

M. Wink (Hrsg.)

Lupinen 2001
Ergebnisse aus Forschung, Anbau und
Verwertung



2002

M. Wink (Hrsg.)

Lupinen 2001
Ergebnisse aus Forschung, Anbau und
Verwertung

2002

Herausgeber:

Prof. Dr. Michael Wink
Institut für Pharmazie und Molekulare Biotechnologie
Universität Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 364
69120 Heidelberg

Fax: 06221-544884

E-mail: wink@uni-hd.de

ISBN 3-934502-03-2

©Romneya-Verlag Dr. Coralie Wink, Dossenheim 2002
Redaktion: M. Wink
Druck: Baier Copierservice GmbH, Heidelberg

VORWORT

Die Heidelberger Lupinentagungen haben bereits eine 10-jährige Tradition. Im regelmäßigen Abstand von 2 bis 3 Jahren treffen sich die Wissenschaftler und Praktiker, die mit und über Lupinen arbeiten, in Heidelberg, um die Ergebnisse ihrer Arbeiten und Entwicklungen zu referieren und zu diskutieren.

Die 1. Heidelberger Lupinentagung fand 1990, die 2. Tagung 1991 statt (*M. Wink (1992): Lupinen 1991-Forschung, Anbau und Verwertung*). Das Ergebnis der 3. Lupinentagung 1994 wurde 1995 publiziert: *M. Wink (1995): Fortschritte in der Lupinenforschung und im Lupinenanbau*. *Lupinen in Forschung und Praxis* ist die Dokumentation der 4. Heidelberger Lupinentagung, die im November 1997 stattfand. Bedingt durch die 9th International Lupin Conference im Juni 1999 in Kling (Müritz), die von der Gesellschaft zur Förderung der Lupine (GFL) ausgerichtet wurde,¹ erfolgte die 5. Heidelberger Lupinentagung etwas zeitlich versetzt im November 2001. Die Ergebnisse dieser Tagung sind im vorliegenden Tagungsband zusammengestellt.

Frau I. Hoess möchten wir für die organisatorische Hilfe bei der Ausrichtung der Tagung und dem IWF für die freundliche Aufnahme und Gastfreundschaft danken.

Heidelberg, den 15.07.2002

Michael Wink

¹ Lupin - An Ancient Crop for the New Millenium. E. van Santen, M. Wink, S. Weissmann, and P. Römer (Hrsg.), ILA, Canterbury 2000

Autorenverzeichnis

Autor	Seite
R. Albrecht	60-82
A. Berk	115-121
C. Bommes	108-111
B. Dittmann	83-88
T. Eckardt	89-100
F. Haag	101-107
H. Kreye	112-114
W. Lühe	60-82
W. Merbach	5-11
C. Richter	115-121
P. Römer	31-43
U. Schmiechen	44-59
J. Schulze	5-11
E. Weissmann	122-127
S. Weissmann	122-127
M. Wink	12-30

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	1
Autorenverzeichnis	2
INHALTSVERZEICHNIS	3
Physiologische Anpassungsmechanismen des N ₂ -Fixierungsapparates von Weißlupinen an P-Mangel	5
Joachim Schulze ¹ , Carroll P. Vance ² und Wolfgang Merbach ¹	5
Zusammenfassung	5
Abstract	5
1. Einleitung	6
2. Material und Methoden	7
3. Ergebnisse	7
4. Schlussfolgerungen	10
5. Literatur	10
Evolution der Sekundärstoffe bei Leguminosen, insbesondere bei Lupinen	12
Michael Wink	12
Zusammenfassung	12
Abstract	12
1. Einleitung	13
2. Vorkommen und Funktion von Sekundärstoffen bei Leguminosen	14
3. Evolution der Sekundärstoffe bei den Leguminosen	19
Dank	27
4. Literatur	27
Anthracoze (<i>Colletotrichum sp.</i>): Möglichkeiten der Bekämpfung im ökologischen Landbau	31
Peter Römer	31
1. Saatgutüberlagerungsversuch	32
2. Ökologischer Beiz- und Fungizidversuch	35
3. Literatur	43
Die Auswirkungen des Auftretens von Anthracnose im Vermehrungsanbau der Lupinen und Ergebnisse bei der Feldanerkennung im Jahr 2001	44
U. Schmiechen	44
1. Leguminosenanbau in Deutschland	44
2. Lupinenanbau	45
3. Schlussfolgerungen	58
Ergebnisse von Landessortenversuchen mit Lupinen in den Jahren 2000 und 2001	60
Reinhard Albrecht und Winfried Lühe	60
Zusammenfassung	60
Abstract	60
1. Anbaufläche von Lupinen in Deutschland	61
2. Standorte der Landessortenversuche	62
3. Versuchsergebnisse zur Blauen (Schmalblättrigen) Lupine	64
4. Versuchsergebnisse zur Weißen Lupine	74
5. Versuchsergebnisse zur Gelben Lupine	79
6. Beobachtungen zum Krankheitsbefall der Lupinenarten	81
7. Literatur	82
Einfluss von Sorte und Bestandesdichte in Blauen Lupinen auf den Ertrag und die Wirtschaftlichkeit	83
Bärbel Dittmann	83
Zusammenfassung	83
1. Einleitung	83
2. Material und Methoden	84
3. Ergebnisse	84
4. Schlussfolgerungen	86
Der Einfluss von Wuchstyp, Saatzeitpunkt und Saatstärke auf den Kornertrag von Blauen Süßlupinen (<i>Lupinus angustifolius</i>)	89
Thomas Eckardt, Franz Haag und Regine Dieterich	89
Zusammenfassung	89
1. Einleitung	89
2. Material und Methoden	90
3. Ergebnisse	92
4. Diskussion und Schlussfolgerungen	96

5. Literatur	99
10 Jahre Züchtung Blauer Süßlupinen in der Saatzucht Steinach	101
Station Bornhof	101
Franz Haag	101
1. Grundlage und Ergebnisse	101
2. Voraussetzungen und Wege für eine erfolgreiche Züchtungsarbeit	104
Von Null auf 100 – Erfahrungen nach einem Jahr Lupinenanbau im Elbe-Weser-Dreieck	108
Christoph Bommers	108
1. Der Anlass: Fruchtfolgeprobleme	108
2. Vom Osten lernen	108
3. Schwieriger Start	108
3.1. Anbauprofil:	109
4. Ernte gut, alles gut	110
5. Ausblick: Wie wird es weitergehen	110
Auswirkungen der Indikationszulassung auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in Lupine	112
H. Kreye	112
1. Einleitung	112
Untersuchungen zum Einfluss unterschiedlich hoher Süßlupinengehalte (<i>L. angustifolius</i>) im Futter auf die Aufzuchtleistung von Ferkeln	115
Ch. Richter und A. Berk	115
Zusammenfassung	115
1. Problemstellung	115
2. Versuchsdesign	117
2.1. Futtermittel	117
3. Ergebnisse	118
4. Literatur	121
Allergenität von Lupinenprodukten	122
Elmar Weissmann und Sigrid Weissmann	122
Eine Literaturübersicht	122
1. Was ist eine Allergie?	122
2. Mögliche Allergene aus Lupine	123
3. Symptome einer Lupinenallergie	124
Symptom	124
4. Vorkommen einer Lupinenallergie	125
5. Verträglichkeit lupinenhaltiger Nahrung	126
6. Zusammenfassung und Schlussfolgerung	126
7. Literatur	126

Physiologische Anpassungsmechanismen des N₂-Fixierungsapparates von Weißlupinen an P-Mangel

Joachim Schulze¹, Carroll P. Vance² und Wolfgang Merbach¹

Institut für Bodenkunde und Pflanzenernährung, Professur für Physiologie und Ernährung der Kulturpflanzen, der Landwirtschaftliche Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Adam-Kuckhoff Str. 17b, D-06108 Halle/Saale, Deutschland

USDA-ARS Plant Science Research Unit, University of Minnesota, Department of Agronomy and Plant Genetics, 1991 Upper Buford Circle, St. Paul, MN 55108, USA

Zusammenfassung

Weißlupinen zeigten in Gefäßversuchen verschiedene physiologische Anpassungsmechanismen der N₂-Fixierung an P-Mangelbedingungen. Bei knappem P wurden mehr und kleinere Knöllchen, hauptsächlich in der Nähe von Proteoidwurzelzonen, also von Zonen hoher P-Aufnahme gebildet. In diese Knöllchen wurde relativ mehr des vorhandenen P verlagert als in Knöllchen von normal mit P-ernährten Pflanzen. Verstärkte O₂-Aufnahme und erhöhte Bildung von organischen Säuren in P-Mangelknöllchen führten zu erhöhten Atmungsraten, die wahrscheinlich eine Mehrfachnutzung des vorhandenen P erlauben. Die Fähigkeit zu P-effizienter N₂-Fixierung reiht sich in Anpassungsmechanismen der Weißen Lupine ein, die diese Pflanzen die zu einer Pionierpflanze machen.

Abstract

White lupin displayed various physiological mechanisms to adapt to P-deficiency in pot trials. Under conditions of scarce P supply, more and smaller nodules were formed, particularly on secondary roots in the vicinity of proteoid roots, i. e. in the vicinity of presumably high P uptake. P was preferentially partitioned into nodules of P deficient plants, when compared to the partitioning in sufficiently P supplied

plants. High O₂ uptake and increased organic acid formation in P-deficient nodules resulted in high respiration rates of these nodules presumably allowing scarce P to be more often recycled. The ability to fix nitrogen in a P-efficient way adds to several adaptive mechanisms which give white lupins the features of a "pioneer plant".

1. Einleitung

Weißer Lupinen (*Lupinus albus* L.) verfügen über verschiedene Anpassungsmechanismen an nährstoffarme Substrate. Neben der Fähigkeit zur symbiontischen N₂-Fixierung und somit der Möglichkeit, relativ unabhängig vom N-Gehalt des Substrates zu wachsen (Merbach, 1983), können Weißlupinen auch erhebliche Mengen an organischen Säuren durch die Wurzeln und hier besonders über sogenannte Proteoidwurzelzonen abscheiden (Dinkellaker et al., 1989; Skene, 2001). Diese Säureabscheidung führt zur aktiven Erschließung insbesondere von P, aber auch von verschiedenen Mikronährstoffen. Weißer Lupinen können daher als Pionierpflanzen bezeichnet werden, zumal die N₂-Fixierung auch zu einer Anreicherung des Substrates an N-reichen Wurzelrückständen führen kann.

Beim Vergleich der Wachstumsraten von Weißlupinen mit anderen Leguminosen unter Phosphormangelbedingungen und bei ausschließlicher N-Ernährung über symbiontische N₂-Fixierung ließ sich darüber hinaus zeigen, dass die N₂-Fixierung der Weißlupinen offenbar über besonders effiziente Anpassungsmechanismen an P-Mangelbedingungen verfügt. P spielt auf Grund des hohen Energieverbrauchs der N₂-Fixierung für den intensiven Ablauf dieses Prozesses eine wichtige Rolle. Im Vergleich mit Acker- und Phaseolusbohnen erreichten Weißer Lupinen im Sandkulturversuch mit gestaffelter P-Gabe und ausschließlicher N-Ernährung über N₂-Fixierung schon bei etwa 20% niedrigerer P-Versorgung ihren Maximalertrag und wesentlich höhere Wachstumsraten bei niedriger P-Versorgung (Schulze, unveröffentlicht).

Die vorliegende Arbeit versucht den physiologischen Mechanismen dieser besonderen Anpassungsfähigkeit der N₂-Fixierung von Weißer Lupinen an P-Mangel auf den Grund zu gehen.

2. Material und Methoden

Weißlupinen ("Ultra") wurden in Plaströhren unter kontrollierten Bedingungen auf groben Quarzsand (Ø 1 mm), wie in Gilbert et al. (2000) beschrieben, angezogen. Die Gefäße wurden täglich mit N-freier Nährlösung auf Durchlauf gegossen. Die Nährlösung war entweder P-frei oder enthielt 500 µmol P als Ca (H₂PO₄)₂. Drei Tage nach dem Auflaufen wurde jede Pflanze mit Inoculum (*Bradyrhizobium lupinus* WU 425 über eine Woche bei 28°C auf YEM angezogen) beimpft. 28 Tage nach dem Auflaufen wurden 6 Wiederholungen getrennt nach Spross, Wurzeln und Knöllchen geerntet. Nach Bestimmung der Trockenmasse wurde in diesen Pflanzenteilen jeweils der N- und P-Gehalt bestimmt (siehe Schulze et al., (1999) für N-Bestimmung und Drevon und Hartwig (1997) für die P-Bestimmung). An vier weiteren Wiederholungen wurde die N₂-Fixierungsaktivität durch Applikation eines ¹⁵N₂ (99 at% ¹⁵N_{exc})/O₂-Gemisches (80/20, v/v) zum Wurzelsystem oder Bestimmung der H₂-Freisetzungsraten der Knöllchen (Schulze et al., 1998) gemessen. Die Messung der O₂-Aufnahme der Knöllchen erfolgte in Anlehnung an Ribet und Drevon (1995). In den Knöllchen beider Varianten wurde die Aktivität von Phosphoenolpyruvatcarboxylase (PEPC) und Malatdehydrogenase (MDH) nach Egli et al. (1989) *in vitro* gemessen.

3. Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt, dass die Pflanzen bei gleicher Knöllchengesamtmasse in der P-Mangelvariante mehr und kleinere Knöllchen, hauptsächlich an Nebenwurzeln in der Nähe von Proteoidwurzelzonen bildeten.

Von dem relativ knappen P in der P-Mangelvariante wurde ein besonders hoher Anteil in die Knöllchen verlagert, wobei auch in der ausreichend mit P versorgten Variante in den Knöllchen die höchsten P-Konzentrationen zu finden waren (Tabelle 1).

Tabelle 1: Gesamt-P und P-Verteilung zwischen den Organen von Weißlupinen bei 0 oder 500 $\mu\text{mol P}$ in der Nährlösung. (*Signifikant verschieden, t-test $P=0,05$)

	0 $\mu\text{mol P}$	500 $\mu\text{mol P}$
Gesamt P in der Pflanze		
[mg/Pflanze]	1,98	5,51*
[100%]		
davon:		
Sproß [%]	62	75,2*
Wurzel [%]	33,5	24,3*
Knöllchen [%]	4,5	0,5*

Die gemessenen Stickstofffixierungsraten pro Einheit Knöllchen unterschieden sich zwischen den beiden Varianten nicht, was sich auch in vergleichbaren N-Mengen in den Pflanzenteilen widerspiegelt (Tabelle 2).

Tabelle 2: Gesamt-N und spezifische N_2 -Fixierungsaktivität von 28 Tage alten Weißlupinen bei 0 oder 500 $\mu\text{mol P}$ in der Nährlösung. Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten (t-test $P=0,05$).

	0 $\mu\text{mol P}$	500 $\mu\text{mol P}$
Gesamt N in der Pflanze		
[mg/Pflanze]	24,9	23,8
N_2 -Fixierung	149	153
[nmol H_2 /mg TM Knöllchen und h]		

Die P-Mangelpflanzen hatten erheblich höhere Atmungsraten (O_2 -Aufnahme), die durch verstärkte Säurebildung über PEPC und MDH-Aktivität (Abbildung 2) angetrieben wurde.

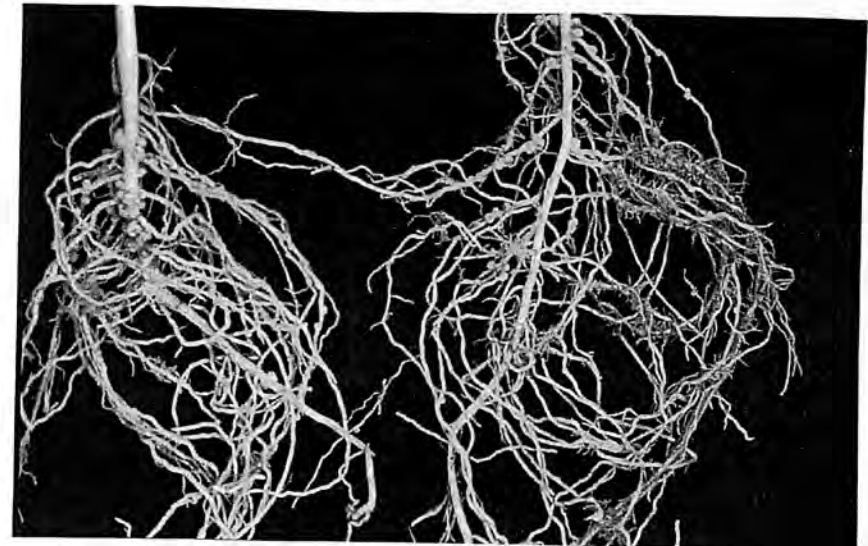


Abbildung 1: Knöllchenansatz von Weißlupinen nach 4-wöchiger Anzucht bei 0 (rechts) oder 500 $\mu\text{mol P}$ (links) in der Nährlösung.

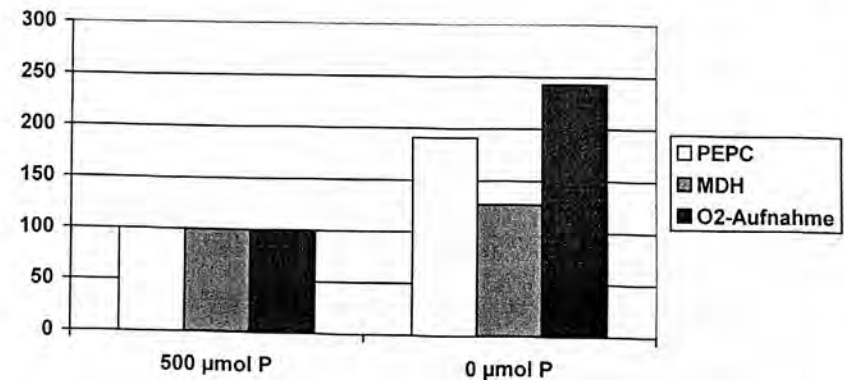


Abbildung 2: Sauerstoffaufnahme und Aktivität von Enzymen zur Malatbildung in Knöllchen von Weißlupinenpflanzen mit ausreichender (= 100%) oder Mangel-P-Ernährung.

4. Schlussfolgerungen

In den vorliegenden Versuchen konnten Weißlupinen hohe N₂-Fixierungsraten über einen Zeitraum von vier Wochen nach dem Auflaufen ausschließlich auf der Basis des Samens P aufrechterhalten. Dies war durch folgende physiologische Anpassungsmechanismen möglich:

1. Die Knöllchen wurden hauptsächlich an Nebenwurzel in der Nähe von Zonen wahrscheinlich hoher P-Aufnahme gebildet. Der knappe P wurde zusätzlich bevorzugt in Knöllchen verlagert.
2. P-Mangelknöllchen hatten wesentlich höher Sauerstoffaufnahmeleistungen, d. h. Atmungsraten, die durch die verstärkte Bildung von Malat im Knöllchen angetrieben wurden. Dadurch wurde der vorhandene P offensichtlich häufiger umgesetzt und eine relativ hohe Zellladung aufrechterhalten.

Die Fähigkeit zu besonders P-effizienter N₂-Fixierung reiht sich an die schon erwähnten Mechanismen der Anpassung an nährstoffarme Substrate bei Weißen Lupinen. Weiße Lupinen können daher als "low-input"-Modellkulturpflanze gelten.

5. Literatur:

- Dinkellaker, B., Römheld, V., and Marschner, H. (1989) Citric acid excretion and precipitation of calcium citrate in the rhizosphere of white lupin (*Lupinus albus* L.). *Plant, Cell and Environment* 12, 285-292.
- Drevon, J. J. and Hartwig, U. A. (1997) Phosphorus deficiency increases the argon-induced decline of nodule nitrogenase activity in soybean and alfalfa. *Planta* 201, 463-469.
- Egli, M. A., Griffith, S. M., Miller, S. S., Anderson, M. P., and Vance, C. P. (1989) Nitrogen assimilating enzyme activities and enzyme protein during development and senescence of effective and plant gene-controlled ineffective alfalfa nodules. *Plant Physiology* 91, 898-904.
- Gilbert, G. A., Knight, D., Vance, C. P., and Allan, D. L. (2000) Proteoid root development of phosphorus deficient lupin is mimicked by auxin and phosphonate. *Annals of Botany* 85, 921-928.
- Merbach, W. (1983) Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Ertragsbildung von Weiß- und Gelblupinen. *Saat- und Pflanzgut* 24, 171-172.
- Ribet, J. and Drevon, J. J. (1995) Increase in permeability to oxygen and in oxygen uptake of soybean nodules under limiting phosphorus nutrition. *Physiologia Plantarum* 94, 298-304.

- Schulze, J., Adgo, E., and Merbach, W. (1999) Carbon costs associated with N₂ fixation in *Vicia faba* L. and *Pisum sativum* L. over a 14-day period. *Plant Biology* 1, 625-631.
- Schulze, J., Shi, L., Blumenthal, J., Samac, D. A., Gantt, J. S., and Vance, C. P. (1998) Inhibition of alfalfa root nodule phosphoenolpyruvate carboxylase through an antisense strategy impacts nitrogen fixation and plant growth. *Phytochemistry* 49, 341-346.
- Skene, K. R. (2001) Cluster roots: model experimental tools for key biological problems. *Journal of Experimental Botany* 52, 479-485.

Evolution der Sekundärstoffe bei Leguminosen, insbesondere bei Lupinen

Michael Wink

Universität Heidelberg, Institut für Pharmazeutische Biologie
Im Neuenheimer Feld 364, 69120 Heidelberg
e-mail: wink@uni-hd.de

Zusammenfassung

Das Vorkommen und die Funktion pflanzlicher Sekundärstoffe in Leguminosen, unter besonderer Berücksichtigung der Lupinen und Lupinenalkaloide wird kurz dargestellt und diskutiert. Anhand einer molekularen Phylogenie der Leguminosen, die über DNA-Sequenzen des *rbcl*-Gens ermittelt wurde, wird das Vorkommen wichtiger Sekundärstoffe kartiert. Das Vorkommen von Sekundärstoffen wird offenbar durch die Phylogenie prädisponiert. Das Sekundärstoffprofil hängt jedoch in seiner artspezifischen Ausprägung zusätzlich von den jeweiligen Verteidigungsstrategien einer Pflanze ab; d.h. durch differenzielle Genregulation kann ein diverses Muster selbst bei nahverwandten Arten hervorgerufen werden.

Abstract

Distribution and function of plant secondary metabolites in legumes, with special emphasis on quinolizidine alkaloids and lupins, are described and discussed. Using a molecular phylogeny of legumes as a framework (based on DNA sequences of the *rbcl* gene) the distribution of main secondary metabolites is mapped. Their occurrence appears to be predisposed by phylogeny but the actual expression of a defence trait is governed by differential gene expression. Therefore, even closely related species often differ in their patterns of secondary metabolites.

Key words: Secondary metabolites, defence strategies, molecular phylogeny,

1. Einleitung

Ein auffälliges Merkmal der Pflanzen ist die Produktion meist niedermolekularer Substanzen, den sogenannten Sekundärstoffen. Die Sekundärstoffe treten in einer auffällig hohen Diversität und Mannigfaltigkeit auf, wobei ihre Verteilung häufig typisch für bestimmte Pflanzengruppen ist. Abb. 1 gibt eine Übersicht über die Anzahl und wichtigsten Sekundärstoffgruppen des Pflanzenreiches.

Die Zahl der bislang nachgewiesenen Sekundärstoffe liegt bei vermutlich über 80000 Substanzen. Bedenkt man, dass vermutlich weniger als 15-20% der über 400000 Pflanzenarten phytochemisch untersucht wurden, so dürfte die reale Zahl an Sekundärstoffen noch deutlich höher liegen.

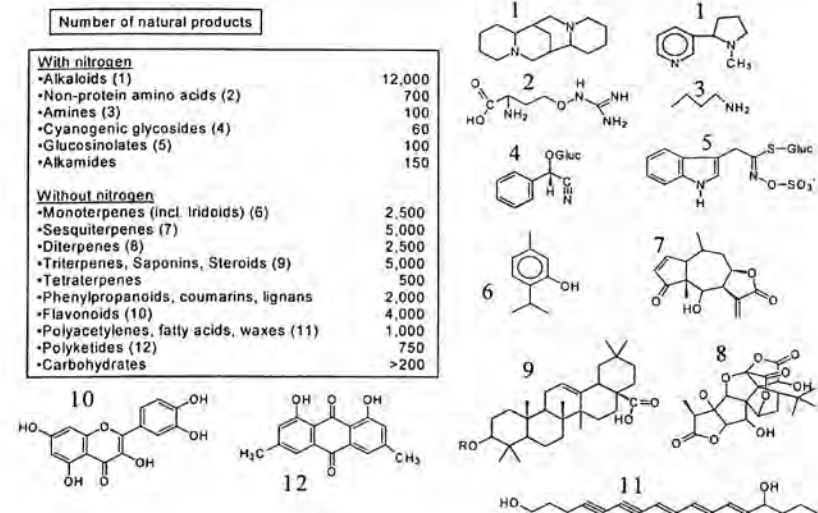


Abb.1. Übersicht über die Anzahl und typischen Strukturen pflanzlicher Sekundärstoffe

Lange Zeit hat man über die Frage diskutiert, wozu Pflanzen ihre Sekundärstoffe brauchen. Während zeitweise die Idee im Vordergrund stand, es handele sich bei den Sekundärstoffen um Abfallstoffe des pflanzlichen Stoffwechsels, so wissen wir heute, dass die Sekundärstoffe eine wichtige ökologische Funktion ausüben. Da Pflanzen einem Angriff von Pflanzenfressern oder von Mikroorganismen nicht durch

Flucht bzw. durch ein Immunsystem entgehen können, müssen sie andere Strategien entwickelt haben. Offenbar spielen Sekundärstoffe dabei eine besonders wichtige Rolle. Experimentell konnte gezeigt werden, dass viele Sekundärstoffe fraßabschreckend oder toxisch auf Tiere wirken; andere Sekundärstoffe zeigen eine hohe Wachstumshemmung bei Bakterien, Pilzen oder Viren. Demnach haben Sekundärstoffe eine wichtige Funktion in der Abwehr von Pflanzenfressern und von Mikroorganismen (Harborne, 1993; Wink 1988, 1993, 1999, 2000). Neben der Verteidigung nutzen Pflanzen Sekundärstoffe aber auch zur Anlockung von bestäubenden oder samenverbreitenden Tieren. Auch der UV-Schutz kann eine Funktion gewisser Sekundärstoffe (z.B. von Flavonoiden) sein.

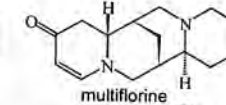
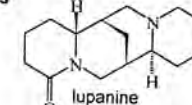
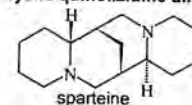
2. Vorkommen und Funktion von Sekundärstoffen bei Leguminosen

Die Leguminosen sind phytochemisch recht gut untersucht und eine typische Mannigfaltigkeit an Sekundärstoffen (Abb. 2) wurden in dieser Pflanzenfamilie entdeckt, u.a. Alkaloide, nicht-proteinogen Aminosäuren, Amine, Flavonoide, Isoflavonoide, Cumarine, Phenylpropanoide, Anthrachinone, Mono-, Di-, Sesqui- und Triterpene, cyanogene Glycoside, Proteaseinhibitoren und Lectine (Harborne et al., 1971; Polhill et al., 1981; Kinghorn and Balandrin, 1984; Stirton, 1987; Hegnauer and Hegnauer, 1994, 1996, 2001; Bisby et al., 1994; Southon, 1994; Wink, 1993a; Wink et al., 1995; Sprent and McKey, 1994).

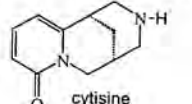
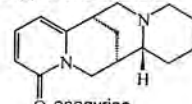
In meinem Arbeitskreis haben wir uns intensiv mit den Lupinenalkaloiden beschäftigt, insbesondere mit Fragen ihrer Analytik, Physiologie, Biochemie, Pharmakologie und Funktion.

Abb. 3 fasst wichtige Punkte der Alkaloidbildung und Speicherung zusammen. Lupinen- oder Chinolizidinalkaloide werden in den Chloroplasten der oberirdischen Pflanzenteile gebildet und über das Phloem in alle anderen Pflanzenteile transportiert. Gespeichert werden sie in den Vakuolen der Blatt- und Stengelepidermen, sowie in den Hülsen und Samen. Während der Keimung kommt es zu einem Abbau der Alkaloide, da deren Stickstoff zum Aufbau von Proteinen benötigt wird.

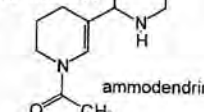
Tetracyclic quinolizidine alkaloids



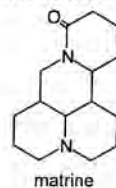
alpha-pyridone alkaloids



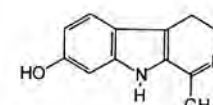
Dipiperidine alkaloids



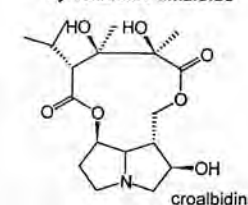
Matrine alkaloids



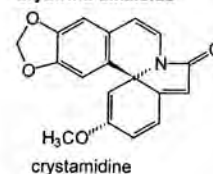
β-Carboline alkaloids



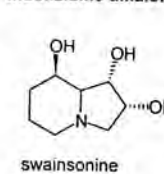
Pyrrolizidine alkaloids



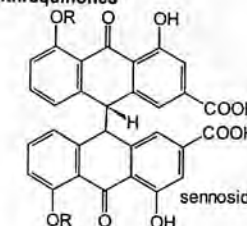
Erythrina-alkaloids



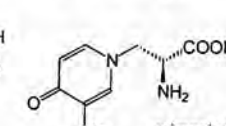
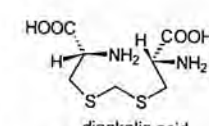
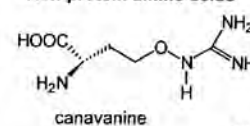
Indolizidine alkaloids



Anthraquinones



Non-protein amino acids



Isoflavonoids

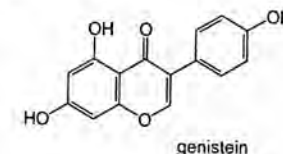
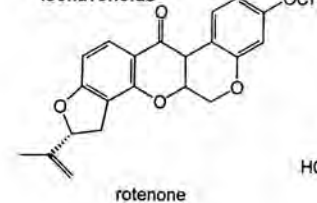


Abb. 2. Strukturen typischer Sekundärstoffe in Leguminosen

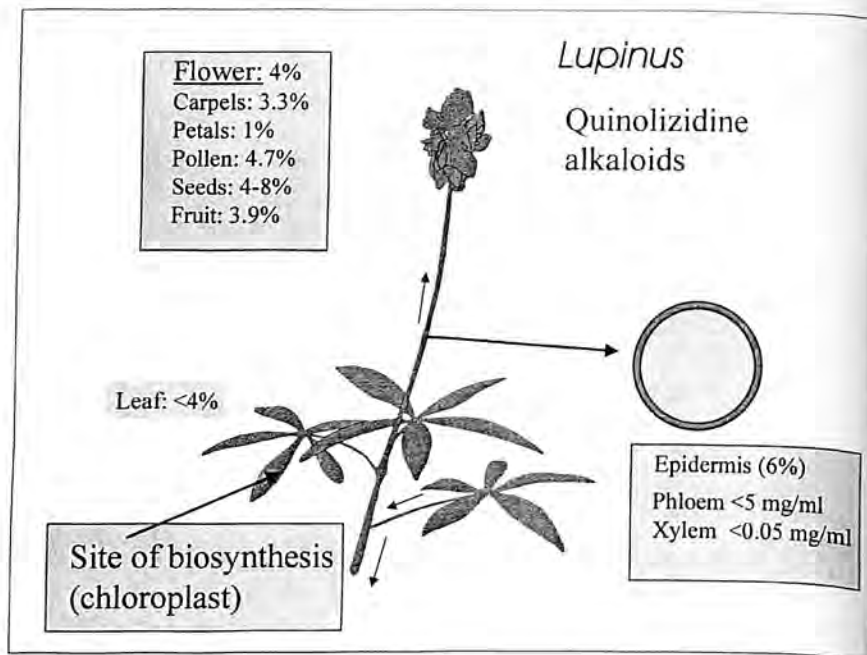


Abb. 3 Physiologie der Bildung, des Transportes und der Speicherung von Lupinenalkaloiden

Lupinenalkaloide zeigen eine breite Toxizität gegenüber Vertebraten und Evertrebraten, z.B. Insekten (Abb. 4). Zusätzlich weisen sie in höherer Dosierung auch klare antibakterielle, antifungale und antivirale Eigenschaften auf. Aufgrund der insektiziden Eigenschaften könnte man diese Alkaloide auch als natürliche Pflanzenschutzmittel einsetzen („Biorationale Pestizide“).

Auf zellulärer und molekularer Ebene lässt sich die breite Toxizität durch folgenden Mechanismen (Wink 1993, 2000; Wink et al., 1998) erklären:

- QA modulieren die Aktivität von nikotinergen und muscarinergen Acetylcholinrezeptoren (Abb. 5). Diese Targets sind zentral im Nervensystem und ihre Hemmung bzw. Überstimulierung führt zu schwerwiegenden Folgen, insbesondere zur Lähmung glatter und gestreifter Muskulatur. Tot bei Tieren tritt durch Atemlähmung und Herzlähmung ein.

Vertebrate toxicity (LD50)

	Sparteine (7a)	Lupanine (8b)	12-Tiglyl-Oxylupanine (5f)
(i.v., i.p.)	20-70 mg/kg	20-200 mg/kg	n.d.
(p.o.)	300-500 mg/kg	410-1464 mg/kg	n.d.

Insect toxicity (LD100)

	Sparteine (7a)	Lupanine (8b)	12-Tiglyl-Oxylupanine (5f)
Ceratitis	0.2%	0.07%	0.2%
Phaedon	1%	0.3%	0.2%
Plutella	1%	0.3%	0.2%
Dysdercus	0.9%	0.3%	0.2%

•Toxicity also found in worms, molluscs and other animals
•QA exhibit some
•antimicrobial
•antiviral
•phytotoxic properties

Abb. 4. Übersicht über die Toxizität von Lupinenalkaloiden

- QA hemmen die Aktivität von Natrium und von Kaliumkanälen in den Nervenzellen oder an den motorischen Endplatten. Diese Interaktion verstärkt die Wirkung an den Acetylcholinrezeptoren.
- In höherer Dosierung hemmen QA die Proteinbiosynthese und/oder stören die Permeabilität von Biomembranen. Diese Wechselwirkungen dürften für die beobachtete antimikrobielle Aktivität der QA verantwortlich sein.

Demnach gibt es eine plausible Erklärung für die beobachteten toxischen Effekte. Es ist naheliegend zu postulieren, dass die Chinolizidinalkaloide den Lupinen zur chemischen Abwehr von Fraßfeinden dienen. Gerade die Lupinen erlauben es, dieses Postulat experimentell zu testen.

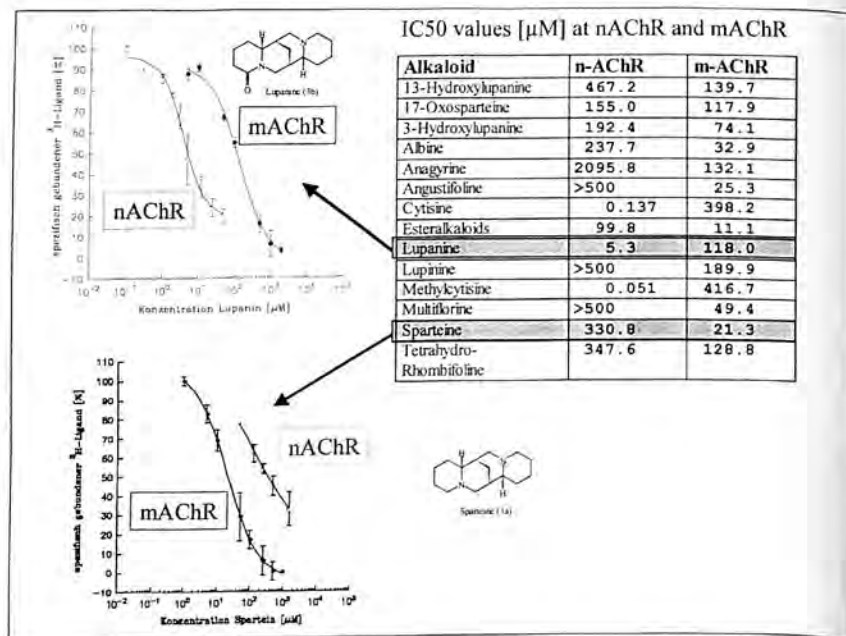


Abb. 5. Bindung von Lupinenalkaloiden an nikotinerge und muscarinerge Acetylcholinrezeptoren. Kleine Modifikationen am Alkaloidmolekül führen u.U. zu unterschiedlichem Bindungsverhalten; z.B. Lupanine bindet bevorzugt am nAChR während das strukturell ähnliche Spartein am mAChR bindet. Da QA als Gemische auftreten, werden letztendlich beide Rezeptoren, also nAChR und mAChR moduliert.

Jeder Lupinenzüchter hat bereits die Erfahrung gemacht, dass die alkaloidarmen Süßlupinen wesentlich häufiger von Blattläusen befallen werden oder von Kaninchen und Hasen gefressen werden. Wir konnten von einigen Jahren diesen Effekt in unserem Zuchtgarten und Gewächshäusern eindrucksvoll belegen (Abb. 6). Während die alkaloidreichen Wildlupinen von den Herbivoren gemieden werden, dienen die alkaloidarmen Süßlupinen als bevorzugte Nahrungsquelle. Da sich Bitter- und Süßlupinen phytochemisch nur durch ihre Alkaloide unterscheiden, darf man die Schutzfunktion als experimentell belegbar ansehen.

Überlegungen wurden angestellt, bessere Süßlupinen zu züchten, die zwar Alkaloide in ihren grünen Teilen bilden und speichern (und damit ihre natürlichen

Resistenzen bewahren) aber in den Samen, die ernährungsphysiologisch interessant sind, alkaloidarm bleiben.

Eine ähnliche Situation wie bei den Süßlupinen beobachtet man auch bei anderen Kulturpflanzen. Pflanzenzüchter haben ihre natürlichen Resistenz weggezüchtet, da die zugrunde liegenden Sekundärstoffe entweder störend oder giftig waren.

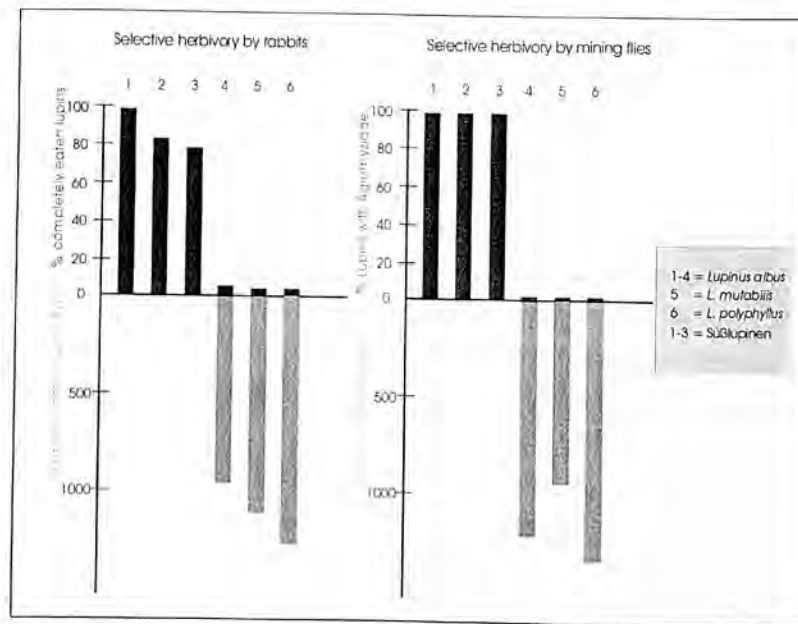


Abb. 6. Selektive Herbivorie von Süßlupinen durch Kaninchen oder Minierfliegenlarven

3. Evolution der Sekundärstoffe bei den Leguminosen

Wie bereits ausgeführt wurde in Leguminosen ein breites Spektrum an Sekundärstoffen nachgewiesen, wie z.B. Alkaloide (insbesondere Chinolizidin-, Pyrrolizidin-, Indolizidin-, Erythrina- und Indolalkaloide), nicht-proteinogenen Aminosäuren, Aminen, Flavonoide, Isoflavonoide, Cumarine, Phenylpropanoide, Anthrachinone, Mono-

Di-, Sesqui- und Triterpene, cyanogene Glycoside, Proteaseinhibitoren und Lectine. Vermutlich dienen die meisten dieser Substanzen als Abwehrstoffe gegen Fraßfeinde und/oder Mikroorganismen.

Die Familie der Leguminosen ist mit über 700 Gattungen und über 18000 Arten eine der größten Pflanzenfamilien. Es stellt sich die spannende Frage, wann und wo in der Phylogenie der Leguminosen die einzelnen Sekundärstoffgruppen entstanden und als Verteidigungsstrategie eingesetzt wurden. Diese Frage soll im Folgenden anhand eines molekularen Stammbaums der Leguminosen geprüft werden.

In Leguminosen, aber auch in anderen höheren Pflanzen (Chase et al. 1993), haben sich die DNA-Sequenzen der Chloroplastengene *rbcL*, *matk*, *trnL* etc. und der Kerngene ITS als wichtige Werkzeuge zur Rekonstruktion der Phylogenie auf Familien- und Gattungsebene erwiesen (Doyle, 1994, 1995; 1997a,b; Doyle and Doyle, 1993, Doyle et al., 1996, 2000; Sanderson and Liston, 1995; Käss and Wink, 1995, 1996; Barker et al., 2000; Bruneau et al., 2000, 2001; Crisp et al., 2000; Hu, 2000; Luckow et al., 2000; Pennington et al., 2000; Wojciechowski et al., 2000; Thompson et al., 2001; Pennington et al., 2001; Kajita et al., 2001).

In meinem Arbeitskreis wurden inzwischen die DNA-Sequenzen des *rbcL*-Gens von über 450 ermittelt (Käss and Wink, 1995, 1996, 1997a,b; Wink & Mohamed, 2002; M. Wink, E. Käss, F. Merino, nicht publiziert), über die wir eine verlässliche Phylogenie der Leguminosen erstellen können. Diese Phylogenie kann man nutzen, um die Verbreitung von Sekundärstoffen zu analysieren (Wink & Waterman, 1999; Wink & Mohamed, 2002).

In Abb. 7 wurde das Vorkommen von Chinolizidinalkaloiden kartiert. Diese Alkaloide sind auf die Unterfamilie Papilionoideae beschränkt und typisch für die „genistoid alliance“. Interessant ist der Tribus Crotalariae, der auf Vorfahren zurückgeht, die Chinolizidinalkaloide (QA) produzieren. In der Gattung *Crotalaria* kommen jedoch keine Chinolizidinalkaloide vor, statt dessen jedoch Pyrrolizidinalkaloide (PA). Offenbar sind bei *Crotalaria* die Gene der QA-Biosynthese abgeschaltet und dafür die PA-Gene angeschaltet.

Betrachtet man die verschiedenen Strukturtypen der Chinolizidinalkaloide, wie z.B. die tetrazyklischen Alkaloide vom Lupanintyp und die aromatischen alpha-Pyridonalkaloide (Abb. 8), so fällt ein Mosaikmuster auf. Bereits frühe Vertreter der

Papilionoideae produzieren die biogenetisch weiter entwickelten alpha-Pyridon-Alkaloide. In phylogenetisch späteren Gruppen, findet man die alpha-Pyridone jedoch nicht oder nur sporadisch. Bei den Lupinen sind die altweltlichen Arten frei von Anagyrin und anderen alpha-Pyridonalkaloiden. Jedoch weisen einige neuweltliche Lupinenarten diesen Alkaloidtyp auf. Theoretisch könnte dieses Mosaik durch einen ständigen Verlust bzw. Neuerwerb der zugehörigen Gene erklärt werden. Wesentlich wahrscheinlicher ist jedoch, dass die kompletten Biosynthesegene sehr früh in der Evolution entstanden. Das Mosaik kommt dann dadurch zustande, dass durch differentielle Genregulation, Teile der Biosynthesegene an- bzw. abgeschaltet werden können. Das Alkaloidprofil sagt demnach weniger über Verwandtschaft als über die jeweiligen Verteidigungsstrategien einer Pflanze aus.

In Abb. 9 ist das Vorkommen anderer Alkaloide kartiert. Insbesondere die Erythrina-, Indol- und Indolizidinalkaloide kommen nur in wenigen taxonomischen Gruppen vor.

In den Gruppen, die keine Alkaloide produzieren, findet man statt dessen nicht-proteinogene Aminosäuren als wichtigste Verteidigungssubstanz (Abb. 10). Ihr Vorkommen ist offenbar komplementär zu dem der Alkaloide. In den alkaloid-freien Taxa findet man auch solche mit cyanogenen Glycosiden, Protease Inhibitoren und Lektinen.

Von den Sekundärstoffen ohne Stickstoff im Molekül ist in Abb. 11 das Vorkommen von Isoflavonoiden kartiert. Diese Gruppe ist typisch für Vertreter der Unterfamilie Papilionoideae, unabhängig davon ob Alkaloide oder nicht-proteinogene Aminosäuren zusätzlich produziert werden. Eine ausführlichere Darstellung und Diskussion befindet sich in Wink & Waterman (1999) und Wink & Mohamed (2002).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Vorkommen von Sekundärstoffen offenbar durch die Phylogenie prädisponiert wird. Das Sekundärstoffprofil hängt jedoch in seiner artspezifischen Ausprägung zusätzlich von den jeweiligen Verteidigungsstrategien einer Pflanze ab; d.h. durch differenzielle Genregulation kann ein diverses Muster selbst bei nahverwandten Arten hervorgerufen werden.

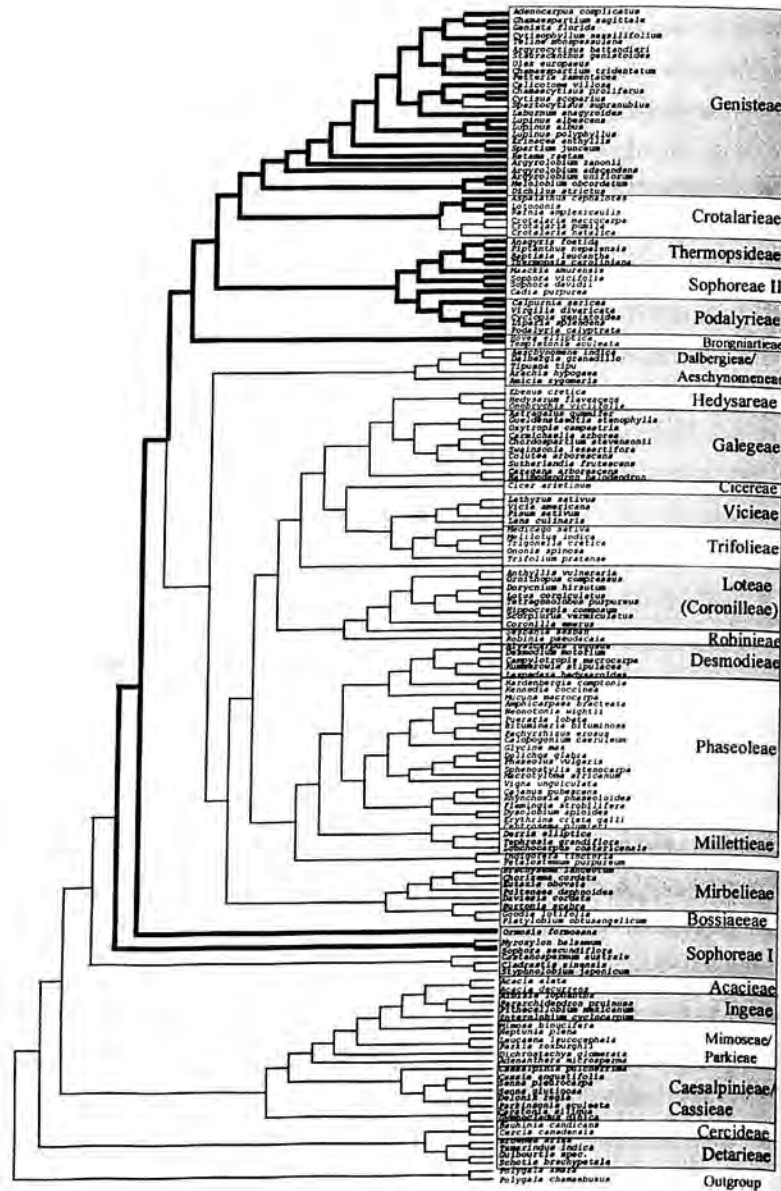


Abb. 7. Vorkommen von Chinolizidinalkaloiden in Leguminosae

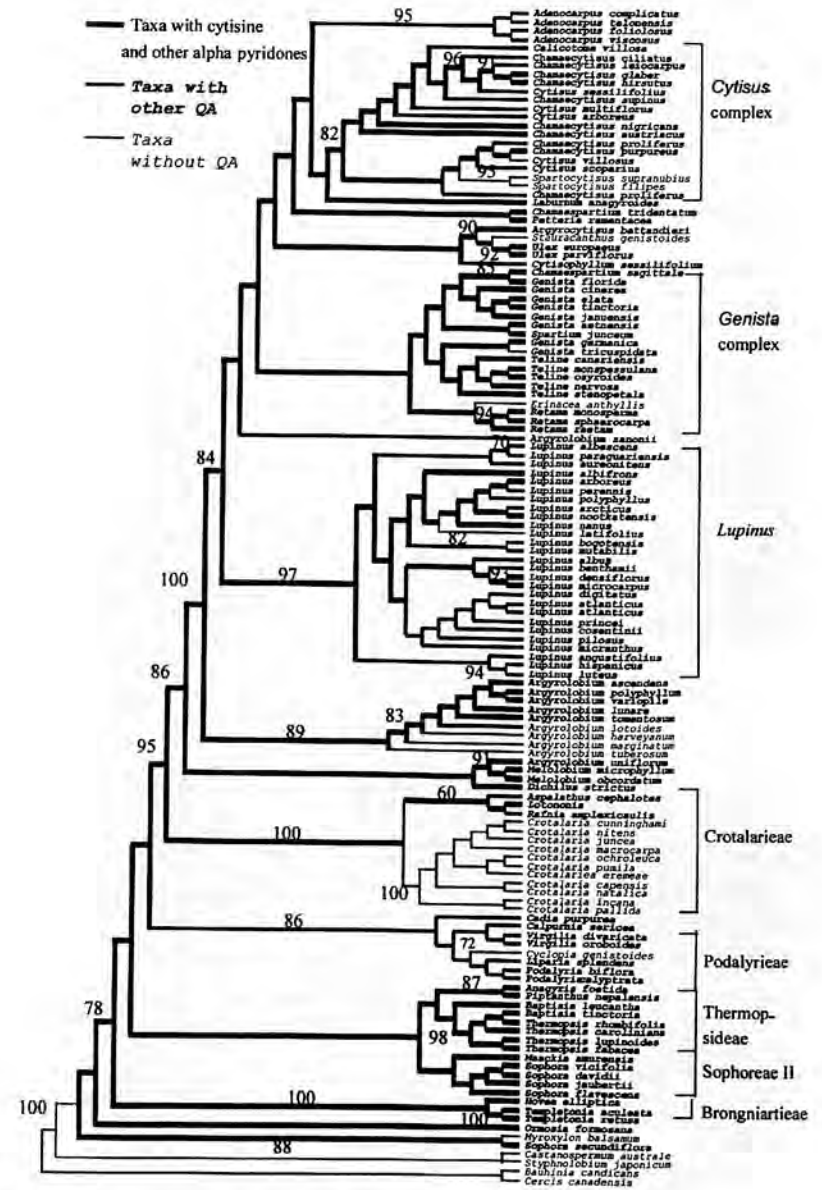


Abb. 8. Vorkommen von Chinolizidinalkaloiden in der „genistoid alliance“

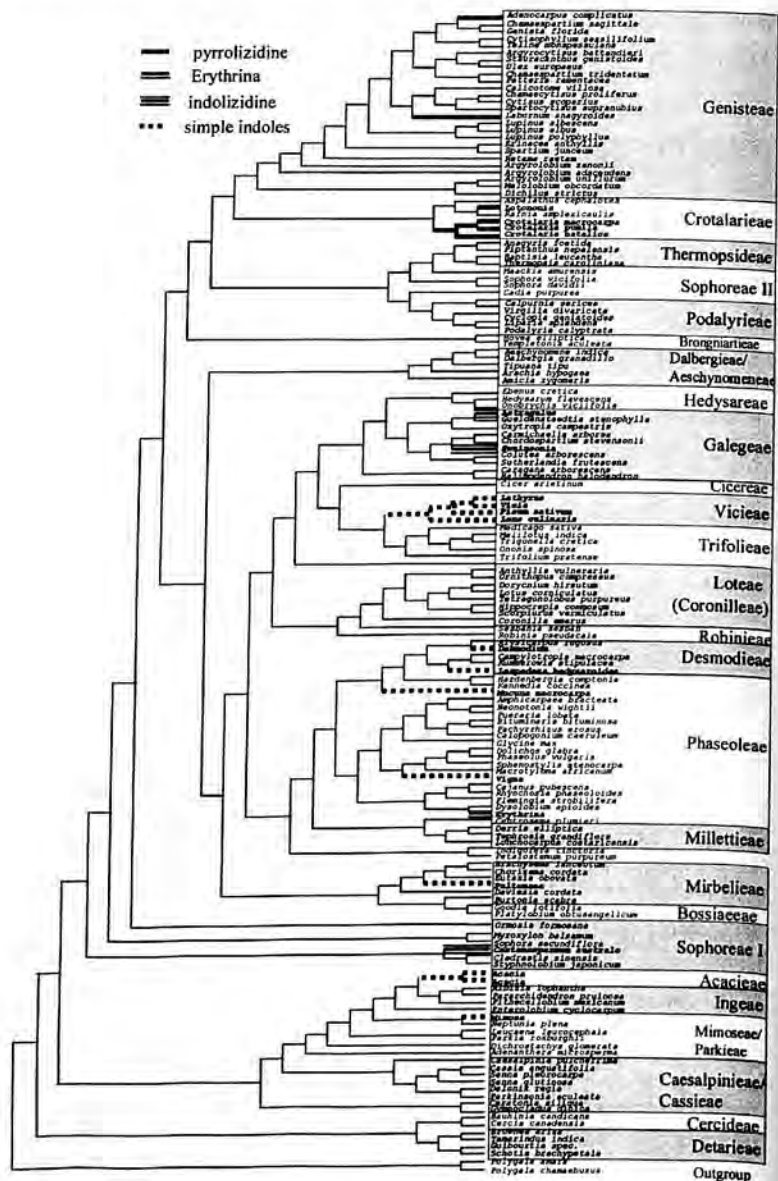


Abb. 9. Vorkommen andere Alkaloide in Leguminosen

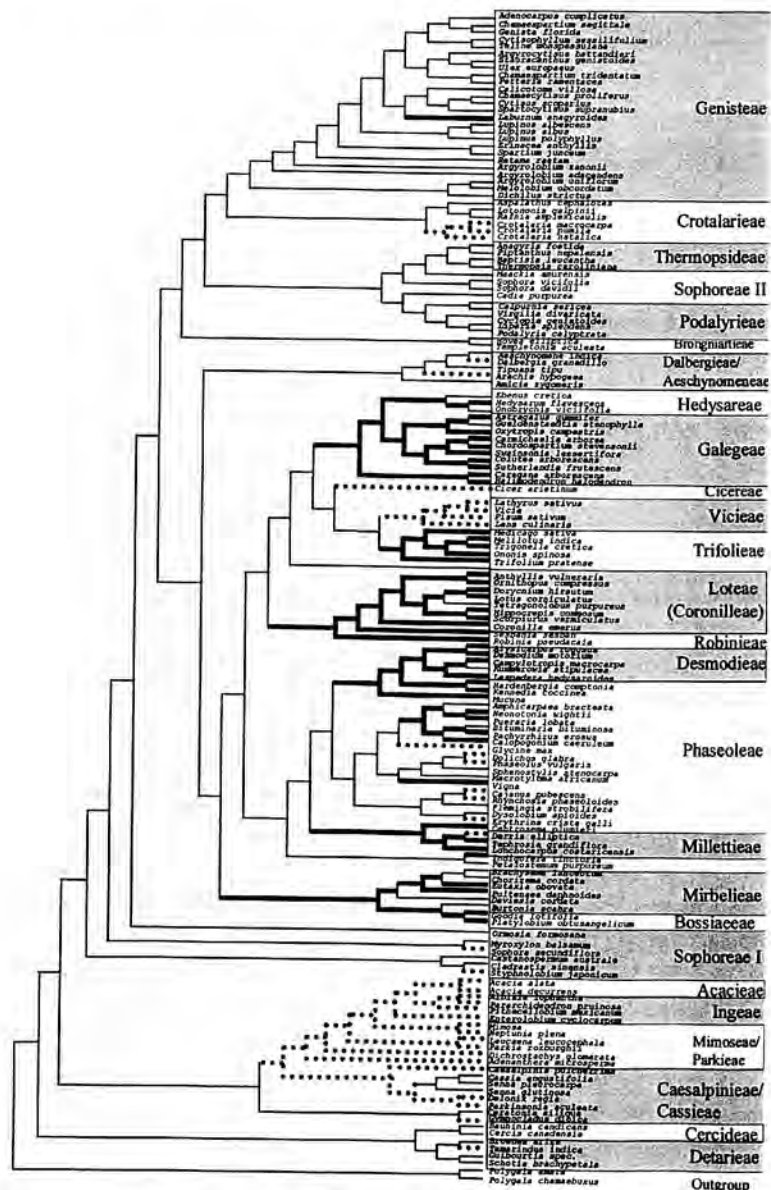


Abb. 10. Vorkommen von nicht-proteinogenen Aminosäuren in Leguminosen

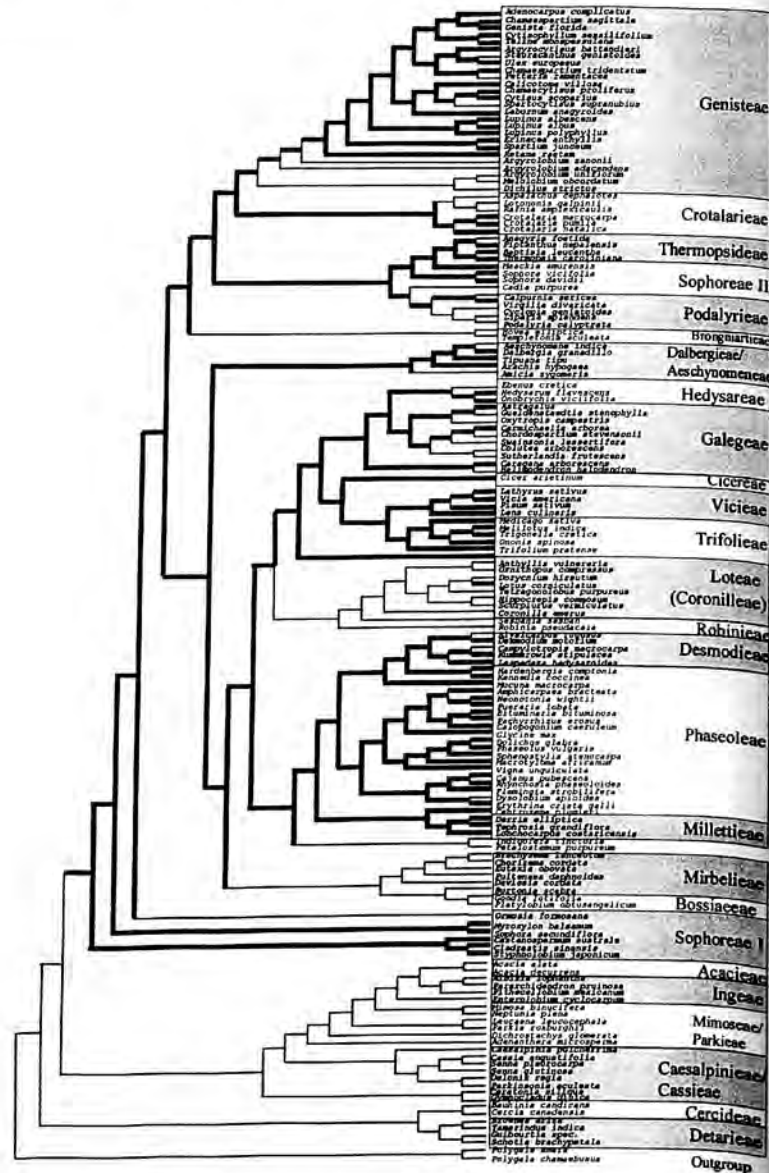


Abb. 11. Vorkommen von Isoflavonoiden in Leguminosen

Dank

Ein Teil der Arbeiten wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft finanziert. Ein besonderer Dank geht an B.-E. van Wyk, M. van der Bank, A. Planchuelo-Ravelo, C. Bermudez und diverse Botanische Gärten für Proben. Meinen Mitarbeitern E. Kaess, F. Merino, L. Witte, C. Meissner, A. Tei, J. Emmert und F. Sporer möchte ich für Zusammenarbeit danken.

4. Literatur

Barker, N.P., Schrire, B.D., Kim, J.-H., 2000. Generic relationships in the tribe Indigofereae (Leguminosae: Papilionoideae) based on sequence data and morphology. In: Herendeen, P.S., Bruneau, A. (Eds.). *Advances in Legume Systematics Part 9*, Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 311-337.

Bell, E.A., Lackey, J.A., Polhill, R.M., 1978. Systematic significance of canavanine in the Papilionoideae. *Biochem. Syst. Ecol.*, 6, 201-212.

Bisby F.A., Buckingham, J., Harborne, J.B., 1994. *Phytochemical dictionary of the Leguminosae*. Vol. 1 Plants and their constituents. Chapman and Hall, London.

Bruneau, A., Breteler, F.J., Wieringa, J.J., Gervais, G.Y.F. and Forest, F., 2000. Phylogenetic relationships in tribes Macrolobieae and Detarieae as inferred from chloroplast *trnL* intron sequences. In: Herendeen, P.S., Bruneau, A. (Eds.). *Advances in Legume Systematics Part 9*, Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 121-149.

Bruneau, A., Forest, F., Herendeen, P.S., Klitgaard, B.B., Lewis, G.P., 2001. Phylogenetic relationships in the Caesalpinoideae (Leguminosae) as inferred from chloroplast *trnL* intron sequences. *Syst. Bot.* 26, 487-514.

Chappil, J.J., 1995. Cladistic analysis of the Leguminosae: the development of an explicit hypothesis. In: Crisp, M.D., Doyle, J.J. (Eds.). *Advances in legume systematics, Part 7, Phylogeny*, Royal Botanical Gardens, Kew, pp. 1-10.

Chase, M.W., Soltis, D.E., Olmstead, R.G., Morgan, D., Les, D.H., Mishler, B.D. et al., 1993. Phylogenetics of seed plants: an analysis of nucleotide sequences from the plastid gene *rbcl*. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 80, 528-580.

Crisp, M.D., Weston P.H., 1987. Cladistics and legume systematics, with an analysis of the Bossiaeeae, Brongniartieae and Mirbelieae. In: Stirton C.H. (Ed.). *Advances in Legume Systematics Part 3*, Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 65-130.

Crisp, M.D., Gilmore, S., van Wyk, B., 2000. Molecular phylogeny of the genistoid tribes of papilionoid legumes. In: Herendeen, P.S., Bruneau, A. (Eds.). *Advances in Legume Systematics Part 9*, Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 249-276.

Doyle, J.J., 1993. DNA, phylogeny, and the flowering of plant systematics. *Bio Science* 43, 380-389.

Doyle, J.J., 1994. Phylogeny of the legume family: An approach to understanding the origins of nodulation. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 25, 325-349.

- Doyle, J.J., 1995. DNA data and legume phylogeny: A progress report. In: Crisp, M.D., Doyle, J.J., (Eds.) *Advances in legume systematics. Part 7: Phylogeny*. The Royal Botanical Gardens Kew, pp. 11-40.
- Doyle, J.J., Chappill, J.A., Bailey, D.C., Kajita, T., 2000. Towards a comprehensive phylogeny of legumes: evidence from *rbcl* sequences and non-molecular data. In: Herendeen, P.S., Bruneau, A. (Eds.). *Advances in Legume Systematics*, Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 1-20.
- Doyle, J.J., Doyle, J.-L., 1993. Chloroplast DNA phylogeny of the papilionoid legume tribe Phaseoleae. *Syst. Bot.* 18, 309-327.
- Doyle, J.J., Doyle, J.L., Ballenger, J.A., Palmer, J.D., 1996. The distribution and phylogenetic significance of a 50-kb chloroplast DNA inversion in the flowering plant family Leguminosae. *Mol. Phylogen. Evolution* 5, 429-438.
- Doyle, J.J., Doyle, J.L., Ballenger, J.A., Dickson, E.F., Kajita, T., Ohashi, H., 1997. A phylogeny of the chloroplast gene *rbcl* in the Leguminosae: Taxonomic correlations and insights into the evolution of nodulation. *American J. Botany* 84, 541-554.
- Harborne, J.B., 1993. *Introduction to Ecological Biochemistry*, 4th Edition. Academic Press, London.
- Harborne, J.B., Boullter, D., Turner, B.L., 1971. *Chemotaxonomy of the Leguminosae*. Academic Press, London.
- Hegnauer, R., Hegnauer, M., (1994). *Chemotaxonomie der Pflanzen. Leguminosae, part 1. Volume 11a*. Birkhäuser, Basle.
- Hegnauer, R., Hegnauer, M., (1996). *Chemotaxonomie der Pflanzen. Leguminosae, part 2. Volume 11b*. Birkhäuser, Basle.
- Hegnauer, R., Hegnauer, M., (2001). *Chemotaxonomie der Pflanzen. Leguminosae, part 3. Volume 11c*. Birkhäuser, Basle.
- Hu J.-M., 2000. Phylogenetic relationships of the tribe Millettieae and allies – the current status. In: Herendeen, P.S., Bruneau, A. (Eds.). *Advances in Legume Systematics Part 9*, Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 299-310.
- Käss, E., Wink, M., 1995. Molecular phylogeny of the Papilionoideae (family Leguminosae): *Rbcl* gene sequences versus chemical taxonomy. *Bot. Acta* 108, 149-62.
- Käss, E., Wink, M., 1996. Molecular evolution of the Leguminosae: Phylogeny of the three subfamilies based on *rbcl*-sequences. *Biochem. Syst. Ecology* 24, 365-378.
- Käss, E., Wink, M., 1997a. Phylogenetic relationships in the Papilionoideae (family Leguminosae) based on nucleotide sequences of cpDNA (*rbcl*) and ncDNA (ITS1 and 2). *Mol. Phylogen. Evolution* 8, 65-88.
- Käss, E., Wink, M., 1997b. Molecular Phylogeny and phylogeography of the genus *Lupinus* (family Leguminosae) inferred from nucleotide sequences of the *rbcl* gene and ITS 1+2 sequences of rDNA. *Plant Syst. Evolution* 208, 139-167.
- Kajita, T., Ohashi, H., Takeishi, Y., Bailey, C.D., Doyle, J.J., 2001. *Rbcl* and legume phylogeny, with particular reference to Phaseoleae, Millettieae, and allies. *Syst. Bot.* 26, 515-536.

- Kinghorn, A.D., Balandrin, M.F., 1984. Quinolizidine alkaloids of the Leguminosae: Structural types, analysis, chemotaxonomy, and biological activities. In: Pelletier, W.S., (Ed.), *Alkaloids: Chemical and Biological Perspectives*. Wiley, New York, pp. 105-148.
- Luckow, M., White, P.J., Bruneau, A., 2000. Relationships among the basal genera of Mimosoid legumes. In: Herendeen, P.S., Bruneau, A. (Eds.). *Advances in Legume Systematics Part 9*, Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 165-180.
- Pennington, R.T., Klitgaard, B.B., Ireland, H., Lavin, M., 2000. New insights into floral evolution of basal Papilionoideae from molecular phylogenies. In: Herendeen, P.S., Bruneau, A. (Eds.). *Advances in Legume Systematics Part 9*, Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 233-248.
- Pennington, R.T., Lavin, M., Ireland, H., Klitgaard, B., Preston, J., Hu, J.-M., 2001. Phylogenetic relationships of basal papilionoid legumes based upon sequences of the chloroplast *trnL* intron. *Syst. Bot.* 26, 537-556.
- Polhill, R.M., 1994. Classification of the Leguminosae. In: Southon, I.W. *Phytochemical dictionary of the Leguminosae*. Chapman & Hall, London, pp. 35-57.
- Polhill, R.M., Raven, P.H., Stirton, C.H., 1981a. Evolution and systematics of the Leguminosae. In: Polhill, R.M., Raven, P.H. (Eds.), *Advances in Legume Systematics, Part 1*, Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 1-26.
- Polhill, R.M., Raven, P.H., Crisp, M.D., Doyle, J.J., 1981b. *Advances in legume systematics. Part 2*, The Royal Botanical Gardens Kew.
- Sanderson, M.J., Liston, A., 1995. Molecular phylogenetic systematics of Galegeae, with special reference to *Astragalus*. In: Crisp, M.D., Doyle, J.J., (Eds.), *Advances in Legume Systematics. Part 7: Phylogeny*. The Royal Botanical Gardens Kew, pp. 331-350.
- Soltis, P., Soltis, D.E., Doyle, J.J., 1992. *Molecular systematics of plants*. Chapman & Hall, London.
- Southon, I.W., 1994. *Phytochemical dictionary of the Leguminosae*. Chapman & Hall, London.
- Sprent, J.I., McKey, D., 1994. *Advances in legume systematics. Part 5: The nitrogen factor*. The Royal Botanic Gardens, Kew.
- Stirton, C.H., 1987. *Advances in legume systematics. Part 3: The Royal Botanic Gardens, Kew*.
- Swofford, D.L., 2001. *PAUP*: Phylogenetic analysis using parsimony Version 4.0b8*; Sinauer Press.
- Thompson, I.R., Ladiges, P.Y., Ross, J.H., 2001. Phylogenetic studies of the tribe Brongniartieae (Fabaceae) using nuclear DNA (ITS-1) and morphological data. *Syst. Bot.* 26, 557-570.
- van Wyk, B.E., Schütte, A.L., 1995. Phylogenetic relationships in the tribes Podalyrieae, Liparieae and Crotalariaeae. In: Crisp, M.D., Doyle, J.J. (Eds.), *Advances in legume systematics. Part 7: Phylogeny*. The Royal Botanical Gardens Kew, pp. 283-308.
- Wink, M., 1988. Plant breeding: Importance of plant secondary metabolites for protection against pathogens and herbivores. *Theor. Appl. Genetics* 75, 225-233.
- Wink, M., 1992. The role of quinolizidine alkaloids in plant-insect interactions. In: Bernays, E.A. (Ed.), *Insect-Plant Interactions, Vol. 4*, CRC Press, Boca Raton, pp. 131-166.

- Wink, M., 1993a. Quinolizidine alkaloids. In: Waterman, P.G., (ed.), *Methods in Plant Biochemistry*. Academic Press, London, pp. 197-239.
- Wink, M., 1993c. Allelochemical properties and the raison d'être of alkaloids. In: Cordell, G., (Ed.) *The Alkaloids*, Academic press, Vol. 43, 1-118.
- Wink, M., 2000. Interference of alkaloids with neuroreceptors and ion channels. In: Atta-Ur-Rahman (Ed.), *Bioactive natural products*, Vol. 21, Elsevier, Amsterdam, pp. 3-122.
- Wink, M., Meissner, C., Witte, L., 1995. Patterns of quinolizidine alkaloids in 56 species of the genus *Lupinus*. *Phytochemistry* 38, 139-153.
- Wink, M., Schmeller, T., Latz-Brüning, B., 1998. Modes of action of allelochemical alkaloids: Interaction with neuroreceptors, DNA and other molecular targets. *J. Chemical Ecology* 24, 1881-1937.
- Wink, M., Waterman, P., 1999. Chemotaxonomy in relation to molecular phylogeny of plants. In: Wink, M., (Ed.), *Biochemistry of plant secondary metabolism*, Sheffield Academic press, Sheffield, pp. 300-341.
- Wink, M., Witte, L., 1983. Evidence for a wide-spread occurrence of the genes of quinolizidine alkaloid biosynthesis. *FEBS letters* 159, 196-200.
- Wojciechowski, M.F., Sanderson, M.J., Steele, K.P., Liston, A., 2000. Molecular phylogeny of the "Temperate Herbaceous Tribes" of Papilionoid legumes: a supertree approach. In: P.S. Herendeen and A. Bruneau (Eds.). *Advances in Legume Systematics Part 9*, Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 277-298.

Anthracnose (*Colletotrichum sp.*): Möglichkeiten der Bekämpfung im ökologischen Landbau

Peter Römer

Südwestsaat GbR, Rastatt

Nach dem ersten Auftreten der Anthracnose bei Lupinen im Jahr 1995 und der raschen, flächendeckenden Ausbreitung dieser für Lupinen gefährlichsten Pilzkrankheit wurden zahlreiche Versuche zur Bekämpfung durch Saatgutesinfektion mit Beizmitteln und durch die Anwendung von Fungiziden im Pflanzenbestand durchgeführt (Dittmann, 1998; Lindner et al. 1999; Roemer & da Rocha, 1998; Römer, 1996, 1998; Römer et al. 1999). Als Ergebnis dieser Untersuchungen wurden chemische Beizmittel und Fungizide identifiziert, mit deren Hilfe der Befall stark reduziert und das Ziel der Erzeugung gesunden Saatgutes nahezu erreicht werden konnte.

Bis heute fehlen allerdings praktikable Maßnahmen, die auch im ökologischen Landbau eingesetzt werden könnten. Oberstes Ziel ist dabei – wie auch im konventionellen Anbau – die Desinfektion des Saatgutes, um den Primärbefall durch befallenes Saatgut weitgehend auszuschließen. Auch die Behandlung des Pflanzenbestandes mit geeigneten nicht-chemischen Präparaten – falls sich solche finden lassen – dient in erster Linie der Erzeugung gesunden Saatgutes.

Im Rahmen des ITADA (Grenzüberschreitendes Institut zur Rentablen Umweltgerechten Landbewirtschaftung)-Projektes: „Anbau und Verwertungsstrategien für Sojabohnen und weiße Lupinen im ökologischen Landbau unter besonderer Berücksichtigung des N-Haushaltes“ wurde in Versuchen der Südwestsaat GbR diesen Fragen am Beispiel der Weißen Lupinen nachgegangen.

Im Projektjahr 2001 wurden folgende Versuche durchgeführt:

1. Saatgutüberlagerungsversuch

Feldversuch zum Einsatz physikalischer und biologischer Methoden bzw. Präparate zur Saatgutesinfektion und zur Blattbehandlung des Feldbestandes.

Generelle Bemerkung zu den verwendeten Methoden:

Die Keimfähigkeit wurde in Filterpapierstreifen in Plastikschaalen bei Zimmertemperatur ermittelt (je 100 Körner). Für die Untersuchung des Saatgutes auf Anthracnose hin wurde der SNA-Plattentest nach Feiler und Nirenberg (1998) bzw. der PDA-Plattentest der LUFA Augustenberg verwendet (je 300 Körner).

1.1. Material und Lagerstätten

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):

1. Sorte Amiga, 0% Befall, 89% Keimfähigkeit (Kontrolle)
2. Sorte Amiga, 67% Befall, 76% Keimfähigkeit (aus einem Beizversuch)
3. Sorte Weibit, 3,4% Befall, 91% Keimfähigkeit (aus Ungarn).

Alle Partien stammten 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 (Ort unter 1., siehe unten). Für den Versuch wurde jeweils 1 kg Saatgut/Ort in einen Plastikgewebesack eingenäht. Als Lagerorte wurden gewählt:

1. Saatgut-Lagerhalle, mit relativ niedrigen Temperaturen, auch im Sommer
2. 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 wurden täglich (außer an Wochenenden) Minimum- und Maximum-Temperaturen erfasst. Die Untersuchung des Anthracnosebefalls erfolgte durch die LUFA Augustenberg (Herr Professor Leist).

1.2. Ergebnisse

Tabelle 1: 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 00	5,7	10,2	-4,5	19,9	15,3	4,5
Mai 00	11,4	15,3	-3,9	26,8	22,4	4,3
Juni 00	12,6	15,4	-2,8	31,0	26,2	4,8
Juli 00	12,4	16,5	-3,9	26,3	23,1	3,2
August 00	14,2	18	-3,8	30,2	26,4	3,9
September 00	10,2	14,4	-4,2	24,3	21,9	2,4
Oktober 00	7,8	12,1	-4,3	15,5	16,5	-1,0
November 00	3,4	6,6	-3,2	10,8	11,2	-0,4
Dezember 00	2,1	4,6	-2,5	9,1	9,8	-0,7
Januar 01	-1,0	0,0	-1,0	6,2	5,2	1,0
Februar 01	0,1	2,9	-2,8	9,2	8,4	0,8
März 01	1,0	3,9	-2,9	10,2	9,1	1,1
April 01	3,7	6,2	-2,5	16,8	13,9	3,0
Mai 01	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 1 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.

Die Ergebnisse der Keimprüfung und der Anthracnose-Untersuchung sind in Tabelle 2 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), bedeutet dies dennoch eine beachtliche Abnahme des Befalls durch die Überlagerung des Saatgutes.

Ein Unterschied zwischen der Lagerung unter kühleren 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. Bis zum Beginn des Versuchs lagerte das Saatgut in der Lagerhalle.

Tabelle 2: 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.

2. 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 Mittel (bzw. einer Mischung aus diesen) und der Heißwasserbeize, die ja bereits als wirksame nicht-chemische Maßnahme im ersten Projektjahr bestätigt werden konnte.

2.1. Bekämpfungsvarianten und Saatgut

Tabelle 3 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 GbR 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 eine 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 nach der ersten am 05.06.01 mit 600 l/ha Wasser.

Tabelle 3: Varianten des ökologischen Beizversuchs

PG Nr.	Saatgut-behandlung	Blatt-Beh.	Wirksubstanz	Dosierung /100 kg	Verdünnung
1	ohne	Ohne	Entfällt	entfällt	entfällt
2	Rovral UFB	Ohne	Carbendazim 175g/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 500g/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 (Mehrfachbehandlung)	entfällt	entfällt
11	Cedomon	Ohne	<i>Pseudomonas chloraphis</i> 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 11-%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	Brennessel, 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	<i>Pseudomonas chloraphis</i> 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 11-%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	Brennessel, Wiesenschachtelhalm, Tonmilch	5000 ml	keine

Das für der Versuch verwendete Saatgut wurde 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 folgendem Schema angelegt: die drei Wiederholungen einer Variante wurden nebeneinander gelegt und jeweils als Dreiergruppe mit Haferstreifen ummantelt. Auf diese Weise sollte vermieden werden, dass ein Übergreifen des Pilzes von weniger effiziente auf effizientere Varianten erfolgt. Eine vollständige Randomisierung aller Varianten wurde aus dem gleichen Grund als zu riskant angesehen. Die unbehandelte Kontrollvariante wurde ans östliche Ende (Hauptwindrichtung: West) des Versuchs gelegt und durch mehrere Haferstreifen vom übrigen Versuch isoliert.

2.2. 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 pH-Wert 6,5. Der Aufgang war sehr lückenhaft, wie die Bestandesdichten in Tabelle 5 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 herrschende 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.

Tabelle 4: Keimfähigkeiten und Bestandesdichten des ökologischen Beizversuchs (Varianten 1 bis 6 Mittel aus 3 Wiederholungen, Varianten 7 bis 14 aus 6 Wiederholungen)

Nr.	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			0,5701

2.3. Ergebnisse

2.3.1 Keimfähigkeiten und Bestandesdichten

Das Ergebnis der Überprüfung der Keimfähigkeiten ist in Tabelle 4 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:

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

Der Vergleich der erreichten Bestandesdichten mit den Keimfähigkeiten ergibt einen nur schwachen Zusammenhang, der Korrelationskoeffizient beträgt 0,5553. 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 Problem aufgetreten waren.

2.3.2 Anthracnosebefall

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 nicht zu 5% infiziert war, sondern deutlich geringer. 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 Anthracnose-symptome 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 5).

In den Varianten ohne Lebermoos-Extrakt-Blattbehandlung trat nennenswerter Befall außerdem 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 Anthracosesymptome 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:

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

2.3.3. Erträge

Tabelle 6 gibt eine Zusammenstellung der erzielten Kornerträge. Trotz der geringen Bestandesdichten sind 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.

Tabelle 5: Bestandesdichte und Anthracosebefall im ökologischen Beiz- und Fungizidversuch

Datum	07.05.01		16.08.01		
	Pflanzen/m ²	Pflanzen/Parzelle	Anthracn.-Pfl. je Parzelle	% befallene Pflanzen	Anthracn. Bonität
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	1,0
Elektronenbeize 4	25,0	187,5	0,0	0,0	1,0
Cedomon	31,7	237,8	12,0	5,0	3,0
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	6,0
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	1,0
Cedomon + Moosextrakt	27,2	204,0	0,7	0,3	2,0
Tillecur (SBM-neu) + Moosextrakt	23,9	179,3	0,3	0,2	1,0
Tillecur + Essigsäure + Moosextrakt	32,2	241,5	0,3	0,1	1,0
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	1,0
Mittel	28,5	213,9	2,7	1,3	1,0

Tabelle 6: Absolute und relative Erträge sowie Bestandesdichte des ökologischen Beiz- und Fungizidversuchs

Variante	Ertrag		Best.-Dichte Pflanzen/m ²
	dt/ha	% z. Kontr.	
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

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.

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 wird im Rahmen eines von der UFOP (Union zur Förderung von Öl- und Eiweißpflanzen) geförderten Projektes erfolgen.

3. Literatur

- Dittmann, B. 1998. Erste Ergebnisse zur Anthracnosebekämpfung bei Lupinen. S. 131 – 141. In: M. Wink (Hrgb.) Lupinen in Forschung und Praxis. Universität Heidelberg.
- Feiler, U. und H. I. Nirenberg. 1998. Eine neue klassische Methode zur Bestimmung des *Colletotrichum*-Befalls an Saatgut von *Lupinus* spp. S. 259 – 262. Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzkd. 50 (10)
- Lindner, K. et al. 1999. The effectiveness of chemical and physical seed treatments to control Anthracnose in *Lupinus luteus*. S. 57 – 59. In: Santen E. van et al. (Hrsg.): Lupin, an ancient crop for the New Millenium, Proc. 9th Int. Lupin Conf., Klink (Germany).
- Roemer, P. and J. P. da Rocha. 1998. Chemical control of Anthracnose (*Colletotrichum* sp.) in white lupins (*Lupinus albus*). S. 483. In: AEP (Hrsg.) Proc. 3rd European Conf. on Grain Legumes. 14 - 19 November 1998, Valladolid, Spain.
- Römer, P. 1996. Anthracnose (*Colletotrichum* sp.), the most dangerous threat to lupin production in Germany. S. 524 – 527. In: G.D. Hill (Hrsg.): Towards the 21st Century, Proc. 8th Int. Lupin Conf., Asilomar, California
- Römer, P. 1998. Anthracnose 1997: Bestandsaufnahme und Lösungsansätze. S. 99-115. In: M. Wink (Hrsg.) Lupinen in Forschung und Praxis. Universität Heidelberg.
- Römer, P., Masutt, K., de Jesus Pereira, J., Costa Rocha, M.J. . 1999. Further trials to control Anthracnose (*Colletotrichum* sp.) in white lupins (*Lupinus albus*) with chemicals. S. 40 – 42. In: Santen E. van et al., (Hrsg.): Lupin, an ancient crop for the New Millenium, Proc. 9th Int. Lupin Conf., Klink (Germany).

Die Auswirkungen des Auftretens von Anthracnose im Vermehrungsanbau der Lupinen und Ergebnisse bei der Feldanerkennung im Jahr 2001

U. Schmiechen

Klockower Str. 4, 17219 Bocksee

1. Leguminosenanbau in Deutschland

Der Erreger der Anthracnose bei Lupinen war bis Mitte der 90er Jahre dieses Jahrhunderts in Deutschland völlig unbekannt. Nach dem ersten Auftreten der Krankheit in Süddeutschland benötigte der pilzliche Erreger nur 2 Jahre, um in ganz Deutschland flächendeckend verbreitet zu sein. Da der Pilz neben anderen Möglichkeiten über das Saatgut übertragen wird, wurden sehr kurzfristig strenge Maßstäbe an das Auftreten kranker Pflanzen in den Vermehrungen gestellt. Die Auswirkungen der Krankheit auf den Ertrag sind erheblich und führten bei den Landwirten sogar zu Totalausfällen. Pessimisten befürchteten den Zusammenbruch des gesamten Lupinenanbaus in Deutschland. Tatsächlich hatte die Krankheit einen enormen Einfluss auf den Umfang der Saatgutvermehrung und auf den praktischen Anbau.

In der Statistik der Bundesrepublik Deutschland werden die Lupinen bei der Ermittlung der Anbauflächen nicht erfasst. Der Anbauumfang war in den alten Bundesländern bis zur Wiedervereinigung Deutschlands so gering, dass Lupinen mit anderen Kulturen gemeinsam unter sonstigen Körnerleguminosen noch bis heute geführt werden. Der Anbauumfang soll deshalb aus der jährlichen Vermehrungsfläche abgeleitet werden. In Tabelle 1 wird die Vermehrungsfläche der Lupinen mit denen der Erbsen und Ackerbohnen verglichen.

1995 wird mit 30% der höchste Anteil von Lupinen bei den großkörnigen Leguminosen erreicht. In den Jahren nach 1996 geht die Vermehrungsfläche bei Lupinen sehr stark zurück, was in dem plötzlichen Auftreten von Anthracnose in Deutschland begründet ist. Während im Jahr 2000 der tiefste Stand im Vermehrungsanbau bei Lupinen zu verzeichnen ist, übersteigt im Jahr 2001 der Anbau wieder eine Fläche von 3000 ha.

Obwohl 1997 bis 1999 große Teile der Vermehrungen bei Lupinen wegen Anthracnose aberkannt wurden, war die Vermehrungsfläche selbst in diesen kritischen Jahren bei Lupinen doch deutlich höher als bei Ackerbohnen. Dies unterstreicht die große praktische Bedeutung des Lupinenanbaus in Deutschland. Eine Aufnahme der Lupinen in die Anbaustatistik der Bundesrepublik Deutschland ist überfällig.

Tab. 1. Vergleich der Vermehrungsfläche der Lupinen mit denen der Erbsen und Ackerbohnen

Zur Feldbesichtigung gemeldete Saatgutvermehrungsfläche für Grobleguminosen (Stat. Bundesamt / BDP)

Jahr	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Fläche in ha									
Grobleguminosen									
Gesamt	15.944	11.538	10.128	8.354	11.582	17.939	15.382	12.880	16.365
Anteil Futtererbsen	8.683	4.904	4.824	4.864	7.890	13.783	10.521	7.515	11.280
Anteil Ackerbohnen	2.931	2.971	1.848	799	1.023	1.420	1.699	989	1.419
Anteil Lupinen	3.780	3.103	3.144	2.010	2.226	2.296	2.627	1.930	3.127
% Anteil Lupinen	24	27	31	24	19	13	17	15	19

2. Lupinenanbau

Wie beim Getreide haben die drei in Deutschland verbreiteten Lupinenarten unterschiedliche Ansprüche an das Klima und an den Boden. Sie unterscheiden sich in der Anbautechnologie wie auch in der Qualität des Erntegutes. Die wichtigsten Eigenschaften dieser drei Arten werden in Tabelle 2 gezeigt. Die bei den einzelnen Arten zur Vermehrung angemeldeten Flächen zur Saatgutvermehrung sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 2: Standortansprüche und Reifezeit der Lupinenarten

Merkmal	Gelbe Lupine (<i>Lupinus luteus</i>)	Blaue Lupine (<i>Lupinus angustifolius</i>)	Weißer Lupine (<i>Lupinus albus</i>)
Böden	sehr leichte und tiefgründige	leichte-mittlere und tiefgründige	mittlere-schwere, jedoch milde und tiefgründige
Kalk	sehr kalkempfindlich	weniger kalkempfindlich	kalkempfindlich
pH-Wert	4.6 - 6.0	5.0 - 7.0	6.0 - 7.0
Wärmebedarf	mittel	gering	etwas höher
Wasseransprüche - Jugendentwicklung - weiteren Entwicklung	hoch liebt Trockenheit	hoch verträgt Trockenheit gegen Nässe wenig empfindlich	hoch gegen Nässe (keine Staunässe) ziemlich unempfindl.
Reifezeit bei Körnernutzung	mittel - spät	früh	spät - sehr spät

Tab. 3: Saatgutvermehrungsflächen von Lupinen in Deutschland 1995 bis 2001 (Blatt für Sortenwesen)

Lupinenart	1995		1996		1997		1998		1999		2000		2001	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Gelbe Lupine	2524	82	1860	93	2058	92	1391	60	661	25	333	17	297	9
Blaue Lupine	-	-	-	-	92	4	858	37	1941	74	1550	82	2802	90
Weißer Lupine	558	18	149	7	77	4	81	3	18	1	20	1	28	1
Lupinen gesamt	3082		2009		2227		2330		2619		1903		3127	

Während bis zum Jahr 1997 über 90% der Vermehrungsfläche von den Gelben Lupinen eingenommen wurde, verschiebt sich das Anbauverhältnis in den letzten Jahren sehr deutlich zu Gunsten der Blauen Lupinen. Diese Entwicklung vollzog sich, obwohl den Landwirten in Deutschland doch erst seit 1997 alkaloidarme Sorten bei

Blauen Lupinen zur Verfügung standen. Bereits 5 Jahre nach der Erstzulassung solcher Sorten, nehmen heute die Blauen Lupinen schon 90% der Vermehrungsfläche ein. Für diese enorme Anbauverbreitung gibt es mehrere Gründe:

- Anbaueignung auf allen leichten, mittleren und besseren Standorten in Deutschland
- Hohes Ertragspotential dieser Art
- Problemlose Anbautechnologie
- Kurze Vegetationszeit (frühe Sorten 135-140 Tage)
- Geringe Anfälligkeit auf Anthracnose

Neben den großen ackerbaulichen Vorteilen der Blauen Lupine war für die schnelle Anbauverbreitung die gegenüber der Weißen und der Gelben Lupinen bessere Toleranz gegen Anthracnose enorm wichtig (Tabelle 4). Der Schadenserreger befällt zwar alle Lupinensorten, die Weißen Lupinen sind aber am anfälligsten und die Blauen Lupinen am wenigsten anfällig. Die Gelben Lupinen nehmen eine Mittelstellung ein.

Tabelle 4

Ergebnisse der Feldanerkennung bei Lupinen, angemeldete Vermehrungsfläche in ha und wegen Anthracnosebefall aberkannte Fläche in ha und relativ

Lupinenart	1996			1997			1998			1999			2000			2001		
	ange-meldet	wegen A.-Aberkg.		ange-meldet	wegen A.-Aberkg.		ange-meldet	wegen A.-Aberkg.		ange-meldet	wegen A.-Aberkg.		ange-meldet	wegen A.-Aberkg.		ange-meldet	wegen A.-Aberkg.	
	ha	ha	%	ha	ha	%	ha	ha	%	ha	ha	%	ha	ha	%	ha	ha	%
Gelbe Lupinen	1857	135	7	2051	642	31	1388	590	43	661	345	52	333	15	5	297	41	14
Blaue Lupinen	0	0	0	90	31	34	850	22	3	1934	176	9	1550	0	0	2802	0	0
Weißer Lupinen	147	71	48	60	7	12	84	68	81	25	7	28	20	0	0	28	1	3

Im Ergebnis des Auftretens von Anthracnose ging die Vermehrungsfläche bei Weißen Lupinen auf ca. 30 ha und bei Gelben Lupinen auf ca. 300 ha deutlich zurück. Dennoch zeigen die Ergebnisse in der Feldanerkennung, dass bei richtiger Anbautechnologie auch bei diesen beiden Kulturarten die Erzeugung von gesundem Saat-

gut möglich ist. Eindeutig sind die Erfolge bei den Sorten der Blauen Lupine. In den letzten beiden Jahren musste bei dieser Art keine Fläche wegen eines Befalls mit Anthracnose aberkannt werden. Diese Statistik wird auch durch die Ergebnisse in den einzelnen Bundesländern belegt (Tab. 5).

Tabelle 5. Im Jahr 2001 zur Vermehrung angemeldete Lupinenflächen getrennt nach Bundesländern und Aberkennung wegen Anthracnose

Land	Gelbe Lupinen		Blaue Lupinen		Weiße Lupinen	
	angemeldet ha	ab- erkannt ha	angemeldet ha	ab- erkannt ha	angemeldet ha	ab- erkannt ha
Mecklenburg/ Vorpommern	153	0	1083	0	0	0
Brandenburg	114	41	1045	0	0	0
Sachsen/ Anhalt	23	0	443	0	0	0
Sachsen	4	0	104	0	0	0
Niedersachsen	0	0	48	0	0	0
Bayern	0	0	37	0	0	0
Baden Würt- temberg	0	0	0	0	0	0
übrige Bundes- länder	3	0	42	0	28	1
Gesamt	297	41	2802	0	28	1

Tabelle 5 gibt Auskunft über die Vermehrungszentren der Lupinen in Deutschland. Sie ist aber auch Maßstab für die Verbreitung dieser Kulturarten in der landwirtschaftlichen Produktion. Mecklenburg/Vorpommern und Brandenburg sind demnach die deutschen Länder mit der größten Anbauverbreitung von Gelben und Blauen Lupinen. Eine Anbauerweiterung bei Blauen Lupinen auch auf die alten Bundesländer wird in den nächsten Jahren erwartet. Durch das hohe Ertragspotential, die

frühe Abreife, die gute Standfestigkeit und den deutlich höheren Eiweißgehalt werden die Blauen Lupinen in Konkurrenz zur Erbse treten.

Bereits in den ersten Jahren des Auftretens von Anthracnose wurde sehr häufig ein Spätbefall im Feld beobachtet. Erfahrungen aus der Praxis haben gezeigt, dass ein Anthracnose-Spätbefall im Bestand in ertraglicher Hinsicht von den Pflanzen toleriert wird. Je später die Krankheitssymptome im Feld gefunden werden, um so geringer ist ein Ertragsabfall. Tritt der Befall sehr spät ein, hat dies gar keine Auswirkungen auf den Ertrag.

Da in der Saatgutvermehrung bei einem Spätbefall ein negativer Einfluss auf die Gesundheit des Erntegutes vermutet wird, werden Lupinenvermehrungen zweimal besichtigt. Die Ergebnisse der zwei Besichtigungen im Hinblick auf Anthracnosebefall werden in Tabelle 6 dargestellt. In diesen Vergleich werden nur die beiden Hauptvermehrungsländer Mecklenburg/Vorpommern und Brandenburg einbezogen.

Tabelle 6. Spätinfektion mit Anthracnose im Jahr 2001 in den Ländern Mecklenburg/Vorpommern und Brandenburg

Land	Gelbe Lupinen		%	Blaue Lupine		%
	angemeldet ha	Spätbefall ha		angemeldet ha	Spätbefall ha	
Mecklenburg/ Vorpommern	153,0	26,0	17	1083,2	239,1	22
Brandenburg	114,4	114,4*	100	1045,1	314,0	30
Gesamt	267,4	140,4	53	2128,3	553,1	26

*nach Spätbefall aberkannt: 40,6 ha Gelbe Lupinen bei Erstbefall von 28 und 999 kranken Pflanzen/Prüfstreifen bei Zweitbesichtigung

Gegenübergestellt wird der Befall in der Erstbesichtigung mit dem in der Zweitbesichtigung. In Mecklenburg/Vorpommern ist der Anteil von Flächen mit einem Spätbefall deutlich niedriger als in Brandenburg. Dies trifft für Gelbe Lupinen ebenso

zu wie für Blaue Lupinen, wobei der Anteil befallener Flächen bei Gelben Lupinen höher als bei Blauen Lupinen ist. Sollten sich in den folgenden Jahren ähnliche Ergebnisse abzeichnen, könnte man tatsächlich von „Gesundheitslagen“ im Vermehrungsanbau bei Lupinen sprechen.

Im folgenden soll untersucht werden, ob die Lupinenart, die Flächengröße oder der Zweitbesichtigung einen Einfluss auf die Höhe des Spätbefalls hatte. Dabei werden die Auszählungen in Mecklenburg/Vorpommern in Tabelle 7 und 8 und die des Landes Brandenburg in Tabelle 9 und 10 dargestellt.

Tabelle 7: Vermehrungsflächen auf denen 2001 Anthracnosebefall festgestellt wurde mit Ergebnissen der Auszählungen bei Gelben Lupinen-Land Mecklenburg/Vorpommern

Sorte	Fläche ha	Erstbesichtigung		Zweitbesichtigung	
		Anzahl kranker Pflanzen je Prüfstreifen	Termin der Besichtigung	Anzahl kranker Pflanzen je Prüfstreifen	Termin der Besichtigung
Borsaja	18,0	1	4.7.	1	19.7.
Borsaja	5,0	5	29.6.	18	26.7.
Borsaja	3,0	3	29.6.	4	26.7.
Gesamt	26,0				

Von allen zur Vermehrung angemeldeten Lupinenflächen musste nur eine Fläche mit 40,6 ha bei Gelben Lupinen in Brandenburg wegen eines hohen Befalls mit Anthracnose aberkannt werden. Hier zeigte sich aber bereits bei der Erstbesichtigung ein sehr hoher Krankheitsbefall. Nur bei Gelben Lupinen war bei der Erstbesichtigung Anthracnose aufgetreten. Die Blauen Lupinen waren hier durchweg sauber, was bei der Zweitbesichtigung nicht mehr der Fall war. Die Gelben Lupinen zeigten damit auch im Jahr 2001 eine höhere Anfälligkeit auf Anthracnose als die Blauen Lupinen. Einen Einfluss des Termins zur Zweitbesichtigung und der Schlaggröße auf den Anthracnosebefall lässt sich nicht nachweisen.

Tabelle 8: Vermehrungsflächen auf denen 2001 Anthracnosebefall festgestellt wurde mit Ergebnissen der Auszählungen bei Blauen Lupinen Land Mecklenburg/ Vorpommern

Sorte	Fläche ha	Erstbesichtigung		Zweitbesichtigung	
		Anzahl kranker Pflanzen je Prüfstreifen	Termin der Besichtigung	Anzahl kranker Pflanzen je Prüfstreifen	Termin der Besichtigung
Bordako	47,0	0	18.7.	3	1.8.
Sonet	12,5	0	29.6.	1	25.7.
Boltensia	20,0	0	20.6.	1	30.7.
Boltensia	12,0	0	20.6.	1	31.7.
Bolivio	11,6	0	17.6.	4	1.8.
Bolivio	28,0	0	18.6.	18	20.7.
Bora	27,5	0	18.6.	1	3.8.
Bora	25,0	0	18.6.	1	1.8.
Bora	1,8	0	26.6.	1	2.8.
Bora	18,0	0	18.6.	1	30.7.
Bora	27,7	0	18.6.	2	1.8.
Boruta	8,0	0	28.6.	1	24.7.
Gesamt	239,1				

Tabelle 9: Vermehrungsflächen auf denen 2001 Anthracnosebefall festgestellt wurde mit Ergebnissen der Auszählungen bei Gelben Lupinen - Land Brandenburg

Sorte	Fläche ha	Erstbesichtigung		Zweitbesichtigung	
		Anzahl kranker Pflanzen je Prüfstreifen	Termin der Besichtigung	Anzahl kranker Pflanzen je Prüfstreifen	Termin der Besichtigung
Borsaja	26,7	0	21.6.	6	30.7.
Borsaja	13,8	0	21.6.	4	30.7.
Borsaja	15,8	0	22.6.	5	30.7.
Borsaja	7,0	0	22.6.	14	20.7.
Borsaja	3,8	0	22.6.	12	20.7.
Borsaja	40,6	28	25.6.	999	31.7.
Borsaja	7,0	0	22.6.	6	20.7.
Gesamt	114,7				

Tabelle 10. Vermehrungsflächen auf denen 2001 Anthracnosebefall festgestellt wurde mit Ergebnissen der Auszählungen bei Blauen Lupinen Land Brandenburg

Sorte	Fläche	Erstbesichtigung		Zweitbesichtigung	
		Anzahl kranker Pflanzen je Prüfstreifen	Termin der Besichtigung	Anzahl kranker Pflanzen je Prüfstreifen	Termin der Besichtigung
Bordako	21,9	0	16.6.	1	19.7.
Bordako	8,3	0	19.6.	1	19.7.
Bordako	23,5	0	19.6.	1	19.7.
Borweta	5,0	0	19.6.	1	19.7.
Sonet	6,6	0	14.6.	3	6.7.
Sonet	1,0	0	14.6.	3	6.7.
Sonet	15,7	0	14.6.	4	6.7.
Sonet	8,9	0	14.6.	4	6.7.
Sonet	4,0	0	14.6.	3	6.7.
Sonet	20,0	0	19.6.	1	17.7.
Sonet	30,0	0	19.6.	1	17.7.
Boltensia	17,3	0	15.6.	2	10.7.
Boltensia	30,0	0	26.6.	1	23.7.
Boltensia	9,6	0	16.6.	1	19.7.
Boltensia	16,9	0	16.6.	2	19.7.
Bolivio	28,5	0	14.6.	1	18.7.
Bolivio	25,0	0	21.6.	1	19.7.
Bolivio	6,2	0	21.6.	2	18.7.
Bora	21,3	0	11.6.	1	11.7.
Bora	4,2	0	13.6.	1	19.7.
Bora	10,1	0	13.6.	1	19.7.
Gesamt	314				

Im folgenden wird verglichen, ob das Auftreten von Anthracnose im Feldbestand einen Einfluss auf die Gesundheit des Saatgutes in der Beschaffenheitsprüfung hat. Solche Auswirkungen werden in vielen Veröffentlichungen als gegeben angenommen. Dazu wurden alle Vermehrungsschläge des Landes Brandenburg der Jahre 1997 bis 2000 einer Prüfung unterzogen (Tabelle 11 bis 14).

Tabelle 11. Ergebnisse zum Anthracnosebefall in der Beschaffenheitsprüfung in Abhängigkeit des Krankheitsbefalls auf dem Feld 1997 - Land Brandenburg

Lupinenart	Anzahl Partien	% Befall mit Anthracnose bei der Beschaffenheit*	Anzahl mit Anthracnose befallener Pflanzen bei der Feldbesichtigung
Blaue Lupine	3	0	0
Gelbe Lupine	7	0	0
	5	0,25	0
	5	0,5	0
	1	0,5	1
	1	0,75	0
	4	1,00	0
	2	1,25	0
	1	1,25	1
	1	1,50	0
	1	2,25	0
	1	2,50	0
	4	über 2,50	0

*Ergebnis der Untersuchung von 400 Samen aus der Keimrolle

Tabelle 12. Ergebnisse zum Anthracnosebefall in der Beschaffenheitsprüfung in Abhängigkeit des Krankheitsbefalls auf dem Feld 1998 - Land Brandenburg

Lupinenart	Anzahl Partien	% Befall mit Anthracnose bei der Beschaffenheit*	Anzahl mit Anthracnose befallener Pflanzen bei der Feldbesichtigung
Blaue Lupinen	24	0	0
	4	0,25	0
	1	0,25	1
	1	0,50	0
	1	0,50	1
	1	0,75	0
Gelbe Lupinen	2	0	0
	1	0,25	0
	2	0,50	2
	1	0,75	1
	1	4,00	1
	1	14,25	1

* Ergebnis der Untersuchung von 400 Samen: bei B-Partien mit SNA-Methode, bei Z-Partien mit der Keimrollenmethode

Tabelle 13. Ergebnisse zum Anthracnosebefall in der Beschaffenheitsprüfung in Abhängigkeit des Krankheitsbefalls auf dem Feld 1999 - Land Brandenburg

Lupinenart	Anzahl Partien	% Befall mit Anthracnose bei der Beschaffenheit*	Anzahl mit Anthracnose befallener Pflanzen bei der Feldbesichtigung
Blaue Lupinen	22	0	0
	13	0	1
	2	0	2
	5	0,25	0
	2	0,25	1
	3	0,5	1
	1	0,5	2
Gelbe Lupinen	1	1	2

* Ergebnis der Untersuchung von 400 Samen: bei B-Partien mit SNA-Methode; bei Z-Partien mit der Keimrollenmethode

Tabelle 14. Ergebnisse zum Anthracnosebefall in der Beschaffenheitsprüfung in Abhängigkeit des Krankheitsbefalls auf dem Feld 2000 - Land Brandenburg

Lupinenart	Anzahl Partien	% Befall mit Anthracnose bei der Beschaffenheit*	Anzahl mit Anthracnose befallener Pflanzen bei der Feldbesichtigung
Blaue Lupinen	16	0	0
	7	0	1
	3	0	2
	1	0	4
	1	0	6
	2	0,25	0
Gelbe Lupinen	1	0	0

* Ergebnis der Untersuchung von 400 Samen: bei B-Partien mit SNA-Methode; bei Z-Partien mit der Keimrollenmethode

Der Vergleich der Jahre zeigt, dass besonders 1997 aber auch noch 1998 viele Saatgutpartien einen Befall am Saatgut aufwiesen, der in einigen Fällen sogar zur Aberkennung führte. Im Jahr 1999 sank der Anteil befallener Saatgutpartien sehr deutlich, im Jahr 2000 wiesen lediglich 2 Partien einen Befall am Saatgut aus. Es kann geschlossen werden, dass mit steigender Tendenz heute gesundes befallsfreies Saatgut produziert wurde.

Aus den Ergebnissen lässt sich nicht, wie anfangs vermutet schlussfolgern, dass der Befall im Feldbestand einen Einfluss auf den Befall im Erntegut hat. Dies trifft sowohl für 1997 und 1998 zu, wo noch keine durchgängige Behandlung der Vermehrungen mit Fungiziden möglich war, als auch für 1999 und 2000 wo Fungizideinsatz zur Anbautechnologie der Vermehrungslupinen gehörte. Die positive Wirkung des Fungizideinsatzes zeigt sich sehr deutlich in einem geringen Befall in der Beschaffenheitsprüfung.

Ob die Gesundheit des Saatgutes auf Grund des festgestellten Befalls am Saatgut (Beschaffenheitsprüfung) einen Einfluss auf den Aufwuchs im Folgejahr hat, soll durch die Auswertung der vorhandenen Ergebnisse in Mecklenburg/Vorpommern untersucht werden. Bei dieser Zielstellung konnten jedoch nur solche Partien in die Untersuchung einbezogen werden, die im Folgejahr auch in Mecklenburg/Vorpommern zur Vermehrung gelangten. Es handelt sich deshalb hier ausschließlich um Saatgutpartien der Vorstufen und von Basisvermehrungen (Tabelle 15 bis 18).

Tabelle 15. Anthracnosebefall im Lupinensaatgut in der Beschaffenheitsprüfung und deren Auswirkungen auf die Gesundheit im Folgejahr Erntejahr 1997 - Land Mecklenburg/Vorpommern

Sorte	Anthracnosebefall in der Beschaffenheitsprüfung%	Anzahl kranker Pflanzen im Folgejahr je Prüfstreifen	
		Schlaggröße ha	Anzahl Pflanzen
Borsaja	< 1	11	999
Borsaja	< 1	20	999
	< 1	20	70
	< 1	23	1
	< 1	50	35
Borsaja	< 1	30	24
	< 1	33	2
Borsaja	< 1	39	0
	< 1	28	4
Borena	< 1	20	42
	< 1	11	42
Bornova	0	12	999
	0	3	10

Tabelle 16. Anthracnosebefall im Lupinensaatgut in der Beschaffenheitsprüfung und deren Auswirkungen auf die Gesundheit im Folgejahr. Erntejahr 1998 - Land Mecklenburg/Vorpommern

Sorte	Anthracnosebefall in der Beschaffenheitsprüfung %	Anzahl kranker Pflanzen im Folgejahr je Prüfstreifen	
		Schlaggröße ha	Anzahl Pflanzen
Borsaja	0,3	22	2
	0,3	10	14
	0,3	7	2
	0,3	9	1
Bornal	0	12	1
Borena	0	10	4
	0	15	45
	0	15	2

Tabelle 17. Anthracnosebefall im Lupinensaatgut in der Beschaffenheitsprüfung und deren Auswirkungen auf die Gesundheit im Folgejahr. Erntejahr 1999 - Land Mecklenburg/Vorpommern

Sorte	Anthracnosebefall in der Beschaffenheitsprüfung%	Anzahl kranker Pflanzen im Folgejahr je Prüfstreifen	
		Schlaggröße ha	Anzahl Pflanzen
Bornal	1	9	0
	1	11	0
	1	25	0
	1	37	0
Bordako	0	23	2
	0	7	2
	0	15	1
	0	32	2
	0	30	1
	0	60	1

Tabelle 18. Anthracnosebefall im Lupinensaatgut in der Beschaffenheitsprüfung und deren Auswirkungen auf die Gesundheit im Folgejahr. Erntejahr 2000 - Land Mecklenburg/Vorpommern

Sorte	Anthracnosebefall in der Beschaffenheitsprüfung %	Anzahl kranker Pflanzen im Folgejahr je Prüfstreifen	
		Schlaggröße ha	Anzahl Pflanzen
Boltensia	0	20	1
	0	12	1
Bora	0	27	1
	0	25	1
Bora	0	18	1
Boruta	0	8	1
Borsaja	0	18	1
	0	5	1
	0	3	4

Wird der Befall mit Anthracnose bei der Feldanerkennung in Mecklenburg/Vorpommern bei den beiden Lupinenarten in den letzten 4 Jahren verglichen, fällt auf, dass das Auftreten von Anthracnose im Feld immer geringer wird und dies auch bei den anfälligeren Gelben Lupinen.

Zwischen der Gesundheit des Saatgutes, die in % des Befalls mit Anthracnose in der Beschaffenheitsprüfung ausgedrückt wird und dem Auftreten von Anthracnose in der Vermehrung des Folgejahres lässt sich keine Beziehung nachweisen. Ein geringer Anteil kranker Samen in der Beschaffenheitsprüfung führt also nicht zwangsläufig zum Auftreten von Anthracnose im Folgejahr. Kein Befall am Saatgut schützt aber auch nicht vor einem Auftreten der Krankheit im nächsten Jahr.

3. Schlussfolgerungen:

Die Ergebnisse der letzten beiden Jahre im Vermehrungsanbau bei Lupinen lassen den Schluss zu, dass es heute Möglichkeiten gibt, gesundes Saatgut zu erzeugen. Damit wurden wichtige Grundlagen für einen erfolgreichen Lupinenanbau bei flächendeckendem Auftreten von Anthracnose in Deutschland geschaffen. Der vermutete Zusammenbruch des Lupinenanbaus in Deutschland blieb aus. Für diese erfreuliche Entwicklung gibt es folgende Gründe:

- Starke Ausdehnung der weniger anfälligen Blauen Lupinen
- Kontrolle der Vermehrungen und des Saatgutes auf Anthracnosebefall
- Einführung der Beizung des Lupinensaatgutes sowohl bei Vermehrungen als auch im Produktionsanbau
- Einsatz von Fungiziden im Vermehrungsanbau
- Zunehmender Einsatz von zertifiziertem Saatgut bei den Landwirten

Der intensiven Arbeit von Wissenschaftlern, Pflanzenschutzexperten, Züchtern und Landwirten ist es zu verdanken, dass in wenigen Jahren ein fast unlösbares Problem in Deutschland überwunden wurde. Der hohe und zusätzliche Aufwand im Anerkennungswesen hat sich bezahlt gemacht.

Eine hohe Disziplin der Vermehrer zur Einhaltung der Bekämpfungsmaßnahmen in den Lupinenvermehrungen ist nötig, um diesen Fortschritt auch in den nächsten Jahren zu gewährleisten. Ebenso muss der Landwirt in der Konsumproduktion bestimmte Kriterien beachten. Die wichtigste Voraussetzung ist bei ihm die Verwendung von zertifiziertem Saatgut, das im konventionellen Landbau unter allen Umständen zu beizen ist. Jedem Anbauer muss bewusst sein, dass der Krankheitserreger in allen Ländern Deutschlands vorhanden ist und nur darauf wartet, dass wir Landwirte Fehler begehen.

Ergebnisse von Landessortenversuchen mit Lupinen in den Jahren 2000 und 2001

Reinhard Albrecht und Winfried Lühe

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Referat Pflanzenbau, Apoldaer Straße 4
07778 Dornburg

Zusammenfassung

Es wird über Landessortenversuche mit Blauen Lupinen in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg, Blauen und Weißen Lupinen in Sachsen-Anhalt, Sachsen, Thüringen und Baden-Württemberg sowie mit Gelben Lupinen in Sachsen berichtet. Die Einschätzung der Sorten erfolgt anhand des Kornertrages, der Pflanzenlänge und Standfestigkeit, des Termins der Samenreife, der Reifeverzögerung des Strohs, der Platzfestigkeit der Hülsen, der Tausendkornmasse sowie des Rohprotein- und Ölgehaltes. Bei der Blauen (Schmalblättrigen) Süßlupine brachte der verzweigte Wuchstyp im Mittel höhere Erträge als der unverzweigte. Am ertragreichsten waren die verzweigten Sorten Bolivio und Boltensia, gefolgt von Bora und Borlana; als ertragreichste unverzweigte Sorte erwies sich Boruta. Probleme können sich bei der Blauen Lupine durch die oft erhebliche Reifeverzögerung des Strohs sowie die relativ geringe Platzfestigkeit der Hülsen ergeben. In dieser Hinsicht besitzt die Weiße Lupine deutliche Vorteile. Von den beiden geprüften Weißen Süßlupinensorten brachte Amiga die höchsten Erträge. Bei den Gelben Süßlupinen ließen sich keine Ertragsunterschiede zwischen den Sorten Juno, Bornal, Borsaja und Borena nachweisen.

Abstract

Results of regional trials are given for varieties of *Lupinus angustifolius* in Mecklenburg-Vorpommern and Brandenburg, of *L. angustifolius* and *L. albus* in Saxony-Anhalt, Saxony, Thuringia, and Baden-Wuerttemberg, and of *L. luteus* in Saxony, for the years 2000 and 2001. The characterization of the varieties was based on the following traits: seed yield, plant height, lodging resistance, date of seed ripeness, delay of straw ripeness, bursting resistance of pods, thousand kernel weight, and content of crude protein as well as oil. In sweet *L. angustifolius* the branched type had higher

yields than the unbranched types. The branched varieties Bolivio and Boltensia had maximal yields, whereas Bora and Borlana came somewhat lower. In the unbranched varieties, Boruta had highest yields. In *L. angustifolius* problems occur due to the often considerable delay of straw ripeness in connection with the relatively low bursting resistance of pods. In this respect, *L. albus* has clear advantages. In the two tested varieties of sweet *L. albus*, Amiga showed highest yields. In sweet *L. luteus* no differences of yield were seen between the varieties Juno, Bornal, Borsaja, and Borena.

Key words

Lupinus angustifolius L., *Lupinus albus* L., *Lupinus luteus* L., trials for varieties.

1. Anbaufläche von Lupinen in Deutschland

Bei der Bodennutzungshaupterhebung werden in Deutschland unter Hülsenfrüchten drei Positionen erfasst:

- Futtererbsen zur Körnergewinnung,
- Ackerbohnen zur Körnergewinnung und
- alle anderen Hülsenfrüchte zum Ausreifen.

Zu letzteren gehören außer den drei Lupinenarten z. B. Speiseerbsen und Speisebohnen, Linsen, Wicken und „Leguminosensamen“ (außer Luzernesamen). Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes (ANONYM, 2001; HMIELORZ, 2002) betrug die Anbaufläche von „anderen Hülsenfrüchten“ in Deutschland

2000 (endgültig)	26.635 ha,
2001 (vorläufig)	34.200 ha.

Im Jahre 2000 entfielen davon auf die drei Hauptanbauländer von Lupinen, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt, 13.515; 5.038 bzw. 4.364 ha, zusammen 22.917 ha oder 86%. Auch wenn in der Zahl von Sachsen-Anhalt ein nennenswerter Anteil Speisehülsenfrüchte enthalten sein dürfte, kann man wahrscheinlich davon ausgehen, dass deutschlandweit etwa 90% der angebauten „anderen Hülsenfrüchte“ Lupinen sind. Dies würde eine Lupinenanbaufläche in der Grö-

ßenordnung von etwa 24.000 ha im Jahr 2000 und etwa 31.000 ha im Jahr 2001 ergeben.

Die Anbaubedeutung der einzelnen Lupinenarten hat sich in Deutschland in den letzten fünf Jahren grundlegend gewandelt. Bis 1996 befand sich auf den typischen Lupinenstandorten, den Sandböden Norddeutschlands, ausschließlich die Gelbe Lupine in Kultur. Auf den besseren Böden gab es zunehmend Anbauversuche mit der Weißen Lupine. Das starke Auftreten der Anthracnose im Jahre 1996 führte in der Folge zu großen Problemen bei der Bereitstellung gesunden Saatgutes. Die mit der Gelben Lupine bestellte Fläche ging stark zurück, und die Anbaupioniere von Weißen Lupinen verabschiedeten sich, wie z. B. in Thüringen, wieder von dieser Hülsenfrucht. In dieser Situation gewann die Schmalblättrige Lupine

- wegen ihrer Blütenfarbe allgemein als „Blaue Lupine“ bezeichnet -, von der 1997 die beiden ersten alkaloidarmen („süßen“) Sorten in Deutschland zugelassen wurden und die sich bis jetzt gegenüber Anthracnose weniger anfällig zeigte, schnell an Bedeutung. Sie besitzt zudem auf den besseren Sandstandorten ein höheres Ertragspotenzial als die Gelbe Lupine
- allerdings bei niedrigerem Eiweißgehalt - und wächst auch noch auf mittleren Böden mit nicht allzu hohem Ca-Gehalt. Heute entfallen nach SCHMIECHEN (2002) 90% der Lupinen-Saatgutvermehrungsfläche auf die Blaue Lupine, der Rest im Wesentlichen auf die Gelbe. Die Weiße Lupine konkurriert als Körnerleguminose der mittleren bis besseren Böden mit Futtererbsen und Ackerbohnen, denen sie im Korntrug meist unterlegen ist, bei allerdings höherem Rohproteintrag als Futtererbsen.

2. Standorte der Landessortenversuche

Die herausragende Bedeutung der Blauen Lupine unter den drei in Deutschland landwirtschaftlich kultivierten Lupinenarten spiegelt sich sowohl in der Anzahl zugelassener Sorten (bis 2001 waren es acht) als auch in der Zahl der Standorte von Landessortenversuchen wider (Tab. 1).

Tabelle 1: Standorte der Landessortenversuche mit Lupinen 2000 und 2001

Versuchsort	Standortbedingungen					Lupinen-Art		
	Höhe ü. NN	Temp. °C	Nd. mm	Boden- art	Acker- zahl	Weiß	Blaue	Gelbe
D-Standorte Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt und Sachsen								
Gülzow	13	8,2	543	IS	45		x	
Vipperow	63	8,0	640	SI	30		01	
Zehdenick	48	8,3	544	SL	30		x	
Güterfelde	38	8,6	595	SI	33-38		x	
Krugau	40	8,5	551	SI	25		x	
Beetzen- dorf	47	8,4	575	sL	45-50	x	x	
Gadegast	93	8,7	574	IS	33-40		x	
Spröda	120	8,8	547	SI	30		x	x
V-Standorte Sachsen und Thüringen								
Christgrün	430	7,4	722	sL	35-40		01	
Haufeld	430	7,6	624	L	36		01	
Heßberg	380	7,0	731	sL/IT	45/38		01	
Löß-Standorte Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen								
Walbeck	240	8,6	491	L	70-80	x		
Pommritz	230	8,6	698	sL	61	x		
Dornburg	250	8,8	590	L/sL	73/55	x	x	
Großen- stein	300	7,8	608	L	58	x	x	
Standorte in Baden-Württemberg								
Forchheim	117	10,1	742	IS	32	00	00	
Müllheim	232	9,5	650	sL	55	01	01	

Anmerkungen: Temp. = mittlere Jahresdurchschnittstemperatur
Nd. = mittlerer Jahresniederschlag
.../... = Angabe für 2000/2001
00 = nur im Jahr 2000
01 = nur im Jahr 2001
x = 2000 und 2001

Letztere wurden in Anlehnung an das Landessortenversuchswesen der neuen Bundesländer verschiedenen Standortgruppen zugeordnet. Für jeden Standort sind in Tabelle 1 und 2 die wichtigsten Klima- und Bodendaten sowie die geografische Lage angegeben. Außer den aufgeführten Prüfstellen standen Landessortenversuche zu Lupinen 2000 und 2001 in Schuby/Schleswig-Holstein (Blaue Lupine) sowie 2001

erstmalig an drei Orten in Bayern (alle Arten). Insgesamt wurde die Blaue Lupine 2001 an 18 Orten geprüft, mit Schwerpunkt der D(Diluvial)-Standorte Norddeutschlands, daneben aber auch in Vorgebirgslagen (V[Verwitterungs]-Standorte), auf zwei Löß-Standorten Thüringens und an einem Standort in der oberen Rheinebene. Die Prüfung der Weißen Lupine konzentriert sich auf die besseren Böden, vor allem auf die Löß-Standorte Mitteldeutschlands. Ein Landessortenversuch zu Gelben Lupinen befand sich am D-Standort Spröda.

Tabelle 2: Geografische Lage der Versuchsstandorte von Lupinen

Ort (Bundesland)	Landschaftsraum
Gülzow (MV)	Grundmoränengebiet nördlich des Mecklenburger Landrückens
Vipperow (MV)	Mecklenburger Seenplatte
Zehdenick (BR)	Havelniederung
Güterfelde (BR)	Mittelbrandenburg (Kurmark)
Krugau (BR)	Unterspreewald
Beetzendorf (ST)	Westliche Altmark
Gadegast (ST)	Hoher Fläming
Spröda (SN)	Leipziger Tieflandsbucht/Dübener Heide
Christgrün (SN)	Vogtland
Haufeld (TH)	Übergangslage vom Thüringer Becken zum Thüringer Wald
Heßberg (TH)	Südliches Vorland des Thüringer Waldes (oberes Werratal)
Walbeck (TH)	Mansfelder Land
Pommritz (SN)	Oberlausitzer Hügelland
Dornburg (TH)	Südostrand des Thüringer Beckens
Großenstein (TH)	Altenburger Hügelland
Forchheim (BW)	Rheinebene
Müllheim (BW)	Rheinebene

MV = Mecklenburg-Vorpommern, BR = Brandenburg, ST = Sachsen-Anhalt, SN = Sachsen,

TH = Thüringen, BW = Baden-Württemberg

3. Versuchsergebnisse zur Blauen (Schmalblättrigen) Lupine

3.1. Pflanzenentwicklung

Die Aussaat der Landessortenversuche erfolgte 2000 und 2001 an den meisten Orten in den letzten März- und ersten Apriltagen, d. h. noch in der optimalen Saatzeit-spanne (Tab. 3). Frühere Saaten waren nur 2000 in Spröda (bereits am 07.03.), Forchheim (13.03.) und Güterfelde (23.03.) möglich. Eine Spätsaat stellt der Versuch am Vorgebirgsstandort Heßberg 2001 (23.04.) dar. In Abhängigkeit vom Saattermin gin-

gen die Lupinen im Laufe des Monats April, in Heßberg 2001 am 2. Mai auf. Die sehr warme Aprilwitterung beschleunigte im Jahr 2000 den Aufgang.

In beiden Versuchsjahren lagen die Temperaturen im Monat Mai deutlich über dem langjährigen Mittel. 2000 war auch der Juni noch warm und trocken, 2001 hingegen kühl und feucht. Die Blüte setzte im Jahr 2000 Mitte/Ende Mai ein und war Anfang/Mitte Juni bereits abgeschlossen, die Blühperiode fiel somit relativ kurz aus (Tab. 3). Dies traf auch für die Kornfüllungsphase zu. In Zehdenick und Spröda hatten schon Ende Juni alle Prüfglieder das Gelbreife-Stadium erreicht. An den übrigen Versuchsorten trat die Gelbreife fast ausnahmslos im Laufe des Monats Juli ein. Im Jahr 2001 begann die Blühperiode Ende Mai/Anfang Juni, am Standort Heßberg wegen der späten Saat erst Mitte Juni, und erstreckte sich über etwa vier Wochen. Am frühesten (Mitte/Ende Juni) war sie in Müllheim sowie in Zehdenick, Krugau und Spröda abgeschlossen. Die Gelbreife trat an den meisten D-Standorten und in Müllheim in der 2. Julihälfte oder in den ersten Augusttagen ein, am besseren D-Standort Beetzendorf, den V- und den Löß-Standorten Ende Juli bis Mitte August.

Der Mähdruschtermin hängt neben der Kornreife ganz erheblich von der Strohreife ab. Infolge Reifeverzögerung des Strohs liegen Gelbreife- und Erntedatum deshalb oft weit auseinander. Um Kornverluste durch Hülsenplatzen möglichst zu vermeiden, wurden der frühe unverzweigte und der später reifende verzweigte Sortentyp z. T. zu verschiedenen Terminen geerntet. Im Jahr 2000 erstreckte sich die Erntezeit-spanne der Blauen Lupine von Mitte Juli bis Mitte August, 2001 im Wesentlichen von Ende Juli bis Ende August (Tab. 3). Am frühesten erfolgte der Drusch in der Rheinebene und auf den leichten Standorten Norddeutschlands, am spätesten auf den Vorgebirgsstandorten.

3.2. Kornerträge

Das Ertragsniveau der Blauen Lupine fiel in den beiden Prüffahren recht unterschiedlich aus (Tab. 4 und 5). 2000 führte die trocken-warme Frühjahrs- und Früh-sommerwitterung zu einem schnellen Durchlaufen der Blüh- und Kornfüllungsphase, wodurch insbesondere die Ertragskomponenten Hülsenzahl und Tausendkorn-masse stark beeinträchtigt wurden. An Standorten mit geringem Wassernachlieferungsvermögen des Bodens, wie Krugau, Gadegast, Zehdenick und Spröda, lagen

daher die Durchschnittserträge nur zwischen 5,8 und 18,6 dt/ha; im Mittel der D-Standorte wurden 19,3 dt/ha geerntet (Tab. 4).

Tabelle 3: Landessortenversuche Blaue Lupine 2000 und 2001 - Entwicklungsdaten

Versuchsort	Jahr	Aussaat	Aufgang	Blühperiode	Gelbreife	Ernte
Zehdenick	2000	29.03.	21.04.	25.-31.05.	24.-30.06.	03.08.
	2001	04.04.	25.04.	03.-25.06.	19.07.-02.08.	01.-10.08.
Güterfelde	2000	22.03.	17.04.	18.05.-10.06.	05.-13.07.	13.07.-07.08.
	2001	05.04.	25.04.	02.06.-06.07.	20.07.-03.08.	15.08.
Krugau	2000	30.03.	15.04.	25.05.-06.06.	02.-13.07.	24.07.
	2001	04.04.	25.04.	30.05.-26.06.	12.-24.07.	26.07.-01.08.
Beetzendorf	2000	03.04.	20.04.	29.05.-18.06.	10.-29.07.	01.-04.08.
	2001	03.04.	23.04.	03.06.-06.07.	29.07.-17.08.	03.-24.08.
Gadegast	2000	04.04.	18.04.	21.05.-08.06.	28.06.-07.07.	01.08.
	2001	05.04.	27.04.	02.06.-01.07.	18.07.-03.08.	31.07.-09.08.
Spröda	2000	07.03.	02.04.	13.05.-05.06.	18.-25.06.	10.-18.07.
	2001	02.04.	16.04.	01.-25.06.	12.-16.07.	28.08.
Christgrün	2001	02.04.	25.04.	10.06.-04.07.	09.-12.08.	24.08.
Haufeld	2001	02.04.	23.04.	09.06.-06.07.	31.07.-08.08.	16.08.
Heßberg	2001	23.04.	02.05.	15.06.-12.07.	05.-20.08.	30.08.
Dornburg	2000	07.04.	19.04.	26.05.-13.06.	20.07.-05.08.	09.-15.08.
	2001	04.04.	25.04.	01.06.-01.07.	28.07.-10.08.	03.-16.08.
Großenstein	2000	07.04.	21.04.	28.05.-11.06.	15.-26.07.	18.08.
	2001	03.04.	28.04.	06.06.-08.07.	31.07.-10.08.	15.09.
Forchheim	2000	13.03.	06.04.	14.05.-09.06.	30.06.-26.07.	03.08.
Müllheim	2001	02.04.	22.04.	29.05.-19.06.	18.-30.07.	31.07.

Nur Standorte in Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Thüringen und Baden-Württemberg

Aber auch an den Löß-Standorten und am Standort Forchheim war das Ertragsniveau mit 25,0 bzw. 24,1 dt/ha ausgesprochen niedrig. Annähernd normale Erträge wurden nur in Gülzow und Dornburg erzielt, hier war die Wasserversorgung offen-

bar relativ gut. Der geringe Ertrag am Löß-Standort Großenstein im Jahr 2000 ist vermutlich eine Folge der unterlassenen Impfung mit *Bradyrhizobium lupinii*, die in Gebieten ohne traditionellen Lupinenanbau für normales Wachstum unerlässlich ist.

Tabelle 4: Landessortenversuche Blaue Lupine 2000 - Kornerträge dt/ha (86% TS)

Versuchsort	unverzweigte Sorten		verzweigte Sorten				Ortsmittel
	Borweta	Sonet	Bordako	Bolivio	Boltensia	Bora	
Gülzow	38,7	33,2	33,5	36,2	36,1	34,0	35,3
Zehdenick	13,5	11,9	12,9	12,0	13,4	12,6	12,7
Güterfelde	25,0	25,5	29,1	28,9	26,8	25,1	26,7
Krugau	4,7	4,3	6,2	6,8	6,7	6,3	5,8
Beetzendorf	22,5	23,1	27,1	29,2	30,2	27,1	26,5
Gadegast	8,4	9,3	10,0	9,4	9,3	9,7	9,4
Spröda	16,7	18,4	19,8	18,8	20,6	17,4	18,6
0 D-Standorte	18,5	18,0	19,8	20,2	20,4	18,9	19,3
Dornburg	35,0	37,5	32,7	39,2	32,5	36,0	35,5
Großenstein	13,8	15,3	12,8	19,8	11,9	13,9	14,6
0 Löß-Standorte	24,4	26,4	22,8	29,5	22,2	25,0	25,0
Forchheim	-	30,7	18,9	22,7	22,4	25,7	24,1

TS = Trockensubstanz

Im Jahre 2001 waren durch ausreichende Niederschläge und relativ niedrige Juni-Temperaturen optimale Voraussetzungen für Wachstum und Ertragsbildung der Lupinen gegeben. Hochsommerliches Wetter ab Ende Juli sorgte für zügige Abreife. Das Ertragsniveau an den D-Standorten war mit durchschnittlich 30 dt/ha zufriedenstellend und wurde vom Standort Müllheim in der Rheinebene nicht wesentlich übertroffen (Tab. 5). Am niedrigsten war der Ertrag wie im Vorjahr am Standort Krugau. Mit nur 25 Bodenpunkten ist dies wahrscheinlich ein Grenzstandort für Blaue Lupinen. Die höchsten Erträge wurden mit Ortsmitteln von 35,9 bis 45,2 dt/ha

auf den Vorgebirgs- und Löß-Standorten erzielt. Bemerkenswert ist das trotz verspäteter Saat hohe Ertragsniveau am Standort Heßberg.

Tabelle 5: Landessortenversuche Blaue Lupine 2001 - Kornerträge dt/ha (86%TS)

Versuchsort	unverzweigte Sorten			verzweigte Sorten					Orts- mittel
	Borweta	Sonet	Boruta	Bordako	Bolivio	Boltensia	Bora	Borlana	
Gülzow	41,4	36,6	40,2	30,1	31,6	30,1	32,4	28,8	33,9
Vipperow	32,2	29,7	32,1	25,8	27,1	28,3	30,1	27,4	29,1
Zehdenick	34,0	29,9	33,8	36,6	35,3	38,0	37,2	36,0	35,1
Güterfelde	30,0	30,9	30,5	22,9	30,6	32,8	31,3	30,7	30,0
Krugau	15,3	14,6	15,1	21,7	21,3	21,0	20,9	20,8	18,8
Beetzendorf	33,0	35,1	34,2	27,6	37,8	34,7	35,7	34,0	34,0
Gadegast	26,5	27,6	29,3	29,1	36,6	31,6	33,4	34,6	31,1
Spröda	17,5	21,5	22,7	32,3	33,9	33,1	31,5	31,8	28,0
0 D- Standorte	28,7	28,2	29,7	28,3	31,8	31,2	31,6	30,5	30,0
Christgrün	37,2	39,9	45,9	43,6	47,7	50,9	51,3	44,8	45,2
Haufeld	28,3	24,0	32,7	41,1	37,3	51,5	28,0	44,6	35,9
Hessberg	38,3	41,0	42,4	32,1	50,6	52,1	46,9	46,2	43,7
0 V- Standorte	34,6	35,0	40,3	38,9	45,2	51,5	42,1	45,2	41,6
Dornburg	35,8	41,1	42,5	42,7	44,9	49,3	42,3	44,7	42,9
Großenstein	33,2	36,9	45,6	30,1	48,0	38,9	42,7	40,3	39,5
0 Löß- Standorte	34,5	39,0	44,0	36,4	46,5	44,1	42,5	42,5	41,2
Müllheim	-	21,0	29,9	31,9	32,9	35,3	34,0	33,0	31,1

Die Beurteilung der Sorten bezüglich ihres Ertragsvermögens soll zunächst für die einzelnen Standortgruppen getrennt erfolgen. Auf den D-Standorten traten in beiden Versuchsjahren nur geringe Sortenunterschiede auf (Tab. 4 und 5). Die höchsten Erträge brachten die verzweigten Sorten Bolivio und Boltensia, dicht gefolgt von Bora und Borlana. Die geringste Ertragsleistung zeigten die beiden früheren unverzweigten Sorten Borweta und Sonet. Im Mittel beider Jahre waren sie jedoch nur um 2,2 dt/ha unterlegen. Die 2001 erstmals geprüfte etwas spätere unverzweigte Sorte Boruta lag in der Mitte zwischen beiden Gruppen. Bordako realisierte 2000 einen ähn-

lich hohen Ertrag wie Bolivio, Boltensia und Bora, 2001 wies sie nur ein Leistungsniveau wie Borweta und Sonet auf.

Von den Vorgebirgsstandorten liegen nur Ergebnisse aus dem Jahr 2001 vor, die Sortenunterschiede sind hier beträchtlich (Tab. 5). Am höchsten fiel der Ertrag mit 51,5 dt/ha bei der Sorte Boltensia aus, ihr folgten Bolivio und Borlana mit rund 45 dt/ha und Bora mit 42 dt/ha. Borweta und Sonet hatten nur einen Ertrag von etwa 35 dt/ha, das sind 11 dt/ha weniger als der Durchschnitt der verzweigten Sorten Boltensia, Bolivio, Borlana und Bora. Boruta lag mit rund 40 dt/ha auch hier in der Mitte zwischen den frühen unverzweigten und den verzweigten Sorten. Bordako zeigte an den V-Standorten eine deutlich geringere Leistung als die übrigen verzweigten Sorten.

Wegen der geringen Erträge in Großenstein im Versuchsjahr 2000 sollen auch für die Sorteneinschätzung auf den Löß-Standorten in erster Linie die Ergebnisse aus 2001 herangezogen werden (Tab. 5). Den höchsten Ertrag brachte hier mit 46,5 dt/ha Bolivio, gefolgt von Boltensia und der unverzweigten Sorte Boruta mit 44 dt/ha sowie Bora und Borlana mit 42,5 dt/ha. Der Ertrag von Borweta lag - wie auf den V-Standorten - bei 34,5 dt/ha, Sonet war dagegen wie bereits im Vorjahr deutlich besser. Bordako brachte kaum einen Mehrertrag gegenüber Borweta.

Auch in der Rheinebene waren im Mittel beider Versuchsjahre Bolivio, Boltensia, Bora und Borlana die ertragreichsten Sorten, Bordako und Boruta lagen nicht weit darunter (Tab. 4 und 5). Borweta wurde nicht geprüft und Sonet brachte 2000 den höchsten, 2001 den niedrigsten Kornertrag, sodass für diese beiden Sorten keine Aussage möglich ist.

Fasst man die Ergebnisse an den verschiedenen Standorten zusammen, sind Bolivio und Boltensia als leistungsfähigste Sorten einzustufen, Bora und Borlana stehen ihnen jedoch nur wenig nach. Das geringste Ertragsniveau wies beim verzweigten Wuchstyp die 1997 als eine der beiden ersten Sorten der Blauen Süßlupine zugelassene Bordako auf. Die frühen unverzweigten Sorten Borweta und Sonet erreichten auf den D-Standorten fast das Ertragsniveau des verzweigten Wuchstyps, auf den Vorgebirgs- und Löß-Standorten waren sie diesem jedoch deutlich unterlegen. Ausschließlich auf den Löß-Standorten brachte Sonet höhere Erträge als Borweta. Bei der erst 2001 zugelassenen, etwas späteren unverzweigten Sorte Boruta war der Leistungsunterschied zum verzweigten Wuchstyp sehr viel geringer als bei

tungsunterschied zum verzweigten Wuchstyp sehr viel geringer als bei Borweta und Sonet, auf den Löß-Standorten wurde das Ertragsniveau der verzweigten Sorten 2001 sogar erreicht.

3.3. Merkmale der Ertragssicherheit

Die Ertragssicherheit ist von mehreren Eigenschaften der Pflanzen abhängig (Tab. 6). Zur Vermeidung von Schneidwerksverlusten beim Mähdrusch sollten die Blauen Lupinen standfest und nicht zu kurz sein. Während im Jahr 2000 zwischen dem unverzweigten und dem verzweigten Sortentyp kaum ein Unterschied in der Pflanzenlänge bestand, waren 2001 Borweta und Sonet mit 55 bis 60 cm deutlich kürzer als die verzweigten Sorten mit etwa 70 cm. Boruta lag dazwischen, aber näher am verzweigten Typ. Lager trat im Versuchsjahr 2000 fast gar nicht und 2001 nur an sechs der elf in Tabelle 6 zusammengefassten Versuchsorte auf. Hier war jedoch das Lager zum Teil sehr stark, namentlich an den D-Standorten Güterfelde, Beetzendorf und Gadegast sowie am Vorgebirgsstandort Heßberg, deutlich geringer an den beiden Löß-Standorten. Als besonders standfest erwiesen sich die beiden kurzen unverzweigten Sorten Borweta und Sonet. Die ebenfalls unverzweigte, aber längere Boruta war dagegen deutlich lageranfälliger und bezüglich Standfestigkeit ähnlich wie die verzweigten Sorten Bolivio und Bora einzustufen. Noch etwas stärker lagerten Boltensia und Borlana. Die geringste Standfestigkeit besaß die Sorte Bordako, sie zeigte schon zur Blüte beträchtliches Lager. Allerdings begannen auch die übrigen verzweigten Sorten sowie Boruta in diesem Stadium bereits zu lagern.

Die Gelbreife trat bei Borweta und Sonet 1 bis 2 Wochen früher ein als bei den verzweigten Sorten (Tab. 6). Zwischen letzteren gab es nur geringe Reifeunterschiede, als späteste Sorte erwies sich Bolivio. Boruta ähnelte im Reifetermin mehr dem verzweigten Sortentyp als den beiden anderen unverzweigten Sorten. Da 2000 bereits im Juli und 2001 an den meisten Orten bis zur ersten Augustdekade (bei der Spätsaat am Standort Heßberg bis zur 2. Augustdekade) von allen Sorten das Gelbreife-Stadium erreicht wurde, dürfte die rechtzeitige Samenreife bei der Blauen Lupine kein Problem sein.

Kritischer ist die Reifeverzögerung des Strohs zu sehen, durch die sich der Erntetermin noch um Wochen verschieben und das Erntegut hohe Kornfeuchten und

beträchtliche Strohanteile aufweisen kann. Zudem wächst mit der späteren Ernte aufgrund unzureichender Platzfestigkeit der Hülsen der Blauen Lupine die Gefahr von Vorernteverlusten. Verschärft wird die Situation noch dadurch, dass das Sikkationsmittel Reglone eine Indikationszulassung nur für Bestände zur Saatguterzeugung besitzt und deshalb seit 1. Juli 2001 nicht mehr im Konsumanbau eingesetzt werden darf. In beiden Versuchsjahren war die Strohreife auf den Löß-Standorten, aber auch schon auf dem besseren D-Standort Beetzendorf, bedeutend stärker verzögert als auf den schwächeren D-Standorten. Ähnlich stark wie auf den Löß-Böden fiel die Reifeverzögerung des Strohs 2001 auf den Vorgebirgs-Standorten aus. Sortenunterschiede traten im Vergleich zu den Standorteinflüssen weniger in Erscheinung (Tab. 6). Die geringste Reifeverzögerung zeigte das Stroh von Borweta und Sonet, ihnen folgten Boruta und Bordako, am stärksten verzögerte sich die Strohreife bei Bolivio, Boltensia, Bora und Borlana.

Nachblüher, auch als Zwiewuchs bezeichnet, führen zur Beimengung unreifer Körner im Erntegut und tragen zur Reifeverzögerung des Strohs bei. Die durchgeführten Bonituren lassen nur geringe Sortenunterschiede erkennen (Tab. 6). Beim unverzweigten Wuchstyp traten, wie zu erwarten war, weniger Nachblüher auf als beim verzweigten. Möglicherweise wurde von einzelnen Versuchsanstellern aber auch die Reifeverzögerung des Strohs als Zwiewuchs erfasst, was die Boniturnote überhöht haben könnte.

Die Platzfestigkeit der Hülsen ist bei der Blauen Lupine unbefriedigend und stellt eine große Herausforderung für die Züchtung dar. Sie ist sehr stark von der Witterung zwischen Erreichen der Samenreife und dem Drusch abhängig. Unterschiedliche Reife- und Erntedaten der einzelnen Sorten können daher die Boniturergebnisse erheblich beeinflussen. So waren z. B. im Jahr 2000 am Standort Dornburg Borweta, Sonet und Bora bereits geerntet, als die Lufttemperaturen über 30 °C anstiegen und bei den übrigen Sorten zu starkem Platzen der Hülsen mit Kornausfall führten. Erstere erhielten im Merkmal Hülsenplatzen die Boniturnote 1, die drei später geernteten hingegen Noten von 2,5 bis 5,7. Dass das Platzen der reifen Hülsen nicht nur von der Lufttemperatur, sondern auch noch von anderen Faktoren abhängt, zeigen ebenfalls Beobachtungen am Standort Dornburg. Während im Jahr 2000 die Blauen Lupinen schon an den ersten heißen Tagen (Temperaturmaxima > 30

°C) sehr stark platzten, war 2001 während einer längeren Hitzeperiode mit Temperaturen bis zu 35 °C kein Hülsenplatzen festzustellen. Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, sollten aufgrund der dargelegten Befunde Sorten in Bezug auf die Platzfestigkeit ihrer Hülsen nur innerhalb einer Reifegruppe verglichen werden. Betrachtet man so die Boniturnoten für Platzneigung in Tabelle 6, dann sind Sonet in der frühen und Bolivio in der späteren Reifegruppe als platzfesteste Sorten einzustufen.

3.4. Kornmerkmale

Bezüglich der Tausendkornmasse sind unabhängig vom Wuchstyp deutliche Sortenunterschiede zu erkennen (Tab. 7). Am niedrigsten war sie bei der Sorte Borweta (etwa 120 bis 125 g), etwas höher bei Bora (etwa 135 bis 140 g). Boruta lag mit rund 150 g ungefähr in der Mitte. Bei den meisten Sorten bewegte sich die Tausendkornmasse im Mittel beider Jahre zwischen 155 und 170 g, am höchsten war sie mit rund 175 g bei Bolivio.

Die Angaben zum Rohprotein- und Ölgehalt basieren allein auf den Thüringer Landessortenversuchen und beschränken sich beim Jahr 2000 auf den Standort Dornburg. Die Ergebnisse vom Versuchsort Großenstein aus 2000 wurden nicht einbezogen, weil hier wegen unterbliebener Rhizobien-Impfung nicht nur der Kornertrag gering ausfiel, sondern auch der Rohproteingehalt mit einem Durchschnitt von 24,5% der Trockenmasse (TM) einen für Blaue Lupinen völlig untypischen Wert aufwies. Am Standort Dornburg wiederum war der Rohproteingehalt 2000 außergewöhnlich hoch, sodass eher die Gehalte im Jahr 2001 als Maßstab gelten können (Tab. 7). Sie bewegen sich bei den meisten Sorten um 35% der TM. Bei Borweta und Sonet lag der Rohproteingehalt etwa 2%-Punkte (d. h. 2% der TM) unter, bei Bolivio 2%-Punkte über dem Sortenmittel. Der Ölgehalt der Blauen Lupine kann im Ergebnis der beiden Versuchsjahre mit 7,0 \pm 0,5% der Samen-TM angegeben werden und lässt keine nennenswerte Sortenabhängigkeit erkennen.

Die Samenfarbe (Tab. 7) ist für die Eigenverfütterung der Lupinen ohne Belang, könnte aber beim Verkauf des Erntegutes eine Rolle spielen. Am Markt sind gelbe Leguminosensamen erwünscht, für graue wie die von Sonet oder stärker braun gesprenkelte wie die von Bolivio ist eventuell mit einem Preisabschlag zu rechnen.

Tabelle 6: Landessortenversuche Blaue Lupine 2000 und 2001 – Merkmale der Ertragssicherheit

	Anzahl Orte	Jahr	unverzweigte Sorten			verzweigte Sorten				
			Borweta	Sonet	Boruta	Bordako	Bolivio	Boltensia	Bora	Borlana
Pflanzenlänge, cm	8	2000	44	42		45	49	51	51	
	11	2001	59	56	66	70	70	72	71	67
Lager zur Blüte	8	2000	1,0	1,0		1,0	1,0	1,0	1,0	
	11	2001	1,0	1,0	1,2	3,0	1,6	2,0	1,9	1,9
Lager zur Reife	8	2000	1,0	1,1		1,1	1,1	1,1	1,0	
	11	2001	1,5	1,2	2,5	3,9	2,5	3,0	2,3	2,9
Gelbreife, Datum	8	2000	05.07.	04.07.		11.07.	14.07.	13.07.	12.07.	
	11	2001	21.07.	18.07.	27.07.	30.07.	03.08.	30.07.	31.07.	30.07.
Reifeverzögerung	6	2000	2,6	2,7		4,4	5,1	4,9	4,2	
	10	2001	3,7	4,2	4,6	4,4	5,1	5,1	5,3	4,9
Nachblüher (Zwiewuchs)	7	2000	2,5	1,8		2,8	3,6	3,3	3,1	
	7	2001	1,2	1,3	1,6	2,2	2,0	2,1	1,8	2,2
Hülsenplatzen	6	2000	1,3	1,2		2,9	1,6	2,3	1,7	
	10	2001	2,2	1,7	2,5	2,4	1,8	2,5	2,5	2,6

Nur Standorte in Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen

Tabelle 7: Landessortenversuche Blaue Lupine 2000 und 2001 – Kornmerkmale

	Anzahl Orte	Jahr	unverzweigte Sorten			verzweigte Sorten				
			Borweta	Sonet	Boruta	Bordako	Bolivio	Boltensia	Bora	Borlana
Tausendkornmasse g (86% TS)	7	2000	116	146		152	177	156	134	
	9	2001	129	165	152	163	174	161	139	169
Rohproteingehalt % der TM	1	2000	36,9	37,0		39,6	43,5	41,1	38,7	
	4	2001	33,0	33,0	34,9	35,1	36,7	35,4	34,7	35,6
Ölgehalt % der TM	1	2000	7,5	7,3		7,4	7,5	7,1	7,3	
	4	2001	7,0	7,0	7,0	6,6	6,8	6,5	6,4	6,6
Farbe der Samenschale			gelb	grau, gelb ge- sprengelt	gelb, einzelne braune Sprenkel	gelb	gelb, braun ge- sprengelt	gelb	gelb	gelb

Tausendkornmasse: Standorte in Brandenburg, Sachsen-Anhalt (2001), Sachsen und Thüringen; Rohprotein- und Ölgehalt: nur Standorte in Thüringen

4. Versuchsergebnisse zur Weißen Lupine

In die Auswertung der Landessortenversuche mit Weißen Lupinen sollen hier nur die beiden Süßlupinensorten Bardo und Amiga sowie die Bitterlupine Weibit einbezogen werden. Die bis 2000 in den neuen Bundesländern außer diesen geprüfte Sorte Ares erwies sich für Mitteldeutschland als zu spät, Nelly war lediglich einjährig am Standort Forchheim im Prüfsortiment enthalten.

4.1. Pflanzenentwicklung

Mit Ausnahme des Versuches 2000 in Forchheim erfolgte die Aussaat in beiden Prüfungsjahren erst Anfang April, d. h. für diese Lupinenart relativ spät (Tab. 8). Die Pflanzen gingen größtenteils Ende April, z. T. Anfang Mai, auf. In Tabelle 8 betrifft das jeweils spätere Aufgangsdatum stets die Sorte Bardo, deren Saatgut mit Solitär gebeizt war, im Unterschied zu dem mit Rovral UFB gebeizten von Amiga und Weibit. Im Jahr 2001 führte die Wuchsdepression der Keimlinge nach Solitär-Beizung in Dornburg und Walbeck zu stark reduzierten Aufgangsdichten (Dornburg 23 Pflanzen/m², gegenüber 58 Pflanzen/m² im Mittel von Amiga und Weibit; Walbeck 41 Pflanzen/m², gegenüber 74 Pflanzen/m² bei den übrigen Sorten).

Die Blühperiode erstreckte sich auf den mitteldeutschen Standorten im Jahr 2000 von Ende Mai bis Anfang Juli, 2001 von Anfang Juni bis Mitte Juli (Tab. 8). In der Rheinebene war die Blüte in beiden Jahren Mitte Juni abgeschlossen. Die Gelbreife trat in der Rheinebene Anfang, in Mitteldeutschland meist Mitte bis Ende August ein. Eine Ausnahme machte 2000 der Standort Dornburg, wo nach dem trockenen Frühsommer die Juli- und August-Niederschläge das Wachstum noch einmal stimulierten und die Gelbreife bis in den September hinein verzögerten. 2001 beschleunigte nach ausreichenden Niederschlägen im Frühsommer trocken-warmes Wetter Ende Juli und im August die Abreife. Die Reifeverzögerung des Strohs spielte bei der Weißen Lupine bei Weitem nicht eine so große Rolle wie bei der Blauen Lupine, sodass die Ernte bald nach der Samenreife erfolgen konnte.

4.2. Kornerträge

Bei der Weißen Lupine wirkte sich die Frühjahrs- und Frühsommertrockenheit des Jahres 2000 weniger stark auf das Ertragsniveau aus als bei der Blauen Lupine. Sie konnte, bedingt durch die längere Vegetationszeit teilweise noch von den Sommer-

niederschlägen profitieren. Vergleicht man die Erträge beider Versuchsjahre an den einzelnen Orten, so zeigt sich Weibit als am ertragsstabilsten (Tab. 9).

Tabelle 8: Landessortenversuche Weiße Lupine 2000 und 2001 – Entwicklungsdaten

Versuchsort	Jahr	Aussaat	Aufgang	Blühperiode	Gelbreife	Ernte
Beetzendorf	2000	03.04.	24.-26.04.	29.05.-21.06.	18.-23.08.	08.09.
	2001	03.04.	26.04.- 07.05.	04.06.-20.07.	30.08.-03.09.	04.10.
Walbeck	2000	08.04.	25.-27.04.	01.06.-02.07.	28.08.	12.09.
	2001	10.04.	03.-08.05.	09.06.-06.07.	26.-31.08.	17.09.
Pommritz	2000	04.04.	24.04.-	22.05.-20.06.	16.-25.08.	08.09.
	2001	03.04.	02.05. 30.04.	04.06.-08.07.	26.-30.08.	20.09.
Dornburg	2000	07.04.	25.04.	26.05.-27.06.	07.-22.09.	12.10.
	2001	04.04.	30.04.- 14.05.	01.06.-13.07.	25.-26.08.	06.09.
Großenstein	2000	07.04.	24.-26.04.	27.05.-22.06.	24.-27.08.	20.09.
	2001	03.04.	29.04.- 08.05.	06.06.-19.07.	25.-27.08.	15.09.
Forchheim	2000	13.03.	08.-17.04.	13.05.-17.06.	03.-20.08.	05.09.
Müllheim	2001	02.04.	23.-24.04.	28.05.-14.06.	13.-14.08.	15.08.

Nur Sorten Bardo, Amiga und Weibit

Die beiden Süßlupinensorten wiesen dagegen 2000 an den Standorten Pommritz und Großenstein ein sehr geringes Ertragsniveau auf. Dabei ist in Großenstein, wie schon bei der Blauen Lupine, die unterbliebene Rhizobien-Impfung als Ursache mit in Betracht zu ziehen. Im Durchschnitt beider Versuchsjahre brachten Weibit und Amiga an den mitteldeutschen Standorten einen etwa gleich hohen Ertrag von rund 47 dt/ha. Der Ertrag von Bardo fiel im Vergleich zu diesen beiden Sorten fast immer niedriger aus und lag im Mittel nur bei 36 dt/ha. Besonders groß war der Minderertrag 2001 an den Orten Dornburg und Walbeck aufgrund der bereits erwähnten

Mängel im Aufgang. In der Rheinebene wurden bei ähnlichen Relationen zwischen den Sorten deutlich geringere Erträge erzielt als im mitteldeutschen Raum.

4.3. Merkmale der Ertragssicherheit

Die Pflanzenlänge lag bei der Weißen Lupine immer in einem für den Mähdrusch optimalen Bereich, im Mittel zwischen 65 und 85 cm (Tab. 10). Selbst in den beiden Versuchen mit geringstem Pflanzenwachstum (Pommritz und Großenstein 2000) betrug sie mindestens 54 cm. Bardo war in der Tendenz etwas kürzer als die beiden anderen Sorten. Die Süßlupinen Bardo und Amiga zeigten in den meisten Versuchen eine sehr gute Standfestigkeit. Lediglich an den Prüforten Beetzendorf und Pommritz trat bei ihnen im Jahr 2001 mittleres Lager auf. Deutliche Mängel in der Standfestigkeit besitzt dagegen die Bitterlupine Weibit, sie lagerte in fünf von zehn Versuchen bereits während der Blüte ziemlich stark.

Tabelle 9: Landessortenversuche Weiße Lupine 2000 und 2001 – Kornerträge dt/ha (86% TS)

Versuchsort	Jahr	Süßlupinen		Bitterlupine	Ortsmittel
		Bardo	Amiga	Weibit	
Beetzendorf	2000	42,8	49,7	50,3	47,6
	2001	36,5	51,9	34,4	40,9
Walbeck	2000	51,2	58,2	64,7	58,0
	2001	31,2	67,1	59,9	52,7
Pommritz	2000	17,8	10,8	37,0	21,9
	2001	37,6	38,2	38,5	38,1
Dornburg	2000	44,6	52,1	47,9	48,2
	2001	31,4	53,7	50,8	45,3
Großenstein	2000	21,8	24,9	34,4	27,0
	2001	44,9	59,6	52,8	52,4
Mittel 5 Orte	2000	35,6	39,1	46,9	40,5
	2001	36,3	54,1	47,3	45,9
Forchheim	2000	21,9	34,2		28,0
Müllheim	2001	35,4	36,1		35,8
Mittel aller Orte	2000	33,4	38,3	-	38,4
	2001	36,2	51,1	-	44,2

Tabelle 10: Landessortenversuche Weiße Lupine 2000 und 2001 – Merkmale der Ertragssicherheit

Merkmal	Anzahl Orte	Jahr	Süßlupinen		Bitterlupine
			Bardo	Amiga	Weibit
Pflanzenlänge, cm	5	2000	64	68	70
	5	2001	78	85	80
Lager zur Blüte	5	2000	1,0	1,0	1,9
	5	2001	1,6	1,4	4,8
Lager zur Reife	5	2000	1,2	1,0	2,4
	5	2001	2,6	2,7	5,8
Gelbreife, Datum	5	2000	26.08.	31.08.	25.08.
	5	2001	28.08.	28.08.	27.08.
Reifeverzögerung Stroh	4	2000	1,8	2,5	2,2
	5	2001	1,2	1,4	1,5
Nachblüher (Zwiewuchs)	3	2000	1,7	1,8	2,3
	4	2001	1,0	1,3	1,0

Ohne Standorte in Baden-Württemberg

Die Gelbreife wurde in Mitteldeutschland meistens bis Ende August, in der Rheinebene schon bis Mitte August erreicht, sodass die drei untersuchten Sorten an sich ausreichend frühreif sind. Dass im Einzelfall doch Reifeprobleme auftreten können, zeigte der Versuch 2000 in Dornburg, in welchem Weibit und Bardo am 7./8. September, Amiga erst am 22. September gelbreif waren. Dies hätte ausgereicht, um die Ernte an die September/Okttober-Wende zu verschieben (geerntet wurde wegen der späten Sorte Ares erst am 12.10.). Ein so großer Reifeunterschied zwischen Amiga und den beiden anderen Sorten ist aber die Ausnahme. Im Allgemeinen reiften in den Jahren 2000 und 2001 Weibit, Bardo und Amiga etwa zum gleichen Zeitpunkt (Tab. 10).

Reifeverzögerung des Strohs und Nachblüher erreichten in den beiden Prüfjahren nur in einem Versuch höhere Boniturwerte, und zwar 2000 am Standort Dornburg. Im Mittel der Orte waren sie gering, deutliche Sortenunterschiede traten nicht auf (Tab. 10). Die Hülsen der Weißen Lupine sind erfahrungsgemäß sehr platzfest, was sich in den Landessortenversuchen bestätigte (2000 und 2001 ausnahmslos Note 1 für Hülsenplatten).

4.4. Kornmerkmale

Bei der Tausendkornmasse der Weißen Lupine fällt vor allem der beträchtliche Jahreseinfluss auf (Tab. 11). 2000 lag sie im Mittel bei gut 390 g, 2001 nur bei 270 g. Der um rund 120 g niedrigere Wert im letzten Jahr dürfte auf die außergewöhnlich rasche Abreife und damit verkürzte Kornfüllungsperiode (bei späterer Blüte erfolgte die Reife zum gleichen Zeitpunkt wie 2000) zurückzuführen sein. Amiga und Weibit wiesen etwa gleich hohe Tausendkornmassen auf, die von Bardo war um etwa 50 g niedriger.

Die Angaben zum Rohprotein- und Ölgehalt basieren auf den beiden Thüringer Standorten, wobei Großenstein 2000 wie bei der Blauen Lupine unberücksichtigt bleibt. Wegen unterlassener Impfung betrug der Rohproteingehalt hier nur 29,5% der TM. Während die in Tabelle 11 aufgeführten Rohproteingehalte für das Jahr 2000 reichlich 4%-Punkte über dem langjährigen Mittel von Thüringen liegen, kommen diesem die Werte von 2001 relativ nahe. Bardo hatte in den beiden Versuchsjahren einen geringfügig niedrigeren Rohproteingehalt als Amiga und Weibit. Beim Ölgehalt sind keine Sortenunterschiede zu erkennen, im Mittel lag er bei 11% der TM.

Tabelle 11: Landessortenversuche Weiße Lupine 2000 und 2001 - Kornmerkmale

Merkmal	Anzahl Orte	Jahr	Süßlupinen		Bitterlupine
			Bardo	Amiga	Weibit
Tausendkornmasse g (86% TS)	5	2000	357	422	396
	3	2001	237	285	286
Rohproteingehalt % der TM	1	2000	38,3	39,1	39,2
	2	2001	35,1	36,0	36,2
Ölgehalt % der TM	1	2000	10,8	11,5	11,4
	2	2001	10,8	10,2	10,9

Tausendkornmasse nur Standorte in Sachsen-Anhalt (nur 2000), Sachsen und Thüringen
Rohprotein- und Ölgehalt nur Standorte in Thüringen

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Süßlupinensorte Amiga 2000 und 2001 der Sorte Bardo im Ertrag deutlich überlegen und in den Merkmalen Ertragssicherheit sowie in der Kornqualität gleichwertig war. Weibit hatte ein ähnliches Ertragsniveau wie Amiga, zeigte aber erhebliche Mängel in der Standfestigkeit. Da es

in Deutschland zz. keine Verwertungsmöglichkeit für Bitterlupinensamen gibt, steht ihr Anbau nicht zur Diskussion.

5. Versuchsergebnisse zur Gelben Lupine

5.1. Pflanzenentwicklung

Zu Gelben Lupinen liegen lediglich Ergebnisse eines Landessortenversuches am Standort Spröda vor, der die vier zugelassenen Süßlupinensorten enthielt. Er kam 2000 und 2001 in der optimalen Zeitspanne Ende März bis Anfang April zur Aussaat und lief bereits Mitte April auf (Tab. 12). Die Blühperiode erstreckte sich 2000 von Ende Mai bis Mitte Juni, 2001 auf die 2. und 3. Juni-Dekade. Mitte/Ende Juli erreichten alle Sorten die Gelbreife. 2000 konnte der Drusch mit Eintritt der Samenreife, 2001 erst einen Monat später erfolgen.

Tabelle 12: Landessortenversuch Gelbe Lupine 2000 und 2001; Entwicklungsdaten, Versuchsort Spröda

Termin/Stadium	Jahr	
	2000	2001
Aussaat	23.03.	02.04.
Aufgang	20.04.	16.04.
Blühperiode	29.05.-15.06.	10.-30.06.
Gelbreife	14.-25.07.	19.-26.07.
Ernte	26.07.	28.08.

5.2. Kornerträge

Offenbar bedingt durch die Frühjahrs- und Frühsommertrockenheit, lag der Durchschnittsertrag 2000 nur bei 14,5 dt/ha; 2001 wurde mit rund 20 dt/ha ein normales Ertragsniveau erreicht (Tab. 13). Die Blaue Lupine brachte im Vergleich dazu am Standort Spröda Durchschnittserträge von 18,6 dt/ha im Jahr 2000 und 28,0 dt/ha 2001. Leistungsunterschiede zwischen den Sorten der Gelben Lupine waren nicht festzustellen.

Tabelle 13: Landessortenversuch Gelbe Lupine 2000 und 2001 – Kornerträge, Merkmale der Ertragssicherheit und Kornmerkmale, Versuchsort Spröda

Merkmal	Jahr	Sorten				Ortsmittel
		Juno	Bornal	Borsaja	Borena	
Kornertrag, dt/ha (86% TS)	2000	15,7	14,7	13,3	14,2	14,5
	2001	18,6	20,2	21,0	21,1	20,2
Pflanzenlänge, cm	2000	49	52	48	48	49
	2001	69	70	72	67	70
Gelbreife, Datum	2000	20.07.	25.07.	14.07.	17.07.	19.07.
	2001	24.07.	26.07.	19.07.	22.07.	23.07.
Reifeverzögerung Stroh	2000	3,0	5,0	3,0	3,0	3,5
	2001	3,0	7,0	5,0	5,0	5,0
Nachblüher (Zwiewuchs)	2000	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	2001	2,5	4,5	2,8	2,8	3,2
Tausendkornmasse g (86% TS)	2000	135	139	124	129	132
	2001	166	176	162	155	165
Rohproteingehalt % der TM	2000	49,1	48,0	45,2	46,6	47,2
	2001	46,6	50,2	47,6	44,5	47,2

5.3. Merkmale der Ertragssicherheit

Die Pflanzenlänge lag 2000 bei 50 cm, 2001 bei 70 cm und war bei allen Sorten in etwa gleich (Tab. 13). Sortenunterschiede zeigten sich bezüglich des Termins der Gelbreife. Er verspätete sich von Borsaja über Borena und Juno bis zu Bornal um 1 bis 1½ Wochen. Die Reifeverzögerung des Strohs war bei der Gelben Lupine im Jahr 2000 ebenso stark, 2001 noch bedeutend stärker ausgeprägt als bei der Blauen Lupine. Am wenigsten verzögerte sich die Strohreife bei der Sorte Juno, am meisten bei Bornal. Nachblüher traten nur im Jahr 2001 auf; auch hier war vor allem die Sorte Bornal betroffen.

5.4. Kornmerkmale

Die Tausendkornmasse fiel bei der Gelben Lupine 2001 höher aus als im Jahre 2000, bei nur geringen Sortenunterschieden (Tab. 13). Die geringste Reaktion auf Jahreseinflüsse zeigte der Rohproteingehalt, der in beiden Jahren 47,2% der TM betrug. 2000 war er bei Juno und Bornal, 2001 nur bei Bornal etwas höher als bei den übrigen Sorten. Legt man für die Blaue Lupine einen durchschnittlichen Rohproteingehalt von

33 bis 35% der TM und die Kornerträge am Standort Spröda zu Grunde, so ergeben sich für Gelbe und Blaue Lupinen ähnliche Rohproteinerträge.

6. Beobachtungen zum Krankheitsbefall der Lupinenarten

Krankheitsboniturergebnisse liegen nur für die Blaue und die Weiße Lupine vor. Im Großen und Ganzen war der Krankheitsbefall in den Landessortenversuchen 2000 und 2001 verhältnismäßig gering.

Verbreitet trat bei Blauen und Weißen Lupinen Lupinenwelke (*Fusarium*) auf und auf die besseren Standorte beschränkt Lupinenbräune (Cucumber mosaic virus). Die Befallsstärke war bei beiden Krankheiten meistens nur sehr gering bis gering, selten mittel. Bei der Blauen Lupine wurde in Beetzendorf und Heßberg außerdem Blattschütte (*Stemphylium sarciniforme*) festgestellt, mit maximal mittleren Befallswerten. Zu den bei Blauer und Weißer Lupine nur an einzelnen Orten beobachteten Krankheiten zählen *Alternaria* und im Jahr 2001 Fußkrankheiten. Echter Mehltau und Lupinenrost (*Uromyces renovatus*) wurden im Jahr 2000 in Beetzendorf bzw. Zehdenick bei der Blauen Lupine diagnostiziert. Deutliche Sortenunterschiede bezüglich Krankheitsanfälligkeit lassen sich aus den vorliegenden Boniturergebnissen nicht ableiten.

Hinweise auf Hülsenbefall mit Anthracnose gab es nur bei der Weißen Lupine und hier lediglich 2000 in Beetzendorf und Dornburg. Offenbar ist durch den Ausschluss befallener Saatgutpartien vom weiteren Anbau und durchgängige Saatgutbeizung mit Rovral UFB bzw. Solitär dieser Krankheit wirksam begegnet worden.

Dank

Der Beitrag basiert auf Ergebnissen von Landessortenversuchen, die in Länderhoheit durchgeführt worden sind. Er war nur möglich, indem die Länderdienststellen in Baden-Württemberg, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Sachsen-Anhalt ihre Versuchsdaten zur Verfügung stellten, wofür ihnen verbindlichst zu danken ist. Besonderer Dank gilt den für die Landessortenversuche mit Lupinen Verantwortlichen, Frau Dr. Amann in Baden-Württemberg, Herrn Dr. Barthelmes in

Brandenburg, Herrn Dr. Jackisch in Sachsen, Herrn Dr. Schulz in Mecklenburg-Vorpommern und Herrn Thomaschewski in Sachsen-Anhalt.

7. Literatur

- ANONYM (2001): Statistisches Bundesamt, Fachserie 3 – Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Reihe 3.1 – Landwirtschaftliche Bodennutzung der Betriebe (Landwirtschaftlich genutzte Flächen) 2000. Verlag Metzler-Poeschel, Stuttgart, 22 S.
- HMIELORZ; A. (2000): Vorläufige Anbauflächen von Hülsenfrüchten 2001. Persönliche Mitteilung i. A. des Statistischen Bundesamtes
- OTT, J.; AMANN, Ch. (2000): Ergebnisse der Landessortenversuche mit Leguminosen in Baden-Württemberg 2000. LAP Forchheim, Informationen für die Pflanzenproduktion, Heft 8, 39 S.
- OTT, J.; AMANN, Ch. (2001): Ergebnisse der Landessortenversuche mit Leguminosen in Baden-Württemberg 2001. LAP Forchheim, Informationen für die Pflanzenproduktion, Heft 8, 44 S.
- SCHMIECHEN, U. (2002) Die Auswirkungen des Auftretens von Anthracnose im Vermehrungsanbau der Lupinen und Ergebnisse bei der Feldanerkennung im Jahr 2001. In M. Wink (Hrgb.) Lupinen 2001. pp 44-59

Einfluss von Sorte und Bestandesdichte in Blauen Lupinen auf den Ertrag und die Wirtschaftlichkeit

Bärbel Dittmann

Landesanstalt für Landwirtschaft des Landes Brandenburg

Abteilung Acker- und Pflanzenbau

(ab 01.01.2002 Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft)

Berliner Straße, 14532 Güterfelde

Zusammenfassung

In den Jahren 2000 und 2001 wurden am Standort Güterfelde (anlehmiger Sand, Ackerzahl 35) und im Jahr 2000 am Standort Krugau (anlehmiger Sand, Ackerzahl 25) unterschiedliche Saatstärken in Blauen Lupinen hinsichtlich Ertrag und Wirtschaftlichkeit untersucht. Die ein- bis zweijährigen Ergebnisse zeigen, dass ein wirtschaftlicher Mehrertrag durch Saatmengensteigerung beim verzweigten Sortentyp (Sorte Bordako) mit 100-120 keimfähigen Körner/m² erreicht werden kann. Die für den Sortentyp mit endständigem Hülsenansatz bisher empfohlenen höheren Saatstärken von 140 keimfähigen Körnern/m² im Vergleich zum verzweigten Sortentyp konnten nicht bestätigt werden. Auch für den endständigen Sortentyp erwies sich die Saatstärke 100 keimfähige Körner/m² als wirtschaftlich.

1. Einleitung

Der Anbauumfang von Hülsenfrüchten lag im Land Brandenburg 2001 insgesamt bei 42.300 ha (4,1% der Ackerfläche). Neben dem Futtererbsenanbau mit 24.100 ha hat der Lupinenanbau als Hauptfrucht der 17.600 ha Anbaufläche sonstige Hülsenfrüchte im Vergleich mit den letzten Jahren wieder deutlich zugenommen. Dabei haben sich die Relationen innerhalb der Lupinenarten zugunsten der Blauen Lupinen verschoben. Die Saatstärkenempfehlung basiert bisher auf den Erfahrungen der Züchterhäuser. Auch in den Landessortenversuchen werden diese empfohlenen Saatstärken von 100 keimfähigen Körnern je m² für die Verzweigungstypen und von 140 keimfähigen Körnern je m² für den Wuchstyp mit endständigem Hülsenansatz verwendet. Da das Saatgut einen erheblichen Anteil an den Produktionskosten hat,

werden seit zwei Jahren in der Landesanstalt für Landwirtschaft des Landes Brandenburg Untersuchungen zur optimalen Saatstärke bei Blauen Lupinen durchgeführt, um diesen Kostenfaktor unter Berücksichtigung des Produktionsrisikos zu minimieren.

2. Material und Methoden

In den Jahren 2000 und 2001 wurden am Standort Güterfelde (anlehmiger Sand, Ackerzahl 35) und im Jahr 2000 am Standort Krugau (anlehmiger Sand, Ackerzahl 25) unterschiedliche Saatstärken in Blauen Lupinen hinsichtlich Ertrag und Wirtschaftlichkeit untersucht. Die Differenzierung in der Saatstärke erfolgte sowohl für den Verzweigungstyp (Sorte Bordako) als auch für den Wuchstyp mit endständigem Hülsenansatz (Sorte Borweta) einheitlich in den Stufen 80, 100, 120 und 140 keimfähige Körner je m². Die Versuchsvarianten wurden im Feldversuch in Vierfachwiederholung bei einer Parzellengröße von je 12 m² angelegt. Die Anbaumaßnahmen erfolgten ortsüblich und möglichst optimal und einheitlich.

3. Ergebnisse

3.1. Standort Güterfelde

Die Versuchsjahre 2000 und 2001 unterschieden sich im Witterungsverlauf erheblich. Im Jahr 2000 waren der April und Mai deutlich zu trocken und zu warm. Das wirkte sich in einer verminderten vegetativen und generativen Leistung der Lupinen aus. Im Folgejahr hingegen lagen ausgeglichene Wachstumsverhältnisse vor. Durchschnittliche Niederschläge ermöglichten wüchsige Bestände, die sich beim verzweigenden Wuchstyp auch in Lagerbeständen niederschlugen. Im Mittel der Saatstärken erreichte die Sorte Bordako (Verzweigungstyp) ein Ertragsniveau im Jahr 2000 von 27,3 dt/ha und im Jahr 2001 von 26,3 dt/ha. Die Sorte Borweta (endständiger Typ) erzielte im Mittel der Saatstärken im Jahr 2000 einen Kornertrag von 24,6 dt/ha und im Jahr 2001 von 30,9 dt/ha. Die Abstufung der Ergebnisse zwischen den einzelnen Saatstärken ist im Mittel der beiden Jahre in *Abbildung 1 dargestellt*.

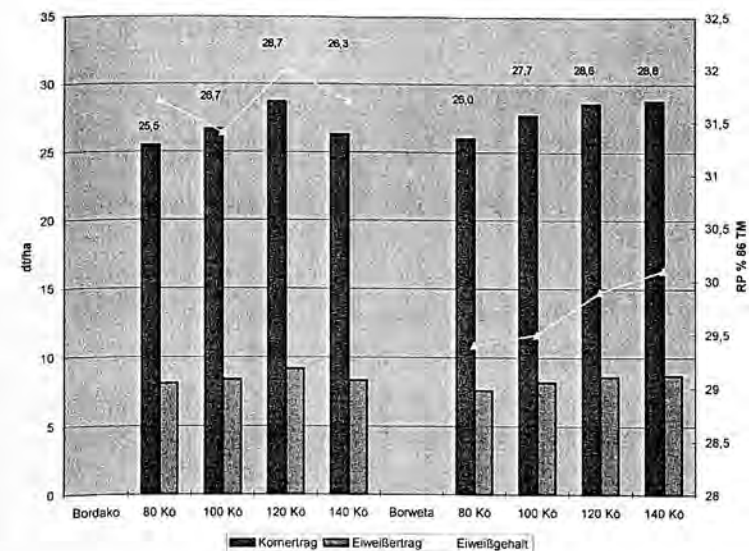


Abb. 1: Einfluss der Saatmenge auf den Ertrag in Blauer Lupine, Güterfelde 2000+2001, AZ 35

Bei der Sorte Bordako war ein Ertragsanstieg bis zur Saatstärke 120 keimfähige Körner je m² festzustellen. Die noch höhere Saatmenge von 140 keimfähigen Körnern je m² führte zu einem Abfall des Korn- und Eiweißertrages. Die Saatmengenerhöhung bei der Sorte Borweta war in allen Stufen kornertrags- und eiweißertragserhöhend. Die Höhe des Mehrertrages nimmt mit steigender Saatmenge ab. Auch der Rohproteingehalt (bei 86% Trockenmasse) folgt dieser Tendenz.

3.2. Standort Krugau

Bisher einjährig wurde auf diesem typischen Lupinenstandort mit der Ackerzahl 25 die Saatmengenstaffelung überprüft. Durch einen Fehler wurden die geplanten Saatmengen nicht eingehalten. Die tatsächlichen Saatstärken und deren Wirkung auf den Ertrag sind in der *Abbildung 2 dargestellt*.

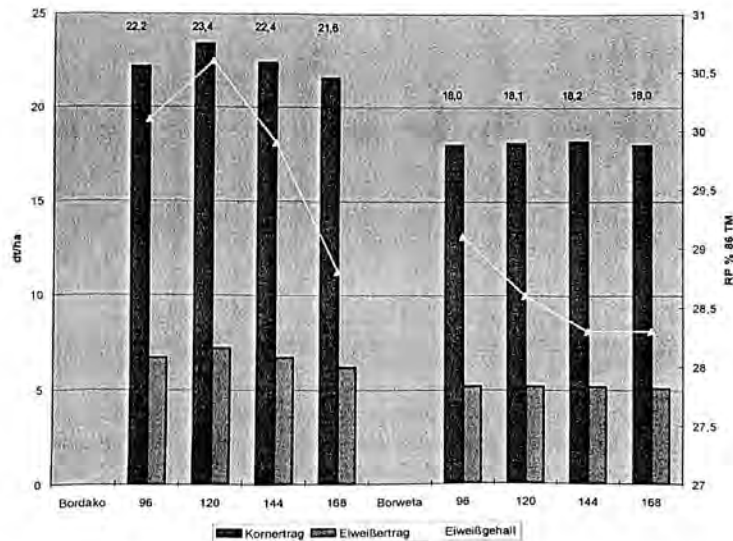


Abb. 2: Einfluss der Saatmenge auf den Ertrag in Blauer Lupine, Krugau 2001, AZ 25

Bei der Sorte Bordako wurde ein signifikanter Ertragsanstieg bis zur Saatstärke 120 keimfähige Körner je m² für den Korn- und den Eiweißtrag festgestellt. Höhere Saatmengen führten zu Mindererträgen. Die Saatmengenerhöhung bei der Sorte Borweta hatte keinen nachweisbaren Einfluss auf den Korn- und Eiweißtrag.

4. Schlussfolgerungen

Da sich an beiden Standorten zwischen Ertragsstruktur (Hülsenzahl je m²) und Ertrag keine gesicherten Zusammenhänge nachweisen ließen, beziehen sich die Schlussfolgerungen ausschließlich auf die erzielten Erträge. Um die Wirtschaftlichkeit der Saatstärkenerhöhungen zu bewerten, werden folgende Kenngrößen unterstellt:

Saatgutkosten Blaue Lupine

Beispiel für Standardsaatmenge bei 90% Keimfähigkeit und 100,- DM / dt Z-Saatgut

- Für die Sorte BORDAKO ergeben sich bei der Saatstärke 100 keimfähige Körner/m² und einer Tausendkornmasse von 173 g
Saatgutkosten von 190,- DM / ha.
- Für die Sorte BORWETA ergeben sich bei der Saatstärke 140 keimfähige Körner/m² und einer Tausendkornmasse von 125 g
Saatgutkosten von 192,50 DM / ha.
- Für je 20 keimfähige Körner/m² Saatmengenerhöhung betragen die Mehrkosten unter den oben genannten Voraussetzungen für
BORDAKO 38,00 DM/ha
BORWETA 27,50 DM/ha
- Somit sind bei einem Erzeugerpreis von 24,- DM/dt ausschließlich für die Deckung der Saatgutmehrkosten je 20 keimf. Körner/m² folgende Mehrerträge erforderlich:
BORDAKO 1,58 dt/ha
BORWETA 1,15 dt/ha

Bei Überprüfung der Mehrerträge je Saatstärkenstufe zeigt sich, dass am Standort Güterfelde (Ackerzahl 35) bei der Sorte Bordako die Saatmenge 120 keimfähige Körner/m² mit 2,0 dt/ha Mehrertrag wirtschaftlich war. Bei der Sorte Borweta erwies sich die Saatmenge 100 keimfähige Körner/m² als wirtschaftlich. Hier war die Saatmenge 120 keimfähige Körner/m² mit 0,9 dt/ha Mehrertrag im Vergleich zu 100 keimfähigen Körnern/m² der Wirtschaftlichkeitsschwelle knapp unterlegen.

Am Standort Krugau (Ackerzahl 25) deutet sich als einjähriges Ergebnis folgende Aussage an. Wirtschaftlich erwies sich bei der Sorte Bordako die Saatmenge 100 keimfähige Körnern/m². Die Saatmenge 120 keimfähige Körner/m² verfehlte diese Wirtschaftlichkeitsschwelle mit 1,2 dt/ha Mehrertrag nur geringfügig. Auch bei der Sorte Borweta war die Saatmenge 100 keimfähige Körner/m² am wirtschaft-

lichsten. Ertragserhöhungen aus Saatgutmehraufwendungen konnten hier nicht festgestellt werden.

Diese Ergebnisse sollen eine Diskussionsgrundlage sein. Auf Brandenburger anlehmigen Sandstandorten lassen sich aus den bisherigen Ergebnissen höhere Saatstärken für den Sortentyp endständiger Hülsenansatz im Vergleich zum verzweigten Sortentyp nicht nachweisen.

Der Einfluss von Wuchstyp, Saatzeitpunkt und Saatstärke auf den Kornertrag von Blauen Süßlupinen (*Lupinus angustifolius*)

Thomas Eckardt, Franz Haag und Regine Dieterich

Saatzucht Steinach GmbH, Klockower Strasse 11, D-17219 Bocksee,
eckardt.thomas@saatzucht.de

Zusammenfassung

Seit Ende der 90er Jahre dominiert *Lupinus angustifolius* den deutschen Anbau von bitterstoffarmer Lupinen. Im Zuge der Einführung neuer Sorten wurden im Zeitraum 1996-2001 umfangreiche Versuche zur Saatstärke und zum Saatzeitpunkt in Nordostdeutschland durchgeführt, um Aussagen zur Interaktion von Saatstärke, Saatzeit und Wuchstyp bzw. Sorte bei unterschiedlichen Boden- und Klimaverhältnissen treffen zu können. Obgleich der Einfluss von Jahreswitterung und Standort auf den Ertrag sehr groß war, zeigten die unterschiedlichen Wuchstypen stets die ihnen eigenen, typischen Reaktionsmuster auf steigende Saatstärke oder verspätete Saattermine. Verzweigungstypen reagieren auf steigende Saatstärke im Bereich von 80-140 kf.Kö./m² nur sehr mäßig im Ertrag, zeigen sich aber sensibel im Hinblick auf eine verspätete Aussaat. Determinierte Typen verlangen wuchsbedingt eine höhere Saatstärke, die im Bereich von 100-150 kf.Kö/m² immer einen Ertragszuwachs bewirkte. Die Reaktion auf verspätete Aussaat ist nicht so stark ausgeprägt. Die Einhaltung einer standort- und sortenangepassten Saatstärke und eine frühe Aussaat um den 15. März sind für die Erzielung eines hohen Kornertrages unerlässlich. Die Möglichkeiten des konventionellen und ökologischen Landbaus werden diskutiert und Empfehlungen gegeben.

1. Einleitung

Der deutsche Lupinenanbau unterlag in den zurückliegenden fünf Jahren einem starken Wandel (Eckardt, 2001). Bis Ende der neunziger Jahre war der Anbau durch Gelbe und Weiße Süßlupinen gekennzeichnet. Mit Zulassung der ersten Blauen Süßlupinensorten im Jahre 1997 begann ein rasanter Siegeszug dieser neuen Art. Inner-

halb kürzester Zeit kamen 10 Sorten auf den Markt, die jetzt nahezu 90% des gesamten Lupinenanbaus dominieren. Ursachen für diese Entwicklung sind das höhere Ertragspotential im Vergleich zur Gelben Lupinen, die frühe und zumeist sichere Abreife und die geringere Anfälligkeit für Anthracnose. Die Saatzucht Steinach hat seit 1996 umfangreiche Versuche zur Saatstärke und zum Saatzeitpunkt in Nordostdeutschland durchgeführt, um eine optimale Anbauempfehlung im Hinblick auf Kosten und Ertrag zu entwickeln. Dabei galt es, den unterschiedlichen Wuchstypen der Blauen Lupinen (Verzweigungstyp = v; determinierter Typ = d) ebenso Rechnung zu tragen, wie den abweichenden Anbaubedingungen in konventionell oder ökologisch wirtschaftenden Betrieben. Die daraus resultierenden Versuchsfragen waren:

1. Gibt es Möglichkeiten, das Anbauverfahren im Hinblick auf Saatstärke und Saatzeitpunkt weiter zu verbessern?
2. Sind die verfügbaren Versuchsergebnisse auf der Basis längerer Zeiträume geeignet, gesicherte Aussagen zu den Wechselwirkungen Saatstärke x Saatzeit x Wuchstyp bzw. Sorte zu treffen.

2. Material und Methoden

Basis der vorliegenden Ergebnisse bildeten Sekundärauswertungen von Saatstärken- und Saatzeitenversuchen, die im Rahmen der Vorprüfung von Stämmen und Sorten durchgeführt wurden. Eingang fanden die Versuche (Blockanlagen AxB-BI, n=4) des Zeitraums 1996-2001 auf Sand-(S); anlehmigen Sand- (IS) und Lehmstandorten (L). Die zum Ansatz gebrachten Saatstärken und Saatzeitpunkte der einzelnen Jahre gehen aus Tab. 1 und 2 hervor.

Tabelle 1: Versuchsansätze zur Saatstärke 1996 - 2001

Jahr Standort		1996 IS	1997 S	1998 L	1999 S	2000 S	2000 IS	2001 S
Verzweigungstyp		Saatstärke kf.Kö./m ²						
Determinierter Typ		100/120/140	100/130/150	80/110/140	80/100/120			
		100/120/140						
Sorte/Stamm	Typ							
Bo 1001/97	v		x					
Bo 2002/98	v			x	x			
Bolivio	v	x	x		x	x	x	x
Boltensia	v	x	x		x	x	x	
Bora	v			x	x	x	x	x
Bordako	v	x						
Borlana	v					x	x	
Sinkwet	v	x						
Boruta	d	x				x	x	
Borweta	d	x	x					x
Helena	d	x						
WDS	d	x						

Tabelle 2: Versuchsansatz zum Saatzeitpunkt 1997- 2001

Jahr Standort		1997 S	1999 S	2000 S	2001 S
Saatzeit		1. Termin	12.3.	15.3.	22.3.
		2. Termin	4.4.	6.4.	3.4.
		3. Termin	21.4.	-	12.4.
					17.4.
Sorte/Stamm	Typ				
Bo1001/97	v	x			
Bo2002/98	v		x		
Bolivio	v	x	x	x	x
Boltensia	v	x	x	x	
Bora	v		x		
Bordako	v	x			x
Boruta	d			x	
Borweta	d	x			x

Witterungsbedingt konnten 1999 der dritte und 2001 der erste Saatzeitpunkt nicht realisiert werden. Die Verrechnung erfolgte zunächst über die Jahre. Aufgrund der hohen jährlichen Schwankungen des Ertrages wurde davon jedoch Abstand genommen und die einzelnen Versuchsjahre getrennt betrachtet. Die Mittelwerte von Temperatur und Niederschlag gehen aus Tab. 3 hervor.

Tabelle 3: Monatsmitteltemperatur in C° und monatliche Niederschlagssummen in mm sowie die langjährigen Mittelwerte, Bornhof 1996-2001

Monat	Monatsmitteltemperatur in °C						langj. Mittel °C	Monatliche Niederschlagssum. in mm						langj. Summe mm
	1996	1997	1998	1999	2000	2001		1996	1997	1998	1999	2000	2001	
Januar	-5,0	-2,0	3,1	2,7	1,9	0,3	-1,0	7,9	5,7	83,6	28,8	49,6	35,8	35,6
Februar	-4,0	2,1	5,9	1,4	4,5	1,3	-0,3	30,6	55,1	32,5	62,3	64,2	53,0	27,2
März	-0,4	5,5	5,0	5,8	5,8	2,4	2,6	16,8	40,8	67,6	69,6	72,0	64,3	40,4
April	8,8	6,7	9,7	10,1	11,4	7,1	7,0	21,0	33,1	79,6	44,4	32,5	59,5	36,7
Mai	11,5	12,7	14,5	14,0	16,1	13,8	12,3	79,4	91,2	25,0	65,3	34,6	21,5	49,4
Juni	15,9	16,6	17,2	16,3	17,1	14,4	15,5	18,5	41,7	62,6	97,1	39,0	63,6	66,9
Juli	16,0	19,0	17,4	20,2	15,5	19,6	17,2	44,3	72,1	83,2	24,7	69,8	51,8	64,5
August	19,2	22,3	16,8	18,5	16,8	18,9	17,1	39,6	41,3	112,4	67,4	86,9	68,2	56,0
September	11,8	14,6	14,6	18,2	13,3	12,6	13,3	42,2	28,9	62,6	10,5	80,5	154,9	48,5
Oktober	9,8	8,8	8,7	10,1	11,3	12,1	8,8	77,5	47,2	104,2	45,1	31,8	36,4	39,2
November	4,7	3,8	1,8	5,0	5,8	4,2	3,8	57,2	26,1	54,0	26,7	38,5	52,8	44,9
Dezember	-2,2	1,9	1,1	3,0	2,3	-0,4	0,8	20,3	57,6	62,0	113	37,9	47,7	45,3
Jahr	7,2	9,3	9,7	10,4	10,2	8,9	8,1	455,3	540,8	829,3	654,4	637,3	709,5	554,6

Im Hinblick auf den Ertrag können die Jahre 1996, 1998 und 1999 als gute und die Jahre 1997, 2000 und 2001 als eher mäßige „Lupinenjahre“ angesprochen werden.

3. Ergebnisse

3.1 Umwelteinflüsse

Die Erträge wurden am stärksten von den Faktoren Jahr und Standort beeinflusst. Der Einfluss von Niederschlag und Temperatur war naturgemäß auf den leichtesten Standorten am stärksten ausgeprägt. Als Beispiel seien die Erträge (Abb. 1) und die Variationskoeffizienten (Tab. 4) der Saatstärkenversuche der Verzweigungssorten Bolivio und Boltensia (kein Versuchsglied in 2001) aufgeführt.

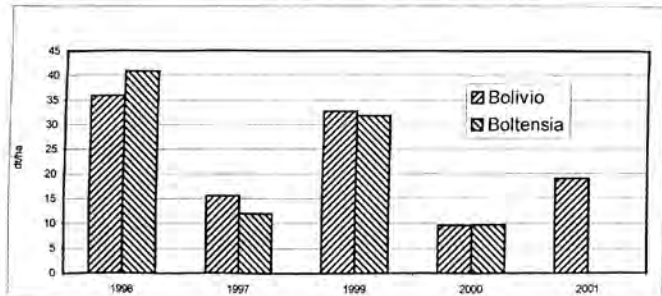


Abbildung 1: Kornträge in dt/ha der Sorten Bolivio und Boltensia (Saatstärkenversuche, Stufe 120 kf.Kö/m², Sandstandorte 1996-2001)

Die Erträge lagen im Mittel bei 23 dt/ha. Die Erträge schwankten um das Vierfache zwischen den Jahren und innerhalb der Jahr zwischen dem Sand- und Lehmstandort.

Tabelle 4: Variationskoeffizienten der Kornträge, Sorten Bolivio und Boltensia (Saatstärkenversuche, Stufe 120 kf.Kö/m², Sandstandorte 1996-2001)

Jahr	1996	1997	1999	2000	2001
Sorte					
Bolivio	3%	20%	5%	11%	10%
Boltensia	4%	17%	4%	11%	nn

In Jahren mit unterdurchschnittlichen Erträgen stiegen die Variationskoeffizienten stark an. Die Erträge wurden zunehmend unsicherer.

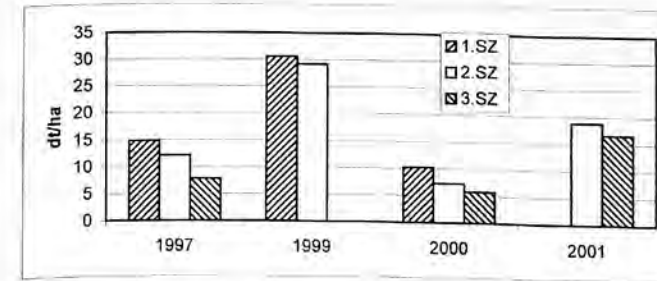


Abbildung 2: Kornträge in dt/ha im Mittel der Sorten Bolivio und Boltensia (Saatzeitenversuch, Sandstandorte 1997-2001)

Durch die verschiedenen Saatzeitpunkte konnten die Jahreseffekte auf den Ertrag in keiner Weise kompensiert werden (Abb. 2 und Tab.5).

Tabelle 5: Variationskoeffizienten der Kornträge der 1.-3. Saatzeit (Saatzeitenversuch, Sandstandorte 1997-2001)

Jahr	1997	1999	2000	2001
Saatzeit				
1. Saatzeit	9%	5%	14%	-
2. Saatzeit	15%	5%	20%	12%
3. Saatzeit	19%	-	23%	15%

Die Variationskoeffizienten des Saatzeitversuches steigen ebenfalls in den ungünstigen Lupinenjahren sprunghaft an, wobei mit verspäteter Aussaat die Ertragschwankungen noch mehr zunehmen. Die Erträge der determinierten Typen lagen im Mittel der Versuche 10–30% unter dem der Verzweigungstypen.

3.2 Saatstärke

Im Saatstärkenversuch wurde der höchste Ertrag 1998 mit 62 dt/ha von einem Verzweigungstyp bei einer Saatstärke von 110 kf.Kö./m² auf einem Lehmlandort erzielt. Der niedrigste Ertrag mit 4 dt/ha von einem determinierter Typ bei einer Saatstärke von 120 kf.Kö./m² auf einem Sandstandort gezeitigt.

Die Saatstärke der ersten Versuche wurde aus heutiger Sicht vergleichsweise hoch angesetzt (100/120/140 kf.Kö./m² bei Verzweigungs- und 100/130/150 kf.Kö./m² bei determinierten Typen).

Alle Verzweigungstypen erreichten bereits bei 100 kf. Kö./m² ein Ertragsniveau, das sich mit einer weiteren Erhöhung der Saatstärke nicht mehr signifikant steigern ließ bzw. in der Folge sogar abnehmende Erträge bewirkte. Die Erträge der wuchsdeterminierten Typen (Boruta, Borweta) stiegen mit zunehmender Saatstärke signifikant an (Abb. 3).

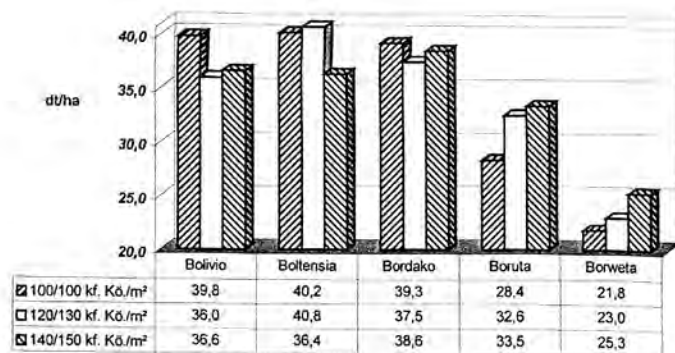


Abbildung 3: Versuch zur Saatstärke 1996, Kornerträge dt/ha, Standort sL

In den folgenden Jahren wurden die Saatstärken auf 80/100/120 kf.Kö./m² bei Verzweigungstypen bzw. 100/120/140 kf.Kö./m² bzw. endständige Typen verringert (Abb. 4). Die Erträge der Verzweigungstypen stiegen in der Regel von der Stufe 80 kf.Kö./m² zur Stufe 100 kf.Kö./m² an. Die Erträge bei einer Saatstärke von 120 kf.Kö./m² lagen in etwa auf Höhe der Variante 80 kf.Kö./m². Die Ertragsdifferenz der einzelnen Stufen war nicht abzusichern. Die wuchsdeterminierten Sorten reagierten wiederum bei zunehmender Saatstärke gesichert positiv im Ertrag.

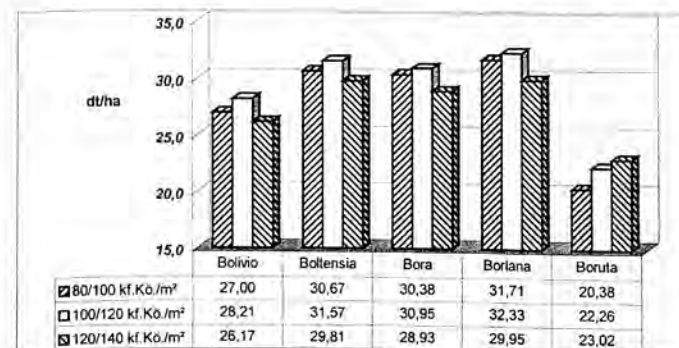


Abbildung 4: Versuch zur Saatstärke 2000, Kornerträge dt/ha, Standorte sL

3.3 Saatzeitpunkt

Bei den Saatzeitversuchen, die nur auf Sandstandorten durchgeführt wurden, lag das Ertragsniveau generell niedriger. Hierbei wurde wiederum der höchste Ertrag mit 33 dt/ha von einem Verzweigungstyp bei einer Aussaat am 15. März und der geringste Ertrag mit 3 dt/ha von einem determinierten Typ bei einer Aussaat am 12. April erzielt.

In allen Jahren reagierten Verzweigungs- und wuchsdeterminierte Typen bei verspäteter Aussaat mit Ertragseinbußen, die Verzweigungstypen jedoch weitaus stärker als die endständigen Typen (Abb. 5). In Abhängigkeit von guter oder schlechter Jahreswitterung kann bei verspäteter Aussaat mit den in Tab. 6 und 7 dargestellten Ertragsverlusten gerechnet werden.

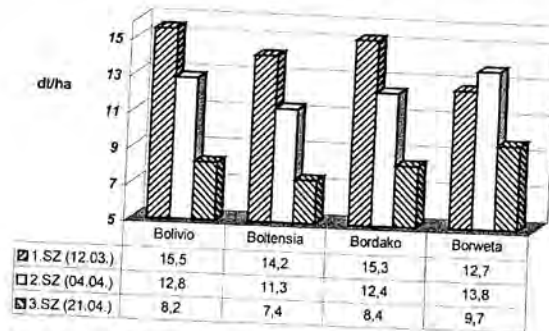


Abbildung 5: Versuch zum Saatzeitpunkt 1997, Kornerträge dt/ha, Mittelwerte der Sorten Bolivio und Boltensia, Standort Sand

Tabelle 6: Ertragseinbußen von Verzweigungstypen je 10 Tage verspäteter Aussaat

	1999 dt/ha	2000 dt/ha	% (1999=100)
Bolivio	0,45	1,84	409
Boltensia	0,89	2,41	271
Bora	1,23	3,03	246
Verzweigungstypen	0,83	2,13	257

Tabelle 7: Ertragseinbußen von determinierten Typen je 10 Tage verspäteter Aussaat

	1997 dt/ha	2000 dt/ha	2001 dt/ha	% (2001=100)
Boruta		1,47	1,23	120
Borweta	0,68			

Die Ertragsdepression der einzelnen Wuchstypen auf verspätete Aussaat nimmt in schlechten Lupinenjahren in folgender Reihenfolge zu:

Determinierte Typen < großkörnige Verzweigungstypen < kleinkörnige Verzweigungstypen < stark verzweigende, kleinkörnige Verzweigungstypen.

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

Ein wesentliches Problem der Körnerleguminosen - insbesondere auf leichten Standorten bzw. bei ungünstigem Verlauf der Jahreswitterung - sind die beträchtlichen

Ertragsschwankungen von Jahr zu Jahr. Besonders negativ wirken sich Wassermangel gepaart mit hohen Temperaturen zur Blüte, während des Hülsenansatzes und zur Kornfüllung aus (Palta et al., 2001), wobei nach Liu et al. (2001) dem pflanzenverfügbarem Wasser ein höherer Stellenwert zukommt. Palta und Ludwig (1999) sehen in einer unzureichenden Bereitstellung von Assimilaten der Photosynthese während der Kornfüllung eine wesentliche Ursache für Ertragsschwankungen und Mindererträge.

Nach Palta et al. (2001) sind nach Trockenstress Sorten mit einer schnellen Kornfüllung und einem hohen TKG ertragreicher als andere Sorten. Die mit einem hohen, genetisch fixiertem TKG ausgewiesene Sorte Bolivio müsste demnach witterungsbedingte Mängel in der Pflanzenentwicklung (geringere Verzweigung, kurze Blühphase, verminderter Hülsenansatz) und daraus resultierende Mindererträge durch die Ausbildung großer Körner teilweise kompensieren können. Mit abschließender Gewissheit kann das mit dem vorliegenden Zahlenmaterial nicht untermauert werden und bedarf weiterer Untersuchungen.

Die optimale Saatstärke bewegt sich im Spannungsfeld von möglichst geringen Saatgutkosten einerseits und zunehmender Ertragsunsicherheit bei zu geringer Saatstärke andererseits (Schulz, 2002). Bedingt durch ungünstige Witterungsbedingungen während der Aussaat und in den ersten sieben Wochen nach dem Auflaufen kann das, insbesondere in Verbindung mit einem starken Unkrautdruck, zu sehr schwachen Beständen führen. In solchen Fällen ist mit erheblichen Ertragseinbußen zu rechnen (Ayaz et al., 2001; Isaac et al., 2001).

Unter guten Wachstumsbedingungen berichten Bishop et al. (1996) bereits bei einer Saatstärke von 40 kf.Kö./m² und Isaac et al. (2001) bei 50 kf.Kö./m² von maximalen Kornerträgen der Blauen Lupine. In der Regel liegen die in der Literatur genannten Saatstärken aber im Bereich von 80-110 kf.Kö./m² bei den Verzweigungstypen (Bishop et al., 1996, Schulz 2002). Nach Ayaz et al. (2001) nahmen mit steigender Saatstärke alle ertragsbestimmenden Faktoren der Blauen Stülplupine ab, insbesondere die Hülsenzahl pro Pflanze. Für eine Ertragsmaximierung ist nach Bishop et al. (1996) jedoch die Hülsenzahl/m² wichtiger als die Hülsenzahl/Pflanze.

Ziel muss es also sein, eine der Gunst oder Ungunst des Standortes angepasste und auf die zu erwartende, sortentypische Reaktion abgestimmte Saatstärke zu wäh-

len. In den hier untersuchten Lagen mit ungünstigen Boden- und Witterungsbedingungen sollte daher die Saatstärke der Verzweigungstypen 100 kf.Kö./m² und die der determinierten Typen 110-130 kf.Kö./m² auf keinen Fall unterschreiten. Die leichtesten Böden sollten den Gelben Süßlupinen vorbehalten bleiben.

Im Hinblick auf den Saatzeitpunkt muss unter europäischen Bedingungen auf eine möglichst frühe Aussaat zur Nutzung des genetischen Ertragspotentials orientiert werden (Kahnt, 1999). Das gilt nach unseren Ergebnissen insbesondere für die Verzweigungstypen. Von einer Toleranz der determinierten Typen gegenüber späterer Aussaat berichten auch Stawinski und Spychala (1999) bestätigt. Liu et al. (2001) verweisen auf beträchtliche Unterschiede zum möglichen, optimalen Saatzeitpunkt zwischen einzelnen Regionen in Abhängigkeit vom zu erwartenden jährlichen Niederschlag.

Die unter guten Standort- und Klimabedingungen sehr ertragreichen Sorten Bora (Verzweigungstyp) und Boruta (determinierter Typ) reagieren weitaus empfindlicher auf verspätete Aussaat als vergleichbare Typen mit geringerem genetischem Ertragspotential. French (2000) kam zu ähnlichen Ergebnissen. Durch verspätete Aussaat bedingte Ertragseinbußen gibt er mit 24 – 47 kg/ha und Tag, Putnam (1993) mit bis zu 53 kg/ha und Tag an.

Auf Standorten bis zur Ackerzahl 35-40 bringen Blaue Süßlupinen beachtliche Erträge im Vergleich zu Ackerbohnen und Erbsen. Dabei sollten die wuchsdeterminierten Typen auf den etwas bindigeren Böden mit ungünstigen Witterungsbedingungen angebaut werden. Auf leichten Böden besteht die Gefahr, dass mit diesen Typen keine befriedigenden Deckungsbeiträge mehr erzielt werden können.

Auf diesen Standorten sollten eher nicht zu stark verzweigende Typen (Bol-tensia, Bolivio) angebaut werden. Die kleinkörnige, stark verzweigende Sorte Bora bringt auf den gut mit Wasser versorgten, besseren Standorten höchste Erträge.

Für die im ökologischen Landbau geltenden, besonderen Bedingungen muss die Sortenstrategie sehr genau überdacht werden. Im Sinne einer schnellen Unkrautunterdrückung sollte die Saatstärke ca. 10% höher angesetzt werden. Eine frühe Aussaat scheidet in der Regel aus, da zunächst bei gegebener Befahrbarkeit der Böden eine mechanische Unkrautbekämpfung erfolgen muss (Jensen et al., 1999). Den determinierten Typen, die sich für eine verspätete Aussaat empfehlen, mangelt es an

einer hinreichenden Unkrautunterdrückung. Für Landwirte, die ihren Eigenbedarf an Futtermitteln produzieren, empfehlen Jorns-gard et al. (2001) einen Mischanbau von Getreide und determinierten Typen der Blauen Lupine zur Körnernutzung. Durch das Getreide wird das Unkraut zusätzlich unterdrückt. Wuchsdeterminierte Typen überwachsen im Vergleich zu Verzweigungstypen das Getreide nicht, sind standfester und reifen sicherer ab. Das Verfahren bedarf jedoch noch einer Überprüfung unter hiesigen Verhältnissen.

Die im Vergleich zu den determinierten Typen ertragreicheren Verzweigungstypen wiederum können im ökologischen Anbau Probleme in der Abreife mit sich bringen. Bei zu starker Verzweigung und auftretendem Lager entsteht zusätzlich ein günstiges Mikroklima für Pilzinfektionen (Gruber, 2002). Das zu bestellende Feld muss deshalb genau im Hinblick auf das zu erwartende Unkrautspektrum sowie die gegebenen Standortbedingungen, insbesondere auf das vorhandene Kleinklima, betrachtet werden.

5. Literatur

- Ayaz, S., B.A. McKenzie, D.C. McNeil, G.D. Hill. 2001. Variation in harvest index among four grain legumes species grown at different populations. S. 296. In: Proc. 4th Europ. Conf. on Grain Legumes, Cracow, Poland, 2001
- Ayaz, S., D.C. McNeil, B.A. McKenzie, G.D. Hill. 2001. Population and sowing depth effects on yield components of grain legumes. In: Proc. 10th Austr. Agron. Conf., Hobart, Australia, 2001
- Bishop, A.C., N.J. Mendham. 1996. Quantifying the yield-density relationship for narrow-leaved Lupin (*Lupinus angustifolius*) in Tasmania. Proc. 8th Austr. Agron. Conf., Toowoomba, Australia, 1996
- Eckardt, T. 2001. Eine Körnerleguminose holt auf. Ernährungsdienst 11/2001, Forum Pflanzenbau, S.1
- French, B. 2000. Genotype x time of sowing interaction in lupins. Dept. of Agric.-Western Austr., Crop update 2000: Lupins
- Gruber, H. 2002. Hülsenfrüchte im Ökolanbau. Bauernzeitung Jg.43 (2002) 4, S. 24-25
- Isaac, W.A.P., D.G. Hill, B.A. McKenzie, G.W. Bourdot. 2001. The effect of grain legume species and density on crop and weed growth. S. 353. In: Proc.4th Europ. Conf. On Grain Legumes, Cracow, Poland, 2001
- Jensen, R.K., M. Bo, C. Nis. 1999. Mechanical weed control in lupin. S. 76-78 In: Proc. 9th Int. Lupin Conf., Klink, Germany, 1999

- Jornsgard, B., S. Raza, E.S. Jensen, J.C. Christiansen. 2001. Choice of species and varieties of grain legumes and cereals for inter- and mono cropping in organic agricultural systems. S. 350. In: Proc. 4th Europ. Conf. on Grain Legumes Cracow, Poland, 2001
- Kahnt, G. 1999. Effect of sowing date on grain yield in bitter and sweet lupins. S. 143. In: Abstracts 9th Intern. Lupin Conf., Klink, Germany 1999
- Liu, D.L., D.J. Luckett, B.J. Scott. 2001. Sowing dates, phenology and yield in lupins (*Lupinus angustifolius*). In: Proc. 10th Austr. Agron. Conf., Hobart, Australia, 2001
- Palta, J.A., C. Ludwig. 1999. Carbon limitations to seed yield in narrow-leaved lupin. S. 227. In: Abstr. 9th Int. Lupin Conf., Klink, Germany, 1999
- Palta, J.A., N.C. Turner, R.J. French, B. Buirchell. 2001. Terminal drought and seed yield of lupins. In: Proc. 10th Austr. Agron. Conf., Hobart, Australia, 2001
- Putnam, D.H., 1993. An interdisciplinary approach to the development of lupin as an alternative crop. In: J. Janick and J.E. Simon (eds). *New Crops*, Wiley, New York, 1993
- Schulz, R.-R., 2002. Wo Hülsenfrüchte anbauwürdig sind. *Bauernzeitung* Jg.43 (2002)7, S. 22-23
- Stawinski, S., K. Spychala. 1999. Reaction of thermoneutral and thermosensitive genotypes in three lupin species to late sowing. S.208-210. In: Proc. 9th Int. Lupin Conf. Klink, Germany, 1999

10 Jahre Züchtung Blauer Süßlupinen in der Saatzucht Steinach, Station Bornhof

Franz Haag

Saatzucht Steinach GmbH, Klockower Strasse 11, D-17219 Bocksee

1. Grundlage und Ergebnisse

Die Züchtung der Blauen Süßlupine spielte bis Ende der 80iger Jahre in Deutschland eine untergeordnete Rolle. Blaue Süßlupinen mit wirtschaftlicher Bedeutung waren weitestgehend unbekannt.

Mit dem Beginn der 90iger Jahre wurde in Bornhof mit einer intensiven Züchtung bei Blauen Lupinen begonnen. Es war bekannt, dass in Australien die Blauen Lupinen die dominierende Art darstellen. Auch in Weißrussland hatte die züchterische Bearbeitung dieser Art eine Intensivierung und Ausdehnung erfahren. Zuchtmaterial aus Weißrussland, aus Australien und zum Teil aus Deutschland bildete die Grundlage für die Züchtungsaktivitäten bei Blauen Lupinen in Bornhof. Seit Mitte der 90iger Jahre wird im Rahmen eines gegenseitigen Austausches auch Zuchtmaterial aus Polen in die Arbeiten mit einbezogen. Die ersten Erfolge traten 1997 ein, als vom BSA die beiden Sorten Bordako und Borweta zugelassen wurden.

1999 wurden die leistungsstarken Sorten Boltensia und Bolivio zugelassen. Ein Jahr später folgte die Sorte Bora. Diese Sorte konnte in der zweijährigen WP ein *Leistungspotential* nachweisen, das deutlich über alle anderen bis dahin zugelassenen Sorten lag. Sie wurde vom BSA mit der *Höchstnote 9 eingestuft*. Die Fortsetzung der Sortenzulassungen erfolgte im Jahr 2001 mit Borlana und Boruta.

Seit der Zulassung der ersten beiden Blauen Süßlupinensorten im Jahr 1997 kann bei den folgenden Zulassungen neben dem Ertragszuwachs auch bei anderen Eigenschaften eine positive Entwicklung festgestellt werden. Das trifft z.B. für die Standfestigkeit und für den Alkaloidgehalt zu. Die neue Sorte Borlana zeichnet sich im Kornertrag zudem durch eine hohe Stabilität auf allen Standorten aus.

Boruta zählt zu den endständig blühenden Typen und weist innerhalb dieser Gruppe das höchste Leistungspotential auf. Beide Sorten stellen außerdem eine Ver-

besserung hinsichtlich des Gehaltes an Restalkaloiden dar. Der Gehalt liegt um etwa 0,02% niedriger als bei den anderen Sorten.

Von den Stämmen, die 2001 im 1. bzw. 2. WP-Jahr standen, wird insgesamt ein weiterer Aufwärtstrend erwartet. Optimistisch stimmt uns die Tatsache, dass bei den besten Stämmen der internen Vorprüfung innerhalb der vergangenen 4 Jahre ein ständiger Leistungsanstieg zu verzeichnen ist.

Tabelle 1. Ertragsleistungen von Vorprüfungsstämmen in den Jahren 1998 - 2001 (relative Ertragsleistung der jährlich besten 3 Zuchtstämme im Vergleich zur Sorte Bordako)

	1998	1999	2000	2001
Bordako	100	100	100	100
1. Stamm	116	107	107	118
2. Stamm	113	108	116	119
3. Stamm	107	112	121	121
Mittlere Leistung d. Stämme	112	109	115	119

Die Blauen Lupinen besitzen gegenüber den anderen Arten eine Reihe von Vorteilen, die sie innerhalb von 4 Jahren zur dominierenden Art in Deutschland werden ließen. Hauptgründe dafür sind zweifellos das höhere Ertragspotential auf fast allen Standorten gegenüber der Gelben Lupine sowie die geringere Anfälligkeit gegenüber der Brennfleckenkrankheit (Anthracnose) im Vergleich zur Gelben und Weißen Lupine. Einen gewissen Einfluss dürfte auch die frühere Reife der Blauen Lupine ausgeübt haben.

Tabelle 2. Ertragsvergleich von Blauen und Gelben Lupinen in Mecklenburg/Vorpommern (nach E. Lehmann)

	Relativerträge Gelbe Lupine	Blaue Lupine
1995	100	137
1996	100	127
1997	100	166

Tabelle 3. Artenvergleich - Ertrag und Qualitätsmerkmale 1997 - Versuchsort Bornhof, AZ 20

	Blaue Lupinen		Gelbe Lupinen		Weiße Lupinen	
	Bordako	Borweta	Bornal	Borsaja	Amiga	Lublanc
Ertrag (dt/ha)	16,6	16,1	9,9	9,9	10,6	13,5
RP-Gehalt (%)	24,3	25,4	36,6	38,2	34,8	39,9
RP-Ertrag (dt/ha)	4,0	4,1	3,6	3,8	3,7	5,4

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV Gülzow, E.Lehmann (1997)

Tabelle 4. Artenvergleich - Ertrag und Qualitätsmerkmale 1997 - Versuchsort Biestow, AZ 42-48

	Blaue Lupinen		Gelbe Lupinen		Weiße Lupinen	
	Bordako	Borweta	Bornal	Borsaja	Amiga	Lublanc
Ertrag (dt/ha)	35,2	36,7	29,1	26,9	45,7	29,8
RP-Gehalt (%)	30,5	28,1	36,8	39,1	33,7	35,0
RP-Ertrag (dt/ha)	10,7	10,3	10,7	10,5	15,4	10,4

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV Gülzow, E.Lehmann (1997)

Tabelle 5. Ergebnisse aus einer Vergleichsprüfung zwischen Blauen und Gelben Süßlupinen auf dem Standort Bornhof 1997

	Ertrag dt/ha auf Sandboden 18-20 Bodenpunkte	Ertrag dt/ha auf sandigem Lehmboden 35-40 Bodenpunkte
Blaue Lupinen		
Mittelwert 16 Sorten und Stämme	18,2	27,2
Bordako	19,5	28,9
Borweta	19,1	27,2
Bo 1002/97	19,0	30,4
Bo 1003/97	20,2	30,6
Bo 2001/98	20,0	33,7
Bo 2002/98	19,6	32,0
Gelbe Lupinen		
Mittelwert 16 Sorten und Stämme	6,4	17,2
Borsaja	8,2	18,1
Bornal	7,2	19,3
Borena	7,5	19,2

Bei den zur Zeit zugelassenen Sorten handelt es sich um zwei grundsätzlich verschiedene Wuchstypen. Das sind einerseits die wildtypähnlichen Verzweigungs-

typen und andererseits die Ährentypen oder endständig blühenden Typen. Das höhere Ertragspotential besitzen die Verzweigungstypen. Um annähernd einen Ertragsausgleich zu erreichen, bedarf es bei den Ährentypen in der Regel einer größeren Saatmenge, die bei 130-140 Samen/m² liegt. Bei den Verzweigungstypen sind je nach Standort 80-100 Samen/m² ausreichend, um Höchstleistungen zu erzielen. Ein wesentlicher Vorteil der Ährentypen ist die gleichmäßige und oft auch frühere Abreife.

2. Voraussetzungen und Wege für eine erfolgreiche Züchtungsarbeit

Zu Beginn der züchterischen Aktivitäten stand die Selektion aus inhomogenem Material, das seinen Ursprung vorwiegend in Weißrussland hatte. Parallel dazu wurden verschiedene Kreuzungen durchgeführt. Da das vorhandene Zuchtmaterial noch relativ unbekannt war, handelte es sich bei den ersten Kreuzungen in erster Linie um Zufallskreuzungen. Leistung, Qualität und morphologische Merkmale spielten noch eine untergeordnete Rolle. Nach 2 Jahren Erfahrung und Beurteilung des Materials konnte mit einem gezielten Kreuzungsprogramm begonnen werden. Die Variabilität innerhalb der Art ist bezüglich der Leistungskriterien und der morphologischen Merkmale sehr mannigfaltig. Die Blütenfarbe beginnt z.B. bei weiß und setzt sich fort über bläulichweiß, blau und rosa, wobei noch bestimmte Nuancen vorkommen.

Bei den Wuchstypen beginnt die Palette beim stark verzweigten Wildtyp und setzt sich fort bis hin zum Ährentyp, bei dem es zu keiner Bildung von blütenbildenden Nebentrieben kommt.

Ein stark variierendes Merkmal stellt auch die Blatt- und Stengelfarbe dar. Hierbei reicht die Ausprägung von fehlender über schwache bis sehr starker Anthocyanfärbung. Bei den Samenfarben konnten wir bisher 20 verschiedene Farben bzw. Zeichnungen feststellen.

Wenn zu Beginn der Arbeiten die hohe Ertragsleistung das erstrangige Zuchtziel darstellte, so rückten in den folgenden Jahren andere anzustrebende Merkmale mit in den Vordergrund. Beim Körnertrag geht es neben der Höhe auch um die Sicherheit.

Eine wichtige Voraussetzung für sichere Erträge bietet die Platzfestigkeit der Hülsen. Während bei *L. luteus* und *L. albus* durch anatomische Veränderungen, d.h. feste Verwachsung der Bauchnaht und weniger feste Verwachsung der Rückennaht in der Hülse eine Vermeidung des Platzens erreicht wurde, sind diesbezügliche Unterschiede bei den Blauen Lupinen z.Z. nur auf eine Reduzierung der Faserschicht und mehr oder weniger starke Verklebung der Nähte zurückzuführen. Durch die dünnere Faserschicht treten bei Eintritt der Reife geringere Spannungen auf und die Neigung zum Platzen wird gemindert. Von einer absoluten Platzfestigkeit kann jedoch nicht die Rede sein. Hier ist noch viel züchterische Arbeit zu investieren.

Nicht unbedeutend dürfte eine Veränderung in der Ertragsstruktur sein, d.h. neben einer Erhöhung der Anzahl Hülsen je Pflanze und der Kornzahl je Hülse ist im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit eine Verringerung des TKG anzustreben. Dabei ist eine weitere Ertragsleistungssteigerung nicht außer acht zu lassen. Das trifft vor allem für die Ährentypen zu, bei denen durch eine verbesserte Ertragsleistung die vorhandenen positiven Eigenschaften eine weitere Aufwertung erfahren würden.

Obwohl die Blauen Lupinen mit einer relativ guten Standfestigkeit ausgestattet sind, so können innerhalb des Zuchtmaterials starke Differenzierungen festgestellt werden. Die Verbesserung der Standfestigkeit steht als Zielstellung für die Züchtung neuer Sorten.

Probleme bei der Ernte bereitet oft die Reifeverzögerung des Strohs. Zuchtmaterial mit starker Reifeverzögerung wird in der Regel eliminiert.

Hinsichtlich der Inhaltsstoffe sind vor allem Alkaloidgehalt und Eiweißgehalt als sehr bedeutend einzuschätzen. Der Alkaloidgehalt weist bei unseren derzeitigen Sorten nur zufallsbedingt höhere oder niedrigere Werte auf. Durch gezielte Züchtungsarbeit wollen wir eine deutliche Verringerung des Gehaltes anstreben. Entsprechende Arbeiten wurden eingeleitet. Es muss aber auch erwähnt werden, dass es sich um eine nicht ganz einfach zu lösende Aufgabe handelt. Bisherige Ergebnisse deuten darauf hin, dass vielfach Negativkorrelationen zwischen der Höhe des Ertrages und des Alkaloidgehaltes bestehen.

Tabelle 6. Vergleich zwischen Höhe des Kornertages und Alkaloidgehalt (Auszug aus der internen Vorprüfung 2001)

	Alkaloidgehalt	Kornertag rel. über 3 Orte
Bora	0,040	103
Bordako	0,040	97
Bo 12044	0,030	112
Bo 1202	0,020	110
Bo 11699	0,009	106
Bo 11622	0,040	105
Bo 1222	0,003	95
Bo 11677	0,005	94
Bo 11663	0,006	79

Am wenigsten wissen wir über den Eiweißgehalt und dessen Zusammensetzung im derzeit existierendem Zuchtmaterial. Eine Sichtung und anschließende züchterische Bearbeitung erscheint unerlässlich.

Einen weiteren Schwerpunkt bei der Züchtung neuer Sorten stellt die Krankheitsresistenz dar. Dabei dürfte die Resistenzzüchtung gegenüber der Anthracnose als eine sehr bedeutende, aber auch schwer zu realisierende Aufgabe anzusehen sein. Eine Freilandselektion erwies sich nach dreijährigen Erfahrungen in Bornhof als nicht praktikabel. Trotz Verwendung von infiziertem Material war der Befall stets nur schwach bis mittelmäßig. Eine Positivselektion schloss sich damit aus.

Künstlich geschaffene Bedingungen im Labor bzw. Gewächshaus könnten wesentlich bessere Selektionschancen bieten. Noch kann keine Aussage darüber getroffen werden, ob es Abweichungen in der Anfälligkeit gibt oder gar Resistenz im Zuchtmaterial vorhanden ist.

Bei einem oftmaligen Lupinenanbau erhöht sich die Gefahr des Befalls mit *Fusarium*. Aus bisherigen Beobachtungen wissen wir, dass diesbezüglich Unterschiede im Zuchtmaterial vorkommen. Eine Selektion auf Resistenz ist nur unter stark infizierten Bedingungen möglich. Daher haben wir ein separates Feld angelegt, auf dem durch jährlichen Anbau von Blauen Lupinen der Pilz im Boden vermehrt wird und somit eine gute Basis zur Feldselektion geschaffen wird.

Andere Krankheiten, wie Blattschütte und Mehltau werden beachtet und gegebenenfalls bonitiert, jedoch zur Zeit nicht züchterisch bearbeitet.

Insgesamt kann eingeschätzt werden, dass der Weg der Züchtungsarbeiten bei den Blauen Süßlupinen eine kontinuierliche, geradlinige Richtung eingeschlagen hat. Es wird aber auch deutlich, dass trotz der züchterischen Erfolge noch eine ganze Reihe von Problemen zu lösen sind.

Aufgrund der Vielfalt und der genetischen Breite des Materials wollen wir die Realisierung unserer Ziele mit viel Optimismus angehen.

Von Null auf 100 – Erfahrungen nach einem Jahr Lupinenanbau im Elbe-Weser-Dreieck

Christoph Bommers

ppm-Agrarberatung, Drosselweg 18, 27283 Verden

1. Der Anlass: Fruchtfolgeprobleme

Die ppm Agrarberatung berät landwirtschaftliche Betriebe zu Fragen und Problemstellungen des Pflanzenbaues. Ein wichtiger Aspekt bei der Absicherung gleichbleibend hoher Erträge mit guten Qualitäten ist die Gestaltung der Fruchtfolge.

In den letzten Jahrzehnten ist diese Voraussetzung einer nachhaltig rentablen Landbaupraxis zugunsten kurzfristig ausgelegter Betriebsoptimierungen in den Hintergrund getreten. Besonders die Gefahr zunehmender Herbizidresistenz in getreidebetonten Fruchtfolgen lässt vorausschauende Praktiker nach Alternativen im Anbau suchen. Im sog. „Nassen Dreieck“ dominiert neben der Grünlandwirtschaft der Anbau von Silomais – häufig auch in Monokultur – und Wintergetreide. Auf den leichten Standorten, der Geest, ist Winterroggen die vorherrschende Kultur. Diese Dominanz hat bereits zu dauerhaften Vermarktungsproblemen geführt. Der Rapsanbau ist nicht beliebig ausdehnbar, maximal bis 25%. Welche Alternative bietet sich also für leichte Standorte?

2. Vom Osten lernen

Noch weit vor dem Ausbruch der BSE-Krise, in deren Strudel auch vermehrt die Verfütterung pflanzlichen Eiweißes aus heimischer Produktion angeregt wurde, sind Kontakte zu Vermehrern und VO-Firmen in Brandenburg geknüpft worden. Die ertragliche Stabilität der Blauen Lupine in dieser niederschlagsarmen Region war überzeugend genug, den versuchsweisen Anbau für das Jahr 2001 mit in die Planung einzubeziehen.

3. Schwieriger Start

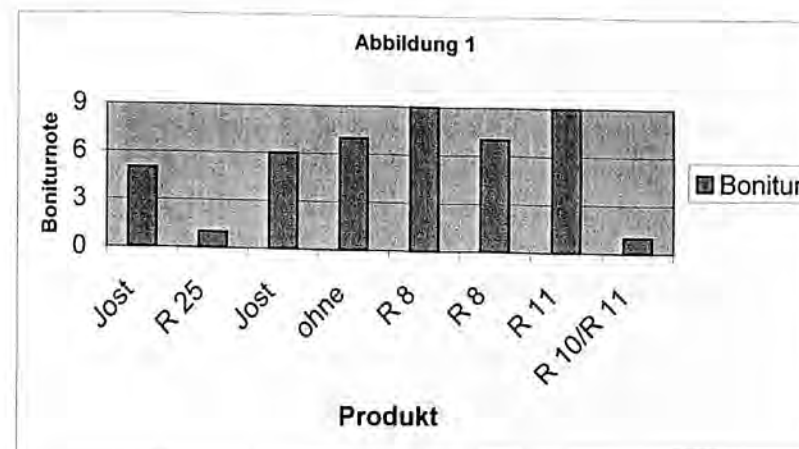
Im März wurden insgesamt 5 t Saatgut der Sorte Borweta von 10 interessierten Landwirten bezogen.

Die außergewöhnlich hohen Niederschläge und bis weit in den Mai hinein niedrigen Temperaturen erlaubten alles andere als eine zeitige Saat: Zwischen dem 06.04. und dem 29.04. lagen die Aussaattermine. Die Bestände etablierten sich sehr langsam. Auf 3 Schlägen ließ der späte Reihenschluss dem Windenknöterich (2) bzw. dem Weißen Gänsefuß (1) gute Entwicklungsmöglichkeiten. Die empfohlene Aussaatstärke konnte hier nicht eingehalten werden, da aufgrund der Nässe größere Flächen bestellt wurden als bei Saatgutbezug vorgesehen.

3.1. Anbauprofil:

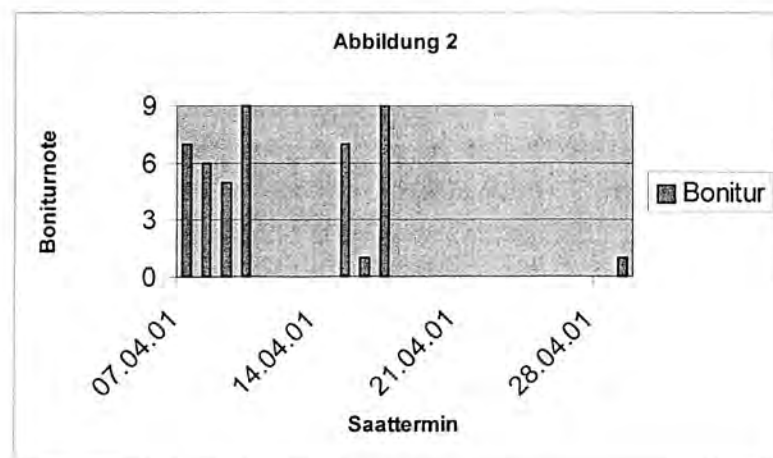
Es wurde mit Rovral gebeizte Saat verwendet; als Unkrautbekämpfung wurde eine Behandlung mit 3,0 l/ha Stomp durchgeführt. Auf einer Fläche wurde mit 1,0 l/ha Fusilade gegen Flughäfer mit gutem Erfolg behandelt. Auf zwei weiteren mit 1,0 l/ha Lentagran WP, ohne dass eine deutliche Wirkung – insbesondere gegen den Weißen Gänsefuß – zu verzeichnen gewesen wäre.

Es wurde keinerlei mineralische und organische Düngung durchgeführt. In 9 Fällen wurde das Saatgut mit Knöllchenbakterien beimpft. Abbildung 1 zeigt die Rhizobienbonitur (1= gering besiedelt; 9 = stark besiedelt) in Abhängigkeit vom Präparat.



Es wurden unterschiedliche Stämme aus dem Institut für Pflanzenkultur, Schnega getestet. Außerdem kamen ein Produkt der Fa. Jost zum Einsatz. Auf einer Fläche wurde nicht beimpftes Saatgut verwendet, um zu sehen, welche Auswirkungen von den drei Jahre zuvor dort angebauten Erbsen ausgehen.

Abbildung 2 zeigt die Boniturnoten in Abhängigkeit vom Saattermin.



4. Ernte gut, alles gut

Außer den 3 verunkrauteten Schlägen mit unter 20 dt/ha übertrafen die Erträge alle Erwartungen; der Spitzenertrag lag bei 35 dt/ha. Es wurde ein Preis von 35,- DM/dt von der aufnehmenden Hand gezahlt. Auch in der Eigenverfütterung hinterließ die Lupine hinsichtlich Milcheiweiß einen bleibenden Eindruck.

5. Ausblick: Wie wird es weitergehen

Für 2002 haben bereits Nachbarn der 10 Pioniere Interesse am Anbau bekundet. Seitens einer örtlichen Genossenschaft wurde die ppm Agrarberatung mit der Abhaltung eines Informationsabends beauftragt.

In Zusammenarbeit mit einer anderen Genossenschaft ist ein Sortenversuch zur Demonstration des aktuellen Lupinensortiments geplant.

Wichtig ist für die Marktetablierung eine an der Proteinwertigkeit orientierte Bezahlung für Lupinen seitens des Landhandels

Fragen der Mineraldüngung (P/K) und der Auswahl geeigneter Rhizobienstämme sollten in einem Lupinenanbauprojekt geklärt werden.

Danksagung:

Kalusa Saaten, Groß Rengstorf, Herrn Kalusa
 RWG Kirchwistedt, Herrn Busch, Herr Wenzlaff
 H.-W. Rönner GmbH & Co.KG, Aschwarden
 Dr. Heidel, Neu-Brandenburg
 IfP, Schnega, Dr. Grotkass, Frau Hutter
 und die Landwirte:

Dieter Ficken, Lehnstedt
 Henry Grimm, Heudorf
 Heiñß, Kirchwistedt
 Ulrich Huhn, Lange Heide
 Heiner Kück, Neu St. Jürgen
 Günter Mohrmann, Breddorf
 Bernd Semke, Lehnstedt
 Jürgen Schlüterbusch, Lehnstedt
 Cord Schlobohm, Wörpedorf
 Jörg Steilen, Meyenburg

Auswirkungen der Indikationszulassung auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in Lupine

H. Kreye

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

1. Einleitung

Seit dem 1. Juli 2001 gilt in Deutschland die Indikationszulassung. Das bedeutet, dass die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln nur noch in den bei der Biologischen Bundesanstalt beantragten und festgesetzten Indikationen erlaubt ist. Hiermit ist genau festgelegt, in welcher Kultur ein Pflanzenschutzmittel gegen welchen Schadorganismus bzw. zu welchem Zweck angewendet werden darf. Für Kulturen mit geringerem Anbauumfang werden z.T. für die entsprechenden Indikationen keine Zulassungen beantragt. Hierdurch entstehen sogenannte Lückenindikationen. Per Definition handelt es sich bei einer Lückenindikation um ein Anwendungsgebiet von geringfügigem Umfang oder geringer wirtschaftlicher Bedeutung, für das keine praktikablen Bekämpfungsverfahren bestehen oder für das zugelassene Pflanzenschutzmittel keine ausreichende Problemlösung liefern, um der Gefahr der Resistenzbildung durch wiederholte Anwendung ein und desselben Mittels zu entgegen oder den Prinzipien des integrierten Pflanzenschutzes gerecht zu werden.

Unter bestimmten Voraussetzungen können durch Genehmigungen nach §18a des Pflanzenschutzgesetzes von 1998 auch Pflanzenschutzmittel in nicht zugelassenen Indikationen eingesetzt werden.

Als Voraussetzungen für das Schließen von Lücken durch Genehmigungen nach

§ 18a gelten u.a. folgende Punkte:

- Das Anwendungsgebiet muss als Lückenindikation von der BBA eingestuft worden sein.
- Das für Lückenindikationen vorgesehene Mittel muss bereits zugelassen sein.

- Es muss ein Antrag auf Genehmigung der Anwendung gestellt werden (Zulassungsinhaber, Verbände, Ämter, etc.).
- Die beantragte Anwendung des PS-Mittels bezieht sich auf eine Anwendung in Produktions- und Dienstleistungsbetrieben, nicht jedoch auf den Haus- und Kleingarten- oder Kommunalbereich.
- In rückstandsrelevanten Kulturen muss die Rückstandssituation geprüft werden. Rückstandsdaten sind daher dem Genehmigungsantrag beizufügen.
- Der Antragsteller bestätigt die Wirksamkeit und die Verträglichkeit des PS-Mittels in der beantragten Anwendung.

Ist der Antragsteller nicht der Zulassungsinhaber, ist dessen Einverständnis für die Genehmigung einzuholen. Bei einer Ablehnung seitens des Zulassungsinhabers darf die Biologische Bundesanstalt die Genehmigung nur erteilen, soweit die Einwände des Zulassungsinhabers nachweislich unbegründet sind. Die Bekanntgabe der Genehmigung und deren Inhalt sowie die Rücknahme oder den Widerruf der Genehmigung macht die Biologische Bundesanstalt im Bundesanzeiger bekannt.

Die Genehmigung gilt bundesweit und für den verbleibenden Zeitraum der nach § 18a PflSchG erteilte Zulassung des PS-Mittels. Für den Einzelfall kann eine Genehmigung zur Anwendung eines PS-Mittels in einem anderen als den festgesetzten Anwendungsgebieten auch nach §18b PflSchG erfolgen. Dies erfolgt auf Antrag bei der zuständigen Landesbehörde. Diese kann unter eng begrenzten Voraussetzungen eine befristete Genehmigung erteilen. Damit die bei der Zulassungsbehörde vorliegenden Erkenntnisse in die Entscheidung der Landesbehörde einfließen, erhält die Biologische Bundesanstalt die Gelegenheit zur Stellungnahme.

Um das Schließen von Indikationslücken zu erleichtern, wurde ein spezieller Verfahrensablauf für das Genehmigungsverfahren erarbeitet. Im Vergleich zum Zulassungsverfahren werden abgestufte Forderungen im Bereich der Wirksamkeit und Pflanzenverträglichkeit gestellt und das Verfahren ist wesentlich verkürzt. Für das Verfahren kann auf Antrag ein Gebührenerlass gewährt werden. Weiterhin bleibt der

Bestandsschutz für die Grundzulassung des zu verwendenden Pflanzenschutzmittels erhalten.

Über eine Vertiefung der internationalen Zusammenarbeit sollen Erkenntnisse eingeholt werden welche Bekämpfungsmöglichkeiten andernorts bestehen und auf hiesige übertragbar sind.

In der folgenden Tabelle sind die mit Stand 28.02.02 in Lupinen zugelassenen (ZN) bzw. über §18 (G18) genehmigten Anwendungsgebiete aufgeführt. Weiterhin gibt die Tabelle Auskunft über die sich in Bearbeitung befindlichen Anträge.

Tab. 1: Zugelassene, genehmigte und beantragte Anwendungsgebiete in Lupinen (Stand 28.02.02)

Mittel	Wirkstoff	Schaderreger
Karate mit Zeon Technologie G18	lambda-Cyhalothrin	beißende Insekten, Zweiflügler, (Fliegen u. Mücken, Diptera), saugende Insekten
Karate WG G18	lambda-Cyhalothrin	analog Karate mit Zeon Technologie
Ratron-Feldmausköder G18	Chlorphacinon	Erdmaus, Feldmaus

Mittel	Wirkstoff	Schaderreger
Rovral UFB G18	Carbendazim + Iprodion	Auflaufkrankheiten Colletotrichum
Aatiram ZN	Thiram	Auflaufkrankheiten
Solitär G18	Cyprodinil + Fludioxonil + Tebuconazol	Colletotrichum
Folicur G18 (Antrag in der Bearbeitung)	Tebuconacol	Colletotrichum
G18 (Antrag in der Bearbeitung)	Azoxystrobin	Colletotrichum

Mittel	Wirkstoff	Schaderreger
STOMP SC ZN	Pendimethalin	Unkräuter/Ungräser
Boxer G18	Prosulfocarb	Unkräuter/Ungräser
Lentagran WP ZN	Pyridat	Unkräuter (Gelbe Lupine)
Basta G18 (Antrag in der Bearbeitung)	Glufosinat	Sikkation
Fusilade MAX G18 (Antrag in der Bearbeitung)	Fluazifop-P	Unkräuter/Ungräser
Reglone ZN	Deiquat	Sikkation

Untersuchungen zum Einfluss unterschiedlich hoher Süßlupinengehalte (*L. angustifolius*) im Futter auf die Aufzuchtleistung von Ferkeln

Ch. Richter und A. Berk

(Osnabrück / Braunschweig)

Zusammenfassung

Aus den vorliegenden, Ergebnissen kann geschlussfolgert werden, dass der Austausch von Sojaextraktionsschrot im Ferkelaufzuchtfutter durch Lupinensaat der Sorte „Sonet“ bis zu einem Anteil von 15% an der gesamten Mischung ohne Leistungseinbußen möglich ist. Um diese Aussage auf verwandte Sorten und alle Standortbedingungen für den Lupinenanbau übertragen zu können, sind weitere Untersuchungen notwendig.

1. Problemstellung

Neben dem Einsatz der weitestgehend importabhängigen Sojabohne bzw. deren Nachprodukten können einheimische Körnerleguminosen quantitativ gesehen einen erheblichen Beitrag zur Deckung des Eiweißbedarfes der Schweine leisten (RODEHUTSCORD und WEBER 2001). Dies insbesondere vor dem Hintergrund des Verbotes des Einsatzes von Tiermehlprodukten. Während die stärkereichen Körnerleguminosen Ackerbohne und Erbse Getreide aus den Rationen verdrängen, ergänzt die Lupine getreidebetonte Rationen hauptsächlich mit Rohprotein und kann somit Sojaextraktionsschrot aus dieser Sicht am einfachsten ersetzen (Tab. 1). Allerdings spielt im Vergleich zur bedeutendsten heimischen Leguminosenart, der Erbse, die Lupine trotz des höchsten Eiweißgehaltes aller Körnerleguminosen in der Tierernährung bisher eine untergeordnete Rolle (DAMBROTH 1989). Deutlich wird dies mit Blick auf die Vermehrungsflächen der genannten Pflanzen: Diese betrug im Jahr 2000 bei Erbsen bundesweit 7460 ha bei Süßlupinen dagegen nur rund 1900 ha (ANONYM 1 2001 nach BUNDESSORTENAMT 2001).

Dass das Sojaextraktionsschrot die bedeutendste Proteinquelle für Futtermittel ist, hat seine Ursache in den folgenden Vorteilen:

- Gute Proteinqualität durch einen hohen Anteil an essentiellen Aminosäuren
- Hohe Energiedichte
- Durch Behandlung (hydrothermisch) gute Bekömmlichkeit
- Ausreichende Verfügbarkeit am Markt; günstiger Preis.

Dem stehen einige Nachteile der einheimischen Körnerleguminosen im Allgemeinen und der Lupine im Speziellen gegenüber:

- Geringe Gehalte an schwefelhaltigen Aminosäuren und Lysin
- Hoher Rohfasergehalt
- Hoher Gehalt an Nicht-Stärke-Polysacchariden und gegebenenfalls an Alkaloiden
- Z.T. erhebliche Schwankungen bei den Gehalten an wertbestimmenden Inhaltsstoffen
- Keine ausgeglichenen Qualitäten am Markt verfügbar.

Tabelle 1: Vergleich von eiweißreichen Futtermitteln

	ME (MJ/kg T)	Rohprotein (g/kg T)	Verdaulichkeit ¹⁾ (%)	Lysin (g/100 g Protein)
Fischmehl	16,41	681	90	7,62
Sojaextraktionsschrot	14,82	513	85	6,26
Ackerbohne	14,39	299	82	6,29
Erbse	15,49	259	83	7,32
Lupine (blau)	14,64	349	89	4,59
Kartoffeleiweiß	18,44	839	94	7,90

¹⁾ Verdaulichkeit des Proteins

In der Ferkelfütterung gibt es unterschiedliche Aussagen zum Lupineneinsatz. BÖHME (1988b) folgert aus seinen Versuchsergebnissen, dass es möglich ist, in der Ferkelaufzucht Lupinen (*L. luteus*) bis zu einem maximalen Gehalt von 30% ohne Leistungseinbußen einzusetzen. Nach ROTH-MAIER und KIRCHGESSNER (1994)

führt der Einsatz von Süßlupinen zu schlechteren Aufzuchtergebnissen als bei Verwendung von Sojaschrot. In beiden Fällen wurde ein Aminosäureausgleich vorgenommen.

Da in den letzten Jahren die Tendenz zur Verringerung der Säugezeiten zu einer deutlichen Reduzierung des Absetzgewichtes der Ferkel geführt hat, kommt hier die Schwierigkeit dazu, dass einige Ferkel erst im Aufzuchtstall die erste feste Nahrung zu sich nehmen. Dies bedeutet eine enorme Umstellung für das Verdauungssystem.

Ziel unseres Versuches war es, Sojaextraktionsschrot im Ferkelaufzuchtfutter schrittweise durch Lupinensaat bis zu einer Höhe von 15% der Gesamtration zu ersetzen.

2. Versuchsdesign

Insgesamt 140 Ferkel der Herkunft BHZP wurden im Geschlechtsverhältnis 1:1 in 20 Boxen gleichmäßig auf 4 Versuchsgruppen aufgeteilt (4 Gruppen x je 5 Boxen x je 7 Tiere). Die Tiere wurden wöchentlich einzeln gewogen. Ebenfalls wöchentlich wurde der Futtermittelverzehr je Box durch Rückwaage ermittelt. Alle dargestellten Daten sind auf die 20 Boxen bezogen, so dass je Behandlung n = 5 war. Die Ferkel waren bei Lieferung im Mittel 21 Tage alt. Nach einer Woche Gewöhnung an die Umgebung begann der Versuch für die Dauer von 35 Tagen.

2.1. Futtermittel

Der Versuch war für die Dauer von 5 Wochen (35 Tage) in zwei Futterphasen aufgeteilt (Phase I 1.-3., Phase II 4.-5. Woche), um das Futter bezüglich der Nährstoffe dem Bedarf der Tiere anzupassen. Das Futter wurde über Futterautomaten trocken, mehlartig ad libitum angeboten. Die Zusammensetzung der Futtermischungen ist in der Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Zusammensetzung der Versuchsfuttermischungen (in%)

Gruppe Phase	1		2		3		4	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Lupinensaat	--		5,0		10,0		15,0	
Sojaextraktschrot	15,0		10,0		5,0		--	
Gerste	35,0	35,0	33,0	33,0	31,0	33,0	30,0	33,0
Weizen	15,0	18,5	16,0	21,5	16,0	21,0	17,5	21,5
Mais	4,0	4,0	6,0	4,0	8,0	6,0	9,0	6,0
Weizenkleie	8,0	6,0	6,0	4,0	5,0	1,5	2,5	--
Sojakonzentrat	3,0	2,0	4,5	3,5	5,5	5,0	7,0	6,5
Aufgeschl. Mais	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Kartoffeleiweiß	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Sojaöl	3,5	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	1,5
Vit./Min./AS ¹⁾	5,0	5,0	5,0	5,0	5,5	5,0	5,5	5,0

¹⁾ Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente, Aminosäuren, Ameisensäure

Die Futtermischungen wurden nach ihrem Energiegehalt, Proteingehalt, Gehalt an essentiellen Aminosäuren und dem Rohfasergehalt ausgeglichen. Die eingesetzte Lupinensaat entstammte der Sorte "Sonet", eine blaublühende Süßlupine, und wurde 2001 in Brandenburg geerntet.

3. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Analyse der eingesetzten Lupinenkörner sind in der Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Zusammensetzung der Rohnährstoffe plus Rohstärke und Zucker der verwendeten blauen Süßlupine „Sonet“

T (%)	MJ/ME	XP	XF	XA	XL	XX	XS	XZ
	(jeweils% in T)							
86,5	13,97 ¹⁾	31,2	16,8	4,1	4,7	43,2	11,1	6,1

¹⁾ Berechnet auf Basis der verdaulichen Rohnährstoffe nach GfE (1987)

Eine Analyse des Aminosäurenmusters im Labor der DEGUSSA AG in Hanau-Wolfgang ergab die in der Tabelle 4 aufgezeigten Ergebnisse.

Tabelle 4: Aminosäuregehalte der Süßlupine „Sonet“

RP (% in TS 88)	29,27	
Aminosäuren	g/100 g Protein	g/kg T
Methionin	0,62	2,0
Cystein	1,30	4,3
Met+Cys	1,92	6,4
Lysin	4,53	11,5
Threonin	3,37	11,2
Arginin	10,43	34,7
Isoleucin	3,70	12,3
Leucin	6,54	21,8
Valin	4,16	13,8
Histidin	2,70	9,0
Phenylalanin	3,59	11,9
Glycin	4,00	13,3
Serin	4,79	15,9
Prolin	5,31	17,7
Alanin	3,24	10,8
Asparaginsäure	9,66	32,1
Glutaminsäure	20,35	67,7

Die Untersuchung auf Alkaloide im Institut für Pharmazeutische Biologie der Universität in Heidelberg ergab die in der Tabelle 5 dargestellten Werte.

Tabelle 5: Alkaloidgehalt und Alkaloidzusammensetzung der verwendeten Süßlupine

Zusammensetzung (jeweils% in der Gesamt- konzentration)	Gesamtkonzentration (in%)	0,0055
	Lupanin	
Isolupanin		20,1
Angustifolin		10,4
13-Hydroxylupanin		10,3

Die Ergebnisse der Futtermittelanalysen des eingesetzten Ferkelfutters sind in der Tabelle 6 wiedergegeben.

Tabelle 6: Inhaltsstoffe, Energiegehalte und Aminosäureprofil der verwendeten Versuchsrationen

Inhaltsstoffe	Phase I				Phase II			
	FA1	FA2	FA3	FA4	FA1	FA2	FA3	FA4
	Kontrolle	5% Lu- pinen	10% Lupinen	15% Lupinen	Kontrolle	5% Lu- pinen	10% Lupinen	15% Lupinen
ME ¹⁾ MJ (TS 88)	13,75	13,80	13,72	13,80	13,61	13,70	13,64	13,65
XP% (TS 88)	19,65	19,24	18,86	19,36	18,71	17,91	18,94	18,74
XF% (TS 88)	3,94	3,54	4,78	4,83	4,33	4,20	4,76	4,81
Lysin% (TS 88)	1,49	1,45	1,44	1,38	1,25	1,24	1,18	1,27
XL% (TS 88)	6,06	5,56	5,36	4,67	5,37	4,99	4,55	4,13
XX% (TS 88)	53,61	54,92	54,43	55,11	54,89	56,36	55,59	56,21
Stärke% (TS 88)	39,23	40,88	39,87	41,04	38,79	41,75	39,64	41,42
Zucker% (TS 88)	3,18	3,21	2,92	3,03	3,34	3,26	3,37	2,99
Met+Cys	0,56	0,59	0,55	0,57	0,60	0,61	0,66	0,58
Threonin	0,60	0,63	0,61	0,64	0,66	0,64	0,62	0,64
Histidin	0,32	0,34	0,32	0,36	0,38	0,36	0,41	0,38
Isoleuzin	0,50	0,50	0,49	0,51	0,56	0,54	0,58	0,54
Leuzin	0,98	1,00	0,99	1,04	1,11	1,10	1,19	1,10
Valin	0,72	0,72	0,74	0,72	0,75	0,77	0,86	0,81

¹⁾ Berechnet auf Basis der verdaulichen Rohnährstoffe nach GfE (1987)

Während des Versuches verendeten 2 Ferkel (1,4% des Bestandes) und 5 weitere wurden behandelt. Die Ursachen waren unspezifisch, ein Zusammenhang zur Versuchsfrage kann nicht hergestellt werden. Die Leistungsdaten der Tiere sind für die zwei Phasen und den gesamten Versuchszeitraum von 5 Wochen in der Tabelle 7 wiedergegeben.

Tabelle 7: Leistungsdaten der Tiere in den beiden Futterphasen und insgesamt

Gruppe Phase		1		2		3		4	
		I	II	I	II	I	II	I	II
LM 1 ¹⁾	kg	7,36	14,39	7,33	14,06	7,51	14,21	7,49	14,69
LMZ	g/d	332	554	320	527	319	503	343	532
		419 ± 166		403 ± 171		393 ± 155		418 ± 160	
Futteraufn.	g/d	447	871	441	860	432	841	457	860
		610 ± 36		609 ± 22		596 ± 21		618 ± 23	
ME-Aufw.MJ/kg		18,99	21,71	19,45	22,72	19,00	23,31	18,84	22,68
		20,93 ± 1,68		21,14 ± 0,76		21,19 ± 0,81		20,73 ± 1,00	

¹⁾ LM 1 = Lebendmasse zu Versuchsbeginn

Im Mittel des gesamten Versuches wurden im Versuchszeitraum eine LMZ von 409 ± 76 g/d erreicht. Diese Leistung kann als gut bezeichnet werden.

Alle Unterschiede zwischen den Mittelwerten waren zufällig (Tukey - Test mit SAS, $p < 0,05$). Da die weiblichen Tiere zu Versuchsbeginn im Mittel ca. 0,8 kg leichter waren als die Kastraten, wurde zusätzlich eine „geschlechtsspezifische“ Auswertung vorgenommen, um zu prüfen, ob die leichteren Tiere evtl. empfindlicher auf die Versuchsfrage reagieren. Auch bei dieser Auswertung ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

4. Literatur

- ANONYM 1 2001 nach BUNDESSORTENAMT 2001: schriftliche Mitteilung des Bundessortenamtes: Untersuchungen zum Rohproteingehalt von Lupinensorten, Hannover 2001
- DAMBROTH 1989: Möglichkeiten zur Wiederentwicklung des Lupinenanbaus in der Bundesrepublik Deutschland. Angewandte Wissenschaften 367, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrop 1989
- RODEHUTSCORD und WEBER 2001: Verbot tierischer Proteinträger: Alternativen in der Schweineernährung. www.landw.uni-halle.de/lfak/inst/iew/AlternativeProteineSchwein.pdf
- ROTH-MAIER und KIRCHGESSNER 1994: Zum Einsatz weißer und gelber Lupinen (*L. albus L.* und *L. luteus L.*) in Kombination mit Enzymzulagen in der Ferkelaufzucht. *Agribiol. Res.* 47, 3 - 4, 1994, 312 - 317

Allergenität von Lupinenprodukten

Elmar Weissmann und Sigrid Weissmann

Schlossstr. 12 78224 Singen

Eine Literaturübersicht

1. Was ist eine Allergie?

Die generelle Häufigkeit von Lebensmittel-Allergien wird sehr unterschiedlich eingeschätzt. Nach Bindslev-Jensen (1998) glauben 20% der Erwachsenen, dass sie an einer Allergie leiden. Jedoch bestätigen Doppelblind-Tests Lebensmittelallergien nur bei 1,4% der Erwachsenen. Bei Kindern findet sich eine bestätigte Allergierate von 5 - 7%.

Grund der hohen Unterschiede zwischen klinisch bestätigten und subjektiv empfundenen Allergien auf Lebensmittel ist sicher auch die im allgemeinen Sprachgebrauch unscharf verwendete Definition. Negative Reaktionen des menschlichen Organismus auf Lebensmittel sind nicht gleich als Allergie zu verstehen. Definitionsgemäss ist eine

Allergie eine Störung, bei der schon die Aufnahme einer kleinen Lebensmittel-Menge eine abnorme immunologische Reaktion hervorruft. Es sind Immunoglobuline im Blut nachweisbar, typischerweise IgE.

Man kann folgende Arten der negativen Reaktionen auf Lebensmittel unterscheiden (u.a. nach Bindslev-Jensen 1998):

- Lebensmittel - Aversion aus psychosomatischen Gründen (oft unspezifische Reaktionen, lassen sich nicht mit Doppel-blind-Tests bestätigen)
- Lebensmittel Intoleranzen (Unverträglichkeiten) z.B. verursacht durch Toxine, Inhibitoren
- Lebensmittelallergie ohne immunologische Reaktionen z.B. erhöhte Histamin-Ausschüttung

• Echte Lebensmittelallergie mit immunologischer Reaktion

Demnach ergeben sich für eine echte Lebensmittelallergie folgende Diagnose-Merkmale:

- Bestimmte Lebensmittel können zugeordnet werden
- Auftreten der Symptome ist zeitlich assoziiert mit Lebensmittelaufnahme
- Symptome sind typisch und betreffen meist mehr als ein Organ: z.B. Schmerzen und Schwellungen im Mund, Rhinitis, Erbrechen, Durchfall, Asthma, Hautausschläge, Hautschwellungen, Anaphylaxis
- Krankheitsgeschichte des Patienten: Allergien in der Familie, eigene andere Allergien

Bekannte allergene Lebensmittel des europäischen Kulturkreises sind Hühnereiweiss, Kuhmilch, Kabeljau und Garnele, Sojabohne, Weizenmehle, Erdnuss.

2. Mögliche Allergene aus Lupine

Die allergenen Substanzen sind in den Eiweissen der Lebensmittel lokalisiert.

Protein Fraktionen der Lupinensamen

Albumine: Wasserlösliche Fraktion funktionelle Proteine der Samen („housekeeping“ proteins) hohe Gehalte an Lysin und schwefelhaltigen Aminosäuren niedrige Molekulargewichte (2S Fraktion)

Globuline: Extrahierbar in Salzlösungen ReserveProteine („storage“ proteins) hohe Molekulargewichte (7S und 11S Fraktion)

3. Symptome einer Lupinenallergie

Tab.1: Symptome einer Lupinenallergie

Symptom	History	Author
1 case of urticaria and angioedema	A 5-year-old girl. After ingesting spaghetti-like pasta fortified with sweet lupin seed flour (<i>L. albus</i>). Patient had a history of peanut sensitivity	Hefle et al. 1994
1 case of contact urticaria	(Nach kissing his girlfriend who had previously eaten lupin seeds) with a history of mild pruritus of oral mucosa after eating lupin and seasonal rhinitis and positive prick test to grass mix, and other pollens	Gutierrez D. et al. 1997
3 cases of oral allergy syndromes	Abstract only	Romano et al. 1997
1 case of severe episodic asthma	A three-year-old child. Asthma showed up when playing with the dust of a lemon tree manured with lupin in dust form. Infant showed positive skin prick test to grass pollen and lupin preserved in salt and water	Novembre, E., Moriondo, M., et al. 1999
1 case of diffuse urticaria, angioedema, shortness of breath, throat swelling immediately	After ingestion of lupin seeds by a female patient with a history of sensitivity to other legumes with tolerance to peanut	Matheu et al. 1999
1 case of acute asthma	After consumption of lupin fortified bread of a patient with peanut sensitivity. Acute dose was 965 mg of lupin flour which may be included in 100g of bread (<i>L. albus</i> , cv. Ares)	Kanny et al. 2000

In der Literatur sind nur wenige Fälle allergischer Reaktionen auf Lupinenmehl oder Lupinensamen dokumentiert.

In den Jahren 1994 bis 2000 wurden 8 Fälle geschildert

Als allergene Lebensmittel wurden festgestellt:

- Brot mit 1% *Lupinus albus* Mehl
- Pasta mit 3% *Lupinus albus* Mehl
- Snacks (ganze Samen von *Lupinus albus* konserviert in Salzwasser)

Bei den Patienten wurden serologisch Kreuzreaktionen zu Proteinen aus Erbsen, Erdnuss oder Gräserpollen nachgewiesen, das heißt die Patientengeschichte weist schon andere allergische Reaktionen auf.

Im Zusammenhang mit dem Verzehr von Lupinenprodukten traten auf: Hautausschläge (Urticaria) und Hautschwellungen (Angioedema), Schwellungen im Mund- und Rachenraum, Atembeschwerden bis zu akutem Asthma, sowie Anaphylaxis (Tab.1).

4. Vorkommen einer Lupinenallergie

Bisher gibt es keine Studien zur Häufigkeit einer Lupinenallergie in einer Population. Einige Studien bei Erdnussallergien konnten serologische Kreuzreaktionen mit Lupineneiweißfraktionen nachweisen (Kleber-Janke et al. 1999). Moneret-Vautrin et al. (1999), Matheu et al. (1999) sowie Hefle et al. (1994) stellten mögliche Kreuzreaktionen bei Kichererbse und weißer Bohne fest. Nach den Studien von Moneret-Vautrin et al. (1999) und Hefle et al. (1994) ist bei 40-80% der Patienten eine Kreuzreaktion zu Erdnuss zu erwarten. Diese Studien wurden serologisch durchgeführt. Daher können zur Einschätzung der Häufigkeit einer möglichen Lupinenallergie in der europäischen Population Daten für das Vorkommen der kreuzreaktiven Lebensmittel herangezogen werden. Die Erdnussallergie ist relativ gut untersucht (Tab.2). Erdnussallergie weist eine Häufigkeit von etwa 0,5% in europäischen Regionen auf.

Tab.2. Vorkommen von Allergien kreuzreaktiver Lebensmittel

Lebensmittel	%	Land	Stichprobe	Alter	Quelle
Erdnuss	0.4%	UK	16420 zufällig ausgewählt	>15 Jahre	Emmett 1999
Erdnuss	0.5%	UK			BMJ (1998) 316:1926
Erdnuss	0.5%	UK Isle of Wight	1218 Kinder, nicht ausgewählt	Wiedervorstellung mit 1,2, 4 Jahren	Tariq et al. 1996
Erdnuss	0.7%	USA	12032 zufällig ausgewählt	>18 Jahre	Sicherer et al. 1999
Erdnuss	3%*	Sweden	1397 unselektiert	20-44 Jahre	Björnsson et al. 1996
Sojabohne	2%*	Sweden	1397 unselektiert	20-44 Jahre	Björnsson et al. 1996

*getestet in vitro (RAST) – kann um 50% überschätzt sein (nach www.food-allergens.de)

5. Verträglichkeit lupinenhaltiger Nahrung

Wie Studien mit Lupinenmehl bestätigen, werden lupinenhaltige Lebensmittel generell gut vertragen (Tab.3)

Tab.3. Verträglichkeit von lupinenhaltigen Lebensmitteln, Studien mit Lupinenmehl

Feldheim et al. 1988

Empfindlichkeit gegenüber Lupinenmehl ist gleichwertig mit Empfindlichkeit gegenüber Weizenmehl, ist geringer als Empfindlichkeit gegenüber Soja, Erdnuss und Erbse Studie mit 205 Kindern und Jugendlichen in Peru, skin prick test.

Gattas-Zaror et al. 1990

Studie mit gesunden Probanden ergab ausgezeichnete Verträglichkeit und Langzeit-Akzeptanz von Lebensmitteln mit Lupinenmehl Langzeit (120 Tage) Verkostung von Keksen mit Lupinenmehl aus Weisser Lupine (35% der Inhaltsstoffe) ergab gute Akzeptanz und keine negativen Effekte bei 31 gesunden jungen Erwachsenen in Chile. Kriterium: Blutwerte, Gewicht

6. Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Nur wenige Fälle von Allergie gegenüber Lupinenmehl sind bekannt.

Allergische Reaktionen traten bei Personen auf, die in ihrer Vorgeschichte schon Empfindlichkeiten gegenüber Erbse, Erdnuss oder Gräserpollen gezeigt hatten.

Alle berichteten Reaktionen waren Reaktionen auf Lupinenmehl und Lupinensämen.

Die Häufigkeit des Vorkommens einer Allergie auf lupinenhaltige Lebensmittel kann aufgrund der nachgewiesenen Kreuzreaktionen gegenüber Erdnussproteinen auf etwa 0,5% geschätzt werden.

Bisher liegen keine Berichte vor für Produkte, die über die saure Kaltwasserextraktion gewonnen wurden.

7. Literatur

Barnett D., Bonham B., Howden MEH (1987): Allergenic cross reactions among legume Foods - an in vitro study. *J Allergy Clin Immunol* 79:433-438
 Bindeslev-Jensen C. (1998): ABC of allergies. *Food - Allergy*. *BMJ* 316:1299-1302

- Björnsson E., Janson C., Plaschke P., Norrman E., Sjöberg O., (1996): Prevalence of sensitization to Food allergens in adult Swedes. *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 77:327-332
 BMJ (1998): Women warned to avoid peanuts during pregnancy and lactation. *BMJ* 316: 1926
 Emmett S.E, Angus F.J., Fry J.S., Lee P.N., (1999): Perceived prevalence of peanut allergy in Great Britain and its association with other atopic conditions and with peanut allergy in other household members. *Allergy* 54:380-385 (erratum 54:891)
 Feldheim, W., Feldheim, G., Gross, U., and Gross, R. (1988): Prick-test with lupin compared to other Foodstuffs in Peruvian children and adolescents. *Lupin Newsletter* 13:41-44.
 Gattas Zaror V., Barrera Acevedo G., Yanez Soto E., Uauy Dagach I.R. (1990): Evaluacion de la tolerancia y aceptabilidad cronica de la harina de lupino (*Lupinus albus* var. *Multolupa*) en la alimentacion de aduletos juvenes. *Arch. Latinoam. Nutr.* 40(4): 490-502
 Gross, R. (1990): Nutrients and anti-nutrient substances in lupins for human consumption. Pp 164-176 in: Birk, Y., Dourat, A., Waldman, M., and Uzureau, C. (eds.): *Proceedings of the Joint CEC-NCRD Workshop, Israel, Jan. 1989. ISBN 92-826-1264-3.* [This source shows a table and cites results of the original paper from Feldheim et al. in the *Lupin Newsletter*].
 Gutierrez D. et al. (1997): Contact urticaria from lupin. *Contact Dermatitis* 36:311
 Hefle, S.L., Lemanske, R.F., and Bush, R.K. (1994): Adverse reaction to lupine-fortified pasta. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 94:161-172
 Kanny G., Guèrin L., Moneret-Vautrin D.A. (2000): Le risque d'asthme aigu grave à la farine de lupin associé à l'allergie à l'arachide. *Rev. Méd. Interne* 21:191-194
 Kleber-Janke T., Cramer R., Appenzeller U., Schlaak M., Becker WM. (1999): Selective cloning of peanut allergens, including profilin and 2S albumins, by phage display technology. *Int. Arch. Allergy Immunol.* 119:265-274
 Lallès, JP, & Peltre G. (1996): Biochemical features of grain legume allergens in humans and animals. *Nutrition Reviews* 54:101-107
 Leduc V., Veber C., Kanny G., Guèrin L., Moneret-Vautrin D.A. (1999): Characterisation of lupine flour allergens by SDS-PAGE and 2D-Electrophoresis followed by immunoblotting. *J. Allergy Clin Immunol* 103:103
 Matheu, V., Barrio, M., Sierra, Z., Gracia-Bara, M.T., Tornero, P., Baeza, M.L. (1999): Lupine-induced anaphylaxis. *Ann. Allergy Asthma Immunol.* 83:406-408
 Moneret-Vautrin, D-A. et al. (1999): Cross-allergenicity of peanut and lupine: The risk of lupine allergy in patients allergic to peanuts. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*:104:883-888
 Novembre, E., Moriando, M., et al. (1999): Lupin allergy in a child. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 103:1214-1216
 Romano C., Ferrara A., Tarallo S. (1997): Allergic reaction to lupine seed (*Lupinus albus*). [Abstract] *Allergy* 52:113-114 or 37 [cited in Kanny et al. and Matheu et al]
 Romano C., Ferrara A., Falagiani P. (2000): A case of allergy to globe artichoke and other clinical cases of rare Food - Allergy. *J-Investig-Allergol-Clin-Immunol.* 10(2): 102-104
 Sicherer S.H., Munoz-Furlong A., Burks A.W., Sampson H.A. (1999): Prevalence of peanut and tree nut allergy in the US determined by a random digit dial telephone survey. *J. Allergy. Clin. Immunol.* 103:559-562
 Tariq S.M., et al. (1996): Cohort study of peanut and tree nut sensitivity by age of 4 years. *BMJ* 313:514-517
 Wittig de Penna E., Carreno P., Urrutia X., Lopez L., Ballester D. (1987): Sensory evaluation and acceptability of cookies enriched with sweet lupin flour (*Lupinus albus* cv. *Multolupa*). *J. Food Sci* 52:1434-1435
 www.Food-allergens.de: Bannon, G.A., Besler, M., Hefle S.L., Hourihane, J., Sicherer S.H. (2000): Allergen Data Collection: Peanut (*Arachis hypogea*). *Internet Symposium on Food Allergens* 2(2):87-123. <http://www.Food-allergens.de>
 www.Food-allergens.de: Besler, M., Helm, R.M., Ogawa, T., (2000): Allergen Data Collection - Update: Soybean (*Glycine max*). *Internet Symposium on Food Allergens* 2(Suppl.3):1-35. <http://www.Food-allergens.de>