:2 mit Wasser verdünnt

Amiga	3	1	2	7	4	5	6	8	9	Sonet
Amiga	2	3	1	6	7	4	5	9	8	Sonet
Amiga	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sonet

Weiße Lupinen
Blaue Lupinen

Abb. 12: Feldplan vergleichende Sortenprüfung 2001

3.1.5 Fütterungsversuch mit vollfetten Sojabohnen an Mast-schweinen

Sojabohnen-Versuch

Im Zuge der Diskussion um gentechnisch veränderte Sojabohnen gewinnen vollfette, aus eigenem Anbau stammende Sojabohnen zunehmend an Bedeutung. Des weiteren sollen ökologisch wirtschaftende Betriebe in absehbarer Zeit keine Eiweißträger anderer Herkunft (z.B. Kartoffeleiweiß, sofern nicht aus ökologischer Herkunft) mehr zukaufen dürfen.

Ackerbohnen und Erbsen aus ökologischem Anbau erbringen ohne eine Ergänzung mit hochwertigen Proteinkomponenten oder freien Aminosäuren oft nur ungenügende Resultate in der Mast- und Schlachtleistung. Konventionell erzeugtes Kartoffeleiweiß zur qualitativen Ergänzung des Nahrungsproteins ist derzeit in der ökologischen Fütterung noch zugelassen. Da der Einsatz freier Aminosäuren in der ökologischen Erzeugung nicht gestattet ist, stellt sich zwangsläufig die Frage nach den Leistungen, die sich mit ökologisch erzeugtem Vollsoja in der Schweinmast bei alleiniger Proteinquelle erzielen lassen. Zu diesem Zweck wurde ein Mastversuch an der Landesanstalt für Schweinezucht Forchheim (LSZ) durchgeführt: 80 baden-württembergische Hybridmastendprodukte, hälftig in einer Sojabohnengruppe (Sojabohnengruppe) und in einer Vergleichsgruppe mit Ackerbohnen und Kartoffeleiweiß (Ackerbohngengruppe), sollten im Vergleich Aufschluss über Mast- und Schlachtleistung geben. Die eingesetzten vollfetten Sojabohnen, Ackerbohnen und Kartoffeleiweiß kamen aus heimischer ökologischer Produktion. Die Fütterung in der Ackerbohngengruppe kann als typische Futterstrategie für die ökologische Schweinemast angesehen werden.

Die Versuchsfrage lautet, inwieweit eignen sich vollfette Sojabohnen als alleinige Eiweißquelle in einem Schweinemastfutter. Zu berücksichtigen sind dabei Rohprotein und Aminosäuregehalt sowie der Fettanteil. Vergleichsbasis ist ein vorgegebenes Mastfutter mit Ackerbohnen und Kartoffeleiweiß.

Jeweils 10 Tiere eines Geschlechts wurden auf Teilspaltenboden aufgestellt und an Breifutterautomaten ad libitum gefüttert. Die eingesetzten Sojabohnen und das Kartoffeleiweiß wurden von der Bioland-Handelsgesellschaft Baden-Württemberg mbH Nürtingen und die Ackerbohnen von der Dachswanger Mühle (Gebrüder Schneider in Umkirch) bezogen. Tabelle 18 gibt Auskunft über die eingesetzten Futtermischungen und deren analysierte Gehaltswerte. Der Prüfzeitraum war bei den weiblichen Tieren von 30 kg bis 115 kg Lebendgewicht und bei den Kastraten von 30 kg bis 105 kg Lebendgewicht. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Varianzanalyse. Unterschiede zwischen den Mittelwerten (Effekt 'Behandlung' und Effekt 'Behandlung' innerhalb des Geschlechts) wurden mit dem Scheffée-Test auf ihre Signifikanz für Irrtumswahrscheinlichkeiten $P \leq 0,05$ geprüft.

Versuchsanlage: Blockversuch mit Gruppenhaltung von Mastschweinen von 30 - 105 kg L.G. bei Kastraten bzw. 30 - 110 kg L.G. bei weiblichen Tieren. 10 Wiederholungen x 2 Behandlungen x 4 Tiere je Gruppe = 80 Tiere insgesamt; Geschlechterverhältnis 1:1. Die Aufstallung erfolgte im Versuchsstall B1 an der LSZ in Forchheim (Tab. 20).

Versuchsfutter: Behandlung A: Futter mit Sojabohnen
 30 - 70 kg: V281
 70 - 110 kg: V282

Behandlung B: Futter mit Ackerbohnen und Kartoffeleiweiß
 30 - 70 kg: V283
 70 - 110 kg: V284

Rezepturen siehe Tab. 18 und 19 (errechnet mit Feedbase)

Prüfmerkmale sind Mast- und Schlachtleistung sowie besondere Beobachtungen (z.B. Durchfälle o. ä.); vor allem ist das Fressverhalten zu beobachten. Zusätzlich wurden pro Versuchsgruppe bei einem Tier Fettproben aus dem Rückenspeck entnommen und eingefroren. Nach Versuchsende werden diese Proben und je eine Futterprobe auf deren Fettsäuremuster untersucht.

Futterproben: Zu Beginn, in der Mitte und am Ende des Versuches wurden Proben des Versuchsfutters zur LUFA Augustenberg geschickt. Untersucht wurden die Gehalte an Wasser, Rohprotein, Rohfett, Rohfaser, Rohasche, NfE, Zucker, Stärke, Calcium, Phosphor, Natrium, Lysin sowie die Energiegehalte in MJME. Auf die gleichen Kriterien wurden gleich nach Anlieferung Sojabohnen, Ackerbohnen und Kartoffeleiweiß untersucht.

Tab. 18: Futterrezepturen - Komponenten und Gehaltswerte

Behandlung	A mit Sojabohnen		B mit Ackerbohnen und Kartoffeleiweiß	
	V281 30 - 70 kg	V282 70 - 110 kg	V283 30 - 70 kg	V284 70 - 110 kg
<u>Komponenten</u>				
Gerste %	52	58	62	62
Weizen %	20	18	7	12
Ackerbohnen %	--	--	20	16
Sojabohnen %	25	21	--	--
Kartoffeleiweiß %	--	--	6	5
Mineralfutter %	3	3	3	3
Futteröl %	--	--	2	2
	100%	100%	100%	100%
<u>Gehaltswerte</u>				
Rohprotein %	16,9	15,9	17,4	16,2
Lysin %	0,82	0,75	0,98	0,87
Umsetzbare Energie (MJ)	13,1	13,0	13,1	13,1
Rohfett %	6,1	5,4	4,0	4,0
Calcium %	0,79	0,78	0,76	0,76
Phosphor %	0,58	0,54	0,52	0,52
Natrium %	0,17	0,18	0,17	0,17

Tab. 19: Futterrezepturen - für Mühle

Behandlung	A mit Sojabohnen		B mit Ackerbohnen und Kartoffeleiweiß	
	30 - 70 kg V281	70 - 110 kg V282	30 - 70 kg V283	70 - 110 kg V284
Gerste kg	260	290	310	310
Weizen kg	100	90	35	60
Sojabohnen kg	125	105	--	--
Ackerbohnen kg	--	--	100	80
Kartoffeleiweiß kg	--	--	30	25
Mineralfutter kg	15	15	15	15
Futteröl kg	--	--	10	10
	500 kg	500 kg	500 kg	500 kg

Tieranalyse:**Tab. 20: Kennzahlen der Tierbestände im Mastversuch**

Behandlung	mit Sojabohnen		mit Ackerbohnen und Kartoffeleiweiß	
	weiblich	Kastraten	weiblich	Kastraten
Tiere aufgestellt	20	20	20	20
ausgewertet mit Mastleistung	20	20	20	20
davon frühzeitig ausgeschieden:				
wegen Gruppenauflösung	1			
verendet vor Schlachtung	1			
ausgewertet mit Schlachtleistung	18	20	20	20

3.1.6 Untersuchung der Eignung unterschiedlicher Sojasorten für die Herstellung von Tofu

Die Sojabohnen, welche für die Herstellung von Tofu und weiteren Verarbeitungsprodukten verwendet werden sollen, müssen bestimmte Mindestanforderungen erfüllen (Tab. 21).

Tab. 21: Qualitätsanforderungen an Tofuware (Fa. Life Food GmbH, allgemein für alle Tofureien)

Feuchtigkeit	maximal 13 %
Proteingehalt in der Korn-FM	37 – 40 %
Proteingehalt in der Korn-TM	43 – 45 %
TKG	160 – 200 g
Reinheit	99 %; keine Fremdkörper; keine Hülsen
Beschädigungen	maximal 3 % Bruchkorn
Quellbarkeit*	90 - 95 % nach 4 h, 120 - 130 % nach 8 h
Keimfähigkeit	mindestens 70 %

* : Gemessen an der Gewichtszunahme von 200 g Körnern in 15°C warmem Wasser

Zunächst musste die Tofuproduktion im Labormaßstab soweit verbessert werden, dass die Tofu-Ergebnisse den erwarteten Anforderungen aus der Produktion genügten. Bei allen Versuchen und Sorten erwies es sich als relativ schwierig, eine gleichbleibende Qualität an Tofu herzustellen.

Von der Sojasorte Dolly wurden insgesamt 36 Wiederholungen im kleinen Labormaßstab gefahren, da mit dieser Sorte begonnen wurde; 26 Wiederholungen wurden an der Sorte Sonja und 23 an der Sorte Batida durchgeführt.

Es mussten Parameter gefunden werden, die bei allen Versuchen durchgängig gleich waren.

Mit dem Refraktometer wurde ein Brechungsindex der Sojamilch von 9° Brix für alle Versuche festgelegt, da dieser Wert auch in der Tofurei angestrebt wird. Der Refraktometer ist ein optisches Instrument zur Bestimmung der Brechungsindices fester oder flüssiger Stoffe. Dabei wird gewöhnlich die Brechungszahl n zwischen den Brechungsindizes n_1 und n_2 zweier aneinander stoßender Stoffe und den messbaren Grenzwinkeln der Totalreflexion der bestehenden Beziehung ausgenutzt.¹

Mit dem Refraktometer wird der Trockensubstanzgehalt in der Sojamilch gemessen; 1° Brix entspricht 1 % Trockensubstanz.²

Die Tofuherstellung im Labor

Die Ausgangsrezeptur besteht aus 860 g gequollenen Sojabohnen und 1900 g kaltem Wasser. Zunächst werden die trockenen Sojabohnen in ca. 15°C kaltem Wasser eingeweicht. Während der Einweichzeit von ca. 18 h erhöht sich normalerweise die Temperatur um 5°C auf etwa 20°C. Es muss darauf geachtet werden, dass das Einweichwasser nicht zu kalt ist (<10°C), da die Bohnen sonst nach 18 Stunden nicht

¹ Meyers großes Taschenlexikon Band 18, Meyers Lexikon Verlag Mannheim, 1981; S.136

² Binnig, Ruppert; Hesel, Pia: Laborübung zur Lebensmitteltechnologie: Anwendung von Hydrokolloiden, Eigenverlag Fachhochschule Trier, 12.04.1999

vollständig gequollen sind und im Querschnitt der Bohnen in der Mitte ein tiefgelber, harter Fleck zu sehen ist, da dieser Bereich noch kein Wasser aufgenommen hat. Die Bohnenhälften sind leicht konkav, sehr flexibel und gummiartig zäh. Je kälter das Einweichwasser, desto länger ist die Einweichzeit. Es ist witterungsbedingt davon auszugehen, dass es im Sommer genügt, wenn 8-10 Stunden eingeweicht wird. Im Winter sollten die Bohnen dagegen 16-20 Stunden quellen.

Müssen noch nicht vollständig gequollene Bohnen nachquellen, oder soll die Einweichzeit aus einem anderen Grund verkürzt werden, wird die maximale Hydratisierungsgeschwindigkeit bei 55°C warmem Wasser erzielt. Die Bohnen dürfen in diesem Fall nur 1-2 Stunden eingeweicht werden. Höhere Wassertemperaturen lassen die Sojabohnen partiell kochen, das Protein denaturiert und der Sojamilchertrag sinkt.³

Die Quellung der Sojabohnen ist der erste Verarbeitungsschritt bei der Tofuproduktion und hat einen großen Einfluss auf die gewünschte Qualität des Endprodukts. Vor allem die Zellstrukturen sollen durch diesen Arbeitsschritt erweicht werden. In den Randschichten der Sojabohne sitzt das wasserlösliche Albumin. Dies hat zur Folge, dass in dieser Schicht Wasser sehr leicht aufgenommen und in die Mitte weitergeleitet werden kann. In der Bohnenmitte befinden sich vor allem wasserunlösliche Globuline. Quillt dieses Eiweiß, kann der Keimling mit dem benötigten Speicherprotein versorgt werden und beginnt auszukeimen. Erst wenn die Keimung durch hohe Temperaturen und/oder lange Einweichzeiten weiter vorangeschritten ist, sinkt die Tofuausbeute.

Die Sojabohne ist optimal gequollen, wenn die Bohnenhälften flach, glatt und von gleichmäßiger Färbung – von der Randzone bis zur Mitte – sind. Des Weiteren müssen die Hälften leicht zu brechen sein (quer) und eine glatte Bruchstelle hinterlassen. Außerdem sollen die Bohnen das 2,2-fache an Gewicht, bzw. das 2,4-fache Volumen erreichen.⁴

In den Versuchen erreichten die Sorten Batida und Sonja jeweils das 2,3-fache ihres Trockengewichtes, die Sorte Dolly das 2,1-fache.

Bildet sich an der Oberfläche des Einweichwassers Schaum, so ist dies ein Zeichen dafür, dass Bakterien Kohlendioxid bilden und die Bohnen zu lange im Wasser waren. Dieser Gärungsprozess vollzieht sich meist im Sommer bei hohen Temperaturen und reduziert sowohl das Aroma als auch die Tofuausbeute. Sojabohnen, die lange eingeweicht werden, nehmen kein weiteres Wasser mehr auf; sie beginnen zu gären und verderben. Deshalb sollen Bohnen, welche nicht sofort verwendet werden, entwässert, gespült und kühl gelagert werden bis zum nächsten Tag. Es ist dann allerdings mit einer geringeren Ausbeute zu rechnen.

Extrem wichtig für die Tofuherstellung ist auch, dass die Bohnen nach dem Einweichen gründlich gewaschen werden, da schmutzige Bohnen dem Tofu einen bitteren Geschmack, eine dunklere Farbe und eine kürzere Haltbarkeit verleihen.⁵

Nachdem die Bohnen gequollen sind, werden 860 g eingeweichte Bohnen und 1900 g kaltes Wasser weiterverarbeitet. Die Bohnen und das Wasser werden auf zwei Portionen verteilt, in eine Mühle (Thermomix Typ 3300-1 der Firma Vorwerk Elektrowerke in Wuppertal) gegeben und ohne Wärmezugabe für 20 s in Position 1 bei 150 W, danach für weitere 90 s in Position 12 bei 450 W vermahlen. Am besten werden jeweils nur ca. 500 ml Wasser dazugegeben, damit zum vollständigen Ausspülen des Thermomixbehälters noch Wasser zur Verfügung steht. Die angewandte Methode ist die Kaltvermahlung.

³ Übersetzt aus: Shurtleff, William; Aoyagi, Akiko: The Book of Tofu, The Soyfoods Center Lafayette, 1984; S.115-118

⁴ Hauck, Stefan: Tofureis Schulung Block 1, Eigenverlag Firma Life Food GmbH in Freiburg, .06/99

⁵ Shurtleff, William; Aoyagi, Akiko: The Book of Tofu, The Soyfoods Center Lafayette, 1984; S.116

Grundsätzlich bestehen zwei Möglichkeiten die Sojabohnen zu vermahlen. Bei der Warmvermahlung, welche bis Ende 2000 durch Life Food angewendet wurde, werden die Bohnen durch Scherkräfte regelrecht zerschnitten. Das aufgeschlossene, wasserlösliche Protein beginnt im Temperaturbereich zwischen 55°C und 65°C ein Gel zu bilden. In diesem Stadium geliertes Albumin lagert sich leichter an die Ballaststoffe an und ist somit schwerer vom Okara zu trennen. Die Denaturierung setzt dann bei 70°C ein.

Seit Anfang des Jahres 2001 wird in der Firma Life Food GmbH die Kaltvermahlung mit Steinmühlen eingesetzt. Dabei werden mit einem Mahlwerkzeug Reibungskräfte erzeugt, welche die Bohnen zerdrücken und zerreiben. Durch die konische Form des Mahlpaltes werden die Bohnen fließend bis zur Endgröße des Mahlgutes vermahlen. Dadurch wird das Albumin schonender aufgeschlossen, es findet keine frühzeitige Gelbildung mehr statt.⁶

Nachdem die Bohnen fein vermahlen sind, wird der Brei, der nun aus sehr kleinen Partikeln – dem sogenannten frischen Sojapüree = „go“ in Japan⁷ – besteht, in den Dampftopf gegeben und erhitzt. Der Dampfdrucktopf wird an eine Dampfleitung angeschlossen, bis kurzfristig eine Temperatur von 120°C und ein Überdruck von 1,1 bar erreicht werden. Die Endtemperatur sollte bei ca. 110°C liegen.

Je nachdem wie viele Dampfverbraucher gerade in Betrieb sind, dauert die Erhitzung kürzer oder länger. Es kam auch vor, dass es einen Massentrückschlag aus dem Topf gab, als in der Dampfleitung ein Unterdruck herrschte. Zudem ist der Kondensatgehalt im Dampf verschieden, je nachdem wie viele Maschinen in Betrieb sind. Im Durchschnitt steigt das Gewicht des Dampfdrucktopfes um etwa 600 g Dampfkondensat an.

Der verwendete Dampfdrucktopf besitzt oben am Deckel eine Vorrichtung, an welcher ein Schlauch angeschlossen werden kann, um die erhitzte Masse abzulassen. Da der Topfinhalt noch unter Druck steht, ist beim Entleeren Vorsicht geboten. Da anschließend an die Erhitzung die Sojamilch vom „Okara“ getrennt werden soll, wird die heiße Masse durch ein Tuch in den Presszylinder gegossen. Okara ist die japanische Bezeichnung für die festen Bestandteile der Sojabohne, welche nach dem Vermahlen und Abtrennen der Sojamilch übrig bleiben.

Die heiße Masse wird aufgetrennt in Okara und Sojamilch. Im Tuch des Presszylinders wird das Okara aufgefangen und anschließend im Druckstativ so ausgepresst, dass am Ende der Feuchtigkeitsgehalt max. 79% beträgt.

Die im Topf aufgefangene Sojamilch wird nun im Wasserbad auf 84°C erhitzt. Es sind etwa 2750 ml Sojamilch angefallen, die nun weiterverarbeitet werden. Es muss im Thermostaten eine Wassertemperatur von 90°C erreicht werden, um einen schnellen Wärmeübergang auf die Sojamilch zu erreichen.

Während die bereits aufgefangene Sojamilch im Wasserbad erhitzt wird, wird das Okara so weit ausgepresst, dass die restliche Sojamilch noch vor der Zugabe des Gerinnungsmittels zugegeben werden kann. Mittels eines Drehmomentschlüssels wird die Schraube mit einer Kraft von 30 Nm angezogen, um auf den gewünschten gleichmäßigen Feuchtegehalt des Okara zu kommen. In den Versuchen wurden folgende Feuchtigkeitsgehalte ermittelt:

⁶ Hauck, Stefan: Tofureis Schulung Block 1, Eigenverlag Firma Life Food GmbH in Freiburg, .06/99

⁷ Shurtleff, William; Aoyagi, Akiko: The Book of Tofu, The Soyfoods Center Lafayette, 1984; S.117

Tab. 22: Absoluter Feuchtigkeitsgehalt aller Versuche

Sojasorte	absolute Feuchte
Batida	79,05%
Dolly	78,59%
Sonja	78,01%
Durchschnitt	78,55%

Die vorgegebenen maximalen 79% wurden somit im Durchschnitt aller Versuche im Labor erreicht.

Mit dem Drehmomentschlüssel ist erfahrungsgemäß schnell viel Kraft auszuüben. Aus diesem Grund sollte zu Beginn der Pressung mit etwa 2 Nm gepresst werden, da ansonsten die Tofumasse zu den Löchern am Boden des Presszylinders herausgedrückt wird. Je nach Tofuqualität kann immer wieder über einen Zeitraum von 30 Minuten die Kraft erhöht werden. Am Ende des Pressvorganges kann eine Kraft von maximal 10 Nm ausgeübt werden. Je nach Sojabohnensorte und Tofuqualität können auch 5 Nm ausreichen. Hier ist allgemeingültige Angabe nicht möglich.

Die ablaufende Molke wird aufgefangen und die gesamte Molkemenge wird bestimmt.

Ist die Okarapressung erfolgreich beendet, wird die abgepresste Sojamilch in den Topf im Wasserbad gegeben. Nun sollte mit dem Refraktometer der Brechungsindex bestimmt werden. So kann umgehend der Anteil fester Bestandteile ermittelt werden. Zuvor muss die Milch jedoch auf etwa 20°C abgekühlt werden, um vergleichbare Werte zu erhalten. Brix von 10,5° bedeutet, dass die Sojamilch zu dick ist und beim nächsten Versuch die gequollenen Sojabohnen mit mehr Wasser vermahlen werden müssen.

Ein Brixgehalt von 8,5° bedeutet dagegen, dass die Milch zu dünnflüssig ist und in der nächsten Wiederholung der Wassergehalt beim Vermahlen zu reduzieren ist. Anstelle der Wassermenge kann auch die Bohneneinwaage entsprechend verändert werden, da das Füllungsvermögen des Thermomixbehälters begrenzt ist.

In den Versuchen wurde am Anfang bei der Sorte Dolly ein Brechungsindex von bis zu 10,5° erzielt. Bei einer Einwaage von 860 g gequollenen Bohnen wurden deshalb 2000 g Wasser zugegeben. Um 9° Brix zu erreichen, mussten letztendlich 2200 g Wasser zugefügt werden.

Dies bedeutet:

$$\begin{aligned} 860 \text{ g Bohnen} &\Leftrightarrow 2200 \text{ g Wasser} \\ X \text{ g Bohnen} &\Leftrightarrow 1900 \text{ g Wasser} \\ \Rightarrow X &= \underline{743 \text{ g Bohnen}} \end{aligned}$$

Mit 743 g Bohnen- und 1900 g Wassereinwaage konnte ein als Standard festgelegter Brix von 9° erreicht werden.

Hat die Milch dann 84°C erreicht, wird sie mit den Koagulationsmitteln Nigari (Magnesiumchlorid = MgCl_2) und Gips (Calciumsulfat = CaSO_4) im ungefähren Verhältnis 1:2 versetzt. Es ist wichtig zu wissen, wie viel Sojamilch insgesamt in dem Topf ist, um eine genaue Berechnung der Koagulationsmittel durchführen zu können. Eine falsche Menge kann zur Folge haben, dass die Milch nicht richtig oder zu stark gerinnt und das Endprodukt somit nicht die erwünschte Qualität zeigt. Zu Anfang wurden bei der Sorte Dolly im Durchschnitt 2,96 l Sojamilch erzielt. Als die Menge an Sojabohnen reduziert wurde, um den entsprechenden Brixgrad zu erzielen, gab es im Schnitt nur noch etwa 2,75 l Sojamilch.

Dies bedeutet: 2,96 l \Rightarrow 6,0 ml Nigari ($MgCl_2$)
 11,0 ml Calciumsulfat ($CaSO_4$)

 2,75 l \Rightarrow 5,4 ml Nigari ($MgCl_2$)
 10,0 ml Calciumsulfat ($CaSO_4$)

Die für 2,75 l Sojamilch angegebenen Werte für Nigari und Calciumsulfat entsprechen nicht genau den zugehörigen Werten von 2,96 l, da es sich hier um einen Durchschnittswert handelt, der nur deshalb herangezogen wurde, um zu verdeutlichen wie wichtig eine Berechnung ist. Die Werte für 2,75 l Sojamilch dagegen sind Versuchsergebnisse.

Die Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Salze werden in der Tofurei folgendermaßen in Lösung gebracht: 1:1 Nigari zu Wasser und 1:2 Calciumsulfat zu Wasser. Das Calciumsulfat muss dabei ständig umgerührt werden, um einer Stoffauftrennung vorzubeugen. Die Koagulationsmittel werden mit einer Pipette in ein entsprechendes Gefäß pipettiert, um es anschließend in die heiße Sojamilch einzurühren. Das Einrühren der Koagulationsmittel stellte sich als sehr schwierig heraus. Wird zu schnell gerührt, ist das Tofuergebnis anschließend nicht akzeptabel, da der Tofu fest und griesig ist. Zu langsames Rühren hat zur Folge, dass sich das Koagulationsmittel nicht richtig in der Milch verteilt und somit die Denaturierung nicht ausreicht, um eine gute Tofuqualität zu erzielen.

Es hat sich folgende Vorgehensweise bewährt:

- \Rightarrow Durch fünfmaliges Umrühren mit einem Löffel wird eine turbulente Strömung erzeugt.
- \Rightarrow Nun die gemischten Salze unter ständigem Rühren langsam zugeben, damit eine gute Verteilung in der Milch stattfindet. Insgesamt wird dabei 10 mal in derselben Richtung weitergerührt wie vor der Zugabe.
- \Rightarrow Um diese turbulente Strömung zu brechen, wird nun 10 mal in die andere Richtung gerührt.
- \Rightarrow Zum Abschluss nochmals fünf Umdrehungen in die andere Richtung. Diese Umdrehungen werden jedoch langsamer durchgeführt, um die gesamte Milch damit abzubremesen, so dass sie anschließend im Topf steht.

Am Ende des Rührprozesses bilden sich schon kleine Ausflockungen in der Milch, die jetzt nicht mehr bewegt werden darf. Die Herdplatten und der Durchlauferhitzer werden ausgeschaltet, der Topf verbleibt jedoch im Wasserbad. Dieser ganze Vorgang wurde dem des Tofukarussells in der Tofurei nachempfunden, weshalb folgende Zeiten eingehalten wurden:

Tab. 23: Vorgänge und Zeiten am Tofukarussell

Vorgang	Zeit
Topfbefüllung	140 s
Rührvorgang	100 s
Ruhephase	840 s
Brechung	140 s
Ruhephase	280 s
Molkenabsaugung	280 s

Da dieser Vorgang in der Tofurei automatisiert ist, sind ständig 14 Töpfe in Betrieb. Der Rührvorgang über 100 s wurde im Labor nicht eingehalten, da sich herausstellte, dass es viel wichtiger ist, exakt zu rühren, um vergleichbare Ergebnisse erzielen zu können.

Die 14-minütige Ruhephase dagegen kann eingehalten werden. Es ist jedoch nicht möglich,

140 sec lang die im Topf entstandene Struktur zu brechen, da sonst zu viele kleine Partikel entstehen, die wiederum keine gute Tofuqualität erzielen lassen. Nach der fünfminütigen Ruhephase wurde von Hand mit einem Sieb entmolkt. Hier war es wichtig, nicht zu viel Molke abzuscheiden, um keinen zu trockenen Tofu zu erhalten.

Zur Entmolkung wird die Tofumasse in ein Sieb überführt und von Hand durch leichtes Kippen des Siebes die Molke abgetrennt. Der Entmolkung folgt die Pressung des entstehenden Tofus. Dazu wird die soweit entmolkte Masse in den Presszylinder überführt und anschließend langsam mit dem Drehmomentschlüssel gepresst. Im Druckstativ wird über 30 min. hinweg die Tofumasse so gepresst, dass die überschüssige Molke abfließt. Nach 30 min. lässt sich der Tofu nicht mehr weiter effizient auspressen.

Die Tofuausbeute wird bestimmt durch Wägung aller Ausgangs-, Zwischen- und Endprodukte: Sojabohnen (trocken/gequollen), Wasser- und Dampfmenge, Sojamilch, Okaragehalt, Molke- und Tofumenge.⁸

Tofuherstellung in der Tofurei (Großversuch)

Die Tofuherstellung in der Tofurei unterscheidet sich von den Kleinversuchen im Labor insofern, als hier am Anfang big bags verwendet werden, in denen aus den Mühlen die getrockneten und gereinigten Sojabohnen zur Verarbeitung angeliefert werden. Ein „big bag“ fasst normalerweise 630 kg. Die Menge der Versuchsbohnen, von denen die Sorten Batida und Sonja auf Versuchsflächen des IfUL in Müllheim angepflanzt waren und die Sorte Dolly, die von einem Vertragslandwirt stammten, teilt sich wie folgt auf:

Tab. 24: Im Großversuch verarbeitete Sojabohnen (Sorten)

Sojasorte	Menge [kg]
Batida	605
Dolly	651
Sonja	609

Die big bags werden aufgehängt und unten geöffnet, so dass die Sojabohnen durch einen Trichter auf ein Förderband fallen. Von dort werden sie in das zu befüllende Silo befördert.

Nach dem Einweichen der Sojabohnen wird das Einweichwasser aus dem jeweiligen Silo abgelassen und die gequollenen Bohnen werden zur neuen Bohnenwaschanlage gebracht. Dort wird noch anhaftender Schmutz von den Sojabohnen abgewaschen und enthaltene Steine werden aussortiert.

Aus dem Waschwasser werden die Sojabohnen durch eine Schnecke zur Kaltvermahlung in die Mühle befördert. Der entstandene Sojabrei rutscht über eine Metallschiene in einen Auffangbehälter. Von dort wird das Soja-Püree in die Dampfdrucktöpfe verteilt. Hier werden dann enthaltene Mikroorganismen inaktiviert oder abgetötet, sowie die Trypsininhibitoren inaktiviert.

Die so durch Überdruck erhitzte Masse wird nun extrahiert. Das anfallende Okara wird in Fässern aufgefangen und dient im Moment als Tierfutter. Es wird angestrebt, das Okara zu trocknen, um es zur Weiterverarbeitung zur Verfügung stellen zu können. Die anfallende

⁸ Erweitert nach Hauck, Stefan: Tofuproduktion im Labormaßstab, Eigenverlag der Firma Life Food GmbH in Freiburg, 2000

Sojamilch gelangt in einen Vorratstank und von dort direkt in die Töpfe des Tofukarussells. Im Tofukarussell werden je nach Bohnensorte unterschiedliche Sojamilchmengen in die Töpfe gefüllt.

Folgende Tabelle zeigt die unterschiedlichen Füllmengen an Sojamilch, sowie an Gerinnungsmitteln:

Tab. 25: Füllmenge/Karusselltopf [l]

Sojasorte	Füllmenge [l]	Nigari [ml]	Calciumsulfat [ml]
Batida	49	100	195
Sonja	50	100	195
Dolly	49	100	195

Ein Umlauf des Karussells dauert normalerweise 14 Minuten. Je nach Sojasorte und Tofuqualität können auch hier Veränderungen durchgeführt werden. Für gewöhnlich fährt das Karussell mit den folgenden Takten:

Tab. 26: Takte des Tofukarusells

Bezeichnung	Takt [s]
Milch einfüllen	140
Gerinnungsmittel einrühren	100
Ruhephase	840
Masse aufbrechen	140
Ruhephase	280
Molkenabsaugung	280

Die abgossene Sojamasse wird in Presskästen auf einem Förderband zur Tofupresse gebracht. Der gefüllte Presskasten kommt nun in die Tofupresse. Diese Pressstraße fährt mit den folgenden Takten:

Tab. 27: Drücke der Tofupresse

Pressen-Nr.	Druck [bar]
1 bis 3	1
4 bis 6	3
7 bis 9	4
10 bis 12	6

Nachdem der Tofu fertig gepresst und in die gewünschte Größe geschnitten ist, wird er in kaltem Wasser abgekühlt und zur Aufbewahrung kalt gestellt.

3.1.7 Bestimmung des Nitrathaushaltes im Boden nach Sojabohnen und Lupinen während des Winterhalbjahres

Sojabohnen

In den Winterhalbjahren 1999/2000 sowie 2000/2001 wurden jeweils im Zeitraum von Oktober bis April in regelmäßigen, 14-tägigen Abständen Bodenproben entnommen. Die Probennahme erfolgte mit dem Pürckhauer-Bohrstock und der „Nitrat-Raupe“. Die Untersuchung der unmittelbar nach ihrer Entnahme tiefgefrorenen Bodenproben auf Nmin- und Wasser-Gehalte erfolgte an der LUFA in D-Augustenbergr. Folgende Standorte wurden beprobt:

- In Buggingen auf dem Betrieb Ruesch, östlich von Buggingen der Schlag RUO (nur 1999/2000) sowie westlich von Buggingen die Schläge RUH (nur 2000/2001) und RUW.
- In Müllheim (westlich) auf dem Betrieb Gass die Schläge GAN und GAS sowie der IfuL-eigene Schlag WMW.

Sämtliche Flächen gehören zu Betrieben des Bioland- (Gass, IfuL) bzw. Naturland-Verbandes (Ruesch).

Die Feldkapazität des Oberbodens wurde an mittels Stechzylinder entnommenen Bodenproben bestimmt. Von den Standorten RUH und RUW in Buggingen konnten wegen des hohen Steinanteiles im Boden keine Stechzylinderproben entnommen werden; eine Übertragung der auf dem Schlag RUO gewonnenen Werte ist nicht möglich. Die Schläge GAS und GAN wurden aufgrund vergleichbarer Bodenverhältnisse gleichgesetzt; die Beprobung erfolgte auf dem Schlag GAS.

Die feldfrischen Proben wurden 24 Stunden in einem Wasserbad überstaut. Am IfuL ist keine technische Einrichtung zum Anlegen eines kontrollierten Unterdruckes bis Erreichung der maximalen Feldkapazität verfügbar. Daher behalf man sich, indem die Proben anschließend zum Abfließen des Wassers aus dem Wasserbad genommen und 24 Stunden mit locker aufgesetztem Deckel als Verdunstungsschutz abgestellt wurden. Nach einer Wägung wurden die Proben 24 Stunden im Trockenschrank bei 105°C getrocknet und erneut gewogen. Der Gewichtsverlust entspricht der Feldkapazität in Gramm je 100 cm³. Das Grobporenvolumen ergibt sich rechnerisch aus dem Zylindervolumen (100 cm³) abzüglich Wasser und Substanzvolumen des Bodenmaterials.

Tab. 28: Feldkapazitäten in % bzw. mm (geschätzte Werte *kursiv*)

Schlag:	WMW (steinfrei)		GAS u. GAN (<5% Skelett)		RUO (steinfrei)		RUH (20% Skelett)		RUW (10% Skelett)	
	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	mm
Horizont:										
0-30 cm	46,0	138	37,5	112	39,7	119	30,0	90	33,8	101
30-60 cm	44,1	132	36,0	108	36,3	109	28,8	86	32,4	97
60-90 cm	44,1	132	36,0	108	36,3	109	28,8	86	32,4	97

Die Methodik wurde dem „Bodenkundlichen Praktikum“ (Schlichting & Blume, 1995) entnommen.

An den Standorten RUH und RUW war infolge des hohem Steinanteils eine Entnahme von

Stechzylinderproben nicht möglich. Daher musste die Feldkapazität unter Berücksichtigung des Skelettanteils geschätzt werden.

Die Simulation der Nitratauswaschung erfolgte nach dem Rohmann-Modell. Hierbei wird die Nitratfracht durch das beobachtete Bodenprofil (0-90 cm) und die Auswaschung in Schichten unterhalb 90 cm Tiefe unter Flur ermittelt. Die Berechnung erfolgt unter Zugrundelegung der bekannten Größen Nitratgehalt im Boden, Feldkapazität, aktuelle Bodenfeuchte zum Zeitpunkt der Probenahme sowie kumulierte Niederschläge zwischen zwei Beprobungen. Es wird davon ausgegangen, dass Niederschlagswasser von einer höheren in die nächst tiefere Bodenschicht übergeht, sobald das maximale Speichervermögen für Wasser (Feldkapazität) erreicht ist. Aus dem Nitratgehalt (kg N/ha) der jeweils betrachteten Bodenschicht sowie der Wassermenge errechnet sich die Nitratkonzentration des Boden- bzw. Sickerwassers.

Kurzfristig wurden im Herbst 2000 zwei weitere Versuche als Tastversuche angelegt, um Möglichkeiten einer Reduzierung des N_{\min} -Gehaltes durch Zufuhr von organischer Substanz mit einem weiten C/N-Verhältnis zu untersuchen. Auf dem Schlag Winkelmaten West wurde Weizenstroh aus ökologischem Anbau ausgebracht. Ein Äquivalent von 50 dt/ TM ha (entspricht einem durchschnittlichen Strohertrag) wurde gehäckselt, vor der Aussaat des Winterweizens auf einer Teilfläche von 30 m² ausgebracht und flach eingearbeitet. Ein weiterer Versuch wurde in Kooperation mit dem ITADA-Projekt 1.2.1 („Stickstoffverfügbarkeit von kompostierten ‚Abfällen‘ im Ökolandbau“) angelegt. Auf einer konventionell bewirtschafteten Fläche mit Sojabohnen als Vorfrucht wurde Grüngutkompost in zwei verschiedenen hohen Aufwandmengen (15 bzw. 30 t TM/ha) ausgebracht und mit einer Kontrolle (0) verglichen. Die weiteren Angaben zur Methodik sowie die detaillierten Ergebnisse des Kompostversuches sind dem Abschlussbericht 1.2.1 zu entnehmen.

Lupinen

Um das Verhalten des Stickstoffes im Boden nach der Lupinenernte zu beobachten, wurde in Zürich-Reckenholz ein N_{\min} -Beprobungsversuch angelegt. Auf einem geerntetem Feld der Sorte Lublanc eines Praxisbetriebes wurde ab dem 25. August in 14-tägigen Abständen bis Mitte März der mineralische Stickstoffgehalt des Bodens in den Bodentiefen 0-30, 30-60 und 60-100 cm gemessen. Die Analyse wurde nach Walther *et al.* (1994) mit 3-facher Wiederholung der Beprobung durchgeführt.

3.2 Systematische Auswertung der Literatur zum Soja- und Lupinenanbau unter vorrangiger Berücksichtigung des organischen Landbaus

Sojabohnen und Lupinen gelten in vielfältiger Hinsicht als hochinteressante Pflanzen, deren Biologie, Anbau und Verwertung eine große Aufmerksamkeit auch in der Öffentlichkeit genießt.

Über die Biologie der **Sojabohne** (*Glycine max*) sowie ihre kulturgeschichtliche Bedeutung konnten zahlreiche, teilweise sehr umfangreiche Angaben in der älteren und neueren Literatur nachgewiesen werden (70; 81; 98; 103; 109; 133; 154; 252; 253; 254; 259; 263; 266). Über agronomische Fragen, wie Anbau und Züchtung (10; 47, 53; 54; 55; 56; 63; 64; 69; 71; 79; 82; 87; 107; 109; 133; 146; 148; 157 ;172; 188; 193; 205; 215; 229; 231; 250; 252; 259; 286) wurde sehr intensiv referiert, weshalb eine grundlegende Untersuchung dieser Fragen anhand von Feldversuchen im Rahmen des Projektes nicht erforderlich war.

Bei der Standortwahl sollten steinfreie Flächen bevorzugt werden. Schon bei der Saatbettbereitung und der Aussaat sollte die Fläche eben sein. Daher muss später die mechanische Unkrautkontrolle so durchgeführt werden, dass ein Anhäufeln der Pflanzen vermieden wird. Aufgrund des sehr niedrigen untersten Hülsenansatzes, vor allem bei frühreifenden Sorten, kann es zu nicht unerheblichen Ernteverlusten kommen. Eine durchgehend vom Mähdrescher nicht erfasste Hülse je Pflanze bedeutet einen Ertragsverlust auf der ganzen Fläche von ca. 1 dt/ha. Bei dem Versuch, dennoch auch die untersten Hülsenetagen zu erfassen, besteht die Gefahr einer Verschmutzung durch Bodenpartikel, einer Verunreinigung des Erntegutes und mechanischer Beschädigungen am Mähdrescher infolge des Steinanteils. Die Ernte hat schonend zu erfolgen, höhere Anteile an Bruchkorn können vermieden werden, indem die Dreschtrommeldrehzahl reduziert (400-600 U/min) und der Dreschkorb geöffnet wird.

Über die Fruchtfolgegestaltung liegen unterschiedliche Angaben aus der Literatur sowie Berichte aus der Praxis vor. An Fruchtfolgekrankheiten wurde in der Region *Sclerotinia sclerotiorum* beobachtet. Aufgrund des weiten Wirkkreises sollten Sojabohnen nicht gemeinsam mit Sonnenblumen, Cruciferen und anderen Leguminosen in der Fruchtfolge stehen. Andererseits konnte beobachtet werden, dass ein erneuter Anbau nach der Vorfrucht Sojabohnen sowohl zu besseren Erträgen als auch höheren Proteingehalten im Korn führt. Dies kann durch eine erfolgreiche Besiedlung durch Rhizobien (*Bradyrhizobium japonicum*) erklärt werden. Voraussetzung für diese positiven Effekte ist natürlich eine Befallsfreiheit von *Sclerotinia*. Aufgrund der Unabhängigkeit aller Leguminosen von einer mineralischen Stickstoffdüngung und einem guten Aneignungsvermögen für die übrigen Hauptnährstoffe, vor allem den Phosphor, nehmen insbesondere Fragen der Unkrautkontrolle, aber auch der Schädlings- und Krankheitsbekämpfung einen breiten Raum in der Literatur ein. Vor allem die Spätverunkrautung stellt in der Erzeugung von Qualitätsware ein Problem dar (1; 2; 65; 72; 73; 74; 80; 92; 119; 127; 161; 169; 190; 204; 206; 217; 222; 255; 282). Auch hinsichtlich Fragen der Schädlings- bzw. Krankheitsproblematik konnte auf umfangreiche Berichte zurückgegriffen werden. Unter den tierischen Schaderregern können Spinnmilben und Blattläuse auftreten, letztere auch als Vektoren für Viruserkrankungen. Bislang spielen sie im regionalen Anbau keine Rolle. Bedeutender sind jedoch Schäden durch Vogelfraß (Tauben, Saatkrähen) und Hasen bzw. Rehe vor allem an den Jungpflanzen (9; 18; 62; 110; 118; 147; 187; 189; 196, 221; 247, 256, 276). Weniger ergiebig war die Literaturschau bezüglich Fragen der Saatgutimpfung aufgrund teilweise sehr widersprüchlicher Angaben in der Literatur sowie von Seiten der Praktiker. In der Diskussion wird auf diesen Problemkreis zurückgegriffen werden (42; 56; 61; 88; 120; 149; 178; 186; 191; 192; 193; 219).

Die Sojabohne kann aufgrund eines großen Spektrums unterschiedlicher Reifegruppen und

zahlreicher, an die jeweilige Nutzungsform abgestimmter Sorten, in fast allen tropischen bis gemäßigten Klimaten der Erde angebaut werden. Da frühreife Sorten im allgemeinen ein geringeres Ertragsniveau aufweisen, sollte der Produzent auf später reifende Sorten zurückgreifen, sofern diese aufgrund langjähriger Anbauerfahrung noch sicher abreifen und geerntet werden können (8; 11; 21; 22; 24; 54; 63; 64; 90; 96; 139; 186; 195; 220; 260; 268). Unter den gegenwärtig innerhalb Deutschlands bzw. der EU zugelassenen Sojabohnensorten haben sich bislang folgende Sorten für den regionalen Anbau bewährt:

Tab. 29: Geeignete Sojasorten für den Anbau in der Region südlicher Oberrhein

Bezeichnung	Züchter/Vertrieb	Reifegruppe
Batida EU	SWS Spaeth	00
Essor EU	Rustica Saaten	00
Junior EU	Rustica Saaten	00
Quito EU	Monsanto	00
Sepia EU	RAGT	00
York EU	Saatbau Linz	00
Dolores EU	Saatbau Linz	00/000
Dolly EU	Saatbau Linz	00/000
Dorena EU	Saatbau Linz	00/000
Fuego EU	Spaeth	00/000
Sonja	IG Pflanzenzucht	00/000
Northern Conquest EU	Robin Appel	000
OAC Erin	PZ Oberlimpurg	000
OAC Vision	Saatzucht Steinach	000
Pronto EU	Saatbau Linz	000

Während im Süden der Oberrheinebene Sorten der Reifegruppe 00 noch sicher abreifen, müssen in weiter nördlich bzw. topographisch höher gelegenen Anbaugebieten früher reifende Sorten der Gruppen 00/000 oder 000 gewählt werden. Hierbei gilt die allgemeine Regel, dass eine frühere Abreife mit teilweise erheblichen Ertragseinbußen verbunden ist.

Über den Anbau in der Region, vor allem unter den Bedingungen des Biologischen Landbaus, finden sich nur sehr wenige Angaben in der Literatur. Es besteht vor allem an diesbezüglichen deutschsprachigen Veröffentlichungen ein Mangel, welcher durch zahlreiche französische Artikel ausgeglichen wird, die jedoch nur bedingt auf die Verhältnisse im Oberrheintal übertragbar sind, sofern nicht Fragen des Anbaus von Sojabohnen im Elsass bzw. in Nordfrankreich berührt werden (20; 25; 26; 28; 39; 40; 54; 58; 82; 113; 139; 141; 145; 163; 212; 213; 215; 260; 268).

Nicht zuletzt durch die anhaltende öffentliche Diskussion um Gentechnik sowie Verunsicherungen der Konsumenten hinsichtlich der gesundheitlichen Unbedenklichkeit des Fleischverzehr wurde ein Anbau der Sojabohne in kontrolliertem konventionellen Anbau bzw. in ökologisch wirtschaftenden Betrieben ausgedehnt. Gegenwärtig ist in diesem Bereich ein, für die übrige Landwirtschaft unbekanntes, Phänomen feststellbar, nämlich dass die Nachfrage nach Ökosoja - vor allem als Tofuware - das Angebot bei weitem übersteigt. Daraus resultieren auch verhältnismäßig hohe Erzeugerpreise (15; 23; 30; 38; 66; 90; 94;

136; 138; 139; 140; 155; 156; 164; 177; 185; 199; 200; 204; 210; 213; 222; 229; 230; 232; 248).

Lupinen sind botanisch gesehen keine einzelne Art, sondern eine Gattung. Von den über 200 Arten der zu den Leguminosen zählenden Gattung *Lupinus* sind bisher fünf Arten domestiziert worden (Plarre 1999). Die landwirtschaftlich interessanten Arten sind die Weiße Lupine (*Lupinus albus*), die Blaue oder Schmalblättrige Lupine (*Lupinus angustifolius*) und die Gelbe Lupine (*Lupinus luteus*). Lupinen sind von Natur aus alkaloidhaltige Pflanzen. Bei einem hohen Gehalt an für Mensch und Tier toxischen Alkaloiden (Bitterstoffen) spricht man von Bitterlupinen. Durch die Züchtung ist es gelungen, Sorten mit einem Alkaloidgehalt von weniger als 0,05% im Korn zur Verfügung zu stellen. Diese sogenannten Süßlupinen sind somit problemlos in der Ernährung einzusetzen. Obwohl die Lupinen aufgrund der Anthracnose-Anfälligkeit noch besondere Probleme für den Bio-Anbau aufweisen, sind sie gerade für diesen Sektor nicht uninteressant. Denn es existieren noch keine transgenen Sorten und angesichts der relativ geringen Bedeutung für den Weltmarkt ist auch in absehbarer Zeit diesbezüglich nicht damit zu rechnen. Ein weiterer Grund, welcher für einen regionalen Anbau von Lupinen spricht, wäre die Unabhängigkeit von schwankenden Dollarkursen und demzufolge instabilen Preisen für Sojabohnen und Sojaprodukte.

Die drei Lupinen-Arten lassen sich aufgrund ihrer Anforderungen an Boden und Klima wie in Tab. 30 aufgezeigt charakterisieren:

Tab. 30: Anforderungen der Lupinenarten an Boden und Klima (Römer, 1996)

Art	Boden	Klima	Tausend-kornge-wicht (g)
Gelbe Lupine	Sande und schwachlehmige Sande mit niedrigem pH-Wert (5,5 bis 6,5); höhere pH-Werte führen zu Kalkchlorose (Vergilbung der jüngsten Laubblätter)	keine zu hohen Temperaturen in der Jugendentwicklung; trockenes Wetter während der Reifezeit; Vegetationsdauer: 135 bis 170 Tage (je nach Sorte)	100 - 160
Weiße Lupine	höchste Erträge auf besseren Böden (mindestens sandiger Lehm, besser Lösslehm- oder Schwarzerdeboden); auch Sandböden mit pH 5,5 bis 6,5; generell keine Böden mit pH > 7	warmes, feuchtes Frühjahr; hohe Erträge erfordern kühle Temperaturen bis zum Rosettenstadium sowie gute Wasserversorgung zur Blüte; Vegetationsdauer: 140 bis 175 Tage (je nach Sorte)	250 - 450
Blaue Lupine	Lehmige Sande, sandige Lehme; kalkverträglicher als die Gelbe Lupine; keine Moor- u. Heideböden (hier ist die Gelbe Lupine besser geeignet)	Gebiete mit kurzer Vegetationszeit; Vorgebirgslagen, Küstengebiete; Vegetationsdauer: 120 bis 150 Tage (je nach Sorte)	150

Die Lupine ist eine uralte Kulturpflanze Mitteleuropas, wie archäologische und paläobotanische Funde sowie zahlreiche Erwähnungen in der antiken Literatur bezeugen. Seit ca. 200 Jahren ist die Lupine vor allem auf sauren Sandstandorten Nordostdeutschlands zu finden (3; 29; 43; 98; 99; 102; 103; 108; 111; 130; 132; 197; 198, 203; 253).

Die Lupinen, welche in der Alten Welt vorwiegend in Deutschland, Frankreich, Polen und Ungarn bzw. in der Neuen Welt in den Anden angebaut werden, stellen dennoch in der Region eine eher unbekanntere Nutzpflanze dar. Unter den zahlreichen Arten der Gattung *Lupinus* kommen wegen einer nicht konstant vererbbaeren Alkaloidarmut bzw. -freiheit der neuweltlichen Arten (*L. mutabilis*) nur Formen aus dem europäisch-asiatischen Bereich in Frage. Die Gelbe Lupine (*Lupinus luteus*) wird inzwischen durch die Weiße (*L. albus*) und vor allem die Blaue Lupine (*L. angustifolius*) immer weiter in ihrer Bedeutung für den Anbau zurückgedrängt.

Die Lupine kann genauso vielseitig eingesetzt werden wie die Sojabohne. Aufgrund ähnlicher Eigenschaften können daher Lupinen die Sojabohne teilweise oder vollständig ersetzen. In der Tierfütterung erweist sich das Fehlen eines Enzym-Inhibitors insofern als Vorteil, als die Notwendigkeit für ein Toaster entfällt. Enthaltene Alkaloide sind ausgesprochen hitzebeständig; daher sollten nur alkaloidfreie Genotypen (sog. Süßlupinen) in der direkten Verfütterung verwendet werden. Eventuell vorhandene Mykotoxine können vor allem für Schafe gefährlich werden und führen zur sog. Lupinose mit teilweise tödlichem Ausgang. In der Schweinehaltung können Lupinen mit bis zu 20% der Ration die Sojabohne ersetzen. Man muss das etwa 1,5-fache des Sojaanteils durch Lupinenschrot substituieren. In der Humanernährung lässt sich ebenfalls ein tofuähnliches Produkt erzeugen, welches in Deutschland unter dem geschützten Markennamen „Lopino“ erzeugt und vertrieben wird. Lupinen-„Tofu“ ist von der Konsistenz her etwas weicher als echter Tofu. Im Gegensatz zu Tofu aus Sojabohnen gewinnt man das Lupineneiweiß in einem Kaltwasserextrakt. Erste Berichte über die vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten finden sich in dem Tagungsbericht der „Gesellschaft für angewandte Botanik“ in Hamburg aus dem Jahr 1918, wo man diese Vielseitigkeit anhand eines „Lupinenfestessens“ dokumentierte.

Im Gegensatz zu Frankreich oder Deutschland sind die Lupinen in der Schweiz eine verhältnismäßig unbekanntere Kultur. Mitte der 80er Jahre prüfte die Eidgenössische Landwirtschaftliche Forschungsanstalt für Pflanzenbau (RAC) in Nyon verschiedene weiße Lupinen-Sorten und Anbauverfahren (Perler 1991). Perler kam dabei zum Schluss, dass aufgrund der spezifischen pH-Anforderungen und aufgrund der günstigeren Rahmenbedingungen für andere Kulturen der Lupinenanbau in der Schweiz nicht zu empfehlen sei. Am Institut für Pflanzenwissenschaften der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) in Zürich wurde 1989 eine Diplomarbeit zum Anbau von Lupinen durchgeführt (Fischler 1989). Die Schweizerische Vereinigung zur Förderung der Körnerleguminosen unternahm Ende der 90er Jahre Anstrengungen, um neben der Sojabohne auch andere Körnerleguminosen wie die Lupine zu fördern (Reinhard und Gehriger 1988). Der Praxisanbau gewann aber nie an Bedeutung. Rund zehn Jahre später untersuchte die Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, ob die Süßlupine eine mögliche Alternative für die Schweiz sei. Böhler (1998) stellte dabei fest, dass die Züchtungsarbeit der letzten Jahre zu neuen, ertragreicheren Sorten geführt hatte. Im Jahr 2000 wurde erstmals eine Anbauprämie von 1260 CHF/ha für den Lupinenanbau ausbezahlt. Aufgrund der Bodenansprüche sind für die Schweiz nur die Weiße und die Blaue Lupine interessant.

Das Hauptproblem bildet die Anthracnose oder Brennfleckenkrankheit der Lupine. Es handelt sich dabei um einen samenbürtigen, virulenten Pilzerreger (*Colletotrichum sp.*) (Römer 1998). In Deutschland trat er erstmals 1992 auf; in der Schweiz wird er seit 1999 beobachtet (Böhler, 2000). Diese Krankheit befällt vermehrt Weiße Lupinen. Blaue Lupinen scheinen momentan resistenter zu sein. Aus diesem Grund wurde in diesem Projekt nebst der Weißen auch die Blaue Lupine untersucht.

Insbesondere die Gelbe Lupine zeigt sich gegenüber hohen Gehalten an freiem Kalk als sehr empfindlich und reagiert auf den hierdurch induzierten Eisenmangel sowie eine

Hemmung der Rhizobien mit Chlorosen. Am empfindlichsten erwies sich die Gelbe, am unempfindlichsten die Weiße Lupine (Tab. 28). Als optimale pH-Werte werden für die Weiße Lupine pH 5,5 - 6,5 (-7) , für die Blaue Lupine pH 6,5 und für die Gelbe Lupine pH 5,5 - 6,5 angegeben. Die Fundstellen in der Literatur bezüglich pflanzenbaulicher Fragen des Lupinenanbaus sowie der Verwendungsmöglichkeiten von Lupinen basieren im wesentlichen auf Erfahrungen in Nord-Ost-Deutschland (3, 12, 17, 33, 43, 45,49, 75, 83, 84, 86, 96, 102, 105, 108, 134, 135, 152, 157, 158, 170, 174, 182, 184, 197, 198, 201, 216, 218, 223, 224, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 243, 246, 249, 264, 265, 267, 283, 287).

Die Anreicherung von Nitrat im Boden nach Sojabohnen als Vorfrucht wird im allgemeinen als wenig besorgniserregend angesehen (16, 41, 42, 56, 59, 89, 100, 106, 129, 159, 174, 178, 179, 183, 191, 201, 202, 207, 208, 209, 228, 233, 274). Die Literaturangaben über Nitratauswaschungen liegen bei ca. 20, ausnahmsweise bis 35 kg N/ha (209). Aufgrund der bislang praktisch nicht vorhandenen regionalen Bedeutung des Lupinenanbaus liegen keine Angaben hierüber aus der Region vor. Untersuchungen aus Nord- und Nordost-Deutschland lassen sich aufgrund dort höherer Niederschläge sowie der verbreiteten leichten Sandböden nicht auf die Verhältnisse im Oberrheintal übertragen.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Bedarf an ökologisch erzeugten Sojabohnen und Lupinen

Dank des veränderten Konsumverhaltens ist in den letzten Jahren ein stetiger Anstieg des Bedarfs an Öko-Soja zu verzeichnen. Angesichts einer Stagnation der Nachfrage im landwirtschaftlichen Sektor sind Zuwachsraten von 15-20% jährlich bei Öko-Soja sehr bemerkenswert.

Der gesamte Bedarf an Sojabohnen und Lupinen in der ökologischen Nutztierhaltung ist schwierig abzuschätzen. Am ehesten lässt sich der Bedarf für Sojabohnen in der Lebensmittelproduktion ermitteln. Für Lupinen existiert gegenwärtig kein Markt, da ein ökologischer Anbau aus den obengenannten Gründen zur Zeit nicht erfolgt. Einige der Sojaproduzenten verarbeiten einen Teil ihrer Ernte auf dem Hof zu Futtermitteln, welche sie entweder vermarkten oder als hofeigenes Futter einsetzen.

4.1.1 Regional

Der überwiegende Teil der Sojabohnen wird im Vertragsanbau erzeugt und dient der Tofuproduktion. Nennenswerte Verarbeitungskapazitäten für regional erzeugte Sojabohnen liegen in Freiburg (Fa. Life Food GmbH).

Im Auftrag der OPABA wurde im Rahmen des vorliegenden Projektes eine umfassende Marktstudie für die Region (unter Einbeziehung des französischen Marktes für Bio-Soja) im Jahr 2000 erstellt. Eine Übersicht über die wesentlichen Ergebnisse wurde veröffentlicht (244; 245).

Abb. 13 zeigt die Entwicklung der Nachfrage nach Bio-Soja (t/a) in der Humanernährung für die bedeutendsten Verarbeiter anhand der zurückliegenden Jahre:

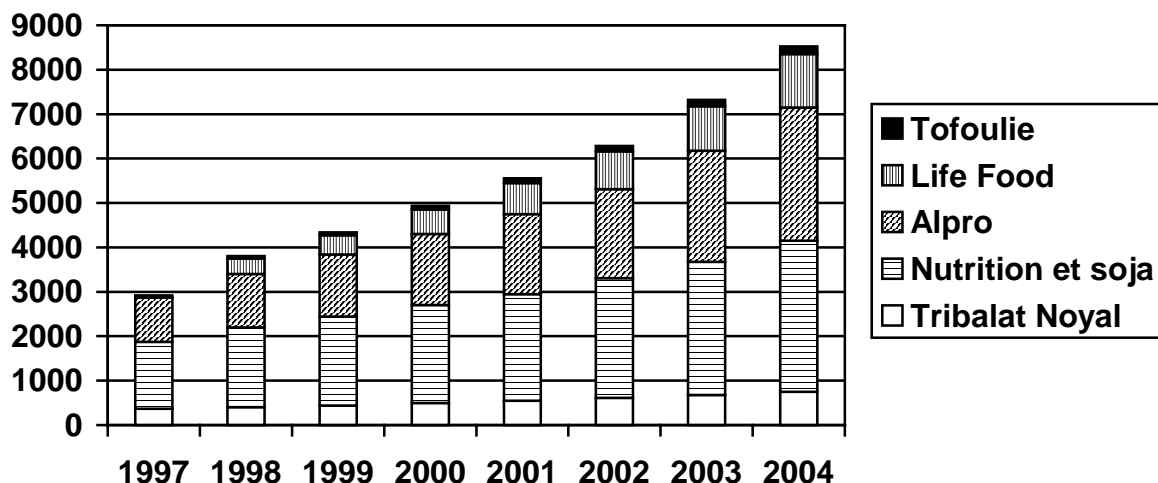


Abb. 13: Verbrauch an Bio-Soja (t/a) durch die führenden Hersteller von Tofu und Verarbeitungsprodukten in Frankreich und Deutschland, 1997 - 2000; Werte ab 2001 geschätzt. (Quelle: Befragung V. Schmidt, 2000)

Im gleichen Zeitraum zeigten sich noch deutlichere Zunahmen in der ökologischen

Tierhaltung. Es bleibt zu bedenken, dass die Verwertung von Soja und Lupinen nicht im gleichen Maße ansteigt, da auch andere Alternativen in der Proteinversorgung der Nutztiere bestehen. Die Steigerungsraten lagen zwischen 25% (Milchvieh) und 89% (Schweine). Bei Geflügel liegen mittlere jährliche Steigerungen von 45-80%, je nach Art vor.

**Tab. 31: Tierhaltung in elsässischen Bio-Betrieben (Anzahl Tiere);
Quellen: ONAB-APCA**

	1998	1999	2004
Milchkühe	932	1110	2400 *
Mutterkühe	64	338	500*
Schweine	540*	1000**	8500*
Geflügel	1100	1000	(65000*)

*Mitteilung Blezat Consulting

**Schätzung 1998 von Blezat, weitere Entwicklung nach ONAB

4.1.2 Überregional

In Deutschland bestehen weitere Verarbeitungskapazitäten für ökologisch erzeugte Sojabohnen im Rheinland (Fa. Viana in Euskirchen) mit einem relativ hohen Bedarf von ca. 350-400 t jährlich. Zahlreiche kleinere Verarbeiter in Kleintofureien oder im Bereich der Reformkost fragen ebenfalls ökologisch erzeugte Sojabohnen in einer Größenordnung von wenigen Tonnen pro Jahr nach. In Norddeutschland verarbeitet die Fa. Lupina (vorm. Geestland) Lupinen zu einem tofuähnlichen Produkt unter dem Markennamen „Lopino“. Der Rohstoff stammt jedoch nur zu einem geringen Teil aus ökologischer Produktion. Bei vorsichtiger Schätzung ergeben sich die in Tab. 32 aufgeführten Größenordnungen:

Tab. 32: Produktion und Verbrauch von Öko-Soja und -Lupinen

1. Verarbeitung von Öko-Soja in der Lebensmittelindustrie		
D	Öko-Verarbeiter	4000 t/Jahr
D	weitere Interessenten sind Hersteller von Reform-Waren	3000 t/Jahr
D-Regio	Fa. Life Food (Freiburg) - zukünftig aus heimischer Soja	500 t/Jahr
D	Fa. viana	350 t/Jahr
F	Société SOJINAL	2000 t/Jahr
F-Regio	Société SOJINAL (Merxheim) - Interesse an lokaler Soja	400 t/Jahr
CH	Migros - Vertragsanbau mit heimischen Landwirten geplant	2000 t/Jahr
2. Öko-Soja in den USA (überwiegend für den Export nach Asien)		
	Erzeugung 1997	80.000 t
	Wachstumsrate	20 - 25 %/Jahr
3. Verarbeiter von Öko-Lupinen in der Lebensmittelindustrie		
D	Fa. Schnitzer, St. Georgen/Schwarzwald (Brot, Pasta)	5 t/Jahr
D	Bioland Handelsgesellschaft GmbH (Kaffeeersatz „Café Pino“)	20-50 t/Jahr
D	Fa. Lupina (vorm. Geestland), Bremerhaven (tofuähnliches Nahrungsmittel)	120-150 t/Jahr
D	weitere?	? t/Jahr

4.2 Erzeugung von Öko-Sojabohnen und -Lupinen

In Frankreich ist eine neue Schiene als „Soja de Pays“ eingeführt worden, welche man am ehesten in den Bereich der Integrierten Produktion einordnen kann. Darüber hinaus werden in Frankreich, jedoch nicht im Elsass, Öko-Sojabohnen erzeugt. Weiterer Ökoanbau in nennenswertem Umfang findet in Kanada statt. Hierbei stellt sich jedoch angesichts langer Transportwege die Frage, wie umweltverträglich eine derartige Erzeugung noch ist. In Europa wird der Anbau von Sojabohnen aus ökologischer Produktion in Ungarn und Österreich permanent ausgedehnt. Aus den vorgenannten Ländern stammt der überwiegende Teil importierter Öko-Sojabohnen.

4.2.1 Aktuelle Produktion

Dank der gestiegenen Nachfrage einerseits und stabiler bzw. leicht ansteigender Erzeugerpreise bei guten Ertragserwartungen und hoher Qualität andererseits konnten viele ökologisch wirtschaftende Landwirte für einen Anbau von Sojabohnen gewonnen werden. Dennoch kann die Ausweitung des Anbaues, welche bei einigen Betrieben bereits an eine Grenze gestoßen ist, der steigenden Nachfrage kaum nachkommen.

Während im Elsass und der Nordwest-Schweiz ein Anbau von Öko-Soja praktisch nicht existent ist, konnte vor allem in Südbaden eine Ausweitung erfolgen. Gegenwärtig sind rund 95% der angebauten Sojaflächen in Öko-Betrieben angesiedelt. Insgesamt hat sich in einem Zeitraum von 1997 bis 2001 die Anbaufläche von 60 ha auf 200 ha mehr als verdreifacht. Im Elsass findet eine Produktion von Bio-Soja gegenwärtig de facto nicht statt. Grundsätzlich bestehen auch hier nahezu gleiche Voraussetzungen für eine erfolgreiche Produktion. Aufgrund deutlich geringerer Niederschläge dürfte jedoch im Elsass gegenüber dem südbadischen Teil des Oberrheintales die Möglichkeit zur Bewässerung eine zwingende Voraussetzung sein.

Die Nähe zu den Verarbeitern spielt neben den klimatischen Voraussetzungen eine wichtige Rolle bei der Entscheidung des jeweiligen Betriebsleiters für oder gegen einen Anbau. Andere Regionen Deutschlands sind - mit Ausnahme einiger Regionen in Bayern - für einen Anbau von Sojabohnen weniger prädestiniert, obwohl auch andere Bundesländer Feldversuche mit teilweise vielversprechenden Ergebnissen angelegt haben. Ob diese Resultate den im langjährigen Mittel zu erwartenden Erträgen und Qualitäten entsprechen, muss die Zukunft zeigen. Ein weiterer Entscheidungsfaktor für oder gegen den Anbau von Bio-Soja spielt der auf dem Markt zu erlösende Preis. Hierbei muss die Sojabohne gegen die Konkurrenz des Körnermais- bzw. Saatmaisangebues bestehen. Der höchste Preis für Bio-Soja ist gegenwärtig durch eine Vermarktung als Tofuware zu erzielen (Rentabilitätsrechnung s. u.). Neben marktwirtschaftlichen und pflanzenbaulichen Fragen spielen auch Probleme der innerbetrieblichen Arbeitskapazität eine Rolle bei der Entscheidung für oder gegen den Anbau von Sojabohnen (Abb. 14).

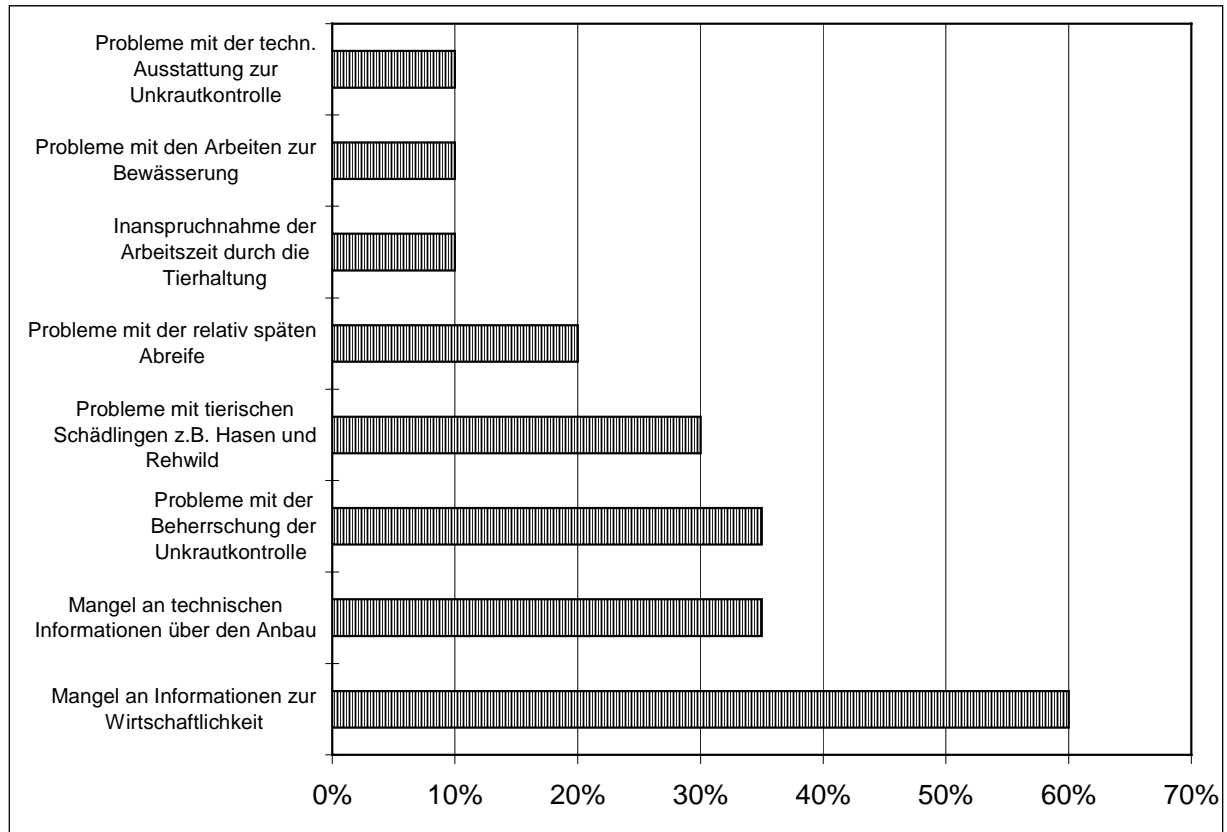


Abb. 14: Gründe, weshalb Landwirte einem Einstieg in die Soja-Produktion kritisch gegenüber stehen

Auch wenn Spitzenerträge von 40 dt/ha und mehr in der Biologischen Produktion auch in mehreren aufeinanderfolgenden Jahren realistisch sind, sollte man bei vorsichtiger Kalkulation eine Ertragserwartung von im langjährigen Mittel ca. 25 dt/ha annehmen. Bei Berechnungsmöglichkeit lässt sich eine Ertragsstabilität auf etwas höherem Niveau von ca. 30-35 dt/ha erreichen.

4.2.2 Potentielle Produktion

Aussagen über die potentielle Produktion lassen sich eher präzisieren, wenn es gelingt, die oben genannten Gründe, welche einer Produktion von Bio-Soja noch entgegenstehen, weitestgehend aus dem Weg zu räumen.

Als potentielle Produktionsfläche kommt günstigstenfalls die Anbaufläche aller Bio-Betriebe im Oberrheintal in Frage. Unter Berücksichtigung der Rotation bzw. anderer innerbetrieblicher Voraussetzungen reduziert sich die mögliche Anbaufläche auf ca. 25%. Bei realistischer Betrachtung ergibt sich für den östlichen Oberrhein ein potentieller Anbau auf ca. 300 ha von 1200 ha Biofläche insgesamt. Im Elsass kämen ca. 75 ha (von ungefähr 500 ha Fläche für Bio-Getreide, Abb. 15) hinzu. Unter Zugrundelegung eines im langjährigen Mittel zu realisierenden Ertrages von ca. 25 dt/ha ließen sich im Elsass ca. 185 t, in Baden ca. 750 t Biosoja erzeugen.

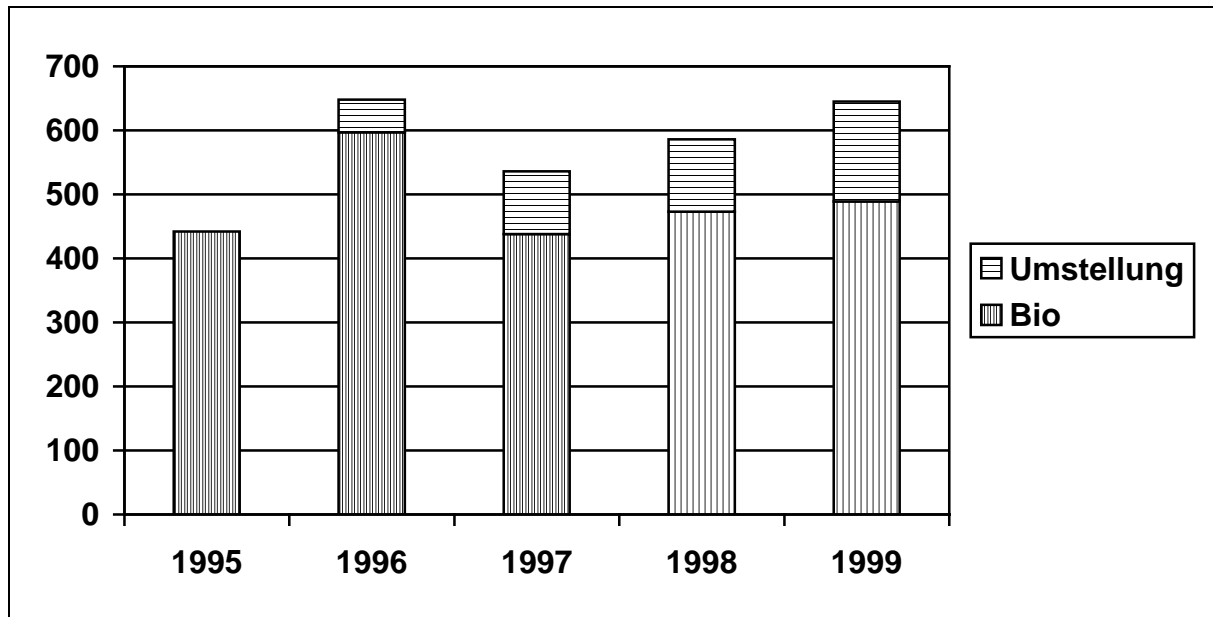


Abb. 15: Entwicklung des Ökologischen Landbaus im Elsass, anerkannte Acker- und Umstellungsflächen (ha); Quelle: ONAB, zit. n. Schmidt 2000

Wesentliche Voraussetzung für eine Ausdehnung der Produktion ist das Vorhandensein von Reinigungs-, Trocknungs- und Lagerungskapazitäten. In Südbaden stellen zwei Mühlenbetriebe (Bioland bzw. Demeter) ihre Kapazitäten der Fa. Life Food zur Verfügung. Nach gegenwärtigem Stand der vorhandenen Ausstattung der beiden Betriebe können dort bis zu 2.500 t vorübergehend eingelagert werden.

Im Elsass bestehen vier Einrichtungen mit einem Gesamtvolumen von ca. 9.000 t Lagervermögen. Ein Ausbau der bestehenden Lager verursacht Kosten in Höhe von ca. 1.000 FF (entsprechend 310 DM bzw. 160 €) pro Tonne Lagerraum.

Angesichts der relativ geringen Produktion, welche sich auf zahlreiche Betriebe verteilt, dürfte ein überregionaler Absatz von Bio-Soja wenig lohnend sein. Da eine nicht unerhebliche Nachfrage in der Region selbst besteht, bestehen dennoch gute Chancen, die Produktion rentabel auszudehnen. Hierbei ergibt sich anhand der oben aufgeführten Daten, dass eher von einer Steigerung der Nachfrage als von einer Verringerung auszugehen ist.

Die elsässische Studie (V. Schmidt 2000) geht von einer möglichen Erhöhung der Anbaufläche für Bio-Soja im Elsass von 7 ha (2000) über 50 ha (2001), 100 ha (2002), 200 ha (2003) auf 300 ha (2004) aus. Selbst unter der Maßgabe eines Exportes nach Freiburg muss bei einer derartigen Ausdehnung der Produktion auch im Elsass eine entsprechende Infrastruktur hinsichtlich der Erfassungs- und Lagerkapazitäten bereitgestellt werden.

Ein wesentlicher Grund, welcher für eine weitere Ausdehnung der Produktion spricht, ist die Tatsache, dass gerade auf diesem Sektor ein Nachfrageüberhang vorliegt (Abb. 16), ein Effekt, welcher sich aufgrund der zu beobachtenden gegenwärtigen Entwicklung noch weiter verstärken wird.

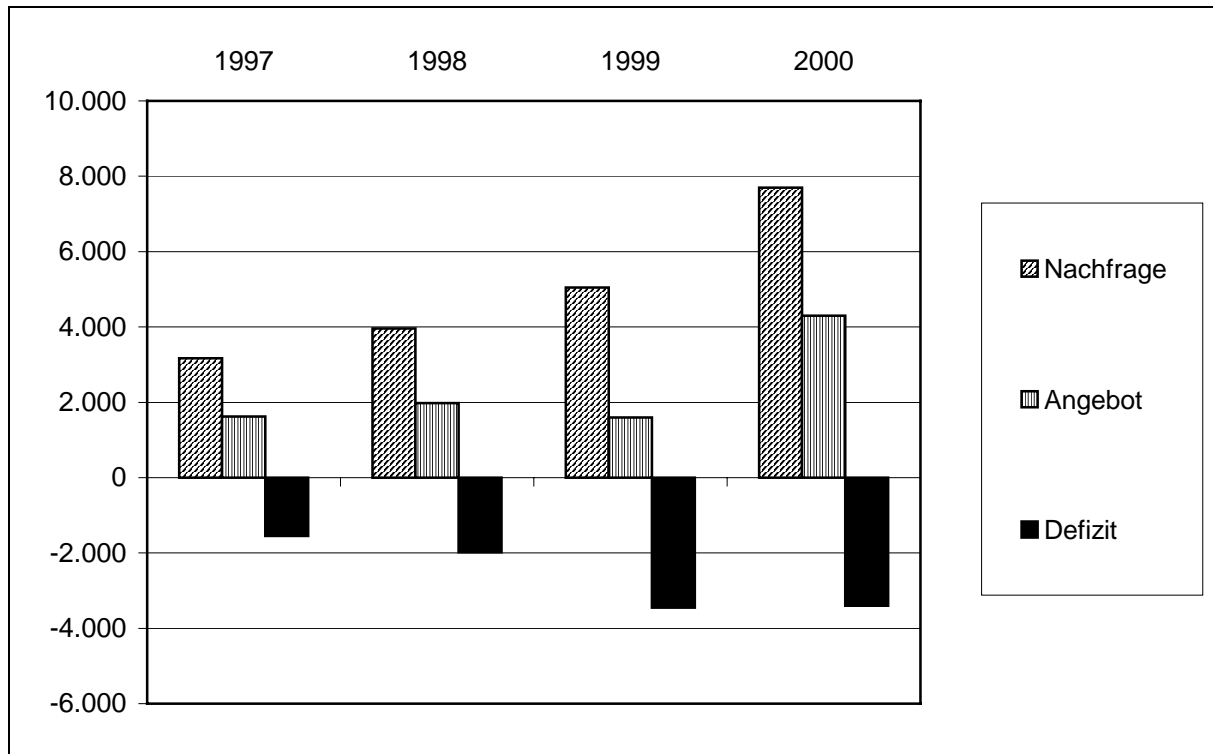


Abb. 16: Angebot und Nachfrage an Bio-Soja (t) für die Tierproduktion in Biobetrieben (Frankreich, zit. n. Schmidt, 2000)

Ein Vergleich zwischen der aktuellen und der potenziellen Produktion zeigt auf, dass im Elsass noch freie Potentiale bestehen, während in Baden knapp 70% der möglichen Anbaufläche ausgeschöpft sind. In diesem Zusammenhang muss allerdings bedacht werden, dass einige am Sojaanbau beteiligte Bio-Bauern bereits auf nahezu 50% ihrer Fläche Sojabohnen erzeugen, was aus Gründen der Pflanzenhygiene nicht unbedenklich ist.

Tab. 33: Anbauflächen für Bio-Soja: Entwicklung seit 1996 und Ausblick

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Anbauflächen nach Schätzung							
Aquitaine		200	240	280	364	460	600
Midi-Pyrénées		800	900	1000	1100	1300	1500
Rhône-Alpes		200	230	300	425	600	800
gesamt		1200	1370	1580	1889	2360	2900
Anbauflächen nach ONAB							
Bio-Flächen Frankreich	1441	1453	1583	1483			
Umstellungsflächen C2 Frankreich	125	91	260	303			
Umstellungsflächen C1 Frankreich	126	188	271	1294			
Bio- u. Umstellungsflächen in Frankreich	1692	1732	2114	3080			
Zunahme		2%	22%	46%			
Baden-Württemberg (Tofu)		60	100	125	200	250	300
Frankreich und grenznaher Raum		1260	1470	1705	2089	2610	3200

4.2.3 Ergebnisse der Feldversuche mit Sojabohnen aus ökologischer Produktion

Versuchsergebnisse am Standort Müllheim:

a) Ergebnisse des Anbaujahres 2000

Die Ergebnisse des Anbaujahres 2000 sind repräsentativ für eine Vegetationsperiode, welche sich durch einen Sommer mit häufig und regelmäßig wiederkehrenden Niederschlägen bei nicht zu kühler Witterung auszeichnete. Insbesondere die Sorte York zeichnete sich in beiden Impfungsvarianten durch den höchsten Ertrag aus. York ist unter allen untersuchten Sorten die am spätesten reifende (Tab. 32). Ein Vergleich zu den Ergebnissen eines Sortenversuches 1999 auf dem gleichen Schlag, nicht jedoch an gleicher Stelle, zeigte einen deutlichen Anstieg der Rohproteingehalte. Dabei lag die Sorte Quito jedoch weit unterhalb ihres übrigen Ertragsniveaus. Die erhöhten Proteingehalte sind typisch für einen Anbau von Sojabohnen im zweiten Jahr und gelten als Indiz für eine gute Etablierung von *Bradyrhizobium japonicum* am Standort. Als Beleg für die gelungene Besiedlung aus dem Anbau der Sojabohnen im ersten Jahr konnten im zweiten Anbaujahr (2000) keine statistisch gesicherten Ertragsunterschiede zwischen den Varianten „ungeimpft“ und „geimpft“ festgestellt werden. Es lässt sich daher hinsichtlich der Erzeugung von qualitativ hochwertigen Sojabohnen mit hohen Proteingehalten bei guten Erträgen ein mindestens zweijähriger Anbau von Sojabohnen auf der gleichen Fläche empfehlen.

Da in der Region als ernstzunehmende Krankheit vereinzelt *Sclerotinia*-Befall an Sojabohnen festgestellt wurde, sollte der Landwirt beim Auftreten erster Symptome in mindestens drei aufeinander folgenden Jahren keine Sojabohnen auf derselben Fläche anbauen. Trotz der guten Ergebnisse bezüglich einer erfolgreichen Etablierung der Knöllchenbakterien im Boden nach einmaligem Anbau sollte dennoch eine Boden- bzw. Saatgutimpfung mit den handelsüblichen Impfpräparaten vorgenommen werden, da der Erfolg einer Besiedlung des Bodens mit Rhizobien erst im wachsenden Bestand feststellbar ist, wenn eine Impfung nicht mehr mit Aussicht auf Erfolg vorgenommen werden kann.

Im Jugendstadium der Sojabohnen ist eine mechanische Unkrautbekämpfung mit der Maschinenhacke von ausreichender Wirkung. Nach dem Bestandesschluss ist die Konkurrenzkraft der Sojabohne gegenüber Unkräutern genügend, jedoch entstehen massive Probleme mit einer Spätverunkrautung ab der zweiten Augushälfte. Mit beginnender Samenreife werfen die Sojapflanzen das Laub ab. Die Spätverunkrautung, vor allem mit Gänsefuß- und Amarathgewächsen sowie *Convolvulus*-Arten führt nicht nur zu einer erheblichen Ernteerschwerung, sondern auch zu einer Befeuchtung und Verschmutzung der Sojabohnen während des Mähdrusches. Insbesondere bei einer späteren Verwendung als Tofuware entstehen erhebliche Verluste durch Bruchkorn, welches vor der Produktion herausgereinigt werden muss.

Zur Vermeidung von Kornverletzungen (Bruchkorn und Verlust der Keimfähigkeit) ist ein schonender Mähdrusch Voraussetzung. Die Trommeldrehzahl ist niedrig einzustellen (400 - 600 U/min.); der Dreschkorb muss weit geöffnet werden (20-25 mm vorne, 15-18 mm hinten). Für eine baldige Verarbeitung als Futtermittel spielen Verluste in Form von Bruchkorn eine geringere Rolle. Allerdings muss wegen der Gefahr eines Ranzigwerdens des Fettes auch hier das Bruchkorn aussortiert und schnell verarbeitet werden.

Mehrjährige Versuche im Rahmen der Landessortenversuche sowie Erfahrungen aus dem praktischen Anbau zeigen, dass in Südbaden und dem Ober-Elsass (Département Haut-Rhin) Sorten der Reifegruppe 00 sicher abreifen. Für einen Anbau in weiter nördlich gelegenen Gebieten (Mittel- und Nordbaden, Département Bas Rhin) sind Sorten der Reifegruppe 00/000 und 000 zu empfehlen. Bei der Sortenwahl sollten die in der jeweiligen

Region spätesten Sorten, welche jedoch noch sicher abreifen, gewählt werden. Die Frühreife ist im Allgemeinen mit einem genetisch bedingt niedrigeren Ertragsniveau verbunden.

**Tab. 34: Erträge, Rohproteingehalte und Reifeverhalten von Bio-Soja, 2000
Müllheim, Schlag Winkelmatte-West**

Sorte	Ertrag dt/ha (91% TS)	Rohprotein % (FM)	Rohprotein % (TM)	Blühbeginn *	Blühdauer (Tage)	Gelbreife *
Quito	27,23	43,2	46,3	42	18	121
York + Bidoz	41,10	41,7	44,6	39	21	130
York + fix-fertig	39,52	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
Sonja geimpft	34,66	40,7	43,5	37	21	120
Sonja ungeimpft	33,71	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
Batida geimpft	29,49	43,3	46,4	+35	22	120
Batida ungeimpft	29,67	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
<i>Dolly</i> **	<i>n.e.</i>	39,8	43,2	<i>n.e.</i>	<i>n.e.</i>	<i>n.e.</i>

* (Tage nach Aufgang)

** von Life Food, Freiburg zur Verfügung gestellt

Hinsichtlich der Aminosäuremuster zeigten sich bei den unterschiedlichen Sojasorten nur sehr geringe Unterschiede (Tab. 35). Die jeweilige Reifegruppe sowie der Standort (das Probenmaterial der Sorte „Dolly“ stammt nicht aus eigenem Anbau) hatten keinen Einfluss auf die Eiweißzusammensetzung. Bezüglich der Aminosäuremuster zeigten sich daher alle untersuchten Sorten als weitgehend homogen. Auf der Suche nach einer Erklärung für eine gleichartige Tofueignung bei unterschiedlichen Rohproteingehalten (s. Abschnitt 4.3.1) wurden unterschiedliche Aminosäuregehalte in den verwendeten Sojabohnen vermutet. Der ernährungsphysiologische Wert der Sojabohnen ist in erster Linie von den Rohproteingehalten abhängig.

**Tab. 35: Aminosäuregehalte * (in % Originalsubstanz) von Bio-Soja, 2000
Müllheim, Schlag Winkelmatten-West**

Aminosäure	Sorte				
	York	Quito	Batida	Sonja	Dolly**
Asparaginsäure	4,99	5,11	5,05	4,86	4,67
Threonin	1,61	1,68	1,61	1,58	1,55
Serin	2,16	2,19	2,14	2,13	2,08
Glutaminsäure	10,19	10,22	10,15	10,28	9,80
Glycin	1,79	1,85	1,83	1,78	1,71
Alanin	1,65	1,89	1,86	1,62	1,60
Cystin	0,63	0,60	0,62	0,62	0,59
Valin	1,84	1,97	1,98	1,87	1,75
Methionin	0,60	0,62	0,63	0,61	0,60
Isoleucin	1,93	2,04	1,99	1,84	1,77
Leucin	3,20	3,37	3,31	3,14	3,05
Tyrosin	1,37	1,42	1,46	1,39	1,36
Phenylalanin	2,13	2,22	2,23	2,16	2,10
Histidin	1,27	1,32	1,35	1,27	1,21
Lysin	2,67	2,76	2,75	2,62	2,55
Arginin	3,39	3,55	3,52	3,11	2,97
Prolin	2,10	2,33	2,21	2,13	2,13

*ohne Tryptophan

** von Life Food, Freiburg zur Verfügung gestellt

b) Ergebnisse des Anbaujahrs 2001

**Tab. 36: Erträge und Rohproteingehalte von Bio-Soja, 2001
Müllheim, Schlag Winkelmatten-Mitte**

Sorte	Ertrag dt/ha (% TS)	Rohfett (% TS)	Rohprot. % (TM)	Wuchslänge (cm)	Unterer Hülsenansatz (cm)	Pflanzen/ m ²
Quito	29,1	18,0	45,1	93	10	49
York	13,3	19,0	41,4	75	8	30
OAC Erin (Versuch)	12,9	10,0	35,5	56	7	42
OAC Erin (Schlag)	24,9	9,6	39,8	n.e.	n.e.	n.e.
Dolly	21,8	9,4	43,4	83	8	41

In den ersten 2 Wochen nach der Aussaat wurde ein verzögertes und lückenhaftes Auflaufen der Sorte York beobachtet. Nach drei Wochen konnten die Pflanzen zwar den Entwicklungsvorsprung der übrigen Sorten aufholen; der Bestand blieb jedoch weiterhin lückig, was insbesondere den Unkrautdruck durch mangelnde Konkurrenzkräft der Kulturpflanze erhöhte. Dieselbe Beobachtung konnte auch in dem konventionell durchgeführten Landessortenversuch in Auggen gemacht werden.

Die Unkrautkontrolle mittels der Maschinenhacke liefert befriedigende Resultate. Eine Unkrautkontrolle durch Handhacke erscheint - auch hinsichtlich einer Reduzierung des Potentials an Samenunkräutern - als unumgänglich. Vor allem Ampfer-Arten (*Rumex* ssp.) und Disteln (*Cirsium* ssp.) können sich langfristig zu einem ernstem Problem entwickeln. Eine Reduzierung des Samenpotentials ist vor allem hinsichtlich der unausweichlichen Spätverunkrautung mit Gänsefuß- (*Chenopodium* ssp.) und Amarant-Arten (*Amaranthus* ssp.) bedeutsam.

York erbrachte aufgrund der mangelhaften Keimfähigkeit einen Ertrag, der lediglich ein Drittel der im Vorjahr erzielten Ernte betrug. Die Entscheidung der Landwirte, welche ebenfalls bei einem Anbau der Sorte „York“ denselben ungenügenden Feldaufgang beobachten konnten, die Fläche umzubrechen und erneut mit Saatgut aus einer anderen Partie zu bestellen, war in diesem Falle absolut richtig. Selbst bei frischem, nicht überlagertem zertifiziertem Saatgut sollte eine Keimprüfung mit einfachen Mitteln grundsätzlich empfohlen werden, da Sojabohnen durch äußere Einflüsse in ihrer Keimfähigkeit in einem nicht zu tolerierenden Maß geschädigt werden können.

Ebenso erwies sich das Versuchssaatgut der Sorte OAC Erin als weniger vital im Vergleich zu dem Saatgut der selben Sorte, mit welchem der übrige Schlag bestellt wurde. Die Pflanzen blieben im Wachstum zurück und wirkten chlorotisch. Daher wurde eine Vergleichsernte vom Schlag direkt neben dem Sortenversuch entnommen. Allein aufgrund der besseren Qualität des Saatgutes konnte ein um 100% höherer Ertrag ermittelt werden!

Hinsichtlich ihrer Ertragsleistung bleiben die sehr früh abreifenden 000-Sorten deutlich hinter den 00-Sorten zurück. Unabhängig von einer eventuell noch verbleibenden Vegetationszeit beenden die 000-Sorten ihre Entwicklung ca. 3 bis 4 Wochen eher als die 00-Sorten. Daher sind in der Oberrheinebene diese Sorten unbedingt den 000-Sorten vorzuziehen. Auf topographisch höher gelegenen Anbauflächen bzw. im Norden der Region sollte auf früher abreifende Sorten der Reifegruppe 00/000 bzw. 000 zurückgegriffen werden.

Während beider Versuchsjahre zeigten sich teilweise große Schwankungen nicht nur im Ertrag, sondern auch hinsichtlich der Qualität, insbesondere des Rohproteingehaltes. Diese Beobachtung konnte durch einen Vergleich mit weiteren in der Region durchgeführten Versuchen (z.B. Landessortenversuche) gemacht werden. Daher sollten auf alle Fälle mindestens zweijährige Versuche durchgeführt werden, ehe eine neue Sorte empfohlen wird (, wie im Falle der OAC Erin in der Badischen Bauernzeitung geschehen, welche sich dann in der Region als nicht tauglich für die Tofuproduktion erwies).

Impfungsversuch:

Leider ist die Auswertbarkeit dieses Versuches wegen einer schlechten Keimfähigkeit des eingesetzten Saatgutes, abgesehen von der mit NPPL („Fix-Fertig“) geimpften Variante im Hinblick auf den zu erwartenden Ertrag unmöglich. Bei einer Keimfähigkeit von ca. 50% konnten sich nur sehr lückenhafte Bestände entwickeln. Aussagekräftig kann daher nur die Anzahl der Knöllchen pro Pflanze als Maß für die Güte der Impfung herangezogen werden. Daher wurde beschlossen, jeweils 4 Pflanzen je Versuchsparzelle auszugraben, die Wurzeln vorsichtig auszuwaschen und die Anzahl Knöllchen auszuzählen. Hierdurch wurde allerdings eine spätere Auswertung der Parzellenerträge unmöglich gemacht. Jedoch erschien eine Ertragsermittlung als Maß für den Erfolg der einzelnen Impfungsmaßnahmen angesichts des geringen Feldaufganges als wenig sinnvoll. Auch von anderen Versuchsanstellern sowie aus der Praxis wurde die schlechte Qualität des 2001 ausgelieferten Saatgutes der Sorte „York“ bemängelt. Eine mechanische Belastung des Saatgutes durch den Impfungsvorgang mit dem Beizgerät „Hege 11“ ist insofern auszuschließen, als das unbehandelte Saatgut der Kontrollvariante denselben schlechten Feldaufgang zeigte.

Nach einer Auswertung des Knöllchenansatzes am 02.08.2001 sowie der Bestimmung der Rohproteingehalte der geernteten Sojabohnen zeigten sich folgende Ergebnisse:

**Tab. 37: Impfungsversuch, Versuchsfeld Auggen 2001:
Knöllchenansatz und Rohproteingehalte**

Sorte	% Rohfett in der TM	% Rohprotein in der TM	Knöllchen je Pfl. (03.08.2001)
Kontrolle	19,10	42,55	76
Radicin	18,81	42,82	88
Biolidoz Rhizofilmé Soja'	18,92	41,38	86
Biodoz Soja Stabilisé	18,67	41,65	90
NPPL („Fix-Fertig“)	18,55	43,88	67
Force 48	18,16	43,57	70

Auffällig war, dass auch in der ungeimpften Kontrollvariante ein verhältnismäßig hoher Knöllchenansatz beobachtet werden konnte. Die Mittelwerte lagen insgesamt nah beieinander; gleichzeitig trat eine weite Streuung der Einzeldaten und somit ein großer Versuchsfehler auf. Daher konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Impfungsvarianten festgestellt werden. Die Gehalte an Rohfett lagen auf annähernd gleichem Niveau. Hinsichtlich der Rohproteingehalte zeigten sich zwar Unterschiede, deren Interpretation aufgrund der erwähnten Probleme jedoch nicht möglich ist.

Eine Besiedlung der Versuchsfläche mit Rhizobien durch eine frühere Kultur kann ausgeschlossen werden, da auf der Fläche nach Aussage der Versuchstechniker noch nie Sojabohnen angebaut wurden. Eine mögliche Erklärung für das nahezu gleichmäßige Abschneiden aller Varianten könnte in einer Verschleppung des Impfstoffes durch die Sämaschine bzw. durch das zur Aufbringung des Impfstoffes auf das Saatgut verwendete Beizgerät liegen. Letzteres erklärt jedoch nicht den guten Knöllchenansatz der unbehandelten Kontrolle.

Nachbauversuch:

**Tab. 38: Nachbauversuch, Versuchsfeld Auggen 2001:
Erträge und Rohproteingehalte**

Sorte	dt/ha bei 91% TS	% Rohfett in der TM	% Rohprotein in der TM	Anteil verfärbter Samen (%)
Batida, nicht verfärbt	31,25	9,4	43,06	6,05
Batida, verfärbt	28,82	9,4	43,57	11,50

Die Unterschiede im Tausendkorngewicht des verwendeten Saatgutes waren auch ohne exakte Wägung deutlich erkennbar. Die hellen Sojabohnen waren bei einem TKG von 228 g größer als die dunklen bei 202 g. Beide Varianten zeigten hinsichtlich des Feldaufganges keine Unterschiede. Im Bestand konnten bis zur Ernte keine Unterschiede hinsichtlich des Gesundheitszustandes und der Vitalität festgestellt werden. Der Ertrag in der Variante „Batida, nicht verfärbt“ lag um ca. 8% über der Variante „Batida, verfärbt“, was sich jedoch statistisch nicht absichern lässt (Tab. 38). Der Anteil verfärbter Samen beträgt in der Partie, in der bereits das Saatgut verfärbt war, ungefähr das Doppelte der Kontrollvariante. Beide Varianten zeigten keine Unterschiede in ihren Rohfett- und Rohproteingehalten. Unter der Voraussetzung einer ausreichenden Keimfähigkeit ist daher eine Verwendung von Saatgut mit einem größeren Anteil an verfärbten Sojabohnen aufgrund der Ergebnisse dieses Versuches aus phytosanitärer Sicht kein Problem.

Versuchsergebnisse an den Standorten F-Rouffach und F-Ensisheim:

Tab. 39: Bestandesbonituren und Erträge Sortenversuch CAC F-Rouffach 2000

Sorte	Numerisches Datum von:		Bestandesdichte x1000/ha	Höhe (cm)		Lager		TKG (g)	Ertrag (dt/ha bei 13% H ₂ O)	Rohprotein
	Blüte	Reife		Pflanze	1. Hülse	%	Note			
York	173,0	266,3	526,3	117,5	13,8	76,3	8,0	202,7	38,4	43,2
Essor	173,5	236,5	532,9	106,3	12,3	20,0	3,0	206,0	34,4	43,9
Sepia	171,5	263,3	552,7	117,5	15,3	57,5	6,5	183,6	33,7	43,9
Quito	172,5	261,5	529,6	102,5	13,0	67,5	7,5	192,4	33,4	45,2
Vision	170,5	251,0	434,2	80,0	11,8	17,5	3,0	193,7	27,4	n.e.
<i>Mittel</i>	<i>172,2</i>	<i>255,7</i>	<i>515,1</i>	<i>104,8</i>	<i>13,2</i>	<i>47,8</i>	<i>5,6</i>	<i>195,7</i>	<i>33,5</i>	-

Die in Rouffach erzielten Erträge und Qualitäten (Tab. 39 und 40) untermauern die oben vorgestellten Ergebnisse der Versuche in Müllheim. Auch hier konnten hohe Proteingehalte realisiert werden. Die spät reifenden Sorten zeigten auch auf der elsässischen Seite des Oberrheintales, trotz der geringeren Niederschläge aufgrund der Lage im Regenschatten der Vogesen, deutlich höhere Erträge als frühreifende Sorten. Daher lässt sich die bereits für den Standort Müllheim getroffene Aussage auf das südliche Elsass übertragen.

Tab. 40: Bestandesbonituren und Erträge Sortenversuch CAC F-Ensisheim 2001

Sorte	Bestandesdichte x 1000/ha	Blüte	Reife	Tage		Höhe cm		Lager	Feuchtigkeit	TKG	Ertrag
				Blühdauer	Saat bis Reife	Pflanze	1. Hülse				
A	635,4	14. 07.	02. 10.	46,5	128,0	96	13	55	21,5	197	28,2
Amphor	607,6	12. 07.	28. 09.	44,0	124,3	78	9	0	17,6	182	30,8
B	590,3	15. 07.	02. 10.	47,5	127,5	86	12	13	23,5	171	31,7
Essor	546,9	14. 07.	01. 10.	46,5	126,5	78	11	9	25,0	175	29,8
Junior	623,3	17. 07.	01. 10.	49,0	127,0	89	11	14	20,0	178	27,6
Quito	585,1	14. 07.	01. 10.	46,0	126,5	98	13	30	20,1	189	29,7
Sepia	586,8	12. 07.	01. 10.	44,5	127,0	99	12	30	21,8	186	30,6
York	560,8	17. 07.	01. 10.	49,5	127,2	100	15	53	23,1	184	26,5
Mittel	592,0			46,7	126,75	91	12	26		183	29,4

Versuchsergebnisse am Standort F-Valff 2000:

Tab. 41: Bestandesentwicklung bei unterschiedlicher mechanischer Unkrautkontrolle F-Valff, 2000

	Saatstärke	Bestandesdichte	
		Keimpflanzendichte 23. Mai	16. Juni
Kontrolle	232 kg/ha	161 Pfl./m ²	
2 mal Hacke	232 kg/ha	158 Pfl./m ²	130 Pfl./m ²
3 mal Hacke	232 kg/ha		150 Pfl./m ²

Eine dreimalige Hacke erhöhte den Ertrag gegenüber der zweimaligen Hacke lediglich um eine dt/ha (Abb. 18). Von dieser Seite her betrachtet erscheint der Mehraufwand als nicht lohnend. Jedoch sollte dennoch in Betracht gezogen werden, dass durch die zusätzliche Unkrautkontrolle das Potential an Unkräutern auf dem Standort reduziert bzw. zumindest auf einem gleichmäßigen Niveau gehalten werden kann, was für die Nachfrucht, vor allem, wenn erneut Sojabohnen oder eine andere Reihenkultur mit weitem Reihenabstand angebaut werden, bedeutsam werden kann (Abb. 17).

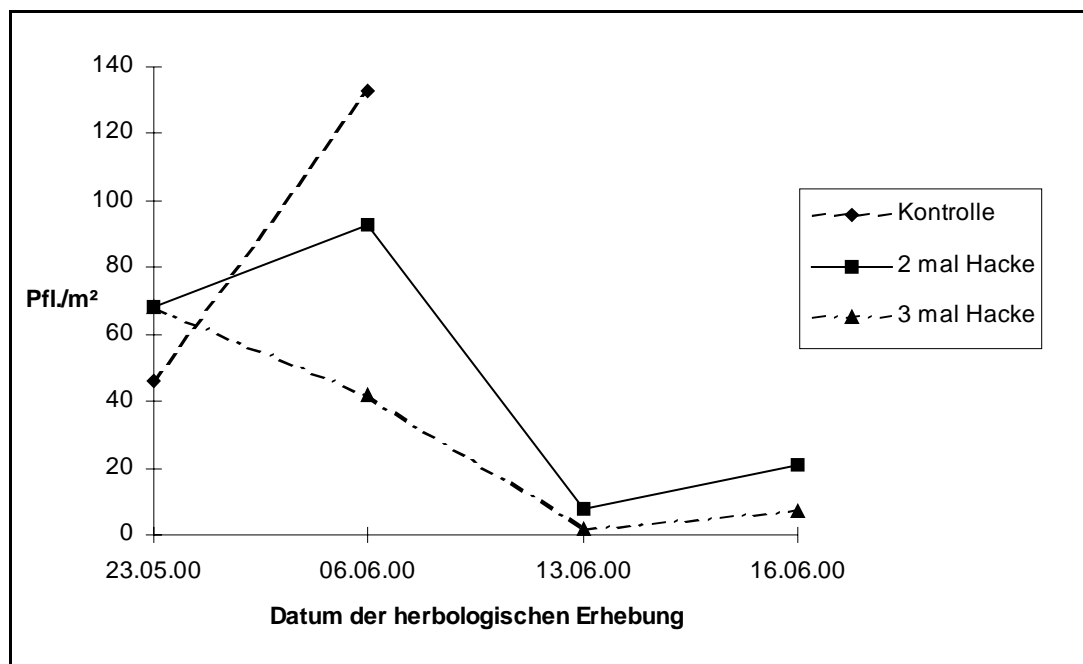


Abb. 17: Verunkrautung (Pfl./m²) in Abhängigkeit von Art und Häufigkeit der mechanischen Unkrautkontrolle, F-Valff, 2000

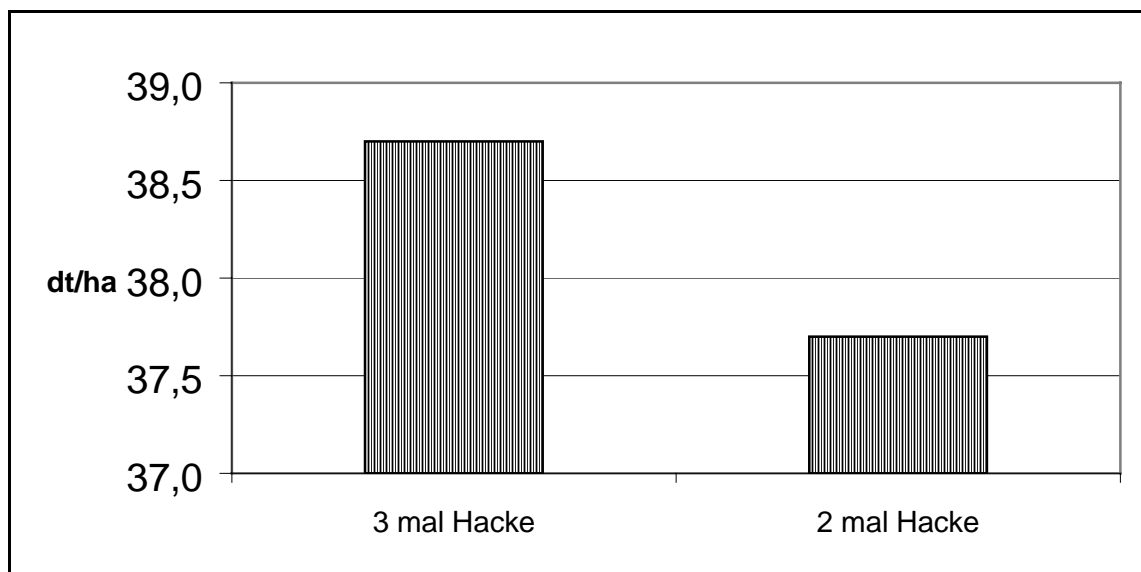


Abb. 18: Ertrag (dt/ha) in Abhängigkeit von Art und Häufigkeit der mechanischen Unkrautkontrolle, F-Valff, 2000. Kontrollvariante nicht geerntet.

Ergebnisse von drei Praktikerschlägen im Oberelsass

In Tabelle 42 sind die Ergebnisse des Jahres 2001 von drei Praktikerschlägen im Oberelsass dargestellt.

Tab. 42: Ergebnisse von drei Praktikerschlägen im Oberelsass, 2001

	HORRENBERGER Durrenentzen	BOLCHERT Appenwyr – Schlag Niederfeld	BOLCHERT Appenwyr – Schlag Village
vor der Ernte			
Anzahl Körner/Pflanze	39	53	55
Stengeltrockengewicht/Pflanze	3,7	4,6	3,3
Standraum je Pflanze	154	285	280
Ernte			
Erntedatum	18/10/2001	12/10/2001	13/10/2001
Bruttoertrag		27 dt / ha	24 dt / ha
Feuchte	16 %	14,9 %	15,7 %
Besatz	< 3 %	2,6 %	9 %
TKG (bei Normfeuchte)		185 g	187 g
Ertrag bei Normfeuchte	21,2 dt / ha	25,4 dt / ha	21,4 dt / ha
Eiweißgehalt	41 %	42,5 %	41,6 %

Nach einer hohen Aussaatmenge konnte trotz hoher Auflaufverlusten ein dichter Bestand erreicht wurde.

Der Knöllchenbesatz war in allen drei Fällen sehr gut, unabhängig vom Impfverfahren (fixfertig geimpfte Quito, vom Landwirt geimpfte Dorena) und auch auf Schlägen, auf denen noch nie Soja angebaut wurde.

Im Eiweißgehalt erwiesen sich Quito und Dorena als gleichwertig.

Die besten Erträge gab es auf dem Schlag Appenwihr-Niederfeld. Trotz eines langsamen Aufgangs waren die Auflaufverluste geringer als auf den anderen Schlägen und die Bestandesdichte am höchsten. Zweimaliges Hacken in einem früheren Stadium als beim Schlag 'Villages' hat die Verunkrautung besser kontrolliert.

Die Erträge im Schlag Appenwihr-Village lagen unter denen von Appenwihr-Niederfeld, wegen großer Auflaufverluste, stärkerer Verunkrautung (Zuckerrüben im Bio-Anbau stark verunkrautend), zu später Hacke und deshalb zu weit entwickelter Unkräuter (Amaranth, Chenopodien, Hirsen, ...). Auch der nicht kompostierte Mist mag den Unkrautdruck auf diesem Schlag erhöht haben. Der Knöllchenbesatz war geringfügig schlechter. Ausserdem gab es eine Berechnungsgabe weniger als im Niederfeld.

In Durrenentzen sind die Böden tiefgründiger und haben eine höhere nutzbare Feldkapazität als in Appenwihr. Die Pflanzen sind im Wuchs höher, aber weniger verzweigt als im Niederfeld (mit weniger Körnern in den ersten Hülsen). Der Ertrag war vergleichbar mit dem von 'Niederfeld', bei geringerer Kornzahl/Pflanze, einer etwas höheren Bestandesdichte und wahrscheinlich einer Kompensation durch eine bessere Kornfüllung (höheres Tausendkorngewicht).

Der Unkrautdruck ist mit dem von 'Niederfeld' vergleichbar. Die Unkräuter sind jedoch nicht ganz so stark entwickelt. Es gab mehr Ehrenpreis und Bingelkraut und etwas weniger Amaranth. Für die Unkrautbekämpfung waren nur zwei Arbeitsgänge erforderlich. Zum Zeitpunkt der Ernte war bei etwa 15% der Pflanzen ein Befall mit Schwärzepilzen zu verzeichnen.

4.2.4 Labor- und Feldversuche mit Lupinen

4.2.4.1 Versuche zur Anthracnoseproblematik

Saatgutüberlagerungsversuch

Die Ergebnisse der Keimprüfung und der Anthracnose-Untersuchung sind in Tab. 43 zusammengestellt.

Es zeigt sich, dass hinsichtlich der Keimfähigkeit des eingelagerten Saatgutes keine negativen Effekte auftraten. Bemerkenswerter jedoch ist die Tatsache, dass in keiner der Proben Anthracnose nachgewiesen werden konnte. Selbst unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Untersuchungsmethode nur mit einer Genauigkeit von 1 % arbeitet (d. h. ein Befall > 0 und < 1 % wird methodisch bedingt nicht erfasst), so bedeutet dies dennoch eine beachtliche Abnahme des Befalls durch die Überlagerung des Saatgutes.

Ein Unterschied zwischen der Lagerung unter kühleren und unter wärmeren Bedingungen konnte weder in der Keimfähigkeit noch im Anthracnosebefall festgestellt werden.

Es muss aber darauf hingewiesen werden, dass die Untersuchung des Ausgangsbefalls bereits ein Jahr vor Einlagerung der Proben erfolgt war. Die Lagerung bis zum Beginn des Versuchs war in der Trocknungshalle erfolgt.

Tab. 43: Ergebnisse des Saatgutüberlagerungsversuches 2000/2001

Saatgutpartie	Ausgangsmaterial		Halle		Speicher	
	% Anthracn. nach Ernte	% Keimf. v. Einl.	% Anthrac. n. Ausl.	% Keimf. n. Ausl.	% Anthrac. n. Ausl.	% Keimf. n. Ausl.
Amiga, Kontrolle	0	89	n. n.	86	n. n.	91
Amiga, Fungizidvers.	67	76	n. n.	89	n. n.	74
Weibit, Ungarn	3,4	91	n. n.	90	n. n.	89

n. n. = nicht nachweisbar

v. Einl. = vor der Einlagerung

n. Ausl. = nach der Auslagerung

Als Fazit des Versuchs lässt sich folgern, dass die Überlagerung des mit Anthracnose befallenen Saatgutes von Weißen Lupinen über zwei Jahre unter warmen bis mäßig kühlen Bedingungen eine Abnahme des Befalls auf nicht mehr nachweisbare Größenordnungen bewirkt, ohne dass die Keimfähigkeit darunter leidet.

Heißwasserbeiz- und Bestandesdichtenversuch

Folgende Erhebungen wurden bisher gemacht und sind in Tabelle 44 zusammengestellt:

- Datum Aufgang (Mittel aus drei Wiederholungen)
- Bestandesdichte am 20.04. und 02.05.2000 (jeweils 1 laufender Meter je Parzelle ausgezählt, Mittel über 3 Wiederholungen gebildet)
- Datum Blühbeginn und Datum Blühende (Mittel aus drei Wiederholungen)
- Wuchslänge bei Blühende am 27.06.2000 (Mittel aus drei Wiederholungen)

- Anzahl Anthracnosepflanzen je Parzelle am 24.06.2000 (Mittel aus drei Wiederholungen)

Auf Grund der bisher gewonnenen Daten lässt sich folgende Aussage treffen:

Die nicht-chemischen Varianten waren im Auflaufen deutlich früher als die chemisch gebeizten.

Im Datum Blühbeginn und Blühende dagegen waren keine Unterschiede mehr erkennbar. Das mit 60°C behandelte Saatgut lief praktisch nicht auf. Die angegebenen Pflanzenzahlen wurden durch Auszählen aller Pflanzen auf der Parzelle ermittelt.

Tab. 44: Erhebungen im Anthracnose-Heißwasserbeiz- und Bestandesdichtenversuch bis zum 31. Juli 2000

Variante		Aufgang	Blühbeg.	Blühende	Bestandesd. Pfl./m ² am		Wuchsl.	Anthr.
Beizung	Best.-D.	Datum	Datum	Datum	20.04.	02.05.	cm	Pfl.
Rovral UFB	45	27.4.	17.5.	26.6.	36,6	36,6	65	0,3
	55	27.4.	17.5.	24.6.	36,6	36,6	53	0
	65	27.4.	17.5.	24.6.	50,0	50,0	65	0
Solitär	45	27.4.	19.5.	26.6.	44,4	53,3	67	0
	55	27.4.	19.5.	24.6.	31,1	36,6	52	0
	65	27.4.	19.5.	26.6.	57,2	66,7	72	0
Mandat	45	27.4.	18.5.	26.6.	35,0	33,3	62	0
	55	27.4.	18.5.	24.6.	38,9	51,7	57	0
	65	27.4.	18.5.	26.6.	62,8	75,6	65	0
20 min/50°C	45	20.4.	17.5.	24.6.	47,2	44,4	65	0
	55	20.4.	17.5.	24.6.	57,2	61,1	58	0,7
	65	20.4.	17.5.	26.6.	58,9	58,9	68	1,0
30 min/50°C	45	20.4.	17.5.	24.6.	29,4	27,8	65	0
	55	20.4.	17.5.	24.6.	47,8	42,2	55	0
	65	20.4.	17.5.	26.6.	64,4	58,8	68	0
15 min/60°C	45	20.4.	17.5.	24.6.	3,6	3,6	38	0
	55	20.4.	17.5.	24.6.	5,2	5,2	40	0
	65	20.4.	17.5.	26.6.	6,2	6,2	48	0

Die angestrebten Bestandesdichten wurden am besten mit den Varianten Mandat und Heißwasser 30 min./50°C erreicht. Bei den anderen Varianten gab es teilweise nicht erklärbare Unstimmigkeiten zwischen den geplanten und tatsächlich erreichten Pflanzenzahlen. Mögliche Erklärungen könnten Bodenunterschiede oder ein methodischer Fehler in der Ermittlung der Pflanzenzahlen sein (es wurde je Parzelle ein laufender Meter aus einer der 6 Drillreihen gezählt).

Bei den mit den Mitteln Solitär und Mandat behandelten Lupinen ist eine Zunahme der Bestandesdichte von der ersten zur zweiten Zählung zu beobachten. Dies bestätigt die

bekannte Verzögerung im Auflaufen der Pflanzen bei der Anwendung dieser azolhaltigen Präparate.

Bei der Wuchslänge der Pflanzen ist auffällig, dass in vielen Fällen die mittlere Bestandesdichten-Variante kürzer ist. Dies könnte ebenfalls auf Bodenunterschiede hinweisen, weil die unterschiedlichen Bestandesdichten-Varianten jeweils in einem Block angelegt sind. Von der niedrigsten zur höchsten Bestandesdichte ist eine geringe Zunahme der Wuchslänge zu beobachten, was mit dem stärkeren Streben nach Licht im dichteren Bestand erklärt werden kann.

Der wichtigste Aspekt des Versuchs, der bisher beobachtete Anthracnosebefall, spricht deutlich für die bekanntermaßen besten chemischen Beizmittel Solitär und Mandat (im Vergleich zu Rovral UFB, welches erfahrungsgemäß etwas weniger effizient ist) und für die Heißwasservariante 30 Minuten bei 50°C. Bei der kürzeren Einwirkzeit waren, vor allem in den höheren Bestandesdichten, bereits zur Blüte befallene Pflanzen zu finden.

Das Ergebnis der Überprüfung der Keimfähigkeiten ist in Tab. 45 dargestellt und wird dort in Spalte 2 der Bestandesdichte gegenübergestellt (das Mittel TRF-FU-EB wurde nicht berücksichtigt, da es erst unmittelbar vor der Aussaat auf das Korn gebracht wird).

Im Mittel ergibt sich eine Keimfähigkeit der Varianten von 88,5 %, also kein Unterschied zur Kontrolle. Dennoch fallen einige Werte auf:

- die deutlich verbesserte Keimfähigkeit nach Anwendung von Rovral UFB
- die schlechtere Keimfähigkeit der Elektronenbeiz-Varianten 1 und 4.

Tab. 45: Keimfähigkeiten und Bestandesdichten des ökologischen Beizversuchs (Varianten 1 bis 6 Mittel aus 3 Wiederholungen, Varianten 7 bis 14 aus 6 Wiederholungen)

Nr.	Beiz-Variante	% Keimfähigkeit	Bestandesdichte (Pflanzen/m ²)
1	Kontrolle	88	18,3
2	Rovral UFB	98	43,3
3	Solitär	86	31,1
4	Tutan flüssig	90	41,7
5	Rovral UFB + Tutan flüssig	92	45,0
6	Heißwasser	87	20,0
7	Elektronenbeize 1	82	29,8
8	Elektronenbeize 2	92	31,4
9	Elektronenbeize 3	89	26,4
10	Elektronenbeize 4	79	25,9
11	Cedomon	90	29,5
12	Tillecur (SBM-neu)	89	25,3
13	Tillecur+Essigsäure	91	33,9
14	Jauche aus Frankreich	86	21,1

Korrelation zw. Keimfähigkeit
u. Bestandesdichte

0,5701

Der Vergleich der erreichten Bestandesdichten mit den Keimfähigkeiten ergibt einen nur schwachen Zusammenhang. Die höchsten Bestandesdichten wurden in den Varianten mit den Mitteln Rovral UFB und Tutan flüssig, sowie der Mischung aus beiden Präparaten

erzielt. Die Kontrollvariante und die Heißwasserbeiz-Variante erreichten dagegen die niedrigsten Werte. Eine Erklärung könnte im Falle der Kontrolle dadurch gegeben sein, dass die mit Anthracnose befallenen Körner Pflanzen hervorbrachten, die infolge der ungünstigen Auflaufbedingungen kurz nach Aufgang abstarben. Im Falle der Heißwasserbeize ist die Ursache dagegen unklar, da die Methode genauso wie im ersten Projektjahr durchgeführt wurde und dort keine Probleme aufgetreten waren.

Heißluftbeizversuch

Die im Heißluftbeizversuch gemachten Erhebungen sind identisch mit denen des Heißwasserbeiz- und Bestandesdichtenversuchs. Die bisherigen Ergebnisse gehen aus Tab. 46 hervor.

Tab. 46: Bestandesdichte, Anthracnosebefall und Ertrag im Heißluftbeizversuch 2000

Variante	Aufgang	Blühbeg.	Blühende	Bestandesd. Pfl./m ² am		Wuchsh. cm	Anthr. Pfl./ Parz.	Anthracn. % Pfl.	Ertrag dt/ha	Ertrag rel.
	Datum	Datum	Datum	20.04.	02.05.					
Rovral UFB	27.4.	17.5.	24.6.	63,3	70,7	70	0	1,3	51,7	100
150°C	13.4.	17.5.	24.6.	56,7	52,2	70	32,3	100,0	22,5	44
180°C	13.4.	17.5.	24.6.	67,0	62,2	70	13,7	100,0	24,1	47
200°C	13.4.	17.5.	24.6.	64,6	60,4	67	0,3	100,0	35,9	70
220°C	13.4.	17.5.	24.6.	60,4	57,0	73	1,0	65,0	37,9	73
250°C	13.4.	17.5.	24.6.	55,9	53,0	67	2,7	86,7	30,2	59

Folgende Aussagen lassen sich treffen:

- Der Aufgang der nicht-chemisch behandelten Variante ist auch hier früher erfolgt. Dieser Unterschied ist im Datum Blühbeginn und im Datum Blühende nicht mehr erkennbar.
- In der Wuchslänge gibt es keine Unterschiede zwischen den Varianten.
- Die erreichten Bestandesdichten schwanken auch hier um den angestrebten Wert von 65 Pflanzen je m², was wiederum auf methodische Ungenauigkeiten hindeuten könnte (der gesamte Versuch liegt in einem Block, Bodenunterschiede sind daher eher unwahrscheinlich).

Auswertung des Anthracnosebefalls im Labor

Im Laufe des Frühjahrs wurde der Versuch unternommen, den Anthracnosebefall des behandelten Saatgutes mit der von Feiler und Nirenberg publizierte Agarplattenmethode zu ermitteln. Dabei trat zunächst das Problem auf, dass die Wurzeln der keimenden Lupinenkörner unter das Agar wuchsen und dieses mitsamt dem Korn nach oben drückten und vom Plattenboden abhoben. Dadurch wurde die Auswertung der Platten, die im Agar am Plattenboden erfolgen muss, unmöglich. Nach Rücksprache mit den genannten Autorinnen wurden die Körner daraufhin vor dem Auflegen auf die Agarplatten angekeimt und eingefroren, um den Keimling dadurch abzutöten und ein weiteres Wurzelwachstum zu

unterbinden. Leider ergab sich danach der Effekt, dass die Körner auf den Platten braun wurden und derart verpilzten, dass das Licht nicht mehr durch das – normalerweise durchsichtige – Agar hindurchscheinen konnte, wodurch die Auswertung ebenfalls vom Plattenboden aus nicht möglich war. Da jede Serie 21 Tage bis zur Auswertung stehen muss, und in einigen Varianten das behandelte Saatgut zur Neige ging, wurde infolge des näherrückenden Projektendes die labormäßige Auswertung ergebnislos abgebrochen.

Auswertung des Anthracnosebefalls im Feldversuch

Zunächst trat in allen Varianten kein Anthracnosebefall auf, auch nicht in der Kontrollvariante. Dies hing einerseits mit den trockenen Witterungsbedingungen im Mai zusammen, andererseits aber auch mit der Tatsache, dass das verwendete Saatgut keine 5 % Infektion hatte, sondern deutlich weniger. Einer der Mischungspartner zur Erzeugung dieses 5%-igen Befalls war das im Saatgutüberlagerungsversuch verwendete Saatgut der Sorte Amiga mit ursprünglich 67 % Befall. Dieser Wert wurde auch der Berechnung der Mischungsanteile zugrunde gelegt. Wie sich ja bei der Auswertung des Saatgutüberlagerungsversuches (im Juli 2001) zeigte, lag der Befall im nicht mehr nachweisbaren Bereich von 0 bis 1 %. In dieser Größenordnung dürfte sich daher auch der Befall des für den Bekämpfungsversuch verwendeten Saatgutes bewegt haben.

Schließlich ist es wahrscheinlich, dass in den Kontrollparzellen – wie oben erwähnt – mit Anthracnose befallenen Keimlinge abstarben und aus diesem Grund kein weiterer Befall im Laufe der Vegetationsperiode beobachtet werden konnte.

Dennoch traten im Feldversuch nach erfolgter Hülsenbildung Anthracnosesympptome auf, vor allem in der Variante TRF-FU-EB, wo 37 % der Pflanzen befallen waren und größtenteils starke Symptome (starke Hülsendeformation bis gänzlichem Fehlen der Hülsen) aufwiesen (Tabelle 47).

In den Varianten ohne Lebermoos-Extrakt-Blattbehandlung trat nennenswerter Befall noch in der Cedomon- und in der Jauche-Behandlung auf. In allen anderen Varianten konnte kein oder nur sehr geringer Befall (weniger als 1 Pflanze je Parzelle im Mittel von 3 Wiederholungen) ermittelt werden.

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass nach zweimaliger Lebermoos-Extrakt-Spritzung praktisch keine oder zu vernachlässigende Anthracnosesympptome auftraten, auch in den ohne Fungizid stärker befallenen TRF-FU-EB- und Cedomon-Parzellen.

Vorbehaltlich des geringen Befalls des behandelten Saatgutes und der geringen Bestandesdichte kann folgendes Fazit aus dem Versuch gezogen werden:

- Die Elektronenbeiz- und die Tillecur-Behandlungen scheinen zur Anthracnosebekämpfung des Saatgutes geeignet zu sein.
- Die Bakterienpräparate TRF-FU-EB und Cedomon sowie die aus Frankreich erhaltene Pflanzenjauche hatten dagegen geringere Wirksamkeit.
- Die Spritzung mit Lebermoos-Extrakt wirkte in unserem Versuch befallsreduzierend in den weniger effizienten Saatgutbehandlungsvarianten.

Tab. 47: Bestandesdichte und Anthracnosebefall im ökologischen Beiz- und Fungizidversuch

Datum	07.05.01		16.08.01		
	Pflanzen/m ²	Pflanzen/Parzelle	Anthracn.-Pfl. je Parzelle	% befallene Pflanzen	Anthracn.-Bonitur 1-9
Kontrolle	18,3	137,3	0,0	0,0	1,0
Rovral UFB	43,3	324,8	0,0	0,0	1,0
Solitär	31,1	233,3	0,0	0,0	1,0
Tutan flüssig	41,7	312,8	0,0	0,0	1,0
Rovral UFB + Tutan flüssig	45,0	337,5	0,0	0,0	1,0
Heißwasser	20,0	150,0	0,0	0,0	1,0
Elektronenbeize 1	24,5	183,8	0,0	0,0	1,0
Elektronenbeize 2	27,8	208,5	0,0	0,0	1,0
Elektronenbeize 3	20,5	153,8	0,3	0,2	1,7
Elektronenbeize 4	25,0	187,5	0,0	0,0	1,0
Cedomon	31,7	237,8	12,0	5,0	3,7
Tillecur (SBM-neu)	26,7	200,3	0,0	0,0	1,0
Tillecur+Essigsäure	35,5	266,3	0,0	0,0	1,0
TRF-FU-EB	16,7	125,3	46,7	37,3	6,3
Jauche aus F	26,1	195,8	4,7	2,4	3,0
Elektronenbeize 1 + Moosextrakt	35,0	262,5	0,0	0,0	1,0
Elektronenbeize 2 + Moosextrakt	35,0	262,5	0,0	0,0	1,0
Elektronenbeize 3 + Moosextrakt	32,2	241,5	0,0	0,0	1,0
Elektronenbeize 4 + Moosextrakt	26,7	200,3	0,3	0,1	1,7
Cedomon + Moosextrakt	27,2	204,0	0,7	0,3	2,3
Tillecur (SBM-neu) + Moosextrakt	23,9	179,3	0,3	0,2	1,7
Tillecur + Essigsäure + Moosextrakt	32,2	241,5	0,3	0,1	1,7
TRF-FU-EB + Moosextrakt	22,2	166,5	0,0	0,0	1,0
Jauche aus F + Moosextrakt	16,1	120,8	0,3	0,2	1,7
Mittel	28,5	213,9	2,7	1,3	1,6

Erträge

Tabelle 48 gibt eine Zusammenstellung der erzielten Kornerträge. Trotz der geringen Bestandesdichten liegen die Erträge mit durchschnittlich 28,8 dt/ha in einer akzeptablen Höhe. Die Spitzenwerte werden von Tutan flüssig (39,3 dt/ha) und Rovral UFB + Tutan flüssig (37,9 dt/ha) erreicht. Dicht dahinter liegen die beiden „Ökovarianten“ Elektronenbeize 3 + Lebermoos-Extrakt und Tillecur + Essigsäure + Lebermoos-Extrakt mit je 37,0 dt/ha. Die niedrigsten Erträge brachten die Kontrolle (10,8 dt/ha), TRF-FU-EB, und – überraschenderweise – die Heißwasservariante.

Mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,6579 lassen sich die Erträge größtenteils durch die Bestandesdichten erklären. Die niedrigsten Bestandesdichten (Kontrolle, Heißwasser und TRF-FU-EB) hatten die niedrigsten Erträge zur Folge. Abweichend hiervon wurde mit der Kombination Jauche + Lebermoos-Extrakt ein relativ hoher Ertrag (27,1 dt/ha) trotz vergleichsweise niedriger Bestandesdichte (16,1 Pflanzen/m²) erzielt.

Andererseits hatten die höchsten Bestandesdichten auch die höchsten Erträge zur Folge, wie beispielsweise die Varianten Tutan flüssig, die Kombination von Rovral UFB mit Tutan flüssig und die Elektronenbeize 1 mit Lebermoos-Extrakt-Spritzung. Diese Gesetzmäßigkeit wird allerdings von der Rovral UFB-Behandlung durchbrochen, wo trotz hoher Pflanzenzahlen nur ein Ertrag von 31,6 dt/ha erreicht wurde.

Tab. 48: Absolute und relative Erträge sowie Bestandesdichte des ökologischen Beiz- und Fungizidversuchs

Variante	Ertrag		Best.-Dichte
	dt/ha	% z. Kontr.	Pflanzen/m ²
Kontrolle	10,8	100	18,3
Rovral UFB	31,6	292,3	43,3
Solitär	31,2	288,9	31,1
Tutan flüssig	39,3	363,6	41,7
Rovral UFB + Tutan flüssig	37,9	351,2	45,0
Heißwasser	9,7	89,5	20,0
Elektronenbeize 1	30,0	278,1	24,5
Elektronenbeize 2	32,2	298,5	27,8
Elektronenbeize 3	22,7	210,5	20,5
Elektronenbeize 4	32,5	300,9	25,0
Cedomon	24,9	230,5	31,7
Tillecur (SBM-neu)	28,4	263,3	26,7
Tillecur+Essigsäure	24,5	227,2	35,5
TRF-FU-EB	16,8	155,9	16,7
Jauche aus F	31,2	288,9	26,1
Elektronenbeize 1 + Moosextrakt	36,6	338,9	35,0
Elektronenbeize 2 + Moosextrakt	31,6	292,9	35,0
Elektronenbeize 3 + Moosextrakt	37,0	342,6	32,2
Elektronenbeize 4 + Moosextrakt	32,9	304,6	26,7
Cedomon + Moosextrakt	28,1	260,2	27,2
Tillecur (SBM-neu) + Moosextrakt	23,9	221,6	23,9
Tillecur + Essigsäure + Moosextrakt	37,0	342,6	32,2
TRF-FU-EB + Moosextrakt	32,5	300,6	22,2
Jauche aus F + Moosextrakt	27,1	250,9	16,1
Mittel	28,8	266,4	28,5

LSD5%

6,6

61,3

Korrelation

0,6579

Insgesamt lässt sich aber das Ergebnis des ersten Projektjahres – wonach der Ertrag bei geringem Anthracnosebefall stärker von der Bestandesdichte als vom Anthracnosebefall abhängt – auch in diesem Versuch bestätigen.

Eine ertragsmäßige Bewertung der Varianten soll aufgrund der unterschiedlichen Bestandesdichten und in Unkenntnis der genauen Gründe für den unterschiedlichen Feldaufgang an dieser Stelle nicht vorgenommen werden.

Insgesamt zeigt der Versuch interessante Ansätze zur nicht-chemischen Anthracnosebekämpfung bei Weißlupinen. Die Auswertung ist aber – vor allem wegen der ungünstigen Aussaatbedingungen des Jahres 2001 – nur unvollständig möglich. Eine Wiederholung des Versuchs im Jahr 2002 wäre daher wünschenswert.

4.2.4.2 Vergleichende Sortenprüfung und Anbausysteme

Bisher wurden folgende Daten erfasst:

- Lückigkeit nach Aufgang (1 = voller Bestand bis 9 = keine Pflanze aufgelaufen)
- Datum Blühbeginn und Datum Blühende
- Lager nach Gewitter am 10. Juni (1 = aufrecht bis 9 = flach liegend).

Die Ergebnisse sind – jeweils als Mittel aus drei Wiederholungen – in Tabelle 49 dargestellt. In den Beständen waren – außer bei der Sorte Bardo – keine größeren Lücken zu beobachten. Der Blühbeginn erfolgte bei den Schmalblättrigen Lupinen 4 bis 5 Tage früher als bei den Weißen Lupinen. Im Datum Blühende war der Abstand zwischen Weißen und Schmalblättrigen Lupinen auf 9 bis 10 Tage angewachsen, die ersten Schmalblättrigen Lupinen sind derzeit auch schon abgereift (die beiden unverzweigten Sorten Sonet und Borweta).

Nach einem Gewitter war bereits eine deutliche Lagerdifferenzierung zugunsten der Weißlupinensorten zu beobachten. Lediglich die Sorte Sonet zeigte innerhalb der Gruppe der Schmalblättrigen Lupinen eine gute Standfestigkeit.

Tab. 49: Ergebnisse der vergleichenden Sortenprüfung Weiße Lupinen (w) und Schmalblättrige („Blaue“) Lupinen (b) am Standort Rastatt, Erntejahr 2000

Sorte (<u>w</u> eiß/ <u>b</u> lau)	Lückigk. 1 - 9	Blühbeg. Datum	Blühende Datum	Reife Datum	Lager 10.06. 1 – 9	Lager Reife 1 – 9	Ertrag dt/ha	Ertrag %
Amiga (w)	1,7	30.05.	30.06.	19.08.	1,0	1,0	35,5	113,3
SWS99/40-4 (w) (ab 2001:Fortuna)	1,7	01.06.	30.06.	29.08.	1,0	1,0	40,7	130,0
Bardo (w)	2,7	30.05.	30.06.	18.08.	2,0	1,0	28,5	91,1
Bordako (b)	1,7	26.05.	21.06.	07.08.	7,0	6,0	31,8	101,6
Borweta (b)	1,0	25.05.	20.06.	23.07.	4,3	5,0	28,5	91,1
Bolivio (b)	1,7	26.05.	20.06.	15.08.	6,3	3,7	27,3	87,2
Boltensia (b)	1,3	26.05.	21.06.	17.08.	7,0	6,0	29,2	93,2
Sonet (b)	2,0	25.05.	20.06.	21.07.	1,0	3,7	28,8	92,1

Mittel 31,3 100,0

GD 5% 0,8 1,7 5,0 16,1

r (Reife:Ertrag) = 0,583

Die Ergebnisse sind – jeweils als Mittel aus drei Wiederholungen – in Tab. 50 dargestellt. Die Bestandsentwicklung war allgemein gut, ausgenommen die Sorte Bardo, die extrem lückig aufief, so dass zur Reife nur wenige Pflanzen je Parzelle vorhanden waren. Im Blühbeginn waren keine größeren Unterschiede zwischen den Lupinenarten zu beobachten. Dagegen waren die Schmalblättrigen Lupinen im Datum Blühende um 10 bis 14 Tagen früher als die Weißen Lupinen. In der Reife waren die unverzweigten Blauen Lupinen am frühesten, gefolgt von den verzweigten Blauen Lupinen. Die Weißen Lupinen reiften erst drei Wochen nach den Blauen Lupinen ab. Bedingt durch die trockene und heiße Sommerwitterung erfolgte die Abreife ohne Verzögerung.

Tab. 50: Ergebnisse der vergleichenden Sortenprüfung Weiße Lupinen (w) und Schmalblättrige („Blaue“) Lupinen (b) am Standort Rastatt, Erntejahr 2001

Sorte	Blühbeginn Datum	Blühende Datum	Reife Datum	Wuchslänge (cm)	Lager vor Reife (1-9)	Ertrag (dt/ha)	Ertrag %
Amiga (w)	01.06.	02.07.	15.08.	63	1	33,4	128,0
Bardo (w)	05.06.	04.07.	14.08.	60	1	6,6	25,1
Fortuna (w)	05.06.	03.07.	18.08.	67	1	35,6	136,5
Bordako (b)	03.06.	15.06.	23.07.	50	2,3	25,3	96,9
Bolivio (b)	31.05.	18.06.	23.07.	50	2,3	27,0	103,6
Boltensia (b)	03.06.	18.06.	02.08.	50	2	30,6	117,3
Bora (b)	31.05.	18.06.	23.07.	57	1,7	25,1	96,2
Borweta (b)	01.06.	18.06.	20.07.	40	1	28,6	109,6
Sonet (b)	01.06.	22.06.	20.07.	40	1,3	22,9	87,7
LSD 5%						3,5	13,5

In der Wuchslänge zeigt sich die Tendenz, dass die Sorten von den unverzweigten Blauen über die verzweigten Blauen bis zu den Weißen Lupinen länger werden.

Lager trat im Gegensatz zum letzten Jahr nur begrenzt auf. Trotzdem wird die generelle gute Standfestigkeit der Weißen Lupinen und auch der unverzweigten Blauen Lupinen auch dieses Jahr bestätigt. Bei den unverzweigten Blauen Lupinen trat dagegen leichtes Lager auf, was aber die Maschinenernte nicht negativ beeinflusste.

Versuche in der Schweiz

Sortenversuche, Bestandesentwicklung, Vegetationsdauer

Die zwei unverzweigten blauen Sorten konnten nach durchschnittlich 107 Tagen geerntet werden (vgl. Tab. 51). Zwei Wochen später waren die verzweigten blauen Sorten erntereif. Die weißen Lupinen wurden ungefähr drei Wochen danach geerntet.

Tab. 51: Saat- und Erntetermine der einzelnen Sorten an verschiedenen Standorten

	Saat	Unverzweigte Blaue	Tage	Verzweigte Blaue	Tage	Weißer	Tage
Möhlin 2000	8.4.00	19.7.00	102	10.8.00	124	30.8.00	144
Möhlin 2001	4.4.01	27.7.01	114	14.8.01	132	29.8.01	147
Thun 2001	28.4.01	14.8.01	108	22.8.01	116	13.9.01	138
Wil 2001	30.4.01	14.8.01	106	22.8.01	114	13.9.01	136

Die Berechnung der Tage zwischen der Saat und der Ernte zeigen, dass bei einem späten Saattermin (Ende April) die Lupinen diesen Verzug teilweise kompensieren können.

Bedeckungsgrad der verschiedenen Sorten

Der Bedeckungsgrad durch die Lupinen wurde im ersten Versuchsjahr zu mehreren Zeitpunkten erhoben. Die blauen Lupinen erreichten bereits 40 Tagen nach der Saat eine Bodenbedeckung von über 80%. Die weißen Lupinen konnten zu diesem Zeitpunkt den Boden noch nicht so stark bedecken, was auch auf die um ca. eine Woche verzögerte Entwicklung zurückzuführen ist. Dieser Entwicklungsverzug war bereits beim Auflaufen erkennbar. Zum Zeitpunkt der Blüte bedeckten alle Sorten den Boden vollständig.

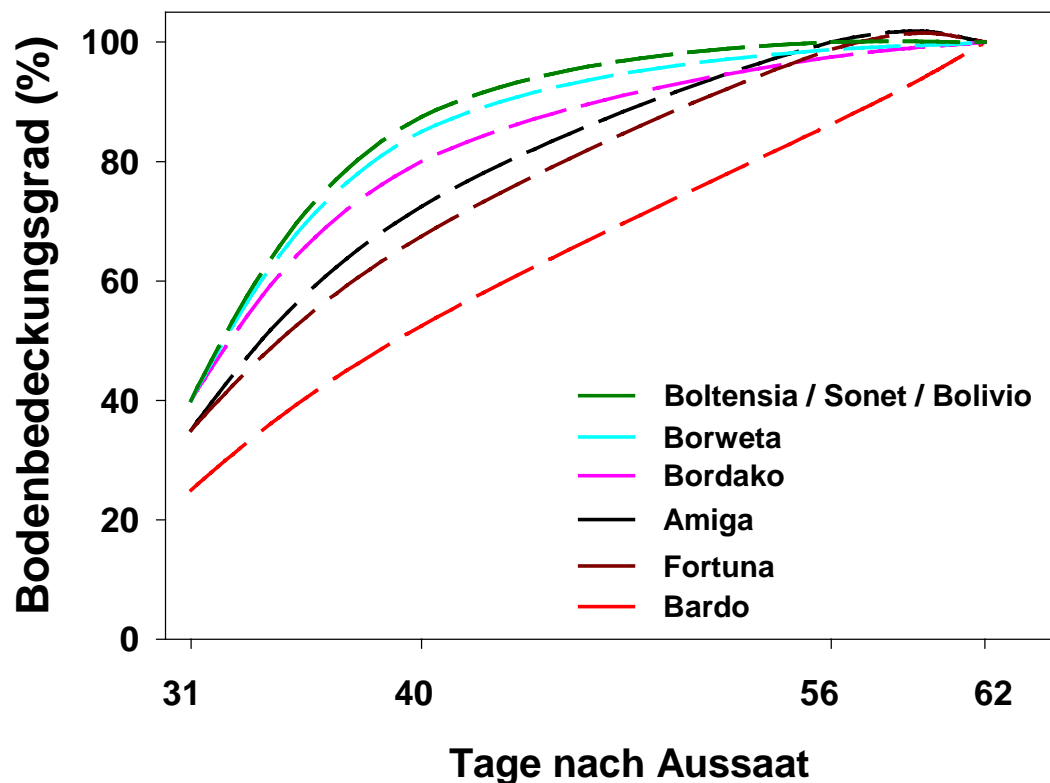


Abb. 19: Entwicklung des Bodenbedeckungsgrades von verschiedenen Lupinen-sorten in Abhängigkeit von den Vegetationstagen am Standort Möhlin, 2000

Pflanzenhöhe

Im zweiten Versuchsjahr wurde die Pflanzenhöhe zum Zeitpunkt des Blühendes erhoben. Die weißen Lupinen erreichten in den Versuchen Pflanzenhöhen zwischen 60 und 140 cm. Die blauen unverzweigten Sorten waren zwischen 35 und 70 cm hoch. Die blauen verzweigten Sorten lagen mit 50 bis 90 cm dazwischen. Auffällig ist die große Spannweite in den Pflanzenhöhe, wobei ein eindeutiger Standorteinfluss bemerkbar ist. Worauf dieser Standorteinfluss zurückzuführen ist, konnte nicht abschließend geklärt werden.

Es fällt auf, dass die Pflanzenhöhe in der Reihenfolge der Standorte Möhlin, Wil und Thun deutlich zunimmt. Die Ursache dafür ist vermutlich in der Menge fixierten Stickstoffs zu finden. Die Knöllchenbildung wurde allerdings nicht bonitiert; daher kann der Grund für das unterschiedliche Längenwachstum nur vermutet werden.

Während in Thun und Wil die unverzweigten blauen Sorten nur geringfügig kleiner waren als die blauen verzweigten, waren in Möhlin die Sorten Borweta und Sonet deutlich kürzer.

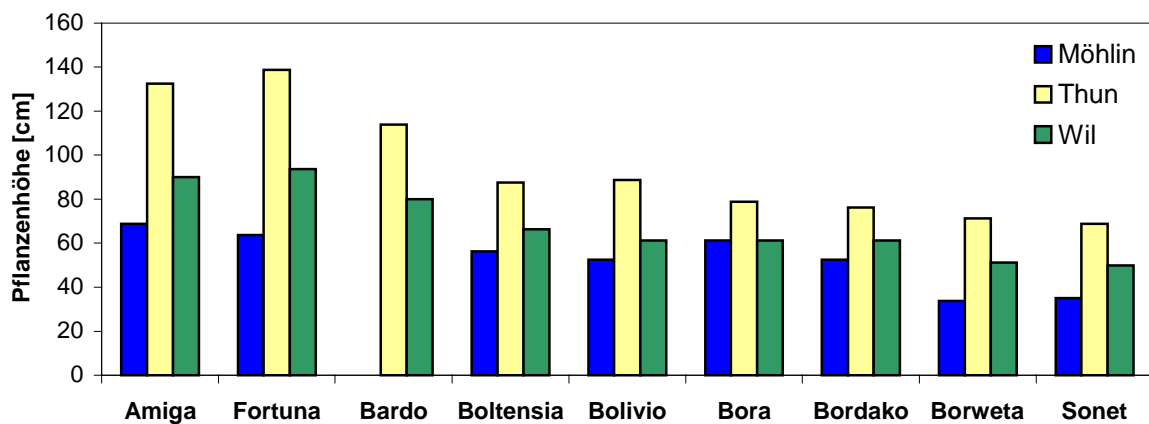


Abb. 20: Durchschnittliche Pflanzenhöhe bei Blühende der verschiedenen Sorten an den drei Standorten Möhlin, Wil und Thun, 2001

Pflanzendichte

Die angestrebte Pflanzendichte wurde bei den meisten Sorten erreicht. Im zweiten Versuchsjahr liefen die Sorten Bordako in Möhlin und Wil und die Sorte Borweta in Möhlin schlecht auf. Die weiße Sorte Bardo lief in Möhlin fast gar nicht auf. Dasselbe Phänomen wurde auch im Sortenvergleich der SWS in D-Raststatt beobachtet. Wahrscheinlichste Ursache ist ein Fehler in der Saatgutbeizung. In Thun war das Auflaufen dieser Sorte hingegen deutlich besser, obwohl dasselbe Saatgut wie in Möhlin verwendet wurde (Abb. 21).

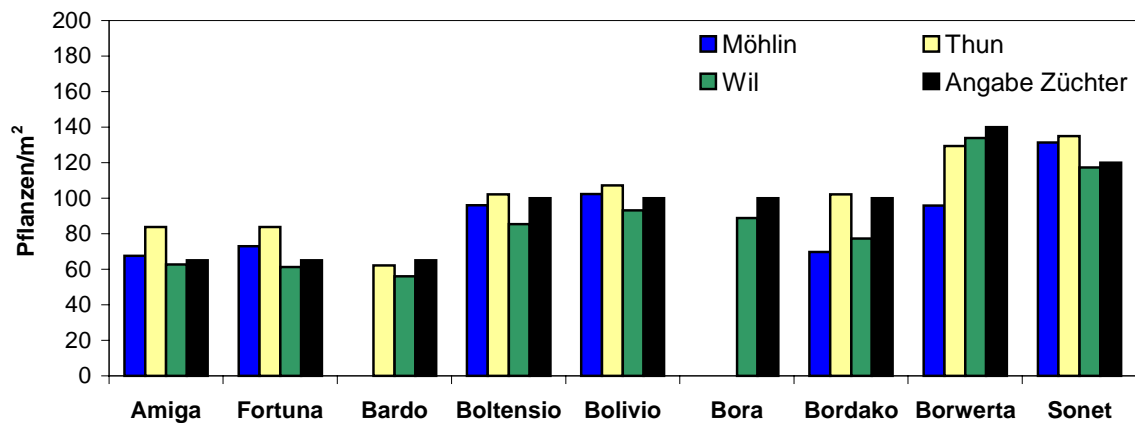


Abb. 21: Durchschnittliche Pflanzendichte der verschiedenen Sorten an den drei Standorten, 2000

Unkraut

Das Unkraut konnte mit der Verwendung des Voraufdauerherbizids Stomp (4l/ha) effizient bekämpft werden. Die Bestände blieben nahezu unkrautfrei.

Im biologischen Sortenversuch in Wil im Jahr 2001 wurde das Unkraut mit dem Striegel bekämpft. Dieses manuelle Verfahren zeigte eine gute Wirkung, die Lupinen wurden dabei nicht beschädigt. Probleme bereiteten die Quecken (*Agropyron repens*). Sie traten in einzelnen Parzellen stark auf. Gegen den Sommer kamen zudem einzelne Arten aus der angrenzenden Buntbrache (Goldrute, Karde, Pestwurz, Königskerze, Disteln etc.), v.a. in Parzellen mit geringer Pflanzendichte auf. Der pfirsichblättrige Knöterich (*Polygonum persicaria*) wurde in einzelnen Parzellen der blauen unverzweigten Lupinen dominant. In den blauen verzweigten und weißen Lupinen konnte er infolge der besseren Bodenbedeckung durch diese Sorten weniger aufkommen.

Lagerung

Im ersten Versuchsjahr war bei fast allen Sorten eine gewisse Lagerneigung festzustellen. Vor allem in Eschikon lagerten die blauen Lupinen teilweise, die weißen zum Zeitpunkt der Ernte fast vollständig. In Möhlin war die Lagerung weniger stark, doch auch hier zeigten die weißen Lupinen eine geringere Standfestigkeit. Im zweiten Versuchsjahr lagerten in Möhlin keine Pflanzen, was sicherlich mit der geringen Pflanzenhöhe zusammenhängt. Auch in Wil begannen nur die weißen Lupinen nach Blühende geringfügig zu lagern, die blauen Lupinen lagerten nicht erwähnenswert. In Thun lagerten die Sorten Borweta, Sonet und Bolivio fast nicht, die restlichen verzweigten Sorten und die weißen Lupinen lagerten Mitte Juni teilweise. Bis zur Ernte der weißen Lupinen lag deren ganzer Bestand auf dem Boden.

Wildschäden

In beiden Jahren konnte in den Versuchsflächen Wildschäden durch Feldhasen und Rehe beobachtet werden. Davon betroffen waren allerdings nur die blauen Lupinen. Eine kritische Phase war kurz nach dem Auflaufen, als das Wild die jungen Haupttriebe abbiss. Die verbissenen Pflanzen blieben in ihrem Längenwachstum deutlich zurück. Zur Zeit der

Hülsenbildung konnten teilweise angefressene Hülsen entdeckt werden. Der Schaden war allerdings sehr gering. Relevante Insektenschäden waren nicht zu erkennen. In Möhlin richteten Wildschweine kurz vor der Ernte in den Parzellen der zwei unverzweigten Sorten Borweta und Sonet große Schäden an. Die Tiere wühlten sich selektiv durch die Erde zwischen den Reihen, so dass ein großer Teil der Pflanzen ausgerissen wurde. Die Erträge der zwei unverzweigten Sorten in Möhlin wurden deshalb in den Ertragserhebungen nicht berücksichtigt.

Krankheiten

Die Versuche, bei denen gebeiztes Saatgut verwendet wurde, blieben weitgehend anthracnosefrei. Die geringfügig auftretende Anthracnose war nicht ertragsrelevant. Am Standort Wil, wo im Jahr 2001 ein biologischer Sortenversuch mit ungebeiztem Saatgut angelegt wurde, trat bei den weißen Lupinen deutlich Anthracnose auf. Allerdings handelte es sich vor allem um eine Sekundärinfektion, welche die Pflanzen v.a. im Stadium der Blüte befiel. Eine Bonitur Anfangs September zeigte, dass bei vielen Pflanzen die Nebentriebe keine oder nur sehr wenige und meist verkümmerte Hülsen trugen. Die Hülsen der Haupttriebe waren meist gut ausgebildet, zeigten aber oft auch Brennflecken. Ein Sortenunterschied konnte nicht gefunden werden.

Nachtriebe/Körnerausfall

Im zweiten Versuchsjahr bildeten Mitte August in Möhlin die blauen verzweigten Sorten blühende Nachtriebe: Bei der Sorte Boltensia bei ungefähr der Hälfte der Pflanzen, bei der Sorte Bora dagegen keine. Bordako und Bolivio lagen dazwischen. In Wil war kurz vor der Ernte bei den blauen verzweigten Sorten teilweise Körnerausfall festzustellen. Betroffen waren hauptsächlich die Sorten Bordako sowie Boltensia.

Erträge

Weißer Lupinen:

Die Erträge des ersten Versuchsjahres waren allgemein höher. Den besten Ertrag erbrachte die Sorte Amiga mit durchschnittlich über 50 dt/ha. Im zweiten Jahr lag der Ertrag dieser Sorte auf dem Standort Möhlin bei 46 dt/ha, in Thun aufgrund der starken Lagerung der Lupinen bei 35 dt/ha. Die Sorte Fortuna zeigte in beiden Jahren eine etwas geringere Ertragsleistung im Vergleich zu Amiga (2000: - 10%, 2001: -23%). Die Sorte Bardo erreichte im Jahr 2000 durchschnittlich 33 dt/ha, im zweiten Versuchsjahr waren die Erträge aufgrund des schlechten Auflaufens deutlich niedriger. Die Erträge in Wil waren wegen des Anthracnosebefalls allgemein sehr tief. Die Ertragseinbuße betrug mindestens 60%.

Blaue Lupinen:

Das Ertragsniveau der blauen Lupinen lag allgemein unterhalb desjenigen der weißen. Die Erträge der verzweigten Sorten Bolivio, Bora, Boltensia und Bordako schwankten zwischen 24 dt/ha und 35 dt/ha. In Möhlin erreichte die Sorte Boltensia im Jahr 2000 sogar 40 dt/ha. Die Erträge des Versuches 2000 in Eschikon waren sehr tief, da die Pflanzen dort sehr stark lagerten, was zu Ernteverlusten von beinahe 50% führte. Die beiden unverzweigten Sorten Borweta und Sonet wiesen ein etwas tieferes Ertragsniveau auf als die verzweigten Sorten. Die Erträge schwankten ebenfalls zwischen 20 und 35 dt/ha. Die statistische Auswertung

zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen verzweigten und unverzweigten blauen Sorten.

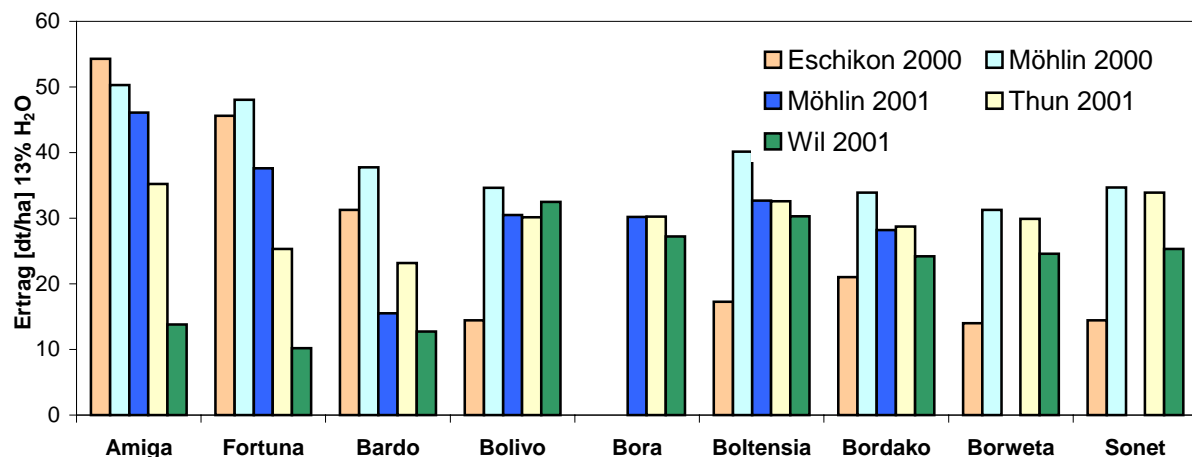


Abb. 22: Erträge des Sortenversuches der Jahre 2000 und 2001 auf den verschiedenen Standorten in dt/ha (13% H₂O)

Proteinertrag

Die weißen Lupinen wiesen mit mehr als 7% Rohfett einen deutlich höheren Gehalt als die blauen Lupinen auf. Deren Gehalt schwankte je nach Sorte zwischen 4 und 5,6%.

Tab. 52: Rohfett- und Rohproteingehalte in Prozent der Trockensubstanz der verschiedenen Sorten 2000 / 2001

	Rohfett [% i. TS]		Rohprotein [% i. TS]					Mittelwert
	2000		2000		2001			
	Möhlin	Eschikon	Eschikon	Möhlin	Möhlin	Thun	Wil	
Amiga	8.1	7.4	38.4	34.2	38.8	34.2	35.4	36.4
Fortuna	8.2	7.6	38.7	35.6	37.3	33.9	38.8	37.7
Bardo	7.4	7.4	37.6	36.2	35.3	41.2	38.6	36.3
Bolivo	4.7	4.4	43.5	42.0	39.3	38.6	33.2	39.3
Bora		nicht angebaut			36.7	40.4	36.6	37.9
Boltensia	4.6	4.0	41.0	40.8	39.8	34.3	33.7	37.9
Bordako	4.8	4.2	40.6	38.5	36.2	40.9	41.3	39.5
Borweta	5.4	5.6	36.3	32.1	33.9	38.1	40.2	36.1
Sonet	4.5	5.0	36.7	35.2	37.8	38.8	36.4	37.0

Die Rohproteingehalte schwankten bei den weißen Sorten zwischen 34 und 41%. Der Mittelwert lag bei ca. 37%. Signifikante Sortenunterschiede wurden nicht gefunden.

Bei den blauen Lupinen bewegten sich die Rohproteingehalte zwischen 33 und 43%. Die Sorten Bolivo und Bordako wiesen mit über 39% die höchsten durchschnittlichen Rohproteingehalte auf. Die restlichen Sorten zeigten Mittelwerte zwischen 36 und 38%.

Berücksichtigt man die Ernteerträge, erzielte die weiße Lupinensorte Amiga mit ca. 14 dt/ha Protein den höchsten Rohproteinertrag. Bei den blauen Sorten lagen die Rohproteinerträge bei allen verzweigten Sorten zwischen 9 und 10 dt/ha, die zwei unverzweigten Sorten

erreichten mit 8 bis 9 dt/ha etwas geringere Rohproteinträge.

Tausendkorngewicht

Die Sorten erreichten in der Regel das von den Züchtern angegebene Tausendkorngewicht. Die weiße Sorte Amiga blieb etwas unter den Angaben (-17%), ebenso die blaue Sorte Bora (-18%). Die blauen Sorte Boltensia hingegen wies ein deutlich höheres Tausendkorngewicht (+18%) als angegeben auf.

Tab. 53: Tausendkorngewichte verschiedener Sorten relativ zum Mittelwert an den einzelnen Standorten der verschiedenen Sorten im Vergleich zu den Angaben der Züchter [g]

Sorte / Ort	2000		2001			Mittelwert [g]	Angabe Züchter [g]
	Eschikon	Möhlin	Möhlin	Thun	Wil		
Amiga	91%	78%	92%	74%	78%	348	419
Fortuna	100%	94%	109%	95%	99%	305	308
Bardo	107%	105%	108%	94%	131%	270	248
Bolivio	96%	122%	115%	98%	106%	163	152
Boltensia	100%	126%	127%	111%	126%	160	136
Bora	-	-	84%	77%	84%	139	170
Bordako	89%	104%	104%	89%	102%	151	154
Borweta	109%	96%	94%	95%	98%	120	122
Sonet	102%	94%	93%	95%	97%	158	165

Wassergehalt bei Ernte

Im zweiten Versuchsjahr wurde für die verschiedenen Sorten der Trockensubstanz- bzw. Wassergehalt vor und nach der Trocknung bestimmt. Die Wassergehalte schwankten stark, abhängig von der Sorte und dem Standort. In Möhlin konnten alle Sorten bei einem Wassergehalt zwischen 27% und 11% geerntet werden. In Wil wurde der höchste Wassergehalt bei der Sorte Bordako (40%) gefunden. Der durchschnittliche Wassergehalt der blauen Sorten in Wil lag bei ungefähr 20%, derjenige der weißen Sorten bei 15%-23%. In Thun betrug der Wassergehalt der blauen verzweigten Sorten einheitlich ca. 25%, die Körner der blauen unverzweigten Sorten waren mit weniger als 20% Wasseranteil etwas trockener. Die weißen Lupinen allerdings mussten mit einem Wassergehalt von ca. 50% sehr nass geerntet werden. Nach der Trocknung wiesen die weißen Lupinen einen Wassergehalt von ca. 5% auf, die blauen einen Gehalt von ca. 8%.

Tab. 54: Trockensubstanzgehalt der Sorten in Prozent vor und nach der Trocknung an den Standorten des Versuchsjahres 2001

Sorte / Ort	TS bei Ernte [%]			TS nach Trocknung [%]		
	Möhlin	Thun	Wil	Möhlin	Thun	Wil
Amiga	89	54	74	94	95	94
Fortuna	88	43	67	94	94	95
Bardo	88	47	75	94	94	94
Bolivo	80	75	81	93	92	92
Bora	73	76	80	93	92	92
Boltensia	75	75	80	93	92	92
Bordako	73	75	60	93	92	92
Borweta	84	83	79	91	92	93
Sonet	84	81	74	91	92	93

Zusammenfassung Sortenvergleich

Von den weißen Lupinen brachte die Sorte Amiga mit durchschnittlich 45 dt/ha den höchsten Ertrag. Die blauen Sorten erreichten mit knapp 30 dt/ha ein geringeres Ertragsniveau. Die Sortenunterschiede der blauen Lupinen waren gering und statistisch nicht gesichert.

Die weißen und blauen Lupinen wiesen Rohproteingehalte von durchschnittlich 36 bis 39% auf. Die Variation, abhängig von Standort und Jahr, war bei allen Sorten sehr groß. Mit weissen Lupinen können somit Rohproteinerträge um 14 dt/ha erwartet werden, bei den blauen Lupinen um 9 dt/ha.

Mit dem Voraufdauerherbizid Stomp (4l/ha) oder mit dem Striegel konnte das Unkraut bis in den Sommer hin gut kontrolliert werden. Probleme können allerdings spät aufkommende Sommerunkräuter bereiten.

Die Lageranfälligkeit der Lupinen schien von der Pflanzenhöhe abhängig zu sein. Die unverzweigten blauen Lupinen waren standfest. Die weißen Lupinen waren aufgrund ihrer grossen Pflanzenhöhe lageranfällig. Die blauen verzweigten Lupinen wiesen meist eine genügende Standfestigkeit auf.

Die Anthraknose war in den Versuchen hauptsächlich bei weißen Sorten mit ungebeiztem Saatgut ein Problem. Die Bestände wurden so stark befallen, dass Ertragseinbußen von deutlich über 50% erfolgten.

Bei den weißen Lupinen kann die Sorte Amiga empfohlen werden. Bei den blauen Lupinen ist eine Sortenempfehlung schwierig; am ehesten lassen sich die Boltensia, Bora und Bolivo empfehlen. Die blauen Lupinen sind zwar gegen die Anthraknose toleranter, ihr Ertragspotential ist aber im Vergleich zu den weißen Lupinen geringer. Für den biologische Landbau sind blaue Lupinen wegen der geringeren Anthraknose-Anfälligkeit aber trotzdem die bessere Wahl.

Ergebnisse Anbausystemvergleich

Bestandesentwicklung

Bodenbedeckungsgrad

Im ersten Versuchsjahr wurde die Bodenbedeckung in Möhlin durch die Lupinen zu verschiedenen Zeitpunkten erhoben (vgl. Abb. 23). Es zeigte sich, dass die Lupinen mit weitem Reihenabstand den Boden deutlich schlechter bedeckten. Ende Juni war aber eine vollständige Bedeckung in allen Verfahren erfolgt. Die Weißen Lupinen wiesen im Durchschnitt eine etwas schlechtere Bodenbedeckung auf, was aber hauptsächlich auf den auch im Sortenvergleich beobachteten Entwicklungsverzug zurückzuführen ist. Die Blauen Lupinen im weiten Reihenabstand bedeckten den Boden weniger gut als die Weißen Lupinen im gleichen Anbauverfahren.

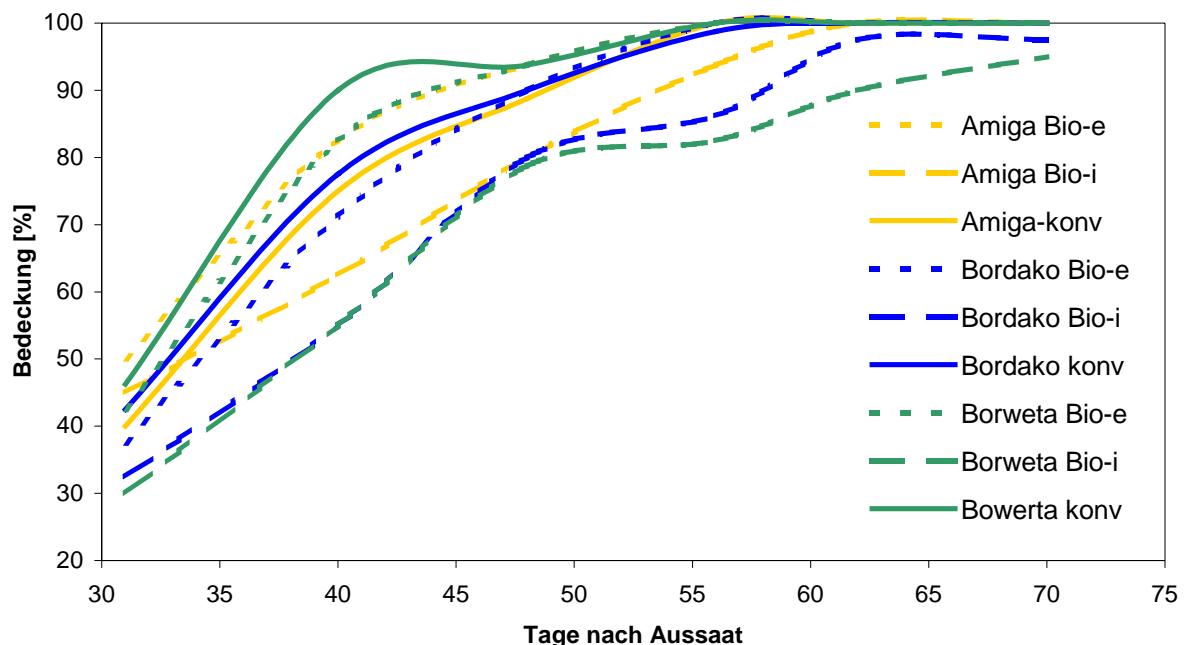


Abb. 23: Bodenbedeckungsgrad in Prozent durch Lupinen in Abhängigkeit von Sorte und Anbausystem zu verschiedenen Zeitpunkten in Möhlin

Pflanzenhöhe

Die Messung der Pflanzenhöhe bei Blühende zeigte, dass der Reihenabstand keinen Einfluss auf die Pflanzenhöhe hat.

Lagerung

Im ersten Versuchsjahr lagerten mit Ausnahme der unverzweigten blauen Sorten zum Zeitpunkt der Ernte alle Lupinen. Ein Unterschied zwischen den verschiedenen Anbausystemen wurde nicht gefunden. Im zweiten Versuchsjahr war an beiden Standorten bei den blauen Lupinen fast keine Lagerung zu beobachten. In Wil begannen die weißen Lupinen wahrscheinlich aufgrund der sehr hohen Pflanzen im August teilweise zu lagern. Das Anbausystem Bio intensiv mit breitem Reihenabstand war davon stärker betroffen.

Unkraut

Das Voraufherbizid Stomp (4 l/ha) zeigte eine gute Wirkung. Das Unkraut konnte auch mit dem Striegel und der Hacke genügend kontrolliert werden. In Möhlin war im zweiten Versuchsjahr der Unkrautdruck sogar so gering, dass im System Bio-intensiv auf einen Durchgang mit der Hacke verzichtet werden konnte. Aufgrund ihrer geringeren Höhe sind vor allem die blauen unverzweigten Lupinensorten bei weitem Reihenabstand durch eine Spätverunkrautung gefährdet. Eine solche Spätverunkrautung war aber nur in Wil im zweiten Versuchsjahr aufgrund der angrenzenden Buntbrache zu beobachten. Sie setzte erst nach Blühbeginn der Lupinen ein, sodass es wahrscheinlich zu keiner relevanten Ertragsverminderung gekommen ist.

Wildschäden

In beiden Jahren konnten in den Versuchsflächen Wildschäden durch Feldhasen und Rehe beobachtet werden. Davon betroffen waren allerdings nur die blauen Lupinen. Eine kritische Phase bestand kurz nach dem Auflaufen, als das Wild die jungen Haupttriebe abbiss. Die verbissenen Pflanzen blieben in ihrem Längenwachstum deutlich zurück. Zur Zeit der Hülsenbildung konnten teilweise angefressene Hülsen entdeckt werden. Der Schaden war allerdings sehr gering. Fraßschäden durch Insekten waren selten. In Möhlin richteten Wildschweine kurz vor der Ernte in den Parzellen der unverzweigten Sorte Borweta große Schäden an. Die Tiere wühlten selektiv so zwischen den Reihen, dass ein großer Teil der Pflanzen ausgerissen wurden. Die Erträge dieser Sorte in Möhlin wurden deshalb in den Ertragsauswertungen nicht berücksichtigt. Ebenfalls in Möhlin richteten wahrscheinlich Mäuse in den Parzellen der Sorte Amiga große Schäden an. Die Tiere bissen die Wurzeln unterhalb der Erdoberfläche durch. Die betroffenen Parzellen wurden in der Ertragshebung entsprechend nicht berücksichtigt.

Krankheiten

Die Versuche, bei denen gebeiztes Saatgut verwendet wurde, blieben weitgehend anthracnosefrei. Die geringfügig auftretende Anthracnose war nicht ertragsrelevant. In Wil hingegen war wahrscheinlich wegen des ungebeizten Saatguts ein starker Anthracnosebefall der weißen Lupinen festzustellen.

Erträge

Wie die Abb. 24 zeigt, waren die Erträge des Anbausystemvergleichs stark sortenabhängig. Die statistische Analyse zeigte, dass die Art der Pflege keinen Einfluss auf den Ertrag hat. Wie im Sortenversuch erbrachte die weiße Sorte Amiga mit über 40 dt/ha den höchsten Ertrag. Die geringen Erträge in Wil sind auf den Anthracnosebefall zurückzuführen. Die blaue Sorte Bordako lag mit knapp 30 dt/ha darunter, ebenso die blaue unverzweigte Sonet mit etwas über 20 dt/ha.

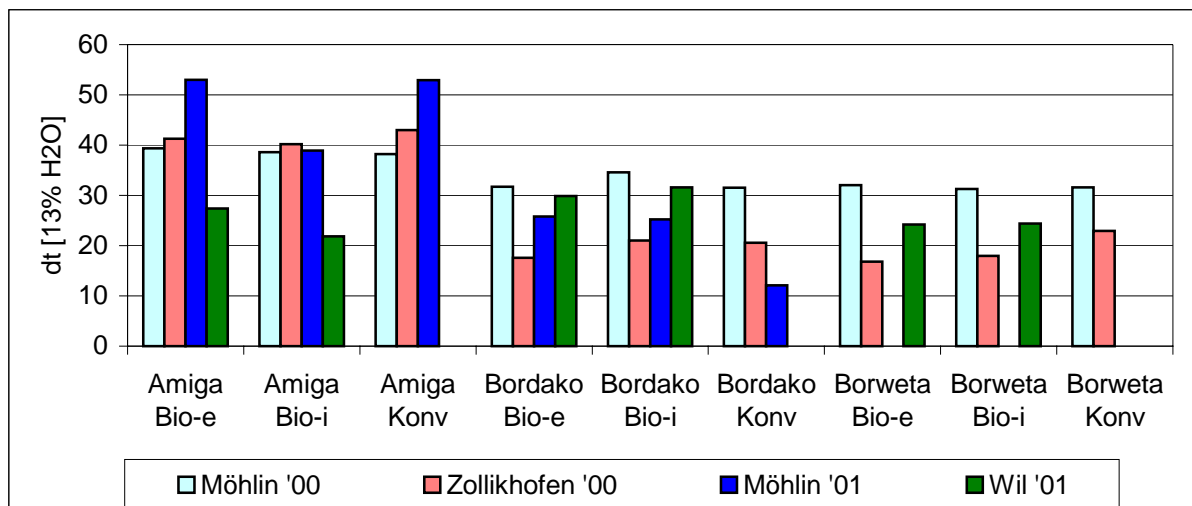


Abb. 24: Erträge des Anbausystemvergleichs der Jahr 2000 und 2001 auf den verschiedenen Standorten in dt/ha (bei 13% H₂O)

Tausendkorngewicht

Die Tausendkorngewichte sind im Allgemeinen etwas unter den Angaben der Züchter geblieben. Ein Zusammenhang zwischen dem Anbausystem und dem Tausendkorngewicht lässt sich nicht erkennen (vgl. Tab. 55).

Tab. 55: Tausendkorngewicht [%] der verschiedenen Anbausysteme und Versuchsstandorte im Vergleich zu den Angaben der Züchter [g]

Sorte / Ort	2000		2001		Mittelwert	Angabe Züchter
	Möhlin	Zollikofen	Möhlin	Wil		
Amiga Bio ext.	66%	78%	94%	75%	81%	419
Amiga Bio int.	70%	73%	99%	72%	78%	419
Amiga konv.	70%	71%	94%	-	80%	419
Bordako Bio ext.	103%	90%	107%	108%	81%	154
Bordako Bio int.	108%	92%	104%	105%	82%	154
Bordako konv.	105%	101%	110%	-	103%	154
Borweta Bio ext.	95%	99%	96%	97%	98%	122
Borweta Bio int.	98%	93%	95%	93%	95%	122
Borweta konv.	98%	105%	93%	-	99%	122

Proteingehalt

Es wurde kein Unterschied zwischen den einzelnen Anbausystemen bezüglich des Proteingehalts gefunden (vgl. Tab. 56).

Tab. 56: Proteingehalt der Lupinenernte der verschiedenen Anbausysteme der Versuchsjahre 2000 und 2001 in Prozent der Trockensubstanz

Sorte-Verfahren / Ort	Rohfett [% TS]		Rohprotein [% TS]				Mittelwert
	2000		2000		2001		
	Möhlin	Zollikofen	Möhlin	Zollikofen	Möhlin	Wil	
Amiga Bio ext	6,5	7,0	39,8	40,5	34,6	34,7	37,4
Amiga Bio int	7,4	6,4	39,3	40,3	34,1	35,8	37,4
Amiga konv	7,4	6,2	36,3	41,2	41,1	-	39,5
Bordako Bio ext	5,0	4,3	39,5	38,6	41,4	39,9	39,8
Bordako Bio int	5,1	4,4	39,2	39,4	41,0	42,1	40,4
Bordako konv	5,0	4,7	38,4	38,5	35,1	-	37,3
Borweta Bio ext	5,5	4,8	34,3	36,2	33,9	39,5	36,0
Borweta Bio int	5,6	4,7	33,2	36,6	35,1	36,7	35,4
Borweta konv	5,6	5,5	33,1	34,6	37,0	-	34,9

Zusammenfassung Anbausystemversuch

Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Erträgen der drei verglichenen Anbausysteme gefunden.

Die mechanische Unkrautbekämpfung war sowohl bei engem wie auch bei weitem Reihenabstand problemlos möglich. Auch mit dem Voraufherbizid Stomp SC war die Unkrautkontrolle erfolgreich.

Die Lageranfälligkeit schien bei weitem Reihenabstand geringfügig höher zu sein.

Aufgrund dieser etwas höheren Lageranfälligkeit wird empfohlen, Lupinen bei engem Reihenabstand anzubauen. Die Unkrautbekämpfung ist sowohl chemisch wie auch mechanisch möglich.

Herbizidversuche

Im Herbizidversuch wurde eine Bonitur am 22. Mai durchgeführt. Einzig beim Herbizid Harmony (Wirkstoff Thifensulfuron-methyl) wurde bei den weißen und den blauen Lupinen eine sehr starke Phytotoxizität (90 bis 99%) beobachtet. Alle andere Verfahren zeigten keine herbizidinduzierte Schädigung, auch nicht bei einem Einsatz im Nachauflauf. Diese deutliche Unverträglichkeit kam recht überraschend, da Gering (1998) mit diesem Mittel bei der weißen Lupine keine negative Reaktionen aufgefallen waren. Der Unkrautbesatz war unterschiedlich und hing vom Wirkstoff und vom Applikationszeitpunkt ab.



Abb. 25: Herbizidversuche in Lupinen. Deutlich sichtbar sind Parzellen mit dem Verfahren Harmony (Totalschaden)

4.3 Verwertung von Sojabohnen und Lupinen

4.3.1 Eignung von Sojabohnen regionaler Produktion für die Tofuerzeugung

Analysen

Probenbegutachtungen der Sorten Batida, Dolly und Sonja

Von den drei untersuchten Sorten Sonja, Batida und Dolly wurden jeweils Proben der Verarbeitungs- und Endprodukte gezogen und auf ihre Inhaltsstoffe hin chemisch analysiert.

Tab. 57: Übersicht über Herstelldaten der zu analysierenden Produkte

Sorte	Datum	Versuchs-Nr.	Bemerkungen
Dolly	27.10.2000	2	Tofuqualität gut
Sonja	30.10.2000	2	Tofuqualität fest
			harte, ungequollene Bohnen nicht aussortiert
Sonja	03.11.2000	4	Tofuqualität gut
			harte, ungequollene Bohnen aussortiert
Batida	07.11.2000	3	Tofuqualität gut
			etwas weich

Die folgenden Tabellen zeigen die Analysenergebnisse der einzelnen Sorten:

Tab. 58: Sorte Dolly am 27.10.2000

<u>Sojamilch</u>	
Trockenmasse [g/100g]	7,4
Wasser [g/100g]	92,6
Fett [g/100g]	2,0
Mineralstoffe [g/100g]	0,3
Eiweiß [g/100g]	4,0
Kohlenhydrate [g/100g]	1,1
Physiologischer Brennwert [kJ/100g]	161,0

<u>Okara</u>	
Trockenmasse [g/100g]	19,5
Wasser [g/100g]	80,5
Fett [g/100g]	3,3
Mineralstoffe [g/100g]	0,7
Eiweiß [g/100g]	3,8
Kohlenhydrate [g/100g]	11,7
Physiologischer Brennwert [kJ/100g]	386,0

<u>Molke</u>	
Trockenmasse [g/100g]	2,4
Wasser [g/100g]	97,6
Fett [g/100g]	< 0,1
Mineralstoffe [g/100g]	0,4
Eiweiß [g/100g]	0,6
Kohlenhydrate [g/100g]	1,4
Physiologischer Brennwert [kJ/100g]	34,0

<u>Tofu</u>	
Trockenmasse [g/100g]	19,0
Wasser [g/100g]	81,0
Fett [g/100g]	7,0
Mineralstoffe [g/100g]	0,9
Eiweiß [g/100g]	10,6
Kohlenhydrate [g/100g]	0,5
Physiologischer Brennwert [kJ/100g]	448,0

Tab. 59: Sorte Sonja (einschl. harter, ungequollener Bohnen) am 30.10.2000

<u>Sojamilch</u>	
Trockenmasse [g/100g]	8,1
Wasser [g/100g]	91,9
Fett [g/100g]	1,9
Mineralstoffe [g/100g]	0,4
Eiweiß [g/100g]	4,3
Kohlenhydrate [g/100g]	1,5
Physiologischer Brennwert [kJ/100g]	169,0

<u>Okara</u>	
Trockenmasse [g/100g]	21,4
Wasser [g/100g]	78,6
Fett [g/100g]	3,5
Mineralstoffe [g/100g]	0,6
Eiweiß [g/100g]	5,0
Kohlenhydrate [g/100g]	12,3
Physiologischer Brennwert [kJ/100g]	424,0

<u>Molke</u>	
Trockenmasse [g/100g]	2,5
Wasser [g/100g]	97,5
Fett [g/100g]	< 0,1
Mineralstoffe [g/100g]	0,3
Eiweiß [g/100g]	0,6
Kohlenhydrate [g/100g]	1,6
Physiologischer Brennwert [kJ/100g]	37,0

<u>Tofu</u>	
Trockenmasse [g/100g]	21,7
Wasser [g/100g]	78,3
Fett [g/100g]	7,3
Mineralstoffe [g/100g]	0,9
Eiweiß [g/100g]	12,2
Kohlenhydrate [g/100g]	1,3
Physiologischer Brennwert [kJ/100g]	500,0

Tab. 60: Sorte Sonja, (ohne harte, ungequollene Bohnen) am 03.11.2000

<u>Sojamilch</u>	
Trockenmasse [g/100g]	7,7
Wasser [g/100g]	92,3
Fett [g/100g]	2,0
Mineralstoffe [g/100g]	0,4
Eiweiß [g/100g]	3,8
Kohlenhydrate [g/100g]	1,5
Physiologischer Brennwert [kJ/100g]	164,0

<u>Okara</u>	
Trockenmasse [g/100g]	22,8
Wasser [g/100g]	77,2
Fett [g/100g]	2,4
Mineralstoffe [g/100g]	0,7
Eiweiß [g/100g]	4,5
Kohlenhydrate [g/100g]	15,2
Physiologischer Brennwert [kJ/100g]	424,0

<u>Molke</u>	
Trockenmasse [g/100g]	2,0
Wasser [g/100g]	98,0
Fett [g/100g]	0,1
Mineralstoffe [g/100g]	0,4
Eiweiß [g/100g]	0,5
Kohlenhydrate [g/100g]	1,0
Physiologischer Brennwert [kJ/100g]	29,0

<u>Tofu</u>	
Trockenmasse [g/100g]	23,6
Wasser [g/100g]	76,4
Fett [g/100g]	7,4
Mineralstoffe [g/100g]	1,0
Eiweiß [g/100g]	14,3
Kohlenhydrate [g/100g]	0,9
Physiologischer Brennwert [kJ/100g]	532,0

Tab. 61: Sorte Batida am 07.11.2000

<u>Sojamilch</u>	
Trockenmasse [g/100g]	7,5
Wasser [g/100g]	92,5
Fett [g/100g]	1,8
Mineralstoffe [g/100g]	0,4
Eiweiß [g/100g]	3,9
Kohlenhydrate [g/100g]	1,4
Physiologischer Brennwert [kJ/100g]	157,0

<u>Okara</u>	
Trockenmasse [g/100g]	21,9
Wasser [g/100g]	78,1
Fett [g/100g]	2,4
Mineralstoffe [g/100g]	0,7
Eiweiß [g/100g]	4,6
Kohlenhydrate [g/100g]	14,2
Physiologischer Brennwert [kJ/100g]	408,0

<u>Molke</u>	
Trockenmasse [g/100g]	2,0
Wasser [g/100g]	98,0
Fett [g/100g]	0,1
Mineralstoffe [g/100g]	0,3
Eiweiß [g/100g]	0,5
Kohlenhydrate [g/100g]	1,1
Physiologischer Brennwert [kJ/100g]	31,0

<u>Tofu</u>	
Trockenmasse [g/100g]	21,7
Wasser [g/100g]	78,3
Fett [g/100g]	6,1
Mineralstoffe [g/100g]	0,9
Eiweiß [g/100g]	13,4
Kohlenhydrate [g/100g]	1,3
Physiologischer Brennwert [kJ/100g]	476,0

Zusammenfassung für die Tabellen 58-61:

Etwa 50-60% der Trockenmasse von Hülsenfrüchten bestehen aus Kohlenhydraten. Diese sind vor allem im Okara nachweisbar. Davon sind ca. 2/3 Stärke, wobei der Amylosegehalt bei Bohnen 25-35% beträgt und höher ist als der von Getreide oder Kartoffeln. Durch den hohen Amylosegehalt der Leguminosen sind nur etwa 60% der Stärke notwendig, um die gleiche Gelfestigkeit wie bei einem mit Maisstärke zubereiteten Pudding zu erreichen. Die Leguminosenstärke weist eine hohe Säure- und Enzymbeständigkeit auf. Oligosaccharide wie Raffinose und Stachyose sind zu 1,9% und 5,2% in Sojabohnen enthalten.⁹

Der physiologische Brennwert sagt aus, dass:

- ⇒ 100 g verwertbares Fett 3800 kJ
- ⇒ 100g verwertbares Protein 1700 kJ
- ⇒ 100g verwertbare Kohlenhydrate 1700 kJ enthalten.¹⁰

Da der Fettanteil im Tofu wesentlich höher ist als im Okara, liegt dort auch der physiologische Brennwert höher.

A) Dolly

Bei der Sorte Dolly ist erkennbar, dass die Trockensubstanzgehalte sowohl im Okara als auch im Tofu nahezu gleich sind. Das bedeutet, dass sich die schwer löslichen Bestandteile, also die Globuline, vermehrt dort ansammeln. Der Fettgehalt ist im Tofu am höchsten, in der Molke am niedrigsten. Die höchsten Mineralstoffgehalte finden sich im Tofu. Während in der Molke nur ein geringer Anteil löslicher Proteine zu finden ist, wurde der größte Anteil im Tofu nachgewiesen. Im Okara sind nur schwer lösliche Proteine vorhanden.

B+C) Sonja

Werden beide Analysen der Sorte Sonja miteinander verglichen, so fällt auf, dass der Tofu ohne harte, gequollene Bohnen einen höheren Proteingehalt aufweist als mit diesen kleinen Bohnen. Der Wasseranteil war geringer, da hier weniger Wasser gebunden wurde. Auffällig ist, dass im Okara mehr Trockenmasse und Kohlenhydrate nachgewiesen wurden, nachdem die harten, gequollenen Bohnen aussortiert waren. Der physiologische Brennwert lag aufgrund des größeren Anteiles an Proteinen am 03.11.2000 höher.

D) Batida

Im Vergleich von Batida mit den anderen beiden Sorten wurde der zweithöchste Proteingehalt im Tofu nachgewiesen. Zeichnete sich die Sorte Batida, ausgehend von allen bislang betrachteten Parametern gegenüber den anderen Sorten aus, so muss nun festgestellt werden, dass der Proteingehalt im Tofu bei der Sorte Sonja am 03.11.2000 höher ausfiel. Sind die Analysedaten ansonsten bei den Sorten Sonja und Batida bei der Sojamilch, dem Okara und der Molke ähnlich, so zeigen sie doch im Tofu Unterschiede. Der Proteingehalt in der Sojamilch bei der Sorte Sonja war am 30.10.00 am höchsten, gefolgt von Dolly, Batida und Sonja am 03.11.00, ohne harte Bohnen.

⁹ Ternes, Waldemar: Naturwissenschaftliche Grundlagen der Lebensmittelzubereitung; Behr's Verlag Hamburg, 1990; S.379/380

¹⁰ Kessler, Heinz-Gerhard: Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik - Molkereitechnologie, Verlag A. Kessler München, 1996; S.645

Der Proteingehalt im Okara war auch bei der Sorte Sonja einschließlich der harten Bohnen am höchsten. Die Sorten Batida und Sonja vom 03.11.00 folgten. Die Sorte Dolly wies den geringsten Anteil auf.

Der Proteingehalt in der Molke bei den Sorten Batida und Sonja ohne harte, ungequollene Bohnen lag höher als bei den Sorten Dolly und Sonja vom 30.10.2000.

Der Proteingehalt im Tofu lag bei der Sorte Sonja am 03.11.2000 mit 14,3 g/100 g höher als bei Batida mit 13,4 g/100 g, Sonja vom 30.10.2000 und der Sorte Dolly mit nur 10,6 g/100 g.

Den weichsten Tofu dieser vier Versuche wies die Sorte Dolly auf, da sie den höchsten Wassergehalt im Tofu besaß.

Tausendkorngewicht (TKG)

Das Tausendkorngewicht lässt Rückschlüsse auf das Einzelkorn zu. Das Korngewicht ist in erster Linie sortentypisch, d.h. es gibt Sorten mit hohem oder mit niedrigem Korngewicht. Einen erheblichen Einfluss auf diese Größe haben aber auch eine Reihe weiterer Faktoren. Von besonderer Bedeutung sind Nährstoffversorgung und Witterung des Anbaujahres. Witterungsbedingte Abweichungen können durchaus sortenbedingte Unterschiede in den Korngewichten verwischen. Mangelhafte Reife, Notreife durch Dürre und andere äußere Einflüsse führen zu niedrigem Tausendkorngewicht und geben deshalb zu erheblichen Bedenken Anlass¹¹.

Es ist nachgewiesen, dass größere Körner auch kräftigere Keimpflanzen entwickeln, als dies kleinere Körner vermögen, deren Vorsprung nicht mehr einzuholen ist. Daher wird auch ein höherer Ertrag erzielt. Schwächere Pflanzen sind auch weniger widerstandsfähig gegenüber verschiedenen äußeren Einflüssen wie Frost, Pilzkrankungen etc.

Um das Tausendkorngewicht verschiedener Sorten zu bestimmen genügt es, wenn alle Proben unter gleichen Bedingungen gelagert werden, damit sich bei allen derselbe Feuchtigkeitsgehalt einstellt.

Verfahren:

Um das Tausendkorngewicht zu bestimmen, müssen in 8 Wiederholungen je 100 Samen in der Reinheit abgezählt und abgewogen werden. Das TKG wird errechnet aus den Mittelwerten der 8 Einzelwägungen.¹²

Quantitative Analysen

Die folgenden Tabellen zeigen die Versuchsergebnisse aus den Laborversuchen. Begonnen wurde mit der Sorte Dolly, mit der insgesamt 36 Tests durchgeführt wurden. Davon können nur 19 zur Auswertung verwendet werden, da zu Beginn mit 860 g gequollenen Sojabohnen - mit einem Brechungsindex von 10 bis 10,5° Brix - Tofu hergestellt wurde. Als zu einem späteren Zeitpunkt nochmals Tofu mit dieser Sorte produziert wurde, konnten nur 706 g Bohnen eingewogen werden, um einen Brechungsindex von 9° zu erhalten. Da alle anderen Versuche hauptsächlich mit 743 g eingeweichten Bohnen gemacht wurden, werden diese Tests zu einer Auswertung verwendet, um außer den 9° Brix noch einen anderen

¹¹ Wagner, Fritz: Landwirtschaftliche Samen und Saaten, ACG-Verlag, Sindelfingen, 1979; S. 36

¹² Wagner, Fritz: Landwirtschaftliche Samen und Saaten, ACG-Verlag, Sindelfingen, 1979; S. 36

gemeinsamen Parameter zu erhalten. Da auch 9,5° Brix in der Tofurei noch tolerierbar sind, werden diese vier Ergebnisse bei der Sorte Dolly miteinbezogen.

Tab. 62: 1000-Korn-Gewicht: Sonja

Versuch Nr.:	HKG (g):* 10 -> TKG (g)	
1	16,28	162,80
2	16,83	168,30
3	17,37	173,70
4	16,80	168,00
5	16,65	166,50
6	16,73	167,30
7	17,22	172,20
8	16,87	168,70
Mittelwert [g]:		168,44

Tab. 63: 1000-Korn-Gewicht: Dolly

Versuch Nr.:	HKG [g] x 10 -> TKG [g]	
1	25,25	252,50
2	25,26	252,60
3	25,30	253,00
4	25,17	251,70
5	25,29	252,90
6	25,54	255,40
7	25,01	250,10
8	25,08	250,80
Mittelwert [g]:		252,38

Auch die Analyse der Sojasorte Sonja wurde mit einer Einwaage an gequollenen Bohnen von 860 g begonnen; später wurde festgestellt, dass die angestrebten 9° Brix mit 743 g Bohnen erreichbar sind. Somit können 15 von insgesamt 26 Wiederholungen mit der Sorte Sonja ausgewertet werden.

Die Schwierigkeit bestand darin, dass die harten, kleinen und ungequollenen Bohnen zu einem festen Tofu führen. Weshalb diese Bohnen nicht quellen, wurde noch nicht festgestellt. Es liegt die Vermutung nahe, dass sie nicht genügend ausgereift sind. Sobald die ungequollenen Bohnen aussortiert waren, stieg die Qualität des Tofu deutlich an. So erreichten die letzten fünf Versuche ein gutes Ergebnis.

Tab. 64: 1000 Korn Gewicht: Batida

Versuch Nr.:	HKG (g):* 10 -> TKG (g)	
1	20,66	206,60
2	20,59	205,90
3	20,02	200,20
4	19,44	194,40
5	20,37	203,70
6	20,53	205,30
7	20,48	204,80
8	20,36	203,60
Mittelwert [g]:		203,06

Da auch in der Sorte Batida kleine, nicht quell- und keimfähige Bohnen zu finden waren, konnten sie gleich von Anfang an so ausgelesen werden, dass von dieser Sorte die meisten guten Tofuergebnisse erzielt werden konnten. So können von insgesamt 23 Versuchen 21 ausgewertet werden.

In Korrelation gesetzt wird der Ausgangsstoff Tofu zu dem Eingangsprodukt Sojamilch. Der Korrelationsfaktor gibt an, welcher Zusammenhang zwischen zwei Faktoren besteht.

0 bedeutet, dass kein Zusammenhang besteht.

0-1 zeigt einen positiven Zusammenhang

0 bis -1 einen inversen Zusammenhang

Tab. 65: Abhängigkeit der Tofuausbeute von den eingesetzten Faktoren

	<u>Sojasorten:</u>		
	Dolly	Sonja	Batida
Korrelation Tofu zu Sojamilch	0,01	-0,47	0,35
Korrelation Tofu zu Molke	-0,28	-0,52	-0,74
Korrelation Tofu zu Okara	0,00	0,01	0,22
Korrelation Tofu zu Dampf	0,05	0,09	-0,18
Korrelation Okara zu Trockensubstanz Okara	0,43	0,22	-0,19

Auswertung der LaborversucheEinteilung der Tofuqualitäten:

- „gut“ feste, aber noch weiche, fleischige Struktur mit guter Bindung
 glatte Schnittflächen
 hohe Wasserbindung
 lange, faserige Strukturen
 speckig
 homogene Schnittflächen
- „weniger gut“
 feste aber sehr kurze Struktur
 oder sehr weicher Tofu mit wenig Bindung in Textur
 griesig, nicht fleischig, kurz brüchig
 homogene Schnittflächen

Dampfgehalt:

Es konnte nicht festgestellt werden, zu welchen Zeiten der Dampf am gleichmäßigsten war. Auch gleiche Dampfmenge ließen nicht den Schluss zu, dass letztendlich die gleiche Menge an Sojamilch entstanden ist. Auch die Tofuausbeute war trotz gleicher Dampfgehalte verschieden. Es kann keine Aussage darüber gemacht werden, ob bei niedrigem oder hohem Dampfgehalt die Tofuqualität besser ist. Die Dampfgehalte waren so verschieden wie die jeweiligen Ergebnisse; es konnte keine Korrelation festgestellt werden.

Verhältnis der Koagulationsmittel:

Sojasorte Dolly:

Mit dem Verhältnis 6,0 ml Nigari zu 11,0 ml Calciumsulfat wurde bei einem Brix von 9° eine gute Tofuqualität erzielt. Als mit denselben festgelegten Parametern ein Brechungsindex von 9,5° erzielt wurde, sank die Tofuqualität. Daraufhin wurden die Gaben in 5,4 ml Nigari und 10,0 ml Calciumsulfat abgeändert, und die Qualität stimmte wieder.

Sojasorte Sonja:

Wurde bei dieser Sorte mit einem Verhältnis von 5,0 ml Nigari zu 10,0 ml CaSO₄ gearbeitet, war die Tofuqualität fast gut. Die Struktur war noch ein wenig kurz, ein wenig grobkörnig (griesig), so dass ein Verhältnis von 4,5 ml Nigari zu 9,0 ml CaSO₄ getestet wurde. Dieses führte dann auch zum Erfolg, vor allem nachdem die harten, kleinen, ungequollenen Sojabohnen aussortiert waren. Danach wurden die Fasern lang, der griesige Anteil schwand.

Sojasorte Batida:

Hier wurde durchweg mit einem Verhältnis von 5,0 ml Nigari zu 10,0 ml CaSO₄ gearbeitet, und im Schnitt gelangten die meisten Versuche damit zu einem guten Tofuergebnis. Als das Verhältnis der Koagulationsmittel reduziert wurde auf 4,5 ml Nigari zu 9,0 ml CaSO₄, war die Qualität weniger gut, der Tofu griesiger als zuvor.

Allgemein kann bemerkt werden, dass das Verhältnis der Koagulationsmittel - genau wie das Rühren – mit eines der wichtigen Dinge ist, die es auf alle Fälle zu beachten gilt.

Zusammengefasst lassen sich aus der Sicht des Verarbeiters folgende Aussagen treffen:

- Die drei untersuchten Sorten Dolly, Sonja und Batida können im Rheingraben sinnvoll kultiviert werden.
- Die drei untersuchten Sorten ergeben aufgrund der Analysen eine hervorragende Grundlage für Tofu, zeigten jedoch eine unterschiedliche Eignung zur Herstellung einer guten Tofuqualität.
- Die Verkehrslage des Oberrheintales zu den Anliegerstaaten der EU ist sehr gut, was einen weiteren Standortvorteil bedeutet.

Die Tofuherstellung lässt sich auch in größerem Maßstab nur bedingt automatisieren.

4.3.2 Der Einsatz von Sojabohnen in der Schweinemast

Tab. 66 zeigt die Ergebnisse der Mastleistung. Bei einem durchschnittlichen Endgewicht von ca. 110 kg waren die Tiere der Sojabohnengruppe 2 kg leichter als die Tiere der Ackerbohngengruppe; der durchschnittliche Gewichtszuwachs war ungefähr 2 kg geringer als in der Ackerbohngengruppe. Bei den weiblichen Tieren stellte sich dieser unterschiedliche Gewichtszuwachs als signifikant heraus (81,3 kg gegenüber 85,9 kg). Die durchschnittlichen täglichen Zunahmen waren in der Sojabohnengruppe mit ca. 775 g hochsignifikant geringer als in der Ackerbohnenbehandlung mit 835 g. Die weiblichen Tiere bzw. die Kastraten der Ackerbohngengruppe kamen im Durchschnitt auf ca. 55 g bzw. 65 g höhere Tageszunahmen als bei Sojabohnenbehandlung. Sowohl bei den weiblichen Tieren als auch bei den Kastraten war der Unterschied im täglichen Zuwachs signifikant. Pro kg Gewichtszuwachs benötigten die Tiere der Sojabohnenbehandlung durchschnittlich 100 g mehr Futter als die der Ackerbohnenvariante. Bei den weiblichen Tieren war der Mehraufwand an Futter je kg Gewichtszuwachs am deutlichsten ausgeprägt (1 : 2,94 gegenüber 1: 2,78), wobei der Unterschied aber nicht statistisch abgesichert werden konnte.

Die mittlere tägliche Futtermengeaufnahme war in der Sojabohnengruppe, sowohl bei den weiblichen Tieren als auch bei den Kastraten, hochsignifikant geringer als in der Ackerbohngengruppe. Die Sojabohnentiere fraßen im Durchschnitt der Behandlung ca. 100 g weniger Futter als die der Ackerbohnenvariante. Die geringere Futtermengeaufnahme pro Tag war bei den Kastraten aber am deutlichsten ausgeprägt (2,28 kg gegenüber 2,40 kg). Die verlängerte Mastdauer wirkte sich nicht auf den Futtermengeverbrauch je Tier aus.

Tab. 67 gibt die Ergebnisse der Schlachtleistung und Fleischqualität wieder. Die Schlachtgewichte lagen im handelsüblichen Bereich von 90 kg, in der Sojabohnengruppe waren jedoch die Unterschiede zwischen den weiblichen und kastrierten Tieren größer. Die Muskelfleischanteile beim Zwei-Punkt-Verfahren und an der Hennessy-Sonde waren bei der Sojabohnenbehandlung mit durchschnittlich 57,5 % bzw. 55,7 % unbefriedigend. Die Tiere der Ackerbohnenvariante erreichten mit 59,2 % bzw. 57,4 % sehr gute Muskelfleischanteile. Der Unterschied des Muskelfleischanteils an der Hennessy-Sonde kann statistisch abgesichert werden. Vor allem bei den weiblichen Tiere war dieser Effekt am deutlichsten zu erkennen.

Tab. 66: Ergebnisse der Mastleistung

Behandlung (Futter)	Sojabohnen heimische Herkunft		Ackerbohnen mit Kartoffeleiweiß	
	weibliche Tiere	Kastraten	weibliche Tiere	Kastraten
Ausgewertete Tiere	40		40	
	20	20	20	20
Anfangsgewicht	30,9 ± 1,9		30,6 ± 1,3	
	31,5 ^{P = 0,0239} ± 1,4	30,3 ± 2,1	30,5 ^{P = 0,0239} ± 1,2	30,6 ± 1,4
Endgewicht	109,7 ± 6,9		111,7 ± 5,3	
	112,8 ± 8,2	106,7 ± 3,2	116,4 ± 2,2	107,0 ± 2,8
Gewichtszuwachs	78,9 ± 6,7		81,1 ± 5,6	
	81,3 ^{P = 0,0222} ± 8,1	76,5 ± 3,8	85,9 ^{P = 0,0222} ± 2,7	76,4 ± 3,3
Tägliche Zunahme	773,3 ^{P = 0,0060} ± 90,6		834,3 ^{P = 0,0060} ± 102	
	733,4 ^{P = 0,0214} ± 82,3	813,2 ^{P = 0,0397} ± 81,9	788,1 ^{P = 0,0214} ± 60,4	880,5 ^{P = 0,0397} ± 114,9
Futtermittelnutzung 1:	2,88 ± 0,33		2,78 ± 0,29	
	2,94 ± 0,36	2,82 ± 0,29	2,78 ± 0,23	2,77 ± 0,35
Futtermittelnutzung / Tag (88 % TS)	2,20 ^{P = 0,0023} ± 0,13		2,29 ^{P = 0,0023} ± 0,12	
	2,13 ^{P = 0,0014} ± 0,04	2,28 ^{P = 0,0008} ± 0,15	2,18 ^{P = 0,0014} ± 0,05	2,40 ^{P = 0,0008} ± 0,03
Futtermittelnutzung / Tier (88 % TS)	226,1 ± 23,8		225,1 ± 27,1	
	237,0 ± 23,1	215,2 ± 19,6	238,9 ± 21,4	211,3 ± 25,4

P = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 67: Ergebnisse der Schlachtleistung und Fleischqualität

Behandlung (Futter)	Sojabohnen heimische Herkunft		Ackerbohnen mit Kartoffeleiweiß	
	weibliche Tiere	Kastraten	weibliche Tiere	Kastraten
Ausgewertete Tiere n	38		40	
	18	20	20	20
Schlachtgewicht warm kg	89,6 ± 4,9		90,3 ± 5,5	
	93,5 ± 3,1	86,1 ± 3,3	95,0 ± 2,8	85,6 ± 2,6
Schlachtkörperlänge cm	100,2 ± 3,1		99,8 ± 3,4	
	102,2 ± 2,5	98,4 ± 2,5	101,8 ± 2,6	97,9 ± 2,9
MFA- Zweipunktverfahren %	57,5 ± 4,6		59,2 ± 4,2	
	60,1 ± 4,3	55,2 ± 3,5	61,3 ± 4,0	57,2 ± 3,4
Lendenspeck cm	1,47 ± 0,46		1,30 ± 0,40	
	1,24 ± 0,41	1,68 ± 0,40	1,16 ± 0,35	1,44 ± 0,40
Lendenmuskel cm	7,53 ± 0,55		7,69 ± 0,64	
	7,82 ± 0,40	7,28 ± 0,55	8,07 ± 0,59	7,31 ± 0,43
MFA - Sonde (Hennessy) %	55,7 ^{P = 0,0158} ± 2,9		57,4 ^{P = 0,0158} ± 3,3	
	56,7 ^{P = 0,0020} ± 2,7	54,8 ± 2,9	59,4 ^{P = 0,0020} ± 2,4	55,5 ± 2,80
Rückenspeck cm	1,64 ± 0,29		1,50 ± 0,33	
	1,53 ^{P = 0,0368} ± 0,27	1,73 ± 0,29	1,34 ^{P = 0,0368} ± 0,28	1,65 ± 0,31
Kotelettdicke cm	5,79 ^{P = 0,0171} ± 0,56		6,11 ^{P = 0,0171} ± 0,62	
	5,84 ^{P = 0,0008} ± 0,60	5,73 ± 0,53	6,48 ^{P = 0,0008} ± 0,48	5,74 ± 0,53
pH 1 Kotelett	5,96 ^{P = 0,0213} ± 0,25		6,11 ^{P = 0,0213} ± 0,33	
	5,95 ± 0,28	5,96 ^{P = 0,0463} ± 0,23	6,10 ± 0,39	6,12 ^{P = 0,0463} ± 0,28
pH 1 Schinken	6,35 ± 0,29		6,34 ± 0,35	
	6,31 ± 0,26	6,39 ± 0,32	6,39 ± 0,32	6,30 ± 0,37

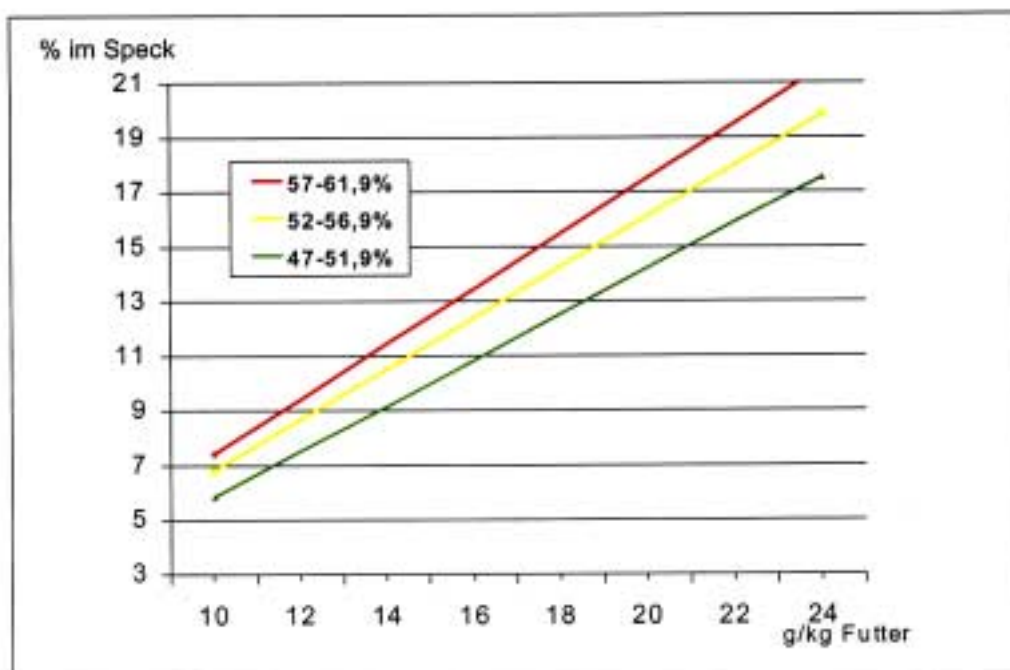
P = Irrtumswahrscheinlichkeit

MFA - ZP = Muskelfleischanteil ermittelt mit dem Zwei-Punkt-Verfahren

MFA - Hennessy = Muskelfleischanteil ermittelt mit der Sonde (Hennessy Klassifizierungsgerät)

Die Verfettung im Schinken- und Rückenbereich war bei den Tieren der Sojabohnen-Gruppe stärker als bei den Tieren der Ackerbohnen/Kartoffeleiweiß-Gruppe. Signifikante Unterschiede konnten aber nur bei den weiblichen Tieren im Rückenspeck nachgewiesen werden. Die Bemuskelung im Schinkenbereich (Lendenmuskel) war bei den Ackerbohrentieren besser als bei den Sojabohntieren. Diese wiesen mit 75 mm eine hinreichende Bemuskelung gemessen an der Lendenmuskeldicke auf. Die Kotelettdicke (Rückenmuskeldicke) war bei den Ackerbohrentieren mit ca. 61 mm signifikant stärker als bei den Sojabohntieren (58 mm). Die Kotelettdicke lag mit rund 57 mm sowohl bei den Kastraten der Sojabohnen- als auch der Ackerbohnenbehandlung im Durchschnittsbereich. Die Kotelettdicke bei den weiblichen Tieren der Sojabohnenbehandlung war mit rund 58 mm befriedigend, die Ackerbohrentiere gleichen Geschlechts hatten dagegen mit rund 65 mm Kotelettdicke eine hervorragende Rückenbemuskelung. Die Fleischbeschaffenheit war bei beiden Gruppen, gemessen an den pH-Werten in Kotelett und Schinken, auf gutem Niveau.

Zusätzlich wurde in diesem Versuch der Frage nach der Fettbeschaffenheit nachgegangen, weil dies bei diesen besonderen Fütterungsvarianten von Interesse war. Vor allem für Verarbeitungsbetriebe ist die Zusammensetzung des Fettsäuremusters von großer Bedeutung. Hier spielen die mehrfach ungesättigten Fettsäuren (Polyensäuren, Fettsäuren mit mehreren Doppelbindungen) eine besondere Rolle, da sie rasch oxidieren und das Fett dabei eine weiche, schmierige Konsistenz mit einer erhöhten Verderbnisanfälligkeit aufweist. Diese Beschaffenheitsmängel führen zu Fabrikationsschwierigkeiten mit negativer Beeinflussung der Produktqualität. Ganz allgemein kann gesagt werden, dass Linolsäuregehalte von 15 % als problematisch hinsichtlich der Speckkonsistenz und Verderbnisanfälligkeit beurteilt werden können (Fischer et al., 1992). Weibliche Tiere weisen aufgrund ihrer geringeren Körperfettmengen in der Regel höhere Konzentrationen an Polyensäuren auf als Kastraten. Generell kann aber gesagt werden, dass Tiere mit niedrigerem Verfettungsgrad höhere Polyensäuregehalte aufweisen, da sich diese auf weniger Fettmasse verteilen (s. Abb. 26).



Quelle: FISCHER et al. (1992)

Abb. 26: Zusammenhang zwischen Gehalt an Polyensäuren (Linol- und Linolensäure) im Futter (g/kg bei 13,5 MJ/kg) und in der äußeren Rückenspeckschicht (in % aller erfassten Fettsäuren) bei unterschiedlichem Muskelfleischanteil (%)

Sowohl die Fettmenge als auch das Fettsäuremuster des Futters haben einen deutlichen Einfluss auf die Zusammensetzung des Rückenspecks, wobei es eine starke Wirkung auf das Fettsäurespektrum gibt. Zwischen der Futterzusammensetzung und der Festigkeit des Rückenspecks besteht daher eine enge Beziehung. Vor allem der Linolsäure-Anteil (C 18:2) ist für Unterschiede in der Konsistenz der Depotfette verantwortlich. Linolsäure kann vom Schwein nicht oder nur in sehr geringen Mengen synthetisiert werden.

Von jeweils 4 Tieren beider Behandlungen (jeweils 2 weibliche Tiere und 2 Kastraten) wurden am Schlachttag Rückenspeckproben am Schlachtkörper entnommen und bis zur Analyse der Fettsäurezusammensetzung bei -18°C tiefgefroren. Die Untersuchung des Fettsäuremusters wurde an der LUFA Augustenberg durchgeführt und im Diagramm 1 als Fettsäuremethylester dargestellt (Summe von Linolsäure-, Linolensäure- und Arachidonsäuremethylester).

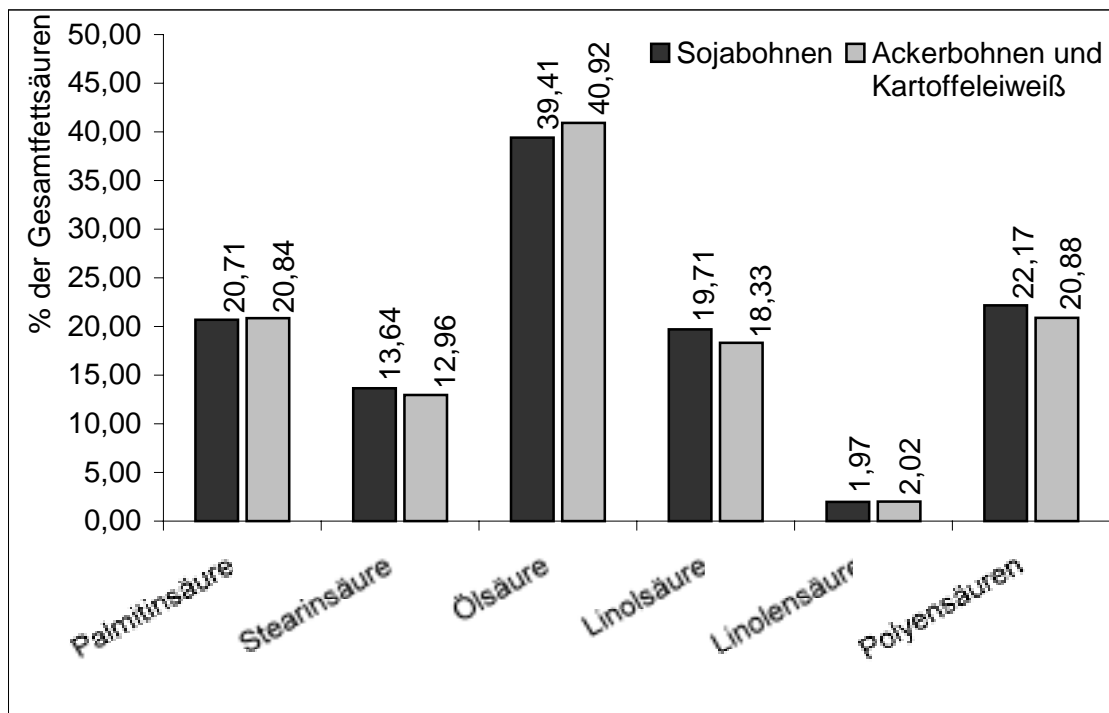


Abb. 27: Fettsäuremuster im Rückenspeck, gemessen als Fettsäuremethylester (n = 4)

Der Polyensäuregehalt im Futter wurde nicht analytisch bestimmt, somit kann nur der berechnete Polyensäuregehalt im Futter vergleichend diskutiert werden (siehe Tab. 17). Der berechnete Polyensäuregehalt im Futter der Sojabohnenbehandlung war mit 3,74 % im Vormastfutter und 3,31 % im Endmastfutter deutlich höher als in der Ackerbohnenbehandlung (2,10 % im Vormastfutter bzw. 2,18 % im Endmastfutter). Im Versuch bestand keine positive Korrelation zwischen den berechneten Polyensäuregehalten im Futter und den analysierten Polyensäuregehalten im Rückenspeck. Die Polyensäuregehalte waren mit 22,2 % in der Sojabohnenbehandlung höher als in der Ackerbohnenbehandlung (20,9 %). Die Linolsäuregehalte, welche die größte Fraktion an mehrfach ungesättigten Fettsäuren ausmachen, lagen bei den Sojabohntieren bei 19,7 % und bei den Ackerbohntieren bei 18,3 %.

Fischer et al. (1992) fanden bei BHZP-Schweinen mit unterdurchschnittlichem Muskelfleischanteil (< 57,2 % MFA nach Bonner-Formel, entspricht Sondenmuskelfleischanteilen von unter 54,5%) und einer Fütterung mit Gerste, Weizen und Sojaschrot aber ohne Fettzusatz Linolsäuregehalte von durchschnittlich 7,5 %. Erst bei Fütterung mit hohen Linolsäuregehalten (Ration mit 50 % Mais, Getreide und zusätzliches Fett) wurden Linolsäuregehalte im Rückenspeck von 12,5 % - 16,6 % gefunden.

Bei Beachtung des erzielten Hennessy-MFA-Anteil von durchschnittlich nur 55,7 % (entsprechen Werten von ca. 59% nach der Bonner Formel), sind Polyensäuregehalte von 22,17 % (Bezug zu Gesamtfettsäuren) in der Sojabohnenbehandlung als zu hoch einzustufen. Bei der Verarbeitung der Ware zu Dauerwurstwaren könnten sich Haltbarkeitsmängel ergeben. Das Gleiche trifft aber auch für die Ackerbohnenengruppe zu; dort können diese aber durch den weitaus höhere Hennessy-MFA-Anteil erklärt (durchschnittlich 57,4 % an der Sonde, entsprechen ca. 60,5 % MFA-Anteil nach Bonner Formel). Bei höherem Muskelfleischanteil in der Sojabohnenvariante (bei eventuell verbesserter Aminosäureausstattung) hätte die Gefahr bestanden, dass sich die Polyensäuregehalte im Rückenspeck deutlich erhöhen.

Wenn einheimische Sojabohnen in der Fütterung von Mastschweinen Sinn machen sollen, muss eine Aufwertung der Proteinfraktion erfolgen. Wie der Versuch gezeigt hat, war der alleinige Einsatz von einheimischen Sojabohnen ohne Aminosäurezusatz in Mast- und Schlachtleistung unbefriedigend. Der hohe Fett- und Energiegehalt der Sojabohne erschwert ein ausgeglichenes Energie-Aminosäureverhältnis im Mastfutter; die für den Proteinansatz nicht verwendete Energie wurde einer höheren Fettsynthese zugeführt. Der MFA-Anteil im Schlachtkörper hätte sich sicherlich deutlich durch eine zusätzliche hochwertige Aminosäureergänzung, z.B. mit Kartoffeleiweiß, erhöht und auch die Mastleistung verbessert. Durch die hohe Zufuhr an ungesättigten Fettsäuren sind aber deutliche Mängel bei der technologischen Verarbeitung des Endproduktes zu erwarten. Der Einsatz von Ackerbohnen mit Kartoffeleiweiß bewirkte hohe Mastleistungen mit handelsgerechten Schlachtkörpern. Durch die geringere Gesamtverfettung sind aber auch hier Mängel in der Speckqualität in Kauf zu nehmen.

Literatur:

Fischer, K.; Freudenreich, P.; Hoppenbrock, K.-H.; Sommer, W.; Einfluss produktionstechnischer Bedingungen auf das Fettsäuremuster im Rückenspeck von Mastschweinen; Fleischwirtschaft 72, S. 200-205; 1992

4.4 Stickstoff-Dynamik nach Sojabohnen und Lupinen

Sojabohnen:

Anhand der Nitratgehalte des Bodens, welche an Proben bestimmt wurden (in 14-tägigen Abständen entnommen), konnten sich folgende Ergebnisse ablesen lassen:

- Der Nitrat-N-Gehalt nach Sojabohnen wird nicht nur durch die Nachfrucht, sondern auch durch die Standorteigenschaften in starkem Maße beeinflusst.
- Wenn nach Sojabohnen keine überwinternde Nachfrucht angebaut wurde, stellte sich ein während des gesamten Winterhalbjahres nahezu konstanter Nitratgehalt im Boden ein. Wurde im Anschluss an die Sojaernte die Anbaufläche mit Wintergetreide bestellt, zeigte sich bereits ab Februar/März ein deutlicher Entzug durch die Kulturpflanze, im Gegensatz zu jenen beprobten Flächen, welche während des Winters brach (Schwarzbrache) lagen.
- Im Jahr 1999/2000 wurde von allen beprobten Flächen lediglich auf dem Schlag RUO Wintergetreide (Wi.-Roggen) angebaut, während im Jahr 2000/2001 auf den Schlägen GAS, GAN und WMW eine Winterung (Wi.-Weizen) folgte. Als anschließende Sommerung erfolgte auf allen Flächen die Bestellung mit Sojabohnen. Die Veränderung der Nitratgehalte im Boden auf jenen Flächen, welche nicht mit einer überwinternden Haupt- oder Zwischenfrucht bestellt waren, konnte nicht weiter verfolgt werden, da eine Fortsetzung der Probennahme nach der Aussaat der Sojabohnen nicht vorgesehen war.
- Die hohen Nitratgehalte auf dem Schlag WMW lassen sich auf hohe Humusgehalte (4%) eines alten Grünlandstandortes, welcher vor ca. 40 Jahren umgebrochen wurde, zurückführen. Dennoch besteht keine nennenswerte Auswaschungsgefahr an den untersuchten Standorten wegen der hohen Feldkapazitäten und des damit verbundenen guten Speicherungsvermögens für Niederschlagswasser. Lediglich bei Niederschlägen von mehr als 50 mm innerhalb eines Zeitraumes von 2 Wochen konnte eine Sickerwasser- und Nitratverlagerung nachgewiesen werden (Abb. 28 - 38).
- Eine Einbringung von organischem Material mit weitem C:N-Verhältnis, wie zum Beispiel Getreidestroh, kann die Nitratgehalte im Boden positiv beeinflussen. Ein Vergleich zwischen der Fläche mit und ohne Strohdüngung zeigt sehr deutlich diesen altbekannten Effekt auf (Abb. 33 und 34). Jedoch zeigten sich in der Strohverante auch deutlich reduzierte Wi.-Weizen-Erträge. Mit 41 dt TM/ha lag der Ertrag um 7 dt niedriger als in der unbehandelten Kontrolle.
- Die Veränderungen des Nitratgehalts im Boden, insbesondere der teilweise beobachtete Rückgang, lassen sich nicht ausschließlich mit der Aufnahme durch die Vegetation erklären. Angesichts der sehr geringen Stickstoffverluste durch Auswaschung muss von hohen N-Verlusten durch Denitrifikation ausgegangen werden. Insbesondere die ständige Wassersättigung des Bodens und die damit verbundenen anaeroben Verhältnisse lassen diesen Schluss zu. Im Rahmen der verfügbaren Versuchs- und Untersuchungsmethodik konnte jedoch die Größenordnung der gasförmigen N-Verluste nicht näher bestimmt werden.
- Bei einer Gesamtmenge an ausgewaschenem Nitrat von maximal um 20 kg N/ha kann nicht von einer großen Belastung des Grundwassers durch den Anbau von Ökosoja ausgegangen werden. Gleichwohl sollte natürlich eine weitere Verlustminimierung angestrebt werden.

Periode 1999/2000

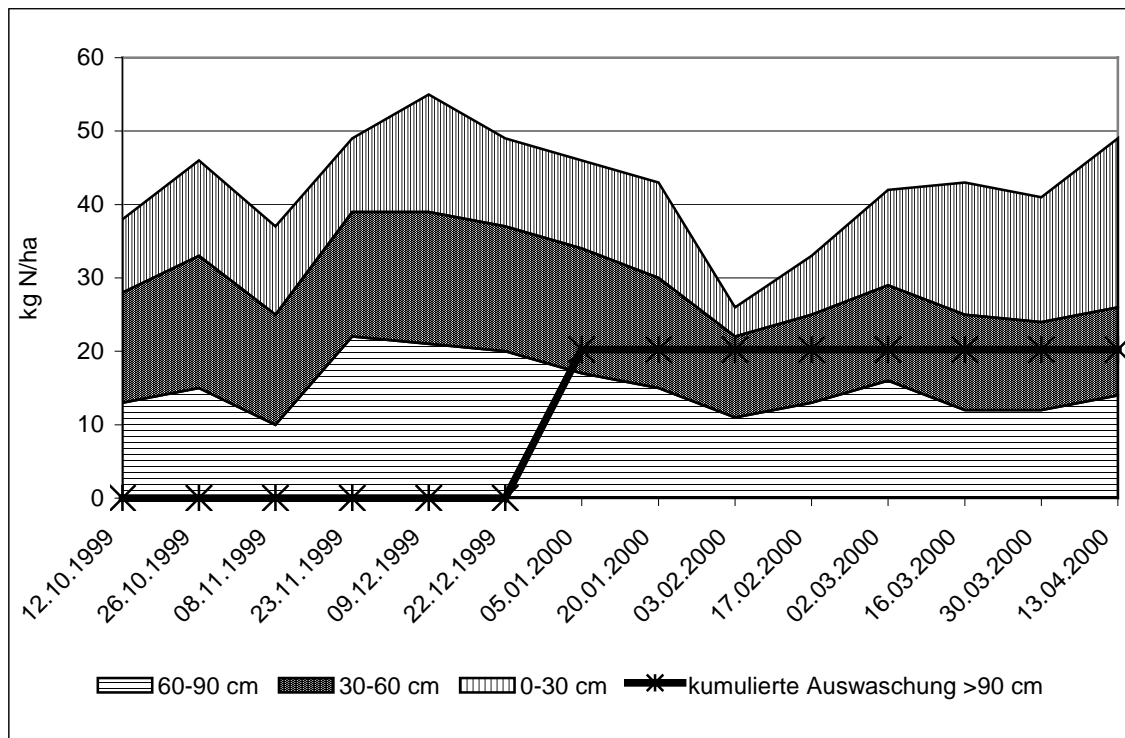


Abb. 28: Bodennitratgehalt sowie Nitrat-Auswaschung (kg N/ha), Buggingen, Schlag RUW 1999-2000

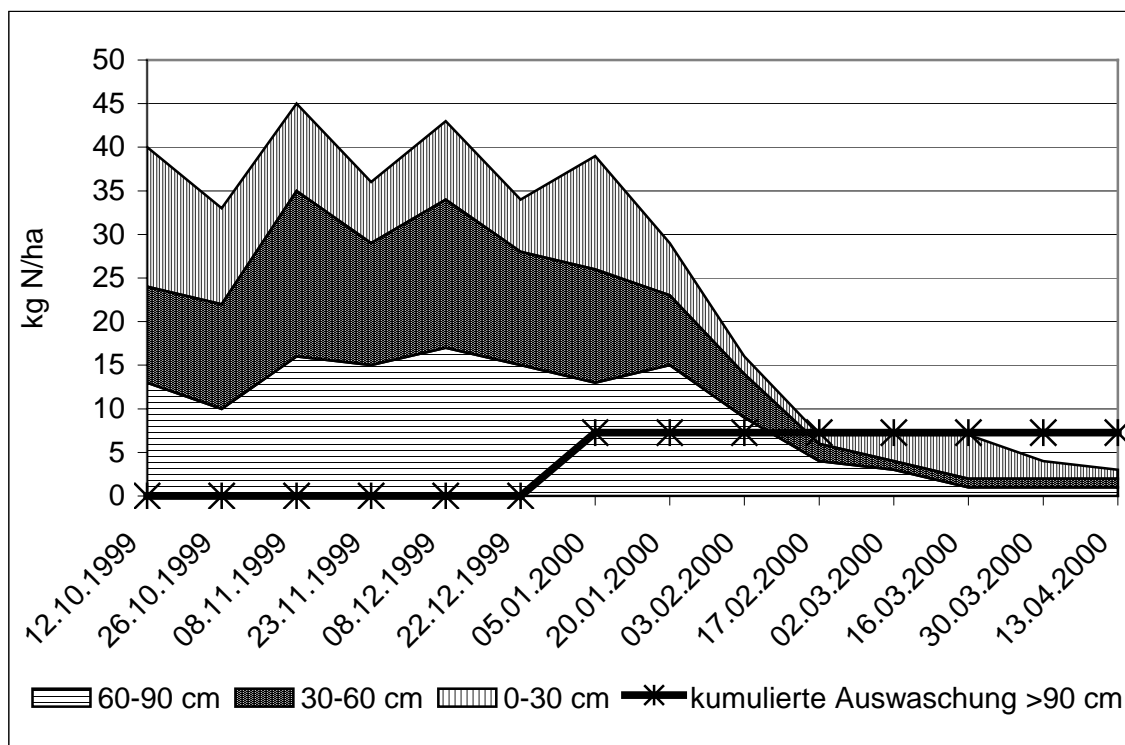


Abb. 29: Bodennitratgehalt sowie Nitrat-Auswaschung (kg N/ha), Buggingen, Schlag RUO 1999-2000

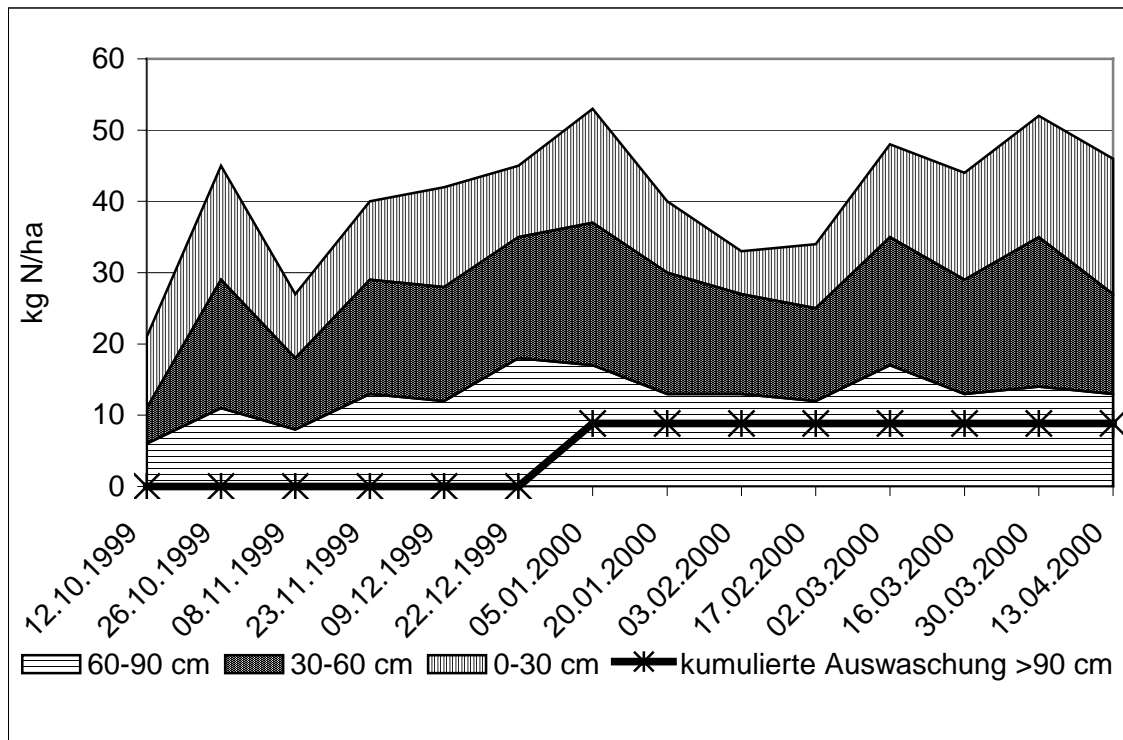


Abb. 30: Bodennitratgehalt sowie Nitrat-Auswaschung (kg N/ha), Müllheim, Schlag GAS 1999-2000

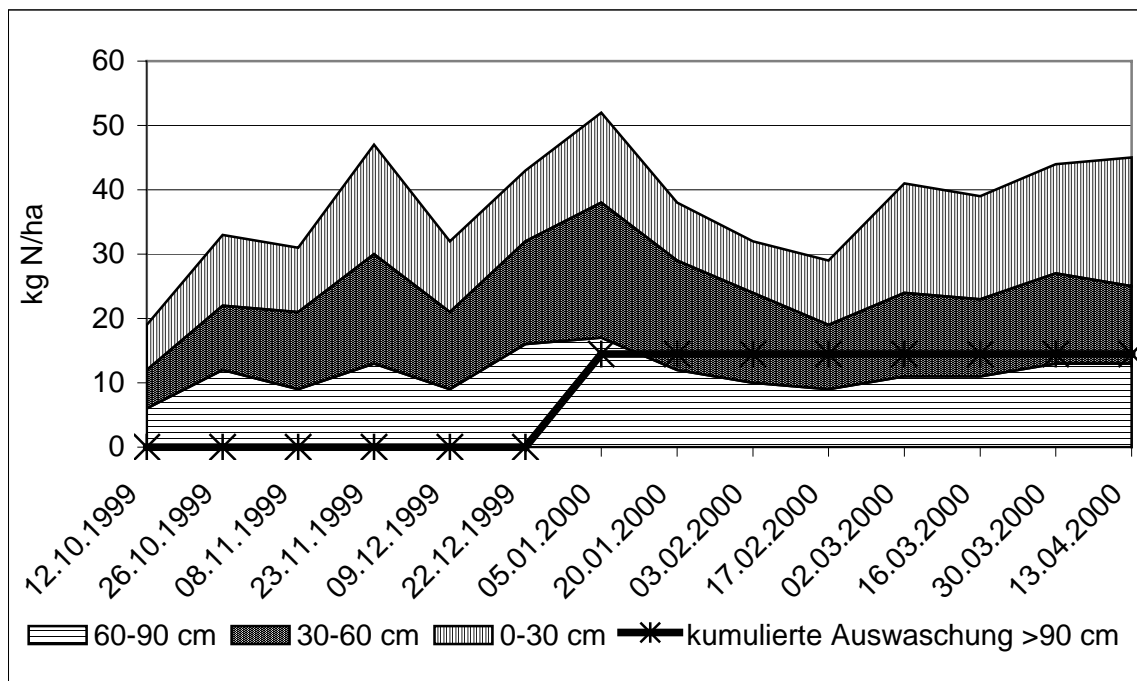


Abb. 31: Bodennitratgehalt sowie Nitrat-Auswaschung (kg N/ha), Müllheim, Schlag GAN 1999-2000

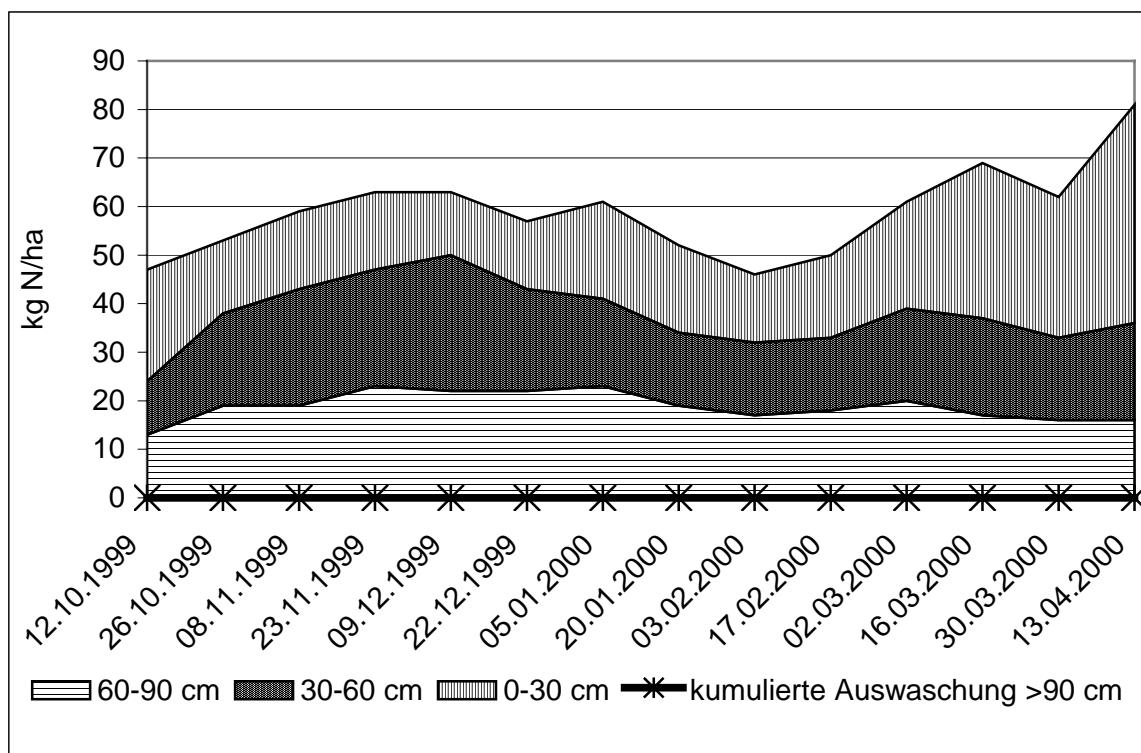


Abb. 32: Bodennitratgehalt sowie Nitrat-Auswaschung (kg N/ha), Müllheim, Schlag WMW 1999-2000

Periode 2000/2001:

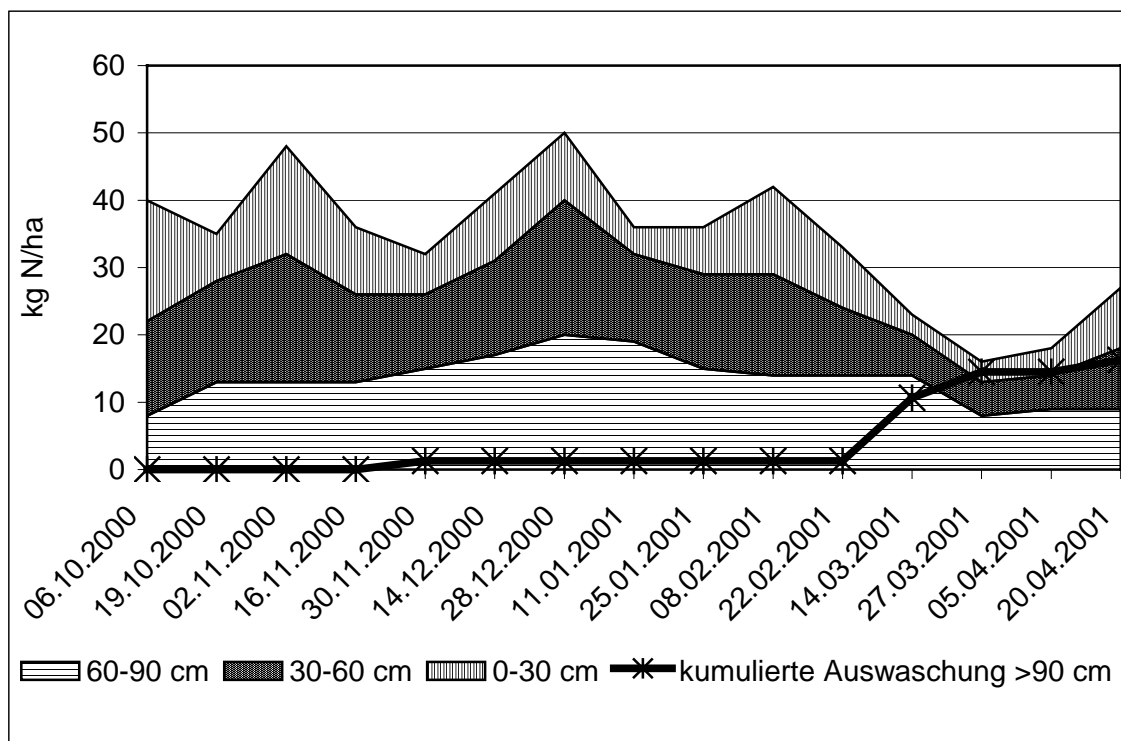


Abb. 33: Bodennitratgehalt sowie Nitrat-Auswaschung (kg N/ha), Buggingen, Schlag RUH 2000-2001

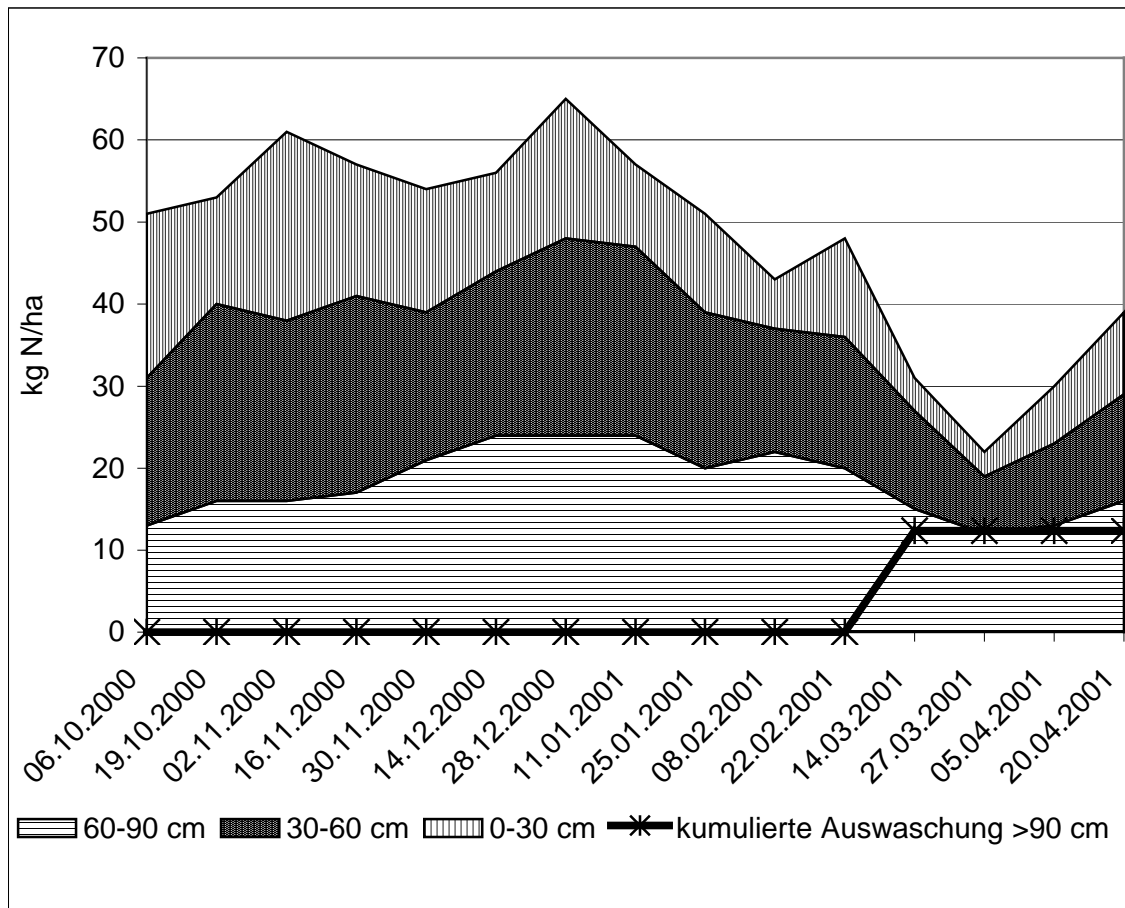


Abb. 34: Bodennitratgehalt sowie Nitrat-Auswaschung (kg N/ha), Buggingen, Schlag RUW 2000-2001

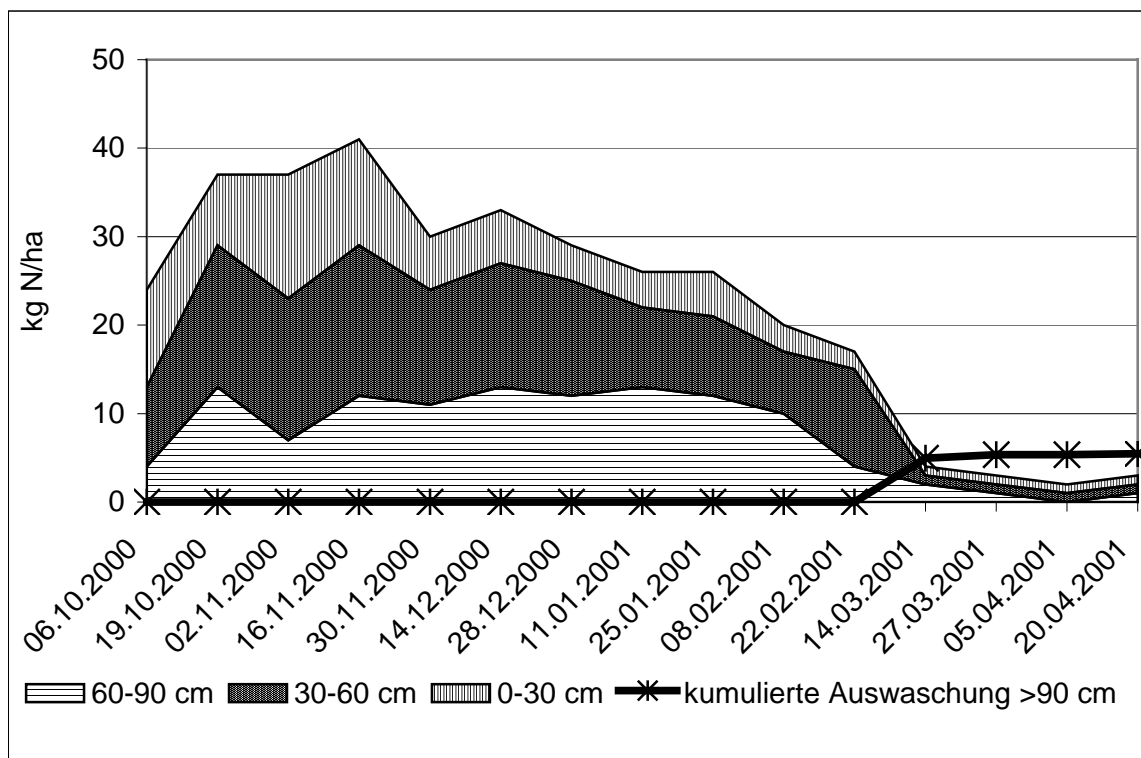


Abb. 35: Bodennitratgehalt sowie Nitrat-Auswaschung (kg N/ha), Müllheim, Schlag GAS 2000-2001

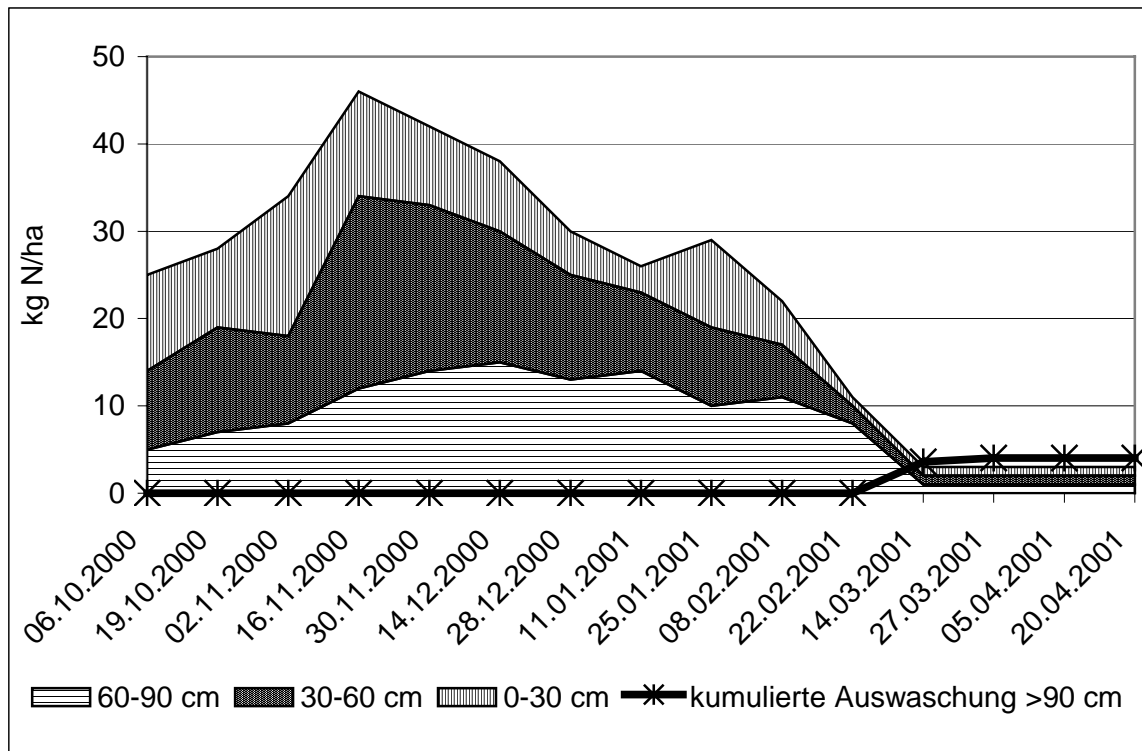


Abb. 36 : Bodennitratgehalt sowie Nitrat-Auswaschung (kg N/ha), Müllheim, Schlag GAN 2000-2001

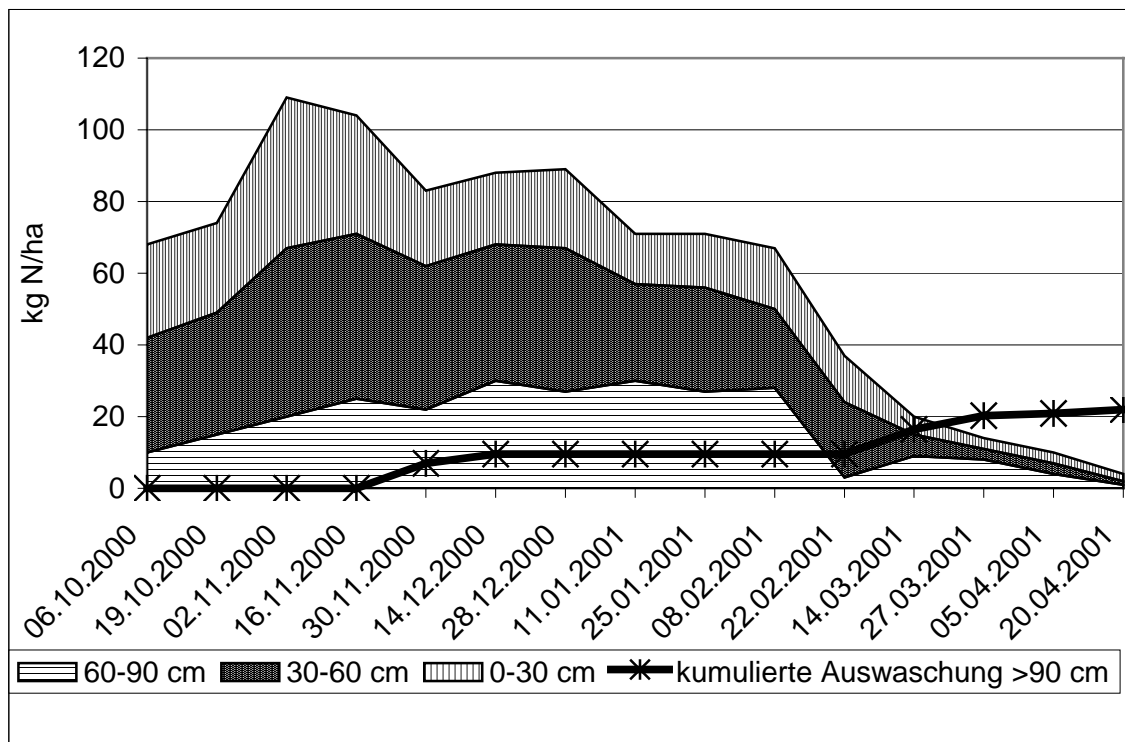


Abb. 37: Bodennitratgehalt sowie Nitrat-Auswaschung (kg N/ha), Müllheim, Schlag WMW 2000-2001

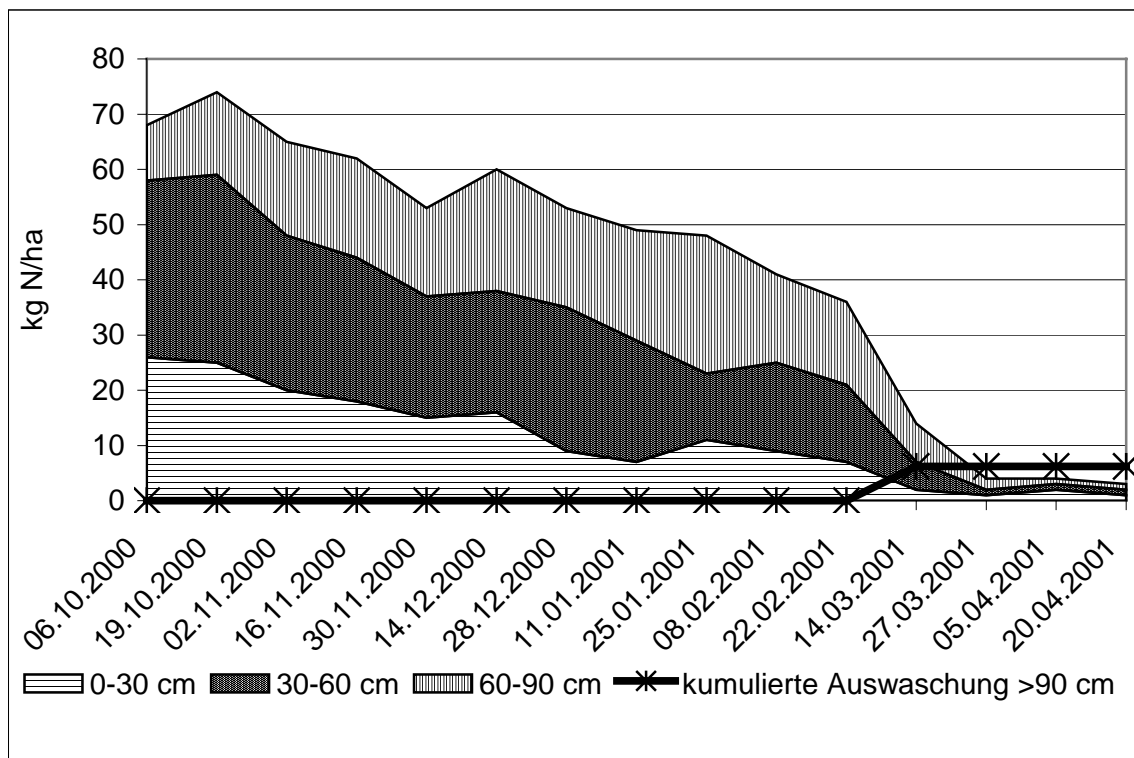


Abb. 38: Bodennitratgehalt sowie Nitrat-Auswaschung (kg N/ha), Müllheim, Schlag WMWS 2000-2001

Diese Ergebnisse bestätigen die frühere Beobachtung (s. ITADA-Projekt A1.5), dass sich nach Sojabohnen keine nennenswerte Erhöhung des N_{\min} -Gehaltes im Vergleich zu Nichtleguminosen nachweisen lässt. Zudem ist bekannt, dass die Sojabohnen und Lupinen nahezu den gesamten Stickstoff aus den vegetativen Pflanzenteilen in die Körner verlagern und somit die N-Hinterlassenschaft in den Ernterückständen gering ist.

Eine erwähnenswerte Beobachtung konnte am 29.05.2001 auf dem Schlag Winkelmatten-West gemacht werden: In dem vor Aussaat des Winterweizens angelegten Strohversuch zeigte sich der Bestand in seiner Entwicklung gegenüber dem übrigen Schlag einheitlich um ca. eine Woche weiter fortgeschritten. Vermutlich ist der Vorsprung durch ein früher einsetzendes Wachstum im sehr nassen Frühjahr 2001 durch ein schnelleres Abtrocknen des Bodens zu erklären.

Lupinen:

Der von den Lupinen im Laufe der Vegetationszeit fixierte Stickstoff kann, wenn er ausgewaschen wird, eine Gefahr für das Grundwasser darstellen. Ende August betrug die Menge des mineralischen Stickstoffs im Boden rund 55 kg N/ha (Tab. 68). Bis Ende September war sie bis auf 95 kg N/ha angestiegen. Mit dem Pflügen im Oktober stieg der N-Gehalt dann weiter bis auf 111 kg N/ha im November, wobei in der auswaschungsgefährdeten Tiefe von 60-100 cm 44 kg N/ha vorhanden waren. Die Stickstoffmenge im Boden blieb im November und Dezember hoch. Im Januar und Februar nahm sie etwas ab, um im März aufgrund der vermehrten biologischen Aktivität im Boden wieder anzusteigen.

Die hohen Stickstoffgehalte im Boden nach der Lupinenernte zeigen die Notwendigkeit, den Boden im Herbst mit einer Zwischenkultur zu begrünen. Wichtig ist, dass die Kultur den im Laufe des Herbstes mineralisierten Stickstoff aufnehmen kann. So kann verhindert werden, dass der Stickstoff ausgeschwemmt wird und ins Grundwasser gelangt.

Tab. 68: N_{min}-Proben Zürich-Reckenholz 2000/2001

Datum	N _{min} (kg N/ha) in verschiedenen Tiefen (cm)			
	0-30	30-60	60-100	0-100 ³⁾
30.08.2000 ¹⁾	31	14	11	55
14.09.2000	40	23	20	82
02.10.2000	39	24	32	95
17.10.2000 ²⁾	48	26	28	102
06.11.2000	36	32	36	104
20.11.2000	32	35	44	111
04.12.2000	22	30	37	89
21.12.2000	28	37	49	114
12.01.2001	17	24	57	98
21.01.2001	6	22	52	79
06.02.2001	15	15	36	66
22.02.2001	16	17	34	66
08.03.2001	29	20	40	89

¹⁾ 5 Tage nach Ernte

²⁾ nach Pflügen

³⁾ Summe der exakten Werte

4.5 Rentabilität des ökologischen Anbaus von Sojabohnen und Lupinen

Über eine Vermarktung der Sojabohnen als Tofuware lassen sich ca. 55 €/dt Rohware erzielen. In den nachfolgenden Berechnungen (Tab. 69-73) des Deckungsbeitrages für die nächsten Jahre wurden gleichbleibende Erzeugerpreise vorausgesetzt und lediglich die veränderten Prämien berücksichtigt. In der Kalkulation für Südbaden wurde davon ausgegangen, dass im Mittel jedes 2. Jahr zu trocken ausfällt, was einerseits eine Beregnung erforderlich, andererseits jedoch eine zusätzliche Trocknung des Erntegutes entbehrlich macht.

Obwohl die Sojabohnen für die spezielle Nutzung als Tofuware bzw. Futtermittel unter dem Aspekt der Proteinerzeugung stehen, kommt die Ölsaatenprämie zur Auszahlung. Diese liegt jedoch deutlich unterhalb der Prämie für Eiweißpflanzen. Sollte sich künftig hier eine Regelung zugunsten einer Bewertung der Sojabohne aus regionalem Anbau als Eiweißlieferant ergeben, müssten die jeweiligen Deckungsbeiträge um die sich daraus ergebende Differenz korrigiert werden. Die Sojabohnen stellen durchaus eine auch ökonomisch rentable Kulturart dar, welcher jedoch aufgrund der spezifischen klimatischen Bedingungen eine starke Konkurrenz durch den Körnermais gegenüber steht. Die relative Vorzüglichkeit des Körnermais-Anbaus wird zudem durch höhere Flächenprämien verstärkt. Bei einer Verwertung als Futtermittel sind als Erzeugerpreis für Sojabohnen ca. 45 €/dt anzurechnen. Die untenstehende Deckungsbeitragsrechnung ist dann dementsprechend zu modifizieren.

Da für den Lupinenanbau einerseits vergleichbare Kosten für Saatgut und Impfstoffe anfallen und andererseits die notwendigen Pflegemaßnahmen sowie die zu erzielenden Erträge mit dem Anbau von Sojabohnen vergleichbar sind, kann man hier die Werte von Soja übernehmen. Lupinen für die Verwertung in der Humanernährung erzielen Preise von 48-61 €/dt gereinigte Ware frei Haus (mündliche Mitteilung A. Albermann, Fa. Lupina). Lupinen für die Tierfütterung sind jedoch als Marktf Frucht gegenüber der Sojabohne - gemessen an den Proteinerträgen sowie der Proteinqualität - deutlich unterbewertet. Bei einer innerbetrieblichen Verwertung sollte daher als Grundlage für die Berechnung der Rentabilität ein Sojabohnenäquivalent auf der Basis des Preises der durch Lupinen substituierbaren Sojabohnen eingesetzt werden.

In der Schweiz lag der Lupinenpreis vor zwei Jahren für weiße Lupine bei 50 CHF für integriert und bei 100 CHF pro Dezitonne für biologisch hergestellte Ware (Böhler 1998). Im Jahr 2000 galt ein Richtpreis von 55 CHF/dt (Hirschi 2000). Mit der neuen Anbauprämie von 1.260 CHF/ha und bei einem Ertrag von 40-45 dt/ha dürfte damit ein Landwirt einen besseren Deckungsbeitrag als bei Soja und Eiweißersben erwirtschaften.

Da die Lupinen im Gegensatz zu Soja keine Trypsininhibitoren enthalten, können Lupinen unverarbeitet eingesetzt werden, wodurch Kosten gespart werden. Die Lupine dürfte aufgrund der Gehalte vor allem für Selbstverwerter interessant sein. Bei einem mit Soja vergleichbaren TS-Gehalt schneidet die Lupine bezüglich Netto-Energie-Laktation (NEL) und Rohprotein (RP) gleich, bezüglich absorbierbares Protein im Darm (ADP) besser als Soja ab. Mit Erträgen von durchschnittlich 35 dt TS/ha und der Anbauprämie von 1.260 CHF/ha kann ein mit Soja vergleichbarer Deckungsbeitrag erzielt werden (Schneider 2001)

Ab dem Jahr 2002 werden für alle Körnerleguminosen (AB, E, L) Anbauprämien in Höhe 1.500 CHF/ha gezahlt.

Tab. 69: Voraussichtliche Deckungsbeiträge (€) für die Erzeugung von Bio-Soja unter der Annahme von drei unterschiedlichen Ertragserwartungen im Elsass 2000-2001, verändert nach V. Schmidt

Intensitätsstufe		I	II	III	Quelle
Ertrag	dt/ha	20	25	30	Semence CAC
Preis	€/dt	46	46	46	
Erlös	€/ha	915	1143	1372	
Voraussichtliche Ölsaatenprämie (elsässischer Durchschnitt)	€/ha	427	427	427	
Spezielle Prämie für „soja de qualité“	€/ha	152	152	152	
Gesamteinnahmen	€/ha	1342	1570	1799	
Variable Kosten:					
Saatgut (750000/150000*38,20/ha)	€/ha	191	191	191	CAC: 750 000 kf. Kö./ha
Rhizobien-Impfstoff (1 Gebinde)	€/ha	23	23	23	23 €/Gebinde/ha im 2. Anbaujahr (2 Gebinde im 1. Anbaujahr)
Düngung					
P2O5	kg/ha			42	
K2O	kg/ha			50	
Saatbettbereitung (Kulturegge + Schlepper)	€/ha	21	21	21	Entraide Est
2 x Striegeln	€/ha	27	27	27	
1 x Hacken	€/ha	21	21	21	
1 x Hacken mit Häufeln	€/ha	22	22	22	
Beregnung?	€/ha				
Variable Spezialkosten	€/ha	304	304	304	
Trocknungskosten (Erntefeuchte= 20%)	€/dt	1,68	1,68	1,68	IfUL- Dachswanger Mühle
Trocknungskosten (Erntefeuchte= 20%)	€/ha	34	40	50	
Gesamtkosten	€/ha	338	345	355	
Deckungsbeitrag	€/ha	1004	1226	1444	
Arbeitskraft-Bedarf					
Aussaat	Akh/ha	13	13	13	FiBL
Mechanische Unkrautkontrolle	Akh/ha	65	65	65	FiBL
Ernte	Akh/ha	6	6	6	FiBL
Gesamtarbeitszeit	Akh/ha	84	84	84	FiBL

Tab. 70: Voraussichtliche Deckungsbeiträge (€) für die Erzeugung von Bio-Soja unter der Annahme von drei unterschiedlichen Ertragserwartungen im Elsass 2002-2003, verändert nach V. Schmidt

Intensitätsstufe		I	II	III	Quelle
Ertrag		20	25	30	Semence CAC
Preis	€/ha	46	46	46	
Erlös	€/ha	915	1143	1372	
Voraussichtliche Ölsaatenprämie (elsässischer Durchschnitt)	€/ha	366	366	366	
Spezielle Prämie für „soja de qualité“	€/ha	152	152	152	
Gesamteinnahmen	€/ha	1281	1509	1738	
Variable Kosten:					
Saatgut (750000/150000*38,20/ha)	€/ha	191	191	191	CAC: 750 000 kf. Kö./ha
Rhizobien-Impfstoff (1 Gebinde)	€/ha	23	23	23	23 €/Gebinde/ha im 2. Anbaujahr (2 Gebinde im 1. Anbaujahr)
Düngung					
P2O5	kg/ha			42	
K2O	kg/ha			50	
Saatbettbereitung (Kulturregge + Schlepper)	€/ha	21	21	21	
Mechanische Unkrautbekämpfung (4 Durchgänge)					
2 x Striegeln	€/ha	27	27	27	Entraide Est
1 x Hacken	€/ha	21	21	21	Entraide Est
1 x Hacken mit Häufeln	€/ha	22	22	22	Entraide Est
Beregnung?	€/ha				
Variable Spezialkosten	€/ha	304	304	304	
Trocknungskosten (Erntefeuchte= 20%)	€/dt	1,68	1,68	1,68	IfUL- Dachswanger Mühle
Trocknungskosten (Erntefeuchte= 20%)	€/ha	34	40	50	
Gesamtkosten	€/ha	338	345	355	
Deckungsbeitrag	€/ha	943	1165	1383	

Tab. 71: Voraussichtliche Deckungsbeiträge (€) für die Erzeugung von Bio-Soja unter der Annahme von drei unterschiedlichen durchschnittlichen Ertragsersparungen in Südbaden (2000).

Intensitätsstufe		I	II	III
Ertrag	dt/ha	20	25	30
Grundpreis Tofuware	(€/dt)	54	54	54
Erlös	(€/ha)	1070	1338	1605
Hektarprämie Ölsaaten	(€/ha)	473	473	473
MEKA, Beibehaltung Ökolandbau	(€/ha)	170	170	170
Leistung	(€/ha)	1713	1981	2248
Saatgut (130 kg/ha)	(€/ha)	199	199	199
Rhizobien-Impfstoff	(€/ha)	51	51	51
Düngung P-K in Fruchtfolge	(€/ha)	52	65	78
var. Maschinenkosten	(€/ha)	66	66	66
Mähdrusch im Lohn	(€/ha)	123	123	123
Beregnung in jedem 2. Jahr 60 mm	(€/ha)	92	92	92
Trocknung in jedem 2. Jahr	(€/ha)	10	13	16
Reinigung, Lagerung, Transport	(€/ha)	112	141	169
Lohnarbeit (Handhacke) (20 Akh; 7,7 €/h)	(€/ha)	154	154	154
Summe variable Spezialkosten	(€/ha)	859	904	948
Deckungsbeitrag/ha	(€/ha)	854	1077	1300
Arbeitszeitbedarf, eigen	(h/ha)	8	8	8
DB/Akh	(€/ha)	107	135	163

Tab. 72: Voraussichtliche Deckungsbeiträge (€) für die Erzeugung von Bio-Soja unter der Annahme von drei unterschiedlichen durchschnittlichen Ertragsersparungen in Südbaden (2001).

Intensitätsstufe		I	II	III
Ertrag dt/ha	dt/ha	20	25	30
Grundpreis Tofuware (€/dt)	(€/dt)	54	54	54
Erlös (€/ha)	(€/ha)	1070	1338	1605
Hektarprämie Ölsaaten	(€/ha)	419	419	419
MEKA, Beibehaltung Ökolandbau	(€/ha)	170	170	170
Leistung	(€/ha)	1659	1927	2194
Saatgut (130 kg/ha)	(€/ha)	199	199	199
Rhizobien-Impfstoff	(€/ha)	51	51	51
Düngung P-K in Fruchtfolge	(€/ha)	52	65	78
var. Maschinenkosten	(€/ha)	66	66	66
Mähdrusch im Lohn	(€/ha)	123	123	123
Beregnung in jedem 2. Jahr 60 mm	(€/ha)	92	92	92
Trocknung in jedem 2. Jahr	(€/ha)	10	13	16
Reinigung, Lagerung, Transport	(€/ha)	112	141	169
Lohnarbeit (Handhacke) (20 Akh; 7,7 €/h)	(€/ha)	154	154	154
Summe variable Spezialkosten	(€/ha)	859	904	948
Deckungsbeitrag	(€/ha)	800	1023	1246
Arbeitszeitbedarf, eigen	(h/ha)	8	8	8
DB/Akh	(€/ha)	100	128	156

Tab. 73: Voraussichtliche Deckungsbeiträge (€) für die Erzeugung von Bio-Soja unter der Annahme von drei unterschiedlichen durchschnittlichen Ertragserwartungen in Südbaden (ab 2002).

Intensitätsstufe		I	II	III
Ertrag dt/ha	dt/ha	20	25	30
Grundpreis Tofuware (€/dt)	(€/dt)	54	54	54
Erlös (€/ha)	(€/ha)	1070	1338	1605
Hektarprämie Ölsaaten	(€/ha)	323	323	323
MEKA, Beibehaltung Ökolandbau	(€/ha)	170	170	170
Leistung	(€/ha)	1563	1831	2098
Saatgut (130 kg/ha)	(€/ha)	199	199	199
Rhizobien-Impfstoff	(€/ha)	51	51	51
Düngung P-K in Fruchtfolge	(€/ha)	52	65	78
var. Maschinenkosten	(€/ha)	66	66	66
Mähdrusch im Lohn	(€/ha)	123	123	123
Beregnung in jedem 2. Jahr 60 mm	(€/ha)	92	92	92
Trocknung in jedem 2. Jahr	(€/ha)	10	13	16
Reinigung, Lagerung, Transport	(€/ha)	112	141	169
Lohnarbeit (Handhacke) (20 Akh; 7,7 €/h)	(€/ha)	154	154	154
Summe variable Spezialkosten	(€/ha)	859	904	948
Deckungsbeitrag	(€/ha)	704	927	1150
Arbeitszeitbedarf, eigen	(h/ha)	8	8	8
DB/Akh	(€/ha)	88	116	144

5 Zusammenfassung

1. In der Region steht einer stetig steigenden Nachfrage, insbesondere nach Öko-Soja, ein Angebot gegenüber, welches lediglich ein Drittel des Bedarfes deckt.
2. Durch die BSE-Krise sowie ein Misstrauen gegenüber der „Grünen Gentechnik“ gewinnen ökologisch erzeugte Lebensmittel für den Konsumenten zunehmend an Attraktivität. Vor allem die Lupine, von welcher keine transgenen Sorten existieren und in absehbarer Zeit auch nicht zu erwarten sind, dürfte auf diesem Sektor gute Marktchancen besitzen.
3. Der Anbau von Ökosoja ist zwar komplizierter als der anderer Körnerleguminosen, er ist jedoch wirtschaftlich eine interessante Kulturart mit Deckungsbeiträgen von 700 - 1.300 €/ha (je nach Ertragsniveau). Erträge von 40 dt/ha und mehr sind realistisch; im langjährigen Mittel können sie - vor allem ohne Berechnungsmöglichkeit - mit ca. 25-30 dt/ha veranschlagt werden.
4. Durch umfangreiche Feldversuche konnten als die günstigsten Sojasorten für den Südtteil der Region diejenigen der Reifegruppe 00 identifiziert werden. Weiter nördlich bzw. in topographisch höheren Lagen sollten Sorten der Reifegruppen 00/000 bis 000 angebaut werden. Die meisten der untersuchten Sorten weisen hohe Proteingehalte von 42% und mehr auf, und gehen somit über die Mindestanforderungen seitens der Verarbeiter hinaus.
5. Die Unkrautbekämpfung als wesentliches Problem der Erzeugung von Bio-Soja und Bio-Lupinen lässt sich durch die Maschinenhacke befriedigend lösen.
6. Sorten- und Anbausystemvergleiche zeigen auch für die beiden untersuchten Lupinenarten (*Lupinus albus* und *Lupinus angustifolius*) eine gute Eignung in der ökologischen Landwirtschaft bei sehr guten Qualitätseigenschaften auf.
7. Die Anthracnose, welche bislang das Haupthindernis für einen Anbau der Lupinen im Ökolandbau darstellte, kann mit relativ einfachen physikalischen Methoden, wie einer Warmwasserbehandlung oder einer Saatgutüberlagerung, kontrolliert werden. Beide Verfahren sind mit geringfügigen und daher tolerierbaren Einbußen in der Keimfähigkeit verbunden.
8. Die Sojabohnen aus regionaler Erzeugung weisen hohe Qualitäten für eine Weiterverarbeitung zu Tofu und Folgeprodukten auf.
9. Die Eignung vollfetter Sojabohnen aus regionaler Produktion führten in einem Fütterungsversuch zu geringfügig schlechteren Mastleistungsergebnissen, verglichen mit einer üblichen Eiweißkomponente aus Ackerbohnen und Kartoffeleiweiß.
10. Von einer Gefährdung des Grundwassers durch den Anbau von Sojabohnen und Lupinen kann aufgrund der vorliegenden Untersuchung nicht ausgegangen werden. Hier spielen die Standortbedingungen eine weitaus größere Rolle, zumal die Sojabohnen im Vergleich zu anderen Körnerleguminosen (z.B. Ackerbohnen) fast den gesamten aufgenommenen oder symbiotisch gebundenen Stickstoff in ihren generativen Teilen einlagern.
11. Mit einer Ausweitung des Anbaus von ökologisch erzeugten Sojabohnen und Lupinen in der Region Südlicher Oberrhein stehen einerseits rentable pflanzenbauliche Alternativen zur Verfügung; andererseits lässt sich die „Eiweißlücke“ in der Tierhaltung auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben durch den Anbau dieser Körnerleguminosen zumindest teilweise schließen.

6 Literatur

1. **Acker van, R.E., Swanton, C.J. & Weise, S.F. (1993):** The critical period of weed control in soya-bean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Weed Science* 41 (2), S. 194-200
2. **Acker, van R.C., Weise, S.F. & Swanton, C.J. (1993):** Influence of interference from a mixed weed species stand on soybean growth. *Can. J. Plant Sci.* 73, S. 1293-1304
3. **AgE (1998):** Lupinenanbau in Gefahr. *BBZ* 12.12.1998, S. 17
4. **Albrecht, R. (2001):** Mit Hilfe von Leguminosen den Weizenertrag steigern. zit. n. UFOP-Rundschreiben 03/2001
5. **Anonymus (1988):** Tinte aus Sojabohnen. *agrar praxis* 11/88, S. 7
6. **Anonymus (1990):** Le soja en alimentation humaine.
7. **Anonymus (1999):** Alimentation animale - La filière non-OGM "Soja de pays". *CETIOM - Oléoscope* N° 52, S. 19
8. **Anonymus (1999):** Crop science - varieties & descriptions. Internet <http://www.oac.uoguelph.ca/www/crsc/invent/var.htm>
9. **Anonymus (1999):** Diaporthé du soja: Une maladie qui peut prendre de l'ampleur. *La France agricole, Guide oléoprotéagineux 1999-2000*, S. 94/95
10. **Anonymus (1999):** L'eau, facteur essentiel de production du soja. *La France agricole, Guide oléoprotéagineux 1999-2000*, S. 104/5
11. **Anonymus (1999):** Les 42 variétés disponibles. *La France agricole, Guide oléoprotéagineux 1999-2000*
12. **Anonymus (1999):** Les 9 variétés du lupin. *La France agricole, Guide oléoprotéagineux 1999-2000*, S. 45
13. **Anonymus (1999):** Maîtriser la teneur en protéines du soja. *La France agricole, Guide oléoprotéagineux 1999-2000*, S. 43
14. **Anonymus (2000):** Pflege der französischen "filière bovine" - BSE-Politik als Fortsetzung der EU-Agrarpolitik. *Neue Zürcher Zeitung* 30.11.2000
15. **Anonymus (2000):** Biotechnologies: Recherche soja non OGM désespérément. *La France agricole* 27.10.2000, S. 47
16. **Anonymus (2000):** Größere Bodenfruchtbarkeit, gute Erträge. *Ökologie und Landbau* 2/2000, S. 34-36
17. **Anonymus (2000):** Lupin de printemps. *Collection UNIP-ITCF*
18. **Anonymus (2000):** Pilze ohne Chance. *Bauernzeitung (Thüringen)* 23/2000, S. 31
19. **Anonymus (2000):** Points forts dans la recherche en 1999 - grandes cultures et herbages. *Revue suisse Agric.* 32 (4), S. 141 ff.
20. **Anonymus (2000):** Heimischen Anbau forcieren. *BBZ* 50/2000, S. 20
21. **Anonymus (2000):** Pré-synthèse essais variétés Soja. *CETIOM* 30.11.2000
22. **Anonymus (2000):** Sortenversuche Thüringen und Sachsen-Anhalt 2000
23. **Anonymus (2000):** La terre est notre soleil - Carrefour bio. *Werbeschrift der franz. Handelskette Carrefour*
24. **Anonymus (2001):** Neue Sojasorte. *BBZ* 3/2001, S. 42
25. **Anonymus (2001):** Sojabohnen aus ökologischem Anbau gesucht. *Ernährungsdienst* 24.01.2001, S. 3
26. **Anonymus (2001):** Landessortenversuche mit Lupinen. *BW agrar* 4/2001, S. 24-25
27. **Anonymus (2001):** Gensoja statt Tiermehl?. *Bauernstimme* 1/2001
28. **Anonymus (2001):** In Schwerin soll Soja-Quark hergestellt werden. *Bauernblatt* 15/2001, S. 15

- 29. Anonymus (2001):** Lupine. Nutriinfo - Informations- und Dokumentationsstelle am Institut für Ernährungswissenschaften der Justus-Liebig-Universität Gießen
- 30. Anonymus (2001):** Soja für Mensch und Tier. DLG-Mitteilungen 7/2001
- 31. Anonymus / OPABA und SUAD (Chambre d'Agriculture du Bas-Rhin (2000):** Essai de désherbage mécanique sur culture de soja - Essai variétés d'épautre. Versuchsfeldführer für Feldtag in F-Valff
- 32. Barsch, N. (2000):** Löst Blaue Lupine Roggen und Öllein auf leichten Böden ab?, Bauernzeitung 6/2000, S. 30-31
- 33. Bellof, G., Wolf, A. & Freudenreich, P. (1998):** Der Einsatz heimischer Eiweißfutterpflanzen in der Schweinemast. UFOP-Schriften Heft 11
- 34. Berth, F. (1996):** Die Ökologische Sojabohne. die tageszeitung (Berlin), 26.10.96, S. 15
- 35. Berti, A., Dunan, C., Sattin, M., Zanin, G. & Westra, P. (1996):** A New Approach To Determine When to Control Weeds, Weed Science 44(3), S. 496-503
- 36. Birschitzky, J. (1995):** Wirtschaftlichkeit des Sojaanbaus 1995., INFORM 2/95, S. 21-22
- 37. Boloh, Y., Descloux, H. & Jay, B. (2001):** Volailles, Porcs: Le saut dans le 100% végétal. La France agricole 19.01.2001, S. 71-76
- 38. Bonnemort, C. & Haeflinger, M. (1999):** Priorité à la qualité des produits biologiques. CETIOM - Oléoscope N° 53, S. 17-18
- 39. Bosch, Peter (1993):** Sojabohne - Exot unter den Leguminosen. bio-land 3/93, S. 6/7
- 40. Bossert, R. (1999):** Tofu-Absatz wächst weiter. BBZ 46/99, S. 5
- 41. Bosshart, U. (1985):** Einfluss der Stickstoffdüngung und der landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsweise auf die Nitratauswaschung ins Grundwasser. Beiträge zur Geologie der Schweiz Nr. 32, S. 27-74
- 42. Bouniols, A., Tancogne, M., Blanchet, R. & Merrien A. (1990):** Les besoins de la plante en azote. Euro-Soja - Colloque CETIOM, S. 1-4
- 43. Braun, A. (1999):** Ackerbohnen und Lupinen. Bioland 6/99, S. 22
- 44. Braun, M., Koch, W., Mussa, H.H. & Stiefvater, M. (1984):** Solarization for weed and pest control - possibilities and limitations. S. 169-178
- 45. Brinkmann, J., Abel, H. et al. (1996):** Potentiale und Perspektiven des Körnerleguminosenanbaus in Deutschland. UFOP-Schriften Heft 3
- 46. Browed, J.A. et al. (1994):** Integrated pest management. Agron. J. 86, S. 968-974
- 47. Buhler, D.D. & Gunsolus, J.L. (1996):** Effect of date of preplant tillage and planting on weed populations and mechanical weed control in soybean (Glycine max). Weed Science 44(2), S. 373-379
- 48. Bundessortenamt (Hrsg.) (1998):** Ergebnisse der Wertprüfungen mit Sojabohnen (Körnernutzung).
- 49. Büttfering (2000):** Einsatz heimischer Eiweißfuttermittel in der ökologischen Schweinemast. SÖL-Beraterrundbrief 4/2000, S. 15-19
- 50. CETIOM (Hrsg.) (1986):** Le soja - Physiologie de la plante et adaptation aux conditions françaises. CETIOM - Oléoscope
- 51. CETIOM (Hrsg.) (1995):** Le Soja après la PAC. CETIOM - Oléoscope N° 26, S. 9-21
- 52. CETIOM (Hrsg.) (1997):** Le Soja en 1997.
- 53. Charles, R. (1999):** Culture du soja: irrigation et rendement. Revue suisse Agric. 31(5), S. 227-233
- 54. Charles, R. (2000):** Résultats provisoires des essais de soja. Manuskript, nicht zur Veröffentlichung bestimmt
- 55. Charles, R. (1995):** Soja: le climat définit le choix variétal. Agri 4, 28.01.1995, S. Sortenwahl, Klima

- 56. Ciafardini, G., Barbieri, C. (1987):** Effects of cover inoculation of soybean on nodulation, nitrogen fixation and yield. *Agron. J.* 79, S. 645-648
- 57. Collin, Ph. (1990):** Caractéristiques fonctionnelles des concentrés de soja. Tagung Eurosoja, Strasbourg
- 58. Coopérative agricole de céréales de Colmar (1987):** Grâce à la coopérative agricole de céréales du Haut-Rhin: le soja s'implante ... et se transforme en Alsace. *L'inoculum* N° 18, 1987, S. 24
- 59. Cristante, P., Estragnat, A., Jouffret, P. & Reau, R. (1998):** Du colza dans l'interculture soja-maïs. *CETIOM - Oléoscope* N° 45, S. 17-19
- 60. Damme, K (1998):** Putenherkunftsvergleich unter ökologischem Futterkonzept. *SÖL-Beraterrundbrief* 4/98, S. 25-29
- 61. Dashti, N.; Zhang, F.; Hynes, R. & Smith, D.L. (1997):** Application of plant growth-promoting rhizobacteria to soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) increases protein and dry matter yield under short-season conditions. *Plant and Soil* 188(1), S. 33-41
- 62. Davet, P. (1990):** Les maladies racinaires du soja et leur contrôle. *Euro-Soja - Colloque CETIOM*, S. 51-54
- 63. Dayde, J. (1990):** Teneur en protéines de la graine de soja: Les effets du génotype et du milieu. *Euro-Soja - Colloque CETIOM*, S. 15-20
- 64. Dayed, J. (1990):** Réponses de la sélection à l'amélioration de la qualité du soja pour l'alimentation humaine. Tagung Eurosoja, Strasbourg
- 65. Delabays, N. & Mermillod, G. (2000):** Searching for allelopathic species to be used as cover crop or ground cover. *Proceedings 13th IFOAM Scientific Conference*, S. 172
- 66. Demas, J.-L. & Carrouee, B. (1999):** Déficit en protéines pour l'alimentation du bétail bio. *Biofil* N° 5, S. 36-40
- 67. DGE Info (Hrsg.) (1997):** Nährwertanalysen von Soja-Erzeugnissen der Firma Fauser Vitaquell. 8/97, S. 125
- 68. Diaz, J. & Merrien, A. (1999):** Détermination de la teneur en protéines des graines - Extension de la méthode Dumas à de nouveaux oléagineux. *CETIOM - Oléoscope* N°. 52, S. 30-32
- 69. Diepenbrock, W., Fischbeck, G., Heyland, K.U. & Knauer, N. (1999):** Spezieller Pflanzenbau. Ulmer Verlag, Stuttgart, S. 237-250
- 70. Ecochard, R. (1986):** La sensibilité du soja à la photopériode et à la thermopériode. *CETIOM: Supplément à Informations Techniques* (1er trimestre 1986)
- 71. Ehrhardt, F. (2000):** Moissoneuse: exigences croissantes pour un bon nettoyage. *La France agricole* N° 2885, 21.07.2000, S. 26
- 72. Eiszner, H & Pohan, J. (1992):** Structure and dynamics of weeds under the influence of crop rotation and weed control. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 1992 13, S. 253-261
- 73. Eon, F., Frediere, S., Lemoine, E., Marechal, F. & Jouffret, P. (2000):** Le désherbage du soja, un point préoccupant dans le Sud-Ouest. *CETIOM - Oléoscope* N° 56, S. 26-28
- 74. Exner, D.N., Thompson, R.L. & Thompson, S.N. (1996):** Practical experience and on-farm research with weed management in an Iowa ridge tillage-based system. *Journal of Production Agriculture* 9(4), S. 496-500
- 75. Feiler, U. & Nirenberg, H. I. (1998):** Eine neue klassische Methode zur Bestimmung des Colletotrichum-Befalls an Saatgut von *Lupinus* spp. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 50 (10), S. 259-262
- 76. Fernandez, A. (1999):** Transformation de produits bio: céréales et oléoprotéagineux en tête. *La France agricole* 29.10.99, S. 13
- 77. Figarol, M. (1998):** Dans le sud-ouest - Valoriser des sojas riches en protéines. *La France agricole* 16.01.98, S. 36
- 78. Fink, A. (2001):** Soja. *Focus* 3/2001, S. 116-117

- 79. First Line Seeds (Hrsg.) (1999):** Seeding Production Tips, Internet: <http://www.farmshow.ca/firstline/tips/seeding.htm>; 17.09.1999.
- 80. Forcella, F., Eradat-Oskoui, K. & Wagner, S.W. (1993):** Application of weed seedbank ecology to low-input crop management. *Ecological Applications* 3(1), S. 74-83
- 81. Franke, W. (1985):** *Glycine max.*, Nutzpflanzenkunde, 3. Aufl., S. 139-141
- 82. Gehriger, W. (1989):** Bisherige Erfahrungen beim Sojaanbau in der Schweiz. in: Raps und Soja, Herausgeber: Pflanzenbaukommission des schweizerischen landwirtschaftlichen Vereins, S. 25-29
- 83. Geier, U. & Oster, A. (2000):** Bieten Süßlupinen Alternativen in der Schweinefütterung?, *LandInfo* 8/2000, S. 15-17
- 84. Geier, U. & Oster, A. (2001):** Langfristige Eiweißalternativen aufgrund Forchheimer Versuche. S. 10
- 85. Geier, U. & Oster, A. (2001):** Alles außer Soja ist teuer und knapp. *BBZ* 6/2001, S. 35-37
- 86. Geier, U. & Oster, A. (2001):** Versuchsergebnisse aus dem Schweinemastbereich. *VeredlungsProduktion* 3/2001, S. 64
- 87. Geisler, G. (1983):** Sojabohne. in: *Ertragsphysiologie*. Parey-Verlag, Berlin, Hamburg, S. 152-155
- 88. Giraud, J.-J. (1999):** Inoculation du soja: Contrôles de la qualité des lots commercialisés. *CETIOM - Oléoscope* N° 49, S. 31-32
- 89. Giuliano, M., Paolo, C., Stefano, B. & Francesco, D. (1990):** Bilan azoté du soja et environnement: L'expérience italienne. *Euro-Soja - Colloque CETIOM*, S. 21-26
- 90. Graf, T. (1999):** Gentechnik und Soja - Pro und Contra - Ein Standpunkt. *Inform* 1/99, S. 11/12
- 91. Griepentrog, H.-W., Weiner, J. & Kristensen, L. (2000):** Increasing the suppression of weeds by varying sowing parameters. *Proceedings 13th IFOAM Scientific Conference*, S. 173
- 92. Grimm, J., Trautz, D. & Kielhorn, A. (2000):** Mechanical weed control within row cultures using sensor technique for online crop/weed detection. *Proceedings 13th IFOAM Scientific Conference*, S. 174
- 93. Groß, K.-J. (1995):** HP Sojaschrot - Premium-Protein. *AgrarFinanz* 9/95, S. 16-18
- 94. Guebert, A. (2000):** Prices rise, but the GM uncertainty won't go away. *Farmers Weekly* 4.-10. Feb. 2000, S. 79
- 95. Guerber, P. & Sartre, P. (2000):** Améliorer la teneur en protéines du soja. *CETIOM - Oléoscope* N° 57, S. 30-31
- 96. Guillemand, M. (1999):** Le lupin comme alternative au soja. *La France agricole* 03.09.1999, S. 40
- 97. Gutting, P. (1998):** Bio-Soja aus deutschen Landen ist keine Utopie. *Schrot&Korn* 4/98, S. 50-53
- 98. Hackbarth, J. (1944):** Die Ölpflanzen Mitteleuropas.
- 99. Hackbarth, J. & Husfeld, B. (1939):** Die Süßlupine.
- 100. Hampl, U. (1997):** Stickstoff im ökologischen Landbau - altes Wissen, neues Forschen. *Ökologie & Landbau* 25, 3/1997, S. 6-8
- 101. Han, Y.S., Lucas, J. & Kunz, B. (1993):** Traditional korean fermented foods (review). *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm.* 15 (5/6)/1993, S. 150-160
- 102. Hanelt, P. (1960):** Die Lupinen.
- 103. Hegi, G. (1906 ff.):** *Lupinus, Glycine*. *Illustrierte Flora von Mitteleuropa* Bd. IV/3, S. 1148-1160 (*Lupinus*), 1620-1623 (*Glycine*)
- 104. Helie (1990):** Le jus de filtrat de soja en poudre. Tagung Eurosoja, Strasbourg
- 105. Hermannes, K. W. (1969):** Süßlupinen im praktischen Anbau. *Bauernblatt/Landpost* 29.03.1969

- 106. Hermanowski, R. (1997):** Wasserschutz durch Umstellung auf ökologischen Landbau. *Ökologie & Landbau* 25, 3/1997, S. 16-17
- 107. Herrmann, G., Plakolm, G. (o.J.):** Sojabohne. in: *Ökologischer Landbau, Grundwissen für die Praxis*; Verlagsunion Agrar, Wien, München, S. 200 ff.
- 108. Heyland, K.-U. (Hrsg.) (1996):** Lupinen. *Spezieller Pflanzenbau*, S. 131/132
- 109. Heyland, K.-U. (Hrsg.) (1996):** Sojabohne. *Spezieller Pflanzenbau*, S. 132/133
- 110. Hoffmann, G.M., Nienhaus, F., Schönbeck, F., Weltzien, H.C. & Wilbert, H. (1985):** , *Lehrbuch der Phytomedizin*. 2. Aufl.
- 111. Hondelmann, W. (1996):** Die Lupine - Geschichte und Evolution einer Kulturpflanze. *Landbauforschung Völkenrode SH 162*
- 112. Hösel, W. (1990):** Anbau und Wirtschaftlichkeit von Sojabohnen in Bayern. *SuB*, S. 11-21
- 113. Hugger, H. (1989):** Sonnenblumen und Sojabohnen im Vergleich zu Körnermais - Chancen und Risiken. *agrar praxis* 3/89, S. 62-65
- 114. Hugger, H. (1990):** Perspektiven und Chancen des Sojaanbaus in Deutschland. *Congrès européen de la filière Soja*
- 115. Hyberg, B.; Uri, N.D.; Mercier, S. & Lyford, C. (1994):** The market valuation of soybean quality characteristics. *Oxford Agrarian Studies* 22(1), S. 65-81
- 116. Hyberg-B; Uri, N.D. (1996):** Valuation of the quality characteristics of Japanese soybean imports. *Applied Economics* 28(7), S. 841-849
- 117. IfUL Müllheim (Hrsg.) (1999):** Kurzanleitung für den ökologischen Sojaanbau 1999. *BIS*
- 118. Iliescu, C.H. (1990):** La lutte contre les maladies du feuillage du soja. *Euro-Soja - Colloque CETIOM*, S. 47-50
- 119. Irla, E. (1995):** Soja: Bestelltechnik und Unkrautbekämpfungsverfahren. *FAT-Berichte Nr. 464*, S. 1-8
- 120. Jarvis, B.D., Downer, H.L. & Young, J.P. (1992):** Phylogeny of fast-growing soybean-nodulation rhizobia supports synonymy of *Sinorhizobium* and *Rhizobium* and assignment to *Rhizobium fredii*. *International journal of systematic bacteriology* 42 (1)/1992, S. 93-96
- 121. Jenkinson, J. (1997):** Tofu Research: Quality Counts
- 122. Joost, R. (1998):** Verbesserungsmöglichkeiten der Legehennenfütterung in der Praxis und Entwicklungsmöglichkeiten für die Zukunft. *SÖL-Beraterrundbrief* 4/98, S. 19/20
- 123. Jossi-Silverstein, P. (1997):** Bioprodukte sind gentechfrei. Garantiert, auch in Zukunft?, *ÖKOLOGIE & LANDBAU* 25. Jg., 4/97, S. 36-39
- 124. Jouffret, P. (1997):** Teneurs en protéines proches des sojas américains. *CETIOM - Oléoscope N° 39*, S. 35/36
- 125. Jouffret, P. & Lecomte, V. (1999):** Soja dans le Sud-Ouest: Qualité satisfaisante des graines en 1998. *CETIOM - Oléoscope N° 50*, S. 43-44
- 126. Kaak, J. (2001):** Qualitativ einwandfreies Saatgut verwenden. *Bauernblatt (S.-H.)* 11/2001, S. 73-75
- 127. Kahnt, G. (1998):** Erfolgreich Soja anbauen. *BWagrar* 22/98, S. 11/12
- 128. Kepler, C. (1998):** Junghennenaufzucht im Ökologischen Landbau: Situation und Probleme. *SÖL-Beraterrundbrief* 4/98, S. 43/44
- 129. Kersebaum, K.C. & Richter, G.M. (1992):** Wieviel Nitrat im Winter auswäscht. *DLG-Mitteilungen/agrar-inform* 1/1992, S. 28-30
- 130. Kette, W. (1877):** Die Lupine als Feldfrucht
- 131. Khare, S.K; Krishna, J. & Gandhi, A.P. (1993):** Physico-chemical and functional properties of okara protein isolat. *Journal of Dairing, Foods and Home Sciences* 12(3-4), S. 132-136
- 132. Klapp, E. (1967):** Lupinenarten. *Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues*, S. 446-451
- 133. Klapp, E. (1967):** Sojabohne. *Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues*, S. 456-457

- 134. Klith-Jensen, R., Melander, B. & Jørnsgård, B. (1998):** Tolerance of Lupine to Mechanical Weed Control. 3rd European Conference on Grain Legumes - 1998 - Valladolid, S. 479
- 135. Klith-Jensen, R., Melander, B. & Callesen, N. (o.J.):** Mechanical Weed Control in Lupin. Proceedings 9th International Lupine Conference, S. 6-8
- 136. Kobylinski, H. v. (2000):** Öko-Soja immer gefragter. BBZ 6/2000, S. 24
- 137. Kobylinski, H. v. (2000):** Vorsicht beim Kauf von Sojaschrot. BW agrar 8/2000, S. 56
- 138. Kobylinski, H. v. (2001):** Öko-Soja immer gefragter. BBZ 6/2001
- 139. Kobylinski, H. v. (1998):** Ziel 1999: 100 Hektar Bio-Soja. BBZ 53, S. 22/23
- 140. Kobylinski, H. v. (1999):** Bio-Sojabohnen gefragt. WWL 1/99
- 141. Kobylinski, H. v. (2001):** Regional erzeugte Sojabohnen als Verkaufs-Argument. BBZ 30/2001, S. 18-20
- 142. Költringer, W.:** Soja- "Energie-Eiweiß" aus Österreich. INFORM, S. 23
- 143. Konovsky, J., Lumpkin, T. A. & McClary, D. (1994):** Edamame: The vegetable Soybean, in: A.D. O'Rourke (Hrsg.), Understanding the Japanese Food and Agrimarket: a multifaceted opportunity. Haworth Press, Binghamton (aus dem Internet), S. 173-181
- 144. Krautstein, H. (1997):** Sojalecithin, der Stoff, der bindet. Schrot&Korn 3/97, S. 17/18
- 145. Krumphuber, C. & Brandstetter, J. (1993):** Sojabohnenanbau 1992 in Oberösterreich. Raps 11. Jg. (1) 1993, S. 33-34
- 146. Lacroix, B., Desvignes, P. & Capdebosq, J.-B. (1998):** Fertilisation azotée du maïs après soja. CETIOM - Oléoscope N° 45, S. 14-16
- 147. Le Page, R. (1996):** Soja- Punaises: à surveiller pour traiter à temps. CETIOM - Oléoscope N° 33, S. 23-26
- 148. Lecomte, V. (2000):** Soja 1999 - Rendement satisfaisant, désherbage peut mieux faire. CETIOM - Oléoscope N°. 55, S. 30-31
- 149. Leterme, P. (1990):** Les conditions de réussite de l'inoculation. Euro-Soja - Colloque CETIOM
- 150. Lindner, P. & Stöckinger, H. (1999):** Es muß nicht immer Soja sein. BW-agrar 22/99, S. 16-18
- 151. Lütke-Entrup, N., Blome, K.H. & Stemann, G. (1989):** Körnerleguminosen ohne Nitratprobleme anbauen. DLG-Mitteilungen 4/1989, S. 190-191
- 152. Makowski (2001):** Eine robuste Alternative, BBZ 4/2001, S. 19
- 153. Marquard, R & Schuster, W. (1980):** Protein- und Fettgehalte des Kornes sowie Fettsäuremuster und Tokopherolgehalte des Öles bei Sojabohnensorten von stark differenzierten Standorten. Fette Seifen Anstrichmittel 82, S. 137-142
- 154. Martin, M. (1990):** Le soja dans l'alimentation humaine: une perspective mondiale. Symposium Eurosoja, Strasbourg, 1990
- 155. Marty, D. (1999):** Des sojas non tracés non OGM. La France agricole 03.09.1999, S. 36
- 156. Marty, D. (2000):** Du soja à 170 F le quintal. La France agricole 10.03.2000, S. 25
- 157. Marty, D. (2000):** Le Lupin cherche encore sa voie. La France agricole 31.03.2000, S. 28
- 158. Mastel, K. (1999):** Chancen und Voraussetzungen für einen rentablen Körnerleguminosenanbau. LAP Forchheim, BIS
- 159. Mayer, J. & Heß, J. (1997):** Welchen Beitrag zur Stickstoffversorgung leisten Körnerleguminosen? Ökologie und Landbau 25 (3), S. 18-22
- 160. Merrien, A. & Jouffret, P. (1995):** Quelle irrigation pour le soja aujourd'hui?, CETIOM - Oléoscope N° 26, S. 15-19
- 161. Messéan, A. (2000):** Désherber du soja bio. Biofil N° 10, S. 40-41
- 162. Meyer, A. (2001):** Welche Eiweißfuttermittel für Rinder?, Land&Forst 05.01.2001, S. 28-29
- 163. Miersch, M. (1999):** Soja auf Deutschlands Feldern. dlz 3/99, S. 74-76

- 164. Miersch, M. & Miersch, P. (1998):** Soja in Öko-Qualität gesucht. bio-land 1/98, S. 12/13
- 165. Miles, C. A. (2000):** Edamame Harvesting and Marketing Potentials. Internet: <http://agsyst.wsu.edu/edhrv.htm>, S. 4
- 166. Miles, C. A. & Zenz, L. (2000):** Edamame Production for SW Washington, 1995-1996. Internet: <http://agsyst.wsu.edu/edam.htm>, S. 7
- 167. Miles, C. A., Youmans, D., Nakatani, R. & Chen, C. (2000):** 1999 Edamame Variety Trial. Internet: <http://agsyst.wsu.edu/edam99.htm>, S. 7
- 168. Miles, C. A., T. A. Lumpkin & L. Zenz (2000):** Edamame, Farming West of the Cascades. (aus dem Internet), S. 8
- 169. Mohler, C.L. (1996):** Ecological bases for the cultural control of annual weeds. Journal of Production Agriculture 9(4), S. 468-474
- 170. Möller, R. (2001):** Landessortenversuche mit Lupinen. BW agrar 4/2001, S. 24
- 171. Moxon, C. (1999):** Soybeans may join the fight against cholesterol. www.uoguelph.ca/Research/news/lcd/may99a.html, 29.09.1999
- 172. Munier-Jolain, N (1994):** Analyse de la croissance de graines chez le soja de type indéterminé. CETIOM - Oléoscope N° 24, S. 27-29
- 173. Murphy, P.A., Chen, H.P., Hauck, C.C. & Wilson, L.A. (1997):** Soybean protein composition and tofu quality. Food Technology Chicago 51(3), S. 86-88
- 174. Neuerburg, W & Padel, S. (1992):** Die Süßlupine, Organisch-biologischer Landbau in der Praxis. S. 164-166
- 175. Nguyen, V. Q. (1997):** Edamame (vegetable green soybean). The new rural industries, S. 196-203
- 176. Noël, J.-M. (2001):** L' aide au soja de qualité ne devrait guère dépasser 1000 F/ha. La France agricole 9.3.2001, S. 20
- 177. Noël, J.-M. (2001):** Traçabilité - Soja de qualité : le cahiers des charges est publié. La France agricole 30.03.2001, S. 14
- 178. Ohyama, T. (1984):** Comparative studies on the distribution of nitrogen in soybean plants supplied with N₂ and NO₃ at the pod filling stage. Soil Sci. Plant Nutr. 30 (2), S. 219-229
- 179. Onidol (Hrsg.) (1975):** Une mesure pour reduire les pollutions par les nitrates: l'introduction du soja dans l'assolement.
- 180. Oster, A. & Geier, U. (2000):** Eine Alternative zu Sojaschrot? BBZ 29/2000, S. 22-23
- 181. Ott, J. (1999):** Bunt Sortenspektrum: LSV mit weißen und blauen Lupinen. LAP Forchheim, BIS LEL Schwäbisch Gmünd
- 182. Ott, J. (2001):** Süßlupinen: Blaue verdrängen die gelben und weißen. BBZ 4/2001, S. 18-19
- 183. Pagel, R. (1994):** Zum Einfluß von Leguminosen auf Nährstoffdynamik, Umweltbelastung und Pflanzenwachstum in Lysimeter- und Freilanduntersuchungen. Diss. Univ. Gießen
- 184. Pahl, H. (1998):** Wirtschaftlichkeit und Perspektiven des Körnerleguminosenanbaus. Raps 4/98, S. 146-149
- 185. Pavard, P. (2001):** 73.000 ha sous le sceau du "soja de qualité". L'Année agricole, Jan 01, S. 8
- 186. Pazdernik, D.L., Graham, P.H., Vance, C.P. & Orf, J.H. (1996):** Host genetic variation in the early nodulation and dinitrogen fixation of soybean. Crop Science 36(5), S. 1102-1107
- 187. Penaud, A. (1990):** La lutte contre le sclerotinia. Euro-Soja - Colloque CETIOM, S. 41-45
- 188. Perny, R.-A. (1999):** Les irrigations insuffisantes limitent les rendements. CETIOM - Oléoscope N° 49, S. 33-34
- 189. Perny, R.A. & Signoret, P. (1990):** Panorama de la situation phytosanitaire du soja en France et en Europe. Euro-Soja - Colloque CETIOM, S. 31-33
- 190. Petzold, W. & Kolbe, H. (2000):** Untersuchungen zum Arbeitseffekt von Bügelhacke und Tellerbürste in Möhren. SÖL-Berater-Rundbrief 1/00, S. 13-18

- 191. Pinochet, X. (1990):** Les facteurs limitants de la fixation symbiotique. Euro-Soja - Colloque CETIOM
- 192. Pinochet, X. (1996):** Soja: des inoculums de qualité. CETIOM - Oléoscope N° 31, S. 21-23
- 193. Pinochet, X. (1998):** Soja: améliorer les teneurs en protéines. CETIOM - Oléoscope N° 44, S. 29-30
- 194. Pinochet, X. (1999):** Des micro-organismes de la rhizosphère pour réduire les intrants. CETIOM - Oléoscope N° 52, S. 24-26
- 195. Pinochet, X. & Bertrand, R. (1996):** Evaluation des variétés de soja 1995. CETIOM - Oléoscope N° 31, S. supplément
- 196. Pinochet, X., Péres, A. & Ségura, R. (1997):** Sclerotinia sur soja: une première grille de qualification. CETIOM - Oléoscope N° 38, S. 29-31
- 197. Plarre, W. (1999):** Lupine. Handbuch des Pflanzenbaues - Knollen- und Wurzelfrüchte. Körner- und Futterleguminosen Bd. 3, S. 689-710
- 198. Plarre, W. (1982):** Lupinen, in: Hoffmann, W., Mudra, A. & Plarre, W.: Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen Parey-Verlag, Berlin, Hamburg, S. 185-196
- 199. Poldervaart, P. (1997):** Das Interesse an traditioneller Soja ist keineswegs erloschen. Basler Zeitung 19.12.97, S. 49
- 200. Pommer, G. (2001):** Anbauverfahren mit Körnerleguminosen im Ökologischen Landbau. SÖL-Berater-Rundbrief 3/2001, S. 29-36
- 201. Protzmann, M. (1991):** Zur Vorfrucht- und Stickstoffwirkung von Leguminosen unter besonderer Berücksichtigung der Lupine (*Lupinus albus* L. und *Lupinus luteus* L.). Diss. Univ. Gießen
- 202. Puozet, A. (1990):** Le soja et l'environnement. Euro-Soja - Colloque CETIOM, S. 27-28
- 203. Putnam, D. H. (1996):** An Interdisciplinary Approach to the Development of Lupin as an Alternative Crop. Internet: http://www.forages.css.orst.edu/Topics/s...ations/Alternative_crop_development.htm, 21.09.1999
- 204. Quast, G. (2000):** Mit Heißwasser gegen Beikraut. Bioland 4/2000, S. 12
- 205. Raimbault, J. (1998):** Pourquoi du soja? La réponse des producteurs. CETIOM - Oléoscope N° 45, S. 20-23
- 206. Rassmussen, I. A. et al. (2000):** Recent advances in weed management in cereals in Denmark. Proceedings 13th IFOAM Scientific Conference, S. 178
- 207. Ravuri, V. & Hume, D.J. (1993):** Soybean stover nitrogen affected by dinitrogen fixation and cultivar. Agronomy Journal 85(2), S. 328-333
- 208. Reau, R., Jouffret, P., Estragnat, A. & Cristante, P. (1998):** Pertes de nitrates dans les systèmes irrigués maïs-soja. CETIOM - Oléoscope N° 45, S. 10-13
- 210. Recknagel, J. (1998):** Soja wieder leicht im Kommen. BW agrar 8/1998, S. 29-30
- 211. Recknagel, J. (1999):** Wer kann bei Soja einsteigen?, BBZ 1999, S. 46/1999
- 212. Recknagel, J. (2001):** Soja auch bei uns anbauen?, top agrar 1/2001, S. 20
- 213. Recknagel, J. (2001):** Neue Chance für südbadisches Soja?, BBZ 3/2001, S. 20
- 214. Reents, H.-J. (1991):** Nitratverlagerung nach Leguminosenumbruch in biologisch-dynamisch geführten Betrieben. Lebendige Erde 6/91, S. 303-312
- 215. Regierungspräsidium Freiburg (Hrsg.) (1999):** (Imgraben, H.J.) Anbauanleitung für Sojabohnen 1999. BIS
- 216. Regnard, C. (2001):** Pois, féverole, lupin - Des protéagineux au menu des bovins. La France agricole 28/2001, S. 26
- 217. Regnault, Y. (o.J.):** La lutte contre les mauvaises herbes dans les cultures de soja. Euro-Soja - Colloque CETIOM, S. 35-36
- 218. Rettmer, S. & Klein, F. (2000):** Kaffee aus Deutschen Landen. Bioland 3/2000, S. 28-29

- 219. Revellin, C.; Pinochet, X.; Beauclair, P. & Catroux, G. (1996):** Influence of soil properties and soya bean cropping history on the Bradyrhizobium japonicum population in some French soils. *European Journal of Soil Science* 47(4), S. 505-510
- 220. Ribaillier, D. (1996):** Soja: la qualité de la récolte 1995. CETIOM - Oléoscope N° 32, S. 25-27
- 221. Röder, O. (2000):** Sachsen beizen mit Elektronen - Ein neues Verfahren neben der chemischen Saatgutbehandlung. NL-Sonderheft 200 - Getreide, S. 70-73
- 222. Rodriguez, A. (1999):** Désherber du soja bio. CETIOM - Oléoscope N° 53, S. 19-22
- 223. Römer, P. (Hrsg.: Gesellschaft zur Förderung der Lupine) (1996):** Lupinen - Verwertung und Anbau.
- 224. Römer, P., Jahn-Deesbach, W. & Marquard, R. (1986):** Qualitätseigenschaften und Anbaueignung von *Lupinus mutabilis* und *Lupinus albus*. Deutsche Ges. f. Qualitätsforschung 21. Vortragstagung Geisenheim, S. 73-84
- 225. Rubelowski, I. & Sundrum, A. (1999):** Haltung und Fütterung von Schweinen im Ökologischen Landbau. Vom Rand zur Mitte: Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 218-221
- 226. Rügger, A. & Zanetti, S. (2000):** Feldbesichtigt anerkannte Saatgutflächen 2000. *Agrarforschung* 7 (11-12), S. 512-515
- 227. Ruffer, R. & Kurfürst, U. (2000):** Cadmiumbestimmung in Soja - Abschlußbericht der Projektarbeit des Projektes Schwermetallanalytik. Unveröffentlichtes Manuskript
- 228. Sa, T.M. & Israel, D.W. (1995):** Nitrogen assimilation in nitrogen-fixing soy-bean plants during phosphorus deficiency. *Crop Sci.* 35, S. 814-820
- 229. Sage, R. (1999):** Conseils pour réussir du soja bio. CETIOM-Oléoscope N° 53, S. 24-25
- 230. Sage, R. (1999):** Du soja bio dans le Jura. CETIOM - Oléoscope N° 53, S. 23
- 231. Sage, R. (2000):** Soja bio - Conseils pour réussir. *Biofil* N° 10, S. 39-40
- 232. Sage, R. (1998):** La culture biologique du soja. *AlterAgri* 28, S. 19-21
- 233. Saravitz, C.H., Rideout, J.W. & Raper, C.D. (1994):** Nitrogen uptake and partitioning in response to reproductive sink size of soybean. *Int. J. Plant Sci.* 155(6), S. 730-737
- 234. Sauermann, W. (2000):** Großes Interesse an Körnerleguminosen. *Bauernblatt Schleswig-Holstein* 51/52-2000, S. 80-81
- 235. Sauermann, W. (2001):** Eine neue Mähdruschfrucht - Die Blaue Süßlupine. *Bauernblatt (S.-H.)* 4/2001, S. 41-42
- 236. Sauermann, W. (2001):** Anbauempfehlungen zur Blauen Süßlupine. *Bauernblatt (S.-H.)* 4/2001, S. 42-45
- 237. Sauermann, W. (2001):** Süßlupinen brauchen Rhizobien - Saatgutimpfung nicht vergessen. *Bauernblatt (S.-H.)* 10/2001, S. 46
- 238. Sauermann, W. (2001):** Proteingehalte von Ackerbohnen, Futtererbsen und Blauen Süßlupinen: Sortenunterschiede bei innerbetrieblicher Verwertung nutzen. *Bauernblatt (S.-H.)* 1/2001, S. 45-46
- 239. Sauermann, W. (2001):** Die Blaue Süßlupine. *Bauernblatt* 4/2001, S. 41-45
- 241. Schlichting, E. & Blume, H.-P. (1995):** Bodenkundliches Praktikum. S. 36-37; 58-59
- 242. Schmelzle, H. et al. (2000):** Produktionsverfahren des Ökologischen Landbaus in Baden-Württemberg. Eigenverlag Uni Hohenheim, Inst. f. Landw. Betriebslehre
- 243. Schmidt, U. (2001):** Körnerleguminosen in der Schweinefütterung. *Erfolg im Stall* 2/2001, S. 3-4
- 244. Schmidt, V., Weissbart, J. & Clinkspoor, H. (2000):** Alsace - Le soja bio prend de la graine. *Terroir Magazine*, Décembre 2000, S. 24-26
- 245. Schmidt, V., Weissbart, J. & Clinkspoor, H. (2001):** L'Alsace tenté par une filière de soja biologique. CETIOM - Oléoscope N° 61, S. 7-8

- 246. Schnettler, F. (1996):** Pflanzenzüchterische und pflanzenbauliche Untersuchungen an *Lupinus mutabilis* SWEET. Diss. Univ. Gießen
- 247. Schröder, G. (2000):** Wenn Schädlinge über Siedlungen herfallen. Bauernzeitung (Thüringen) 33/2000, S. 19-21
- 248. Schrot&Korn (1996):** Kein Gen-Tofu im Bioladen. Schrot&Korn 11/96
- 249. Schulz, R.-R., Broschewitz, B. & Steinbach, P. (2000):** Aktuelle Ergebnisse zum Anbau von Lupinen. Raps 18 (1), S. 32-35
- 250. Schuster, W. & Jobehdar-Honarnejad, R. (1976):** Die Reaktion verschiedener Sojabohnensorten auf Photoperiode und Temperatur. Z. Acker- und Pflanzenbau 142, S. 1-19
- 251. Schuster, W. & Marquard, R. (1973):** Über den Einfluß des Standortes und des Anbaujahres auf Protein- und Fettgehalt sowie das Fettsäuremuster bei unterschiedlichen Sojabohnensorten. Fette Seifen Anstrichmittel 75, S. 289-298
- 252. Schuster, W. H. (1982):** Sojabohne, in: Hoffmann, W., Mudra, A. & Plarre, W.: Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen, Parey-Verlag, Berlin, Hamburg, S. 175-185
- 253. Schuster, W. H. (1998):** Leguminosen zur Kornnutzung, S. 61-70 (Soja), 231-260 (Lupinen)
- 254. Schuster, W.H. (1992):** Sojabohne. in: Ölpflanzen in Europa DLG_Verlag, Frankfurt/M., S. 79-84
- 255. Scott, W.O. & Aldrich, S.R. (1983):** Modern Soybean Produktion. Second Edition., k.A.
- 256. Signoret, P.A. (1990):** Quels problèmes phytosanitaires pour demain en Europe? Euro-Soja - Colloque CETIOM, S. 55-57
- 257. Sneyd, J. (1995):** Alternative Nutzpflanzen. Ulmer Verlag, Stuttgart, S. 56-59
- 258. Snyder, H.E. & Kwon, T.W. (Hrsg.) (1987):** Soybean utilisation, AVI Book, Van Nostrand Reinhold Company, New York ISBN 0-442-28216-6
- 259. Soldati, A. (1999):** Sojabohne. Handbuch des Pflanzenbaues - Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen Bd. 3, S. 659-688
- 260. Soldati, A. & Schleppi, P. (1990):** La sélection du soja pour son adaption aux regions froides. Euro-Soja - Colloque CETIOM, S. 71-74
- 261. Sopann, B., Obermaier, A. & Stark, G. (2000):** Sojaschalen in der Bullenmast eine Alternative. BLW 1/00, S. 41-43
- 262. Sperber, J., Barisich, R., Edinger E. & Weigl, W. (1988):** Öl- und Eiweißpflanzen. S. 75-85
- 263. Sprecher v. Bernegg, A. (1929):** Die Sojabohne. Tropische und subtropische Weltwirtschaftspflanzen, Enke, Stuttgart, S. 128-169
- 264. Sprenger, J. & Völlkel, G. (2001):** Körnerleguminosen in den Trog, Bioland 3/2001, S. 20-21
- 265. Stöckmann-Becker, E. (1998):** Situation des Körnerleguminosenanbaus in Deutschland. UFOP-Schriften Heft 8
- 266. Stratmann, R., Menz, M. & Laun, W. (1997):** ZMP-Bilanz Getreide, Ölsaaten, Futtermittel 1997. ZMP GmbH, Bonn, S. 186-202
- 267. Streicher, A., Bellof, G. & Lindenmyer, H. (1998):** Untersuchungen zur Schweinemast in ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Bayern. SÖL-Beraterrundbrief 4/98, S. 49-51
- 268. Stumpf, K. & Hornberger, R. (1988):** Sojabohnen - eine weitere Alternativkultur?, Veredelungsproduktion 2/88, S. 8-10
- 269. Sundrum, A., Bütfering, L., Rubelowski, I., Henning, M., Stalljohann, G. & Hoppenbrock, K.-H. (1999):** Erzeugung von Schweinefleisch unter den Prämissen des Ökologischen Landbaus. Vom Rand zur Mitte: Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 209-212
- 270. Taille, G. de la (1997):** Le soja aux Etats-Unis. CETIOM - Oléoscope N° 42, S. 7-8
- 271. Taille, G. de la (1999):** Les temps forts des "Rencontres Annuelles du CETIOM" 1999 ... Soja, CETIOM - Oléoscope N° 54, S. 4-5

- 272. Taille, G. de la (1999):** Protéines végétales - Les trois quarts sont importés. CETIOM - Oléoscope N° 52, S. 7-8
- 273. Taille, G. de la (1999):** Un exemple de filière en région Midi-Pyrénées - Le soja-aliment. CETIOM - Oléoscope N° 52, S. 17-18
- 274. Tanaka, A.:** The physiology of soybean yield improvement. Soybean Cropping Systems 44, S. 323-331
- 275. Taysi, V., Schuster, W., Sepet, H. & Posselt, U. (1977):** Die Leistungen von Sojabohnensorten unterschiedlicher Provenienz unter ost-mediterranen und west-europäischen Klimaverhältnissen. Z. Acker- und Pflanzenbau 144, S. 311-324
- 276. Tiedemann, A.v., Hedke, K. & Mögling, R. (2000):** Biologische Bekämpfung der Sclerotinia-Weißstänglichkeit - Eine Möglichkeit zur nachhaltigen Pilzbekämpfung im Raps. Raps 1/2000, S. 10-13
- 277. Toepfer, A. C. (1997):** Zur Wirtschafts- und Agrarpolitik.
- 278. University of Minnesota (Hrsg.) (1999):** Common Questions. Internet: <http://www.rhizobium.umn.edu/Commonquest/commonquestions.htm>; 17.09.1999
- 279. Urvoy, C. (2000):** Anthracnose du lupin: la lutte se précise. La France agricole Sept. 2000, S. 30
- 280. Uzzan, A. (1990):** Différents types et formes des protéines de soja qualité et spécifications. Tagung Eurosoja, Strasbourg
- 281. Vermeersch, G. (1990):** Principales voies technologiques de préparation des protéines végétales à partir du soja. Tagung Eurosoja, Strasbourg
- 282. Weber, H.J. (1997):** Mechanische Beikrautregulierung: aktuelle Verfahren und eine Neuentwicklung. Ökologie und Landbau 25 (2), S. 10-13
- 283. Weiß, J. (2001):** Wird der Einsatz pflanzlicher Proteine zur Kostenfrage? VeredelungsProduktion 1/2001
- 284. Werner, S. (1999):** Tofu fordert den ganzen Koch. Badische Zeitung, S. 31
- 285. Whittle, E. & Araba, M. (1992):** Sources of variability in the protein solubility assay for soybean meal. Journal of Applied Poultry Research 1(2), S. 221-225
- 286. Wutzl, C., Baumgartner, O., Eitzinger, J., Schwarz, H. & Wimmer, B. (1996):** Ertragsbildung bei Sojabohne im Trockengebiet - Empirische Daten und Simulation. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 9, S. 223-224
- 287. Zapp, W. & Martin, J. (2001):** Blaue Süßlupine gut für hofeigene Futtermischungen. Bauernzeitung Thüringen 14/2001, S. 56-57
- 288. Zens, H. (1998):** Soja einmal anders in den Trog. dlz 12/98, S. 72-73

An der **FAL** Zürich-Reckenholz wurde folgende Literatur berücksichtigt:

Böhler, D., (1998): Die Lupine eine Alternative? Diplomarbeit. Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft. Zollikofen.

Fischler, M., (1989): Die Kultur der Lupine (Lupinus albus L.) - Analyse des Wachstums und der Entwicklung sowie von verschiedenen ertragsbildenden Faktoren. Diplomarbeit, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, ETH Zürich, Prof. Dr. P. Stamp.

Gering, K., (1998): Unkrautbekämpfung in Weissen Lupinen: Dreijährige Versuchsergebnisse zur Unkrautwirkung unterschiedlicher Herbizidbehandlungen. Z. PflKrank. PflSchutz, Sonderh., XVI: 661-663.

Hirschi, B., (2000): Weisse Lupinen als Eiweisslieferant interessant. Schweizerbauer, 9.12.2000: 23.

Perler, O., (1991): Die weisse Lupine - Versuchsergebnisse der Jahre 1985-1989 und eine Literaturstudie. Landwirtschaft Schweiz. 4(9).

Reinhard, H. und Gehriger, W., (1988). Lupinen.

Römer, P., (1996): Lupinen – Verwertung und Anbau. Gesellschaft zur Förderung der Lupine e.V.

Römer, P., (1998): Anthracnose 1997: Bestandsaufnahme und Lösungsansätze. Lupinen in Forschung und Praxis, Hrsg. M. Winh.

Schneider, S., (2001): Lupinen – die Eiweisshoffnung. Die Grüne, 1/2001.

Specht, N., Siegenthaler, U. & Schiess, C., (2000): Optimierung der Anbautechnik von Süsslupinen zur Produktion von Eiweissfutter. Semesterarbeit. Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft. Zollikofen.

Staubli, D., (1999): Süsslupine – eine Chance. UFA-Revue,1: 44-45.

Walther, U., Menzi, H., Ryser, J.-P., Fleisch, R., Jeangros, B., Kessler, W., Maillard, A., Siengenthaler, A. F. & Vuilloud, P. A., (1994): Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. Agrarforschung 1 (7).

7 Anhang

Tab. 1A: Wetterdaten Müllheim: Oktober - Dezember 1999

1999											
Oktober				November				Dezember			
Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag	Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag	Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag
1	12,7	17,4	0,25	1	1,7	19,6	0,00	1	4,3	6,6	0,00
2	14,6	19,5	0,00	2	10,8	14,6	17,50	2	6,1	9,5	0,00
3	9,0	17,4	13,25	3	4,3	11,0	1,50	3	5,5	8,9	0,00
4	6,9	13,2	4,75	4	4,0	6,9	0,00	4	4,3	9,0	6,25
5	5,5	11,0	2,75	5	5,8	16,6	0,00	5	0,4	4,7	1,00
6	3,3	13,9	0,50	6	5,1	16,3	2,75	6	0,0	4,3	0,00
7	0,7	15,5	0,25	7	2,3	11,7	0,50	7	1,5	8,6	0,50
8	2,5	15,9	1,25	8	2,0	10,8	0,25	8	5,5	10,9	1,25
9	10,7	16,4	0,25	9	3,8	8,6	3,75	9	4,4	10,9	2,25
10	11,3	19,0	0,00	10	5,0	6,4	20,25	10	5,2	7,0	0,25
11	7,2	18,8	0,00	11	-0,6	8,2	0,50	11	2,7	11,6	0,50
12	5,3	18,4	0,00	12	-3,0	6,7	0,25	12	4,8	13,7	4,75
13	10,0	14,8	0,50	13	-1,0	2,5	0,00	13	3,5	6,6	0,50
14	5,4	15,8	0,00	14	1,5	3,1	0,00	14	2,2	7,3	2,75
15	4,0	10,7	0,25	15	-2,0	4,5	0,00	15	-0,3	4,0	0,00
16	3,1	11,9	0,50	16	-1,9	3,7	0,00	16	-4,5	0,5	0,00
17	-0,2	12,5	0,25	17	-0,5	2,8	0,25	17	-6,1	4,0	0,00
18	-1,6	13,0	0,25	18	0,0	2,9	4,50	18	4,0	9,4	2,75
19	-2,5	5,3	5,00	19	-0,3	2,0	2,50	19	-0,4	11,0	13,50
20	4,4	8,3	3,25	20	-4,8	0,2	0,00	20	-1,0	1,2	0,00
21	4,3	12,6	0,25	21	-7,1	0,3	0,00	21	-5,0	0,6	0,00
22	2,8	18,6	0,00	22	-6,5	0,6	0,00	22	-6,3	-1,3	0,00
23	10,9	17,3	2,50	23	-1,2	2,0	0,00	23	-7,0	5,6	0,00
24	3,7	13,3	11,75	24	-0,4	5,8	0,25	24	0,6	9,5	0,00
25	6,0	13,5	26,25	25	-2,1	5,5	0,00	25	5,0	10,9	57,00
26	4,5	18,7	0,00	26	-3,7	7,3	0,00	26	5,3	11,7	48,00
27	3,0	19,4	0,00	27	-1,3	10,6	0,00	27	0,1	7,3	9,50
28	3,1	21,0	0,25	28	-1,4	10,4	0,00	28	0,0	1,9	27,25
29	10,2	14,1	0,75	29	-3,3	10,7	0,00	29	0,4	2,8	1,00
30	9,6	22,6	0,00	30	-2,7	9,9	0,00	30	0,4	2,3	0,00
31	4,2	20,6	2,00					31	1,1	3,8	0,00

Tab. 2A: Wetterdaten Müllheim: Januar - März 2000

2000											
Januar				Februar				März			
Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag	Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag	Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag
1	2,5	5,4	0,00	1	0,1	14,8	0,00	1	2,4	8,5	9,25
2	1,2	6,6	0,00	2	2,5	8,8	6,00	2	0,9	7,9	0,00
3	-1,2	5,3	0,00	3	1,1	8,9	0,00	3	3,8	8,2	0,25
4	-0,6	9,5	0,50	4	-1,8	9,9	0,00	4	-0,5	7,9	2,75
5	0,1	10,7	0,25	5	2,8	15,1	0,00	5	-2,9	7,3	0,00
6	-1,6	8,7	0,00	6	3,2	13,1	0,00	6	-2,6	10,8	0,00
7	3,5	7,9	0,00	7	3,3	10,1	0,00	7	-1,8	13,8	0,00
8	4,5	8,5	0,25	8	6,7	12,3	3,50	8	6,6	13,8	2,00
9	3,5	6,8	5,50	9	3,1	8,4	1,25	9	10,5	17,4	0,00
10	0,1	3,6	3,75	10	0,4	12,5	0,75	10	8,7	13,7	0,00
11	2,2	3,7	0,00	11	1,5	7,6	9,00	11	8,2	14,4	0,00
12	0,0	2,9	0,00	12	-1,3	5,6	0,00	12	2,4	14,4	0,00
13	-2,5	7,2	0,00	13	2,6	6,2	0,50	13	-1,3	14,6	0,00
14	-3,3	4,6	0,00	14	3,9	9,6	0,00	14	6,4	12,9	2,50
15	-2,2	-0,7	0,00	15	6,6	11,2	2,00	15	0,2	8,9	0,00
16	-3,2	2,8	0,00	16	0,6	8,7	9,75	16	0,1	7,9	0,25
17	-3,6	3,4	0,00	17	-0,1	4,4	0,75	17	5,6	11,8	0,50
18	3,1	5,6	0,50	18	0,4	8,5	0,25	18	4,8	8,2	2,25
19	-0,2	4,3	0,00	19	2,6	8,7	4,75	19	4,4	8,4	0,25
20	-2,8	2,0	0,00	20	-1,0	3,1	1,25	20	0,0	12,5	0,00
21	1,1	3,3	0,00	21	-3,6	6,4	0,00	21	-1,5	14,6	0,00
22	0,5	3,3	1,75	22	-1,9	7,8	0,00	22	0,3	19,6	0,00
23	-0,5	3,8	4,75	23	-1,4	7,6	0,00	23	2,8	17,1	0,00
24	-6,6	-0,5	0,00	24	0,3	8,4	1,00	24	8,2	14,5	0,00
25	-9,5	-2,5	0,00	25	5,6	10,5	3,00	25	5,8	17,6	0,00
26	-10,2	-1,0	0,00	26	3,8	8,7	0,00	26	5,1	11,1	0,75
27	-9,7	3,8	0,00	27	3,9	14,9	0,00	27	1,8	10,3	1,25
28	-3,6	5,1	0,00	28	4,4	18,7	0,25	28	2,2	10,2	1,25
29	3,8	8,4	1,00	29	5,9	9,4	10,75	29	1,9	5,5	5,75
30	8,0	9,8	0,00					30	3,5	6,8	0,00
31	3,3	11,2	0,00					31	3,6	14,1	0,00

Tab. 3A: Wetterdaten Müllheim: April - Juni 2000

2000											
April				Mai				Juni			
Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag	Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag	Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag
1	2,5	10,7	3,50	1	9,1	23,7	0,00	1	8,5	24,9	0,00
2	-1,0	17,6	0,00	2	10,4	22,3	0,00	2	10,1	29,8	0,00
3	3,9	18,2	0,00	3	11,2	25,1	0,00	3	13,1	31,2	0,50
4	6,0	19,8	0,50	4	9,4	25,3	0,00	4	17,8	29,5	0,50
5	4,3	12,5	5,00	5	10,0	26,3	2,75	5	14,2	27,8	3,75
6	-0,5	6,7	0,75	6	9,4	25,6	2,00	6	11,4	16,3	1,00
7	-2,2	14,3	0,00	7	9,2	26,1	0,25	7	9,9	22,5	0,00
8	-1,2	17,1	0,00	8	10,8	25,4	0,50	8	6,9	26,5	0,00
9	0,8	15,7	0,00	9	8,4	28,4	0,00	9	12,3	31,5	0,00
10	2,8	15,6	0,00	10	14,3	27,6	0,00	10	15,9	28,1	0,50
11	6,3	12,7	7,50	11	14,7	28,6	3,75	11	12,9	21,5	5,75
12	4,2	12,5	6,00	12	12,9	21,0	8,00	12	11,3	24,9	0,00
13	4,9	11,6	4,50	13	12,7	21,2	8,50	13	11,6	28,5	0,00
14	7,1	19,6	0,25	14	12,1	26,3	0,00	14	13,6	30,4	1,00
15	7,2	15,1	2,25	15	9,5	28,9	0,00	15	14,6	27,5	0,00
16	2,1	13,1	1,00	16	12,9	28,2	0,00	16	9,1	22,4	0,00
17	7,3	11,2	1,00	17	13,8	22,0	0,00	17	6,8	24,7	1,50
18	5,9	13,1	0,25	18	9,4	17,3	0,75	18	6,5	29,5	0,00
19	3,9	17,0	0,00	19	8,7	15,4	2,00	19	9,8	33,5	0,00
20	2,2	20,8	0,00	20	5,8	19,4	0,00	20	13,4	35,0	0,00
21	9,1	24,8	0,00	21	4,6	18,2	3,50	21	17,3	33,3	0,00
22	7,3	27,8	0,00	22	6,7	16,4	0,00	22	15,4	21,9	2,75
23	9,6	21,7	4,50	23	5,5	22,7	0,00	23	13,8	22,7	0,00
24	9,0	15,5	11,50	24	9,0	25,4	0,00	24	11,2	17,6	6,75
25	4,6	20,7	0,00	25	11,9	20,4	6,00	25	8,0	18,3	0,50
26	6,4	26,7	0,00	26	8,3	24,6	0,25	26	7,9	20,8	0,00
27	10,3	21,4	0,00	27	9,4	17,6	9,75	27	4,2	23,0	0,00
28	11,1	23,6	0,00	28	7,6	17,4	2,50	28	6,6	21,6	0,00
29	10,4	14,0	0,00	29	8,8	17,6	1,00	29	7,8	25,2	0,00
30	7,4	23,1	0,00	30	5,5	15,3	20,75	30	7,5	27,1	0,00
				31	9,8	18,3	2,50				

Tab. 4A: Wetterdaten Müllheim: Juli - September 2000

2000											
Juli				August				September			
Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag	Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag	Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag
1	10,5	29,6	13,25	1	11,5	30,4	0,00	1	13,4	23,3	0,75
2	15,1	32,3	10,75	2	15,2	24,5	2,75	2	12,9	17,9	5,25
3	16,2	24,3	9,75	3	13,7	20,9	5,25	3	11,6	17,5	4,50
4	16,0	24,4	8,75	4	12,4	24,4	0,00	4	9,8	17,9	0,50
5	14,0	25,2	0,00	5	12,5	17,3	8,00	5	9,0	18,4	0,00
6	11,2	28,4	0,00	6	14,3	25,0	0,00	6	8,3	18,1	15,00
7	14,5	28,4	8,50	7	13,8	25,1	0,00	7	8,1	20,5	0,00
8	11,9	19,5	0,00	8	12,7	26,1	42,50	8	6,1	22,6	0,00
9	12,3	16,6	2,25	9	12,8	27,2	0,25	9	9,0	24,2	0,00
10	13,9	18,7	6,75	10	13,5	29,1	0,00	10	10,9	25,7	0,00
11	11,0	20,9	0,50	11	13,3	30,5	0,00	11	10,8	25,9	0,00
12	10,2	19,6	0,50	12	14,2	30,5	0,00	12	10,8	27,7	0,25
13	10,3	19,7	8,00	13	14,4	30,4	0,00	13	14,3	23,3	2,75
14	11,3	15,2	8,25	14	14,9	32,1	0,00	14	13,3	26,1	0,00
15	10,4	17,1	5,50	15	17,3	30,3	0,00	15	13,6	27,8	0,00
16	9,6	18,8	1,25	16	15,0	29,9	0,00	16	12,3	22,2	0,75
17	6,3	22,5	0,00	17	14,7	28,1	4,75	17	9,8	19,7	0,00
18	6,9	24,4	0,00	18	17,1	27,8	9,50	18	6,7	23,1	0,00
19	9,8	21,4	0,00	19	16,3	32,0	0,00	19	7,3	25,5	0,00
20	8,0	24,1	0,00	20	16,6	32,5	1,75	20	12,5	17,2	15,25
21	8,8	25,4	0,00	21	15,1	22,0	25,00	21	8,6	18,7	10,00
22	8,4	26,1	0,00	22	13,1	23,7	0,00	22	7,6	22,6	0,00
23	12,4	24,9	3,25	23	10,4	26,0	0,00	23	7,6	18,6	0,00
24	16,4	26,3	1,75	24	12,0	29,4	0,25	24	6,1	23,9	0,00
25	16,0	26,1	0,00	25	12,8	28,4	0,00	25	10,7	20,8	0,00
26	13,6	24,3	4,75	26	10,9	30,6	0,00	26	11,8	25,5	0,00
27	12,9	26,7	1,00	27	14,9	22,2	16,00	27	11,6	23,5	0,00
28	14,8	21,8	7,75	28	12,5	24,1	0,00	28	10,3	26,5	0,00
29	14,0	20,2	5,75	29	10,7	24,8	0,00	29	10,9	24,6	0,00
30	12,9	23,4	3,50	30	11,1	21,8	0,00	30	12,0	16,3	18,75
31	9,5	26,5	0,00	31	14,0	16,5	17,75				

Tab. 5A: Wetterdaten Müllheim: Oktober - Dezember 2000

2000											
Oktober				November				Dezember			
Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag	Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag	Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag
1	11,7	18,8	1,00	1	8,6	15,1	0,00	1	0,2	11,1	0,50
2	9,3	15,4	0,00	2	5,5	16,2	0,25	2	5,1	9,5	0,00
3	10,4	14,6	0,00	3	7,7	13,9	8,00	3	6,0	10,4	0,00
4	10,0	17,8	0,00	4	5,5	11,8	3,75	4	0,7	11,8	1,00
5	11,1	16,8	2,00	5	0,5	12,5	0,00	5	1,0	11,3	0,25
6	5,5	14,0	1,00	6	0,4	11,4	9,00	6	1,9	11,6	3,25
7	2,5	14,2	0,00	7	0,4	11,4	9,00	7	3,9	9,0	2,50
8	0,1	15,1	4,75	8	8,9	12,6	0,00	8	6,6	15,3	11,25
9	4,9	14,3	1,25	9	8,9	12,6	0,00	9	6,8	13,2	0,00
10	7,2	13,8	4,75	10	7,0	14,0	0,25	10	6,4	11,7	0,50
11	8,7	12,8	16,50	11	7,0	14,0	0,25	11	6,7	13,6	0,00
12	9,4	16,3	0,50	12	3,3	11,9	0,00	12	6,2	14,2	0,00
13	8,5	10,9	14,50	13	3,3	11,9	0,00	13	7,0	13,4	0,00
14	8,9	12,1	0,00	14	0,3	10,9	0,25	14	7,4	10,4	2,50
15	10,3	12,7	1,25	15	0,3	10,9	0,25	15	3,4	7,4	1,25
16	8,4	19,4	1,50	16	1,2	12,3	0,00	16	3,0	6,0	0,75
17	6,3	13,8	1,50	17	1,2	12,3	0,00	17	2,5	6,3	0,00
18	7,1	15,1	0,00	18	3,2	15,0	0,00	18	-0,3	7,8	0,00
19	8,3	14,5	0,25	19	3,2	15,0	0,00	19	4,2	11,3	0,00
20	8,6	16,5	0,00	20	8,1	12,3	8,25	20	2,8	5,1	0,25
21	6,0	18,1	0,00	21	2,7	8,7	18,25	21	0,8	3,0	0,00
22	5,9	18,5	0,00	22	2,5	9,6	0,00	22	-0,1	1,3	0,00
23	5,8	19,6	0,00	23	0,1	9,4	0,00	23	-3,1	4,4	0,00
24	11,2	15,3	0,50	24	3,5	6,1	8,50	24	-4,7	2,2	0,25
25	10,9	18,0	0,00	25	0,8	7,6	0,00	25	0,6	6,9	3,75
26	9,8	14,5	1,50	26	0,4	11,5	1,75	26	0,8	11,3	1,75
27	8,7	13,5	0,00	27	2,4	9,5	0,00	27	3,3	10,1	0,00
28	7,1	17,9	0,00	28	4,0	9,4	1,25	28	-1,2	6,6	0,00
29	9,4	15,9	0,00	29	7,7	12,3	2,75	29	-1,3	3,3	0,25
30	10,5	21,0	0,50	30	6,8	8,9	9,25	30	-0,8	4,3	0,75
31	7,5	13,7	6,25					31	-3,0	3,7	0,00

Tab. 6A: Wetterdaten Müllheim: Januar - März 2001

2001											
Januar				Februar				März			
Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag	Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag	Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag
1	-3,0	9,1	0,50	1	-2,8	4,0	0,00	1	0,5	4,2	1,25
2	7,2	10,8	10,50	2	-3,3	2,5	0,00	2	0,0	7,7	4,00
3	2,5	9,2	0,25	3	1,0	7,8	0,00	3	-0,1	2,8	25,75
4	1,8	9,8	2,75	4	7,9	12,3	0,00	4	0,2	8,6	18,00
5	7,3	13,4	8,25	5	8,8	11,4	0,00	5	-0,3	10,3	2,00
6	4,5	11,3	3,25	6	8,0	19,3	0,00	6	-1,9	8,9	0,00
7	3,5	7,1	0,50	7	6,0	17,4	0,00	7	0,7	9,7	3,00
8	1,8	5,1	0,00	8	5,9	17,4	1,50	8	3,8	10,9	8,75
9	-0,3	6,8	0,00	9	1,0	8,9	0,25	9	6,9	10,5	0,25
10	0,0	9,8	1,75	10	-1,9	9,5	0,00	10	6,8	11,5	3,75
11	4,2	6,7	0,25	11	-2,1	13,4	0,00	11	9,8	13,0	6,00
12	-48,5	4,2	0,25	12	-0,2	14,7	0,00	12	7,3	12,9	26,50
13	-4,2	3,4	0,00	13	2,5	10,1	6,75	13	4,2	10,2	6,25
14	-6,3	1,2	0,00	14	-0,9	9,8	0,00	14	4,6	7,2	1,25
15	-6,8	0,5	0,00	15	-2,4	10,3	0,00	15	7,1	10,0	1,75
16	-6,5	1,0	0,00	16	-1,4	9,1	0,00	16	4,0	16,8	0,00
17	-6,1	2,7	0,00	17	0,5	6,1	1,25	17	7,9	12,3	8,25
18	-1,9	3,1	0,25	18	-1,1	7,1	0,00	18	6,7	13,8	1,50
19	-1,5	1,1	0,75	19	-2,3	8,1	0,00	19	3,6	9,5	0,50
20	-0,3	2,7	4,00	20	-0,6	6,1	0,00	20	2,1	9,3	12,75
21	-2,2	5,1	0,00	21	-1,4	9,1	0,00	21	9,6	13,2	8,25
22	2,2	9,7	0,00	22	4,2	6,8	0,25	22	9,2	12,3	5,25
23	5,5	12,8	3,75	23	0,9	6,9	4,50	23	7,4	20,2	0,50
24	4,4	15,2	9,75	24	-2,5	4,1	0,00	24	9,9	18,0	7,50
25	1,8	10,9	4,25	25	-3,6	2,0	0,25	25	5,6	15,0	2,25
26	2,4	8,3	0,00	26	-5,3	2,6	0,00	26	4,3	10,2	3,50
27	2,2	7,3	6,25	27	-5,3	7,6	0,00	27	2,9	10,6	0,00
28	-1,1	7,5	0,00	28	-0,7	6,6	0,00	28	2,4	14,5	4,75
29	-1,2	5,1	0,00					29	7,2	12,9	2,50
30	-1,0	4,4	0,50					30	3,3	11,6	2,25
31	-3,4	2,4	0,00					31	-0,4	16,2	0,00

Tab. 7A: Wetterdaten Müllheim: April - Juni 2001

2001											
April				Mai				Juni			
Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag	Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag	Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag
1	1,7	19,2	0,00	1	8,2	19,0	0,00	1	10,4	20,1	0,00
2	3,8	23,2	0,00	2	9,1	24,2	0,00	2	11,6	15,5	4,25
3	6,8	15,0	0,00	3	12,1	20,4	0,00	3	7,6	14,5	7,50
4	4,6	17,6	9,75	4	12,1	16,9	0,75	4	5,4	17,1	0,00
5	3,3	12,5	0,00	5	8,5	12,4	19,25	5	5,1	23,6	0,00
6	6,5	15,3	3,25	6	7,6	9,6	0,75	6	12,4	18,7	5,25
7	6,7	12,8	4,75	7	7,7	10,8	0,00	7	13,3	21,5	0,00
8	5,0	13,2	2,50	8	9,0	16,0	0,00	8	10,7	15,5	10,50
9	6,1	9,0	12,00	9	9,8	21,6	0,00	9	10,6	13,2	17,75
10	6,4	10,1	3,00	10	9,2	25,9	0,00	10	11,4	14,7	13,75
11	4,7	11,9	7,00	11	7,4	24,5	0,00	11	8,1	16,9	0,00
12	4,4	12,7	0,00	12	7,9	25,3	0,00	12	4,8	23,2	0,00
13	0,9	9,7	0,00	13	8,3	27,1	0,00	13	8,7	24,8	0,00
14	-0,1	8,6	0,00	14	13,2	24,3	5,00	14	11,0	23,9	0,25
15	1,9	6,9	1,50	15	12,7	16,6	5,00	15	12,5	27,4	13,25
16	4,1	10,2	8,00	16	11,6	21,7	18,25	16	14,5	21,9	11,00
17	4,0	11,1	3,25	17	12,1	16,9	15,00	17	12,2	19,2	12,00
18	3,2	10,9	4,75	18	7,5	15,4	18,50	18	11,7	16,3	6,00
19	1,3	10,0	2,25	19	4,7	19,6	0,00	19	9,8	19,5	0,75
20	0,0	8,8	0,75	20	5,7	22,1	0,00	20	7,3	23,4	0,00
21	0,9	5,2	5,75	21	7,8	24,6	0,00	21	9,4	26,0	0,00
22	1,6	9,3	0,75	22	10,1	22,7	0,00	22	11,5	23,3	0,00
23	-0,9	13,9	0,00	23	8,8	25,6	0,00	23	7,6	25,1	0,00
24	2,6	18,7	0,00	24	13,4	28,4	0,00	24	9,1	28,5	0,00
25	7,6	13,1	11,50	25	13,3	26,7	0,00	25	10,8	30,0	0,00
26	5,9	14,5	3,50	26	11,8	28,4	0,00	26	12,4	31,9	0,00
27	4,0	18,4	0,75	27	13,0	27,8	0,00	27	16,1	28,8	10,75
28	10,1	17,2	3,50	28	14,8	28,5	0,00	28	15,7	22,9	6,00
29	10,2	17,8	3,00	29	14,0	30,5	0,00	29	12,5	26,9	0,00
30	9,8	18,9	0,00	30	14,8	29,7	0,00	30	13,4	28,8	0,00
				31	13,8	26,0	15,50				

Tab. 8A: Wetterdaten Müllheim: Juli - September 2001

2001											
Juli				August				September			
Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag	Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag	Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag
1	13,1	25,8	0,00	1	15,1	29,9	0,00	1	11,5	19,2	0,00
2	10,9	26,7	0,00	2	14,6	34,1	0,00	2	9,9	23,4	0,00
3	11,8	28,0	0,00	3	16,3	25,2	2,50	3	7,4	25,1	0,00
4	11,4	28,2	0,00	4	15,6	23,6	4,25	4	11,1	19,8	9,00
5	13,9	29,7	0,00	5	14,2	22,6	0,00	5	9,5	15,5	3,50
6	15,3	29,4	10,50	6	12,2	21,8	0,50	6	6,1	17,2	2,50
7	15,2	20,4	6,75	7	17,0	24,7	0,50	7	12,1	19,4	0,50
8	15,7	23,0	0,00	8	16,6	24,9	7,50	8	11,4	15,9	10,25
9	13,1	26,2	0,00	9	15,9	22,0	0,00	9	5,9	16,7	1,50
10	10,8	28,0	0,00	10	9,5	21,0	0,00	10	8,1	14,2	0,25
11	15,5	22,5	0,00	11	7,4	23,1	0,00	11	8,5	16,7	0,00
12	12,7	23,6	5,00	12	6,6	27,2	0,00	12	11,0	15,6	0,50
13	15,6	23,1	2,75	13	8,9	29,4	0,00	13	10,2	18,3	8,00
14	16,5	22,2	13,75	14	11,6	32,8	0,00	14	9,6	17,9	10,75
15	11,1	16,5	21,75	15	13,7	35,4	0,00	15	10,5	17,0	0,00
16	10,8	19,4	4,00	16	18,9	28,5	0,25	16	8,3	15,7	15,25
17	12,3	22,7	0,75	17	15,5	24,4	0,25	17	5,7	11,9	8,25
18	13,0	22,0	10,00	18	14,6	30,9	4,75	18	3,9	15,3	0,00
19	13,8	21,4	0,00	19	15,8	29,0	38,00	19	2,4	14,4	4,75
20	12,9	17,1	2,50	20	13,1	24,7	13,25	20	10,7	16,3	4,25
21	9,8	23,6	0,00	21	11,4	26,4	0,25	21	7,9	16,4	0,25
22	9,7	28,8	0,00	22	12,1	28,1	0,00	22	7,0	15,5	0,00
23	13,0	31,0	18,00	23	13,5	28,3	0,00	23	5,4	11,5	6,25
24	14,3	22,8	3,00	24	14,5	30,4	0,00	24	8,5	17,8	2,75
25	12,3	27,0	0,25	25	15,1	30,7	0,00	25	6,9	16,7	1,00
26	12,0	28,0	0,00	26	15,0	32,4	0,00	26	8,5	19,5	0,00
27	13,0	29,4	0,00	27	16,4	32,3	2,00	27	9,1	20,4	0,00
28	15,4	31,7	0,00	28	11,9	25,5	0,00	28	5,4	23,9	0,00
29	15,2	29,3	0,00	29	8,8	26,1	0,00	29	9,4	16,1	3,75
30	14,7	29,9	0,00	30	14,9	24,7	3,50	30	10,2	20,9	1,25
31	14,6	33,0	0,00	31	12,5	19,4	14,25				

Tab. 9A: Wetterdaten Müllheim: 01. - 14. Oktober 2001

Oktober 2001			
Tag	T _{min} (°C)	T _{max} (°C)	mm/ Tag
1	10,2	21,2	0,00
2	14,9	27,3	0,00
3	12,1	20,3	21,50
4	8,7	19,7	2,50
5	7,2	18,6	3,75
6	12,3	25,1	7,75
7	11,7	18,1	10,50
8	10,1	17,1	2,75
9	8,0	18,4	0,50
10	9,7	21,1	0,00
11	7,2	22,2	0,00
12	5,5	23,9	0,00
13	7,6	25,1	0,00
14	9,0	21,5	0,00

Tab. 10A: Parzellenerträge Sojabohnen, Bio-Soja Müllheim, Winkelmatte West 2000

		Rohertrag kg/25 m ²	TS-Gehalt %	Ertrag TS kg/Parz.	Ertrag dt/ha (91% TS)
Batida geimpft	a	7,78	86,73	6,75	32,97
	b	6,16	86,28	5,31	25,95
	c	7,07	82,60	5,84	28,51
	d	7,56	82,69	6,25	30,52
Mittel		7,14	84,58	6,04	29,49
Batida ungeimpft	a	6,64	85,95	5,70	27,86
	b	7,40	85,32	6,31	30,84
	c	7,41	86,22	6,39	31,20
	d	6,91	85,25	5,89	28,77
Mittel		7,09	85,69	6,07	29,67
York + Biodoz	a	9,23	86,54	7,99	39,01
	b	10,23	86,29	8,83	43,11
	c	10,29	85,64	8,81	43,03
	d	9,33	86,09	8,03	39,23
Mittel		9,77	86,54	8,41	39,01
York + fix-fertig	a	8,26	85,20	7,04	34,37
	b	10,31	85,48	8,81	43,04
	c	9,32	86,68	8,08	39,46
	d	9,79	86,20	8,44	41,22
Mittel		9,42	85,20	8,09	39,52
Sonja geimpft	a	8,79	85,67	7,53	36,78
	b	7,76	86,82	6,74	32,90
	c	8,80	85,44	7,52	36,72
	d	7,62	86,62	6,60	32,24
Mittel		8,24	86,14	7,10	34,66
Sonja ungeimpft	a	8,12	85,58	6,95	33,94
	b	8,10	86,66	7,02	34,28
	c	8,09	85,77	6,94	33,89
	d	7,78	86,16	6,70	32,74
Mittel		8,02	86,04	6,90	33,71
Quito	a	7,93	84,00	6,66	32,53
	b	6,35	86,08	5,47	26,70
	c	5,67	84,01	4,76	23,26
	d	6,37	84,90	5,41	26,41
Mittel		6,58	84,75	5,57	27,23

Tab. 11A: Parzellenerträge Sojabohnen, Bio-Soja Müllheim, Winkelmatte Mitte 2001

		Rohertrag kg/25 m ²	TS-Gehalt %	Ertrag TS kg/Parz.	Ertrag dt/ha (91% TS)
Quito	a	7,98	84,00	6,70	29,46
	b	8,18	84,30	6,90	30,31
	c	7,40	84,40	6,25	27,45
	d	7,80	84,50	6,59	28,97
Mittel		7,84	84,30	6,61	29,05
York	a	4,51	83,60	3,77	16,57
	b	2,62	81,20	2,13	9,35
	c	4,00	79,00	3,16	13,89
	d	3,79	80,10	3,04	13,34
Mittel		3,73	80,98	3,02	13,28
OAC Erin	a	4,00	79,80	3,19	14,03
	b	3,89	80,90	3,15	13,83
	c	3,10	81,70	2,53	11,13
	d	3,51	81,40	2,86	12,56
Mittel		3,63	80,95	2,93	12,90
Dolly	a	6,23	82,60	5,15	22,62
	b	5,56	82,90	4,61	20,26
	c	6,51	84,50	5,50	24,18
	d	5,61	81,90	4,59	20,20
Mittel		5,98	82,98	4,96	21,80
OAC Erin (Schlag)	a	7,18	82,80	5,95	26,13
	b	7,31	81,60	5,96	26,22
	c	7,46	83,80	6,25	27,48
	d	5,38	83,90	4,51	19,84
Mittel		6,83	83,03	5,67	24,93

Tab. 12A: Parzellenerträge Sojabohnen, Impfungsversuch Auggen 2001

		Rohertrag kg/25 m ²	TS-Gehalt %	Ertrag TS kg/Parz.	Ertrag dt/ha (91% TS)
1 Kontrolle	a	2,92	80,30	2,34	25,64
	b	2,48	80,80	2,00	21,91
	c	3,38	82,50	2,79	30,49
	d	2,28	76,20	1,74	19,00
Mittel		2,77	79,95	2,21	24,17
2 Radicin	a	2,68	81,00	2,17	23,74
	b	3,08	81,60	2,51	27,48
	c	3,35	80,30	2,69	29,41
	d	2,43	80,80	1,96	21,47
Mittel		2,89	80,93	2,33	25,53
3 Biolidoz Rhizofilmé Soja	a	2,86	81,20	2,32	25,39
	b	2,66	70,00	1,86	20,36
	c	4,26	81,00	3,45	37,73
	d	2,15	78,70	1,69	18,50
Mittel		2,98	77,73	2,32	25,35
4 Biolidoz Soja stabilisé	a	3,08	80,90	2,49	27,25
	b	2,73	80,60	2,20	24,06
	c	3,19	80,70	2,57	28,15
	d	2,51	80,10	2,01	21,98
Mittel		2,88	80,58	2,32	25,35
5 NPPL Fix-Fertig	a	4,27	82,20	3,51	38,38
	b	4,58	80,80	3,70	40,46
	c	4,52	80,80	3,65	39,93
	d	3,74	80,00	2,99	32,72
Mittel		4,28	80,95	3,46	37,86
6 Force 48	a	2,83	81,50	2,31	25,22
	b	2,68	80,70	2,16	23,65
	c	3,50	81,60	2,86	31,23
	d	2,10	74,00	1,55	16,99
Mittel		2,78	79,45	2,21	24,13

Tab. 13A: Parzellenerträge Sojabohnen, Nachbauversuch Auggen 2001

	Wdh.	Rohertrag kg/25 m ²	TS-Gehalt %	Ertrag TS kg/Parz.	Ertrag dt/ha (91% TS)	Anzahl heller Samen / 150 ml	Anzahl dunkler Samen / 150 ml	Anteil verfärbter Samen (%)
Batida hell	a	3,94	81,00	3,19	34,90	671	43	6,02
	b	3,27	81,20	2,66	29,03	606	42	6,48
	c	3,60	80,80	2,91	31,81	647	41	5,96
	d	3,38	79,30	2,68	29,31	562	34	5,70
Mittel		3,55	80,58	2,86	31,25	622	40	6,05
Batida dunkel	a	3,03	81,80	2,48	27,10	677	89	11,62
	b	3,60	81,20	2,92	31,96	712	90	11,22
	c	3,44	80,70	2,78	30,35	739	103	12,23
	d	3,16	75,10	2,37	25,95	734	90	10,92
Mittel		3,31	79,70	2,64	28,82	716	93	11,50

Tab. 14A: Varianztabelle Ertrag (dt/ha, 91%TS) Biosoja, Müllheim Winkelmatte-West 2000

Variable analysée : dt/ha (91%TS)

HISTOGRAMME DES RESIDUS

10			74		
9			72		
8			64	63	
7			53	62	
6			34	54	
5			33	43	
4		61	32	41	
3	73	44	31	24	71
2	51	42	23	13	52
1	22	11	14	12	21
EFFECTIF	3	4	10	8	3

BORNES -5.45 à -3.36 à -1.27 à .82 à 2.91 à
 -3,36 -1,27 0,82 2,91 5

MINIMUM -5,45 MAXIMUM 5 INTERVALLE 2,09

INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)

SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0): BETA 1 = .05 PROBA: .60329

APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 2.86 PROBA : .87871

RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)

NEANT

CARTOGRAPHIE DES RESIDUS

	1	2	3	4	5	6	7
1	Sonja (geimpft) b4	Batida (geimpft) b4	Quito b4	Sonja (ungeimpft) b4	York (fix-fertig) b4	Batida (ungeimpft) b4	York (Biodoz) b4
2	York (fix-fertig) b3	York (Biodoz) b3	Batida (ungeimpft) b3	Quito b3	Sonja (ungeimpft) b3	Sonja (geimpft) b3	York (Biodoz) b4
3	Sonja (ungeimpft) b2	Quito b2	Sonja (geimpft) b2	Batida (geimpft) b2	York (Biodoz) b2	York (fix-fertig) b2	Batida (ungeimpft) b2
4	Batida (geimpft) b1	Batida (ungeimpft) b1	York (Biodoz) b1	York (fix-fertig) b1	Sonja (geimpft) b1	Sonja (ungeimpft) b1	Quito b1

 < -1.6144  < 0  < 1.6143  < 999999

ECARTS-TYPES DES RESIDUS

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = Sorte

1 Batida (ungeimpft)	2 Batida (geimpft)	3 Sonja (ungeimpft)	4 Sonja (geimpft)	5 York (fix-fertig)	6 York (Biodoz)	7 Quito
1,58	3,06	0,3	2,18	3,92	2,15	3,75

KHI2 = 12.31

PROBA = .05497

ECARTS-TYPES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
3,61	2,37	2,12	1,48

KHI2 = 4.51

PROBA = .2095

INTERACTION TRAITEMENTS*BLOCS

SCE test de TUKEY = 1.27 PROBA = .7109

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	817,2	27	30,27				
VAR.FACTEUR 1	661,46	6	110,24	13,04	0,00001		
VAR.BLOCS	3,57	3	1,19	0,14	0,93351		
VAR.RESIDUELLE 1	152,17	18	8,45			2,91	8,65 %

MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 33.62

MOYENNES FACTEUR 1 = Sorte

1 Batida (ungeimpft)	2 Batida (geimpft)	3 Sonja (ungeimpft)	4 Sonja (geimpft)	5 York (fix-fertig)	6 York (Biodoz)	7 Quito
29,67	29,49	33,71	34,66	39,52	41,10	27,23

MOYENNES BLOCS

= BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
33,92	33,83	33,72	33,02

PUISSANCE DE L'ESSAI

FACTEUR 1 : Sorte

		RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS	5%	10%	20%
En %	V. Absolue	PUISSANCE A PRIORI		
5%	1,68	7%	13%	25%
10%	3,36	15%	24%	39%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		99%	99%	99%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 : Sorte

NOMBRE DE MOYENNES
VALEURS DES PPAS

2	3	4	5	6	7
4,32	5,24	5,81	6,22	6,53	6,79

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
6	York (Biodoz)	41,10	A		
5	York (fix- fertig)	39,52	A		
4	Sonja (geimpft)	34,66		B	
3	Sonja (ungeimpft)	33,71		B	
1	Batida (ungeimpft)	29,67		B	C
2	Batida (geimpft)	29,49		B	C
7	Quito	27,23			C

Tab. 15A: Varianztabelle Ertrag (dt/ha, 91%TS) Biosoja, Müllheim Winkelmatte-Mitte 2001

Variable analysée : dt/ha (91%TS)

HISTOGRAMME DES RESIDUS

9				53
8				43
7				42
6				34
5			54	32
4		52	51	24
3		33	41	21
2	44	13	31	14
1	22	11	23	12
EFFECTIF	2	4	5	9

BORNES -3.67 à -2.22 à -.78 à .67 à
 -2,22 -0,78 0,67 2,12

MINIMUM -3,67 MAXIMUM 2,12 INTERVALLE 1,44

INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)

SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 =

.44 PROBA : .19327

APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 2.37 PROBA : .52708

RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)

NEANT

CARTOGRAPHIE DES RESIDUS

	1	2	3	4	5
1	Dolly b4	OAC Erin (Versuch) b4	York b4	Quito b4	OAC Erin (Schlag) b4
2	York b3	Quito b3	Dolly b3	OAC Erin (Versuch) b3	OAC Erin (Schlag) b3
3	OAC Erin (Versuch) b2	Dolly b2	Quito b2	York b2	OAC Erin (Schlag) b2
4	Quito b1	York b1	OAC Erin (Versuch) b1	Dolly b1	OAC Erin (Schlag) b1

< -1.229
 < 0
 < 1.2289
 < 999999

ECARTS-TYPES DES RESIDUS

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = Sorte

1 Quito	2 York	3 OAC Erin (Versuch)	4 OAC Erin (Schlag)	5 Dolly
1,79	2,47	1,61	2,64	1,35

KHI2 = 1.69

PROBA = .79538

ECARTS-TYPES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
1,11	2,31	2,07	2,15

KHI2 = 1.95

PROBA = .58714

INTERACTION TRAITEMENTS*BLOCS

SCE test de TUKEY = .04 PROBA = .9331

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	899,98	19	47,37				
VAR.FACTEUR 1	816,83	4	204,21	39,49	0		
VAR.BLOCS	21,08	3	7,03	1,36	0,30219		
VAR.RESIDUELL E 1	62,06	12	5,17			2,27	11,15 %

MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 20.39

MOYENNES FACTEUR 1 = Sorte

1 Quito	2 York	3 OAC Erin (Versuch)	4 OAC Erin (Schlag)	5 Dolly
29,05	13,29	12,89	24,92	21,81

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
21,76	20	20,83	18,98

PUISSANCE DE L'ESSAI

FACTEUR 1 : Sorte

		RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS	5%	10%	20%
En %	V. Absolue	PUISSANCE A PRIORI		
5%	1,02	6%	12%	24%
10%	2,04	12%	20%	34%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		99%	99%	99%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%

FACTEUR 1 : Sorte

NOMBRE DE MOYENNES	2	3	4	5
VALEURS DES PPAS	3,51	4,29	4,77	5,12

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1	Quito	29,05	A	
4	OAC Erin (Schlag)	24,92		B
5	Dolly	21,81		B
2	York	13,29		C
3	OAC Erin (Versuch)	12,89		C

Tab. 16A: Varianztabelle Ertrag (dt/ha, 91%TS) Nachbauversuch Sojabohnen, Augen 2001

Variable analysée : dt/ha (91%TS)

HISTOGRAMME DES RESIDUS

2	21	24	23	22
1	12	13	14	11
EFFECTIF	2	2	2	2

BORNES -2.69 à -1.35 à 0 à 1.34 à
 -1,35 0 1,34 2,68

MINIMUM -2,69 MAXIMUM 2,68 INTERVALLE 1,34

INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)

SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0 PROBA : .9999

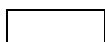

APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 1.88 PROBA : .44991

RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)

NEANT

CARTOGRAPHIE DES RESIDUS

	1	2
1	Batida (dunkel) b4	Batida (hell) b4
2	Batida (hell) b3	Batida (dunkel) b3
3	Batida (dunkel) b2	Batida (hell) b2
4	Batida (hell) b1	Batida (dunkel) b1

 < -1.3999  < 0

 < 1.3998

 < 999999

ECARTS-TYPES DES RESIDUS

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = Samenfarbe

1 Batida (hell)	2 Batida (dunkel)
2,22	2,22

KHI2 = 0

PROBA = .99

ECARTS-TYPES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
3,8	3,78	0,68	0,66

KHI2 = 3.01

PROBA = .39172

INTERACTION TRAITEMENTS*BLOCS

SCE test de TUKEY = .02 PROBA = .9728

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	57,42	7	8,2				
VAR.FACTEUR 1	11,7	1	11,7	1,18	0,35758		
VAR.BLOCS	16,05	3	5,35	0,54	0,68731		
VAR.RESIDUELLE 1	29,66	3	9,89			3,14	10,46 %

MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 30.05

MOYENNES FACTEUR 1 = Samenfarbe

1 (Batida (hell))	2 (Batida (dunkel))
31,26	28,84

MOYENNES BLOCS = BLOC

1 (b1)	2 (b2)	3 (b3)	4 (b4)
31	30,5	31,08	27,63

PUISSANCE DE L'ESSAI

FACTEUR 1 : Samenfarbe

ECARTS	ECARTS	RISQUE de 1ere ESPECE		
		5%	10%	20%
En %	V. Absolue	PUISSANCE A PRIORI		
5%	1,5	8%	15%	27%
10%	3,01	16%	26%	62%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
	Moyennes observées	12%	21%	35%

COMPARAISONS DE MOYENNES

TEST DE NEWMAN KEULS NON SIGNIFICATIF

Tab. 17A: Einzelparzellenerträge, Rohfett- und Rohproteingehalte Sortenvergleich Lupinen 2000**Möhlin 2000 dt /ha (13% H₂O)**

	I. Wieder- holung	II. Wieder- holung	III. Wieder- holung	IV. Wieder- holung	Mittelwert	Rohfett [% i. TS]	Rohprotein [% i. TS]	Rohfett [dt/ha]	Rohprotein [dt/ha]
Amiga	52,8	50,7	48,3	49,2	50,3	8,1	34,2	3,8	16,1
Fortuna	51,2	41,9	51,8	47,4	48,1	8,2	35,6	3,3	14,1
Bardo	35,8	41,4	34,9	38,9	37,8	7,4	36,2	2,0	9,8
Bolivio	34,7	34,3	36,1	33,4	34,6	4,7	42,0	0,6	5,3
Boltensia	37,2	42,2	42,4	38,6	40,1	4,6	40,8	0,7	6,1
Bordako	31,5	35,5	34,7	34,0	33,9	4,8	38,5	0,9	7,0
Borweta	33,6	32,7	28,7	29,9	31,2	5,4	32,1	0,7	3,9
Sonet	31,4	34,2	40,7	32,4	34,7	4,5	35,2	0,6	4,4

Eschikon 2000 dt /ha (13% H₂O)

	I. Wieder- holung	II. Wieder- holung	III. Wieder- holung	IV. Wieder- holung	Mittelwert	Rohfett [% i. TS]	Rohprotein [% i. TS]	Rohfett [dt/ha]	Rohprotein [dt/ha]
Amiga	58,9	50,0	52,3	56,0	54,3	7,4	38,4	3,5	18,2
Fortuna	45,3	49,4	45,0	42,7	45,6	7,6	38,7	3,0	15,3
Bardo	26,4	29,2	32,4	37,1	31,3	7,4	37,6	2,0	10,2
Bolivio	14,7	15,0	16,3	11,7	14,4	4,4	43,5	0,6	5,5
Boltensia	17,1	15,6	17,3	19,1	17,3	4,0	41,0	0,6	6,2
Bordako	17,5	24,2	20,9	21,5	21,0	4,2	40,6	0,8	7,4
Borweta	13,0	15,8	16,0	11,2	14,0	5,6	36,3	0,7	4,4
Sonet	20,0	11,5	14,2	12,1	14,4	5,0	36,7	0,6	4,6

Tab. 18A: Lagerung [1:keine Lagerung, 9:totale Lagerung], Sortenversuch Lupinen, Möhlin 2000

Möhlin		I. Wieder- holung	II. Wieder- holung	III. Wieder- holung	IV. Wieder- holung	Mittelwert
Amiga	17.06.2000	1	1	1	1	1
weiß, verzweigt	23.06.2000	1	1	1	1	1
	07.07.2000	1	1	1	1	1
	18.07.2000	3	8	7	5	6
	11.08.2000	4	7	7	5	6
	26.08.2000	2	5	5	4	4
Fortuna	17.06.2000	1	1	1	1	1
weiß, verzweigt	23.06.2000	1	1	1	1	1
	07.07.2000	1	1	1	1	1
	18.07.2000	1	2	3	3	2
	11.08.2000	2	7	4	6	5
	26.08.2000	1	7	4	6	5
Bardo	17.06.2000	1	1	2	1	1
weiß, verzweigt	23.06.2000	1	1	1	1	1
	07.07.2000	1	1	1	1	1
	18.07.2000	6	7	6	6	6
	11.08.2000	7	6	9	8	8
	26.08.2000	6	4	7	7	6
Bolivio	17.06.2000	1	1	1	1	1
blau, verzweigt	23.06.2000	1	1	1	1	1
	07.07.2000	1	1	1	1	1
	18.07.2000	1	1	3	2	2
	11.08.2000	2	3	2	2	2
	26.08.2000					
Boltensia	17.06.2000	1	1	1	1	1
blau, verzweigt	23.06.2000	1	1	1	1	1
	07.07.2000	1	5	3	1	3
	18.07.2000	3	6	4	4	4
	11.08.2000	2	4	3	3	3
	26.08.2000					0
Bordako	17.06.2000	1	1	1	2	1
blau, verzweigt	23.06.2000	1	1	1	2	1
	07.07.2000	7	8	7	6	7
	18.07.2000	8	3	8	6	6
	11.08.2000	7	5	7	5	6
	26.08.2000					0
Borweta	17.06.2000	1	1	1	1	1
blau, unverzweigt	23.06.2000	1	1	1	1	1
	07.07.2000	1	1	1	1	1
	18.07.2000	1	1	1	1	1
	11.08.2000	0	0	0	0	0
	26.08.2000					
Sonet	17.06.2000	1	1	1	1	1
blau, unverzweigt	23.06.2000	1	1	1	1	1
	07.07.2000	1	1	1	1	1
	18.07.2000	1	1	1	1	1
	11.08.2000	0	0	0	0	0
	26.08.2000					

Tab. 19A: Bodenbedeckung durch Lupinen [%] in Möhlin, Sortenversuch 2000

Möhlin		I. Wieder- holung	II. Wieder- holung	III. Wieder- holung	IV. Wieder- holung	Mittelwert
Amiga	9.5.00	35	35	35	35	35
weiß, verzweigt	18.5.00	60	70	80	80	73
	3.6.00	100	100	100	100	100
	9.6.00	100	100	100	100	100
Fortuna	9.5.00	35	35	35	35	35
weiß, verzweigt	18.5.00	60	70	70	70	68
	3.6.00	100	100	95	100	99
	9.6.00	100	100	100	100	100
Bardo	9.5.00	25	25	25	25	120
weiß, verzweigt	18.5.00	40	50	60	60	53
	3.6.00	85	90	80	90	86
	9.6.00	100	100	100	100	100
Bolivio	9.5.00	40	40	40	40	40
blau, verzweigt	18.5.00	90	90	90	80	88
	3.6.00	100	100	100	100	100
	9.6.00	100	100	100	100	100
Boltensia	9.5.00	40	40	40	40	40
blau, verzweigt	18.5.00	80	90	90	90	88
	3.6.00	100	100	100	100	100
	9.6.00	100	100	100	100	100
Bordako	9.5.00	40	40	40	40	40
blau, verzweigt	18.5.00	80	80	80	80	80
	3.6.00	100	95	100	95	98
	9.6.00	100	100	100	100	100
Borweta	9.5.00	40	40	40	40	40
blau, unverzweigt	18.5.00	80	80	90	90	85
	3.6.00	100	95	100	100	99
	9.6.00	100	100	100	100	100
Sonet	9.5.00	40	40	40	40	40
blau, unverzweigt	18.5.00	80	90	90	90	88
	3.6.00	100	100	100	100	100
	9.6.00	100	100	100	100	100

Tab. 20A: Lagerung [1:keine Lagerung, 9:totale Lagerung],Sortenversuch Lupinen, Eschikon 2000

Eschikon		I. Wieder- holung	II. Wieder- holung	III. Wieder- holung	IV. Wieder- holung	Mittelwert
Amiga	10.06.2000	1	1	1	1	1
weiß, verzweigt	14.06.2000	1	1	1	1	1
	30.06.2000	1	1	1	1	1
	15.07.2000	1	1	1	1	1
	19.08.2000	8	8	8	4	7
Fortuna						
Fortuna	10.06.2000	1	1	1	1	1
weiß, verzweigt	14.06.2000	1	1	1	1	1
	30.06.2000	1	1	1	1	1
	15.07.2000	1	1	1	1	1
	19.08.2000	8	8	8	7	8
Bardo						
Bardo	10.06.2000	1	1	1	1	1
weiß, verzweigt	14.06.2000	1	1	1	1	1
	30.06.2000	1	1	1	1	1
	15.07.2000	8	7	7	6	7
	19.08.2000	8	8	8	9	8
Bolivio						
Bolivio	10.06.2000	5	6	7	7	6
blau, verzweigt	14.06.2000	3	5	5	5	5
	30.06.2000	3	5	3	4	4
	15.07.2000	4	5	5	3	4
	19.08.2000	7	7	7	7	7
Boltensia						
Boltensia	10.06.2000	7	6	7	7	7
blau, verzweigt	14.06.2000	5	5	5	5	5
	30.06.2000	5	5	3	4	4
	15.07.2000	6	5	4	3	5
	19.08.2000	7	7	7	5	7
Bordako						
Bordako	10.06.2000	7	6	6	6	6
blau, verzweigt	14.06.2000	5	5	5	5	5
	30.06.2000	5	5	3	4	4
	15.07.2000	6	6	4	4	5
	19.08.2000	7	7	7	7	7
Borweta						
Borweta	10.06.2000	7	3	5	5	5
blau, unverzweigt	14.06.2000	4	4	4	4	4
	30.06.2000	5	3	2	4	4
	15.07.2000	6	5	3	4	5
	19.08.2000	0	0	0	0	0
Sonet						
Sonet	10.06.2000	2	2	2	3	2
blau, unverzweigt	14.06.2000	4	4	3	4	4
	30.06.2000	3	3	3	3	3
	15.07.2000	3	3	3	4	3
	19.08.2000					

Tab. 21A: Pflanzendichte [Pfl./m²] Sortenversuch Lupinen, Möhlin 2000

Möhlin		I. Wiederholung	II. Wiederholung	III. Wiederholung	IV. Wiederholung	Mittelwert	Empfehlung Züchter
Amiga	18.05.2000	82	93	58	61	74	65
Bardo	18.05.2000	42	58	54	48	51	65
Fortuna	18.05.2000	58	64	65	62	62	65
Bolivio	18.05.2000	109	76	117	86	97	100
Boltensia	18.05.2000	126	96	100	104	107	100
Bordako	18.05.2000	107	75	103	92	94	100
Borweta	18.05.2000	143	149	134	152	145	140
Sonet	18.05.2000	124	118	126	114	121	120

Tab. 22A: Einzelparzellenerträge, Rohfett- und Rohproteingehalte Systemvergleich Lupinen 2000

Möhlin 2000	dt/ha (13% H₂O)									
	I. Wiederholung	II. Wiederholung	III. Wiederholung	IV. Wiederholung	Mittelwert	Rohfett [% i. TS]	Rohprotein [% i. TS]	Rohfett [dt/ha]	Rohprotein [dt/ha]	
Amiga										
Bio extensiv	43,38	35,85	38,06	40,10	39,3	6,5	39,8	2,5	15,2	
Bio intensiv	41,38	36,43	38,24	38,24	38,6	7,4	39,3	2,8	14,7	
Konventionell	40,86	36,08	38,64	37,36	38,2	7,4	36,3	2,8	13,5	
Bordako										
Bio extensiv	31,60	32,18	31,08	31,95	31,7	5,0	39,5	1,6	12,1	
Bio intensiv	36,03	35,56	33,06	33,70	34,6	5,1	39,2	1,7	13,1	
Konventionell	31,02	34,74	26,95	33,52	31,6	5,0	38,4	1,5	11,7	
Borweta										
Bio extensiv	30,85	31,49	33,23	32,53	32,0	5,5	34,3	1,7	10,6	
Bio intensiv	29,68	29,68	32,30	33,52	31,3	5,6	33,2	1,7	10,1	
Konventionell	31,95	31,54	30,61	32,30	31,6	5,6	33,1	1,7	10,1	

Zollkofen 2000	dt/ha (13% H₂O)									
	I. Wiederholung	II. Wiederholung	III. Wiederholung	IV. Wiederholung	Mittelwert	Rohfett [% i. TS]	Rohprotein [% i. TS]	Rohfett [dt/ha]	Rohprotein [dt/ha]	
Amiga										
Bio extensiv	33,93	42,50	40,08	41,32	39,5	7,0	40,5	2,7	15,5	
Bio intensiv	32,75	36,89	39,19	46,94	38,9	6,4	40,3	2,4	15,2	
Konventionell	38,54	40,26	46,34	42,44	41,9	6,2	41,2	2,5	16,8	
Bordako										
Bio extensiv	2,19	15,96	18,98	17,91	13,8	4,3	38,6	0,6	5,2	
Bio intensiv	8,51	18,74	19,86	24,30	17,9	4,4	39,4	0,8	6,8	
Konventionell	14,66	24,18	16,49	21,22	19,1	4,7	38,5	0,9	7,2	
Borweta										
Bio extensiv	0,00	15,13	17,91	18,21	12,8	4,8	36,2	0,6	4,5	
Bio intensiv	7,57	15,55	20,57	22,99	16,7	4,7	36,6	0,8	5,9	
Konventionell	16,67	22,23	26,13	30,50	23,9	5,5	34,6	1,3	8,0	

Tab. 23A: Einzelwerte aller Untersuchungen an Sojabohnen hinsichtlich ihrer Tofueignung, Sorte DOLLY, Labortofurei Fa. Life Food GmbH, Freiburg 2000

	24.10.2000			25.10.2000			25.10.2000	26.10.2000		
	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3
Einwaage Bohnen [g]	743	743	743	743	743	743	743	743	743	743
Wasser [g]	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Dampf [g]	680	670	710	680	640	650	680	630	640	630
Sojamilch [l]	2,81	2,78	3,08	2,72	2,70	2,75	2,78	2,70	2,73	2,71
Okara [g]	145,31	312,20	336,02	320,96	243,60	247,20	249,50	355,20	324,80	350,70
Molke [l]	1,96	1,99	1,91	1,81	1,99	1,89	1,72	2,23	1,97	2,14
Tofu [g]	681,60	607,70	698,00	710,00	670,00	664,00	860,00	576,7	856,60	747,20
Nigari (MgCl) [ml]	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Calciumsulfat (CaSO4) [ml]	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Brix [°]	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,5	9,5	9,5
TS Okara [%]	74,74	79,21	81,16	75,17	74,74	79,21	81,16	78,97	74,89	80,43
TS Tofu [%]										
Masse trockene Bohnen	351,77	351,77	351,77	351,77	351,77	351,77	2,44	1,64	2,44	2,12
Faktor TofuAusbeute	1,94	1,73	1,98	2,02	1,90	1,89				
	26.10.2000	27.10.2000	27.10.2000				28.11.2000		11.12.2000	
	Versuch 4	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4	Versuch 5	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 1	
Einwaage Bohnen [g]	743	743	743	743	743	743	743	743	743	
Wasser [g]	1900	1900	1900	1900	1900	1900	2000	2000	1900	
Dampf [g]	630	630	650	670	660	660	734	672	652	
Sojamilch [l]	2,70	2,68	2,76	2,78	2,75	2,77	2,98	2,89	2,75	
Okara [g]	333,30	346,40	314,61	256,10	304,42	304,42	266,00	281,00	293,00	
Molke [l]	2,19	2,05	1,95	1,95	2,02	2,03	2,08	2,15	1,73	
Tofu [g]	723,80	784,60	856,00	887,00	904,00	838,70	755,00	728,00	820,00	
Nigari (MgCl) [ml]	6,0	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	6,6	6,6	5,4	
Calciumsulfat (CaSO4) [ml]	11,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	12,1	12,1	10,0	
Brix [°]	9,5	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	
TS Okara [%]	80,5	79,20					78,45	76,91	79,63	79,09
TS Tofu [%]		76,34		79,55			80,11	77,17	77,45	
Masse trockene Bohnen	351,77	351,77	351,77	351,77	351,77	351,77				
Faktor TofuAusbeute	2,06	2,23	2,43	2,52	2,57	2,38				

Tab. 24A: Einzelwerte aller Untersuchungen an Sojabohnen hinsichtlich ihrer Tofueignung, Sorte SONJA, Labortofurei Fa. Life Food GmbH, Freiburg 2000

	30.10.2000			31.10.2000				02.11.2000		
	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 4	Versuch 5	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4
Einwaage Bohnen [g]	743	743	743	860	743	743	743	743	743	743
Wasser [g]	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Dampf [g]	620	630	640	630	650	630	670	660	610	640
Sojamilch [l]	2,68	2,70	2,70	2,60	2,73	2,70	2,73	2,67	2,68	2,77
Okara [g]	362,10	315,00	320,52	354,60	358,00	315,00	326,39	359,17	333,57	320,97
Molke [l]	1,55	1,77	1,81	1,65	1,85	1,57	2,15	1,69	1,89	1,88
Tofu [g]	775,90	731,00	703,50	836,00	638,00	865,10	776,00	801,50	667,30	688,80
Nigari (MgCl) [ml]	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0
Calciumsulfat (CaSO4) [ml]	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	9,0	9,0	9,0	10,0	10,0
Brix [°]	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
TS Okara [%]	79,46	77,60	76,75	77,92	77,26	78,07	79,46	76,41	76,65	78,07
TS Tofu [%]	80,18	76,72	76,93	79,03	74,38	80,50	80,21	78,43	76,25	74,71
Masse trockene Bohnen	321,85	321,85	321,85	372,54	321,85			321,85	321,85	321,85
Faktor Tofuarausbeute	2,41	2,27	2,19	2,24	1,98			2,49	2,07	2,14
		02.11.2000	03.11.2000							
		Versuch 5	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4	Versuch 5	Versuch 6			
Einwaage Bohnen [g]		743	743	743	743	743	743			
Wasser [g]		1900	1900	1900	1900	1900	1900			
Dampf [g]		660	650	650	640	660	690			
Sojamilch [l]		2,75	2,76	2,75	2,74	2,71	2,77			
Okara [g]		293,61	338,60	309,40	280,40	293,5	332,6			
Molke [l]		1,89	1,94	1,85	1,78	1,75	1,84			
Tofu [g]		662,20	662,00	752,50	713,20	865,00	769,50			
Nigari (MgCl) [ml]		5,0	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5			
Calciumsulfat (CaSO4) [ml]		10,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0			
Brix [°]		9	9	9	9	9	9			
TS Okara [%]		77,36	76,95	77,80	76,06	77,82	78,31			
TS Tofu [%]		75,24	73,96	76,96	78,78	80,46	76,34			
Masse trockene Bohnen		321,85	321,85	321,85	321,85	321,85	321,85			
Faktor Tofuarausbeute		2,06	2,06	2,34	2,22	2,69	2,39			

Tab. 25A: Einzelwerte aller Untersuchungen an Sojabohnen hinsichtlich ihrer Tofueignung, Sorte BATIDA, Labortofurei Fa. Life Food GmbH, Freiburg 2000

	06.11.2000					07.11.2000					08.11.2000					09.11.2000	06.12.2000	11.12.2000					
	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4	Versuch 5	Versuch 6	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4	Versuch 5	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4	Versuch 5	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4	Versuch 5	Versuch 1	Versuch 1	
Einwaage Bohnen [g]	743	743	743	743	743	743	743	743	743	743	743	743	743	743	743	743	743	743	743	743	743	743	743
Wasser [g]	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Dampf [g]	680	640	630	770	650	629	580	660	660	642	637	663	633	590	707	673	682	689	660	713	675	637	663
Sojamilch [l]	2,75	2,72	2,77	2,70	2,75	2,69	2,54	2,79	2,70	2,72	2,72	2,79	2,75	2,69	2,82	2,77	2,77	2,79	2,70	2,79	2,839	2,72	2,79
Okara [g]	299,92	321,04	302,97	327,14	336,54	363,00	297,00	367,30	381,00	370,00	338,00	315,00	280,00	346,00	309,00	322,00	339,00	290,00	340,00	337,00	268	338,00	315,00
Molke [l]		1,83	1,68	1,89	2,00	1,73	1,76	1,64	1,90	1,71	1,65	1,75	1,65	1,74	1,89	1,76	1,72	1,67	1,60	1,83	1,987	1,65	1,75
Tofu [g]		704,70	799,40	713,00	746,00	777,00	768,00	965,50	676,00	842,00	905,00	855,00	790,00	778,00	763,00	794,00	776,00	949,00	869,00	791,00	697	905,00	855,00
Nigari (MgCl) [ml]	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,5	5,0	5,0	5,0
Calciumsulfat (CaSO4) [ml]	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	9,0	10,0	10,0	10,0
Brix [°]		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
TS Okara [%]	80,65	79,15	78,93	79,65	77,85	79,75	77,23	79,14	77,34	78,61	78,19	79,24	79,24	78,91	78,21	78,92	78,67	77,39	80,31	80,67	78,26	78,19	79,24
TS Tofu [%]		77,62	81,77	80,96	77,95	78,38	76,85	81,00	74,87	80,95	81,00	79,83	77,64	78,43	77,02	78,92	77,04	78,77	80,97	78,65		81,00	79,83
Masse trockene Bohnen	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89	319,89
Faktor Tofuanspruch	0,00	2,20	2,50	2,23	2,33	2,43	2,40	3,02	2,11	2,63	2,83	2,67	2,47	2,43	2,39	2,48	2,43	2,97	2,72	2,47	2,18	2,83	2,67

Tab. 26A: Feststellung der Verluste bei der Tofuherstellung im Labor

Sorte Batida													Mittelwert	Standardabweichung	Mittelabweichung
Verlust (kg)															
Schlauch	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001	0,000
Topf klein	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,000	0,000
Dampftopf	0,005	0,005	0,003	0,003	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,005	0,005	0,007	0,003	0,003
großes Tofu Sieb	0,016	0,020	0,415	0,218	0,021	0,021	0,023	0,014	0,02	0,019	0,016	0,014	0,076	0,122	0,090
Zylinder n. Tofu	0,010	0,023	0,030	0,013	0,015	0,015	0,018	0,021	0,019	0,017	0,017	0,017	0,017	0,006	0,004
Topf groß	0,003	0,003	0,001	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,001	0,001
Summe Verlust (kg)	0,038	0,055	0,453	0,241	0,054	0,054	0,059	0,053	0,057	0,054	0,045	0,043	0,107	0,121	0,088
Ertrag (kg)															
Okara	0,339	0,340	0,363	0,298	0,338	0,338	0,315	0,280	0,346	0,309	0,322	0,290	0,320	0,025	0,021
Molke	1,716	1,600	1,725	1,899	1,645	1,645	1,745	1,652	1,741	1,885	1,756	1,671	1,725	0,086	0,062
Tofu	0,776	0,869	0,777	0,676	0,905	0,905	0,855	0,790	0,778	0,763	0,794	0,949	0,818	0,073	0,060
Summe Ertrag (kg)	2,831	2,809	2,865	2,873	2,888	2,888	2,915	2,722	2,865	2,957	2,872	2,910	2,862	0,056	0,039
Verlust pro Ertrag (%)	1,342	1,958	15,812	8,388	1,870	1,870	2,024	1,947	1,990	1,826	1,567	1,478	3,738	4,223	3,062
Mittelwert der Verluste													0,107		
Standardabweichung der Verluste													0,121		
Mittelabweichung der Verluste													0,088		
Mittelwert der Erträge													2,862		
Standardabweichung der Erträge													0,056		
Mittelabweichung der Erträge													0,039		
Mittelwert der Verluste pro Erträge in %													3,738		
Standardabweichung der Verluste pro Erträge in %													4,223		
Mittelabweichung der Verluste pro Erträge in %													3,062		

Tab. 27A: Biometrische Auswertung der Einzelwerte aller Untersuchungen an Sojabohnen hinsichtlich ihrer Tofueignung, Sorte BATIDA, Labortofurei Fa. Life Food GmbH, Freiburg 2000

Sojasorte Dolly	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelabweichung	Varianz
Dampf [g]	656,88	23,58	19,13	556,25
Sojamilch [l]	2,76	0,09	0,05	0,01
Okara [g]	296,55	55,27	42,63	3054,46
Molke [l]	1,99	0,13	0,09	0,02
Tofu [g]	754,12	103,19	88,51	10648,87
Nigari [ml]	5,81	0,29	0,26	0,08
Calciumsulfat [ml]	10,69	0,48	0,43	0,23
TS Okara [%]	78,29	2,51	2,10	6,29
TS Tofu [%]	79,03	1,81	1,34	3,28
Faktor Tofuausbeute	2,14	0,29	0,25	0,09
Sojasorte Sonja	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelabweichung	Varianz
Dampf [g]	645,63	19,99	15,63	399,58
Sojamilch [l]	2,71	0,04	0,03	0,00
Okara [g]	325,84	24,85	19,79	617,49
Molke [l]	1,80	0,15	0,11	0,02
Tofu [g]	744,22	73,11	60,97	5345,26
Nigari [ml]	4,75	0,26	0,25	0,07
Calciumsulfat [ml]	9,50	0,52	0,50	0,27
TS Okara [%]	77,62	0,97	0,74	0,94
TS Tofu [%]	77,44	2,26	1,94	5,09
Faktor Tofuausbeute	2,29	0,21	0,17	0,05
Sojasorte Batida	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelabweichung	Varianz
Dampf [g]	654,10	48,58	30,72	2359,66
Sojamilch [l]	2,71	0,07	0,04	0,00
Okara [g]	336,59	31,80	26,99	1011,39
Molke [l]	1,79	0,12	0,10	0,01
Tofu [g]	776,84	87,20	61,45	7603,14
Nigari [ml]	5,00	0,00	0,00	0,00
Calciumsulfat [ml]	10,00	0,00	0,00	0,00
TS Okara [%]	78,87	1,10	0,68	1,20
TS Tofu [%]	78,93	2,35	1,99	5,54
Faktor Tofuausbeute	2,19	0,81	0,45	0,66

Tab. 28A: Nitratgehalte nach Sojabohnen im Boden Oktober 1999 - April 2000, Buggingen und Müllheim

	12.10.1999	26.10.1999	08.11.1999	23.11.1999	08.12.1999	22.12.1999	05.01.2000	20.01.2000	03.02.2000	17.02.2000	02.03.2000	16.03.2000	30.03.2000	13.04.2000
RUO														
0-30 cm	16	11	10	7	9	6	13	6	2	1	3	5	2	<1
30-60 cm	11	12	19	14	17	13	13	8	5	2	1	<1	1	<1
60-90 cm	13	10	16	15	17	15	13	15	9	4	3	1	1	<1
RUW														
0-30 cm	10	13	12	10	16	12	12	13	4	8	13	18	17	23
30-60 cm	15	18	15	17	18	17	17	15	11	12	13	13	12	12
60-90 cm	13	15	10	22	21	20	17	15	11	13	16	12	12	14
WMW														
0-30 cm	23	15	16	16	13	14	20	18	14	17	22	32	29	45
30-60 cm	11	19	24	24	28	21	18	15	15	15	19	20	17	20
60-90 cm	13	19	19	23	22	22	23	19	17	18	20	17	16	16
GAS														
0-30 cm	10	16	9	11	14	10	16	10	6	9	13	15	17	19
30-60 cm	5	18	10	16	16	17	20	17	14	13	18	16	21	14
60-90 cm	6	11	8	13	12	18	17	13	13	12	17	13	14	13
GAN														
0-30 cm	7	11	10	17	11	11	14	9	8	10	17	16	17	20
30-60 cm	6	10	12	17	12	16	21	17	14	10	13	12	14	12
60-90 cm	6	12	9	13	9	16	17	12	10	9	11	11	13	13

Tab. 29A: Wassergehalte (Gewichtsprozent) der N_{min}-Proben Oktober 1999 - April 2000, Buggingen und Müllheim

RUO	12.10.1999	26.10.1999	08.11.1999	23.11.1999	08.12.1999	22.12.1999	05.01.2000	20.01.2000	03.02.2000	17.02.2000	02.03.2000	16.03.2000	30.03.2000	13.04.2000	Mittel
0-30 cm	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	21,1	23,6	23,7	25,0	25,0	24,8	22,3	22,6	24,4	23,6
30-60 cm	20,3	20,3	20,3	20,3	20,3	18,0	20,3	20,7	21,0	22,0	21,8	20,3	18,9	19,8	20,3
60-90 cm	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	17,7	20,1	20,6	21,0	21,0	21,4	20,8	18,8	19,8	20,1
RUW															Mittel
0-30 cm	19,8	19,8	19,8	19,8	19,8	21,7	19,8	20,6	22,0	20,0	19,8	16,6	18,3	19,3	19,8
30-60 cm	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	18,0	16,3	16,4	18,0	17,0	15,5	15,7	14,6	14,8	16,3
60-90 cm	16,1	16,1	16,1	16,1	16,1	17,8	16,1	16,3	15,0	17,0	17,8	15,1	13,9	16,0	16,1
WMW															Mittel
0-30 cm	32,1	32,1	32,1	32,1	32,1	18,2	32,1	35,9	36,0	36,0	35,3	30,6	30,5	34,1	32,1
30-60 cm	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	15,2	23,5	25,3	25,0	26,0	25,4	25,2	22,1	23,9	23,5
60-90 cm	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	13,8	20,0	20,9	21,0	21,0	21,7	20,9	19,8	20,7	20,0
GAS															Mittel
0-30 cm	22,4	22,4	22,4	22,4	22,4	19,9	22,4	23,6	24,0	23,0	24,4	20,6	21,4	22,2	22,4
30-60 cm	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	17,6	20,8	21,1	22,0	22,0	21,8	21,0	20,5	20,0	20,8
60-90 cm	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	17,0	20,6	21,5	21,0	22,0	21,4	21,1	20,0	20,4	20,6
GAN															Mittel
0-30 cm	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	26,4	22,7	23,4	22,0	23,0	23,3	20,6	21,1	21,9	22,7
30-60 cm	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8	22,4	20,8	20,8	20,0	22,0	21,6	20,7	19,3	19,5	20,8
60-90 cm	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	18,5	20,1	20,2	20,0	21,0	20,9	20,8	19,4	19,7	20,1

Tab. 30A: Nitratgehalte nach Sojabohnen im Boden September 2000 - April 2001, Buggingen und Müllheim

	28.09.2000	06.10.2000	19.10.2000	02.11.2000	16.11.2000	30.11.2000	14.12.2000	28.12.2000	11.01.2001	25.01.2001	08.02.2001	22.02.2001	14.03.2001	27.03.2001	05.04.2001	20.04.2001
RUH																
0-30 cm		18	7	16	10	6	10	10	4	7	13	9	3	3	4	9
30-60 cm		14	15	19	13	11	14	20	13	14	15	10	6	5	5	9
60-90 cm		8	13	13	13	15	17	20	19	15	14	14	14	8	9	9
0-90 cm		40	35	48	36	32	41	50	36	36	42	33	23	16	18	27
RUW																
0-30 cm		20	13	23	16	15	12	17	10	12	6	12	4	3	7	10
30-60 cm		18	24	22	24	18	20	24	23	19	15	16	12	7	10	13
60-90 cm		13	16	16	17	21	24	24	24	20	22	20	15	12	13	16
0-90 cm		51	53	61	57	54	56	65	57	51	43	48	31	22	30	39
WMW																
0-30 cm	14	26	25	42	33	21	20	22	14	15	17	13	5	3	3	2
30-60 cm	11	32	34	47	46	40	38	40	27	29	22	21	6	3	3	1
60-90 cm	9	10	15	20	25	22	30	27	30	27	28	3	9	8	4	<1
0-90 cm	34	68	74	109	104	83	88	89	71	71	67	37	20	14	10	3
GAS																
0-30 cm		11	8	14	12	6	6	4	4	5	3	21	1	1	<1	<1
30-60 cm		9	16	16	17	13	14	13	9	9	7	11	1	<1	<1	<1
60-90 cm		4	13	7	12	11	13	12	13	12	10	4	2	1	0	<1
0-90 cm		24	37	37	41	30	33	29	26	26	20	36	4	2	<1	1
GAN																
0-30 cm		11	9	16	12	9	8	5	3	10	5	1	1	<1	<1	<1
30-60 cm		9	12	10	22	19	15	12	9	9	6	2	1	1	<1	<1
60-90 cm		5	7	8	12	14	15	13	14	10	11	8	1	<1	<1	<1
0-90 cm		25	28	34	46	42	38	30	26	29	22	11	3	1	1	1
WMWS																
0-30 cm	14	26	25	20	18	15	16	9	7	11	9	7	2	1	2	<1
30-60 cm	11	32	34	28	26	22	22	26	22	12	16	14	5	1	1	<1
60-90 cm	9	10	15	17	18	16	22	18	20	25	16	15	7	2	<1	<1

Tab. 31A: Wassergehalte (Gewichtsprozent) der N_{min}-Proben Oktober 2000 - April 2001, Buggingen und Müllheim

	28.09.2000	06.10.2000	19.10.2000	02.11.2000	16.11.2000	30.11.2000	14.12.2000	28.12.2000	11.01.2001	25.01.2001	08.02.2001	22.02.2001	14.03.2001	27.03.2001	11.04.2001	24.04.2001
RUH																
0-30 cm		18	19	17	21	21	20	20	21	20	21	19	21	20	19	20
30-60 cm		15	15	15	18	18	16	16	17	17	18	16	17	17	17	17
60-90 cm		14	15	14	16	17	14	16	15	15	17	14	17	15	16	15
RUW																
0-30 cm		20	20	17	22	22	20	20	21	19	23	20	22	22	21	22
30-60 cm		15	17	14	19	19	16	16	17	18	19	18	18	20	17	16
60-90 cm		13	17	15	19	17	15	16	17	17	18	17	17	17	17	20
WMW																
0-30 cm	28	32	33	29	36	37	33	37	37	34	38	34	37	37	36	36
30-60 cm	21	30	28	26	32	32	29	30	32	31	32	31	33	32	31	30
60-90 cm	20	21	21	21	23	23	22	21	23	23	23	22	23	23	22	23
GAS																
0-30 cm		30	22	21	24	24	22	24	24	22	24	23	24	24	24	23
30-60 cm		19	20	20	22	22	21	21	21	22	22	21	22	22	25	22
60-90 cm		15	19	19	22	22	22	21	22	22	23	21	23	22	22	21
GAN																
0-30 cm		21	22	20	24	24	22	23	24	23	25	23	29	24	24	23
30-60 cm		18	20	19	22	22	21	21	22	21	23	21	23	22	21	21
60-90 cm		14	17	17	21	21	20	21	21	21	22	21	21	22	21	23
WMWS																
0-30 cm				28	33	34	32	33	34	31	25	32	33	34	33	34
30-60 cm				33	27	26	27	26	26	28	23	26	27	28	28	26
60-90 cm				20	22	22	21	21	21	21	22	22	22	21	22	21

Aktivitäten im Rahmen der Koordination des Projektes 1.2.2 sowie Öffentlichkeitsarbeit:

Neben den zahlreichen Telefonaten und dem umfangreichen Gedanken- und Datenaustausch via eMail fanden die im folgenden aufgelisteten persönlichen Begegnungen und Besprechungen der Projektbeteiligten statt:

1999

Datum	Ort	Thema	Teilnehmer
19.11.	D-Forchheim, (LSZ)	Besprechung und Besichtigung Mastversuch	Angelbauer, Nawrath
02.12.	D-Müllheim (IfUL)	Besprechung	Hebeisen, Mediavilla, Nawrath
09.12.	Kappel-Grafenhausen	Bericht über Projektarbeit	Mitgliederversammlung des Deutschen Sojaförderings e.V.
16.12.	F-Colmar (ITADA)	Besichtigung	Vetter, Recknagel, alle Projektbetreuer
17.12.	D-Müllheim (IfUL)	Besprechung	Vetter, Recknagel, Nawrath, Hebeisen, Mediavilla, Römer, Graf, Angelbauer

2000

Datum	Ort	Thema	Teilnehmer
22.02.	D-Müllheim (IfUL)	Besprechung Planung Lupinenversuche	Recknagel, Nawrath, Mediavilla, Böhler, Römer
09.03.	D-Forchheim, (LSZ)	Besprechung und Besichtigung Mastversuch	Angelbauer, Nawrath
13.03.	Freiburg, Fa. Life Food	Besprechung, Besichtigung Labortofurei	Graf, Hauck, Nawrath
12.04.	F-Colmar (ITADA)	Besprechung	Recknagel, Clinkspoor, Weissbart, Schmidt, Simonin, Jenn, Nawrath
17.05.	D-Müllheim (IfUL)	Besprechung wg. kanadischer Sojasorten	Beekman (Prograin), Nawrath
18.05.	Freiburg, Fa. Life Food	Besprechung wg. kanadischer Sojasorten	Graf, Beekman, Nawrath
23.05.	D-Umkirch (Dachswanger Mühle)	Feldtag; Gerätevorführung mechanische Unkrautbekämpfung	badische u. elsässische Bio-Landwirte, Weissbart, Miersch, Groschupp, Nawrath
14.06.	F-Colmar (ITADA)	Besprechung	Recknagel, Clinkspoor, Weissbart, Schmidt, Simonin, Jenn, Nawrath
06.07.	D-Rastatt (SWS), Forchheim (LSZ),	Besichtigung der Lupinenversuche; Präsentation der bisherigen Ergebnisse aus dem Fütterungsversuch und Besichtigung der LSZ	Römer, Geier, Hauck, Mediavilla, Recknagel, Nawrath
11.07.	Versuchsfeld Linx u. andere Sojastandorte in Baden	Exkursion des Deutschen Sojaförderings	Mitglieder, Recknagel, Nawrath
01.08.	F-Colmar (ITADA)	Besprechung	Recknagel, Clinkspoor, Weissbart, Schmidt, Simonin, Jenn, Nawrath
02.08.	CH-Möhlin, D-Müllheim (IfUL), D-	Besprechung und Besichtigung Tofurei, Versuchsbe-	Recknagel, Mediavilla, Hebeisen, Heck, Hauck,

Datum	Ort	Thema	Teilnehmer
	Freiburg (Life Food)	sichtigung Soja und Lupinen	Nawrath
18.09.	D-March-Buchheim, Auggen	Besichtigung Sojabestand auf Bio-Betrieb; Versuchsernte	Schill; Hansmann, Nawrath
22.09.	F-Colmar (ITADA)	Besprechung	Clinkspoor, Recknagel, Weissbart, Schmidt, Simonin, Jenn, Nawrath
26.09.	D-Aulendorf	Zwischenberichterstattung Techn. Komitee ITADA	Techn. Komitee, alle Projektbetreuer
15.11.	D-Umkirch (Dachswanger Mühle)	Versammlung, Treffen Bio-land-Gruppe	Groschupp, Heitz, Nawrath
28.11.	D-Freiburg Fa. Life Food	Versuchsmethodik Labor-tofurei	Walz, Hauck, Nawrath
05.12.	D-Freiburg Fa. Life Food	Anbaubesprechung Sojaproduzenten	Bio-Bauern, Fa. Life Food, Nawrath
12.12.	D-Bad Krozingen ITADA-Forum	Tagung	Nawrath (Teilnahme)
19.12.	D-Rheinau-Freistett	Bericht über Projektarbeit	Mitgliederversammlung des Deutschen Sojaförderrings e.V.

2001

Datum	Ort	Thema	Teilnehmer
07.02.	D-Emmendingen-Hochburg	Jahresmitgliederversammlung Beratungsring	Berater, Bio-Landwirte, Nawrath
06.03.	F-Colmar (ITADA)	Besprechung	Clinkspoor, Recknagel, Weissbart, Simonin, Jenn, Nawrath
06.04.	CH-Zürich-Reckenholz	Tagung: „Neue Erkenntnisse zu Stickstoffflüssen im Ackerbau“ Besprechung mit Projektpartner	Hebeisen, Nawrath (Teilnahme)
08.06.	D-Rastatt, SWS	Besprechung und Besichtigung Lupinenversuche	Römer, Frick, Nawrath
14.06.	CH-Sissach, ITADA-Forum	Tagung	Nawrath (Teilnahme)
27.06.	D-Müllheim	Feldtag, Besichtigung der Bioland-Flächen und Feldversuche	Bio-Landwirte, Becker, Weissbart, Nawrath
10.07.	F-Colmar (ITADA), F-Rouffach, D-Müllheim, CH-Möhlín	Besprechung und Besichtigung Feldversuche	Clinkspoor, Recknagel, Weissbart, Simonin, Jenn, Frick, Nawrath
12.07.	Bayern	Lehrfahrt Sojaförderring: Besichtigung von Sojaschlägen in Bayern	Mitglieder, Recknagel, Nawrath
31.08.	D-Buggingen, Müllheim, Auggen	Besichtigung von Sojaflächen mit belgischen Bio-Landwirten	Bio-Landwirte, Ruesch, Nawrath
25.09.	F-Colmar (INRA)	Sitzung Techn. Komitee, Präsentation der Ergebnisse	Clinkspoor, Recknagel, Nawrath, weitere Projektbetreuer
12.12.	Kappel-Grafenhausen	Bericht über Projektarbeit	Mitgliederversammlung des Deutschen Sojaförderrings e.V.