Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt
für Land- und Forstwirtschaft
Berlin-Dahlem

Anbau und Pflanzenschutz Nachwachsender Rohstoffe (Sonderkulturen)

Eiweiß-, Öl-, Färber-, Inulin- und Faserpflanzen

Cultivation and Plant Protection for Renewable Resources (special crops)

Protein, Oil, Dye, Inulin and Fibre Plants

Horst Mielke
Bärbel Schöber-Butin

Heft 395

Berlin 2004

Herausgegeben von der
Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Berlin und Braunschweig

ISSN 0067-5849 ISBN 3-930037-11-4

Dr. Horst Mielke
Schapenstraße 24b
38104 Braunschweig
ehemals: Institut für Pflanzenschutz
in Ackerbau und Grünland

Dr. Bärbel Schöber-Butin
Am Roten Amte 1H
38302 Wolfenbüttel
ehemals: Institut für Pflanzenschutz
in Ackerbau und Grünland

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme
Ein Titeldatensatz für diese Publikation ist bei
der Deutschen Bibliothek erhältlich

ISBN 3-930037-11-4

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 2004.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben bei auch nur auszugsweiser Verwertung vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der Fassung vom 24. Juni 1985 zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Kommissionsverlag Parey Buchverlag Berlin, Kurfürstendamm 57, 10707 Berlin.

Printed in Germany by Arno Brynda, Berlin.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung **11**
Literatur 11

Ackerbohne (*Vicia faba* var. *minor*) **12**
Verwendungszweck 12
Zur Botanik 12
Allgemeiner Anbau 12
Klima / Boden 13
Vorfrucht / Fruchtfolge 13
Bodenbearbeitung 13
Sortenwahl 13
Saat / Aussaat 14
Düngung 14
Wachstumsregler 15
Beregnung 15
Pflege / Unkrautbekämpfung 15
Nichtparasitäre Krankheiten 15
Pilzliche Krankheiten 17
Bakterielle Krankheiten 19
Viruskrankheiten 20
Tierische Schädlinge 21
Ernte 23
Literatur 23

Erbse (*Pisum sativum*) **25**
Verwendungszweck 25
Zur Botanik 25
Allgemeiner Anbau 25
Klima / Boden 26
Vorfrucht / Fruchtfolge 26
Sortenwahl 26
Bodenbearbeitung 27
Saat / Aussaat 27
Mischanbau 27
Düngung 27
Unkrautbekämpfung 28
Nichtparasitäre Krankheiten 29
Pilzliche und bakterielle Krankheiten 31
Viruskrankheiten 34
Tierische Schädlinge 36
Ernte 39
Literatur 40

Lupine (*Lupinus* spp.) **42**
Verwendungszweck 42
Zur Botanik 42
Allgemeiner Anbau 43
Klima / Boden 43
Gelbe Lupine 43
Blaue Lupine 43
Weiße Lupine 43
Vorfrucht / Fruchtfolge 44
Bodenbearbeitung 44
Sortenwahl 44
Saat / Aussaat 44
Düngung 45
Unkrautbekämpfung 46
Nichtparasitäre Krankheiten 46
Pilzliche Krankheiten 47
Viruskrankheiten 49
Tierische Schädlinge 51
Ernte 52
Literatur 52

Sojabohne (*Glycine max*) **54**
Verwendungszweck 54
Zur Botanik 54
Allgemeiner Anbau 55
Klima / Boden 55
Vorfrucht / Fruchtfolge 55
Bodenbearbeitung 56
Sortenwahl 56
Saat / Aussaat 56
Düngung 57
Pflege / Unkrautbekämpfung 57
Nichtparasitäre Krankheiten 57
Pilzliche Krankheiten 57
Bakterien- und Viruskrankheiten 59
Tierische Schädlinge 60
Ernte 60
Literatur 60

Rübsen (*Brassica rapa* ssp. *oleifera*) **62**
Verwendungszweck 62
Zur Botanik 62
Allgemeiner Anbau 62
Klima / Boden 62
Vorfrucht / Fruchtfolge 63
Bodenbearbeitung 63
Sorten / Sortenwahl 63

Saat / Saatmenge 63
Düngung 64
Nichtparasitäre Krankheiten 64
Pilzliche Krankheiten 65
Viruskrankheiten 68
Blütenvergrünung 68
Tierische Schädlinge 68
Ernte 71
Literatur 72

Krambe, Meerkohl (*Crambe abyssinica*) 73
Verwendungszweck 73
Zur Botanik 73
Allgemeiner Anbau 73
Klima / Boden 73
Vorfrucht / Fruchtfolge 74
Bodenbearbeitung 74
Saat / Aussaat 74
Düngung 74
Unkrautbekämpfung 75
Pilzliche Krankheiten 75
Tierische Schädlinge 75
Ernte 76
Literatur 76

Leindotter (*Camelina sativa*) 77
Verwendungszweck 77
Geschichtliches 77
Zur Botanik 77
Allgemeiner Anbau 78
Klima / Boden 78
Vorfrucht / Fruchtfolge 78
Bodenbearbeitung 78
Sortenwahl 78
Saat / Aussaat 78
Düngung 79
Leindotter im Mischanbau 79
Pflege / Unkrautbekämpfung 79
Pilz- und Bakterienkrankheiten 79
Viruskrankheiten 80
Tierische Schädlinge 81
Ernte 81
Literatur 81

Koriander (*Coriandrum sativum*) 83
Verwendungszweck 83
Zur Botanik 83
Allgemeiner Anbau 84

Klima / Boden 84
Vorfrucht / Fruchtfolgestellung 84
Bodenbearbeitung 84
Sortenwahl 85
Saat / Aussaat 85
Düngung 85
Pflege / Unkrautbekämpfung 85
Pilzliche Krankheiten 86
Bakterienkrankheiten 86
Tierische Schädlinge 87
Ernte 87
Literatur 88

Kreuzblättrige Wolfsmilch (*Euphorbia lathyris*) 90
Verwendungszweck 90
Zur Botanik 90
Anbau 90
Pflege / Unkrautbekämpfung 91
Nichtparasitäre Krankheiten 91
Pilzliche Krankheiten 91
Ernte 92
Literatur 92

Mariendistel (*Silybum marianum*) 94
Verwendungszweck 94
Zur Botanik 94
Anbau, Pflanzenschutz und Ernte 94
Literatur 95

Nachtkerze (*Oenothera biennis*) 96
Verwendungszweck 96
Zur Botanik 96
Allgemeiner Anbau 97
Klima / Boden 97
Vorfrucht / Fruchtfolge 97
Saat / Aussaat / Pflanzung 97
Düngung 97
Pflege / Unkrautbekämpfung 98
Krankheiten und Schädlinge 98
Ernte 98
Literatur 98

Saflor, Färberdistel (*Carthamus tinctorius*) 100
Verwendungszweck 100
Zur Botanik 100
Allgemeiner Anbau 101
Klima / Boden 101
Vorfrucht / Fruchtfolge 101

Bodenbearbeitung 101
Sortenwahl 101
Saat / Aussaat 101
Düngung 102
Pilzliche Krankheiten 102
Ernte 102
Literatur 103

Färberwaid (*Isatis tinctoria*) 104
Verwendungszweck 104
Zur Botanik 104
Anbau und Pflanzenschutz 104
Pflege / Unkrautbekämpfung 105
Ernte 105
Verarbeitung 105
Literatur 105

Färberwau (*Reseda luteola*) 106
Verwendungszweck 106
Zur Botanik 106
Anbau 106
Ernte 107
Literatur 107

Färberröte, Krapp (*Rubia tinctorum*) 108
Verwendungszweck 108
Zur Botanik 108
Allgemeiner Anbau 108
Klima / Boden 109
Fruchtfolge 109
Saat / Pflanzung 109
Düngung 109
Pflege / Unkrautbekämpfung 109
Ernte 109
Literatur 110

Zichorie, Wegwarte (*Cichorium intybus* var. *sativum*) 111
Verwendungszweck 111
Geschichtliches 111
Zur Botanik 111
Allgemeiner Anbau 112
Klima / Boden 112
Vorfrucht / Fruchtfolge 112
Bodenbearbeitung 112
Sorten / Sortenwahl 113
Saat / Aussaat 113
Düngung 113
Pflege / Unkrautbekämpfung 113

Pilzliche Krankheiten 113
Tierische Schädlinge 113
Ernte / Verarbeitung 114
Literatur 114

Topinambur (*Helianthus tuberosus*) 115
Verwendungszweck 115
Zur Botanik 115
Allgemeiner Anbau 115
Klima / Boden 116
Vorfrucht / Fruchtfolge 116
Bodenbearbeitung 116
Pflanzgut / Pflanzzeit 116
Sortenwahl 116
Düngung 117
Pflege / Unkrautbekämpfung 117
Pilzliche und bakterielle Krankheiten 117
Ernte 118
Literatur 118

Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*) 119
Verwendungszweck 119
Zur Botanik 119
Allgemeiner Anbau 120
Klima / Boden 120
Sortenwahl 120
Vorfrucht / Fruchtfolge 120
Bodenbearbeitungen 120
Saat / Aussaat 120
Düngung 121
Pflege / Unkrautbekämpfung 121
Pilzliche Krankheiten 121
Tierische Schädlinge 121
Ernte 121
Literatur 121

Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) 123
Verwendungszweck 123
Zur Botanik 123
Allgemeiner Anbau 123
Klima / Boden 123
Vorfrucht / Fruchtfolge 124
Bodenbearbeitungen/Saat/Aussaat/Düngung 124
Pflege/Unkrautbekämpfung 124
Pilzliche Krankheiten 124
Tierische Schädlinge 125
Ernte 125
Literatur 125

Schlussbetrachtung **126**

Closing remarks **127**

Danksagung **128**

Einleitung

In der Landwirtschaft werden Kulturpflanzen angebaut, die Grundlagen zur Erzeugung von Nahrungsmitteln und nachwachsenden Rohstoffen für die Industrie bilden. Nachdem in zwei vorangegangenen Arbeiten Anbau und Pflanzenschutz bekannter nachwachsender Rohstoffpflanzen für die Landwirtschaft vorgestellt und erörtert worden sind (MIELKE und SCHÖBER-BUTIN 2001, 2002), gilt es in der vorliegenden Studie, Anbaumöglichkeiten und Pflanzenschutzprobleme für Sonderkulturen nachwachsender Rohstoffpflanzen (Eiweiß-, Öl-, Heil-, Färber-, Inulin- und Faserpflanzen) aufzuzeigen. Da es sich zum größten Teil um Spezialkulturen handelt, sind hier häufig besondere Anbau- und Pflanzenschutzprobleme zu lösen. Für einige jener selten angebaute Rohstoffpflanzen ist oft kein geeignetes Pflanzenschutzmanagement bekannt. Der Anbau dieser Pflanzen trägt Jedenfalls zur Vielfalt des Kulturartenspektrums bei.

Mit dem Anbau dieser Sonderkulturen werden bevorzugt solche Pflanzenarten ausgewählt, aus denen hochwertige Grundstoffe für Kosmetika, Medikamente und sonstige Heilmitteln sowie Farben hergestellt werden können (DAMBROTH 1983; FRANKE 1997; PUDE 2001; BMVEL 2001a). Die Verwendungsbeispiele zeigen die Bedeutung des Anbaus dieser Kulturpflanzen; daher sollte auch das Ertragspotenzial der betroffenen Rohstoffpflanzen ausgeschöpft werden. Dies kann nur geschehen, wenn die nachwachsenden Rohstoffpflanzen im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes angebaut werden. Der Anbau dieser Pflanzen würde die heutigen engen Fruchtfolgen in der Praxis auflockern, wobei unter Umständen Pflanzenschutzmittelkosten eingespart werden können. Eine umweltschonende Landbewirtschaftung muss gewährleistet sein, wenn sich Praktiker und Abnehmer verpflichten, Anbau- und Abnahmeverträge hinsichtlich des Anbaus und der Lieferung der o. a. nachwachsenden Rohstoffpflanzen abzuschließen. Darüber hinaus trägt der Anbau mit nachwachsenden Rohstoffpflanzen wesentlich zur Umweltschonung bei, da dadurch die Nutzung fossiler Grundstoffe gedrosselt werden kann. Seit langem besteht ein großes Interesse, neue Umweltbelastungen zu verringern bzw. zu vermeiden und den Klimaschutz voranzutreiben. Es ist nach wie vor ein vorrangiges Ziel der Bundesregierung gewesen, den Anbau und die Nutzung der nachwachsenden Rohstoffe zu fördern (BMFT 1986; BML 1996; BMVEL 2001b).

Literatur

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT und FORSTEN (1996): Nachwachsende Rohstoffe. Konzept der Bundesregierung zur Förderung von Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben 1996–2000. Sdr. des BML, Ref. Öffentlichkeitsarbeit. Mitteldeutsche Druckanstalt Heidemann GmbH. Nr. 623 27/96, S. 1 – 61.

BUNDESMINISTER FÜR FORSCHUNG und TECHNOLOGIE (1986): Nachwachsende Rohstoffe. Sdr. BMFT, Referat Öffentlichkeitsarbeit, S. 1 – 37.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG und LANDWIRTSCHAFT (2001a): Nachwachsende Rohstoffe. Programm des Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft zur Förderung von Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben. Sdr. BMVEL, S. 1 – 33.

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG und LANDWIRTSCHAFT (2001b): Agrarbericht der Bundesregierung 2001. Nachwachsende Rohstoffe. Herausg. BMVEL, Ref. Öffentlichkeitsarbeit, Ref. G2, Medien- u. Kommunikations GmbH, Berlin, S. 77.

DAMBROTH, M. (1983): Bestandsaufnahme und konzeptionelle Hinweise zur Wiederentwicklung eines Industriepflanzenanbaues in der Bundesrepublik Deutschland aus pflanzenzüchterischer Sicht. Teilbereich „Äthanolerzeugung“. Sdr. aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. Bundesanstalt f. Landwirtschaft Braunschweig- Völkenrode (FAL), S. 1 – 52.

FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 6. Aufl., S. 509.

MIELKE, H.; SCHÖBER-BUTIN, BÄRBEL (2001): Pflanzenschutz bei Nachwachsenden Rohstoffen. Kartoffel, Getreide, Mais. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem, **386**, S. 1 - 128.

MIELKE, H.; SCHÖBER-BUTIN, BÄRBEL (2002): Pflanzenschutz bei Nachwachsenden Rohstoffen. Zuckerrübe, Öl- und Faserpflanzen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem, **391**, S. 1 - 95.

PUDE, R. (2001): Pflanzen für die Industrie. Pflanzen – Rohstoffe – Produkte. Herausg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Gülzow, S. 47.

Ackerbohne (*Vicia faba* var. *minor*)

Die Ackerbohne zählt zu den eiweißliefernden Pflanzen, die als Futtermittel eine große Bedeutung erlangt haben. Für die menschliche Ernährung wird sie nur noch wenig verwendet. Als nachwachsende Rohstoffpflanze ist sie kaum bekannt.

Die Ackerbohne stammt vermutlich aus Südwestasien (kleinsamige Formen); sie ist eine alte Kulturpflanze, die bereits vor Christus in Babylon und Ägypten bekannt war.

Verwendungszweck

Für die Ackerbohne als nachwachsende Rohstoffpflanze kommt nur die Produktionsrichtung – Körnergewinnung als eiweißliefernde Hauptfrucht – in Frage. Die Ackerbohne wird in erster Linie als nahrungs- und futtermittelliefernde Pflanze angebaut. Im Rahmen des Industriepflanzenanbaus könnten die Ackerbohnen eine besondere Bedeutung erlangen, denn aus den Inhaltsstoffen ihrer Samen wie Eiweiß (30 %) und Kohlenhydraten (55 %) lassen sich durchaus nutzbare Grundstoffe für die Erzeugung verschiedener Industrieprodukte gewinnen. Auf Grund ihrer hohen Eiweißqualität könnte die Ackerbohne auch im Nichtnahrungsbereich z. B. bei der Herstellung von Klebstoffen, Arzneimitteln und Bindemitteln für Papierstreichfarben eingesetzt werden (DAMBROTH und SCHRÖDER 1989; BRINKMANN 1996; FRANK 1997; PUDE 2001).

Zur Botanik

Die Ackerbohne (*Vicia faba* var. *minor*) gehört – ebenso wie die Erbse – zu den Schmetterlingsblütlern (*Leguminosae, Fabaceae*). Sie ist heute eine weltweit angebaute, einjährige Kulturpflanze. Es gibt sowohl Sommer- als auch Winterformen. Nach der Größe der Samen werden klein-, mittel- und großkörnige Ackerbohnen unterschieden.

Die Ackerbohnen bilden kräftige Pfahlwurzeln (bis 1,7 m tief) mit Seitenwurzeln (bis zu 40 cm Tiefe). In dem Abschnitt der stärksten Bewurzelung bilden sich zuerst Knöllchen (Bakterienproduktion) aus. Der kräftige, aufrecht wachsende, vierkantige Stängel, der meist verzweigt ist, erreicht eine Höhe bis zu 175 cm. Die Pflanze trägt an der Basis der Achseln einfache Niederblätter; sonst sind die Blätter der Ackerbohne kahl, ein- bis dreipaarig und ohne Ranke.

Aus den Achseln entspringen 1 bis 5 kurzgestielte große, weiße bis schwach rötliche Blüten; sie sind zu Trauben vereinigt. Die Ackerbohne ist sowohl Selbst- als auch Fremdbefruchter. Die Bestäubung geschieht vorwiegend durch Bienen und Hummeln.

Die Ackerbohne hat eine relativ lange Wachstumszeit; sie beträgt 160 bis 180 Tage. Der Hülsenansatz aus den fertilen Blüten ist mit 5 bis 25 % gering. Ein erheblicher Teil der Hülsen wird abgeworfen; 8 bis 12 Hülsen verbleiben pro Pflanze. Die Abreife erfolgt in der selben Reihenfolge wie das Abblühen von den untersten fertilen Nodien zu den oberen Infloreszenzen. Die Hülsen werden bei der Reife schwarz und enthalten meist 3 bis 6 eiförmige Samen, die sortenweise eine unterschiedliche Größe aufweisen (TKM 360 bis 500 g). Die Samenerträge liegen bei 30 bis 73 dt/ha, die Ertragsschwankungen können erheblich sein. Die mangelnde Ertragssicherheit wird in erster Linie durch Umweltverhältnisse stark beeinflusst. Wasserstress ist eine der Hauptursachen für die Ertragsinstabilität. Die Ackerbohnensamen selbst enthalten 25 bis 39 % Rohprotein und 55 % Kohlenhydrate, wobei Sommerformen zumeist einen signifikant höheren Rohproteingehalt aufweisen als die Winterformen. Ca. 80 % des gesamten Proteins der Ackerbohne ist in den Kotyledonen eingelagert (ALSING et al. 1995; FRANKE 1997; DIEPENBROCK et al. 1999; KELLER et al. 1999; PUDE 2001).

Allgemeiner Anbau

Ackerbohnen gehören zu den Körnerleguminosen mit der größten Ertragsfähigkeit. Zur Anbau- und Ertragsentwicklung wird jedoch auch diskutiert und dokumentiert, dass Ackerbohnen nicht nur ein durchschnittlich niedriges Ertragsniveau, sondern auch relativ hohe Ertragsschwankungen über Jahre und Orte

aufweisen, die zu einer verringerten Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen etablierten Marktfrüchten (z. B. Getreide) führen (KELLER et al. 1999).

Klima / Boden

Die Ackerbohne ist wenig wärmebedürftig und gedeiht am besten im maritimen Klima. Sie stellt an die Wasserversorgung hohe Ansprüche; ihre Leistungsfähigkeit hängt im Wesentlichen von der Wasserversorgung ab. Sie wächst deshalb an Küsten und in Vorgebirgslagen sowie in feuchten Talniederungen am besten.

Gegen Spätfröste ist sie weniger empfindlich. In Höhenlagen ab 500 m ist allerdings mit Reifeverzögerungen, höheren Erntefeuchtigkeiten und geringen Erträgen zu rechnen.

In Frankreich und in England werden im Ackerbohnenanbau auch Winterformen gesät, die Kälteperioden bis zu -15 ^{0}C aushalten können. In Deutschland dürften die Winterformen nur im Rheinland, Saarland und in Teilen von Baden-Württemberg (Weinregionen) eine Chance für den Anbau haben.

Was die Bodenansprüche anbelangt, sagen der Ackerbohne tiefgründige, kalkhaltige, schwere Ton- bis mittelschwere Lehmböden am meisten zu. Unter günstigen Niederschlagsverhältnissen lässt sie sich auch auf leichteren Böden anbauen. Sehr ungleichmäßige Böden führen allerdings zu starken Reifeunterschieden, Ertragsunsicherheiten und Ernteschwierigkeiten; dies ist zumeist auf sehr großen Flächen der Fall (AUTORENKOLLEKTIV 1963; STOCKMANN-BECKER 1997; BERGER et al. 1999; DIEPENBROCK et al. 1999; KELLER et al. 1999; PUDE 2001).

Vorfrucht / Fruchtfolge

Die Ackerbohne ist mit sich selbst nur bedingt, mit anderen Leguminosen in der Fruchtfolge nicht verträglich. Der Fruchtfolgeempfindlichkeit der Ackerbohne kann nur mit der Einhaltung bestimmter Anbaupausen (mindestens vier Jahre) begegnet werden; sie wird meist nach Getreide, gelegentlich auch nach Hackfrüchten angebaut. Die Ackerbohne selbst ist eine gute Vorfrucht. Durch ihre Stickstoffrückstände und Förderung der Bodengare gilt sie als vorzügliche Vorfrucht für Winterweizen und Triticale. Auf Grund ihrer langen Vegetationszeit räumt sie allerdings für das nachfolgende Wintergetreide relativ spät die Felder. Mit dem Anbau von Ackerbohnen besteht durchaus die Möglichkeit, enge Getreidefruchtfolgen aufzulockern und damit den Befall mit Fußkrankheiten (Halmbruchkrankheit, Schwarzbeinigkeit) im nachfolgenden Getreide zu mindern. In getreidereichen Fruchtfolgen gilt sie als Gesundungsfrucht (AUTORENKOLLEKTIV 1963; ALSING et al. 1995; BRINKMANN 1996; KELLER et al. 1999; DIEPENBROCK 1999; FREYER 2003).

Bodenbearbeitung

Nach einem erfolgten Stoppelsturz ist bei der Bodenbearbeitung für den Ackerbohnenanbau darauf zu achten, dass vor allem auf schweren Böden im Herbst eine Furche gezogen wird, damit Verdichtungen im Untergrund beseitigt werden, denn die Ackerbohne reagiert sehr empfindlich auf Bodenverdichtungen. Die obere Bodenschicht bleibt über Winter bis zum Frühjahr rau liegen, damit vor der Herrichtung des Saatbettes der Boden bereits abgetrocknet ist. Die Saatbettvorbereitung sollte so vorgenommen werden, dass die Ackerbohnen in einem möglichst unkrautfreien Boden zur Aussaat kommen (ALSING et al. 1995; DIEPENBROCK 1999; KELLER et al. 1999).

Sortenwahl

Für den Anbau stehen der Praxis eine Winterackerbohnensorte und 7 Sommerackerbohnensorten zur Verfügung. In der Beschreibenden Sortenliste 2003 vom BSA sind von jeder Sorte physiologische und morphologische Eigenschaften, Ertragsmerkmale sowie Informationen über die Anfälligkeit gegen die wichtigsten pilzlichen Schaderreger aufgeführt.

Bei der Wahl der Ackerbohnensorten bietet es sich an, die Vorteile der veränderten Pflanzentypen (Halbzwerg-, Stabiltyp- und Topless-Sorten) – ähnlich wie bei den Erbsen – für den Anbau im eigenen Betrieb nutzen zu können (STELLING 1996).

Vor der Sortenwahl sollten die Ackerbohnensorten auf ihre Anbaueignung auf dem in Frage kommenden Standort überprüft werden, wobei nicht nur die Ertragsleistung allein, sondern auch Frühreife, Krankheitsresistenz, Standfestigkeit, Platzfestigkeit der Hülsen, Mähdruschfähigkeit und letztendlich die Ertragssicherheit einer jeglichen Sorte zu berücksichtigen sind (KELLER et al. 1999).

Saat / Aussaat

Für einen erfolgreichen Ackerbohnenanbau ist die Verwendung von qualitativ einwandfreiem, keimfähigen und gesunden Saatgutes die Voraussetzung; es muss frei von samenbürtigen Krankheiten (Pilzen, Bakterien und Viren) sein.

Wegen ihres hohen Keimwasserbedarfs und ihrer langen Vegetationszeit ist es angebracht, die Aussaat der Ackerbohnen so früh wie möglich vorzunehmen. Da die Keimung bereits bei einer Temperatur von 2 ^{0}C beginnt, kann die Aussaat schon im März erfolgen. Regionen mit spätem Vegetationsbeginn (Aprilsaaten) führen meist zu sehr lange stehenden, spätreifenden Ackerbohnenbeständen.

Die Aussaat erfolgt heute zunehmend mit Einzelkornsägeräten. Mit der Einzelkornablage der Ackerbohnen besteht eine exaktere Standraumzuweisung der Einzelpflanze, dadurch werden höhere Feldaufgänge und höhere Erträge erzielt. Zudem lässt sich durch dieses Saatverfahren eine verbesserte Standfestigkeit der Pflanzen erreichen.

Die Ackerbohnen wurden früher relativ tief gedrillt. Nach neueren Erkenntnissen wird die Saatgutablage heutzutage etwas flacher als früher vorgenommen (4 bis 6 cm); dadurch gehen die Ackerbohnenbestände einige Tage eher auf, so dass die Keimpflanzen früher Seitenwurzeln bilden. Infolgedessen setzt auch die Aktivität der Knöllchenbakterien früher ein.

Die Saatdichten werden heute mit 30 bis 50 Pflanzen pro m^2 Fläche angegeben. Bei neueren Ackerbohnensorten (Topless- und Stabiltypen) ist es angebracht, im Vergleich zu Normaltypen höhere Aussaatmengen zu verwenden, da ihr Einzelpflanzenertrag etwas geringer ausfällt, was jedoch durch höhere Pflanzendichten ausgeglichen werden kann. Höhere Pflanzendichten bewirken auch eine größere Unkrautunterdrückung (AUTORENKOLLEKTIV 1963; BRINKMANN 1996; DIEPENBROCK 1999; KELLER et al. 1999; PUDE 2001).

Düngung

Die Ackerbohne stellt erhebliche Ansprüche an die Nährstoffversorgung. Die Bemessung der Nährstoffzufuhr richtet sich nach dem standortgebundenen Nährstoffvorkommen, dem Entzug durch den Ackerbohnenbestand und der Ertragserwartung. Nur über Bodenuntersuchungsergebnisse können zunächst Düngungsfragen, welche Nährstoffe fehlen und wie die Bemessung der Nährstoffzufuhr sein sollte, beantwortet werden. Gegen eine Bodenversauerung ist die Ackerbohne sehr empfindlich. Der Entzug von Kalk ist bei der Ackerbohne hoch. Der pH-Wert ist der begrenzende Faktor für die Ertragsleistung der Ackerbohnen. Neutrale bis alkalische pH-Werte müssen die Böden schon aufweisen, um einen ertragreichen Ackerbohnenanbau durchführen zu können.

In der Regel erübrigt sich eine N-Düngung, wenn das Symbiosesystem zwischen Rhizobien und Pflanzenwurzeln ausreichend Stickstoff für das Pflanzenwachstum und die Ertragsbildung zur Verfügung stellt. Dann kann auch auf eine N-Startgabe verzichtet werden.

Auf Böden mit geringer Pufferkapazität, auf denen niedrige pH-Werte die Knöllchenbakterienbildung reduzieren, ist zumeist ein Rückgang der N_2-Fixierung zu beobachten. Man ist sich noch nicht ganz schlüssig, ob die verminderte symbiotische N_2-Fixierungsleistung oder ob die direkte Wirkung niedriger pH-Werte auf das Wurzelsystem für die Ertragseinbrüche der Ackerbohne verantwortlich ist (BRINKMANN 1996). Bei einer zu hohen N-Andüngung der Ackerbohne muss mit einem Ertragsrückgang gerechnet werden.

Neben einer kleinen N-Gabe zur Förderung der Anfangsentwicklung ist für eine ausreichende Phosphorsäure- und Kalium-Düngung zu sorgen. Als Grunddüngung für die Ackerbohne sind – nach DIEPENBROCK (1999) – bei einer Ertragserwartung von 50 dt/ha in Versorgungsstufe C 25 kg P_2O_5/ha, 60 kg

K_2O/ha und 6 kg MgO/ha vorgesehen. Eine ausreichende PK-Düngung ist für die volle Tätigkeit der Knöllchenbakterien vorteilhaft. Es ist zweckmäßig, die Grunddüngung vor der Saat vorzunehmen. Magnesium kann in Form von magnesiumhaltigen Kalken gedüngt werden.

Neben den Hauptnährstoffen sollte ebenfalls eine ausreichende Versorgung mit Spurenelementen sicher gestellt sein. Nach POULAIN und AL MAHAMMAD (1995; zitiert bei KELLER et al. 1999) können Ackerbohnen empfindlich auf Bormangel (Blattvergilbungen mit Nekrosen) reagieren. Molybdän und Kobalt sind essenzielle Nährelemente der Rhizobien. Molybdän, ein wichtiger Bestandteil des Enzyms Nitrogenase, ist an der N-Fixierung beteiligt; Kobalt ist für die Entwicklung der Wurzelknöllchen notwendig (BRINKMANN 1996).

Wachstumsregler

Hinsichtlich ihrer Wuchshöhe und ihrer Erträge reagieren Ackerbohnensorten sehr unterschiedlich stark auf den Einsatz mit Wachstumsreglern. Je ausgeprägter die apikale Dominanz in einer Sorte vorhanden ist, desto größer scheint der Ertragseffekt durch den Einsatz des Wachstumsreglers zu sein (PAUL 1990).

Beregnung

Auf Ackerbohnenfeldern sollte in allen Entwicklungsstadien die Bodenfeuchte zwischen 40 bis 60 % n FK gehalten werden. Für leichte Böden und Übergangsböden mit Sommertrockenheit sowie auf Kalkböden und Auenböden im kontinentalen Klima können Beregnungen in den Stadien zwischen Blüte und Gelbreife angebracht sein (DIEPENBROCK et al. 1999).

Pflege / Unkrautbekämpfung

Die lange Jugendentwicklung und der späte Reihenschluss der Ackerbohnen begünstigen den Durchwuchs vorangegangener Kulturpflanzen und den Aufwuchs von Unkräutern, die in dieser Zeit die Konkurrenzkraft der Ackerbohnenbestände erheblich schwächen können. Für ihren Feldaufgang benötigen Ackerbohnen je nach Bodentemperatur, -feuchtigkeit und Saattiefe etwa 14 bis 15 Tage. Diese Zeit kann mit Blindstriegeln intensiv genutzt werden, um keimende und schon vorhandene Unkräuter zu bekämpfen. Voraussetzung für mechanische Maßnahmen sind befahrbare, trockene und krümelnde Böden. Später auftretende Unkräuter werden heute im Ackerbohnenanbau mit Herbiziden im Nachauflauf beseitigt. Milde Herbizide stehen der Praxis zur Verfügung (BVL 2003).

Nichtparasitäre Krankheiten

In Tabelle 1 sind einige wichtige nichtparasitäre Krankheiten und deren Schäden im Ackerbohnenanbau aufgeführt, die durch Standort- und Witterungseinflüsse sowie durch Nährstoffmangel hervorgerufen werden können. Länger anhaltende Trocken- und Hitzeperioden würden durchaus zu Ertragsminderungen führen. Um diese nichtparasitären Krankheiten und Schäden zu mindern bzw. in der Praxis möglichst gar nicht erst aufkommen zu lassen, wird in gleicher Tabelle auf Gegenmaßnahmen hingewiesen.

Tab. 1: Nichtparasitäre Krankheiten

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Nährstoffmangel			
N-Mangel	Auf Böden mit niedrigen pH-Werten und wo Leguminosen erstmalig zum Anbau gelangen entstehen bei Fehlen der Knöllchenbakterien im Jugendstadium N-Mangelerscheinungen. Sie zeigen sich in Wuchshemmungen und Chlorosen.	Saatgut mit Knöllchenbakterien behandeln. Geringe N-Gaben vor der Saat (20 kg N/ha) reichen für einen guten Entwicklungsstart aus.	RODER 1990.

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
K-Mangel	Äußert sich in gestauchten Pflanzen, deren Blattränder absterben und eine schwarze Färbung annehmen. Vorzeitiger Blütenbeginn. Unter Kaliummangel leidende Ackerbohnenpflanzen sind besonders frostgefährdet.	Nach Bodenuntersuchung vorbeugende Kaliumdüngung.	CRÜGER et al. 2002.
Ca-Mangel	Äußert sich in gedrungenem Wuchs; die Triebspitzen sind schwach ausgebildet, entfalten sich nicht oder sterben ab. Es tritt vorzeitiger Blütenfall ein. Die Hülsen welken und verfärben sich schwarz. Der Samenansatz ist gering.	Ackerbohnenanbau auf neutralen bis alkalischen Böden. Rechtzeitige Kalkdüngung.	CRÜGER et al. 2002.
Mg-Mangel	Zeigt sich in mosaikartigen Aufhellungen der Blattspreiten, während die Blattränder noch grün bleiben; später vergilben die Blätter ganz. Es bilden sich dann keilförmige, nach innen ziehende Blattrandnekrosen.	Rechtzeitige MgO-Düngung.	CRÜGER et al. 2002.
Bor-Mangel	Die unter Bormangel leidenden Pflanzen zeigen einen gedrungenen Wuchs; die Blätter erscheinen lederartig, dunkelgrün und fallen vorzeitig ab. Die Entwicklung der Knöllchen ist gehemmt.	Rechtzeitige Bor-Düngung.	CRÜGER et al. 2002.
Cu-Mangel	Ruft an den Spitzen der jüngsten Blätter Welke und Vergilbung hervor; die Sprossspitzen brechen ab, die Blätter färben sich schwarz.	Rechtzeitige Cu-Düngung.	CRÜGER et al. 2002.
Witterungseinflüsse			
Frost	Die Frostverträglichkeit bei Winterackerbohnen reicht nur bis zu -15 ^{0}C. In Regionen mit noch tieferen Temperaturen ist mit Totalausfall der Winterackerbohnen zu rechnen.	In Gebieten mit noch tieferen Temperaturen sollten nur Sommerackerbohnen angebaut werden.	DIEPENBROCK et al. 1999.
Trockenheit	Auf leichteren Böden reicht die Bodenfeuchte häufig für den Ackerbohnenanbau in den Vorsommer- und Sommermonaten nicht aus. Die Ackerbohne reagiert auf Trockenstress sehr empfindlich mit Verminderung der Transpiration, der CO_2-Aufnahme, der Knöllchenbildung und damit der N-Bildung. Langandauernde Trocken- und Hitzeperioden im Juni/Juli wirken sich letztendlich sehr nachteilig auf die Ertragsbildung aus.	Wahl eines besseren Standortes für den Ackerbohnenanbau; Böden mit guter Wasserführung; Sortenwahl. Beregnung bis zur Gelbreife.	BRINKMANN 1996; DIEPENBROCK et al. 1999.

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Wasserüberschuss (stauende Nässe)	Ebenso wie Wassermangel wirkt sich Wasserüberschuss auf feuchten, staunassen Standorten ertragsreduzierend aus. Zwar reagieren Ackerbohnen auf übermäßige Feuchte nicht so stark mit Ertragsverlusten wie Erbsen; jedoch beeinflusst eine übermäßige Wasserversorgung eine Vielzahl physiologischer Wachstumsprozesse (üppiges Wachstum, blattreiche Wipfel, Lager, verzögerte Reife).	Wahl geeigneter Standorte. Dränagesystem in Ordnung bringen.	BRINKMANN 1996.
Übermäßige Feuchtigkeit vor und während der Reife	Kann zu Reifeverzögerung, aber auch zum Auswuchs führen, die Keimfähigkeit kann erheblich beeinträchtigt sein.	Sortenwahl; Sikkation.	BRINKMANN 1996.

Pilzliche Krankheiten

Die größte Bedeutung für den Ackerbohnenanbau haben Pilzkrankheiten. In Tabelle 2 sind die pilzlichen Krankheitserreger aufgeführt, die an der Ackerbohne Schäden von wirtschaftlicher Bedeutung hervorrufen können. Zu ihnen zählen verschiedene Auflauf-, Fuß-, Welke-, Blatt- und Hülsenkrankheiten, auf deren Symptome und Bekämpfung auch eingegangen wird.

In erster Linie ist hier die Brennfleckenkrankheit zu nennen, die im Vergleich zu den übrigen pilzlichen, samenübertragbaren Krankheiten wohl die gefährlichste ist. Bei Ackerbohnen kann auch der Pilz *Ascochyta fabae* zu hohen Ertragseinbußen (bis zu 30 %) führen. Die Infektion erfolgt sowohl durch kontaminiertes Saatgut als auch durch Sporenflug (ca. 100 bis 300 m) aus befallenen Nachbarbeständen. Bei der geringen Anbaudichte ist die Infektion über Samen zumeist die gefährlichere, so dass mit der Verwendung geprüften, gesunden Saatgutes – also mittels Saatguthygiene – die beste Vorsorge im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes für den Ackerbohnenanbau getroffen werden kann (ANONYM 1994).

Die Beizung der Ackerbohnen mit geeigneten Beizmitteln hat das Ziel, während der Auflaufphase bodenbürtige Pilze vom Keimling fernzuhalten. Bei buntblühenden Ackerbohnen hat die Beizung keine oder nur geringe Effekte auf den Aufgang und den Ertrag. Bedingt ist dies durch den Tanningehalt der Samenschale, der während der Keimphase pilzhemmend wirkt (SASS 2001). Bei weißblühenden Ackerbohnensorten ist die Beizung angebracht, weil ihnen der Tanninanteil fehlt (SASS 2001; BVL 2003).

Tab. 2: Pilzliche Krankheiten

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Auflauf- und Fußkrankheiten *Rhizoctonia solani*	In Deutschland tritt vorwiegend *Rhizoctonia solani* als Krankheitserreger auf. Die Krankheit äußert sich in einer schwarzbraunen Verfärbung der Stängelbasis und in einer Beeinträchtigung des Wurzelwachstums. Begünstigt wird die Krankheit durch rel. hohe Temperaturen (18 bis 20 ^{0}C).	Weite Fruchtfolge; Anbau wenig anfälliger Sorten; angepasste N-Düngung.	MATTUSCH 1980; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Fusarium solani, F. avenaceum, F. culmorum, F. graminearum, F. oxysporum	In Ägypten, China, Japan, Polen, Russland, England, in der ehemaligen CSSR und im Sudan kommt die Auflauf- und Fußkrankheit mit den gleichen Symptomen vor. Die Erreger stammen zumeist aus der Gattung *Fusarium.* Zusätzlich treten noch sekundär gelbliche Verfärbungen mit nachfolgender Verbräunung	Beizung des Saatgutes, insbesondere bei weißblühenden Ackerbohnen.	MATTUSCH 1980; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; SASS 2001.

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
	an Spitzen und Rändern der älteren Blätter auf. Des Weiteren sterben hier teilweise schon jüngere Ackerbohnenblätter ab.		
Ascochyta fabae	Neben den bisher als Auflauf- und Wurzelkrankheitserregern erwähnten Pathogenen sei noch auf *Ascochyta fabae* verwiesen. Dieser Pilz kann bei Verseuchung des Saatgutes auch Vor- und Nachauflaufschäden verursachen.	Verwendung von gesundem Saatgut. Beizung des Saatgutes, insbesonders bei weißblühenden Ackerbohnen.	MATTUSCH 1980; SASS 2001.
Welkekrankheit *Fusarium oxysporum*	Als gefäßparasitärer Welkeerreger ist in erster Linie *F. oxysporum* anzusehen. Die Krankheit äußert sich in einer Gelbfärbung der Blätter, Stängelbasis und Wurzeln; der Wurzelquerschnitt zeigt typische rotbraune Verfärbungen der Gefäßbündel.	Anbau wenig anfälliger oder resistenter Sorten.	MATTUSCH 1980.
Fusarium inflexum	Eine weitere gefäßparasitäre Krankheit wird durch *Fusarium inflexum* verursacht. 4-6 Wochen nach dem Aufgang beginnen die Blätter im (terminalen) Bereich der Triebe, deren Spitzen schlaff nach unten hängen, zu welken. Darüber hinaus rollen sich die Fiederblätter vom Rande her ein; später vertrocknen sie ohne ihre grüne Farbe zu verlieren. Die Welke schreitet von oben nach unten über die gesamte Pflanze fort. Im Wurzel- und Stängelbasisbereich treten Schwärzungen und Fäulnis auf. Trockene Witterung führt zum vorzeitigen Absterben der Pflanzen.	Einsatz von Beizmitteln bietet nur einen beschränkten Schutz in der Auflauf- und Jugendphase der Ackerbohne.	MATTUSCH 1980; CRÜGER et al. 2002.
Schokoladenfleckenkrankheit *Botrytis fabae*	Das Krankheitsbild ist meist durch kleine, scharf begrenzte, rundliche, braune Blattflecke mit graugrünlichem oder rotem Rand gekennzeichnet. Die Flecke, häufig mit einer helleren, ausgetrockneten Mittelzone, sind auf beiden Seiten des Blattes sichtbar, auf der oberen aber deutlicher. Auch an den Stängeln treten Flecke auf; ebenso können Blüten und Hülsen befallen werden. Darüber hinaus kommt noch eine zweite, aggressivere Krankheitsform vor: Die Flecken sind größer, graubraun und fließen zusammen; letztendlich vertrocknen die Blätter und fallen ab. Auch größere Stängelabschnitte werden geschädigt. Die Hülsen bleiben in ihrer Entwicklung zurück. Diese aggressivere Form der Krankheit wird durch hohe relative Luftfeuchtigkeit mit Temperaturen um 20 ^{0}C begünstigt.	Nach der Ernte die Pflanzenrückstände durch sorgfältige Bodenbearbeitung beseitigen. Anbau in windoffenen Lagen. Anbau wenig anfälliger Sorten. Gebeiztes Saatgut aussäen; Fungizideinsatz.	TEUTEBERG 1980; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.
Braunfleckenkrankheit *Ascochyta fabae*	Der Pilz verursacht zunächst auf den Blättern unregelmäßige Flecke bis zu 1 cm Durchmesser; sie sind grau, von einem braunen Rand umgeben und leicht eingesunken. Im Zentrum der Flecke befinden sich häufig schwarze Fruchtkörper des Pilzes (Unterscheidungsmerkmal). Erste Symptome der Krankheit treten schon häufig 6 bis 8 Wochen nach	Ernterückstände durch sorgfältige Bodenbearbeitungen beseitigen. Verwendung von gesundem Saatgut. Saatgutbeizung; Einsatz von Fungiziden.	TEUTEBERG 1980; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
	der Saat an jungen Pflanzen auf. Später können Flecke auf Blättern, Hülsen und Halmen auftreten. Von den Hülsen gelangt der Pilz auch in den Samen. Verbreitung des Pilzes durch Wind, Regen und Saatgut; epidemische Ausbreitung kann durch Absterben ganzer Pflanzen zu hohen Ertragseinbußen führen.		
Ackerbohnenrost *Uromyces viciae-fabae*	Auf Blattober- und -unterseite, an Blattstielen und Stängeln der Ackerbohne bilden sich zerstreut hellbraune Rostpusteln (Uredo- oder Sommersporenlager), später sind dunkelbraune bis schwarze Teleutosporenlager (Wintersporen) zu erkennen. Je nach Befallszeit und Befallshöhe können starke Ertragsverluste auftreten. Ackerbohnenrost tritt vor allem in südeuropäischen Ländern in stärkerem Umfang auf und kann dort in den wärmeren Gebieten das Absterben der Blätter und ganzen Pflanzen verursachen. Winterackerbohnen können gelegentlich bereits im Herbst befallen werden.	Ernterückstände sollten durch sorgfältige Bodenbearbeitungen beseitigt werden. Anbau wenig anfälliger Sorten. Einsatz von Fungiziden.	TEUTEBERG 1980; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002; SAUERMANN und KAAK 2003.
Falscher Mehltau *Peronospora viciae*	Auf den Blattoberseiten bilden sich zunächst mehrere große, helle, durchscheinende, später gelbe bis braune Flecke, die von den Blattadern begrenzt werden. Auf der Blattunterseite sind die Befallsstellen mit einem graublauen Pilzrasen bedeckt. Gegen Ende der Vegetation sind an den Blättern, Stängeln und Hülsen gelbweiße Verfärbungen zu sehen; das Gewebe ist verdickt. Die Samenbildung kann unterbunden sein; die Samen selbst bleiben im Wuchs zurück und weisen braune Verfärbungen auf. Bei Keimpflanzen tritt systemischer Befall häufig auf. Dies ist an einer blassgrünen Verfärbung und Verdickung des Triebes zu erkennen; damit verbunden sind Wuchsstauchungen und Blattkräuselungen. Oosporen von *P. viciae* können längere Zeit an Pflanzenrückständen überdauern.	Pflanzenrückstände der Ackerbohnen unterpflügen. Einsatz von Fungiziden.	CRÜGER et al. 2002; SAUERMANN und KAAK 2003.
Grauschimmel *Botrytis cinerea*	Fäulnis an den Hülsen tritt ein, wenn der Pilz über die Blütenblätter auf die Hülsenspitzen vordringt. Infektionen zur Blütezeit rufen Blütenfall und damit Ertragsverluste hervor.	Einsatz von Fungiziden.	CRÜGER et al. 2002; SAUERMANN und KAAK 2003.

Bakterielle Krankheiten

Ackerbohnen können auch von Bakterien befallen werden, die nach HOFFMANN und SCHMUTTERER (1999) noch nicht genau zugeordnet werden konnten (Tabelle 3). Die Bakterienkrankheiten treten sowohl als Fuß- als auch als Blattkrankheiten in Erscheinung. Ihre Bekämpfung bereitet dem Praktiker große Schwierigkeiten.

Tab. 3: Bakteriosen

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Schwarzbeinigkeit *Erwinia carotovora*	Befallene Keimpflanzen weisen am Stängelgrund schwarze, wässerige Verfärbungen auf; das weichfaule Gewebe stirbt ab. Im Stängelinneren sind dunkle Streifungen der Gefäße zu erkennen. Ältere befallene Pflanzen zeigen Welken, Kümmerwuchs und Wurzelvermorschung. Das Bakterium ist samenübertragbar. Die Krankheit wurde in Osteuropa beobachtet und soll auch wirtschaftliche Schäden herbeigeführt haben.	Vorbeugend zur Bekämpfung dieser Krankheit sollte nur gesundes Saatgut verwendet werden.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Stängelbrand Erreger aus der Gattung *Pseudomonas*; (früher *Ps. fabae*)	Befallene Keimpflanzen weisen dunkelgraue bis schwarze Stängelflecke auf. Stängel der älteren Pflanzen zeigen graue, bis schwärzliche Verfärbungen; an Blättern sind graue bis 1 cm große Flecke zu erkennen. Befallene Pflanzen haben einen geringeren Hülsenansatz. Die Samen sind in ihrer Größe reduziert. An den Samen selbst sind kraterförmige, dunkle Vertiefungen zu erkennen. Als Erreger dieser Krankheit wird ein Bakterium aus der Gattung *Pseudomonas* angesehen. Früher wurden diese Bakterien der Species *Pseudomonas fabae* zugeschrieben. Das Bakterium ist samenübertragbar und verursacht auch wirtschaftliche Schäden.	Zur Vorbeugung gegen diese Krankheit sollte nur gesundes Saatgut verwendet werden.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.

Viruskrankheiten

Im Ackerbohnenanbau gibt es einige Viren, die erhebliche Schädigungen hervorrufen können (Tabelle 4). Die Bekämpfung dieser Virosen bereitet der Praxis nach wie vor große Probleme. Eine direkte Bekämpfung mit chemischen Mitteln ist nicht möglich. Nur durch indirekte Maßnahmen – wie die Bekämpfung der Vektoren – ließe sich die Ausbreitung von Viruskrankheiten im Ackerbohnenanbau einschränken.

Tab. 4: Viruskrankheiten

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Blattrollkrankheit Bean leaf roll virus BLRV Beet western yellows virus BWYV	Bei frühem Befall verändert sich der gesamte Habitus der Ackerbohnenpflanze, bei späterem nur der Spitzenzuwachs. Die infizierten Blätter sind zugespitzt und am Rand erscheinen zwischen den Adern gelbliche Aufhellungen. Die Fiederblätter sind verdickt, hart und zumeist nach oben gerollt; später kommt es zur Vergilbung der gesamten Pflanze und zum Blattfall. Übertragung und Infektion durch Blattläuse: *Acyrthosiphon pisum, Macrosiphum euphorbiae, Aphis craccivora, Myzus persicae, Megoura viciae.*	Frühe Aussaat; Anbau von Kleearten und Luzerne in der Nähe vermeiden. Anbau wenig anfälliger Sorten; Saatgut mit Insektiziden beizen. Blattlausbekämpfung mit Insektiziden.	BROUWER 1975; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Ackerbohnenmosaik Broad bean yellow mosaic virus BYMV	Infizierte Pflanzen sind gestaucht, zeigen Adernaufhellungen und mosaikartige Verfärbungen. Junge Blätter sind gekräuselt, die Ränder abwärts gebogen. Welken der Blätter und Stängel (Sprossen) führt mitunter zu Nekrosen. Überträger sind Blattläuse: *Acyrthosiphon pisum, Macrosiphum euphorbiae* und *Myzus persicae* sowie *Aphis fabae* (letztere hat eine geringe Bedeutung). Übertragung ist auch durch befallenes Saatgut (samenbürtig) möglich. Es können erhebliche Ertragsverluste auftreten.	Aussaat von gesundem Saatgut. Anbau resistenter Sorten. Blattlausbekämpfung mit Insektiziden.	BROUWER 1975; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.
Enationenmosaik Scharfes Adernmosaik Pea enation mosaic virus PEMV	Infolge früher Infektionen treten Wuchshemmungen auf, die Blätter sind deformiert und weisen punkt- bis strichförmige Flecke im Bereich der Adern auf. Blattunterseits treten leistenartige Gewebewucherungen (Enationen) auf. Später erscheinen häufig im Bereich der hellen Adernflecke Nekrosen. Auf Interkostalfeldern sind undeutliche Mosaikflecken zu erkennen. Die Hülsen verkrüppeln. Übertragung durch Blattläuse: Erbsenlaus (*Acyrthosiphon pisum*); Grünfleckige Kartoffellaus (*Aulacorthum solani*); Grünstreifige Kartoffellaus (*Macrosiphum euphorbiae*).	Frühe Aussaat; Ackerbohnenanbau in der Nähe von Luzerne und Kleearten vermeiden. Insektizideinsatz.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.
Samenfärbung, Ackerbohnen-Samenver-färbung Broad bean stain virus BBSV	Das Virus ist weit verbreitet, hat aber nur geringe wirtschaftliche Bedeutung. Infizierte Blätter zeigen gelblich graue Mosaikflecken. Teile der Fiederblätter weisen kleine graue Flecke und chlorotische Verfärbungen auf. Häufig sind die Blätter auch gefaltet und beulenartig aufgetrieben; die Pflanzen sind gestaucht. Auf der schmalen Samenseite bilden sich nektrotische, dunkelbraune Flecke und bandartige Verfärbungen. Der Hülsenansatz und Samenertrag kann bis zu 60 % verringert sein. Übertragung durch Samen und durch Käfer aus der Gattung *Protapion* und *Sitona*.	Aussaat von gesundem Saatgut.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.
Ackerbohnenwelke Broad bean wilt virus BBWV	Die Krankheit ruft Adernaufhellungen, Nekrosen an Spitzenblättern, Welken, Wachstumshemmungen und Absterben, meist im Zusammenhang mit Pilzbefall hervor. Zahl und Größe der Wurzelknöllchen sind vermindert und damit die N-Fixierung reduziert. Übertragung durch verschiedene Blattlausarten, wie z.B. die Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*), geringe Samen- und Pollenübertragung möglich. Ertragsausfälle.	Bekämpfung der Vektoren.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.

Tierische Schädlinge

Es gibt eine rel. hohe Anzahl von tierischen Schädlingen, die die Ackerbohne in Mitleidenschaft ziehen können (Tabelle 5). Wie nahezu jede Kulturpflanzenart wird sie auch von zahlreichen pflanzenparasitären Nematodenarten befallen. Der Hauptteil der tierischen Schädlinge, die der Ackerbohne gefährlich werden können, sind Insekten. Anschließend soll noch auf einige Vögel und Säugetiere hingewiesen

werden, die im Ackerbohnenanbau schädigend auftreten. Intensive Stoppel- und Bodenbearbeitungen im Herbst zerstören bereits einen Teil der Schädlingspopulationen.

Tab. 5: Tierische Schädlinge

Schädling	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Stockälchen *Ditylenchus dipsaci*	Tritt weltweit in verschiedenen Rassen auf. An Ackerbohnen kommt es zu rötlichbraunen bis schwärzlichen Stängelverfärbungen; bei Befall durch die „Riesenrasse“ kommt es zu Wuchsstauchungen, Stängelverdrehungen, -verdickungen und Verkrüppelung der Blätter.	Aussaat mit gesundem Saatgut. Weite Fruchtfolge mit Nichtwirtspflanzen.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.
Erbsenblasenfuß *Kakothrips pisivorus*	Verursacht verkrüppelte Blüten und Hülsen. Geschädigte Hülsen zeigen häufig auch silbrig glänzende oder bronzefarbene Stellen und Korkflecken. Ackerbohnenblätter weisen auf der Unterseite rötlichbraune Verfärbungen auf. Hauptschäden werden durch Larven hervorgerufen. Bei frühem Befall können starke Ertragsverluste auftreten.	Weite Fruchtfolge. Einsatz von Insektiziden; Frühe Saat; Anbau frühreifer Sorten.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Frühjahrs-Ackerblasenfuß, Früher Acker-thrips *Thrips angusticeps*	Tritt im Frühjahr an der Ackerbohne auf und kann großen Schaden hervorrufen (in Marschgebieten), Befall an Vegetationspunkten und jungen Blättern (Saugtätigkeit). Verdrehungen und Verkrüppelung der Blätter.	Einsatz von Insektiziden.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Wickenblattlaus *Megoura viciae*	Bildet große Kolonien an jungen Trieben, Blättern und Blüten. Durch Saugtätigkeit wird großer Schaden hervorgerufen. *M. viciae* ist Überträger verschiedener Viren (wie z. B. Erbsenenationen-Virus, Bohnengelbmosaik-Virus, Blattroll-Virus).	Einsatz von Insektiziden.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Erbsenblattlaus *Acyrthosiphon pisum*	Nahezu weltweit verbreitet; saugt an Triebspitzen und jungen Blättern; Vermehrung bei trocken-warmem Wetter (Kolonienbildung); verursacht Wachstumshemmung, Absterben von Blättern und Trieben: überträgt das Enationenmosaik-Virus und das Bohnengelbmosaik-Virus.	Natürliche Antagonisten sind der Marienkäfer, Schwebfliegen und Brachwespen.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Schwarze Bohnenlaus *Aphis fabae*	In Gebieten mit gemäßigtem Klima weit verbreitet; sie kommt in verschiedenen Formen vor. (Ungeflügelte, aber auch Geflügelte am Sommerwirt). Die Schwarze Bohnenlaus begünstigt die Bildung von Schokoladenflecken, die vom Pilz *Botrytis fabae* hervorgerufen werden. Durch den Befall werden Triebstauchungen sowie Absterben von Blättern und Triebspitzen hervorgerufen. Darüber hinaus werden Blüten und Hülsen befallen, die bei trockenem Wetter zumeist absterben. Es können auch ganze Pflanzen und große Bestände vernichtet werden.	Natürliche Feinde: Marienkäfer, Spinnen, Netzflügler, Schwebfliegen. Frühe Aussaat; wachstumsfördernde Maßnahmen. Masseneinflugkontrollen. Einsatz von Insektiziden.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.

Schädling	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Schwarze Wickenlaus *Aphis craccivora*	Die Schwarze Wickenlaus verursacht beträchtliche Saugschäden; Verwechslung mit *A. fabae* möglich. Sie kommt in Deutschland allerdings nur selten vor; die Schwarze Wickenlaus überträgt das Bohnengelbmosaik-Virus.		HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Liniierter Blattrandkäfer *Sitona lineatus*	Ernährt sich u. a. auch von Blättern der Ackerbohne. Die Larven fressen an den Wurzelknöllchen und Wurzeln, dadurch können erhebliche Schäden entstehen. Stark befallene Pflanzen werfen ein Teil ihrer Hülsen ab. *S. lineatus* kann beim Fraß das Ackerbohnenverfärbungs-Virus übertragen.	Fruchtwechsel, weite Fruchtfolge, Randbehandlungen mit Insektiziden.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.
Ackerbohnenkäfer *Bruchus rufimanus*	In Europa weit verbreitet. Die Entwicklung des Ackerbohnenkäfers findet in den Samen der Ackerbohnen statt. Befallene Samen weisen Bohrlöcher und rosige Schalen auf. Übertragung der Larven durch Samen.	Anbaupausen auf betroffenen Schlägen. Begasung des Saatgutes. Anbau von gesundem Saatgut. Einsatz von Insektiziden.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.
Ackerbohnenminierfliege *Liriomyza brassicae*	Larven der Ackerbohnenminierfliege fressen Gänge in den Blättern, später Platzminen. Die verursachten Schädigungen halten sich in Grenzen.	Einsatz von Insektiziden	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.

Ernte

Bei der Ernte der Ackerbohnen kann es auf Grund ihrer langen Wachstumszeit und der Feuchtigkeit im Herbst häufig zu Schwierigkeiten kommen, das Erntegut trocken zu bergen. Die Wahl des richtigen Erntezeitpunktes ist meist nicht einfach zu treffen. Die Erntebedingungen sollten optimal sein, damit Keimfähigkeit und Qualität der Ackerbohnen erhalten bleiben.

Die Ackerbohnen werden geerntet, sobald sich ihre Hülsen schwarz verfärben und die Samen hart geworden sind. Die Ernte erfolgt heute im Mähdrusch. Dabei soll die beginnende Totreife der unteren Hülsen abgewartet werden. Beim Mähdrusch ist zu beachten, dass Beschädigungen der Bohnen möglichst vermieden werden, wobei der Dreschkorb weit geöffnet und die Trommeldrehzahl so niedrig wie möglich (600 U/min.) gehalten werden sollte.

Eine Trocknung des Erntegutes ist fast immer notwendig, dabei ist auch zu beachten, dass die Lagerfähigkeit der Ackerbohnen erst unter einem Wassergehalt von 15 % gewährleistet ist. Eine nichtfachgerechte Lagerung der Ackerbohnen ruft zumeist qualitative Einbußen des Erntegutes hervor, wobei sich Proteine verändern, indem der Gehalt an Globulinen, Albuminen und essenziellen Aminosäuren abnimmt (KELLER et al. 1999).

Literatur

ALSING, I.; FLEISCHMANN, A.; FRIESECKE, H.; GUTHY, K.; ROßBAUER, G.; RUHDEL, J.; SCHLAGHECKEN, J.; SCHNEIDER-BÖTTCHER, I. (1995): Lexikon Landwirtschaft. Ackerbohne. BLV-Verlagsgesellschaft mbH, München, 3. Aufl., S. 15 – 16.

ANONYM (1994): Frischer Wind aus der Ackerbohnen-Züchtung. Raps **12 (1)**, S. 47 – 48.

AUTORENKOLLEKTIV (1963): Kleine Enzyklopädie. Land – Forst – Garten. Ackerbohne. VEB Verlag Enzyklopädie Leipzig, 4. Aufl., S. 66 – 67.

BERGER, H.; CATE, P.; KURTZ, E.; ZWATZ, B. (1999): Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge im Eiweiß- und Ölpflanzenbau. Verlag Jugend und Volk GmbH, Wien 3. Aufl., S. 1 –186.

BRINKMANN, J. (1966): Erzeugungspotenziale und Probleme – Produktionsgrößen – Leistungsgrößen. Bedeutung in Bodennutzungssystemen. UFOP-Schriften. Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V. Bonn, Heft **3**, S. 35 – 124.

BROUWER, W. (1976): Handbuch des speziellen Pflanzenbaues. Kartoffeln, Beta-Rüben, Raps und Rübsen, Erbsen, Ackerbohnen. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Bd. II, S. 716 – 816.

BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT (BVL) (2003): Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis. Saphir-Verlag, Ribbesbüttel, 51. Aufl., S. 1 – 364.

BUNDESSORTENAMT (2003): Beschreibende Sortenliste 2003. Getreide, Mais, Ölfrüchte Leguminosen (großkörnig) Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Hannover, S. 1 – 240.

CRÜGER, G.; BACKHAUS, G. F.; HOMMES, M.; SMOLKA, S.; VETTEN, H.-J. (2002): Pflanzenschutz im Gemüsebau. Dicke Bohne (Puffbohne, Ackerbohne). Verlag Eugen Ulmer, 4. Aufl., S. 171 – 177.

DIEPENBROCK, W.; FISCHBECK, G.; HEYLAND, K.-U.; KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau. Ackerbohne. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 3. Aufl., S. 219 – 227.

FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. *Vicia faba*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 6. Aufl., S. 145 – 147, 401.

FREYER, B. (2003): Fruchtfolgen. Konventionell●Integriert●Biologisch. Körnerleguminosen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 70 – 74.

HOFFMANN, G. M.; SCHMUTTERER, H. (1999): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Ackerbohne. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2. Aufl., S. 586 – 597.

KELLER, E. R.; HANUS H.; HEYLAND, K.-U. (1999): Handbuch des Pflanzenbaues. Bd. 3. Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen. Fababohne (Ackerbohne).Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 614 –658.

MATTUSCH, P. (1980): Auflauf-, Fuß- und Welkekrankheiten bei *Vicia faba* L. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem, **197**, S. 17 – 29.

PAUL, V. H. (1990): Kurze Bohnen mit gutem Ertrag. DLG-Mitteilungen, **10**, S. 470 – 471.

PUDE, R. (2001): Pflanzen für die Industrie. Pflanzen – Rohstoffe – Produkte. Ackerbohne. Sdr. der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Gülzow, S. 36.

RODER, W. (1990): Pflanzenschutz in der Landwirtschaft. Großkörnige Leguminosen, Hülsenfrüchte. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, S. 357 – 384.

SAUERMANN, W.; KAAK, J. (2003): Einsatz von Folicur in Ackerbohnen. Raps **21** (**2**), S. 70 – 72.

SASS, O. (2001): Mehr Erfolg mit gesunden Sorten. Praxisnah extra. Herausg. Saaten Union GmbH, **11**, S. 11.

STELLING, D. (1996): Züchtungsfortschritt bei Körnererbsen und Ackerbohnen. Raps **14(1)**, S. 30 – 33.

STOCKMANN-BECKER, E. (1997): Körnerleguminosenanbau in Deutschland. Ergebnis einer UFOP-Befragung. Raps **15(4)**, S. 170 – 171.

TEUTEBERG, A. (1980): *Botrytis fabae* Sard. und andere pathogene Pilze als Erreger von Blattkrankheiten an der Ackerbohne. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch. Berlin-Dahlem, **197**, S. 5 – 15.

Erbse (*Pisum sativum*)

Die Erbse *(Pisum sativum*) zählt zu den ältesten Kulturpflanzen; sie wird nach wie vor als Nahrungs- und Futtermittel geschätzt. Neben Ackerbohnen und Lupinen gehört auch die Körnererbse zu den in Deutschland bedeutendsten proteinliefernden Pflanzen. Es ist wenig bekannt, dass die eiweißliefernde Körnererbse als nachwachsende Rohstoffpflanze auch in der Industrie Verwendung findet.

Verwendungszweck

Die Körner- oder Eiweißerbse wird in erster Linie als Futtermittelpflanze angebaut. Ihre Samen haben einen sehr hohen Eiweißgehalt (35 bis 42 %), dessen Qualität von besonderer Güte ist. Daher bieten sich für die Eiweißerbsen vielfältige Verwendungsmöglichkeiten – ähnlich der Ackerbohne – bei der Herstellung von Klebstoffen, biologisch abbaubaren Werkstoffen, Arzneimitteln und Tensiden an. Aus dem pflanzlichen Eiweiß werden vorwiegend Etikettierklebstoffe und Bindemittel für Sperrholzplatten hergestellt. Bei der Gewinnung von Papier- und Verpackungsmaterial bewirkt das Eiweiß der Erbse eine Erhöhung der mechanischen Belastbarkeit, Bedruckbarkeit sowie eine bessere Haftung wasserlöslicher Druckfarben. Bei der Einkapselung von Pharmazeutika wird bzw. kann auch das Eiweiß der Erbse verwendet werden; es sorgt für einen langsameren Abbau der Tabletten (PUDE 2001).

Zur Botanik

Zu den in Deutschland bedeutendsten Proteinpflanzen zählt neben Ackerbohnen und Lupinen auch die Eiweißerbse (Körner- oder Futtererbse). Sie ist der Gattung *Pisum* zugeordnet und gehört ebenfalls zu den Schmetterlingsblütlern (*Leguminosae*, *Fabaceae*).

Die Erbse ist früher eine kletternde oder kriechende Pflanze gewesen; durch Züchtung hat sie in den letzten Jahren eine verbesserte Standfestigkeit erhalten. Dies ist eine erwünschte Eigenschaft, die ihren Anbau erleichtert.

Die Erbse besitzt eine tief reichende Pfahlwurzel mit vielen Nebenwurzeln, wobei die Seitenwurzeln ähnlich stark ausgebildet sind wie diejenigen der Hauptwurzel. Wie bei anderen Leguminosen sind auch die zahlreichen Nebenwurzeln der Erbse mit Knöllchen versehen, die stickstoffbindende Bakterien (*Rhizobium leguminosarum*) enthalten.

Ihr neigender bis aufrechter Stängel ist etwas krautig, hohl und kahl. Für die Körnernutzung werden heute Erbsensorten mit einer Stängellänge von 60 bis 80 cm angebaut.

Charakteristisch sind bei den konventionellen Erbsentypen die endständigen Ranken mit ein- bis dreipaarig gefiederten Blättern. Heute werden zumeist halbblattlose Genotypen für den Körneranbau gesät, die nur stark reduzierte Nebenblätter aufweisen, so dass fast nur noch Ranken gebildet werden. Die Reduzierung der Blattfläche führt kaum zu einer Minderung der Photosyntheseleistung, da alle anderen grünen Organe (Stängelteile, Ranken, Hülsenwände) die Assimilationsleistung der Laubfiedern kompensatorisch übernehmen können.

Aus den Blattachseln entspringen langgestielte, traubige Blütenstände mit 1 bis 3 großen, weißen Blüten, die nach Selbstbefruchtung 3 bis 10 cm lange aufgeblähte Hülsen entwickeln, in denen bis zu 8 Samen gebildet werden. Die reifen Samen der Körnererbse enthalten bis zu 30 % Rohprotein und bis 58 % Kohlenhydrate. Hier wird deutlich, dass die Körnererbse eigentlich eine Stärkepflanze und erst in zweiter Linie eine Eiweißpflanze ist.

Der Ertrag der Körnererbse ist nicht so schwankend wie bei der Ackerbohne; es werden je ha zwischen 50 und 60 dt Erbsensamen geerntet (KÖRBER-GROHNE 1988; DIEPENBROCK et al. 1999; STELLING 1999; BECKER und JOHN 2000; BOESE 2001; PUDE 2001; RÖMER 2001; BSA 2002).

Allgemeiner Anbau

Die Körnererbsenfläche hat in der letzten Zeit in Deutschland erheblich zugenommen; sie stieg seit 1993 von 4400 ha auf 164000 ha an. Es ist nicht bekannt, wie viel dt Körnererbsen für die industrielle Ver-

wendung abgegeben werden. Dies wird vermutlich ein verschwindend kleiner Teil sein. Der Anbau von Eiweißerbsen unterscheidet sich nicht von dem des gewöhnlichen Körnererbsenanbaus; er ist praktisch identisch (BSA 2002).

Klima / Boden

Die Erbse bevorzugt ein mäßig feuchtes und nicht zu warmes Klima. Extreme Trockenheit, große Nässe und kühle Witterung im Frühjahr und im Sommer sagen ihr nicht zu. Spätfröste bis zu –5 ^{0}C ertragen Körnererbsen im Frühjahr. Nur die Winterformen unter den Körnererbsen überstehen Kältegrade bis zu -15 ^{0}C ohne Schneedecke. Die Überwinterung der Wintererbse ist allerdings nicht gesichert.

Ausreichende Wasserversorgung während der Blüte wirkt sich günstig auf die Ertragshöhe aus. Bei geringem Wasserangebot kann die Erbse auf Grund ihrer rel. hohen Wassereffizienz noch stabil hohe Erträge aufweisen.

Körnererbsen sind hinsichtlich der Bodenansprüche zwar anpassungsfähig, dennoch gedeihen sie am besten auf milden, tiefgründigen, kalkhaltigen bis kalkreichen humosen Lehmböden im guten Garezustand. Kalte Tonböden und reine Sandböden sind für den Körnererbsenanbau ungeeignet. Saure Bodenreaktion sagt der Körnererbse nicht zu (BROUWER 1975; KÖRBER-GROHNE 1988; KELLER et al. 1999; BECKER und JOHN 2000).

Vorfrucht / Fruchtfolge

Körnererbsen sind am zweckmäßigsten nach Hackfrüchten (Winterraps) anzubauen, die das Feld möglichst unkrautfrei hinterlassen. In der Praxis erfolgt allerdings dieser Anbau meist nach Getreide, wobei dann aber die Unkrautgefahr gegeben ist.

Infolge ihrer Unverträglichkeit mit sich selbst sollte sie erst nach etwa 6 Jahren wieder auf dem selben Feld erscheinen. Bei Nichteinhaltung dieser Anbaupausen muss mit dem Auftreten der Erbsenmüdigkeit gerechnet werden. Da alle übrigen Leguminosen für die Erbse ebenfalls ungünstige Vorfrüchte sind, ist dies bei der Fruchtfolgeplanung zu berücksichtigen. Von Lein als Vorfrucht ist ebenso abzuraten, da Erbsen dann leicht von Fusarien befallen werden können.

Die Erbse selbst ist eine vorzügliche Vorfrucht für Hackfrüchte und Getreide; sie sorgt für die Auflockerung einiger Fruchtfolgen, die häufig durch hohe Getreideanteile belastet sind. Weiterhin unterbricht der Körnererbsenanbau Infektionszyklen wichtiger Getreidekrankheiten wie z. B. *Drechslera tritici-repentis* (DTR) und Schwarzbeinigkeit des Weizens. Darüber hinaus fördert sie die Bodengare, räumt für Nachfrüchte (wie z. B. für Wintergerste, -weizen und -roggen) frühzeitig die Feldschläge und reichert den Boden mit Stickstoff an (DIEPENBROCK et al. 1999; KELLER et al. 1999; FREYER 2003; MEIER ZU BEERENTRUP 2003).

Sortenwahl

Erbsensorten, die als nachwachsende Rohstoffpflanzen zur industriellen Nutzung des Eiweiß dienen, sollten sowohl ein hohes Ertragspotenzial als auch einen hohen Rohproteingehalt aufweisen. Des Weiteren wird von einer Körnererbsensorte Frühreife, gute Standfestigkeit, hohe Ausfallfestigkeit und gute Druschbarkeit erwartet. Darüber hinaus sollte sie Resistenzen gegenüber wichtigen, pilzlichen Schaderregern und Viruskrankheiten haben.

Die Erbsenzüchtung hat in den letzten Jahren enorme Fortschritte bezüglich der o. a. Kriterien gemacht, indem sie halbblattlose Erbsensorten (semileafless-Typen) mit verbesserter Standfestigkeit, sehr guter Ertragsfähigkeit, hoher Krankheitsresistenz sowie guter Ausfallfestigkeit und ausgezeichneter Druschbarkeit hervorbrachte.

In der beschreibenden Sortenliste vom Bundessortenamt hat der Praktiker durchaus die Möglichkeit, geeignete eiweißreiche Körnererbsensorten für den Anbau zwecks industrieller Nutzung auszuwählen. Deutsche Wintererbsensorten stehen der Praxis allerdings z. Zt. nicht zur Verfügung (BOESE 2001; BSA 2002, 2003; MEIER ZU BEERENTRUP 2003; SAUERMANN und GRONOW 2003).

Bodenbearbeitung

Werden Erbsen nach Getreide angebaut, dann sollten unmittelbar nach der Getreideernte Grubber oder ähnliche Geräte sorgfältig eingesetzt werden, um Stroh und Stoppelreste möglichst schnell zur Rotte sowie Ausfallgetreide und Unkräuter zum Auflaufen zu bringen. Danach ist es angebracht, eine mitteltiefe Herbstfurche folgen zu lassen, damit die Bodenfeuchte optimal gehalten und die Pflanzenreste sauber untergepflügt werden können.

Im Frühjahr ist es das Ziel der Bodenbearbeitung, mit Zinken- oder Kreiseleggen in wenigen Arbeitsgängen wassersparend und bodenschonend ein abgesetztes, ebenes, unkrautfreies, mittelkrümeliges und 5 – 8 cm tief gelockertes Saatbett für die Erbsen zu schaffen (KELLER et al. 1999).

Saat / Aussaat

Im Körnererbsenanbau wird eine frühe Saat empfohlen. Die Aussaat sollte zeitig im März bis Anfang April erfolgen, wenn der Boden genügend abgetrocknet und gartenmäßig hergerichtet ist. Um boden- und samenbürtige Pilzkrankheiten abwehren zu können, kommt nur gesundes, gebeiztes Saatgut zur Aussaat. Beim Anbau von halbblattlosen Erbsensorten ist eine etwas höhere Bestandesdichte als bei konventionellen Sorten anzustreben, um das Risiko der Früh- und Spätverunkrautung zu mindern und um das hohe Ertragspotenzial der Genotypen besser ausschöpfen zu können. Schon deshalb sollte eine Saatstärke von mindestens 90 keimfähigen Körnern (Samen/m^2) angestrebt werden.

Die Aussaat der Erbsen erfolgt als Drillsaat im Getreidereihenabstand (12 bis 16 cm), somit ist der einzelnen Pflanze ein optimaler Standraum gegeben. Die Saattiefe der Erbsen beträgt 4 bis 6 cm. Auf Böden mit guter Wasserführung kann auch eine flachere Aussaat vorgenommen werden, dadurch wäre ein etwas früherer Aufgang der Erbsen möglich. Allerdings sollten dann auf evtl. Schädigungen durch Tauben mehr geachtet und entsprechende Gegenmaßnahmen getroffen werden (BOESE 2001; PUDE 2001; MEIER ZU BEERENTRUP 2003).

Mischanbau

Um eine höhere Ertragsstabilität als bei Reinsaaten von Erbsen und Ackerbohnen zu erreichen, empfiehlt SASS (2002) einen Mischanbau von Erbsen und Ackerbohnen (Stützfrucht), wobei hier die richtige Wahl der Partner hinsichtlich des Erntezeitpunktes und der Erntbarkeit sowie der Standorte getroffen werden muss. Der gleiche Autor weist auf Grund seiner Anbauversuche darauf hin, dass Mischungen mit Sorten, die in Reinsaat relativ schlecht abgeschnitten haben, deutliche Mehrerträge im Vergleich zu den Ausgangskomponenten erbringen können. Durch die Stützfrucht Ackerbohne ist es durchaus möglich, dass lageranfällige, lange Erbsensorten mit hohem Ertragspotenzial wieder anbauwürdig werden (SASS 2002).

Düngung

<u>N- und Ca-Düngung:</u> Erbsen reagieren sehr empfindlich auf Böden mit niedrigen pH-Werten. Der optimale pH-Wert des Bodens liegt für den Erbsenanbau zwischen 6 und 7. Damit werden die Knöllchenbakterien (*Rhizobium leguminosarum*) zu ausreichender N-Bindung aktiviert. Eine N-Düngung würde sich dann im Körneranbau erübrigen. Wurden längere Zeit auf den Feldschlägen keine Leguminosen angebaut, dann ist eine kleine N-Düngung von 10 bis 20 kg N/ha zur Förderung der Anfangsentwicklung der Erbsen zweckmäßig. Die Körnererbse benötigt für ihre Entwicklung sowie für die Eiweißbildung in der Pflanze enorm große Mengen an N (bis zu 210 kg N/ha), die durch die rege Tätigkeit der Knöllchenbakterien aus dem gebundenen Luft-Stickstoff aufgenommen werden können. Die N-Aufnahme ist während der Blüte von Mitte Juni bis Mitte Juli besonders groß. Durch reichliche Ca-Versorgung wird eine Steigerung der N-Aufnahme und des N-Gehaltes bewirkt (BROUWER 1975; KELLER et al. 1999).

Während der letzten Entwicklungsphase vollzieht sich die N-Verlagerung von der Pflanze zunächst in die Hülsen; dort wird das Protein synthetisiert, dann wird es schon bald wieder zu Peptiden abgebaut und diese verlagern sich in die Samen zum endgültigen Eiweißaufbau (BROUWER 1975; KELLER et al. 1999; MEIER ZU BEERENTRUP 2003).

P- und K-Düngung: Für eine ausreichende P_2O_5- und K_2O-Düngung ist die Erbse empfänglich. Erbsen besitzen ein besonderes, besseres Aufschließungsvermögen von schwerlöslichen Phosphaten als Getreide. In allen Entwicklungsstadien benötigt die Erbse zur Nukleinsäurebildung Phosphorsäure. Der P-Gehalt der Gesamtpflanze ist während der Blüte am höchsten.

Der Bedarf an Kalium ist bei der Erbsenpflanze recht hoch; K-Aufnahme und K-Transport hängen eng mit ihrem Stoffwechsel zusammen. Eine gute K-Versorgung und entsprechende K-Aufnahme wirken sich positiv auf den Wasserhaushalt der Erbsenpflanze aus. Kalium mindert die Anfälligkeit der Erbsen für Grauschimmelinfektionen.

Die Höhe der Düngermengen hängt auch von der im Boden vorhandenen Versorgungsstufe ab. In Stufe C wird bei einer Ertragserwartung von 60 dt Erbsen/ha bis 35 kg P_2O_5 und bis 160 kg K_2O/ha gedüngt (BROUWER 1975; DIEPENBROCK et al. 1999).

Mg-Düngung: Magnesiummangel macht sich in Chlorophyllstörungen – vor allem bei älteren Erbsenblättern – bemerkbar. Diese Symptome treten auf, wenn die Erbsen auf sauren Böden, aber auch in niederschlagsreichen Jahren angebaut werden. Charakteristisch für einen Mg-Mangel sind verringerte Assimilation, gestörter Wasserhaushalt (Welken), vorzeitiges Abwerfen der Blätter sowie Reifeverzögerungen. Mg wird von den Erbsenpflanzen im Vergleich zu P und K in weit geringeren Mengen aufgenommen. Eine Düngung von 8 kg MgO/ha würde durchaus ausreichend sein (BROUWER 1975; KELLER et al. 1999).

Fe-Düngung: Die meisten Böden enthalten genügend Eisen, um den Bedarf der Erbsenpflanzen zu decken. Fe-Mangel kann im Körnererbsenanbau vor allem bei trockener Witterung zu Mindererträgen bis zu Totalschäden führen. Die O_2-Aufnahme der Erbsen wird durch Fe-Mangel gehemmt, aber nicht völlig unterbunden. Außerdem beginnen beim Fe-Mangel die Blätter der Erbse nach Ausbildung des 5. Halmknotens zu vergilben. Nach Sichtbarwerden der ersten Fe-Mangelsymptome sollte eine Spritzung mit Fe SO_4-Lösung erfolgen. 3 Wochen später ist die Fe-Düngung zu wiederholen (BROUWER 1975).

S-Düngung: Schwefelmangel bewirkt bei der Erbse Chlorosen und eine Abnahme der Wurzelmasse, wenn gleich die Seitenwurzeln zunehmen. Bei einem Ertragsniveau von bis zu 60 dt/ha auf guten Standorten, auf denen Futtererbsen angebaut werden, könnte es durchaus auch zu einem Schwefelmangel kommen. Eine zusätzliche Schwefeldüngung könnte zu höheren Erträgen führen. Mit einer S-Blattdüngung ist mit Zunahme der Trockenmasse und der Anzahl an Körnern/Pflanze zu rechnen. Eine Düngung mit 60 kg SO_2/ha in Form von Superphosphat würde im Körnererbsenanbau durchaus ausreichend sein (BROUWER 1975; SAUERMANN 2003).

Mo-Düngung: Molybdän ist ein wichtiges Element für die Entwicklung der Knöllchenbakterien, die die N-Versorgung der Körnerleguminosen sicherstellen. Auf Standorten mit einer schlechten Mo-Versorgung (Standorte mit sehr niedrigen pH-Werten) wird durch eine zusätzliche Mo-Düngung die symbiotische Leistung der Rhizobien und damit indirekt auch die Ertragsleistung der Erbsen gesteigert. Auf Standorten mit höheren pH-Werten ist die Verfügbarkeit von Molybdän zumeist gegeben (SAUERMANN 2003).

Unkrautbekämpfung

Auf Grund ihrer langsamen Jugendentwicklung verfügen Körnererbsen bis zum Reihenschluss gegenüber Ungräsern und Unkräutern über ein schwaches Konkurrenzvermögen. Probleme kann es auch in feuchten Jahren geben, wenn lagerbedingt das Unkraut in den Erbsen durchwächst und somit ihr Wachstum behindert wird. Zur Sicherung der Erträge sowie zur Vermeidung von Ernteerschwernissen und Qualitätseinbußen sollte auf eine chemische Bekämpfung von Ungräsern und Unkräutern in Erbsen nicht verzichtet werden.

Die Auswahl an Herbiziden für den Anbau der Körnerleguminosen ist nicht mehr groß, so dass schon genau überlegt werden muss, mit welchen Bekämpfungsverfahren überhaupt Ausfallgetreide, Ungräser und Unkräuter unter Berücksichtigung der jeweiligen Witterungs- und Standortverhältnisse beseitigt werden können (Vorsaateinarbeitungsverfahren, Vor- und Nachauflauf). Hier sollten die Erfahrungen

und Empfehlungen der Pflanzenschutzdienste in Anspruch genommen werden (BRINKMANN 1999; KELLER et al. 1999; ANONYM 2001; BVL 2003).

Nichtparasitäre Krankheiten

Ein Problem besteht beim Anbau von Erbsen, dass sie gegenüber Stressfaktoren besonders empfindlich sind und dabei auch ihre Widerstandskraft gegenüber parasitären Krankheiten verlieren. In Tabelle 1 sind nichtparasitäre Krankheiten aufgeführt, die vorwiegend durch Witterungseinflüsse hervorgerufen werden; Mikronährstoffmangelsymptome sind im Abschnitt Düngung bereits erörtert worden.

Tab. 1: Nichtparasitäre Krankheiten

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Witterungseinflüsse			
Frost	Im Frühjahr können Erbsenblätter und Vegetationskegel durch Spätfröste erfrieren und sogar vernichtet werden, wobei Seitensprosse noch intakte Knospen austreiben. Es kommt zu ungleichmäßiger Reife. Nach leichtem Frost oder nach langer kühler Periode verformen sich Stängel und Blätter, infolgedessen treten Blattnekrosen auf. Die Empfindlichkeit der Erbsensorten ist verschieden.	Standortwechsel bzw. -wahl. Sortenwahl, Anbau spätfrostverträglicher Erbsensorten.	BROUWER 1975.
Feuchtigkeit	Auf der Innenseite der grünen Erbsenhülsen treten polster- oder warzenartige Gewebewuchungen auf. Diese Symptome sind in dichten Beständen, auf feuchten Standorten und nach niederschlagsreichen Wetterperioden zu finden. Starke Niederschläge im Sommer führen bei Erbsen zu Lager, Unkrautdurchwuchs, Ernteerschwernissen, Ertragsverlusten und zu einer Abnahme der Rohproteinerträge.	Standortwechsel. Dränagen in Ordnung bringen. Aussaat mit geringeren Saatstärken.	BROUWER 1975; CRÜGER et al. 2002. FREIMANN und KAUKE 2003.
Trockenheit	Wenn Erbsensamen bei trockener Erntewitterung weniger als 14 % Wasser enthalten, dann besteht die Gefahr, dass bei einem sofortigen Drusch mit normaler Umlaufgeschwindigkeit der Dreschtrommel die Erbsensamen angeschlagen bzw. zerschlagen werden.	Beim Drusch weite Korbeinstellung. Geringe Umlaufgeschwindigkeit der Dreschtrommel einstellen.	BROUWER 1975.
Hagel	Erbsen sind gegenüber Hagelschlag nicht ganz so empfindlich wie Ackerbohnen. Derbe Hagelanschläge an der Hülsennaht führen zu einem vorzeitigen Aufplatzen und Ausfallen des Samens. Wenn aber taubengroße Hagelkörner mit großer Wucht auf Erbsen treffen, führt dies auch bei Erbsen zu Totalschäden.	Hagelversicherung abschließen.	BUHL 1968.
Wind	Starker Wind kann durch Sandkörner die Hülsen verletzen. Die Verletzungsstellen bilden Eingangsstellen für pilzliche Schaderreger.	Standortwahl.	CRÜGER et al. 2002.

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Hohlherzigkeit	Hohlherzigkeit ist eine physiologische Fehlentwicklung, deren Ursache noch nicht genau geklärt ist. Vermutlich wird Hohlherzigkeit durch ein zu schnelles Trocknen während der Reife hervorgerufen.		CRÜGER et al. 2002.
Blasse oder gelbe Erbsen	Bedeuten eine erhebliche Qualitätsminderung; tritt häufig in sehr wüchsigen Beständen auf. Das Schadbild kommt bei langanhaltender Bewölkung vor.	Sortenwahl. Standortwahl.	CRÜGER et al. 2002.
Dreschschäden	Werden trockene Erbsen mit hoher Drehzahl der Trommel und engem Dreschkorb gedroschen, dann wird zwangsläufig das Erntegut verletzt. Darunter leidet auch die Keimfähigkeit.	Morgens oder abends dreschen, wegen höherer Feuchtigkeit.	CRÜGER et al. 2002.
Einfluss des Nährstoffmangels bzw. -überflusses			
B-Mangel	Äußert sich in einer Verzögerung des Wurzelwachstums und der Triebspitzen, Verkürzung der Internodien, Pflanzen haben ein besenartiges Aussehen, bei den jüngsten Blättern Deformierung der Spreiten. Bor-Mangel tritt auf, wenn Böden sehr stark gekalkt sind.	Bor-Düngung auf kalkhaltigem Boden (5 kg Bor/ha). Spritzung mit Bor-Verbindungen.	BRANDENBURG und KORONOWSKI 1969; BROUWER 1975.
B-Überschuss	Gegen Überdosierung der Borgabe sind Erbsen recht empfindlich. An den unteren Blättern entstehen kleine, hellbraune Flecken, die in der Nähe des Blattrandes in größerer Zahl vorhanden sind; starke Ertragseinbußen.	Düngung nach Bodenuntersuchungen.	BRANDENBURG und KORONOWSKI 1969.
Cu-Mangel	Bei Cu-Mangel nimmt der Gehalt an Chlorophyll a und b ab; jüngste Blätter haben eine hell- bis braungelbe Farbe; die Blätter welken zumeist vor ihrer Entfaltung. Hülsen haben nur wenige oder keine Samen.	Cu-Düngung. Blattdüngung.	SCHROPP und KORONOWSKI 1969; BROUWER 1975; CRÜGER et al. 2002.
Mn-Mangel	Äußert sich im Chlorophyllabbau zunächst einzelner Zellen; später erstreckt sich der Mn-Mangel auf viele Zellen. Dabei werden braune Tüpfelchlorosen in den Interkostalfeldern der Blätter sichtbar. Mn-Mangel ist weiterhin an der Braunfärbung der Kotyledonen, an eingesunkenen Flecken und an der häufig bräunlich verfärbten und abgestorbenen Plumula (Vegetationspunkt) zu erkennen. Mangelpflanzen haben eine geringere Einlagerung von Reservestoffen; darüber hinaus sind sie anfälliger gegenüber Infektionen; abgestorbene Gewebeteile faulen häufig. Mn-Mangel führt zu größeren Verlusten durch Qualitäts- und Ertragsminderung.	$MnSO_4$-Düngung, 5 – 20 kg/ha-Spritzung.	KORONOWSKI 1969a; BROUWER 1975; CRÜGER et al. 2002.

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Mo-Mangel	Tritt gewöhnlich auf sauren Böden (unter pH 5,2) auf. Mangelpflanzen bleiben – mehr durch Beeinträchtigung der Knöllchenbakterien und ihrer geringeren N-Assimilation – im Wuchs zurück; die Blätter hellen sich auf und welken, die Blüten kommen kaum zur Entwicklung; die Reife verzögert sich und Anzahl sowie Größe der Samen ist gering.	Mo-Düngung (1 kg Mo/ha).	KORONOWSKI 1969b; BROUWER 1975; CRÜGER et al. 2002; SAUERMANN 2003.
P-Mangel	Die Erbsenpflanzen haben einen gedrungenen Wuchs; schwach entwickelte Triebe haben stumpfgrüne Blätter. Untere Blätter sterben frühzeitig ab; schlechte Blütenentwicklung, vorzeitige Reife, Hemmung der Aktivität der Knöllchenbakterien.	Bodenuntersuchungen vor dem Anbau. Ergänzungsdüngung.	KLOKE und KORONOWSKI 1969a; CRÜGER et al. 2002.
K-Mangel	Pflanzen im Wuchs gehemmt, besenartiges Aussehen, verkürzte Internodien; verstärkter Austrieb von Seitenknospen; Gelbfärbung der Blätter, grün bleibende Blattadern; kleine Hülsen mit wenigen Samen. Ein relativ geringer K-Mangel gefährdet schon die Gesundheit der Pflanzen.	Bodenuntersuchungen vor dem Anbau. Ergänzungsdüngung.	KLOKE und KORONOWSKI 1969b; CRÜGER et al. 2002.
Ca-Mangel	Pflanzen haben einen buschigen Wuchs; Triebspitzen und einzelne Blätter welken, Blattstiele knicken; Interkostalfelder der Blätter gelb gefärbt; Hülsen und Samen unvollkommen entwickelt. Durch Kalziummangel kann durch die damit verbundene Hemmung der Knöllchenbildung ein N-Mangel induziert werden.	Bodenuntersuchungen vor dem Anbau. Ergänzungsdüngung.	KORONOWSKI 1969c; CRÜGER et al. 2002.

Pilzliche und bakterielle Krankheiten

Im Körnererbsenanbau können verschiedene pilzliche Fuß-, Blatt-, Stängel- und Hülsenkrankheiten auftreten und zu erheblichen Ertragsminderungen führen. Wirkungsvolle Bekämpfungsmaßnahmen dieser Krankheiten können durchaus dazu beitragen, Ertragsschwankungen auch im Körnererbsenanbau zu vermindern. Nahezu alle wirtschaftlich wichtigen pilzlichen Schaderreger sind in Tabelle 2 aufgeführt. Es wird kurz auf ihre Schadwirkung sowie auf ihre Bekämpfung eingegangen.

Die Bekämpfung dieser Krankheiten wird im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes – angefangen bei der Wahl des Standortes, über die Fruchtfolge, Sortenwahl bis hin zu den produktionstechnischen Verfahren – durchgeführt.

Zur Bekämpfung von samen- und bodenbürtigen Krankheiten ist bereits beim Bezug des Erbsensaatgutes darauf zu achten, dass nur gesunde und gebeizte Samen zur Aussaat Verwendung finden.

Tab. 2: Pilzliche und bakterielle Krankheiten

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Keimlings- und Auflaufkrankheiten *Ascochyta* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium solani f.* sp. *pisi*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *Phoma pinodella*, *Pleospora sp.*, *Sclerotinia sclerotiorum*	Ungleichmäßiges und lückiges Auflaufen der Saat durch geschädigte Keimlinge; verbräunte Wurzeln und welkende Pflanzen. Bei Befall mit Ascochyta sp. können die Keimlinge bereits im Boden absterben oder in ihrer Entwicklung zurückbleiben. Hypokotyl und Keimblätter weisen eingesunkene dunkle Flecke auf. Stängelgrund von Jungpflanzen eingeschnürt. Triebe und Blätter werden gelb und vertrocknen. Verminderter Blüten- und Hülsenansatz. *Rhizoctonia solani* verursacht Verbräunungen am Stängelgrund. Befall mit *Fusarium* spp.äußert sich in einem nesterweisen Vergilben der Pflanzen; letztere bleiben im Wachstum zurück und sterben z. T. ab. Durch zu niedrige Temperaturen, stauende Nässe, Luftmangel und Verkrustung des Bodens werden die samen- und bodenbürtigen Krankheitserreger gefördert. *Rhizoctonia solani* macht eine Ausnahme, dieser Pilz wird durch hohe Feuchtigkeit und hohe Temperaturen begünstigt.	Weite Fruchtfolge. Sorgfältige Saatbettvorbereitung; rechtzeitiger Anbau. Gesundes und gebeiztes Saatgut verwenden.	BERGER et al. 1999; CRÜGER et al. 2002.
Ascochyta-Fuß- und Brennfleckenkrankheiten *Ascochyta pinodes*, *Ascochyta pinodella*, *Ascochyta pisi*	Krankheitskomplex, der durch Wurzel- und Stängelgrundzersetzungen zu Pflanzenausfällen führt. Braunflecke an allen oberirdischen Pflanzenteilen sind je nach Erreger verschieden; teils eingesunkene, teils nur helle bis braune Flecke. *A. pinodes* bildet an Blättern und Hülsen rötlichbraune, nicht eingesunkene, unscharf begrenzte, 7 mm große Flecke; Samen weisen ebenfalls dunkelbraune bis schwarze Flecke auf. *A. pinodella* verursacht an Blättern größere unregelmäßige und unscharf geformte, dunkelbraune Flecke; Blätter sterben später von unten nach oben ab. Die Hülsen weisen kleinere, violettschwarze, strichelförmige Läsionen auf, die u. U. zusammenfließen. *A. pisi* ruft auf Blättern und Hülsen rundliche, hellbraune oder graue, eingesunkene Flecke (bis 1 cm) hervor; im Zentrum befinden sich schwarzbraune Pyknidien. Stark befallene Blätter sterben ab; Hülsen schrumpfen ein; Kornzahl ist vermindert; Stängel sind blassgelb. Die Erreger treten vorwiegend in niederschlagsreichen Jahren auf und verursachen erhebliche Ernteverluste und Qualitätsminderungen. Die Fußkrankheiten erfordern z. T. Umbruch.	Sehr weitgestellte Fruchtfolge. Sorgfältiges Unterpflügen der Ernterückstände. Gesundes und gebeiztes Saatgut verwenden. Fungizidapplikation.	BERGER et al. 1999; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Fusarium-Welke, Fußkrankheit und Wurzelfäule *Fusarium solani* f. sp. *pisi*; *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*	Äußern sich in Welke- und Absterbeerscheinungen entweder an Einzelpflanzen oder nesterweise, besonders deutlich zu beobachten in fortgeschrittener Pflanzenentwicklung; erhebliche Ertragsschäden. *F. oxysporum* u. *F. solani* treten in Gebieten auf, wo der Erbsenanbau stärker verbreitet ist. Äußert sich bereits Ende Mai vor der Blüte, tritt herdartig auf; Blätter sind nach unten gerollt und von schmutzig-grüner Farbe; Stängel und Blattstiele werden spröde, besonders bei warmer Witterung. Es werden nur wenig Hülsen ohne Samen gebildet.	Weitgestellte Fruchtfolge. Sortenwahl. Gesundes und gebeiztes Saatgut verwenden.	BERGER et al. 1999; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Fusarium-Welke, Form 1 (amerikanische Welke) *Fusarium oxysporum* f. sp. p*isi,* Pathotyp 1	Der Stängelgrund kann verdickt sein. Im unteren Stängel treten meist orange, gelbliche bis schwarze Verfärbungen auf. Erreger kann mit dem Saatgut übertragen werden; er überdauert lange im Boden.	Sortenwahl.	CRÜGER et al. 2002.
Fusarium-Welke, Form 2 (St.-Johannis-Krankheit) *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi,* Pathotyp 2	Dieser Pilz ruft die sog. St. Johanniskrankheit hervor. Sie tritt Ende Juni z. Zt. der fortgeschrittenen Blüte auf. Die Blattfarbe wird blassgrün; die Blätter und Triebe rollen sich. Später wird die Pflanze dunkelbraun. Gefäße sind nach oben ziegelrot gefärbt. Hohe Temperaturen (28 ^{0}C) begünstigen den Befall.	Sortenwahl. Gesundes und gebeiztes Saatgut verwenden. Standortwechsel.	CRÜGER et al. 2002.
Erbsenrost *Uromyces pisi-sativi*, *U. viciae-fabae*	Tritt erst kurz vor der Abreife auf. Der Erbsenrost äußert sich blattunterseits, zunächst als kleine hellbraune Rostpusteln, später als dunkelbraune bis schwarze Sporenlager (Teleutosporenlager). Bei starkem Befall deutliche Ertragsminderungen; Schäden treten hauptsächlich an Spätsaaten auf. *U. pisi-sativi* ist ein wirtswechselnder Rostpilz, der Spermogonien und Aecidien auf Zypressen-Wolfsmilch ausbildet. *U. viciae-fabae* ist ein autözischer Rostpilz, der mit Uredosporen die Vegetationspausen überstehen kann.	Fungizidapplikation. Frühe Aussaat. Sortenwahl.	BERGER et al. 1999; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.
Falscher Mehltau *Peronospora viciae*	Äußert sich in durchscheinenden, von Blattadern begrenzten Blattaufhellungen, blattunterseits graublauer Pilzrasen. Typisch sind in fortgeschrittenem Stadium auch Gewebeverdickungen. Es können starke Ertragsausfälle auftreten. Der Pilz überdauert als Oospore an Pflanzenrückständen. Primärinfektionen bei Keimpflanzen gehen von Oosporen aus.	Weitgestellte Fruchtfolge. Sortenwahl. Gesundes und gebeiztes Saatgut verwenden. Fungizidapplikation.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.
Echter Mehltau *Erysiphe pisi*	Äußert sich als weißer bis grauer Pilzrasen auf Blättern und Hülsen; Pflanzen sterben ab. Sehr hohe Ertragsausfälle. Infektion und Entwicklung des Pilzes werden durch warme, trockene Tagesbedingungen und Nächte mit Taubildung begünstigt.	Sortenwahl. Gesundes und gebeiztes Saatgut verwenden. Frühe Aussaat. Einsatz von Fungiziden.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Grauschimmel Botrytis-Fäule *Botrytis cinerea*	Durch anhaltend feuchte Witterung wird der Pilz begünstigt. Gelbverfärbung der Blätter; später tritt ein grauer Pilzrasen auf Blättern und Hülsen auf (kann leicht mit Mehltau verwechselt werden); Notreife; Ertragsausfall.	Sorgfältige und wendende Bodenbearbeitungen. Weite Fruchtfolge. Einsatz von Fungiziden. Gesundes und gebeiztes Saatgut verwenden.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.
Aphanomyces-Wurzelfäule *Aphanomyces euteiches*	An Nebenwurzeln, später auch an Hauptwurzeln und Stängelgrund entstehen rötlichgelbe, graubraune bis schwarze Verfärbungen. Äußeres Wurzelgewebe wird zersetzt. Befallene Erbsenpflanzen vergilben, bleiben im Wuchs und Ertrag stark zurück. *A. euteiches* überdauert mit Oosporen und kann sich durch häufigen Anbau von Wirtspflanzen (Fabaceen, Zuckerrüben, Gemüsearten) im Boden anreichern, so dass auch nach 6 Jahren noch kein befriedigender Erbsenanbau möglich ist.	Weitgestellte Fruchtfolge. Zwischenfruchtanbau mit *Sinapis alba*. Beizung des Saatgutes. Saatgutbehandlung mit *Pseudomonas cepacia, Pseudomonas fluorescens, Trichoderma harzianum*.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.
Bakterieller Stängelbrand *Pseudomonas syringae* pv. *pisi*	Als erste Symptome treten an Stängeln und Blättern wasserdurchtränkte, olivgrüne, später braune, längliche Läsionen auf. Hülsen weisen rundliche, glasige Flecke auf, die später braun und pergamentartig eintrocknen; befallene Samen sind deformiert. Der Erreger ist samenübertragbar. Im Bestand erfolgt die Ausbreitung durch Regenspritzer und bei Pflegearbeiten.	Verwendung von gesundem Saatgut. Befallene Pflanzenreste sind tief einzupflügen. Weite Fruchtfolge.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; NAUMANN 1999.

Viruskrankheiten

In Tabelle 3 sind die wirtschaftlich wichtigsten Viruskrankheiten der Erbse kurz beschrieben, deren Erreger zumeist durch Vektoren übertragen werden. Richtige und rechtzeitig zu treffende Anbaumaßnahmen (Saatzeit, Pflege, Düngung, Fruchtfolge, Sortenwahl) sowie Bekämpfung der Vektoren bilden eine gute Vorbeugung, die den Befall der Bestände doch stark einschränkt.

Tab 3: Viruskrankheiten

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Erbsenenationenmosaik; Scharfes Adernmosaik Pea enation mosaic virus PEMV	Aufhellungen der Blattadern, später auch im Blattbereich zwischen den Adern; Blattkräuselungen; Gewebewuchungen; Krümmungen und Stauchungen der Pflanzen. Das Virus ist weit verbreitet. Spätgesäte Erbsenbestände sind besonders gefährdet, hier sind die Ertragsverluste häufig sehr hoch. Übertragung dieses persistenten Virus durch: Grüne Erbsenlaus (*Acyrthosiphon pisum*), Grünstreifige Kartoffelblattlaus (*Macrosiphum euphorbiae*).	Den Anbau von Erbsen in der Nähe anderer Leguminosen vermeiden. Frühe Aussaat. Blattläuse bekämpfen. Sortenwahl.	BERGER et al. 1999; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Blattrollkrankheit Bean leaf roll virus BLRV	Im Bereich der Triebspitzen an den Blatträndern und zwischen den Blattadern erscheinen zuerst Aufhellungen. Später Vergilben der gesamten Pflanze; Einrollen der Blattränder; gestauchter und sperriger Wuchs der Pflanze; Stängelgrund meist schwarz gefärbt; hohe Ertragsausfälle. Übertragung des persistenten Virus erfolgt durch: Grüne Erbsenblattlaus (*Acyrthosiphon pisum*), Grüne Kartoffellaus (*Macrosiphum euphorbiae*).	Kein Erbsenanbau in der Nachbarschaft von überwinternden Leguminosen. Frühe Aussaat. Frühe Blattlausbekämpfung.	BERGER et al. 1999; CRÜGER et al. 2002.
Erbsenmosaik Pea mosaic virus PMoV	Verursacht zuerst Gelbfärbung der Blattadern, später tritt an jungen Blättern und Nebenblättern Mosaikfärbung auf. Charakteristisch sind dunkelgrüne, hellgrüne und gelbe Blattteile. Sortenweise Stauchungen, Verformungen der Triebe, Verdrehungen und kleingebliebene Blätter, verkrümmte Hülsen, die klein geblieben sind. Das PMo-Virus ist weit verbreitet und verursacht Ertragsausfälle bis zu 50 %; es wird durch mehr als 20 Blattlausarten übertragen. Davon sind die Grüne Erbsenlaus (*Acyrthosiphon pisum*), die Grüne Kartoffellaus (*Macrosiphum euphorbiae*), die Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*) und die Schwarze Bohnenblattlaus (*Aphis fabae*) am wichtigsten. Auch Samenübertragung konnte nachgewiesen werden.	Erbsenanbau neben anderen Leguminosen vermeiden. Sortenwahl. Verwendung von gesundem Saatgut. Bekämpfung der Vektoren.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Frühe Bräune Pea early browning virus PEBV	Erkrankte Erbsenpflanzen haben an Stängeln, Neben- und Fiederblättchen violettbraune, nekrotische Flecke und bräunliche Aderverfärbungen. Die Blätter trocknen später teilweise oder ganz ab. Sprossspitzen können ebenfalls von der Bräune befallen werden. Hülsen weisen unregelmäßige, braune Flecke auf. Die Samen der befallenen Pflanzen sind klein, gefleckt und runzelig. Das Virus ist samenübertragbar; außerdem ist das Virus bodenbürtig. Es kann durch Nematoden (*Trichodorus primitivus, T. viruliferus*, *Paratrichodorus teres*, und *P. pachydermus)* übertragen werden. Die Frühe Bräune kommt auf lehmigen Sandböden häufiger vor.	Weitgestellte Fruchtfolge. Gesundes Saatgut verwenden. Anbau resistenter Sorten.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.
Blattrollmosaik der Erbse Samenbürtiges Erbsenmosaik Pea seed-borne mosaic virus PSbMV	Bereits 2 bis 3 Wochen nach der Infektion treten leichte Chlorosen, Adernaufhellungen, schwache chlorotische Scheckungen oder Mosaikflecken an jungen Blättern auf. Später rollen sich die Fiederblätter nach unten ein, nehmen eine graue Färbung an. Das Wachstum ist stark gehemmt. Die Samen haben runzelige oder rissige Schalen. Auf Grund der Samenverseuchung kann das Virus eine wirtschaftliche Bedeutung haben.	Gesundes Saatgut verwenden. Vektoren bekämpfen. Anbau von resistenten Sorten.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
	Die hauptsächlichen Wirtspflanzen sind Ackerbohne, Phaseolus-Bohne, Luzerne und Linsen. Die Übertragung erfolgt durch Pollen, Samen, Presssaft sowie durch Vektoren. Als Vektoren kommen u. a. *Acyrthosiphon pisum*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aphis fabae*, *Myzus persicae*, *Aphis craccivora, Rhopalosiphum padi* in Frage.		
Erbsenstauche Red clover vein mosaic virus RCVMV	Äußert sich auffällig bei der Erbse in kurzer Wuchsstauchung mit der Entwicklung einer Spitzenrosette. Die befallene Pflanze ist gelblichgrau gefärbt. Die Triebspitzen können chlorotisch aufgehellt werden; anschließend folgen Welke und Nekrose. Die Hülsen sind häufig fleckig und samenlos. Vielfach sind Mischinfektionen mit dem Bohnengelbmosaikvirus, dem Enationenvirus, dem Rotkleeadernmosaikvirus u. a. nachgewiesen worden. Die Ertragsausfälle durch Mischinfektionen können erheblich sein. Das Erbsenstauche-Virus wird durch Vektoren übertragen (*Acyrthosiphon pisum* und *Myzus persicae*).	Erbsenanbau auf oder neben mehrjährigen Rotkleeschlägen sollte vermieden werden.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Gewöhnliches Erbsenmosaik Bean yellow mosaic virus BYMV	An jungen Blättern hellen sich die Adern auf; vereinzelt werden die jüngsten Blätter auch farblos oder gelb. Später kommt es zu einer deutlichen mosaikartigen Scheckung der Blätter. Bei Frühinfektion werden weniger Hülsen gebildet; sie sind kleiner, enthalten weniger Samen und reifen später. Verstärkter Befall an den Feldrändern. Das Virus kann von vielen Blattlausarten übertragen werden. Das Virus kommt verbreitet vor; die von ihm verursachten Ertragsverluste sind nicht so hoch einzuschätzen.	Frühe Aussaat widerstandsfähiger Sorten. Anbau in ausreichender Entfernung von Winterwirten.	CRÜGER et al. 2002.

Tierische Schädlinge

Die Körnererbse kann von einer Reihe von tierischen Schädlingen befallen und geschädigt werden. In Tabelle 4 sind einige wirtschaftlich wichtige tierische Schädlinge aufgeführt und besprochen: Nematoden, Thripse, Blattläuse, Käfer, Schmetterlinge sowie Gallmücken. Äußere Fraßstellen an Samen rühren vom Erbsenwickler her, der schon in unreifen Hülsen die Samen auffrisst. Der Saatgutwert und die Samenqualität werden dadurch gemindert oder gar vernichtet.

Ein weiterer Samenschädling ist der Erbsenkäfer, der während der Reife Löcher in die Samen frisst. Der Erntegutwert verringert sich hier um so mehr, je kleiner die Erbsensamen und je größer die Fraßhöhlungen sind. Auf Schnecken, Drahtwürmer und Vögel als tierische Schädlinge wird hier nicht extra eingegangen, da ihre Bekämpfung in früheren Arbeiten mitgeteilt worden ist.

Bei der Bekämpfung der tierischen Schädlinge im Körnererbsenanbau ist zu beachten, dass der Einsatz von Insektiziden auf Empfehlung der Pflanzenschutzdienste geschehen sollte, wobei auch stets die Befallsschwellen, der Bienenschutz und der Gewässerschutz zu berücksichtigen sind. Geeignete Insektizide für den Körnererbsenanbau sind im Pflanzenschutzmittelverzeichnis Teil 1 des BVL 2003 aufgeführt.

Standort und Fruchtfolgen müssen abgestimmt werden. Nach dem Erbsenanbau sollte die Bodenbearbeitung sorgfältig durchgeführt werden.

Tab. 4: Tierische Schädlinge

Schädling	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Erbsenblasenfuß *Kakothrips pisivorus*	Tritt auf, wenn zu häufig Fabaceen in der Fruchtfolge stehen. Als weitere Nährpflanzen kommen auch Nicht-Leguminosen wie z. B. Ackersenf, Klatschmohn und Natternkopf in Frage. Typisch für einen Befall an Erbsen sind verkrüppelte Blüten und Hülsen; außerdem bleibt das Triebwachstum zurück. Befallene und geschädigte Hülsen weisen häufig auch silbrig glänzende oder bronzefarbene Stellen und Korkflecken auf; sie bleiben taub und können vertrocknen und abfallen. Die Ertragsverluste sind sehr hoch, wenn Blasenfußpopulationen bereits zu Beginn der Blüte in starkem Ausmaß vorhanden sind.	Weite Fruchtfolge. Frühe Aussaat. Aussaat frühreifer Sorten. Einsatz von Insektiziden, (Bekämpfungsschwelle beachten, 20 Eier oder Junglarven auf 10 Blüten).	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.
Frühjahrs-Ackerblasenfuß, Früher Ackerthrips *Thrips angusticeps*	Tritt im April/Mai als Larve (dunkelbraun bis schwarz, 1,7 mm lang) an Erbsen, Kohl, Lein, Ackerbohnen, Zuckerrüben und Sommerraps auf. Bei starkem Befall kann der Schaden erheblich sein. Durch die Saugtätigkeit an den Vegetationspunkten und jungen Blättern treten an der Erbse Absterbeerscheinungen und Verzweigungen auf. Vorkommen vorwiegend in norddeutschen Marschgebieten.	Zusätzliche Düngemaßnahmen. Einsatz von Insektiziden.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.
Erbsenblattlaus *Acyrthosiphon pisum*	Weit verbreitet; Auftreten überwiegend in ungeflügelter Form; vivipar, spindelförmig, 3,5 bis 5 mm lang; Färbung je nach Rasse: grün, gelblich oder rosa bis rot. Geflügelte, vivipare Jungfer 3 bis 4 mm lang, Färbung wie o. a. Die Erbse wird zumeist nur von grünen Läusen befallen, während die anderen meistens an Ackerbohnen, Rotklee und Luzerne vorkommen. Die Blattläuse saugen vorwiegend an Triebspitzen und jungen Blättern. Bei trocken-warmer Witterung können sich in rel. kurzer Zeit große Kolonien entwickeln, die Wachstumshemmungen und Absterben von Trieben und Blättern verursachen; dadurch können erhebliche Ertragsminderungen (von 20 bis 25 %) entstehen. Bei 30 bis 150 Läusen pro Pflanze wird der Kornertrag von Futtererbsen zwischen 31 und 64 % reduziert, wenn der Befall innerhalb von 3 bis 5 Wochen nach der Blüte einsetzt. Der Rohproteinverlust belief sich auf max. 4 %. *A. pisum* bleibt das ganze Jahr hindurch an Leguminosen.	Anbau nicht oder wenig anfälliger Sorten. Einsatz von Insektiziden (Bekämpfungsschwelle beachten).	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.

Schädling	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Erbsenkäfer *Bruchus pisorum; B. rufimanus und B. atomarius* seltener vorkommend	Tritt in den Körnern und im Saatgut auf. An den wachsenden Hülsen können sich kleine, weißliche Eier befinden, aus denen Larven schlüpfen, die sich senkrecht in die Hülsen einbohren. Eintrittsstellen und Fraßspuren an der Hülseninnenseite sowie an den Körnern verfärben sich bräunlich. In den Körnern entwickeln sich bis zu 6 mm lange, weißliche Larven mit dunkler Kopfkapsel und reduzierten Beinen. Sie fressen zylindrische Löcher in die Samen. In den Löchern finden sich dann Larven, Puppen und Käfer. Die Käfer der neuen Generation verlassen zur Erntezeit nur z. T. die befallenen Samen, um unter Rinden und im Bodenstreu zu überwintern. Weitere Käfer verbleiben in den Körnern und gelangen im kommenden Frühjahr mit der Saat auf die Felder.	Ausgefallene Saat sollte tief umgepflügt werden. Saatgut mit Insektiziden behandeln oder Begasungen durchführen. Einsatz von Insektiziden zum Erscheinungszeitpunkt der ersten Hülsen.	BERGER et al. 1999; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.
Liniierter Blattrandkäfer, Gestreifter Blattrandkäfer *Sitona lineatus*	Ernährt sich von Blättern der Fabaceen; bevorzugt wird die Erbse. Weitere Brutpflanzen sind Ackerbohne und Saatwicke. Die 6-7 mm langen, weißlichen Larven fressen an den Wurzelknöllchen und Wurzeln. Die befallenen Pflanzen verlieren ihren Wert als Stickstoffbildner. Die Käfer (3,6 – 5,3 mm, schwarze Grundfärbung, Flügeldecken mit hellen und dunklen Längsstreifen) schädigen Blätter durch Randfraß; bei starkem Befall kann es auch zum Kahlfraß kommen. *S. lineatus* tritt zumeist in Jahren mit kühlem, trockenem Frühjahr als Schädling an Erbsen auf; der Schaden wird auf 5 bis 10 % geschätzt.	Fruchtwechsel. Reichliche Düngung im Jugendstadium; Walzen nach der Aussaat. Einsatz von Insektiziden (Bekämpfungsschwelle beachten).	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.
Erbsenwickler, Olivbrauner Erbsenwickler *Cydia nigricana*	Der Falter hat eine Länge von 12 bis 16 mm, seine Grundfärbung ist grau bis hell oliv-braun. Er lebt bevorzugt auf Erbsen. Die weißlichen, gelblichweißen oder hellgrünlichen Raupen mit braunen Warzen (8 bis 10 mm lang) fressen in den Hülsen; die Samen werden geschädigt und versponnen. Befallene Hülsen verpilzen häufig sekundär. Gebietsweise kann es im Erbsenkörneranbau zu empfindlichen Ertragsausfällen und Qualitätsminderungen kommen.	Weite Fruchtfolge; tiefe Bodenbearbeitung nach dem Erbsenanbau. Der Anbau von Erbsen ist weit von vorjährigen Erbsenfeldern anzulegen. Frühe Aussaat. Einsatz von Insektiziden (Befallsschwelle beachten). Häufig sind nur Randbehandlungen angebracht.	BERGER et al. 1999; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002
Erbsengallmücke *Contarinia pisi*	Ist weit verbreitet. Die ca. 2 mm lange Mücke hat gelbliche, dunkle Binden am Hinterleib; die Flügel sind dunkel behaart. Die Schlupfzeit der Mücken dauert von Mitte Mai bis in den Sommer hinein (zumeist zwei überlappende Generationen). Ablage der Eier bevorzugt an die Triebspitzen. Die Larven verursachen dort Stauchungen, Krümmungen und Gallenbildungen. Die	Der Anbau von Erbsen ist weit von vorjährigen Erbsenfeldern anzulegen. Sorgfältige, tiefe, wiederholte Bodenbearbeitung. Frühe Aussaat frühreifer Sorten. Einsatz von Insektiziden.	BERGER et al. 1999; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.

Schädling	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
	Triebenden werden zumeist geknickt und bekommen einen rosettenartigen Wuchs. Die Blüten vertrocknen und werden abgeworfen. Larven der 2. Generationen dringen in die Hülsen ein; durch Saugen verkrüppeln sie und platzen auf. Die Samen reifen nicht heran.		
Erbsenzystenälchen *Heterodera göttingiana*	In Europa verbreitet. Bevorzugte Pflanzen sind Erbsen und Wicken; aber auch andere Leguminosen wie Ackerbohne, Linse, Sojabohne, Lupine, Kleearten, Kicher- und Platterbsen werden befallen. Pflanzen bleiben im Wuchs (nesterweise) zurück, Blätter vergilben von unten nach oben, Blütenbildung unterbleibt fast ganz. Wurzeln sind wenig verzweigt; sekundär werden diese von pilzlichen Fuß- und Welkeerregern befallen. Bei starkem Befall können die Erbsenpflanzen ganz absterben. Im April gesäte Erbsen werden am stärksten geschädigt; ihr Eiweißgehalt sinkt rapide ab. Die Zystenbildung ist bei den im Frühjahr gesäten Erbsen besonders hoch.	Weite Fruchtfolge. 10 und mehr Jahre kein Fabaceen anbauen. Reinigung der Ackergeräte.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999; CRÜGER et al. 2002.
Stängelälchen *Ditylenchus dipsaci*	Verursacht bei Erbsen einen gestauchten Wuchs und einen verdickten Stängelgrund mit verkorkten Rissen. Häufig färbt sich der Stängel an den Befallsstellen braunschwarz.	Vorbeugend weite Fruchtfolge. Auf verseuchten Feldschlägen keine Erbsen mehr anbauen.	CRÜGER et al. 2002.
Wandernde Wurzelnematoden der Gattungen *Rotylenchus, Pratylenchus, Helicotylenchus, Merlinius, Paratylenchus, Trichodorus, Paratrichodorus*	Zumeist treten braune Stellen an den befallenen Wurzeln auf. Seitenwurzeln sterben ab. Pflanzen bleiben im Wuchs zurück und welken, Blätter verfärben sich. Der Schaden durch die Wurzelnematoden tritt nesterweise auf. Erbsen auf leichten Böden und in engen Fruchtfolgen sind am meisten gefährdet.	Vorbeugend weite Fruchtfolge.	CRÜGER et al. 2002.

Ernte

Im Körnererbsenanbau beginnt die Ernte, wenn der Bestand die Totreife erreicht hat, d. h. wenn die Pflanzen total abgestorben sind. Die Erbsen werden im Mähdrusch geerntet. Sie sollten eine Kornfeuchte von 16 bis 19 % aufweisen. Zu hohe Kornfeuchten von über 20 % verursachen neben höhere Trocknungskosten und Qualitätseinbußen auch Quetschkorn. Demgegenüber führen geringe Kornfeuchten unter 15 % beim Drusch zu erheblichen Bruchsamen und Haarrissen in der Samenschale und somit zu Qualitätsverlusten.

Um Ertragsverluste (z. B. vorzeitiges Aufplatzen der Hülsen, Ausfall der Samen, Aufprallverluste) zu minimieren, sind Veränderungen am konventionellen Schneidwerk des Mähdreschers (z. B. Verlängerung des Schneidtisches) unerlässlich. Dazu sollten die Mähdrescher mit speziellen Ähren- bzw. Hülsenhebern ausgerüstet sein.

Bei Lager ist der Erbsenschlag quer oder gegen die Lagerrichtung zu dreschen und dazu sollte das Schneidwerk absenkbar sein. Bewährt haben sich spezielle Erbsenschneidwerke, die besonders bei starker Spätverunkrautung einen verlustlosen und sauberen Drusch erlauben.

Um Samenbruch zu vermeiden, muss der Dreschkorb weit gestellt und die Drehzahl der Trommel im Mähdrescher vermindert werden. Sehr trockene Erbsenbestände sollten nicht in den heißen Mittagstunden – während der prallen Sonnenhitze – sondern morgens oder abends gedroschen werden.

Unmittelbar nach der Ernte ist eine Reinigung und schonende Trocknung der Erbsen unerlässlich, wobei die Trocknungstemperaturen in Abhängigkeit von Feuchtigkeitsgehalt und Luftfeuchte 41 ^{0}C für Erbsen nicht überschreiten sollen, um Keimschädigungen, Gewebeschäden und Risse in der Samenhülle zu vermeiden.

Die Erträge der Erbsen hängen im großflächigen Anbau auch von der Standfestigkeit der jeweiligen Sorte ab. Es gibt heute kurze standfeste Erbsensorten (Bestandeshöhe von 65 cm), die zur Ernte eine deutlich verbesserte Dreschbarkeit gegenüber älteren Sorten aufweisen und damit für geringe Ernteverluste sorgen. Im Körnererbsenanbau werden heute zwischen 50 und 60 dt Erbsen je ha geerntet (BRINKMANN 1996; DIEPENBROOK ET AL. 1999; KELLER et al. 1999; FEIFFER 2001; PUDE 2001; MEIER ZU BEERENTRUP 2003).

Literatur

ANONYM (2001): Nur ein begrenztes Angebot. DLG – Mitteilungen, **4**, S. 70 – 71.

BECKER, K.; JOHN, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen im Mitteleuropa. Gemüseerbse. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 123 – 124.

BERGER, H.; CATE, P.; KURTZ, E.; ZWATZ, B. (1999): Krankheit, Schädlinge und Nützlinge im Eiweiß- und Ölpflanzenbau. Verlag Jugend & Volk GmbH, Wien, 3. Aufl., S. 1 – 184.

BOESE, L. (2001): Die selbstkostenfreie Leistung zählt! Praxisnah extra. **1**, S. 6 – 7.

BRANDENBURG, E.; KORONOWSKI, P. (1969): Die Nichtparasitären Krankheiten. 2. Teil. Bor. Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg, 7. Aufl., 5. Lieferung, S. 132 – 170.

BRINKMANN, J. (1996): Potentiale und Perspektiven des Körnerleguminosenanbaus in Deutschland. Erzeugungspotentiale und Problem. Produktionsgrößen. UFOP-Schriften. Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V. Bonn, Heft **3**, S. 35 – 75.

BROUWER, W. (1975): Handbuch des Speziellen Pflanzenbaues. Die Erbse. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Bd. 2, S. 496 – 716.

BUHL, C. (1968): Nichtparasitäre Krankheiten. 3. Teil. Wunden – Hagel. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 7. Aufl., 3. Lieferung, S. 1 – 96.

BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ und LEBENSMITTELSICHERHEIT (BVL) (2003): Pflanzenschutzmittelverzeichnis Teil 1, 2003, Ackerbau, Wiesen und Weiden, Hopfenbau, Nichtkulturland. Saphir Verlag Ribbesbüttel, 51. Aufl., S. 1 – 364.

BUNDESSORTENAMT (BSA) (2002): Beschreibende Sortenliste 2002. Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Deutscher Landwirtschaftsverlag, Hannover, S. 1 - 260.

BUNDESSORTENAMT (BSA) (2003): Beschreibende Sortenliste 2003. Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Deutscher Landwirtschaftsverlag, Hannover, S. 1 - 240.

CRÜGER, G.; BACKHAUS, G. F.; HOMMES, M.; SMOLKA, S.; VETTEN, H. J. (2002): Pflanzenschutz im Gemüsebau. Erbse. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 4. Aufl., S. 158 – 171.

DIEPENBROCK, W.; FISCHBECK, G.; HEYLAND, K. U.; KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau. Erbse (*Pisum sativum* L.). Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 3. Aufl., S: 228 – 237.

FEIFFER, ANDREA (2001): Mähdrusch – Erbsen professionell ernten. Praxisnah extra, **1**, S. 8 – 9.

FREIMANN, G.; KAUKE, J. (2003): Hohe Ertragsverluste bei Futtererbsen. Land & Forst, **2**, S. 16 – 19.

FREYER, B. (2003): Fruchtfolgen. Konventionell●Integriert●Biologisch. Erbsen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 72 – 73.

HOFFMANN, G. M.; SCHMUTTERER, H. (1999): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Erbse. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2. Aufl., S. 557 – 586.

KELLER, E. R.; HANUS H. und K.-U. HEYLAND (1999): Handbuch des Pflanzenbaus. Bd. 3. Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen. Erbse (Trockenspeise- und Futtererbsen)Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 563 – 611.

KLOKE, A.; KORONOWSKI, P. (1969a): Die Nichtparasitären Krankheiten. 2. Teil. Phosphor. Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg, 7. Aufl., 5. Lieferung, S. 19 – 42.

KLOKE, A.; KORONOWSKI, P. (1969b): Die Nichtparasitären Krankheiten. 2. Teil. Kalium. Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg, 7. Aufl., 5. Lieferung, S. 43 – 62.

KÖRBER-GROHNE, UDELGARD (1988): Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie. Erbse. Konrad Theiss Verlag, Stuttgart, 2. Aufl., S. 133 – 139.

KORONOWSKI, P. (1969a): Die Nichtparasitären Krankheiten. 2. Teil. Mangan. Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg, 7. Aufl., 5. Lieferung, S. 211 – 246.

KORONOWSKI, P. (1969b): Die Nichtparasitären Krankheiten. 2. Teil. Molybdän. Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg, 7. Aufl., 5. Lieferung, S. 333 – 350.

KORONOWSKI, P. (1969c): Die Nichtparasitären Krankheiten. 2. Teil. Calzium. Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg, 7. Aufl., 5. Lieferung, S. 62 - 89.

MEIER ZU BEERENTRUP, HANNA (2003): Körnererbsen. Die Züchtung geht weiter. Praxisnah, **1**, S. 8.

PUDE, R. (2001): Pflanzen für die Industrie. Pflanzen – Rohstoffe – Produkte. Proteinpflanzen. Eiweißerbse. Sdr. Herausg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., Gülzow, S. 35 und 37.

RÖMER, P. (2001): Fütterung – Heimische Produktion in den Futtertrog! Praxisnah extra, **1**, S. 10 – 11.

SASS, O. (2002): Neue Versuchsergebnisse zur Sortenoptimierung. Praxisnah, **1**, S. 11.

SAUERMANN, W. (2003): Schwefel und Mikronährstoffe zu Futtererbsen. Raps **21 (1)**, S. 36 – 37.

SAUERMANN, W., GRONOW, JUTTA (2003): EU-Sortenversuche 2002. Ackerbohnen/Futtererbsen. Raps **21 (1)**, S. 38 – 41.

SCHROPP, W.; KORONOWSKI, P. (1969): Die Nichtparasitären Krankheiten. 2. Teil. Kupfer. Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg, 7. Aufl., 5. Lieferung, S. 170 - 210.

Lupine (*Lupinus* spp.)

Die Lupine ist eine alte Kulturpflanze, die seit der Antike im Mittelmeerraum angebaut wird. Die weiße Lupine ist bereits einige Jahrhunderte v. Chr. als Gründüngungspflanze genutzt worden (PUDE 2001).

Unter den Körnerhülsenfrüchten liefern Lupinen die eiweißreichsten Samen. Seitdem bitterstofffreie Zuchtsorten vorliegen, ist der volkswirtschaftliche Wert der Lupinen sowohl für die menschliche Ernährung und als auch für die Viehwirtschaft nicht hoch genug zu veranschlagen (SCHEIBE 1953). Darüber hinaus könnte die Lupine als Proteinlieferant zur industriellen Nutzung im Nonfood-Bereich weitere große Möglichkeiten eröffnen. Allerdings wird der Lupinenanbau durch das Auftreten der Anthraknose begrenzt (GFL 2003).

Verwendungszweck

Wie Ackerbohnen und Erbsen sind auch Lupinen ausgesprochene Eiweißlieferanten mit durchschnittlich 30 bis 45 % Rohprotein im Samen. Alkaloidarme Lupinensamen sind sogar für den menschlichen Verzehr geeignet. Sie weisen hochwertiges Eiweiß auf, das u. a. die essenziellen Aminosäuren Tryptophan und Methionin enthält (BECKER und JOHN 2000).

In neuerer Zeit kommen in der chemischen Industrie – statt tierischer Proteine – pflanzliche Eiweiße aus Samen der Lupinen zum Einsatz; sie werden bei der Herstellung von Papier zur Erhöhung der mechanischen Belastbarkeit, Bedruckbarkeit sowie zur Haftung wasserlöslicher Druckfarben eingesetzt. Aus dem pflanzlichen Eiweiß werden Etikettierklebstoff und Bindemittel für Sperrholz hergestellt. In der Pharmazie dient das pflanzliche Eiweiß zur Herstellung von Kapseln für Pharmazeutika. Darüber hinaus können aus dem pflanzlichen Eiweiß der Leguminosen biologisch abbaubare Werkstoffe erzeugt werden. Des Weiteren eignen sich Lupinen-Eiweiße zur Klärung von Weinen, wobei die Hefe schnell und gut zum Absetzen gebracht wird. Hier können Eiweiße aus Lupinen die Gelatine tierischer Herkünfte ersetzen (RÖMER 1985; ANONYM 2001; PUDE 2001).

Zur Botanik

Die Lupine (*Lupinus* spp.) gehört zu den Schmetterlingsblütlern (*Fabaceae*; *Leguminosae*). Sie stammen aus dem Mittelmeerraum. Aus der Vielfalt der Gattung *Lupinus* haben drei Kulturformen eine landwirtschaftliche Bedeutung erlangt:

- Gelbe Lupine (*Lupinus luteus*),
- Schmalblättrige oder Blaue Lupine (*Lupinus angustifolius*),
- Weiße Lupine (*Lupinus albus*).

Nach dem Gehalt an Bitterstoffen (Lupanin, Spartein, Gramin) werden Bitter- und Süßlupinen unterschieden. Ursprünglich enthielten die Samen aller Lupinenarten Bitterstoffe. Durch Züchtungsmaßnahmen ist es gelungen, bitterstoffarme oder Süßlupinen zu entwickeln. Süßlupinen gibt es nun von allen drei Lupinenarten.

Die Lupine ist ein einjähriges Kraut mit einer Höhe bis zu 120 cm. Der Spross ist aufrecht rundlich, behaart, z. T. verzweigt und hat gefingerte Blätter.

Die Wurzel ist eine kräftige Pfahlwurzel, die eine Tiefe bis zu 1,5 m erreichen kann und die Pflanze damit dürreresistent macht. Wie bei allen Körnerleguminosen gehen auch die Lupinenwurzeln eine Symbiose mit Knöllchenbakterien (*Bradyrhizobium lupini*) ein.

Die Blüten der Lupinen sind zumeist endständig und zu einer kurzen bis langen Traube vereinigt. Die Blüte der gelben Lupine ist blass bis ockergelb, bei der Schmalblättrigen meist blau, aber auch weiß oder rosa; die Blüte der Weißen Lupinen ist weiß. Bei allen drei Arten herrscht Selbstbefruchtung vor.

Die Hülsen sind bei der Reife lederartig und enthalten 4 bis 8 Samen, die je nach Art eine verschiedene Farbe und Größe aufweisen. Die Samen der Gelben Lupinen haben einen weißlich-gelben Grund mit dunklerer Marmorierung. Bei den Schmalblättrigen oder Blauen Lupinen ist die Samenfarbe gelblichweiß mit dunkler Sprenkelung, z. T. bräunlicher Dreieckszeichnung. Die Samen der Weißen Lupine ha-

ben ein weißes oder weißgelbliches Aussehen; ihre Marmorierung kann schwarz, dunkelgrau oder braun sein.

Wie bereits erwähnt, enthalten die Samen der Lupinenarten hochwertiges Eiweiß. Im Vergleich zu Ackerbohnen und Erbsen zeichnen sich die Lupinenarten durch noch höhere Eiweißgehalte (bis 45 %) aus; sie gelten als echte Proteinpflanzen (BRINKMANN 1996; FRANKE 1997; DIEPENBROCK et al. 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER 2000/2001; RÖMER 2003; GFL 2003).

Allgemeiner Anbau

Der Lupinenanbau zur Körnergewinnung ist gering; es überwiegt der Sommerzwischenfruchtbau zur Gründüngung. Lupinen zeichnen sich durch einen sehr hohen Proteingehalt aus. Aufgrunddessen würden sie sich für den Anbau eiweißliefernder Pflanzen als nachwachsende Rohstoffe eignen. Die Landwirtschaft wäre durchaus in der Lage, qualitativ hochwertige Lupinensamen für die industrielle Verarbeitung zu produzieren.

Da Alkaloide der Lupinen pharmazeutisch genutzt werden können, wäre es denkbar, dass in naher Zukunft wieder verstärkt bitterstoffreiche Lupinen für die Pharmazie angebaut werden.

Klima / Boden

Die Ansprüche der drei Lupinenarten an Boden und Klima sind unterschiedlich; sie brauchen jedoch ein Mindestmaß an Bodenwärme. Lupinen bevorzugen ein mäßig warmes und im Sommer nicht zu feuchtes Klima. Um hohe und sichere Erträge beim Körnerlupinenanbau zu erzielen, ist die Auswahl der Lupinenart je nach Standorteigenschaft die wichtigste Maßnahme.

Gelbe Lupine

Die Gelbe Süßlupine ist für leichtere Bodenarten eine der bedeutendsten Früchte; sie gedeiht gut auf frischen Sandböden mit pH-Werten von 4,6 bis 6,0. Auf schwachlehmigen und lehmigen Sandböden erreicht sie Höchsterträge (bis zu 25 dt/ha). Auf kalkreichen Böden, schweren Tonböden und Böden mit stauendem Untergrundwasser dagegen wächst sie nicht. Höhere pH-Werte führen zu Kalkchlorosen (GFL 2003).

Mäßige Nachtfröste schaden ihr nicht. Bei fortgeschrittener Entwicklung setzt sie auch trockner Witterung deutlichen Widerstand entgegen. In kühlem, feuchtem Klima gedeiht die Gelbe Lupine nicht so gut.

Blaue Lupine

Die Blaue Lupine stellt im Gegensatz zu Erbse und Ackerbohne nur geringe Standortansprüche. Sie wächst recht gut auf haferanbaufähigen Böden, d. h. auf lehmigen Sand- und sandigen Lehmböden im Küstenklima oder in Vorgebirgslagen, da sie während der Blüte hohe Luftfeuchtigkeit benötigt. Die Blaue Lupine weist eine geringe Frostanfälligkeit auf. Was die Kalksituationen der Böden für diese Art anbelangt, ist sie im Großen und Ganzen kalkverträglicher als die Gelbe Lupine (pH Werte von 5,0 – 6,8). Sehr leichte und sehr schwere Böden, meliorierte Moor- und Heideböden sagen der Blauen Lupine nicht zu.

Weiße Lupine

Von den Lupinenarten hat die Weiße Lupine das größte Wärmebedürfnis. Ein warmes, feuchtes Frühjahr ist günstig für eine rasche Entwicklung der Weißen Lupine. Zur Blütezeit ist eine gute Wasserversorgung der Böden notwendig.

Die Weiße Lupine wächst gut auf weizen- und rübenanbaufähigen Böden (pH Werte 5,5 – 6,8). Schwere zur Verschlämmung neigende Böden sagen ihr auch nicht zu. Trockene Sandböden sind zur Körnerlupinenerzeugung ebenso wenig geeignet, wie Böden mit Kies oder mit stauender Nässe (SNEYD 1995; BRINKMANN 1996; PLARRE 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER 2000/2001; SCHMIECHEN 2002; BOMMES 2003; GFL 2003; RÖMER 2003).

Vorfrucht / Fruchtfolge

Lupinen werden zumeist nach Getreide angebaut. Leguminosen scheiden als Vorfrüchte aus. Mit sich selbst sind die Lupinenarten auf Grund ihrer Anfälligkeit für Fusarien wenig verträglich. In der Fruchtfolge fördern die Lupinen in ausgezeichneter Weise die Bodenfruchtbarkeit.

Gelbe Lupinen sind ausgezeichnete Vorfrüchte für Hackfrüchte; für Kartoffeln bilden sie als N-sammelnde Pflanzenart eine gute Vorfrucht. Roggen gedeiht nach Gelben Lupinen ebenfalls recht gut; diese Fruchtfolge ist auf leichten Böden häufig anzutreffen.

An die Vorfrucht stellt die Blaue Lupine keine besonderen Ansprüche. Wegen ihrer geringen Selbstverträglichkeit ist eine mindestens vierjährige Anbaupause einzuhalten.

Die anspruchsvolle Weiße Lupine wird häufig in der Fruchtfolge nach Hackfrüchten gestellt. Auf besseren Standorten mit höheren pH-Werten wirkt sich die Weiße Lupine positiv auf den Weizenertrag aus. Leguminosen kommen als Vorfrucht für die Weiße Lupine ebenfalls nicht in Frage (SCHEIBE 1953; AUTORENKOLLEKTIV 1963; SNEID 1995; SCHMIECHEN 2002; FREYER 2003; GFL 2003).

Bodenbearbeitung

Um ein möglichst tief bearbeitetes, weiches, mittel-feinscholliges Saatbett für Lupinen herzustellen, sollte bereits eine Herbstfurche durchgeführt werden. Eine zu feine Krümelstruktur des Bodens ist wegen der Verschlämmungsgefahr zu vermeiden. Die Bodenbearbeitung im Frühjahr sollte so ausgerichtet sein, dass schon vor der Saat eine gründliche Unkrautvernichtung erfolgen kann. Bei der Bodenbearbeitung – im Frühjahr – ist besonders auf leichten Böden auf eine weit mögliche Wasserschonung zu achten, daher ist der Einsatz einer Walze zumeist nicht angebracht (AUTORENKOLLEKTIV 1963; BRINKMANN 1996; MÖLLER et al. 1997; DIEPENBROCK et al. 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER 2000/2001; GFL 2003).

Sortenwahl

In der Beschreibenden Sortenliste 2003 des Bundessortenamtes sind alle in Deutschland zugelassenen Lupinensorten aufgeführt. Dem Praktiker stehen Sorten von allen drei Lupinenarten und somit für die verschiedenen Bodenarten zur Verfügung. Außerdem findet der Landwirt in der Beschreibenden Sortenliste Angaben über morphologische Eigenschaften, Leistungsfähigkeit und über Inhaltsstoffe wie z. B. Bitterstoff- und Rohproteingehalte der einzelnen Lupinensorten. Allerdings fehlen hier wichtige Sortenangaben wie Herbizidempfindlichkeit, Anfälligkeit gegenüber wirtschaftlich bedeutender Krankheiten bzw. Resistenzen gegen Krankheiten (z. B. Fusariumresistenz), die beim Deutschen Pflanzenschutzdienst, den Landwirtschaftskammern bzw. -ämtern und beim Züchter selbst einzuholen sind.

Wünschenswert wäre auch, wenn bei der Beschreibung der Körnerlupinensorten etwas über die Platzfestigkeit der Hülsen (Hartschaligkeit der Samen) und überhaupt etwas über die Ertragssicherheit bzw. -stabilität der einzelnen Sorten ausgesagt würde.

Gegenüber der Anthraknose, der gefährlichsten Pilzkrankheit der Lupine, sind die Sorten der Blauen Lupine am wenigsten anfällig. Endständige Sorten scheinen gegenüber den verzweigten auf Grund ihrer frühen Abreife eine größere Ertragssicherheit aufzuweisen. Darüber hinaus zeigen die endständigen Lupinensorten eine deutlich geringere Lagerneigung (BSA 2003; LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER 2000/2001; SCHMIECHEN 2002; BOMMES 2003; LÜHE und JACKISCH 2003; RÖMER 2003).

Saat / Aussaat

Um sichere und hohe Samenerträge im Lupinenanbau erzielen zu wollen, sind alle drei Lupinenarten möglichst früh auszusäen. Aussaatverzögerungen führen bei vorhandenem Vernalisationsbedarf der Lupinen zu längerer Vegetationsdauer, ungünstigen Abreifebedingungen und vielfach zu erhöhter Krankheits- und Lagergefahr. Der Samenertragsabfall durch späte Saat kann beträchtlich sein. Notwendig ist jedoch auch ein Mindestmaß an Bodenwärme (ca. 5 bis 6 ^{0}C).

Die Aussaat von Körnerlupinen erfolgt Ende März bis Anfang April. Die Aussaatmenge richtet sich nach den Anbaubedingungen der Standorte, der Tausendkornmasse, der Keimfähigkeit und der angestrebten Bestandesdichte. In Deutschland wird derzeit eine Bestandesdichte von 60 bis 70 Pflanzen je m^2 Fläche vorgeschlagen. Bei Lupinengenotypen mit fehlender Verzweigung wird eine etwas höhere Bestandesdichte empfohlen, wobei schon 120 bis 140 keimfähige Samen/ha gesät werden sollten. Für alle drei Lupinenarten kommen in etwa folgende Aussaatmengen in Frage: bei der Gelben Lupine 80 bis 120 kg Samen/ha, bei der Blauen Lupine 100 kg Samen/ha und bei der Weißen Lupine 150 bis 250 kg Samen/ha. Wichtig ist bei der Saat, nur gesundes, qualitätsgeprüftes Saatgut auszusäen; gegen Auflauf- und Blattkrankheiten sollte es gebeizt sein. Wesentlich ist, dass unkontrollierter Nachbau unterbleibt und nur zertifiziertes Saatgut zum Anbau gelangt. Wenn der Feldschlag über 10 Jahre lang keine Leguminosen getragen hat, ist das Lupinensaatgut auch mit Knöllchenbakterien (*Bradyrhizobium lupini*) zu behandeln.

Die Lupinen keimen epigäisch, d. h. sie schieben die Keimblätter durch den Boden an die Bodenoberfläche; aus diesem Grunde sollte die Saat nicht zu tief liegen. Es ist daher angebracht, die Samen bei 2 bis 4 cm Bodentiefe abzulegen. Die Aussaat kann sowohl mit herkömmlichen Drillmaschinen als auch mit Einzelkornsägeräten erfolgen. Der Reihenabstand kann 12 cm und mehr betragen. Engere Abstände haben den Vorteil eines schnellen Reihenschlusses und somit einer verbesserten Unkrautkonkurrenz (BRINKMANN 1996; MÖLLER et al. 1997; LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER 2000/2001; SCHMIECHEN 2002; GFL 2003).

Düngung

Allgemein gilt die Lupine als anspruchslose Pflanze; dennoch liegt im Körnerlupinenanbau ein Dünger- bzw. Nährstoffbedürfnis vor. Die Bemessung der Nährstoffzufuhr richtet sich nach dem örtlichen Nährstoffversorgungsgrad des Bodens und der Ertragserwartung. Bodenuntersuchungen können darüber erste Aufschlüsse geben. Die Düngung der Lupinen erfolgt zumeist in Anlehnung an die Erfahrungswerte aus dem Anbau von Ackerbohnen und Erbsen.

Bei einem intakten Symbiosesystem zwischen Rhizobien und Wurzeln der Lupinen kann auf eine N-Düngung bzw. N-Startgabe ganz verzichtet werden. Auf Böden, die längere Zeit (10 Jahre und mehr) keine Lupinen getragen haben, empfiehlt es sich, eine Saatgut- oder Bodenbeimpfung mit geeigneten Rhizobien-Präparaten vorzunehmen. Impfungen mit Rhizobien zeigten bei Lupinen häufig erhebliche Mehrertragswirkungen (KERSCHBERGER und SCHRÖTER 2001; SAUERMANN und GRONOW 2003).

Durch eine Stickstoffspätdüngung kann eine Verbesserung des Korn- und Rohproteinertrages erreicht werden, sofern Zeitpunkt, Höhe der Nährstoffzufuhr und Art der Ausbringung (z. B. Blattapplikation) für den jeweiligen Standort und Lupinenschlag untersucht und abgestimmt worden ist (SAUERMANN und GRONOW 2003).

Auf leichtem Boden muss für Gelb- und Blaulupine eine reichliche Kalidüngung vorgenommen werden, denn bei einem Ertragsniveau von über 40 dt/ha kann mit einem Entzug von 60 bis 80 kg K_2O gerechnet werden. Auf Grund ihres äußerst effizienten P_2O_5-Aneignungsvermögen ist bei den Lupinen von einem Entzug von 40 kg P_2O_5/ha und 20 kg MgO/ha auszugehen.

Der Entzug von Kalk aus dem Boden ist bei den Körnerleguminosen relativ hoch. Bezüglich des Anspruches an die Kalkversorgung des Bodens im Vergleich zu Ackerbohnen und Erbsen ist diejenige bei Lupinen gering bzw. wenig anspruchsvoll. Über die Höhe einer Kalkdüngung kann hier nur die Bodenuntersuchung eine genaue Auskunft geben. Da die Gelbe Lupine keine unmittelbare Kalkung verträgt, ist die CaO-Düngung zur Vorfrucht vorzunehmen. Die Kalkdüngung kann in Form von magnesiumhaltigen Kalken verabreicht werden.

Neben einer ausreichenden Grunddüngung muss darauf geachtet werden, dass im Körnerlupinenanbau auch die Versorgung mit Spurenelementen nicht vernachlässigt werden darf. Die Lupinenarten unterscheiden sich in ihrem Mikronährstoffbedarf. Die Weiße Lupine vermag keine Eisendifizite zu tolerieren, während die Gelbe Lupine empfindlich auf Bor-, Eisen- und Manganmangel reagiert. Dagegen zeigt die Blaue Lupine rasch Mangelsymptome, wenn Kobalt und Kupfer in unzureichender Menge vorliegen

(s. Tabelle 1) (BRINKMANN 1996; MÖLLER et al. 1997; PLARRE 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER 2000/2001; GFL 2003).

Unkrautbekämpfung

Die Unkrautbekämpfung im Körnerlupinenanbau beginnt bereits mit der Bodenbearbeitung vor der Saat; sie muss so sorgfältig vorgenommen werden, dass der Lupinenacker vor der Saat unkrautfrei ist. Ein geringer Reihenabstand unterdrückt den konkurrierenden Unkrautwuchs; allerdings eignet sich diese Maßnahme nicht für den Einsatz der Hacke. Dazu sollte dann ein größerer Reihenabstand (von mindestens 25 cm) gewählt werden. Im Lupinenanbau sind sowohl Hacke als auch Striegel einsetzbar. Letzterer sollte aber erst ab dem vierten bis fünften Blatt eingesetzt werden, damit die Wurzeln der Lupinen nicht freigelegt werden. Hierbei sollten die Unkräuter am besten noch im Keimblattstadium sein.

Da der Einsatz von Herbiziden nicht ganz unproblematisch ist, werden häufig für den Lupinenanbau auch Standorte mit geringem Unkrautdruck gewählt; denn Wurzelunkräuter wie Ackerwinde oder Distelarten lassen sich in Lupinen nicht gut bekämpfen. Bei Herbizidanwendungen in Beständen von Weißer Lupine ist häufig mit Schäden zu rechnen (BRINKMANN 1996; MÖLLER et al. 1997; PLARRE 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER 2000/2001; GFL 2003). Für den Praktiker ist es ratsam, die Unkrautbekämpfung bei Lupinen mit den zuständigen Pflanzenschutzdiensten zu besprechen.

Nichtparasitäre Krankheiten

In Tabelle 1 sind nichtparasitäre Krankheiten der Lupinen aufgeführt, die durch ungünstige Witterungs- und Bodeneinflüsse, Nährstoffmangel und aber auch durch Nährstoffüberschuß hervorgerufen werden können. Die Schäden dieser Krankheiten können im Lupinenanbau erheblich sein.

Tab. 1: Nichtparasitäre Krankheiten

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Kalkchlorose, Überkalkung	Bei zu hohem Kalkgehalt – leichte Böden mit neutraler Reaktion – tritt bei der Gelben Lupine die sog. Kalkchlorose auf; sie äußert sich durch mangelhaft grüne bis gelbliche Färbung der Blätter.	Standort mit geeigneten Böden wählen (schwachsaure Böden mit pH-Werten zwischen 4 und 6,0). Anwendung saurer Düngemittel; Spritzen mit Eisenvitriollösungen.	BOCHOW 1974; ZIEGENBEIN 1983.
Säureschäden	Die Ansprüche an den Boden sind bei den Lupinenarten verschieden. Die Gelbe Lupine verträgt Säure im Boden, während die Blaue Lupine etwas säuretolerant und wenig kalkempfindlich ist. Demgegenüber ist die Weiße Lupine säureempfindlich. Junge Lupinenpflanzen kommen mit Bodenreaktionen von pH 4,6 bis 5,0 noch aus, während der Blüte sind pH 6 bis 6,75 optimal. Bei zu niedrigen pH-Werten treten Säureschäden auf, die sich durch Blattverfärbungen von rötlich bis gelblich äußern.	Nach Bodenuntersuchungen bei Vorfrüchten eine Kalkung vornehmen.	ZIEGENBEIN 1983
Fe-Mangel	Bei zu hohen pH-Werten im Boden wird in der Pflanze Eisen festgelegt; es kommt zur mangelhaften Chlorophyllausbildung (Fe-Mangelchlorose). Zwar vermag *L. luteus* durch Wurzelausscheidungen sich den ihr zuträglichen Reaktionsbereich zu schaffen, ist jedoch die Pufferung des Bodens sehr groß, dann werden die Wurzelausscheidungen zu	Blattspritzungen mit Eisensulfat. Düngung mit Kalziumsulfat.	BOCHOW 1974; ZIEGENBEIN 1983.

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
	rasch wieder zerstört und die Pflanze reagiert mit Chlorosen (Eisenmangel).		
Cu-Mangel	Auf Moorböden bewirkt Kupfermangel das Abwerfen junger Hülsen sowie ein Nachtreiben und starkes Verzweigen der Pflanzen, so dass Lupinen sich nur noch für die Grünfütterung eignen.	Nach Bodenuntersuchungen bei Vorfrüchten sind die Kupferdüngungen vorzunehmen.	ZIEGENBEIN 1983.
Fehlerhafte Trocknung	Wird das Erntegut mit zu hohen Temperaturen zu schnell getrocknet, wirkt sich dies nachteilig auf die Keimfähigkeit der Samen aus. Besonders empfindlich ist hier die Gelbe Lupine.	Das Erntegut muss schonend bei Temperaturen um 35 ^{0}C heruntergetrocknet werden.	BOCHOW 1974; GFL 2003.

Pilzliche Krankheiten

Lupinen werden von zahlreichen Pilzkrankheiten in Mitleidenschaft gezogen (Tabelle 2). Die Ertragsausfälle können beträchtlich sein. Fußkrankheiten und Wurzelbräune treten im Lupinenanbau vor allem bei engen Fruchtfolgen auf. Hier ist ein ganzer Komplex von pilzlichen Schaderregern beteiligt. Eine sehr gefährliche Krankheit bei Lupinen ist die Welkekrankheit, die durch den Pilz *Fusarium oxysporum* hervorgerufen wird. Hohe Bodentemperaturen (ab 15 ^{0}C) sind förderlich für die Verbreitung der Fusarium-Welke.

Seit Mitte der 90er Jahre bereitet die Anthraknose (*Colletotrichum lupini*) im Lupinenanbau größte Probleme. In erster Linie wurden Sorten der Weißen Lupine befallen. Diese Krankheit drohte die Lupinenproduktion ganz zum Erliegen zu bringen. Später konnte die Anthraknose auch an der Gelben Lupine festgestellt werden, aber nicht in der Intensität wie es bei der Weißen Lupine der Fall war (AMELUNG 1997; 1998). Die Blaue Lupine hat sich dagegen als weniger anfällig erwiesen. Resistente Lupinensorten standen und stehen heute der Landwirtschaft noch nicht zur Verfügung. Durch weite Fruchtfolgen, sorgfältige Bodenbearbeitung bzw. Verwendung gesunden und gebeizten Saatgutes ist die Anthraknose in den Griff zu bekommen. Erst kürzlich hat NIEPOLD (2003) einen PCR-Nachweistest entwickelt, mit dem der Pilz *Colletotrichum lupini* im Saatgut sicher und schnell festgestellt werden kann. Dadurch ist dem Züchter die Möglichkeit gegeben, nur Anthraknose-freies Lupinensaatgut für den Anbau zur Verfügung zu stellen.

Tab. 2: Pilzliche Krankheitserreger

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Fußkrankheiten, Wurzelbräune *Thielaviopsis basicola; Pythium debaryanum; Rhizoctonia solani; Fusarium avenaceum* var. *avenaceum, F. culmorum*	Keimpflanzen kippen um. Die Wurzeln sind braun und vermorscht. Die Fäulnis bewirkt ein Vergilben der Blätter, eine Welke und zuletzt ein Absterben der Pflanzen. Besonders anfällig ist *L. albus*, während *L. luteus* am wenigsten empfindlich reagiert. Die Pilze befallen die Lupinenpflanzen vom Boden her. Lupinen werden von weiteren Fußkrankheitserregern befallen. R*hizoctonia solani* wirkt besonders agressiv auf *L. angustifolius*; dieser Pilz ruft im Wurzelbereich eine Schwärzung hervor.	Beizung des Saatgutes. Weite Fruchtfolge. Wahl einer widerstandsfähigen Sorte. Entfernen und Vernichten infizierter Pflanzenreste.	BOCHOW 1974; ZIEGENBEIN 1983; BFP 1994; BVL 2003.

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Welkekrankheit, Fusarium-Welke *Fusarium oxysporum*	Von der Welkekrankheit werden alle drei Lupinenarten befallen. Während der Blüte welken zuerst einige Blätter; später weist die ganze Pflanze Welkeerscheinungen auf, obwohl die Wurzeln völlig gesund sind. Stängel und Blattstiele haben verbräunte Gefäße. Hervorgerufen wird die Welkekrankheit der Lupine durch *F. oxysporum*. Der Pilz hat ein hohes Wärmebedürfnis; erst bei Bodentemperaturen von 15 ^{0}C kann er sich vermehren. Am stärksten verbreitet ist die Fusarium-Welke bei *L. luteus*. Es gibt aber außerdem eine Form des Pilzes, die *L. angustifolius* und eine weitere, die *L. albus* befällt.	Vorbeugend muss das Stroh der befallenen Lupinen nach der Ernte verbrannt werden. Weite Fruchtfolge. Anbau von fusariumresistenten Lupinensorten. Nur gebeiztes Saatgut aussäen.	ZIEGENBEIN 1983; MÖLLER et al. 1997; LWK 2000/2001; GFL 2003.
Blattschütte *Stemphylium sarciniforme*	Die Blattschütte ist eine spezifische Krankheit von *Lupinus angustifolius*. In feuchten Gebieten werden zuerst kleine braune Flecke an den Fiederblättchen beobachtet, die sich rasch ausbreiten, eintrocknen und nachfolgend ein Abwerfen der Fiederblättchen bewirken. Der Blattverlust ruft eine Notreife und Schrumpfkörner hervor. Der Pilz gedeiht besonders in niederschlagsreichen Sommern sowie in dichten Beständen.	Befallene Lupinenbestände sollen grün abgemäht und verfüttert werden. Anbau resistenter Sorten. Gesundes Saatgut verwenden.	ZIEGENBEIN 1983.
Braunfleckenkrankheit *Pleiochaeta setosa*	In kühlen und feuchten Jahren treten im Spätsommer auf den Hülsen große braune Flecke auf, die außen in konzentrischen Ringen heller werden. Die Flecke sind zumeist eingesunken. Ähnliche Flecke sind auch auf Blättern und Stängeln zu finden. Die infizierten Blätter fallen ab. Der Erreger ist *P. setosa*, der durch die Hülsen bis zu den Körnern vordringen kann und auch dort braune Flecke hervorruft. Die Samen sind vielfach ungenügend entwickelt. Kontinentale Klimabedingungen sagen dem Pilz am meisten zu; die Weiße Lupine wird am stärksten befallen.	Frühe Aussaat. Nur gebeiztes Saatgut aussäen. Weite Fruchtfolge.	BOCHOW 1974; ZIEGENBEIN 1983; RODER 1990.
Lupinenrost *Uromyces lupinicolus, U. renovatus*	Kommt an allen Lupinenarten vor. Beide Rostarten bilden auf den Blättern Uredo- und Teleutosporen.	Fungizideinsatz möglich. Frühe Aussaat.	Ziegenbein 1983.
Echter Mehltau *Erysiphe martii*	Ist gelegentlich auf Spätsaaten anzutreffen. In Gebieten mit hoher Luftfeuchtigkeit kommt der Pilz schon früher vor. *L. luteus* und *L. angustifolius* sind besonders anfällig. Durch den Befall mit *E. martii* wird die Samenreife verzögert.	Anbau von resistenten Sorten. Frühe Aussaat. Anbau von Lupinen zur Saat und von Stoppelsaaten auf benachbarten Feldschlägen ist unzweckmäßig.	Ziegenbein 1983.

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Hülsenfäule *Fusarium avenaceum* oder *Botrytis cinerea*	Tritt bei feuchter Witterung auf. Ausgehend von absterbenden Blütenstielen, auf denen *F. avenaceum* sich zuerst ansiedelt, befällt der Pilz die Hülsen. Hierbei werden diese von graufarbenen Pilzmyzelien überzogen. Im Großen und Ganzen bleiben die Schäden gering.	Nur gebeiztes Saatgut aussäen. Weitgestellte Fruchtfolge. Verwendung gesunden Saatgutes. Sorgfältige Bodenbearbeitung, um das Lupinenstroh schnell zur Rotte zu bringen. Einsatz von Fungiziden.	ZIEGENBEIN 1983; RODER 1990; BFP 1994.
Anthraknose *Colletotrichum lupini*	Am Stängel und an den Hülsen der Weißen und Gelben Lupine sind z. T. recht große, eingesunkene, braune Flecke mit rosafarbenem Zentrum zu finden. Die spitzenwärts gelegenen Stängelteile weisen große Verkrümmungen auf, welken und vertrocknen vollständig. Befallsstellen am Stängel reißen oft auf. An den Hülsen treten 1 bis 3 cm große Flecke mit hervortreibendem dunklem Rand auf. Der Pilz durchwächst die Hülsen und infiziert die Samen. Die Samen haben später einen Pilzbelag oder braune Flecke. Die Krankheit kann durch Saatgut und durch infizierte Pflanzenreste im Boden übertragen werden.	Weite Fruchtfolge. Anbau der Blauen Lupine. Verwendung gesunden und gebeizten Saatgutes. Überlagertes Saatgut aussäen. Sorgfältige Bodenbearbeitung, um das Lupinenstroh zur schnellen Rotte zu bringen. Fungizideinsatz.	BFP 1994; AMELUNG 1997, 1998; LWK *Hannover* 2000/2001; SCHMIECHEN 2002; RÖMER 2003; GFL 2003; BVL 2003; FEILER und NIRENBERG 2004.
Grauschimmel *Botrytis cinerea*	An befallenen Blüten und Hülsen bildet sich ein mausgrauer, stark stäubender Pilzrasen aus. Befallenes Gewebe stirbt ab. Schäden sind auch im Saatbett möglich. Hohe Luftfeuchtigkeit fördert die Entwicklung des Pilzes.	Nicht zu hohe Bestandesdichten. Feuchte, windgeschützte Lagen meiden. Unkrautbekämpfung. Verwenden von gesundem Saatgut. Saatgutbeizung.	BFP 1994; LWK Hannover 2000/2001.

Viruskrankheiten

Lupinen können auch von Viren befallen werden; die wirtschaftlich wichtigsten sind in Tabelle 3 aufgeführt und besprochen.

Tab. 3: Viruskrankheiten

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Lupinenbräune Cucumber mosaic virus CMV	Ist wirtschaftlich die wichtigste Viruskrankheit der drei Lupinenarten, die durch einen Stamm des Gurkenmosaik-Virus hervorgerufen wird. Auf *L. luteus* und *L. angustifolius* sind die Schadbilder ähnlich. Zu Beginn des Befalls treten an den Stängeln einseitige, braune Streifen auf, danach werden an den jüngeren Pflanzen Verkrümmungen des oberen Stängels und welkende Blätter sichtbar. Die befallene Pflanze stirbt von oben nach unten ab. Das Stängelgewebe wird brüchig und schließlich vermorschen Wurzelhals und Wurzeln. *L. albus* reagiert auf den Befall mit CMV mit	Sorgfältige Unkrautbekämpfung während der Fruchtfolge. Frühe Aussaat. Gesundes Saatgut verwenden. Blattlausbekämpfung. Lupinenanbau nicht in der Nähe von Ortschaften.	ZIEGENBEIN 1983; BOCHOW 1983.

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
	gestauchtem Wachstum und verdicktem Stängel; nach der Blüte knicken diese von *L. luteus* und *L. angustifolius* nach unten ab oder sie werden notreif und haben nur wenige Kümmerkörner. Bei der Weißen Lupine treten braune, eingesunkene Flecke an den Hülsen auf, in denen sich auch nur Kümmerkörner entwickeln. Das Gurkenmosaik-Virus kommt auf vielen Gemüse- und Zierpflanzen und auf verschiedenen Unkräutern vor. Als Vektoren kommen eine Reihe von Blattläusen in Frage, u.a. *Myzus persicae, Acyrthosiphon pisum, Aphis fabae, Aulacorthum solani, Macrosiphum euphorbiae*. Bei *L. luteus* und *L. angustifolius* konnte eine Samenübertragung des Virus festgestellt werden. *L. angustifolius* ist hochanfällig.		
Lupinenmosaik Bohnengelbmosaik-Virus Bean yellow mosaic virus BYMV	Befallene *L. luteus*-Pflanzen zeigen kleinere und schmalere Blätter; sie sind teilweise gefaltet oder haben Beulen; z. T. weisen die Blätter eine undeutliche Mosaikfleckung auf. Die Anzahl der Blüten ist reduziert. Die Blütezeit verzögert sich; z. T. Abwurf der Blüten. Nur wenige Hülsen entwickeln sich, die zunächst starr und aufrecht stehen und später abknicken. Auf den erkrankten Pflanzen von *L. angustifolius* fehlt die Mosaikfleckung; hier bilden sich blassgrüne Seitentriebe, die hexenbesenartig gestaucht wirken. *L. albus* reagiert auf die Infektion mit verkleinerten Blättern, Spitzenstauche, chlorotischen Blattverfärbungen, buschigem Wuchs, mit verkrümmtem Haupttrieb und nekrotischen Verfärbungen. Die Hülsen stehen ebenfalls starr aufrecht oder sind abgeknickt. Überträger des Bohnengelbmosaik-Virus sind Blattläuse.	Vektoren sind zu bekämpfen. Unkrautbekämpfung. Kein Anbau von Lupinen in der Nähe von Kleearten.	ZIEGENBEIN 1983; BOCHOW 1983.
Ackerbohnenwelke Ackerbohnenwelke-Virus Broad bean wilt virus BBWV	In Ostdeutschland wurden Schäden an *L. luteus* festgestellt, die durch das Ackerbohnenwelke-Virus hervorgerufen worden waren. Befallene Pflanzen haben verkürzte Internodien, anfangs undeutliche Mosaiksymptome, Adernaufhellungen und verdrehte oder ausgerollte Fiederblätter; später, an den jüngeren Blättern Nekrosen, anschließend auch an den unteren Pflanzenteilen. Die brüchigen Stängel weisen vertikal dunkelbraune Streifen auf. Die Blütenstände sind wenig entwickelt und verformt; die wenigen, übrig gebliebenen Hülsen sind ebenfalls deformiert.	Verseuchte Ernterückstände schnell zur Rotte zu bringen und sorgfältig einarbeiten. Gesundes Saatgut verwenden.	ZIEGENBEIN 1983.

Tierische Schädlinge

Zu den tierischen Schädlingen der Lupine zählen im Wesentlichen die Lupinenfliege und die Lupinenblattrandkäfer (Tabelle 4). Schäden der Wildtiere und Vögel sind nicht aufgeführt. Hasen, Kaninchen, Rehe u. a. verursachen überall dort Schäden, wo nur wenige andere blattreiche, schmackhafte Äsungen zur Verfügung stehen (BRINKMANN 1996). Maßnahmen der Abwehr z. B. Vergallung oder akustische Wildabwehrgeräte sind zumeist nicht ausreichend wirksam. Gegen Wildbesatz sind Einzäunungen ratsam (MÖLLER et al. 1997; GFL 2003).

Tab. 4: Tierische Schädlinge

Schädling	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Lupinenfliege *Phorbia florilega*	Ungleichmäßiger Aufgang der Lupinen – vor allem von *L. luteus* – und ungleichmäßige Wüchsigkeit der Keimpflanzen lassen auf Fraß von Maden der Lupinenfliege (Fraßgänge) schließen; früh befallene Keimpflanzen laufen zumeist nicht mehr auf. Wurzeln, Wurzelhals, Keimstängel und z. T. erste Laubblätter werden durch Fraß beschädigt und in ihrer Funktion beeinträchtigt. Die erste Generation der Lupinenfliege befällt die Frühjahrssaaten, die für den Anbau zur Körnerproduktion ausgesät werden.	Frühe Sorten und frühe Aussaaten bleiben meist verschont. Saatgutbeizung.	SCHEIBE 1953; ZIEGENBEIN 1983; RODER 1990.
Bohnenfliege *Phorbia platura*	Die Bohenfliege befällt gelegentlich auch Lupinen. Die hier auftretenden Schäden durch *P. platura* sind sehr ähnlich denen der Lupinenfliege.	Frühe Sorten und frühe Aussaaten bleiben meist verschont. Saatgutbeizung.	BOCHOW 1974; SCHEIBE 1953; ZIEGENBEIN 1983; RODER 1990.
Gemeiner Lupinenrandkäfer *Sitona griseus*	Wird an allen drei Lupinenarten, insbesondere an *L. angustustifolius*, angetroffen. Junge Pflanzen zeigen einen charakteristischen Blattrandfraß, wobei die Blattränder gekerbt oder gebuchtet sind. An Wurzeln sind knöllchenartige Verdickungen als Folgeerscheinungen von Fraßschäden der im Wurzelbereich lebenden Larven zu finden. Bei Frühbefall können erhebliche Schäden verursacht werden.	Insektizideinsatz.	BOCHOW 1974; ZIEGENBEIN 1983; RODER 1990.
Großer Lupinenblattrandkäfer *Sitona gressorius*	*S. gressorius* kommt nur in wärmeren, südlichen Regionen an Lupinen vor.	Insektizideinsatz.	BOCHOW 1974; ZIGENBEIN 1983.
Schwarze Bohnenlaus *Aphis fabae*	Bisheriges, gelegentliches Auftreten nur auf alkaloidarmen Sorten der Gelben Lupine.	Insektizideinsatz.	ZIEGENBEIN 1983.
Grüne Weichwanze Familie Miridae	5 bis 6 mm groß, grünliches Aussehen mit bräunlichem Rückenschild; verursacht durchlöcherte, eingerollte und eingetrocknete, braune Blätter.	Bei starkem Befall Insektizideinsatz.	LWK HANNOVER 2000/2001.

Ernte

Die Abreife ist bei den Lupinenarten und -sorten ungleichmäßig. Zur Vermeidung von Vorernteverlusten müssen die Lupinenbestände zur Reife hin regelmäßig kontrolliert werden, um den Druschtermin besser einschätzen zu können. Die Weiße Lupine erreicht ihre Reife häufig 10 bis 14 Tage später als die Gelbe und Blaue Lupinen. Wenn es Probleme mit der Abreife der Lupinen geben sollte, sind Sikkationen erforderlich.

Die Lupinenernte sollte vorgenommen werden, wenn die Samen eine Erntefeuchte von 17 bis 18 % erreicht haben. Mit höheren Feuchtegehalten nimmt die physikalische Widerstandskraft ab; dabei treten durch Quetschungen des Embryos zumeist Keimfähigkeitsverluste auf. Infolge zu geringer Feuchtegehalte der Samen können auf Grund von Elastizitätsverlusten aber auch erntebedingte Beschädigungen der Samenschale (Mikrorissbildungen) oder ein höherer Anteil von Bruchsamen hervorgerufen werden. Zur Vermeidung weiterer Keimschäden ist zu beachten, dass beim Verladen des Erntegutes große Fallhöhen vermieden werden.

Die Ernte im Körnerlupinenanbau erfolgt heute bei Totreife im Mähdrusch. Die Ernte selbst findet Ende August bis Ende September mit modifizierten Mähdreschern (z. B. ohne Haspel) statt.

Aus qualitativen und hygienischen Gründen darf die dauerhafte Lagerung der Lupinen nur bei niedriger Kornfeuchte (12 bis 14 %) erfolgen. Dazu bedarf das Erntegut zumeist noch einer Nachtrocknung; dies geschieht bei Lupinen durch eine schonende Trocknung bei Temperaturen um 35 ^{0}C.

Die Sorten und Arten der Lupinen weisen ein unterschiedliches Ertragspotenzial auf. Blaue und Weiße Lupine haben wesentlich höhere Erträge als Gelbe Lupine. Spitzenerträge der Gelblupine liegen bei 25 dt/ha und während die der Weißen und Blauen Lupine 50 dt/ha und mehr je ha haben können (SCHEIBE 1953, BRINKMANN 1996; MÖLLER et al. 1997; PUDE 2001; SCHMIECHEN 2002; GFL 2003).

Literatur

AMELUNG, D. (1997): Anthraknose der Lupinen. Wie mit dieser Krankheit „leben“? Raps **15(4)**, S. 164 – 165.

AMELUNG, D. (1998): Zur Problematik der Anthraknose bei der Lupine. Vortrag im Symposium 50 Jahre Phytomedizin an der Universität Rostock Agrarwissenschaftl. Fakultät, Institut für umweltgerechter Pflanzenbau, Fachgebiet Phytomedizin am 10. bis 11. September 1998 Rostock, S. 171 – 177.

ANONYM (2001): Pflanzenkleber statt Gelatine. DLG-Mitteilungen, **5**, S. 8.

AUTORENKOLLEKTIV (1963): Kleine Enzyklopädie. Land – Forst·– Garten. Lupine. VEB Verlag Enzyklopädie Leipzig, 4. Aufl**.**, S. 68 – 69.

BECKER, K.; JOHN, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa. Schmalblättrige Lupine. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 119.

BOCHOW, H. (1974): Spezielle Krankheiten und Schädlinge der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung. Lupinen. In: M. KLINKOWSKI; E. MÜHLE, E.; REINMUTH und H. BOCHOW (1974): Phytopathologie und Pflanzenschutz. Akademie-Verlag Berlin, 2. Aufl., Bd. II, S. 562 – 574.

BOCHOW, H. (1983): Krankheiten und Schädlinge der Lupine. In: D. SEIDEL; T. WETZEL und H. BOCHOW (1983): Pflanzenschutz in der Pflanzenproduktion. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, S. 236 – 239.

BOMMES, CHR. (2003): Lupinen liefern hochwertiges Eiweiß. Land & Forst, **7**, S. 16 – 18.

BRINKMANN, J. (1996): Produktionskenngrößen, Leistungskenngrößen. Lupine. In: J. BRINKMANN und H. J. ABEL (1996): Potentiale und Perspektiven des Körnerleguminosenanbaus in Deutschland. UFOP-Schriften, Bonn, **3**, S. 40 – 42, 52 – 53, 60 – 73, 88 – 97.

BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT (BVL) (2003): Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis. Teil 1. 2003. Ackerbau, Wiesen, Weiden, Hopfenbau, Nichtkulturland. Saphir Verlag, Ribbesbüttel, 51. Aufl**.**, S. 1 – 364.

BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, WIEN (1994): Richtlinien für die Pflanzenschutzarbeit 1994. Lupinen. Pflanzenschutz, Fachzeitschrift f. Agrarw. Ernährung und Ökologie, Sonderheft, **1**, S. 47 – 48.

BUNDESSORTENAMT (2003): Beschreibende Sortenliste 2003. Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Hannover, S. 1 - 240.

DIEPENBROCK, W.; FISCHBEK. G.; HEYLAND, K.-U.; KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau. Lupinen (*Lupinus* ssp.). Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 3. Aufl., S. 237 – 242.

FEILER, UTA und NIRENBERG, HELGARD I. (2004): Anthraknose and Lupine. Teil 1: *Colletotrichum*-Befallsbilder bei den drei landwirtschaftlich wichtigen Lupinenarten *Lupinus albus, L. angustifolius* und *L. luteus*. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **56 (1)**, S. 1 – 8.

FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. Futterleguminosen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 6. Aufl., S. 400 – 402.

FREYER, B. (2003): Fruchtfolgen. Konventionell●Integriert●Biologisch. Lupinen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 73 – 74.

GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER LUPINE E. V. (G.F.L.), (2003): Lupinen. Verwertung und Anbau. Sdr. Herausg. Gesellschaft zur Förderung der Lupinen e. V., Rastatt, 4. Aufl., S. 1 – 32.

KERSCHBERGER, M.; SCHRÖTER, H. (2001): Erbsen kommen meist ohne Rhizobienimpfung aus. DLG – Mitteilungen, **4**, S. 70 – 71.

LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER (2000/2001): Pflanzenbau und Pflanzenschutz. Empfehlungen 2000/2001. Lupinen. Herausg. Landwirtschaftskammer Hannover, Druckerei Albrecht, Hannover, S. 202 – 204.

LÜHE, HELLA; JACKISCH, W. (2003): Hülsenfrüchte zur Auswahl. Bauernzeitung. Landwirtschaftliches Wochenblatt Mecklenburg-Vorpommern, **44 (3)**, S. 17 – 19.

MÖLLER, W.; SCHMIECHEN, U.; MAKOWSKI, N. (1997): Gelbe Süßlupine – Symbolpflanze der Sandböden. Raps **15(2)**, S. 76 – 78.

NIEPOLD, F. (2003): PCR-Nachweis des Erregers der Anthraknose (*Colletotrichum lupini*) der Lupinen. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. **55(2)**, S. 25 – 28.

PLARRE, W. (1999): Lupine. In E. R. KELLER; H. HANUS und K.-U. HEYLAND (1999): Handbuch des Pflanzenbaus. Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen, Bd. 3, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 689 – 710.

PUDE, R. (2001): Pflanzen für die Industrie. Pflanzen – Rohstoffe – Produkte. Proteinpflanzen. Lupine. Sdr. der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Gülzow, S. 35 u. 37.

RÖMER, P. (1985): Körnerleguminosen im Dornröschenschlaf. Haben Lupinen bei uns eine Zukunft? DLG – Mitteilungen **4**, S. 196.

RÖMER, P. (2003): Lupinenanbau mit Zukunft. Raps, **21 (1)**, S. 30 – 32.

RODER, W. (1990): Pflanzenschutz in der Landwirtschaft. Großkörnige Leguminosen, Hülsenfrüchte. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, S. 357 – 384.

SAUERMANN, W.; GRONOW, JUTTA (2003): Impfung mit Rhizobien und N-Spätdüngung zur Blauen Süßlupine. Raps, **21(1)**, S. 33 – 35.

SCHEIBE, A. (1953): Pflanzenbaulehre. Hülsenfruchtbau. Lupine. In: Th. ROEMER; A. SCHEIBE; J. SCHMIDT und E. WOERMANN (1953): Handbuch der Landwirtschaft **II**. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 2. Aufl., S. 302 – 306.

SCHMIECHEN, U. (2002): UFOP-Praxisinformation. Anbauratgeber Blaue Süßlupine. Sdr. Herausg. Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e. V., S. 1 – 10.

SNEYD, J. (1995): Alternative Nutzpflanzen. Lupinen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 47 – 59.

ZIEGENBEIN, GERDA (1983): Lupine. In: K. HEINZE (1983): Leitfaden der Schädlingsbekämpfung. Bd. III. Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau. Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, 4. Aufl., S. 408 – 416.

Sojabohne (*Glycine max*)

Die Sojabohne gehört zu den Hülsenfrüchten (*Leguminosae*) und zählt auf Grund ihres hohen Eiweiß- (40 %) und Fettgehalts (20 %) zu den bedeutendsten Nutzpflanzen der Welt. Überwiegend werden aus Sojabohnen Nahrungs- und Futtermittel gewonnen. Sojabohnen werden weltweit angebaut, während sie in Deutschland keine Bedeutung erlangt haben. Nur in Südwestdeutschland war und ist der Sojabohnenanbau noch sporadisch auf Versuchsflächen anzutreffen.

Die Samen der Sojabohne sind heute wirtschaftlich hochbedeutsame Roh- und Ausgangsmaterialien für die Öl- und Nahrungsmittelindustrie. Die vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten der Sojabohne können wie bei den Ackerbohnen und Erbsen auch auf dem Eiweißsektor im Nonfood-Bereich noch ausgedehnt und genutzt werden. Aus diesem Grund soll in dem vorliegenden Abschnitt der Anbau und Pflanzenschutz der Sojabohne erörtert werden (FRANKE 1997; SOLDATI 1999).

Verwendungszweck

Die Sojabohne ist sowohl eine eiweiß- als auch eine öllieferende Pflanze; aus ihr werden wertvolle Nahrungs- und Futtermittel hergestellt. Das Sojaöl gehört zu den halbtrocknenden Ölen und wurde in früheren Jahren u. a. in der Seifen-, Schmieröl- und Lackindustrie häufig verwendet. Heute finden höherwertige Öle wie z. B. Rapsöl in der Industrie Verwendung. Das Eiweiß ließe sich auch genauso wie das Eiweiß der Ackerbohne, Erbse und Lupine als Rohstoff in der chemischen Industrie nutzen. Aus Sojaeiweiß können neben Nahrungsmitteln auch Leim, Kleber, Bindemittel für Sperrholz, Kapselgehäuse für Pillen, biologisch abbaubare Wirkstoffe sowie Haft- und Härtemittel für die Papier- und Verpackungsindustrie hergestellt werden. Für die Kunststoffindustrie ist die Sojabohne ebenfalls recht bedeutsam geworden (FRANKE 1997, SOLDATI 1999; PUDE 2001).

Zur Botanik

Die Sojabohne (*Glycine max*) gehört innerhalb der *Leguminosae* zur Unterfamilie *Papilionatae* und hier zur Gattung *Glycine*. Die Sojabohne ist eine der ältesten Kultur- und Nutzpflanzen, die bereits ca. 2.700 Jahre vor Chr. in China angebaut wurde.

Unter den subtropischen Bohnen ist die Sojabohne auf Grund ihres hohen Eiweiß- (bis zu 40 %) und Fettgehalts (bis 20%) die bedeutendste Pflanze; sie ist eine einjährige Pflanze und ihr Habitus ähnelt dem der Buschbohne. Sie entwickelt eine lange Pfahlwurzel (bis zu 2m) mit vielen verzweigten Nebenwurzeln. An den Wurzeln werden beim Vorhandensein der spezifischen symbiotischen Bakterien (*Bradyrhizobium japonicum*) Knöllchen gebildet, mit deren Hilfe die Sojabohne in der Lage ist, den gesamten für die Pflanze benötigten Stickstoff aus der Luft aufzunehmen.

Die Stängel sind rundlich, aufrecht oder buschförmig verzweigt und bis zu 80 cm hoch. Im Gegensatz zu den sog. Buschtypen neigen die Stängeltypen leicht zum Lagern, ohne aber zu ranken. Mit Rücksicht auf die maschinelle Ernte eignen sich die Buschtypen auf Grund ihrer hochgestellten Verzweigung bzw. ihres bodenhohen Hülsenansatzes vornehmlich zur Körnergewinnung.

Die Laubblätter sind langgestielt, dreiteilig mit ausgeprägter Tag- und Nachtstellung; gegen Ende der Reifezeit fallen sie zumeist ab.

Die Blüten sind ganz kurz gestielt, sehr klein und weiß oder hellviolett; sie sitzen zu ein bis zwei in höheren Insertionen, auch zu mehreren blattachselständig. Die Sojabohne gilt als Selbstbefruchter; durch Insekten kommt auch Fremdbefruchtung vor.

Die Hülsen haben ein strohgelbes, hell- oder schwarzbraunes Aussehen; sie sind dicht behaart, ein- bis sechssamig und können bis 6 cm lang werden. Bei Kulturtypen platzen die Hülsen vor dem Mähdrusch kaum oder gar nicht auf.

Die Samen sind je nach Sorte häufig rund, rundoval oder nierenförmig, kugelig oder plattgedrückt. Sie können hellgelb, braun oder schwarz, auch gescheckt, außerdem glatt oder matt sein. Es gibt unter den Samen der Sojabohnen klein- und großkörnige Formen mit allen Mitteltypen, deren Tausendkornmassen (TKM) zwischen 80 und 500 g liegen. Bei deutschen Zuchtsorten reicht die TKM von 100 bis 180 g.

Die Sojabohne ist eine Kurztagpflanze, d. h. bei späterer Aussaat und daher längeren Tagen reagiert sie mit einem langsameren vegetativen Wachstum und verspäteter Reife oder reift gar nicht aus. Die Sojabohne erreicht ihre Reife, wenn sie ihre Blätter abwirft, worauf die nun blattlosen Pflanzen bei günstiger Reifewitterung noch schneller austrocknen. Heute erfolgt die Ernte der Sojabohnen mit dem Mähdrescher in der Totreife. Die Korn- bzw. Samenerträge schwanken erheblich; sie liegen bei ca. 35 dt/ha.

Die Samen haben einen Fettgehalt von 18 bis 20%. Das durch Pressung oder Extraktion gewonnene Öl enthält die essenziellen Fettsäuren Linolsäure (bis 57,8 %) und Ölsäure (bis 28,7 %), die einen besonderen ernährungsphysiologischen Wert aufweisen. Darüber hinaus hat die Sojabohne einen hohen Anteil Protein (bis 41 %), das insofern als vollwertig bezeichnet wird, da es einen hohen Gehalt (39 %) an essenziellen Aminosäuren enthält. Vitamin E und Phospholipide sind weitere besondere Inhaltsstoffe der Sojabohnensamen (SCHEIBE 1953; SCHUSTER 1992; FRANKE 1997; DIEPENBROCK et al. 1999; SOLDATI 1999).

Allgemeiner Anbau

Der Anbau der Sojabohne hat in Deutschland nie die Bedeutung erlangt, wie es in Asien, Süd- und Mittelamerika der Fall ist. Auf Grund ihrer hohen Klima- und Bodenansprüche sind die Anbaumöglichkeiten für die Sojabohne in Deutschland nur begrenzt.

Hinsichtlich ihrer Fruchtfolgestellung ist die Sojabohnen nicht so anspruchsvoll, sie stellt eine ausgezeichnetes Glied in der Fruchtfolge dar, indem sie die Getreidefruchtfolgen auflockert und die Bodenstruktur verbessert.

Klima / Boden

Die Wärmeansprüche der Sojabohne sind recht hoch; zur Keimung benötigt sie Bodentemperaturen zwischen 8 und 10 ^{0}C. Außerdem sind für ihre weitere Entwicklung hohe Wärmegrade, viel Licht und Sonneneinstrahlung zur Zeit der Blüte, des Hülsenansatzes und der Samenreife förderlich. Große Trockenheit sagt ihr nicht zu. Während der Blüte verträgt sie keine Niederschläge, begnügt sich aber mit hoher Luftfeuchtigkeit. In der Zeit der Samenbildung sind ausreichende Niederschläge und hinreichende Luftfeuchtigkeit für die Ertragsbildung wesentlich. Klimalagen mit hohen Sommertemperaturen und zugleich hohen Sommerniederschlägen sagen der Sojabohne am meisten zu. Dagegen mindern austrocknende Winde während der Samenbildung die Körnererträge erheblich. Gute Wein- und sichere Körnermaisanbauregionen wären auch gute Sojaanbaugebiete in Deutschland.

Die Sojabohne stellt an den Boden ebenfalls hohe Ansprüche. Für ihren Anbau kommen in erster Linie milde, leicht erwärmbare, humusreiche, neutral reagierende Böden in gutem Düngungs-, Kalk- und Kulturzustand in Frage. Leicht verkrustete Böden sind ebenso ungeeignet wie solche mit schlechter Wasserführung oder gar stagnierender Nässe. Feuchte Ackerlagen fördern für einen Sojaanbau zu sehr die Unkrautwüchsigkeit. Hinsichtlich der Bodengüte gilt die Sojabohne für anspruchsvoller als alle Phaseolus-Bohnen, Mais und Weiß-Lupine (SCHEIBE 1953; AUTORENKOLLEKTIV 1963; BERGER et al. 1999; DIEPENBROCK et al. 1999; FREYER 2003).

Vorfrucht / Fruchtfolge

Hinsichtlich der Fruchtfolgestellung gilt für die Sojabohne das Gleiche wie für die Buschbohnen; sie stellt keine besonderen Ansprüche. Eine volle Selbstverträglichkeit dürfte bei der Sojabohne wegen der Fußkrankheiten nicht vorliegen. Wegen der Gefahr des Auftretens von Pilzkrankheiten (*Sclerotinia sclerotiorum*, *Fusarium* spp.) sollte schon ein längeres Anbauintervall, von mindestens vier Jahren, eingehalten werden. Darüber hinaus ist darauf zu achten, dass ein entsprechend großes Anbauintervall auch gegenüber anderen Sclerotinia-anfälligen Kulturen – wie z. B. Raps, Sonnenblume – eingehalten wird.

Die Sojabohne wird nach Getreide angebaut, obwohl sie nach Hackfrüchten am besten gedeiht. Als Stickstoff-Sammler und Kulturpflanze mit einem äußerst großen Wurzelwerk stellt sie ein ausgezeichnetes Glied in der Fruchtfolge dar; sie lockert die Getreidefruchtfolge auf und verbessert zugleich die Struktur des Bodens (AUTORENKOLLEKTIV 1963; BERGER et al. 1999; DIEPENBROCK et al. 1999; SOLDATI 1999; FREYER 2003).

Bodenbearbeitung

Die Bodenbearbeitungen erfolgen ähnlich, wie sie beim Anbau der Erbsen durchgeführt werden. Nach der Herbstfurche sind alle Maßnahmen der Bodenbearbeitung mit Rücksicht auf die Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit vorzunehmen. Die Oberfläche wird gartenmäßig und unkrautfrei hergerichtet.

Der tiefe Mähdrusch bei der Ernte erfordert einen steinfreien Boden. Eine feuchte Bodenbearbeitung im Frühjahr soll unterbleiben, da die Sojabohnenpflanzen auf Verschlämmungen und Verkrustungen besonders empfindlich reagieren (WÜRFEL und HANSELMANN 1988; BERGER et al. 1999; DIEPENBROCK et al. 1999; SOLDATI 1999).

Sortenwahl

Die Zahl der Sojabohnensorten und -varietäten ist in der Welt sehr groß, während in Deutschland der Praxis nur zwei zugelassene Sojabohnensorten zur Verfügung stehen (BSA 2002, 2003). Der praktische Landwirt findet in der Beschreibenden Sortenliste vom BSA zwar einige Angaben über die Morphologie, über Ertrags- und Qualitätseigenschaften der beiden aufgeführten Sorten, jedoch wegen der geringen Anzahl der angebotenen Sorten kann er keine Auswahl treffen. Sollten Sorten aus primären Sojaanbauländern für ihren Anbau in Deutschland eingeführt werden, dann müssten sie gründlich auf ihre Anbaueignung geprüft werden. Entscheidend für einen Anbau einer Sojasorte sind die entsprechenden Anpassungsfähigkeiten hinsichtlich der Wärmeansprüche und photoperiodischen Reaktionen, Frühreife, Kältetoleranz, des hohen Ertrages, hohen Rohprotein- und Fettgehaltes, hohen Anteils an Methionin und Phospholipiden, der Mähdruscheignung (hoher Hülsenansatz, Standfestigkeit) sowie Krankheitsresistenz (SCHUSTER 1992; DIEPENBROCK et al. 1999; SCHORI et al. 2003).

Saat / Aussaat

Die Saatzeit der Sojabohne hängt von den örtlichen Bodentemperaturen ab. Unter Berücksichtigung ihrer hohen Keimtemperatur (6 bis 10 ^{0}C) kann die Sojabohne häufig erst Mitte April bis Anfang Mai ausgesät werden. Im Vergleich zu den Phaseolus-Bohnen verträgt die Sojabohne nach dem Aufgang ein bis zwei Kältegrade mehr; sie wird dann zwar etwas gelb, aber erfriert nicht. Hinsichtlich der Frostempfindlichkeit bestehen zwischen den Sojabohnensorten deutliche Unterschiede. Werden die Sojabohnen erst im Mai gesät, dann kann man nicht mehr mit hohen Erträgen rechnen.

Zur Aussaat kommen im Körneranbau 60 bis 90 kg Sojabohnen pro ha. Die Aussaatmenge schwankt und hängt im Wesentlichen von der Korngröße, Keimfähigkeit und Triebkraft ab. Bei der Aussaat der Sojabohne wird je nach Reifeklasse eine Bestandesdichte von 60 bis 100 Pflanzen/m^2 angestrebt. Für spätreifende Sorten gilt eher die geringere Pflanzenzahl. Das Saatgut wird in 2 bis 5 cm Bodentiefe abgelegt. Auf leichteren, schnell austrocknenden Böden ist es angebracht, den Samen bis auf 5 cm Tiefe auszusäen. Wichtig ist bei der Saat, dass die abgelegten Samen guten Anschluss an die feuchten Bodenschichten haben. Bei sehr trocknem Boden ist ein Anwalzen zu empfehlen. Die Aussaat selbst kann in der Drillsaat oder in der Einzelkornsaatablage erfolgen. Letztere hat in französichen Untersuchungen höhere Erträge gebracht. Engere Reihenabstände von 15 cm und mehr haben sich auf Grund der optimalen Standraumaufteilung für die Sojabohnenpflanzen besser bewährt, die letztendlich zu höheren Erträgen führte.

Beim Erstanbau der Sojabohnen ist eine Impfung des Saatgutes oder des Bodens mit Knöllchenbakterien (*Bradyrhizobium japonicum*-Stämmen) erforderlich (s. Düngung). Sollte das Saatgut gegen Auflaufkrankheiten gebeizt werden, dann muss in jedem Fall eine Bodeninfektion mit Knöllchenbakterien erfolgen (WÜRFEL und HANSELMANN 1988; BERGER et al. 1999; DIEPENBROCK et al. 1999; FREYER 2003; SCHORI et al. 2003).

Düngung

Nach amerikanischen und französischen Untersuchungen entzieht die Sojabohne (Samen und Stroh) bei einem Ertrag von 25 dt Samen/ha dem Boden etwa 225 kg N, 70 kg P_2O_5, 120 kg K_2O und 30 kg MgO pro ha Fläche. Der hohe N-Bedarf der Sojabohnen kann durch die Knöllchenbakterien, die den Luftstickstoff binden, gedeckt werden, wenn sie im Boden vorhanden sind. Bei einem Erstanbau der Sojabohnen ist besonderer Wert darauf zu legen, dass das Saatgut oder der Boden mit geeigneten Knöllchenbakterien beimpft werden. Ist die Impfung erfolgreich verlaufen, dann sollte grundsätzlich kein Stickstoff gegeben werden. Neben der eignen Versorgung mit N hinterlässt die Sojabohne auch der Fruchtfolge Stickstoff.

Direkt zur Sojabohne sollte man den Boden nicht kalken; für geordnete Kalkverhältnisse des Bodens ist bereits bei der Vorfrucht zu sorgen. Sojabohnen gedeihen am besten auf Böden mit neutralem pH-Wert.

Besonderer Wert ist bei der Düngung der Sojabohnen auf eine ausreichende Grunddüngung zu legen. In der Regel sind 60 bis 80 kg K_2O und 40 bis 60 kg P_2O_5 für gute Kornerträge ausreichend. Wichtig ist hierbei, die P_2O_5-Gaben in leichtlöslicher Form zu verabreichen, um dadurch die Reife der Sojapflanzen zu beschleunigen (WÜRFEL und HANSELMANN 1988; BERGER et al. 1999; DIEPENBROCK et al. 1999).

Pflege / Unkrautbekämpfung

Von großer Bedeutung ist im Sojabohnenanbau die Unkrautvernichtung bei der Saatbettbereitung. Blindeggen ermöglicht ein rechtzeitiges Krustenbrechen des Bodens, vermag auch die Bodenerwärmung zu fördern und damit den Aufgang der Sojabohnen zu beschleunigen. Die langsame Jugendentwicklung der Sojabohne macht stets baldige Pflegemaßnahmen nach ihrem Aufgang erforderlich. Um das Unkraut (Spätkeimer) zu bekämpfen, kann ein vorzeitiger Einsatz mit dem Striegel noch im Vier- bis zum Fünfblattstadium der Sojabohne vorgenommen werden. Bei einer Sojabohnenhöhe von über 12 cm ist die Kulturverträglichkeit bei den Pflegearbeiten stark gemindert.

Ein Großteil der Unkräuter lassen sich auch im Sojaanbau im Vorauflauf- und Nachauflaufverfahren mit schonenden Mitteln chemisch ausschalten. Zumal für die Sojabohne speziell nur ein Herbizid zugelassen ist (BVL 2003), sollte bei der chemischen Bekämpfung der Unkräuter der regionale Pflanzenschutzdienst zu Rate gezogen werden (WÜRFEL und HANSELMANN 1988; HARMUTH 1995; DIEPENBROCK 1999; SOLDATI 1999; SCHORI et al. 2003).

In den USA gibt es gentechnisch veränderte Sojabohnensorten, die herbizidtolerant sind. Durch den Anbau solcher Sojabohnensorten sind eine verbesserte Unkrautbekämpfung und eine Verringerung der Schäden durch eine hohe Kulturpflanzenverträglichkeit möglich. Die Effizienz des Sojaanbaues wäre damit verbessert (BDP 1998).

Nichtparasitäre Krankheiten

Was nichtparasitäre Krankheiten im Sojaanbau betrifft, sind Mangan- oder Eisenmangel die bekanntesten Beispiele. Auf sandigen, humusreichen Böden mit pH-Werten über 7,5 ist mit Mangan- oder Eisenmangel zu rechnen. Vor der Blüte treten auf den Blättern der Sojapflanzen chlorotische Verfärbung auf. Dabei bleiben die Blattadern zuerst noch grün; später folgen Nekrotisierungen und Absterben der Pflanzen. Diese Syptome sollten nicht mit einem N-Mangel verwechselt werden, denn hierbei würden auch die Blattadern vergilben. Akute Mangan- oder Eisenmängel lassen sich durch Blattdüngungen mit Mn-Sulfat- bzw. Fe-Sulfat-Spritzungen oder mit flüssigen Spurenelementendüngungen beheben. Eine Bodendüngung würde hier auf Grund der Elementenfestlegung wirkungslos bleiben (BERGER et al. 1999).

Pilzliche Krankheiten

Sojabohnen können von einer Reihe pilzlicher Schaderreger befallen werden (Tabelle 1). Zu den wirtschaftlich bedeutendsten Krankheiten zählen die Schaderreger *Sclerotinia sclerotiorum*, *Ascochyta sojaceola*, *Pythium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* sp., *Fusarium oxysporum*, *Peronospora manshurica*, *Botrytis cinerea* sowie *Colletotrichum dematium*. Bei der Keimung und beim Aufgang können die Sojabohnen durch einen Komplex von Schaderregern gefährdet werden. Bei starken Schäden ist ein Umbruch des Sojabohnenschlages erforderlich.

Der Befall mit *Sclerotinia sclerotiorum* kann nur durch eine vier- bis fünfjährige Anbauphase eingeschränkt werden.

Eine der häufigsten Blattkrankheiten im Sojaanbau ist der Falsche Mehltau (*Peronospora manshurica*), der durch seinen Blattbefall zu hohen Ertragsminderungen führt. Eine chemische Bekämpfung ist bei starkem Befall durchaus angebracht.

Die Anthraknose der Sojabohne (*Colletotrichum dematium*) ist eine Wurzel-, Stängel-, Blatt- und Hülsenkrankheit, die hauptsächlich in warmen Regionen vorkommt und dort durch Notreife hohe Ertragsausfälle verursacht. In Deutschland ist auf Grund des gemäßigten Klimas mit einem verstärkten Auftreten dieser Krankheit nicht oder kaum zu rechnen (BERGER et al. 1999).

Tab. 1: Pilzliche Krankheiten

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Keimlings- und Auflaufkrankheiten *Ascochyta sojaceola, Aspergillus* sp., B*otrytis cinerea, Fusarium* sp., *Pythium* sp., *Rhizoctonia solani, Slcerotinia sclerotiorum*	Lückiger Aufgang; Entwicklung der Keimpflanzen stark gehemmt; Keimblätter, Stängelgrund und Wurzeln mit dunkelbraunen Nekrosen, hervorgerufen durch Befall eines Erregerkomplexes. Die Ertragsausfälle können erheblich sein.	Weitgestellte Fruchtfolge; sorgfältige Saatbettvorbereitung. Verwendung gesunden, gebeizten Saatgutes. Frühzeitige Aussaat.	BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, WIEN 1994; BERGER et al. 1999.
Sclerotinia-Krankheit *Sclerotinia sclerotiorum*	Befallene Keimlinge weisen rötlich braune Flecke auf. Ältere Pflanzen sind welk und zeigen Sklerotien im Stängel. Samen sind stark geschrumpft, teilweise mit schwarzen Sklerotien besetzt.	Weitgestellte Fruchtfolge. Keine anderen Wirtspflanzen anbauen. Sortenwahl. Gesundes Saatgut verwenden. Unkrautbekämpfung stets durchführen. Nach der Ernte Pflanzenrückstände sorgfältig einarbeiten. Chemische Bekämpfung.	BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, WIEN 1994.
Fusarium-Wurzelfäule *Fusarium oxysporum*, und andere *Fusarium*-Arten	Wurzeln und basale Stängelteile weisen braune Flecke auf. Totalausfälle.	Weitgestellte Fruchtfolge. Sorgfältige Bodenbearbeitung bzw. Saatbettvorbereitung. Gesundes und gebeiztes Saatgut verwenden. Frühe Aussaat.	BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, WIEN 1994; BERGER et al. 1999.
Falscher Mehltau *Peronospora manshurica*	Im Frühstadium auf der Blattoberseite uncharakteristische, gelbgrüne Flecke, später dunkelbraune Flecke mit z. T. gelbgrünen Rändern. Eine der häufigsten Sojabohnenkrankheiten.	Sorgfältige Bodenbearbeitung bzw. Saatbettvorbereitung. Sortenwahl; gebeiztes Saatgut verwenden. Chemische Bekämpfung.	BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, WIEN 1994; BERGER et al. 1999.
Botrytis-Fäule *Botrytis cinerea*	Befallene Pflanzen haben vor der Ernte auf Stängeln und Hülsen graues Myzel; später werden schwarzglänzende Sklerotien ausgebildet. In feuchten und windgeschützten Lagen wird der Befall mit *B. cinerea* begünstigt.	Nach der Ernte die Pflanzenrückstände sorgfältig einarbeiten. Anbau von Sojabohnen möglichst weit entfernt von Flächen kranker Bestände des Vorjahres. Feuchte und windgeschützte Lagen vermeiden. Frühe Aussaat und frühe Ernte. Gesundes und gebeiztes Saatgut verwenden. Sortenwahl. Chemische Bekämpfung.	BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, WIEN 1994.

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Anthraknose *Colletotrichum dematium*	Bereits auf den Keimblättern schwarze, eingesunkene Flecke (Brennflecken); später treten schwarzstreifige Flecke auf Stängeln und Hülsen auf. Letztendlich werden auch Samen befallen; sie haben dann dunkle, häufig abgegrenzte Flecke mit teils schattenartigen Färbungen.	Weite Fruchtfolge. Nach der Ernte wendende Bodenbearbeitung. Sortenwahl. Gesundes und gebeiztes Saatgut verwenden.	BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, WIEN 1994.

Bakterien- und Viruskrankheiten

In Tabelle 2 sind die wichtigsten Bakterien- und Viruskrankheiten im Sojaanbau aufgeführt. Es sind dies die Bakterielle Blattdürre (*Pseudomonas glycinea*), die Bakterielle Pustelkrankheit (*Xanthomonas phaseoli* var. *sojensis*) und der Bakterienbrand (Wildfeuer; *Pseudomonas tabaci*), die in erster Linie durch weitgestellte Fruchtfolgen, Verwendung gesunden Saatgutes und sorgfältige Bodenbearbeitung nach der Ernte in Grenzen gehalten werden können.

Sojabohnen können auch von Viren befallen werden: Sojabohnenmosaik- und Gelbes Bohnenmosaik-Virus. Beide Viren werden in erster Linie von Blattläusen übertragen, die durch frühe Insektizidapplikationen zu bekämpfen sind.

Tab. 2: Bakterien- und Viruskrankheiten

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Bakterien			
Bakterielle Blattdürre *Pseudomonas glycinea*	Äußert sich anfangs in kleinen, wässerigen Flecken auf den Blättern, die später in braune, eckige, gelb umrandete Nekrosen übergehen. Die Blätter werden dürr und zerreißen.	Weite Fruchtfolge. Sorgfältige Saatbettvorbereitung.Gesundes Saatgut verwenden. Kulturarbeiten nicht während eines nassen Bestandes durchführen.	BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, WIEN 1994.
Bakterielle Pustelkrankheit *Xanthomonas phaseoli* var. *sojensis*	Ist an dunkelbraunen, hauptsächlich blattunterseits vorkommenden Pusteln zu erkennen (leicht zu verwechseln mit Rostpusteln). Letztendlich zerreißen die Blätter und fallen ab. Die Krankheit ist samen- und bodenbürtig.	Weite Fruchtfolge. Nach der Ernte sorgfältige (wendende) Bodenbearbeitung. Gesundes Saatgut verwenden. Kulturarbeiten nicht während eines nassen Bestandes durchführen.	BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, WIEN 1994.
Wildfeuer (Bakterienbrand) *Pseudomonas tabaci*	Äußert sich durch leuchtend gelbe Verfärbung ganzer Sojabestände. Später zeigen die Blätter nekrotische, braune Flecke mit gelbem Hof. Früher Blattfall, Notreife, infolgedessen große Ertragsausfälle. Die Krankheit ist samen- und bodenbürtig.	Weite Fruchtfolge. Sortenwahl. Gesundes Saatgut verwenden. Nach der Ernte (wendende) Bodenbearbeitung.	BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, WIEN, 1994.
Viren			
Sojabohnenmosaik Soybean mosaic virus SMV	Infizierte Pflanzen haben stark gekräuselte Blätter. Die Blattränder sind abwärts gebogen; die Spitzen zeigen wechselnde Aufhellungen mit Aderchlorosen. Befallene Pflanzen sind kleiner, haben verkürzte Internodien und verkümmerte Hülsen. Die Samen können gerollt sein und reifen später.	Virusfreies Saatgut aussäen; kleinsamige Sorten sind häufig weniger anfällig. Frühe Aussaat. Frühe Bekämpfung der Blattläuse.	SCHÜTTE 1983; BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, WIEN 1994; BERGER et al.

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
	Das Sojabohnenmosaik ist eine der bedeutendsten samenbürtigen Krankheiten im Sojaanbau. Die Krankheit wird auch durch Blattläuse (*Myzus persicae*) übertragen.		1999.
Gelbes Bohnenmosaik Bean yellow mosaic virus BYMV	Tritt nicht so häufig bei Sojabohnen auf. Befallene Pflanzen weisen langanhaltende Blattaderaufhellungen und vor allem (an jüngeren Blättern) gelbe, den Adern folgende Mosaikflecke auf, die später in Nekrosen übergehen. Als Vektoren kommen folgende Blattläuse in Frage: *Myzus persicae, Acyrthosiphon pisum, Macrosiphum euphorbiae* und *Aphis fabae*.	Frühe Bekämpfung der Blattläuse.	SCHÜTTE 1983.

Tierische Schädlinge

Bei einem verstärkten Sojaanbau ist mit einem zunehmenden Auftreten von Schädlingen zu rechnen. Es sind zumeist auch Schädlinge anderer Leguminosen, die im Sojaanbau auftreten. Dazu zählen die Ackerbohnen- und Erbsenkäfer, der Gestreifte Blattrandkäfer, die Grüne Erbsenblattlaus sowie Erbsen- und Frühjahrs-Ackerthripse (BERGER et al. 1999). Außerdem sind nach SCHÜTTE (1983) Spinnmilben der Art *Tetranychus atlanticus* für Sojabohnen gefährlich. Weiterhin können auch Raupen der Art *Heliothes armigra*, die hauptsächlich Tomaten, Mais und Baumwolle schädigen, Sojabohnen befallen. Distelfalter und der Große Kohlweißling sowie Nacktschnecken, Engerlinge und Drahtwürmer sind ebenfalls Schädlinge im Sojaanbau (KELLER et al. 1999). Bei einem verstärkten Auftreten dieser Schädlinge ist ein Insektizideinsatz erforderlich.

Ernte

Die Sojabohne erreicht ihre Reife, wenn sie ihre Blätter abwirft. Dann trocknen die blattlosen Sojapflanzen noch schneller aus. Die Ernte der Sojabohne erfolgt im Mähdrusch in der Totreife (im September bis Anfang Oktober). Dazu sollten die Samen zumindest eine Samenfeuchte von unter 20 % aufweisen. Dies ist beim Anbau in Baden-Württemberg nur schwerlich zu erreichen. Wegen des tiefen Ansatzes der untersten Sojabohnenhülsen muss das Mähwerk des Dreschers so niedrig wie möglich eingestellt werden. Der Mähdrusch erfordert daher einen trocknen, ebenen und steinfreien Boden des Sojabohnenfeldes. Um beim Drusch Samenverluste zu minimieren ist die Trommeldrehzahl des Mähdreschers auf 500 Umdrehungen pro Minute zu drosseln. Unmittelbar nach dem Mähdrusch ist das Erntegut zu reinigen und auf eine Feuchte von 12 bis 14 % herunter zu trocknen, um dadurch eine Fäulnis des Erntegutes vermeiden zu können.

Die Erträge der Sojabohne schwanken erheblich. Unter günstigen Bedingungen können Erträge bis zu 35 dt Samen pro ha erreicht werden (WÜRFEL und HANSELMANN 1988; DIEPENBROCK 1999; SCHORI et al. 2003).

Literatur

AUTORENKOLLEKTIV (1963). Kleine Enzyklopädie. Land – Forst – Garten. Sojabohne. VEB Enzyklopädie Leipzig, 4. Aufl., S. 67 – 68.

BERGER, H.; CATE, P.; KURTZ, E.; ZWATZ, B. (1999): Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge in Eiweiss- und Ölpflanzen. Sojabohne. Verlag Jugend & Volk GmbH, Wien, 3. Aufl., S. 26 – 30, 136 – 153.

BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT (BVL) (2003): Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis. Teil 1. 2003.- Ackerbau, Wiesen und Weiden, Hopfenbau, Nichtkulturland. Saphir Verlag, Ribbesbüttel, 51. Aufl., S. 1 – 364.

BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, WIEN (1994): Richtlinien für die Pflanzenschutzarbeit 1994. Sojabohnen. Der Förderdienst Fachzeitschrift f. Agrarwirtschaft, Ernährung und Ökologie, Sonderdruck, **1**, S. 45 – 47.

BUNDESSORTENAMT (2003): Beschreibende Sortenliste 2003. Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Hannover, S. 1 – 240.

BUNDESVERBAND DEUTSCHER PFLANZENZÜCHTER (BDP) (1998): Grüne Gentechnik. Informationen über Gentechnik im Pflanzenbau. Soja. Herausg. Centrale Marketing-Gesellschaft der Deutschen Agrarwirtschaft mbH, Bonn, S. 31.

DIEPENBROCK, W.; FISCHBECK, G.; HEYLAND, K.-U.; KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau. Sojabohne. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 3. Aufl., S. 242 – 250.

FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. Sojabohne. Georg Thieme Verlag, 6. Aufl., S. 142 – 144, 158 – 159.

FREYER, B. (2003): Fruchtfolgen.. Konventionell●Integriert●Biologisch. Soja. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 74.

HARMUTH, P. (1995): Ergebnisse von Pflanzenschutzversuchen zu nachwachsenden Rohstoffen aus Baden-Württemberg. In: R. MÜLLER, W. BURTH und G. BARTELS (1995): Pflanzenschutz bei nachwachsenden Rohstoffen in der Bundesrepublik Deutschland. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 35 – 60.

KELLER, E. R., HANUS, H., HEYLAND, K.-U. (1999): Handbuch des Pflanzenbaus. Band 3. Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen. Sojabohne. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 659 – 688.

PUDE, R. (2001): Pflanzen für die Industrie. Pflanzen – Rohstoffe – Produkte. Proteinpflanzen. Herausg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Gülzow, S. 35.

SCHEIBE, A. (1953): Hülsenfruchtbau. – Sojabohne. In: Th. ROEMER, A. SCHEIBE, J. SCHMIDT und E. WOERMANN (1953): Handbuch der Landwirtschaft II, 2. Auflage, Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg, S. 309 – 314.

SCHORI, A.; CHARLES, R.; PETER, D. (2003): Sojabohne: Züchtung, Agronomie und Produktion in der Schweiz. Agrarforschung **10(4)**, S. I – VIII.

SCHÜTTE, F.(1983): Sojabohne. In: K. HEINZE (1983): Leitfaden der Schädlingsbekämpfung. Bd. III. Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau. Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 4. Aufl., S. 729 – 736.

SCHUSTER, W. (1992): Ölpflanzen in Europa. Sojabohne. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main, S. 79 – 84.

SOLDATI, A. (1999): Sojabohne. In: E. R. KELLER; HANUS H. und K.-U. HEYLAND (1999): Handbuch des Pflanzenbaus. Knollen und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen Bd. 3, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 659 – 688.

WÜRFEL, TH.; HANSELMANN, K.-H. (1988): Sojabohne, neue Alternativfrucht für günstige Standorte? Erfahrungen und Empfehlungen für 1988. DLG – Mitteilungen **8**, S. 404 – 406.

Rübsen (*Brassica rapa* ssp. *oleifera*)

Der Rübsen ist ein älterer, naher Verwandter des Rapses; er ist die Ölpflanze der rauen Lagen und der ärmeren Böden. Der Anbau von Rübsen ist im Vergleich zum Raps auf Grund der geringeren Ölerträge ständig zurückgegangen.

Verwendungszweck

In Deutschland wird Rübsen hauptsächlich als Stoppelfrucht (Futter- und Gründüngspflanzen) und als überwinternde Zwischenfruchtpflanze angebaut. Erucasäurefreie Rübsensorten stehen der Praxis nicht zur Verfügung. Das in Deutschland gewonnene Rüböl ist nicht frei von Erucasäure- und Glucosinolatgehalten, daher ist es in erster Linie zu technischen und industriellen Zwecken zu verwenden, indem das Öl unter Erwärmen mit Schwefel zu einer – als Faktis bezeichneten – Masse vermischt wird, die als Füllmaterial des Kautschuks bei der Herstellung von Gummiwaren notwendig ist. Dem Öl des Rübsens wird auch Schmieröl zugesetzt oder es dient als Dieselöl (SCHUSTER 1992; FRANKE 1997).

Zur Botanik

Der Rübsen (*Brassica rapa* ssp. *oleifera*) ist mit dem Raps (*Brassica napus* ssp. *napus*) eng verwandt und sieht dem Raps auch sehr ähnlich. Der Rübsen hat ebenso wie der Raps eine Winter- und Sommerform. Auch das Wurzelsystem des Rübsens ähnelt dem des Rapses; es ist etwas dünner spindelförmig.

Die junge Pflanze der Winterform entwickelt zunächst eine flach am Boden liegende Rosette; in der darauf folgenden Vegetationszeit erreicht der Stängel eine Wuchshöhe bis zu 150 cm, während die Sommerform nur bis zu 80 cm hoch wird. Kurz vor der Blüte verzweigt sich der Stängel.

Die Blätter des Rübsens unterscheiden sich deutlich von denen des Rapses; sie sind behaart, grasgrün, stärker stängelumfassend und kurz gestielt.

Der Blütenstand ist eine zusammenhängende Traube, deren Blüten eine intensiv gelbe Färbung haben. Im Vergleich zum Raps überragen die bereits geöffneten Blüten die Blütenknospen. Die Antheren des Rübsens tragen an der Spitze keine roten Punkte,

Die schräg aufwärts neigenden Schoten enthalten kugelige, rotbraun gefärbte Samen, die gewöhnlich kleiner als die des Rapses sind. Die Tausendkornmasse (TKM) beträgt 2,0 bis 4,0 g während diejenige des Sommerrübsens noch niedriger ist (2,0 bis 3,5 g). Die Erträge und die Ölausbeute sind beim Rübsen geringer als beim Raps.

Die Vegetationszeit beträgt beim Winterrübsen 275 bis 290 Tage, während sie beim Sommerrübsen nur 80 bis 90 Tage dauert (SCHUSTER 1992; FRANKE 1997; DIEPENBROCK et al. 1999).

Allgemeiner Anbau

Rübsen nimmt von den Cruciferen als öllieferende Pflanze in Deutschland einen verschwindend kleinen Anbauumfang ein. Wo der Raps nicht mehr die Ansprüche hinsichtlich der Winterfestigkeit, Vegetationsdauer und der ärmeren Standorte erfüllt, kann der Rübsen durchaus noch angebaut werden. Allerdings sind seine Erträge und Ölausbeute geringer als diejenigen des Rapses (DIEPENBROCK et al. 1999).

Klima / Boden

Obwohl der Rübsen und der Raps im maritimen Klima am besten gedeihen, sind die Ansprüche des Rübsens an das Klima geringer als die des Rapses. Der Rübsen ist wenig frostempfindlich und kann noch in rauen Lagen angebaut werden, wo der Raps nicht mehr wächst (Lagen in Mittelgebirgen, in Gebieten mit kontinentalem Klima). Selbst starke bzw. hohe Schneebedeckungen kann der Winterrübsen länger aushalten als der Raps. Winterrübsen ist auch in der Lage, infolge seiner kürzeren Vegetationszeit die Winterfeuchtigkeit recht gut auszunutzen.

Winterrübsen gilt allgemein als winterhärter, so dass er auch noch in nördlichen Breiten angebaut werden kann. Unter noch ungünstigeren Bedingungen wie in Norwegen, Nordschweden und Finnland wird an Stelle des Winterrübsens und Sommerrapses der Sommerrübsen angebaut.

An den Boden stellen Winter- und Sommerrübsen ebenfalls geringere Ansprüche als der Raps. Je geringer der Boden ist, um so notwendiger ist es, dass der Raps vom anspruchslosen und frühreifen Rübsen abgelöst wird (AUTORENKOLLEKTIV 1963; BROUWER 1975; SCHUSTER 1992; ALSING et al. 1995; DIEPENBROCK et al. 1999).

Vorfrucht / Fruchtfolge

Rübsen ist wie der Raps nicht selbstverträglich; sein Anteil in der Fruchtfolge – einschließlich dem des Rapses – sollte 25 % nicht überschreiten. Rübsen bevorzugt gute Vorfrüchte; Winterrübsen kann aber auch noch nach Getreide (z. B. nach Roggen und Weizen) angebaut werden, da er später zur Aussaat kommt als der Raps.

Der Rübsen selbst hat einen recht passablen Vorfruchtwert: seine Wurzeln bewirken eine gute Krumendurchwurzelung; sie schließen den Untergrund auf und lockern einseitige Getreidefruchtfolgen auf. Allerdings kann er auch auf Grund seiner Frühreife und seiner langen Keimfähigkeit in nachfolgenden Früchten zu Durchwuchs führen. Geringe Beschattung des Bodens während der Abreife und der hohe Nährstoffbedarf mindern etwas den Vorfruchtwert des Rübsens (FREYER 2003).

Der Sommerrübsen zeichnet sich durch eine sehr kurze Vegetationszeit (80 bis 90 Tage) aus; aufgrunddessen besteht durchaus die Möglichkeit, ihn auch als Zweitfrucht z. B. nach Futterpflanzen und Frühkartoffeln anzubauen (FREYER 2003).

Bodenbearbeitung

Für die Vorbereitung des Bodens zur Aussaat des Winterrübsens steht im Allgemeinen genügend Zeit zur Verfügung, so dass ein gut abgesetztes und feinkrümeliges Saatbett hergestellt werden kann.

Um vom Sommerrübsen möglichst hohe Erträge zu erzielen, muss er im Frühjahr rechtzeitig ausgesät werden. Deshalb kommt nur ein im Herbst gepflügter Boden in Betracht, um im Frühjahr eine rechtzeitige Bodenbearbeitung zur Herstellung eines feinen Saatbettes durchführen zu können.

Sorten / Sortenwahl

In früheren Jahren gab es in Deutschland zugelassene Rübsensorten für den Ölfruchtanbau. Heute sind die zugelassenen Sommer- und Winterrübsensorten nur für die Grünnutzung und für den Zwischenfruchtanbau vorgesehen (BSA 2003). Die Praxis ist z. Zt. auf eingeführte Rübsensorten angewiesen. Eingeführte aber auch heimische Rübsensorten sollten vorher auf ihre Anbaueignung zur Ölerzeugung geprüft werden.

Saat / Saatmenge

Wird Rübsen sehr früh gesät, besteht die Gefahr des Überwachsens, so dass er während des Winters leicht abfrieren und ausfaulen kann. Die Aussaat des Winterrübsens erfolgt später, als es beim Raps der Fall ist, Anfang bis Mitte September. Dadurch wird es möglich, den Winterrübsen auch nach Erbsen und Getreide aussäen zu können.

Die Aussaat selbst wird mit der gleichen Drilltechnik vorgenommen, wie sie bei der Rapssaat üblich ist. Die Aussaatmenge beträgt etwa 7 kg/ha. Das Saatgut wird in einer Bodentiefe von 1 bis 2 cm und bei einer Reihenweite von 25 bis 30 cm abgelegt. Sommerrübsen ist im zeitigen Frühjahr (im März) mit einer etwas höheren Aussaatstärke (bis zu 10 kg) und in einer Bodentiefe von 1 bis 2,5 cm auszusäen.

Düngung

Falls Rübsen auf weniger gutem Boden angebaut wird, ist auch auf eine ausreichende Nährstoffversorgung zu achten. Die Nährstoffaufnahme des Winterrübsens unterscheidet sich von der des Winterrapses nur dadurch, dass sie entsprechend der späteren Aussaat später beginnt und infolge der früheren Ernte auch früher abschließt. Der Nährstoffentzug des Rübsens ist nach BROUWER (1976) bei einem Samenertrag von 16,5 dt/ha: 114 kg N; 52,5 kg P_2O_5; 140 kg K_2O; 171,0 kg Ca O und 16, 5 kg MgO/ha.

Gegen N-Mangel sind die Rübsenpflanzen in der Jugendentwicklung besonders empfindlich; hier kann mit 40 % geringerem Samenansatz gerechnet werden. Die N-Aufnahme läuft mit der Trockensubstanzbildung parallel. Zwischen steigender N-Aufnahme und Ertrag besteht eine positive Korrelation.

Eine Überdüngung mit N muss jedoch insofern vermieden werden, weil dadurch die Winterfestigkeit des Rübsens herabgesetzt wird. Es ist auch bei der N-Düngung des Rübsens zu beachten, dass sie nicht zu spät erfolgt; dies würde dann zur Senkung des Ölgehaltes führen (BROUWER 1976).

Der Mangel an P_2O_5 führt in der Zeit vom Aufgang bis zum Schossen des Rübsens zu starken Wachstumsdepressionen. Bei einer Rübsenernte von 25 bis 30 dt Samen je ha liegt der Entzug zwischen 40 bis 80 kg P_2O_5/ha (BROUWER 1976).

Der Hauptbedarf des Rübsens an K_2O ist zu Beginn der Blüte. Ein K_2O-Mangel würde beim Rübsen die Blütenanzahl vermindern und den Ölgehalt herabsetzen. Eine ausreichende K_2O-Düngung würde auch die Frostresistenz verbessern (BROUWER 1976).

Gegenüber der Bodensäure ist Rübsen sehr empfindlich. Bei Kalkmangel vergilben die Blätter und verfärben sich vom Außenrand her rot. Weiterhin folgt eine zunehmende Anfälligkeit für Krankheiten und Schädlinge. Die Bodenreaktion des Rübsensschlages sollte neutral bis schwach alkalisch sein. Durch eine Kalkdüngung kann der Ölgehalt erhöht werden (BROUWER 1976).

Der MgO-Mangel äußert sich in gelben Verfärbungen und fleckigen Aufhellungen der Blätter. Der größte Bedarf an MgO besteht während der Blüte und Kornausbildung. Eine Winterrapsernte entzieht dem Boden ca. 25 kg MgO/ha; dies dürfte auch beim Rübsen der Fall sein.

Der höchste Schwefelbedarf besteht z. Zt. des Schossens. Durch eine S-Düngung können die Erträge u. U. um 50 bis 100 % gesteigert werden und der Ölgehalt erhöht sich entsprechend. Da in Böden Schwefel vorhanden ist und Schwefel durch die Grunddüngung in den Boden gelangt, reicht häufig eine Düngung von 15 bis 35 kg S/ha aus (DIEPENBROCK et al. 1999).

Bei Bor-Mangel können bereits 10 bis 14 Tage nach dem Aufgang des Rübsens Wuchsdepressionen an den Pflanzen festgestellt werden. Ein schlechter Fruchtansatz deutet ebenfalls auf einen Bormangel hin. Häufig reicht schon eine Düngung von 100 bis 1000 g B/ha aus, um den B-Mangel zu beheben (BROUWER 1976).

Nichtparasitäre Krankheiten

Rübsen wird bei weitem nicht so durch nichtparasitäre Krankheiten in Mitleidenschaft gezogen wie der Raps. Obwohl der Rübsen robust und wenig frostempfindlich ist, kann er auch unter Witterungseinflüssen leiden (Tabelle 1). Nährstoffmangel kommt im Rübsenanbau nur selten vor.

Tab. 1: Nichtparasitäre Krankheiten

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Auswinterung	Nach ausgesprochen kalten Wintern können auch Rübsenpflanzen absterben; besonders gefährdet sind zu früh gesäte und vergeilte Bestände. Auf zu stark mit N versorgten Böden verlieren Rübsenpflanzen ihre Winterfestigkeit.	Keine frühe Aussaat. Anbau winterfester Sorten. Keine N-Überdüngung.	KIRCHNER 1974; BROUWER 1976; RODE 1990.

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Standorte mit stauender Nässe	Auf Standorten mit schlechter Wasserführung, wo Frost und Nässe häufig wechseln, sind üppige Rübsenbestände besonders durch Ausfaulen gefährdet.	Dränagesystem in Ordnung halten. Keine Dicksaat.	KIRCHNER 1974.
Hagel	Schäden durch Hagel werden an Rübsenpflanzen hervorgerufen, wenn Hagel in der Blüte stehende Felder trifft. Dabei werden vor allem die geöffneten Blüten vernichtet. Hagel an Schoten führen zu Wunden, Missbildungen sowie zu verstärktem Kohlschotenrüssler- und Pilzbefall.	Auswahl geeigneter Standorte. Hagelversicherung abschließen.	KIRCHNER 1974.
Physiologische Knospenwelke	Spätere Blüten- und Knospenanlagen vertrocknen und fallen unter Graufärbung ab. Schädigungen der Bestände können durch Schwankungen in der Wasser- und Nährstoffversorgung während des Schossens hervorgerufen worden sein. Vermutlich löst Wassermangel diese Erscheinungen aus.	Böden mit guter Wasserführung auswählen.	KIRCHNER 1974; BROUWER 1976; RODER 1990.

Pilzliche Krankheiten

Rübsen scheint trotz seiner Robustheit von pilzlichen Schaderregern nicht verschont zu bleiben. Nach AMELUNG (1995) können im Rübsenanbau Weißfleckigkeit (*Pseudocercosporella capsellae*), Weißstängeligkeit (*Sclerotinia sclerotiorum*), Verticillium-Welke (*Verticillium dahliae*), Grauschimmel (*Botrytis cinerea*) und Alternaria-Schwärze (*Alternaria alternata, A. brassicae, A. brassicicola*) eine wirtschaftlich größere Bedeutung haben. Außerdem gibt es noch eine Reihe von Pilzkrankheiten, die beim Rübsen nachgewiesen werden konnten und in Tabelle 2 mit aufgeführt sind.

Tab. 2: Pilzliche Krankheiten

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Kohlhernie *Plasmodiophora brassicae*	Befallene Pflanzen weisen an den Wurzeln Wucherungen auf, die die Entwicklung des Rübsens wesentlich stören und letztendlich zum Absterben der Pflanzen führen. Kohlhernie tritt überwiegend auf leichten Böden mit niedrigen pH-Werten auf; sie ist eine Fruchtfolgekrankheit mit einem größeren Wirtspflanzenkreis (Kohlarten, Unkräuter wie Ackerhellerkraut, Ackersenf, Hederich, Hirtentäschelkraut, aber auch Krambe, Leindotter u. a.).	Anhebung des Boden-pH-Wertes. Geordnete Fruchtfolge. Anbau resistenter Sorten.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Falscher Mehltau *Peronospora parasitica*	Diese Krankheit ist beim Rübsen nicht so häufig anzutreffen, dennoch soll sie hier dargestellt werden. Auf den Blättern junger Pflanzen bilden sich gelbe, diffuse Flecke; auf der Unterseite befindet sich grauweißer Pilzrasen. Später vertrocknen diese Flecke. Die befallenen Laubblätter sterben vorzeitig ab. Großflächiger Befall führt zum Absterben älterer Blätter; es kann auch zur Notreife kommen. Der Pilz überdauert als Oospore in abgestorbenen Pflanzenresten im Boden.	Sorgfältige Einarbeitung der Pflanzenrückstände. Saatgutbeizung. Fungizidapplikation.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Echter Mehltau *Erysiphe cruciferarum*	Ist auf Rübsen auch nicht so häufig zu beobachten; der Pilz bildet blattober- und unterseits weißliche Pilzrasen, die später die befallenen Blätter völlig überziehen; es kommt zur Verbräunung und Absterben des Blattgewebes. Das Gleiche geschieht auch an Stängelteilen.	Anbau wenig anfälliger Sorten. Fungizideinsatz.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Weißstängeligkeit *Sclerotinia sclerotiorum*	Infolge der Anbauausdehnung der Cruciferen kann die Weißstängeligkeit auch den Rübsen befallen. Diese Krankheit äußert sich am Stängel durch aufgehellte, weißliche, 10 bis 15 cm lang Zonen, in denen das Rindengewebe zerstört ist. Im Stängelinneren findet man weißliches Myzel mit dunkelbraun bis schwarz gefärbten Sklerotien. Befallene Triebe welken und sterben vorzeitig ab. Feuchte Witterung zur Blüte begünstigt die Infektion. Befallene Schoten verfärben sich schmutzig gelb und vertrocknen später. Sie enthalten zwischen den Rübsensamen schwärzliche Sklerotien (Mikrosklerotien). Vorzeitiges Aufplatzen führt zu erheblichen Ertragsausfällen.	Weite Fruchtfolge. Einsatz von Fungiziden. Beseitigung von Unkräutern (besonders Zwischenwirten). Biologische Bekämpfung mit dem Pilz *Coniothyrium minitans* ist möglich.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Wurzel- und Stängelfäule; Phoma-Krankheit *Phoma lingam*	Gegenüber *P. lingam* ist Rübsen nicht so anfällig wie der Raps. Die Krankheit äußert sich in Form dunkler, fleckiger Verfärbungen am Wurzelhals oder am Stängelgrund. Die Befallsstellen verkorken und vermorschen. Ein Befall mit Insekten (z. B. Rapserdfloh, Stängelrüssler-Arten) begünstigt die Wurzel- und Stängelfäule. Der Pilz hat einen relativ großen Wirtspflanzenkreis, der allerdings auf Kreuzblütlern beschränkt bleibt.	Sorgfältige Bodenbearbeitung und schnelles Unterpflügen von Pflanzenrückständen. In der Fruchtfolge keinen Rapsdurchwuchs dulden. Rapserdfloh und Stängelrüssler bekämpfen. Im Herbst und im Frühjahr Fungizideinsatz.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Alternaria-Schwärze *Alternaria alternata,* *A. brassicae,* *A. brassicicola*	Die Alternaria-Schwärze tritt zumeist in feuchten Jahren nach der Blüte und vor dem Abreifen des Rübsens auf. An Stängeln, Blättern und Schoten bilden sich schwarze, längliche Flecke. Als Folge des Befalls beginnen die Schoten zu schrumpfen und platzen auf. Der Ertrag kann dadurch erheblich beeinträchtigt werden.	Anbau wenig anfälliger oder toleranter Sorten. Fungizideinsatz.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Cylindrosporium-Weißfleckigkeit, Graufleckigkeit *Cylindrosporium concentricum*	Diese Krankheit tritt zumeist nach milden Wintern auf sowie nach häufigem Anbau von Cruciferen in der Fruchtfolge. Mit Beginn des Längenwachstums bilden sich auf den Blättern zunächst kleine, kreisförmig, weißlich gepunktete Flecke, die sich weiter ausdehnen und zusammenfließen. Das Blattgewebe bleicht aus und zeigt Risse; die Blätter verformen sich und schließlich brechen sie ab. Beim Zusammendrücken dieser Blätter ist ein metallisches Geräusch zu vernehmen. Stängelläsionen haben ein fleckenartiges, braunes Aussehen; die Rinde ist aufgerissen mit weißlichen Auflagerungen bei Feuchtigkeit. Bei starkem Befall können Knospen und Blüten verbräunen und vertrocknen.	Sorgfältige Einarbeitung der Ernterückstände. Bei zunehmendem Befall Fungizideinsatz.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Weißfleckigkeit *Pseudocercosporella capsellae*	In allen Entwicklungsstadien der Cruciferenpflanzen ruft der Pilz auf den Blättern kleine, 1 – 2 mm große Flecke mit grünbronzener Farbe hervor. Die Flecke dehnen sich und bleichen aus; sie erscheinen weißlich grau; zumeist sind sie von einem rötlichen oder bräunlichen Rand umgeben. Die Flecken können zusammenfließen. Das befallene Blatt stirbt letztendlich ab. Stängelbefall äußert sich in grau bis violett gefärbten Sprenkelungen, durchsetzt mit zahlreichen kleinen Zusammenballungen stromatischer Hyphengeflechte. Im unteren Stängelbereich können ausgedehnte Verbrennungen auftreten. Längere Regenperioden und Temperaturen zwischen 14 und 20 °C begünstigen die Krankheitsentwicklung.	Sorgfältige Einarbeitung der Ernterückstände. Bei zunehmendem Befall Fungizideinsatz.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Grauschimmel, Botrytis-Stängelfäule *Botrytis cinerea*	Mit einer Ausdehnung des Cruciferenanbaues bei hoher N-Düngung ist mit einer Zunahme der Botrytis-Stängelfäule zu rechnen; in dichten Beständen und in niederschlagsreichen Jahren tritt diese Krankheit besonders stark auf. Erste Symptome zeigen sich auf den Blättern als weißgraue, später mausgraue Myzelrasen; befallene Blätter sterben vorzeitig ab. Ähnliche Schadsymptome treten auch auf Stängeln auf, die später umbrechen. Der Erreger dieser Krankheit hat einen außergewöhnlich großen Wirtspflanzenkreis.	Sorgfältige Einarbeitung der Ernterückstände. Einsatz von Fungiziden.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Verticillium-Welke *Verticillium dahliae*	Gebietsweise, bei engen Fruchtfolgen, ist diese Krankheit häufig anzutreffen. Bei frühem Befall ist mit Ertragsminderungen zu rechnen. Der Befall äußert sich in einer nesterweisen, vorzeitigen Abreife. Die Stängel zeigen anfangs gelbliche Längsstreifen, die in rotbraune, stängelumfassende Verbräunungen übergehen. Später ist das Gewebe grau verfärbt, geschrumpft; die Stängelrinde kann sich ablösen. Im Stängel- und Markgewebe sind Mikrosklerotien nachzuweisen. Verfärbungen an den Hauptwurzeln; Seitenwurzeln sind vermorscht.	Weite Fruchtfolge. Anbau wenig anfälliger Sorten. Kein Rotkleeanbau. Sorgfältige Einarbeitung der Ernterückstände. Beseitigung von Unkräutern (Zwischenwirte).	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Rhizoctonia-Wurzelhals- und Stängelfäule *Rhizoctonia solani*	Infiziert die Sämlinge vor und nach dem Auflaufen. Die Pflanzen zeigen typische Symptome der Umfallkrankheit. Die Triebbasen faulen später. Die Wurzeln bleiben vom Pilz verschont. Das Symptom der Wurzelhals- und Stängelfäule wird häufiger beobachtet. Am Stängelgrund der Pflanzen bilden sich dunkelbraun geränderte, scharf begrenzte, breitflächige Läsionen mit hellgrauem Zentrum. Das Rindengewebe vermorscht. Der Erreger ist bodenbürtig	Einsatz von gebeiztem Saatgut.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Ringfleckenkrankheit *Mycosphaerella brassicicola*	In kühlen feuchten Gebieten tritt diese Krankheit schädigend auf, vor allem dort, wo der Cruciferen-Anbau vorherrscht. Der Erreger bildet auf Keim- und Laubblättern sowie auf Schoten braune, runde Flecke unterschiedlicher Größe; ältere Blätter sind am stärksten befallen. Es kommt zu den typischen Ringflecken mit chlorotischen Aufhellungen auf den Blättern. Pflanzenstängel zeigen ebenfalls große Läsionen mit brauner Umrandung und starkem Besatz mit Fruchtkörpern.	Weite Fruchtfolge. Fungizideinsatz.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.

Viruskrankheiten

Rübsen kann auch wie der Raps von verschiedenen Viren befallen werden. Dazu zählen das Kräuselmosaik-, Rapsmosaik- und das Senfmosaik-Virus. Im Herbst und im Frühjahr kann beim Rübsen das Kräuselmosaik-Virus (TCV) auftreten; es zeigt sich in einer deutlichen Mosaikfleckung beiderseits der Blattadern. Später weist der infizierte Rübsen Kräuselbildung auf. Eine starke Infektion führt zur Schosshemmung und zum Blütenknospenabfall. Blätter der Winterrübsenpflanzen können bereits nach dem Aufgang gelbrötliche Verfärbungen, Kräuselmosaik und Absterben der jüngsten Blätter aufweisen. Als Vektoren dieser Krankheit kommen in erster Linie Blattläuse in Frage, wie *Brevicoryne brassicae*, *Myzus persicae* u. a. Die Übertragung des Virus geht zumeist von erkrankten Kohl- und Kohlrübenbeständen aus; daher sollten entsprechende Anbauabstände eingehalten werden.

Das Rapsmosaik-Virus kommt auch beim Rübsen vor; es äußert sich in einem verteilten Mosaik über die ganze Blattfläche. Die infizierten Pflanzen weisen ebenfalls Kräuselungen und Wuchshemmungen auf. Als Erreger dieser Krankheit wird auch das Gurkenmosaik-Virus (CMV) genannt (HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999).

Beim Rübsen kann eine weitere Viruserkrankungen in Erscheinung treten; es verursacht Adernaufhellungen, Mosaikflecken und Wachstumshemmungen, wobei Samenertragsausfälle bis zu 70 % möglich sind. Als Erreger kommt hier das Kohlschwarzring-Virus (CBRV) in Frage.

Blütenvergrünung

Beim Rübsen kann auch wie beim Raps die Blütenvergrünung auftreten. Hierbei zeigen sich an den Blütenständen Deformationen, Zwergwuchs der Pflanzen und Gelbfärbungen der Blätter. Erreger dieser Krankheit sind Phytoplasmen (RODER 1990; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999).

Tierische Schädlinge

Hauptursachen der Ertragsunsicherheiten liegen sowohl beim Raps als auch beim Rübsen in der recht starken Gefährdung durch tierische Schädlinge. Obwohl der Rübsen etwas widerstandsfähiger als der Raps ist, leidet er doch auch stark unter dem Befall der Schadinsekten. Nach AMELUNG (1995) können die in Tabelle 3 aufgeführten Schadinsekten im Rübsenanbau gefährlich werden. Vor allem sind es Glanzkäfer (*Meligethes* spp.) und die Kohlschotenmücke (*Dasyneura brassicae*), die erhebliche Schäden hervorrufen können. Gebietsweise haben auch die Mehlige Kohlblattlaus (*Brevicoryne brassicae*) und die Rübsenblattwespe (*Athalia rosae*) eine wirtschaftliche Bedeutung erlangt. Die Bekämpfung der Schadinsekten ist im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes durchzuführen, wobei der Einsatz von Insektiziden nur unter Berücksichtigung der Schadschwellenwerte vorgenommen werden sollten.

Tab. 3: Tierische Schädlinge

Schädling	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Schadinsekten			
Schwarzer Kohlerdfloh *Phyllotreta atra,* *P. nigripes,* *P. undulata,* *P. nemorum*	Die Käfer rufen in erster Linie einen Fenster- und Lochfraß an den Blättern hervor; sie können auch einen Rand- und Schabefraß verursachen. Jungpflanzen werden bereits an den Keimblättern und am Hypokotyl befressen. *P. nemorum* vollführt einen Minierfraß in den Blättern, während *P. undulata* Wurzeln und Wurzelhals befrisst. Phyllotreta-Arten können phytopathogene Viren übertragen.	Frühe Aussaat. Saatgutbehandlung. Einsatz von Insektiziden während der Vegetation.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Rapsglanzkäfer *Meligethes aeneus*, andere Glanzkäfer der Gattung *Meligethes*	Zwischen den Blütenknospen fressen metallisch schwarzglänzende Käfer (Lochfraß); folglich fallen die befallenen Knospen ab. An Feldrändern ist der Befall besonders stark, so dass hier die Pflanzen leere Blütenstiele und verdrehte Schoten aufweisen.	Frühe Aussaat. Einsatz von Insektiziden (Behandlung der Feldränder).	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Gefleckter Kohltriebrüssler *Ceutorhynchus pallidactylus*	Ist weit verbreitet; er schädigt hauptsächlich Raps und Rübsen. Die Larven (4 bis 5 mm) wandern von den Blattstielen in das Mark der Triebe und schädigen durch Fraßgänge. Die Larven verlassen später die Triebe und verpuppen sich im Boden. Zur Zeit der Rapsreife schlüpfen die Jungkäfer, die in Feldrainen und Waldrändern überwintern.	Saatgutinkrustierung. Einmalige Insektizidapplikation zu Beginn des Schossens.	BÜCHS 1999; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Kohlschotenrüssler *Ceutorhynchus assimilis*	Der Kohlschotenrüssler ist ein 2,5 bis 3 mm großer schwarzgrauer Käfer der an Waldrändern überwintert. Bei Zunahme der Temperaturen etwa bis 10 ^{0}C werden Cruciferenpflanzen angefressen. Später zur Eiablage bohren die Käfer die Schoten an. Die Larven fressen die Samen aus. Die geschädigte Schote bleibt geschlossen. Der Kohlschotenrüssler ist der indirekte Wegbereiter für die weitaus gefährlichere Kohlschotenmücke.	Zur Bekämpfung können Insektizide appliziert werden.	BÜCHS 1999; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Kohlgallenrüssler *Ceutorhynchus pleurostigma*	Macht seine Entwicklung an Cruciferen durch. Der Befall äußert sich durch Bildung einer Galle am Wurzelhals oder an der Hauptwurzel, deren Inneres von der Larve aufgefressen wird. Kräftige Pflanzen verkraften eine größere Zahl von Gallen ohne Wuchsstörungen. Die Verpuppung der Larven erfolgt in Erdkokons.	Fruchtwechsel. Saatgutinkrustierung.	PAUL 1988; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Kohlschotenmücke *Dasyneura brassicae*	Die Kohlschotenmücke verursacht bei Cruciferen erhebliche Schäden. Durch Abgabe toxischer Stoffe und Saugtätigkeit in den Schoten schädigen sie die Samen und die Schoten selbst, so dass sie vorzeitig aufplatzen und abfallen. Mehrere Generationen pro Vegetationszeit.	Während der Blüte kann die Applikation mit Insektiziden erfolgen.	BÜCHS 1999; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.

Schädling	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Mehlige Kohlblattlaus *Brevicoryne brassicae*	An Cruciferen bilden sich an den Befallsstellen weißliche, unregelmäßige Flecke; außerdem verkrümmen sich Blätter, wobei sich die Blattränder nach unten rollen. Massenhafte Besiedelung durch Blattläuse, deren abgeworfene Häute und Honigtau die befallenen Pflanzenteile bedecken. *B. brassicae* kann in trocknen Jahren an den Pflanzen größere Schäden hervorrufen, die aber beim Rübsen nicht zu großen Ertragseinbußen führen müssen.	Es können Insektizide eingesetzt werden.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Großer Kohlweißling *Pieris brassicae*	Hat eine weite Verbreitung; Raupe (bis 40 mm lang) ist gelblich grau bis grünlich grau und schwarz bepunktet. Die Raupen vollziehen an Cruciferen einen Skelettierfraß, wodurch große Schäden entstehen können. Die Überwinterung erfolgt als Puppe an Mauern, Zäunen u. a. Die Falter erscheinen im Mai und legen ihre Eier (bis 500) auf wilde Kreuzblütler, Durchwuchsraps u. a. Bei recht hoher Temperatur (+23 ^{0}C) schlüpfen die Raupen bereits nach 1 ½ Wochen.	Es können Insektizide eingesetzt werden.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Kleiner Kohlweißling *Pieris rapae*	Ähnelt dem des Großen Kohlweißlings; er hat nur eine geringere Größe. Die Raupe (bis 30 mm lang) lebt einzeln auf wilden Kreuzblütlern; sie hat ein samtartig mattgrünes Aussehen mit gelben Mittelstreifen. Der Schaden besteht in einem Loch- und Skelettfraß an den Blättern. *P. rapae* hat zwei Generationen im Jahr.	Wie der Große Kohlweißling, so kann auch der Kleine Kohlweißling chemisch bekämpft werden.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Rapsweißling *Pieris napi*	Tritt auch an anderen Kulturcruciferen auf; er ähnelt in Größe und Färbung dem Kleinen Kohlweißling, unterscheidet sich durch gelbe Hinterflügel; seine Raupe (bis 30 mm lang) ist grün gefärbt und hat zahlreiche weiße Warzen mit dunklen Punkten. Der Fraß der Raupe gleicht dem von *P. rapae*.	Seine Bekämpfung entspricht der des Großen und Kleinen Kohlweißlings.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Rübsenblattwespe *Athalia rosae*	Ist weit verbreitet; die Larve (16 bis 18 mm lang) hat ein raupenähnliches Aussehen. Sie verursacht einen Fensterfraß. Ältere Larven rufen einen Loch- und Skelettfraß hervor. Das Schadbild ähnelt dem von *Pieris brassicae*. Bei Kahlfraß ist mit Ertragseinbußen zu rechnen.	Bekämpfung mit chemischen Mitteln möglich.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Blattstielminierfliege *Phytomyza rufipes*	Ist die an Raps und Rübsen am häufigsten vorkommende Minierfliege; ihre Larven (bis 6 mm lang) minieren in den Blättern des Rübsens. Die Blätter vergilben und welken vorzeitig. Gangminen laufen an den Gefäßbündelsträngen entlang und sind bis in den Blattstiel zu beobachten.	Bekämpfungsmaßnahmen sind nicht bekannt.	SCHÜTTE 1983.

Schädling	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Kleine Kohlfliege *Delia radicum*	Ihre Larven (bis 10 mm lang) fressen im Wurzelbereich und schädigen hauptsächlich die äußeren Wurzelzonen. Es werden alle Cruciferen befallen. *D. radicum* ist ein ausgesprochener Kohlschädling.	Beregnete Felder werden weniger geschädigt. Saatgutinkrustierung. Chemische Bekämpfung mit Insektiziden ist möglich.	SCHÜTTE 1983; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Große Kohlfliege *Delia floralis*	Die Larven (bis 12 mm lang) sind glänzend weiß; befallen werden alle Cruciferen; sie fressen ebenfalls in den äußeren Wurzelzonen; Kümmerwuchs möglich. *D. floralis* ist ebenfalls ein ausgesprochener Kohlschädling.	Chemische Bekämpfung mit Insektiziden ist möglich.	SCHÜTTE 1983; HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Nematoden			
Kohlzystenälchen *Heterodera cruciferae*	Das Weibchen bildet an den Wurzeln von Cruciferen zitronenförmige Zysten (0,5 mm lang). Bei starkem Befall kommt es zu Wuchshemmungen.	Weite Fruchtfolge.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.
Schnecken			
Ackerschnecken *Deroceras* spp.	Ackerschnecken treten in Jahren mit sehr feuchter Witterung auffallend in Erscheinung. Die Blätter werden durch Fenster-, Loch- und Blattrandfraß geschädigt. Stärkere Adern bleiben zumeist verschont. Schäden durch Schnecken treten besonders auf Feldschlägen mit schweren Böden auf.	Bekämpfung durch Einsatz von Ködermitteln, Branntkalk u. a.	HOFFMANN und SCHMUTTERER 1999.

Ernte

Eine zu frühe Beerntung des Rübsens führt zur Senkung des Ertrages und zur Minderung des Fett- bzw. Ölgehalts. Der Rübsen ist reif, wenn die Samen in der Schote eine braun-rotbraune, aber auch sortenbedingt gelbe Färbung annehmen. Die Ernte des Rübsens wird in der Vollreife vorgenommen, damit der Ertrag und die Qualität des Erntegutes gesichert ist. Die Ernte erfolgt etwa 14 Tage früher als beim Raps; sie liegt termingünstig vor der Getreidernte. Die Rübsenernte wird vollmechanisiert im Mähdrusch durchgeführt. Die Sorten zeigen auf einzelnen Standorten und von Jahr zu Jahr unterschiedliche Leistungen. Beim Winterrübsen ist der Ertrag (20 bis 30 dt Samen/ha) etwas geringer als beim Winterraps. Vom Sommerrübsen werden noch geringere Erträge (10 bis 20 dt Samen/ha) erwartet. Unmittelbar nach der Ernte wird der Rübsen gereinigt und auf 9 % Feuchtigkeit heruntergetrocknet.

Literatur

ALSING, I.; FRIESECKE, H.; GUTHY, K.; ROßBAUER, G.; RUHDEL, J.; SCHLAGHECKEN, J.; SCHNEIDER-BÖTTCHER, I. (1995): Lexikon Landwirtschaft. Rübsen. Verlags Union Agrar. BLV Verlagsgesellschaft München, 3. Aufl., S. 566 – 567.

AMELUNG, D. (1995): Schaderreger in Sommerölkulturen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310,** S. 61 – 72.

AUTORENKOLLEKTIV (1963): Kleine Enzyklopädie. Land – Forst – Garten. Rübsen. VEB Verlag Enzyklopädie Leipzig, 4. Aufl., S. 72 – 73.

BROUWER, W. (1976): Handbuch des Speziellen Pflanzenbaues. – Raps und Rübsen. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Bd. II, S. 388 – 495.

BÜCHS, W. (1999): Raps. Tierische Schädlinge. In: BÄRBEL SCHÖBER-BUTIN, V. GARBE und G. BARTELS (1999): Farbatlas Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 106 – 116.

BUNDESSORTENAMT (2002): Beschreibende Sortenliste 2002. Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Deutscher Landwirtschaftsverlag, Hannover, S. 1 – 260.

BUNDESSORTENAMT (2003): Beschreibende Sortenliste 2003. Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Deutscher Landwirtschaftsverlag, Hannover, S. 1 – 240.

DIEPENBROCK, W.; FISCHBECK, G.; HEYLAND, K.-U.; KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau. Rübsen. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 3. Aufl., S. 260.

FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. Rübsen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York, 6. Aufl., S. 159 – 161.

FREYER, B. (2003): Fruchtfolge. Konventionell●Integriert●Biologisch. Raps, Winterrübsen, Sommerrübsen, Gelbsenf, Weißer Senf. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 66 – 69.

HOFFMANN, G. M.; SCHMUTTERER, H. (1999): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an Landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Cruciferen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2. Aufl., S. 437 – 508.

KIRCHNER, H.-A. (1974): Krankheiten und Schädlinge von Raps, Rübsen und Senf. In: M. KLINKOWSKI, E. MÜHLE, E. REINMUTH und H. BOCHOW (1974): Phytopathologie und Pflanzenschutz Bd. II. Krankheiten und Schädlinge landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Akademie-Verlag, Berlin, 2. Aufl., S. 440 – 466.

RODER, W. (1990): Pflanzenschutz in der Landwirtschaft. Kreuzblütige Ölfruchtpflanzen (Raps, Rübsen, Weißer Senf). Deutscher Landwirtschafsverlag Berlin, S. 321 – 340.

SCHUSTER, W. (1992): Ölpflanzen in Europa. Rübsen. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main, S. 28 – 31.

SCHÜTTE, F. (1983): Ölfrüchte. In: K. HEINZE (1983): Leitfaden der Schädlingsbekämpfung. Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau. Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, Bd. III, 4. Aufl., S. 681 – 736.

Krambe, Meerkohl (*Crambe abyssinica*)

Krambe wurde bereits in den 50er und 60er Jahren in Mitteldeutschland angebaut. Im Mittelpunkt ihrer Nutzung stand und steht heute wieder die Verwertung in der Oleochemie. Das Öl weist einen hohen Gehalt an Erucasäure auf.

Verwendungszweck

Nach TROEGEL und KLAUS (1997) eignet sich Krambe eher als Lieferant für Erucasäure als Raps. Die Krambesamen haben einen Ölgehalt von über 34 % und dieses Öl enthält bis zu 60 % Erucasäure. Auf Grund ihres hohen Erucasäuregehaltes könnte die Krambe zum Konkurrenten des Industrierapses werden. Das Öl der Krambe hat ca. 10 % mehr Erucasäure als das Rüböl aus den sog. alten Rapssorten. Die Erucasäure ist ein vielseitiger Rohstoff, der sich industriell im großen Umfange nutzen lässt: Als Zwischenrohstoffe für chemische Prozesse der Erdölförderung (zur Verminderung der Kristallisation des Erdöls in den Leitungen), als Weichmacher für Kunststoffe, zur Schmierölherstellung, zur Herstellung pharmazeutischer Erzeugnisse, zur Papierherstellung und als Schaumbremser in Waschmitteln. Auf Grund der vielfältigen Verwendung der Erucasäure stieg das Interesse an der nachwachsenden Rohstoffpflanze Krambe (RÖBBELEN 1993; KLAUS 1995 ; TROEGEL und KLAUS 1997; PUDE 2001).

Zur Botanik

Die Krambe (*Crambe abyssinica*) gehört zu den Kreuzblütlern (*Cruciferae*) und ist eine Sommerkultur; sie stammt aus dem Mittelmeergebiet. Doch ihr Name *Crambe abyssinica* deutet nach RÖBBELEN (1993) auf das abessinische Mannigfaltigkeitszentrum hin. Ihr Anbau ist in allen Teilen Europas, aus Afrika, dem Nahen Osten, aus Zentralasien, Ostasien und Südamerika bekannt.

Krambe ist eine Staude, die eine Höhe von 120 cm erreicht und deren Vegetationszeit 110 bis 120 Tage beträgt. Die Frucht ist eine zweigliedrige Schote, von der sich nur ein Glied als fruchtbar herausbildet. Sie entwickelt runde Samen, deren TSM ist mit 6,5 bis 7,5 g wesentlich höher als beim Raps.

Unter günstigen Bedingungen können von der Krambe bis zu 42 dt Samen/ha geerntet werden. Die Samen enthalten im Durchschnitt 40 bis 50 % Rohfett. Das Krambeöl weist einen Erucasäureghalt von 55 bis 62 % auf, der wesentlich höher ist als bei anderen Ölpflanzen in der gemäßigten Zone (MEIER ZU BEERENTRUP 1986; SCHUSTER 1992; RÖBBELEN 1993; TROEGEL und KLAUS 1997; DIEPENBROCK et al. 1999; PUDE 2001; ANONYM 2002).

Allgemeiner Anbau

Die Sommerölfrucht Krambe kann ähnliche Samenerträge wie der Öllein und der Leindotter erreichen, jedoch im Vergleich zum Winterraps ist ihre Ertragsleistung geringer. Aus diesem Grund wird die Krambe in der Bundesrepublik Deutschland nur wenig angebaut.

Klima / Boden

Ein wesentliches Problem bei Krambe stellt häufig der unbefriedigende Feldaufgang dar, der meistens auf die Empfindlichkeit gegen zu feuchte und kühle Witterungsbedingungen zur Aussaat zurückzuführen ist. Temperaturen von über 7,5 bis 14 ^{0}C bewirken einen wesentlich besseren Aufgang als niedrigere Temperaturen (TROEGEL und KLAUS 1997). KAHNT (1995) fand heraus, dass Krambe für ihre späte Entwicklung keine allzu hohen Temperaturansprüche stellt; bei feuchtkühler Witterung gedeiht sie in Baden-Württemberg recht gut.

Die Standortansprüche von Krambe sind relativ gering. Diese Crucifere kann noch auf solchen Böden wachsen, wo sich lukrative Marktfrüchte wie Winterraps nicht mehr erfolgreich anbauen lassen; in Thüringen sind es Feldschläge mit Ackerzahlen von unter 30, während es in Mecklenburg-Vorpommern Böden mit Ackerzahlen bis zu 46 sind, auf denen ein ansprechender Krambeanbau möglich ist.

In niederschlagsärmeren Lagen bevorzugt die Krambe nährstoffreiche, mittelschwere Böden mit guter Wasserführung. Auf staunassen Böden reagiert sie dagegen mit hohen Ertragsdepressionen (TROEGEL und KLAUS 1997; DIEPENBROCK et al. 1999; TROEGEL 1999; ANONYM 2002).

Vorfrucht / Fruchtfolge

Wie bei allen Cruciferen sollte der Krambeanbau auch nur alle vier Jahre in der Fruchtfolge erfolgen, um die Anreicherung des Bodens mit pilzlichen und tierischen Kreuzblütler-Schädlingen (Schaderregern) zu vermeiden.

Gute Vorfrüchte für Krambe sind Kartoffeln, Futterkulturen, Körnerleguminosen und Gemüsekulturen. Getreide eignet sich nur bedingt als Vor- und Nachfrucht. Zucker- und Futterrüben sind als Vorfrüchte abzulehnen, da die Krambe die Vermehrung des Rübennematoden begünstigt. Krambe selbst besitzt einen guten Vorfruchtwert, da sie den Boden – ähnlich wie der Raps – gut durchwurzelt und beschattet (DIEPENBROCK et al. 1999; PUDE 2001; KLAUS et al. 2002; FREYER 2003).

Bodenbearbeitung

Für die Bodenbearbeitung zum Krambeanbau gelten die gleichen Regeln wie für die Rapssaat. Aus der jeweiligen Vorfrucht ergibt sich die durchzuführende Bodenbearbeitung. In erster Linie gilt es hier den Unkrautdruck durch eine sorgfältige Bodenbearbeitung nach der Vorfrucht zu beseitigen. Nach KLAUS et al. (2002) wird häufig eine Herbstfurche vorgenommen. Wegen ihres hohen Wasserbedarfs während der Keimung und der Jugendentwicklung müssen die Arbeitsgänge zur Saatbettvorbereitung wassersparend durchgeführt werden. Hinsichtlich der Unkrautbekämpfung ist das Saatbett – ähnlich wie zu Zuckerrüben – vorzubereiten; es muss ein feinkrümeliges, gut abgesetztes Saatbett auf gut befahrbarenem Boden sein (KLAUS et al. 2002).

Saat / Aussaat

Die Aussaat der Krambe sollte erst erfolgen, wenn der Boden sich über 7,5 ^{0}C erwärmt hat; besser sind über 10 ^{0}C. In Norddeutschland wird die Krambe Ende März/Anfang April gesät. Zur Aussaat kommen 300 Samen/m^2. Das Saatgut ist gegen Auflaufkrankheiten und -schädlingen zu beizen und wird in einer Bodentiefe von 1 bis 2 cm abgelegt.

Um eine optimale Bestandesdichte im Krambeanbau erreichen zu können (150 bis 250 Pflanzen/m^2), ist ein Feldaufgang mit einer Keimpflanzenanzahl bis zu 250 je m^2 Fläche anzustreben, wobei 15 bis 20 kg Krambesamen/ha zu säen sind (TROEGEL und KLAUS 1997, 1999).

Düngung

Was die Ernährung der Krambe betrifft, gedeiht sie am besten bei einem Boden mit neutralem pH-Wert. Bei ausreichender Versorgung des Bodens mit Phosphor, Kalium und Magnesium (Gehaltsklasse C) besteht kein Grunddüngungsbedarf. Bei einem Ertragsniveau von 25 bis 30 dt/ha können nach KLAUS et al. (2002) Entzugswerte von 40 kg P_2O_5/ha, 100-150 kg K_2O/ha und 20 kg MgO/ha zu Grunde gelegt werden.

Die Krambe hat einen wesentlich höheren N-Bedarf als Leindotter (KAHNT 1995). Auf Basis von Exaktversuchen empfehlen TROEGEL und KLAUS (1997) im Krambeanbau N-Düngergaben von 90 bis 120 kg N/ha zu verabreichen. Einschließlich N_{min} sollten 140 bis 180 kg N/ha zur Verfügung stehen. Die Ausbringung der N-Düngung erfolgt am besten kurz nach der Aussaat. Höhere N-Gaben brachten keine signifikanten Ertragssteigerungen. Eine Teilung hatte keinen Einfluss auf den Ertrag. Zu geringe N-Düngungen auf leichten Böden wirkten sich negativ auf den Ertrag der Krambe aus, während sich in Thüringen auf besseren Böden eine niedrige N-Düngung als ausreichend erwies.

Unkrautbekämpfung

Das Hauptproblem beim Krambeanbau kann in den norddeutschen Bundesländern die starke Verunkrautung der Feldschläge werden. Dies führt zu Qualitätsminderungen auf Grund von Verunreinigungen des Erntegutes mit Unkrautsamen. Des Weiteren erschwert die Spätverunkrautung erheblich die Ernte und verursacht hohe Kosten bei der Trocknung und Reinigung der geernteten Samen.

Mechanische Maßnahmen – Blind- und Bestandesstriegeln – sind möglich. Chemische Unkrautbekämpfung kann im Vorsaatverfahren mit Einarbeitung von Herbiziden erfolgen. Hier besteht allerdings noch großer Bedarf an Herbizidversuchen. Ansatzweise konnten in Thüringen Herbizidapplikationen mit Erfolg durchgeführt werden. Es gibt wirksame Herbizide mit guter Kulturartenverträglichkeit, die im Krambeanbau auch eingesetzt werden können (TROEGEL und KLAUS 1997; DIEPENBROCK et al. 1999; KLAUS et al. 2002; BVL 2003).

Pilzliche Krankheiten

Über die Notwendigkeit von Pflanzenschutzmaßnahmen gegen Pilzkrankheiten im Krambeanbau liegen keine oder nur wenige Erfahrungen vor. Trotz alledem ist auf pilzliche Schaderreger für Cruciferen zu achten. Es ist zu erwarten, dass bei einem umfangreichen Krambeanbau auch Krankheiten anderer Cruciferen auftreten, die der Krambe gefährlich werden können. AMELUNG (1995) hat eine ganze Reihe von Pilzkrankheiten, die im Krambeanbau in Frage kommen können, aufgelistet:

- Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae*),
- Weißrost (*Albugo candida*),
- Falscher Mehltau (*Peronospora parasitica; P. crambes*),
- Echter Mehltau (*Erysiphe polygoni*),
- Weißstängeligkeit (*Sclerotinia sclerotiorum*),
- Rost (*Puccinia trabutii [Aecidium crambes]*),
- Alternaria-Schwärze (*Alternaria alternata, A. brassicae, A. brassicicola*),
- Grauschimmel (*Botrytis cinerea*),
- Chromelosporium-Stängelfäule (*Chromelosporium fulvum*),
- Fusarium-Fuß- und Welkekrankheiten (*Fusarium acuminatum; F. avenaceum, F. culmorum, F. equiseti, F. oxysporum, F. redolens, F. solani, F. sulphureum*),
- Verticillium-Welke (*Verticillium dahliae*),
- Ringfleckenkrankheit (*Ascochyta crambes, Asteromella brassicae, Mycosphaerella brassicicola*).

Der überwiegende Teil der aufgelisteten Pilzkrankheiten kommt auch im Rapsanbau vor. Daher sind Diagnosen und Empfehlungen zu den Bekämpfungsmaßnahmen aus dem Abschnitt „Raps“ in MIELKE und SCHÖBER-BUTIN (2002) zu entnehmen.

Nach AMELUNG (1995) sowie TROEGEL und KLAUS (1999) sind Weißstängeligkeit, Alternaria-Schwärze und Grauschimmel häufig in Krambebeständen zu beobachten; alle drei Krankheiten können dort erhebliche Schäden verursachen. Mit den im Raps zugelassenen Fungiziden ist es möglich, die o. a. Pilzkrankheiten zu bekämpfen.

Tierische Schädlinge

Nach AMELUNG (1995) kann Krambe auch von tierischen Schädlingen, die im Raps vorkommen, befallen werden; allerdings haben diese bislang nur eine geringe Bedeutung gehabt.

Zu den tierischen Schädlingen im Krambeanbau gehören:

- Rapsglanzkäfer (*Meligetes aeneus*),
- andere Glanzkäfer (*Meligetes* spp.),
- Schwarzer Kohlerdfloh (*Phyllotreta atra, P. nigripes, P. undulata, P. nemorum*),
- Zweifarbiger Blattkäfer (*Gastroidea polygoni*).

Bei einem verstärkten Krambeanbau ist damit zu rechnen, dass die angeführten und andere Schädlinge mit aller Wahrscheinlichkeit zunehmen werden. Die Erfahrungen aus dem Rapsanbau sollten dann schon genutzt werden.

Ernte

Die Krambe erreicht ab Ende Juli bis Mitte August ihre Reife; die Druschreife tritt etwa 35 bis 45 Tage nach Blühende ein. Wenn der optimale Erntezeitpunkt bei der Krambe verpasst wird, dann besteht Ausfallgefahr und darüber hinaus sind hohe Feuchten des Erntegutes nicht auszuschließen (MAKOWSKI 2000). Die Ernte der Krambe erfolgt wie beim Raps im Mähdrusch. Dazu sind beim Mähdrescher der Rapsvorsatz einzusetzen, die Fahrgeschwindigkeit entsprechend zu wählen sowie Seitenmesser und Schnitthöhe einzustellen. Unmittelbar nach dem Drusch ist das Erntegut zu trocknen und zu reinigen.

Die Erträge der Krambe fallen von Standort zu Standort und von Jahr zu Jahr unterschiedlich hoch aus. Die Erträge liegen bei 15 bis 30 dt Krambesamen/ha. In der Universität Göttingen wurden bereits 1985 in Versuchen mit *C. abyssinica* 42 dt Samen je ha erzielt (MEIER ZU BEERENTRUP 1986; DIEPENBROCK et al. 1999; TROEGEL und KLAUS 1999; KLAUS et al. 2002).

Literatur

AMELUNG, D. (1995): Schaderreger in Sommerölkulturen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 61 – 72.

ANONYM (2002): Krambe. *Crambe abyssinica* L. Steckbrief Internet http://www.inavo.de/Deutsch/Kulturpf./Krambe/Krambe.htm, S. 1 – 3.

BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT (BVL) (2003): Pflanzenschutzmittel-Verzeichnis. Teil 1. 2003. Saphir-Verlag, Ribbesbüttel, 51. Aufl., S. 1 – 364.

DIEPENBROCK, W.; FISCHBECK, G.; HEYLAND, K.-U., KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau. Crambe. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 3. Aufl., S. 306 – 307.

FREYER, B. (2003): Fruchtfolgen. Konventionell●Integriert●Biologisch. Crambe. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 70.

KAHNT, G. (1995): Erfahrungen mit dem Anbau von Sommerölkulturen unter den Anbaubedingungen Süddeutschlands. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 73 – 78.

KLAUS, M. (1995): Untersuchungen zum Anbau von Krambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) als nachwachsender Rohstoff. Vortrag, III. Rapskolloquium Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern am 23. u. 24. Nov. 1995 in Futterkamp.

KLAUS, M.; TROEGEL, TH.; MAKOWSKI, N.; GRAF, T.; VETTER, A. (2002): Anbauempfehlungen für Krambe in Deutschland. Herausg. Landesforschungsanstalt f. Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern. Internet 15.12.2002; S. 1 – 12.

MAKOWSKI, N (2000): Ölfrüchte. Krambe. In: N. LÜTKE ENTRUP und J. OEHMICHEN (2000): Lehrbuch des Pflanzenbaues. Bd. 2. Kulturpflanzen. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen, S. 548 – 550.

MEIER ZU BEERENTRUP, HANNA (1986): Identifizierung, Erzeugung und Verbesserung von Einheimischen Ölsaaten mit ungewöhnlichen Fettsäuren. Diss. Universität Göttingen, 1986, S. 1 – 69.

MIELKE, H.; SCHÖBER-BUTIN, BÄRBEL (2002): Pflanzenschutz bei Nachwachsenden Rohstoffen. Zuckerrübe, Öl- und Faserpflanzen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **391**, S. 1 – 95.

PUDE, R. (2001): Pflanzen für die Industrie. Pflanzen – Rohstoffe – Produkte. Krambe. Sdr. Herausg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Gülzow, S. 12.

RÖBBELEN, G. (1993): Eine Chance für Crambe? Agrar – Übersicht **2**, S. 66 –67.

SCHUSTER, W. H. (1992): Ölpflanzen in Europa. Krambe. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main, S. 50 – 52.

TROEGEL, TH.; KLAUS, M. (1997): Krambe statt Eruca-Raps? Industrie-Rohstoff. DLG-Mitteilungen **7**, S. 49 – 51.

TROEGEL, TH.; KLAUS, M. (1999): Anbauprogramm Krambe 1999. Sdr. Herausg. Landesforschungsanstalt f. Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, S. 1 – 2.

Leindotter (*Camelina sativa*)

Bevor der Leindotter – im engeren Sinne Saat-Leindotter (*Camelina sativa*) – züchterisch bearbeitet wurde, war er eine gefürchtete Unkrautbegleitpflanze im Leinanbau. Leindotter ist zu einer ölliefernden Kulturpflanze geworden. Das Leindotteröl ist auf Grund des hohen Gehalts an γ-Linolensäure – ähnlich wie Leinöl – im industriellen Bereich verwendbar. Durch den Anbau von Leindotter kann die Anzahl landwirtschaftlicher Nutzpflanzen auf leichten Böden durchaus erweitert werden (SCHUSTER 1992; MAKOWSKI und KLOSTERMANN 1995; MAKOWSKI und DWORZAK 1996).

Verwendungszweck

Leindotter wird wegen seines hohen Ölgehalts im Samen (35 – 45 %) angebaut. Das Öl weist verschiedene Fettsäuremuster auf: 40 % γ-Linolensäure, 20 % Linolsäure, 20 % Eicosensäure, 16 % Ölsäure und 3 % Erucasäure. Das Öl des Leindotters eignet sich auf Grund des hohen Anteils an Eicosen- und γ-Linolensäuregehalten nicht als Speiseöl für die menschliche Ernährung; es findet wegen seines scharfen Geschmacks ausschließlich im Nonfood-Bereich seine Anwendung. Das Leindotteröl wird zur Herstellung von Lacken und Farben verarbeitet, wobei das aus den Samen gepresste trocknende Öl in Mischungen mit Leinöl als Anstrichöl verwendet wird. Des Weiteren lässt sich das Leindotteröl auf Grund seines hohen Gehalts an γ-Linolensäure zur Herstellung von kosmetischen Ölen, Cremes, Lotionen und Seifen verarbeiten. Seit Menschengedenken dient Leindotteröl als Lampenöl; außerdem eignet es sich vergleichsweise gut als Kraftstoff für pflanzenöltaugliche Motoren. Leindotteröl kann durchaus zu Biodiesel (Methylester) verarbeitet werden (SCHUSTER 1992; DAEBLER 1995; DIEPENBROCK et al. 1999; PUDE 2001; ANONYM 2002; MATTHÄUS 2002).

Geschichtliches

Beim Leindotter kann man auf eine lange Geschichte seiner Inkulturnahme zurückblicken. Seit vorgeschichtlichen Zeiten war *C. sativa* – wie bereits erwähnt – als gefürchtete Begleitpflanze (Unkraut) im Leinanbau in Europa und Asien vorgekommen. Durch natürliche und künstliche Auslese wurde aus diesem „Unkraut“ eine Kulturpflanze, die im Ackerbau weit verbreitet war. Eine größere landwirtschaftliche Nutzung des Leindotters fand bis in das 15. Jahrhundert statt; danach ist sein Anbau zurückgegangen. In Osteuropa scheint der Leindotter heute noch eine Bedeutung zu haben; in Deutschland ist er dagegen – außer in botanischen Gärten – in der Landwirtschaft nicht zu finden. Als Versuchspflanze wird Leindotter neuerdings zu industriellen Verwendungszwecken im geringen Umfang wieder angebaut (VON BOGUSLAWSKI 1953; SCHUSTER 1992; DIEPENBROCK et al. 1999; MATTHÄUS 1999; PUDE 2001).

Zur Botanik

Die Gattung *Camelina* umfasst nach Schuster (1992) fünf Arten, von denen sich *Camelina sativa* als einzige zu einer Kulturpflanze entwickelt hat. Der Leindotter (*Camelina sativa*) gehört zur Familie der Kreuzblütler (*Cruciferae*) und ist botanisch mit dem Raps verwandt.

Vom einjährigen Leindotter gibt es analog zum Raps eine Sommer- und eine Winterform. In der Regel kommt meistens die sommerannuelle Form mit einer relativ kurzen Vegetationszeit (100 bis 110 Tage) vor. Die Pflanze bildet 30 bis 120 cm hohe Stängel aus, die im oberen Drittel verzweigt sind; ihre Wurzeln sind dünn und spindelförmig. Am Stängel wachsen wechselständig ungeteilte, lanzettförmige Blätter mit einem gestreiften bis gezähmten Rand.

Von Mai bis Juli bildet der Leindotter seine Blütenstände aus; es sind lockere Trauben mit kleinen, hell- bis dunkelgelben Blüten. Die Blütezeit dauert 20 bis 30 Tage. Beim Leindotter herrscht meist Selbstbefruchtung vor.

Die spitz auslaufenden Schoten sind auffallend kurz (7 bis 10 mm), kapselartig und birnenförmig ausgebildet; sie haben 8 bis 18 Samen, die zur Reife ein keilförmiges bis langovales, hell- bis rotbraunes Aussehen aufweisen. Die Tausendkornmasse (TKM) der Samen beträgt 0,8 bis 2,1 g. Der Leindotter hat auf lehmigem Sand ein höheres Ertragspotenzial als die Sommerölfrüchte Sommerraps, Sommerrübsen, Weißer Senf, Öllein und Krambe (VON BOGUSLAWSKI 1953; KÖRBER-GROHNE 1988; SCHUSTER 1992; MAKOWSKI und KLOSTERMANN 1995; DIEPENBROCK et al. 1999; MATTHÄUS 1999; PUDE 2001; MAKOWSKI und PSCHEIDL 2003).

Allgemeiner Anbau

Auf Sandböden könnte der Leindotter eine beachtenswerte Alternative zum Roggenanbau werden.

Klima / Boden

Der Leindotter stellt während seiner Vegetationszeit nicht so hohe Ansprüche an die Witterung wie andere Sommerölfrüchte; er gedeiht bei relativ trockener Witterung noch recht gut. In seinen bescheidenen Standortansprüchen ist der Leindotter dem Lein ähnlich. Der Leindotter ist eine anspruchslose, robuste Pflanze, die selbst auf leichteren Bodenarten (wie z.B. Sandböden), wo andere Sommerölfrüchte ihre Wachstumsschwierigkeit haben, noch mit Erfolg angebaut werden kann. Auf leichteren Standorten ist der Leindotter eine echte Alternativpflanze zum Getreide oder zum Raps; während er auf schweren Tonböden und in nassen Lagen missrät (VON BOGUSLAWSKI 1953; KÖRBER-GROHNE 1988; SCHUSTER 1992; HONERMEIER und AGEGNEHU 1994; KAHNT 1995; MAKOWSKI und KLOSTERMANN 1995; MAKOWSKI und DWORZAK 1996; DIEPENBROCK et al. 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER 2001; MAKOWSKI und PSCHEIDL 2003).

Vorfrucht / Fruchtfolge

Der Leindotter ist nicht selbstverträglich und darf auch nicht nach anderen Kreuzblütlern in der Fruchtfolge stehen. Alle anderen Kulturen würden sich als Vorfrüchte für den Leindotteranbau eignen. Sonst stellt der Leindotter bezüglich der Vorfrucht keine großen Ansprüche, nur muss die Vorfrucht den Boden unkrautfrei hinterlassen (BECKER-DILLINGEN 1928; DIEPENBROCK et al. 1999; MAKOWSKI 2000).

Bodenbearbeitung

Hinsichtlich der Bodenbearbeitung stellt Leindotter höchste Ansprüche. Wie alle Ölfrüchte verlangt der Leindotter einen gartenmäßig, gut vorbereiteten, feinkrümeligen Boden (MAKOWSKI und PSCHEIDL 2003).

Sortenwahl

Die Züchtung stellt der Praxis vom Bundessortenamt zugelassene Leindottersorten (Sommer- und Winterformen) für den Anbau zur Verfügung.

Saat / Aussaat

Das überaus kleine Samenkorn des Leindotters mit einer TKM von 0,7 bis 2,1 g verlangt eine gleichmäßige Samenablage bis maximal 1 cm Tiefe. Daher ist es angebracht, ein besonders feines Saatbett – entsprechend dem des Leins – für die Aussaat vorzubereiten. Da der Leindotter spätfrostverträglich ist, kann die Aussaat so früh wie möglich – März/April – erfolgen. Leindotter wird in einer Aussaatmenge von 4 bis 6 kg Samen/ha ausgesät. Ein Anwalzen der Saat auf leichten Böden ist ratsam. Von weiten Reihenabständen, wie es in früherer Zeit gehandhabt wurde, ist abzuraten, da Leindotter auf Eggen und Striegeln empfindlich reagiert. Der Leindotter wird heute bei Reihenweiten von 12 bis 20 cm ausgedrillt, so dass 400 bis 800 Körner bzw. Samen/m^2 zur Aussaat kommen. Es sollte eine Pflanzendichte von 400 Pflanzen/m^2 ausgestrebt werden (HONERMEIER und AGEGNEHU 1994; MAKOWSKI und KLOSTERMANN 1995; MAKOWSKI und DWORZAK 1996; DIEPENBROCK et al. 1999; MAKOWSKI und PSCHEIDL 2003).

Düngung

Der Leindotter verträgt keine hohen N_{min}-Rückstände von der Vorfrucht im Boden. Auf Grund der Lagergefahr ist es in Güllebetrieben ratsam, Leindotter nicht anzubauen.

Bei maximalem Samenertrag von 30 dt/ha sind N-Gaben von 30 bis 60 kg N/ha (Sollwert) für den Leindotter ausreichend. Eine zu hohe N-Düngung würde den Ölgehalt drastisch senken (KAHNT 1995). Der Grundnährstoffbedarf für den Leindotteranbau liegt bei 75-90 kg P_2O_5; 120-140 kg K_2O/ha und 25-40 kg MgO/ha (DSV 2002). Inwieweit Schwefel im Leindotteranbau eine Rolle bei der Nährstoffversorgung spielt, ist nicht bekannt (MAKOWSKI und PSCHEIDEL 2003). In jüngerer Zeit verabreichen Saatzuchten im April etwa 48 kg S/ha (DSV 2003).

Leindotter im Mischanbau

Auf leichten Standorten ist der Leindotter im Vergleich zu anderen Sommerölfrüchten ertragsüberlegen. MAKOWSKI (2001) hat erfolgreiche Untersuchungen zum Mischanbau „Leindotter mit Erbsen" für die Tierernährung und für den ökologischen Landbau durchgeführt, wobei durch den Mischanbau höhere Erträge als bei den Reinsaaten erzielt wurden. Hier stellt sich nun die Frage: eignet sich ein Mischanbau „Leindotter und Erbsen" auch zur Erzeugung nachwachsender Rohstoffe, die industriell genutzt werden können? Es ist durchaus denkbar, dass Leindotter als öllieferende und Erbse als eiweißliefernde Pflanze im Mischanbau auf Grund der höheren Erträge, wegen des geringeren Düngerbedürfnisses und der geringen Beeinträchtigungen durch Krankheiten und Schädlinge auch für den Nonfood-Bereich neue erfolgsversprechende Anbaumöglichkeiten in Gebieten mit leichten Böden böte. Für den Mischanbau ist die gleichmäßige Abreife der Partner eine Voraussetzung; obwohl der Leindotter auf Grund seiner relativ hohen Platzfestigkeit nicht zu nennenswerten Vorernte- und Ernteverlusten neigt. Das Erntegut müsste allerdings vor der Verarbeitung kostengünstig fruchtartenspezifisch in jeweils Eiweiß- und Ölfrüchte getrennt werden. Dies dürfte im Reinigungsprozess keine Probleme bereiten.

Pflege / Unkrautbekämpfung

Eine gezielte Unkrautbekämpfung ist bei der gering bodendeckenden und konkurrenzschwachen Kulturpflanze Leindotter eine Grundvoraussetzung für den Anbau. Im Leindotteranbau sind mechanische Pflegemaßnahmen möglich. Bislang gibt es für den Leindotteranbau zwei amtlich zugelassene Herbizide (BVL 2003).

Leindotter leidet unter Unkrautdruck. Zwar ist die Bodenbedeckung beim Leindotter etwas höher als beim Lein; dafür ist seine Jugendentwicklung, insbesondere bei der Winterform, sehr langsam und seine eigentliche Wuchsphase setzt erst im Frühjahr ein.

Trotz seines ausgeprägten Pfahlwurzelsystems ist von mechanischen Pflegemaßnahmen beim Leindotter abzuraten, da er auf Eggen und Striegeln empfindlich reagiert. Im Leindotteranbau sind keine Vorauflaufmittel-Einsätze angebracht, da dann in der Bestandesdichte hohe Pflanzenverluste auftreten können (GRAF und VETTER 1995). Die im Raps gebräuchlichen Nachauflaufherbizide werden sowohl von der Winter- als auch von der Sommerform des Leindotters toleriert. Herbizidapplikationen dieser Mittel sind im Nachauflauf ohne Schäden möglich (PATSCHKE und DIBBERN 1995; MAKOWSKI und DWORZAK 1996).

Pilz- und Bakterienkrankheiten

Leindotter ist von Natur aus relativ gesund und robust; er weist kaum Krankheiten auf. Da aber die Ausbreitung von Krankheiten wesentlich durch den Umfang der jeweiligen Kulturpflanzen beeinflusst wird, sind noch spezifische phytosanitäre und phytopathologische Untersuchungen notwendig. Bei einem verstärkten Anbau des Leindotters kann nach AMELUNG (1995) mit einer Reihe von Krankheiten, wie sie in Tabelle 1 aufgeführt sind, gerechnet werden. Es sind Krankheiten, die zum großen Teil auch im Anbau anderer Ölfrüchte vorkommen.

Bei Untersuchungen von Leindotter auf pilzliche Krankheiten konnte FÖLLER (2001) feststellen, dass bei den verwendeten Sorten deutliche Unterschiede in ihrer Anfälligkeit gegenüber dem Falschen Mehltau beobachtet wurden. Zwei Leindottergenotypen zeigten sogar eine deutliche Resistenz. Die in Deutschland zugelassenen Leindottersorten erwiesen sich aber gegen *Peronospora parasitica* als anfällig. Durch den Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln konnte die gleiche Autorin die Infektion mit Falschem Mehltau stark reduzieren.

Nach AMELUNG (1995) sowie AMELUNG et al. (1995) wird der Leindotter am meisten durch Grauschimmel und durch die Weißfleckigkeit geschädigt. Letztere tritt auch auf Winterleindotter auf. Im Gegensatz zu den Symptomen am Raps sind hier die Blattflecken nicht weiß, sondern hellbraun, gleich groß und mit gelber Umrandung. Bei befallenen Blättern ist in kurzer Zeit eine Schädigung festzustellen; sie fallen ab und die Pflanzen verkahlen.

Tab. 1: Pilzliche Schaderreger

Kohlhernie (*Plasmodiophora brassicae*)
Weißrost (*Albugo candida*)
Falscher Mehltau (*Peronospora camelina*)
Echter Mehltau (*Erysiphe polygoni*)
Weißfleckigkeit (*Pseudocercosporella capsellae*)
Grauschimmel (*Botrytis cinerea, Fusarium* sp.)
Verticillium-Welke (*Verticillium dahliae*)
Rost (*Puccinia aristidae, Puccinia trabutii*)

Erstmals Mitte der 90er Jahre wurde von MAVRIDES et al. (1998) eine Bakteriose an Leindotter beobachtet, die durch eine Pathovarität von *Pseudomonas syringae* verursacht worden ist. Die Bakteriose äußerte sich zunächst durch rundliche, hellbraune und durchscheinende Flecke auf den Blättern, die später braun wurden und in der Mitte zumeist eingesunken waren. Auffallend erschienen die runden, anfangs grünen und wasserdurchtränkten Flecken auf den Samenschötchen, die sich später ebenfalls dunkelbraun verfärbten. Die darin enthaltenen Samen wurden vorzeitig braun und verschrumpften. Der Erreger ist vermutlich samenbürtig. Als Infektionsquellen kommen wohl auch Wildformen von *Camelina* ssp. in Frage. Für den Leindotteranbau sollte nur unverseuchtes Saatgut verwendet werden.

Viruskrankheiten

Mitte der 90er Jahre konnte in Sachsen-Anhalt beim Winterleindotter hochgradiger Befall mit dem Westlichen Rüben-Vergilbungsvirus (Beet western yellows virus, BWYV) festgestellt werden. Da die Symptome des Befalls durch das BWYV-Virus mit den durch Nährstoffmangel und Bodenverdichtungen hervorrufenden Anthozyanfärbungen und Rötungen ähnlich sind, wurde der Virusbefall vermutlich häufig übersehen.

Beim Leindotter äußert sich der BWYV-Befall in einer auffallenden Rötung der Blätter und deutlichen Wachstumsminderungen. Derartige Symptome treten sowohl an Winter- als auch an Sommerleindotter auf (GRAICHEN 1995).

Als Überträger des BWYV kommen offenbar die gleichen Vektoren wie bei Raps in Frage. Dazu zählen in erster Linie *Myzus persicae* sowie *Acyrthosiphon solani, A. pisum, Rhopalosiphum maidis, R. padi* und *Sitobion avenae*. Welche Ertragsminderungen beim Leindotter durch den Befall mit dem BWYV-Virus hervorgerufen werden, muss noch untersucht werden.

Tierische Schädlinge

Der Leindotter ist recht robust gegenüber tierischen Schädlingen. Nach AMELUNG (1995) wird er von tierischen Schädlingen auch relativ wenig befallen (Tabelle 2). Hier sind zumeist die gleichen Schädlinge zu finden wie im Rapsanbau.

Tab. 2: Tierische Schädlinge

Erdflöhe (*Phyllotreta* spp.)
Glanzkäfer (*Meligethes* spp.)
Leindotterrüssler (*Ceutorhynches syrites*)
Rüsselkäfer (*Sirocalus floralis*)
Kohlwanze (*Eurydema oleracea*)
Erbsenblasenfuß (*Kakothrips pisivorus*)

Da der Leindotter kaum von tierischen Schädlingen befallen wird, kann bei seinem Anbau – im Vergleich zum Raps – mit einem erheblich verminderten Insektizidaufwand gerechnet werden.

Ernte

Die Schoten des Leindotters reifen Anfang Juli ab, so dass der Leindotter Mitte bis Ende Juli geerntet werden kann. Da die Schoten des Leindotters relativ platzfest sind, lässt er sich mit der herkömmlichen Technik im Mähdrusch wesentlich leichter als der Öllein ernten. Das Erntegut sollte eine Lagerfeuchte von nicht mehr als 9 % haben; häufig muss es noch nachgetrocknet werden (DSV 2002).

Die Samenerträge des Leindotters liegen bei 20 bis 30 dt/ha; in manchen Regionen können auch über 30 dt/ha geerntet werden. Leindotter ist in der Lage, lückige Bestände durch höheren Kornertrag der Einzelpflanzen auszugleichen. Der Ölgehalt des Leindotters liegt zwischen 38 und 43 % (GFP 1996; DIEPENBROCK et al. 1999).

Literatur

AMELUNG, D. (1995): Schaderreger in Sommerölkulturen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 61 – 72.

AMELUNG, D.; STEINBACH, P.; DAEBLER, F. (1995): Weißfleckigkeit – *Pseudocercosporella capsella* – 1994 verstärkt an Raps und Leindotter aufgetreten. Raps **13 (2)**, S. 64.

ANONYM (2002): Steckbrief Leindotter – *Camelina sativa*. Internet http://www.inavo.deDeutsch/Kulturpf/Leindotter/Leindott.htm 15.12.02, S. 1-2

BECKER-DILLINGEN, J. (1928): Handbuch des Hackfruchtbaues und Handelspflanzenbaues. Der Leindotter. Verlag Paul Parey, Berlin, II. Band, S. 384 – 386.

BOGUSLAWSKI, VON E. (1953): Ölfruchtbau. In: Th. ROEMER, A. SCHEIBE, J. SCHMIDT und E. WOERMANN (1953): Handbuch der Landwirtschaft II. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 2. Aufl., S. 318 – 387.

DAEBLER, S. (1995): Leindotter – Einsatz im technischen Bereich. DLG-Mitteilungen **1**, S. 18.

DEUTSCHE SAATENVEREDELUNG, DSV (2002): Leindotter. Newsletterservice Internet http://www.dsv-saaten.de 5972146761673/d/produkte/raps/lein/naivi mktm 15.12.02.

DEUTSCHE SAATENVEREDELUNG, DSV (2003): Versuchsfeldführer 2003. Sommerleindotter. Herausg. DSV, Zweigstelle Bückwitz, S. 6.

DIEPENBROCK, W.; FISCHBECK, G.; HEYLAND, K.-U.; KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau. Leindotter. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 3. Auflage, S. 302 – 303.

FÖLLER, IRIS (2001): Untersuchungen von Leindotter (*Camelina sativa* (L.) Crtz.) auf Krankheiten unter besonderer Berücksichtigung von Falschem Mehltau (*Peronospora parasitica* (Pers.) Fr.). Internet http://www.bibd.uni-giessen.de geht an/2001/uni/d 010070a htm.

GEMEINSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER PRIVATEN DEUTSCHEN PFLANZENZÜCHTUNG E. V., GFP (1996): Geschäftsbericht 1996. Leindotter. Herausg. GFP, Bonn, S. 35.

GRAF, T.; VETTER, A. (1995): Effiziente Unkrautbekämpfung bei alternativen Ölfrüchten. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 79 – 84.

GRAICHEN; K. (1995): Zur Bedeutung von Virusbefall für den Anbau von Winterraps und Leindotter. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 102 – 108.

HONERMEIER, B.; AGEGNEHU, M. (1994): Zur Anbaueignung von Sommerleindotter (*Camelina sativa* Crtz.). Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss., **7**, S. 331 – 334.

KAHNT, G. (1995): Erfahrungen mit dem Anbau von Sommerkulturen unter den Anbaubedingungen Süddeutschlands. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 73 – 78.

KÖRBER-GROHNE, U. (1988): Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie. Leindotter. Konrad Theiss Verlag, Stuttgart, S. 389 – 393.

LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER (2001): Nachwachsende Rohstoffe – Möglichkeiten und Chancen für den Industrie- und Energiepflanzenanbau. Leindotter. Herausg. LKW Hannover und LKW Weser-Ems, Hannover, 5. Aufl., S. 45 – 46.

MAKOWSKI, N. (2000): Ölfrüchte. Leindotter. In: N. LÜTKE ENTRUP und J. OEHMISCHEN (2000): Lehrbuch des Pflanzenbaues. Bd. 2. Kulturpflanzen. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen, S. 550 – 552.

MAKOWSKI, N. (2001): Leindotter im Mischanbau mit Erbsen. Vortrag anlässlich des VI. Rapskolloquiums Schleswig-Holstein/Mecklenburg-Vorpommern am 29. und 30. Nov. 2001 in Salem.

MAKOWSKI, N.; DWORZAK, S. (1996): Leindotter – eine Alternative für Sandböden? Raps, **14 (2)**, S. 86 – 88.

MAKOWSKI, N.; KLOSTERMANN, INES (1995): Leindotter, Kandidat für leichte Böden. DLG-Mitteilungen, **1**, S. 18 – 19.

MAKOWSKI, N.; PSCHEIDL, M. (2003): Anbau von Leindotter – Alternativen im ökologischen und konventionellen Landbau? Raps **21 (2)**, S. 73 – 77.

MATTHÄUS, B. (1999): Leindotter – Untersuchungen an einer alten Kulturpflanze. Internet http://www/verbraucherministerium.de forschungsreport/rep.. 1-99 lein htm 15.12.02.

MAVRIDES, A.; PAUL, V.; RUDOLPH, K. (1998): Eine bisher unbekannte Bakteriose an Leindotter (*Camelina sativa*), verursacht durch eine Pathovarietät von *Pseudomonas syringae*. Phytomedizin. Mitt. der DPG, **28 (1)**, S. 54.

PATSCHKE, K.; DIBBERN, STEFANIE (1995): Unkrautbekämpfung bei Öllein und erste Erfahrungen bei der Unkrautbekämpfung in Leindotter. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 94 – 101.

PUDE, R. (2001): Pflanzen für die Industrie. Pflanzen – Rohstoffe – Produkte. Leindotter. Sdr. Herausg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Gülzow, S. 11.

SCHUSTER, W. H. (1992): Ölpflanzen in Europa. Leindotter. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main, S. 45 – 47.

Koriander (*Coriandrum sativum*)

Koriander ist als alte Heil- und Gewürzpflanze bekannt, die allerdings auch ein hochwertiges Öl liefert. Daher würde sich Koriander durchaus auch als nachwachsender Rohstoff für den landwirtschaftlichen Anbau eignen (MEIER ZU BEERENTRUP und RÖBBELEN 1987).

Verwendungszweck

Im Altertum war Koriander bereits eine häufig angewandte Heil- und Gewürzpflanze und wurde später als solche auch in Mitteleuropa angebaut. Koriander ist heute Bestandteil von Wurstgewürzen sowie des Currypulvers; er diente auch zur Aromatisierung von Backwaren.

In der Medizin wird Koriander gegen Entzündungen, bei Geschwüren, gegen Blähungen und Magenerkrankungen sowie bei Durchfall nur noch selten eingesetzt. Heute findet er noch zur Geschmacksverbesserung schlecht schmeckender Arzneien in Gemischen mit Kümmel, Anis und Fenchel, als Tee zur Blutreinigung, zur Linderung von Magen- und Gallenbeschwerden, bei Husten und Erkrankungen der Atemwege sowie äußerlich bei Rheuma und Gelenkschmerzen Anwendung.

Seit Mitte der 80er Jahre wird der Koriander auf seine technische Verwendung untersucht. Er gilt inzwischen als aussichtsreiche Pflanzenart für die Erzeugung von Petroselinsäure, einem Isomer der Ölsäure, das in der Oleochemie zur Herstellung von Kunststoffen, Kunstfasern, Waschmitteln und natürlichen Schädlingsbekämpfungsmitteln Anwendung findet (MEIER ZU BEERENTRUP 1986; DÖRFLER und ROSELT 1989; SCHUSTER 1992; TOBEN und RUDOLPH 1995; ANONYM 1996; FRANKE 1997; DIEPENBROCK et al. 1999; BECKER und JOHN 2000; BSA 2002).

Zur Botanik

Der Koriander (*Coriandrum sativum*) gehört der Familie der Doldenblütler (*Umbelliferae*) an; er ist eine einjährige Sommerpflanze. Der frische Koriander wurde früher wegen seines unangenehmen Geruchs als Wanzendill oder Wanzenläusekraut bezeichnet. Aus einer dünnen spindelförmigen Pfahlwurzel treibt der Koriander einen aufrechten Stängel, der eine Höhe bis zu 80 cm erreichen kann. Im oberen Drittel ist der Stängel verästelt. Seine Blätter sind unten fächerförmig, oben fein gefiedert; die mittleren haben ein doppelfiederteiliges Aussehen.

Die Blütezeit des Korianders fällt in die Monate Juni bis Juli. Die Blütendolden sind langgestielt und meistens drei bis fünfstrahlig; sie stehen endständig oder blattachselständig. Die Kronblätter haben ein weißes bis rötliches Aussehen. Die inneren kleinen, wenig gerundeten Blütenblätter sind symmetrisch angeordnet. Bei Koriander ist Protandrie (Vormännlichkeit) der Einzelblütchen gegeben, so dass Fremdbefruchtung begünstigt wird.

Alle Korianderpflanzen riechen auffallend nach Dill oder Wanzen; im getrockneten Zustand wird der Geruch angenehm aromatisch. Die Wachstumszeit des Korianders dauert über 140 Tage. Seine Erträge (luftgetrocknete Früchte) liegen bei 10 bis 30 dt/ha.

Nach der Fruchtgröße werden beim Koriander zwei Formen unterschieden:

- var. *vulgare*, deren TSM 17 bis 19 g beträgt und in südlichen Ländern vorkommt und
- var. *microcarpum*, die Form, die in Deutschland anzutreffen ist und eine TSM von 9 bis 10 g besitzt.

Die vom Koriander gebildete Frucht ist nussartig (Achäne) mit einem Durchmesser von 2 bis 5 mm; sie ist bei der Reife strohgelb bis braun und besteht aus zwei zusammenhängenden Teilflächen.

Die Inhaltsstoffe des Koriandersamens sind u. a.: Rohprotein (11 bis 12 %), fettes Öl (18 bis 22 %), ätherisches Öl (0,2 bis 0,8 %), Stärke (10 bis 12 %), N-freie Extraktstoffe, Rohfaser und Asche sowie Gerbstoffe, Sitosterol, Vitamin C und Oxalsäure.

Das fette Öl enthält in erster Linie die von der Oleochemie geschätzte Petrolinsäure (50 bis 70 %), dann Ölsäure (25 bis 30 %), Linolsäure (6 bis 8 %) und Palmitinsäure.

Getrocknete, reife Früchte des Korianders schmecken auf Grund ihres ätherischen Öls, das sich hauptsächlich aus Linalool (60 bis 70 %) und aus Kohlenwasserstoffen (20 %) wie Pinen, Cymen und Terpenen zusammensetzt, angenehm aromatisch (DÖRFLER und ROSELT 1989; SCHUSTER 1992; FRANKE 1997; DIEPENBROCK et al. 1999; BECKER und JOHN 2000; BSA 2002).

Allgemeiner Anbau

Der Bedarf an Koriander wird vorwiegend durch Importe gedeckt. Der Anbau in Deutschland weist eine Fläche von ca. 50 ha (BSA 2002) auf.

Für den Anbau ist Koriander als nachwachsender Rohstoff gut geeignet, da Doldengewächse nur geringe Ansprüche an Boden und Nährstoffe stellen. Der Koriander ist die einzige anbauwürdige Kultur, die die Petroselinsäure liefert. An dieser seltenen Fettsäure ist die fettchemische Industrie interessiert. Außerdem kann er mit normaler Maschinenausstattung in einem landwirtschaftlichen Betrieb angebaut werden. Ein Anbau des Korianders sollte aber in der Praxis nur erfolgen, wenn dazu Anbau- und Abnahmeverträge abgeschlossen werden können (VOGEL und MEIER ZU BEERENTRUP 1991; ANONYM 1995; TOBEN und RUDOLPH 1995).

Klima / Boden

An das Klima stellt der Koriander nicht so hohe Ansprüche; jedoch gedeiht er am besten bei wärmerer Witterung und ist daher häufig in Mitteleuropa zu finden. In neuerer Zeit gibt es Korianderherkünfte bzw. -sorten, die auch im maritimen Klimabereich Norddeutschlands, in den Niederlanden und selbst in Schottland recht gut wachsen. In seiner Jugendentwicklung benötigt er ziemlich viel Feuchtigkeit. Bei Sommertrockenheit auf leichteren Böden erreichen Korianderbestände allerdings nicht das Ertragsziel.

Koriander gedeiht recht gut auf humosen, sandigen Lehmböden, die neutrale bis schwach alkalische pH-Werte aufweisen (AUTORENKOLLEKTIV 1963; ROTTMANN-MEYER 1993; ANONYM 1995; KAHNT 1995; TOBEN und RUDOLPH 1995; DIEPENBROCK et al. 1999; BOMME et al. 2002; BSA 2002).

Vorfrucht / Fruchtfolgestellung

Koriander stellt keine besonderen Ansprüche an die Vorfrucht und die Fruchtfolgestellung. Getreide, Hülsenfrüchte und Hackfrüchte sind geeignete Vorfrüchte für den Koriander; sie sollten einen unkrautfreien Acker hinterlassen. Der Koriander selbst würde enge Fruchtfolgen auflockern. Als Vorfrucht für Rüben ist er allerdings nicht so geeignet, da „Durchwuchskoriander“ schwer zu bekämpfen wäre (BECKER-DILLINGEN 1950; ROTTMANN-MEYER 1993; DIEPENBROCK et al. 1999).

Bodenbearbeitung

Nach der Vorfrucht ist darauf zu achten, dass die Bodenbearbeitung sorgfältig durchgeführt wird, um den Unkrautdruck noch im Herbst zu beseitigen. Dabei ist es ratsam, den Boden noch im Herbst zu pflügen, um im frühen Frühjahr die Bestellung des Korianders vornehmen zu können. Die Bodenbearbeitung ist für Koriander so zu handhaben wie bei jeder anderen Feinsämerei. Ziel der Bodenbearbeitung ist ein feines Saatbett. Die Saatbettbereitung im Frühjahr ist dieselbe wie beim Rapsanbau. Vor der Bestellung ist der Acker gartenmäßig, wassersparend zu bearbeiten (VOGEL und MEIER ZU BEERENTRUP 1991; ANONYM 1995; DIEPENBROCK et al. 1999).

Sortenwahl

Mitte der 90er Jahre wurden im Rahmen von GFP-Forschungsprojekten Koriander-Genotypen züchterisch mit der Zielsetzung bearbeitet, eine Erhöhung der Petroselinsäure- und Linalool-Gehalte sowie Verbesserungen in der Krankheitsresistenz zu erreichen. Durch reziproke Kreuzungen resistenter und anfälliger Koriander-Linien konnte die Züchtung bereits gegen Ende der 90er Jahre Nachkommenschaften erzielen, die eine verbesserte Resistenz gegenüber dem Erreger des Bakteriellen Doldenbrandes und einen höheren Gehalt an ätherischen Ölen aufwiesen. Für die Praxis ist es nur eine Frage der Zeit, dass noch gesündere, ertragsreichere Koriandersorten für den Anbau zur Verfügung stehen (SAATZUCHT W. VON BORRIES-ECKENDORF 1997). In der Beschreibenden Sortenliste 2002 des Bundessortenamtes sind acht in- und ausländische Koriandersorten aufgeführt, die für den heimischen Anbau ausgesät werden können. In der Sortenübersicht sind Angaben über die Erntereife, Pflanzenhöhe, Kornertrag und Gehalt an ätherischem Öl für jede Sorte aufgeführt (BSA 2002).

Saat / Aussaat

Der Aussaattermin richtet sich in erster Linie nach den Witterungsbedingungen. Für die Korianderaussaat ist die Wärme entscheidend. So kann die Aussaat in einem frühen Frühjahr bereits Ende März, häufig im April, aber auch erst im Mai erfolgen. Wichtig ist, dass das Saatgut flach abgelegt (1 bis 2 cm tief) wird; dies geschieht mit einer herkömmlichen Drillmaschine auf gartenmäßig hergerichteten Böden. Zur Aussaat kamen in früherer Zeit 20 bis 25 kg Samen/ha. Heute wird Koriander in einer Aussaatmenge von 4 bis 10 kg Samen/ha ausgesät. Die Reihenabstände betrugen früher 20 bis 30 cm (AUTORENKOLLEKTIV 1963). Um aber die Räume zwischen den Reihen wegen der Unkrautunterdrückung eher schließen zu können, sind engere Reihenabstände von 12 bis 15 cm angebracht. Dadurch wird einzelnen Korianderpflanzen auch eine optimale Standraumfläche zugeteilt. Der Auflauf des Korianders kann bereits nach 4 Wochen, aber auch erst nach 6 Wochen nach der Saat beginnen (MEIER ZU BEERENTRUP 1986; VOGEL und MEIER ZU BEERENTRUP 1991; DIEPENBROCK et al. 1999; BOMME et al. 2002).

Düngung

Was die Nährstoffversorgung des Korianders betrifft, sollte man bei Standorten mit guten N-Aneigungsvermögen mit der N-Düngung eher verhalten umgehen; es reicht meistens eine N-Gabe von 20 bis 40 kg N/ha aus. Bei einer noch höheren N-Düngung bzw. starker N-Freisetzung würde die Lagerneigung des Korianders zunehmen. Darüber hinaus würde eine unerwünschte starke Blattbildung auftreten. Eine zusätzliche N-Düngung beeinflusst die Ertragshöhe zwar positiv, führt aber zu einem verringerten Ölgehalt. Die N-Düngung wird zumeist im Zwei- bis Vierblattstadium verabreicht. Flüssigdünger (AHL) kann auch bereits direkt nach dem Drillen auf das Saatbett gegeben werden, da man nicht genau weiß wie die Keimblätter auf Flüssigdünger reagieren.

Der Koriander hat einen spezifisch hohen Bedarf für Phosphorsäure (80 kg P_2O_5/ha), die besonders dem Samenertrag zugute kommt, die Reife beschleunigt und den Gehalt an ätherischen Ölen erhöht. Auch die schwerlöslichen Formen der Phosphorsäure sind von Koriander gut aufnehmbar. Nach den Bodenuntersuchungen richten sich auch die Kali- (bis 100 kg K_2O/ha) und Magnesium- (bis zu 40 kg MgO/ha) Düngungen (BECKER-DILLINGEN 1950; VOGEL und MEIER ZU BEERENTRUP 1991; GFP 1994; DIEPENBROCK et al. 1999; BOMME et al. 2002).

Pflege / Unkrautbekämpfung

Ausgesprochen schwierig gestalten sich die Pflanzenschutzmaßnahmen im Korianderanbau. Wie alle Umbelliferen haben die Samen des Korianders eine lange Keimdauer. Der Reihenschluss der Bestände wird zumeist erst Ende Mai erreicht.

Die Unkrautbekämpfung beginnt bereits mit den sorgfältigen Bodenbearbeitungen im Herbst und im Frühjahr vor der Saat. Der Koriander sollte möglichst auf unkrautfreien Böden angebaut werden. Standorte mit starkem Klettenlabkrautbesatz sind besonders problematisch, da sich Klettenlabkrautsamen nicht mehr aus dem Erntegut herausreinigen lassen. Auf diesen Böden ist eine chemische Klettenlabkrautbekämpfung erforderlich. Reicht die Wirksamkeit der Herbizide nicht aus, muss letztendlich auf mechanische Hackarbeit zurückgegriffen werden. Nach erfolgtem Bestandesschluss wirkt die gute Bodenbeschattung des Korianders Spätverunkrautungen entgegen (MEIER ZU BEERENTRUP 1986; VOGEL und MEIER ZU BEERENTRUP 1991; ROTTMANN-MEYER 1993; GFP 1994; DIEPENBROCK et al. 1999).

Pilzliche Krankheiten

Der Korianderanbau ist nicht frei von Pilzkrankheiten (Tabelle 1). Es gibt hier einige Pilze, die erhebliche Schäden verursachen können. Zu ihnen zählen vor allem die Gelbwelke (*Ramulara coriandri*) und die Fusarium-Welke (*Fusarium oxysporum*). Blütenbrand wird von dem Pilz *Colletotrichum gloeosporioides* hervorgerufen. An Fäulen sind die Erreger *Rhizoctonia solani* und *Fusarium* spp. beteiligt. Als Verursacher von weiteren Blattkrankheiten kommen *Phyllosticta coriandri* und *Erysiphe polygoni* in Frage (CRÜGER et al. 2002).

Tab. 1: Pilzliche Krankheiten

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Gelbwelke *Ramularia coriandri*	Während der Schossphase zeigen sich auf den befallenen Stängeln krustige hellbraune Flecke; Blätter haben rötlichbraune Flecken. Stark befallene Pflanzen welken und vergilben später. Es kann zu Totalschäden kommen. Korianderherkünfte und -linien weisen eine unterschiedliche Anfälligkeit auf.	Anbau wenig anfälliger Korianderherkünfte und -linien. Beizung des Saatgutes. Zu Beginn des Befalls sollten Fungizide appliziert werden.	TOBEN und RUDOLPH 1992a, 1995.
Fusarium-Welke *Fusarium oxysporum*	Bei Befall mit *F. oxysporum* verfärben sich Blätter, Stängel und Dolden des Korianders rot. Unter trockenen Bedingungen treten Welkeerscheinungen auf. Ungebeizte Spätsaaten sind besonders gefährdet.	Frühe Aussaat. Gebeiztes Saatgut verwenden.	TOBEN und RUDOLPH 1992a; PLESCHER 1990.
Rost *Puccinia aethusae*	Schwarze Pusteln auf den Blättern.	Fungizideinsatz.	BOMME et al. 2002.

Bakterienkrankheiten

Der Koriander bleibt auch von Bakterienkrankheiten nicht verschont; hier sind vor allem der Bakterielle Doldenbrand (*Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola*) und die Bakterielle Doldenwelke (Bakterium aus der Gruppe *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola*) zu nennen, die dem Koriander erhebliche Schädigungen zufügen können (Tabelle 2).

Tab. 2: Bakterielle Krankheiten

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Bakterieller Doldenbrand *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola*	Der Bakterielle Doldenbrand wird im Korianderbestand durch ein nesterweises Verbräunen der Dolden sichtbar. Die Brandnester breiten sich in Windrichtung aus. Befallener Koriander zeigt vielfach Wachstumsdepressionen. Die Bakteriose ist samenbürtig; Ursache dieser Krankheit ist der Anbau mit *Ps. syringae* verseuchtem Saatgut.	Unverseuchtes Koriandersaatgut verwenden. Anbau resistenter Genotypen. Saatgut mit Natriumhypochlorit bzw. Heißluft behandeln.	TOBEN und RUDOLPH 1992a; LIEHE und RUDOLPH 1998; GFP 1994.

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Bakterielle Doldenwelke Bakterium aus der Gruppe *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola*	Äußert sich zunächst durch ein nesterweises Verbräunen der Blütenstände; dieses Symptom tritt vor allem bei feuchter Witterung auf und kann innerhalb weniger Tage auf den gesamten Korianderbestand übergehen. Befallene Pflanzen haben an Stängeln, Blatt- und Blütenstielen schmale dunkelgrüne bis braune Striche, die bei starkem Infektionsdruck zusammenfließen. Später sind auch an den milchreifen Früchten diese Symptome zu sehen, die danach in braun-schwarze Läsionen übergehen. In feuchten Jahren kann die Bakterielle Doldenwelke zu Totalschäden führen. Der Erreger ist saatgutübertragbar. Als Wirtspflanzen dieses Erregers kommen neben Koriander noch Liebstöckel und Knorpelmöhre in Frage.	Saatgut von unverseuchten Korianderbeständen aussäen. Natriumhypochlorit bzw. Heißluftbehandlung des Saatgutes. Applikation von Fungiziden mit antibakterieller Wirksamkeit. Anbau resistenter Genotypen.	TOBEN und RUDOLPH 1992b, 1995, GFP 1994; SAATZUCHT W. VON BORRIES-ECKENDORF 1997.

Tierische Schädlinge

Der Koriander wird auch von tierischen Schädlingen nicht ganz außer Acht gelassen; hier sind es Blattläuse, Thripse und Weichwanzen, die ihm gefährlich werden können (Tabelle 3). Zur Bekämpfung der tierischen Schädlinge sind Empfehlungen beim zuständigen Pflanzenschutzamt einzuholen.

Tab. 3: Tierische Schädlinge

Schädlinge	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Blattläuse *Myzus ornatus*	Durch Besaugen der Blattfiedern wird das Wachstum der befallenen Pflanzen gehemmt. Frühzeitiger Befall durch *M. ornatus* kann in zusammenhängenden Dill- und Korianderbeständen erhebliche Pflanzenausfälle hervorrufen.	Einsatz von Insektiziden.	PLESCHER 1990.
Weichwanzen *Lygus* spp.	Saugschäden an Triebspitzen und Dolden; Überträger des Bakteriellen Doldenbrandes.	Einsatz von Insektiziden.	BOMME et al. 2002; CRÜGER et al. 2002.
Blasenfüße *Thrips physapus, Thrips tabaci*	Die durch Thripse an den Dolden verursachten Saugschäden können leicht mit dem Bakteriellen Dollenbrand verwechselt werden.	Einsatz von Insektiziden.	PLESCHER 1990; BOMME et al. 2002.

Ernte

Da das Samenhaltevermögen bei Koriandergenotypen unterschiedlich entwickelt ist, muss mit der Ernte bereits begonnen werden, wenn der Bestand erst zu zwei Drittel abgereift ist. Die Totreife kann nicht abgewartet werden, da sonst mit zu hohen Ausfallverlusten zu rechnen wäre.

Die Ernte erfolgt im Mähdrusch, wobei das Dreschen mit geringer Trommeldrehzahl und mit weitgestelltem Dreschkorb durchgeführt wird. Unmittelbar nach dem Drusch ist das Erntegut vorsichtig und sorgfältig zu trocknen und zu reinigen. Die Erträge des Korianders schwanken beträchtlich; es sind Erträge von 10 bis 25 dt Samen je ha zu erwarten. Aus Deutschland und Schottland liegen Meldungen vor, dass bis zu 30 dt Samen/ha geerntet werden können (MEIER ZU BEERENTRUP 1986; VOGEL und MEIER ZU BEERENTRUP 1991; ANONYM 1995; DIEPENBROCK et al. 1999; BSA 2002).

Literatur

ANONYM (1995): Koriander statt Raps? DLG – Mitteilungen, **11**, S. 10.

AUTORENKOLLEKTIV (1963): Kleine Enzyklopädie. Land – Forst – Garten. Koriander. Verlag VEB Enzyklopädie Leipzig, 4. Aufl., S. 91.

BECKER-DILLINGEN, J. (1950): Handbuch des Gesamten Gemüsebaues – einschließlich der Gewürz- und Küchenkräuter. Der Koriander. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg, 5. Aufl., S. 685 – 686.

BECKER, K.; JOHN, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa. Koriander. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 220.

BOMME, U.; BRENNDÖRFER, M.; HEINDL, A.; JÄGER, P.; REICHARD, ISOLDE; SCHAUBS, BEATE; SCHIMMEL, U.; WEIERSHÄUSER, L.; WINTER, P. (2002): Heil- und Gewürzpflanzen. Daten für die Kalkulation von Deckungsbeiträgen und einzelkostenfreien Leistungen. Koriander. Sdr. Herausg. Kuratorium f. Technik u. Bauwesen in der Landwirtschaft e. V (KTBL). Darmstadt, S. 62 – 65.

BUNDESSORTENAMT (2002): Beschreibende Sortenliste Arznei- und Gemüsepflanzen. Koriander. Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Hannover, S. 92 – 96.

CRÜGER, G.; BACKHAUS, G. F.; HOMMES, M.; SMOLKA, S; VETTEN, H.-J. (2002): Pflanzenschutz im Gemüseanbau. Koriander. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 4. Aufl., S. 254.

DIEPENBROCK, W.; FISCHBECK, G.; HEYLAND, K. U.; KNAUER, N.(1999): Spezieller Pflanzenbau. Koriander. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 3. Aufl., S. 311 - 312.

DÖRFLER, H. P.; ROSELT, G. (1989): Heilpflanzen gestern und heute. Koriander. Urania-Verlag Leipzig-Jena-Berlin, 4. Aufl., S. 92 – 93.

FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. *Coriandrum sativum* L. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 6. Aufl., S. 377.

GEMEINSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER PRIVATEN DEUTSCHEN PFLANZENZÜCHTUNG E. V. GFP (1993): Geschäftsbericht 1993. Abteilung Öl- und Eiweißpflanzen. Herausg. GFP, Bonn, S. 52 – 53.

GEMEINSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER PRIVATEN DEUTSCHEN PFLANZENZÜCHTUNG E. V. GFP (1994): Geschäftsbericht 1994. Abteilung Öl- und Eiweißpflanzen. Herausg. GFP, Bonn, S. 36 – 39.

KAHNT, G. (1995): Erfahrungen mit dem Anbau von Sommerölkulturen unter den Anbaubedingugnen Süddeutschlands. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 73 – 78.

LIEHE, ANNETTE; RUDOLPH, K. (1998): Untersuchungen zur Vererbung der Resistenz gegenüber dem Bakteriellen Doldenbrand am Koriander, verursacht durch *Pseudomonas syringae* pv. *coriandricola*, sowie Untersuchungen zu einem möglichen Resistenzmechanismus. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **357**, S. 172.

MEIER ZU BEERENTRUP, HANNA (1986): Identifizierung, Erzeugung und Verbesserung von einheimischen Ölsaaten mit ungewöhnlichen Fettsäuren. Diss. Universität Göttingen, 1986, S. 1 – 69.

MEIER ZU BEERENTRUP, HANNA; RÖBBELEN, G. (1987): Screening for European Productions of Oilseed with Unusual Fatty Acids. Angewandte Botanik, **61**, S. 287 – 303.

PLESCHER, A. (1990): Krankheiten an Arznei- und Gewürzpflanzen. Bericht über das Auftreten der wichtigsten Schaderreger in der Pflanzenproduktion der DDR im Jahre 1989 mit Hinweisen für die weitere Arbeit im Pflanzenschutz in der DDR. Nachr. Bl. Pflanzenschutz DDR **44**, S. 85.

ROTTMANN-MEYER (1993): Modellanbau von Koriander. Jahresbericht 1992 und Abschlussbericht 1993. Herausg. Landwirtschaftskammer Hannover, Ref. 33, S. 1 – 10.

SAATZUCHT W. VON BORRIS-ECKERNDORF (1997): Züchtung von krankheitsresistenten Korianderlinien mit hohen Gehalten an ätherischen Ölen und Petroselinsäure. Abschlussbericht der Saatzucht W. von Borries-Eckendorf, Leopoldshöhe, Forschungsvorhaben ÖE 90/94 NRW FKZ NR 045-F-A, S. 1 – 16.

SCHUSTER, W. (1992): Ölpflanzen in Europa. Koriander. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main, S. 173 – 175.

TOBEN, HANNA; RUDOLPH, K. (1992a): Krankheiten im Korianderanbau. Erfahrung aus dem Modellanbauprojekt in Niedersachsen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **283**, S. 35.

TOBEN, HANNA; RUDOLPH, K. (1992b): Die Bakterielle Doldenwelke des Korianders. Beschreibung des Erregers. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **283**, S. 341.

TOBEN, HANNA; RUDOLPH, K. (1995): Koriander (*Coriandrum sativum* L.) als Petroselinsäurelieferant für die chemische Industrie, Möglichkeiten und Grenzen des Pflanzenschutzes. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 119 – 124.

VOGEL, KATHARINA; MEIER ZU BEERENTRUP, H. (1991): Ölpflanzen: Ein Pionier steigt aus. DLG-Mitteilungen, inform, **5**, S. 24 – 26.

Kreuzblättrige Wolfsmilch (*Euphorbia lathyris*)

Die Kreuzblättrige Wolfsmilch ist eine samenölhaltige Pflanze, die häufig in Gärten anzutreffen war und z. T. noch ist. Neben ihrer Bedeutung in der Medizin spielt sie seit Ende der 80er Jahre eine große Rolle in der oleochemischen Industrie.

Verwendungszweck

In Gärten kommt die Wolfsmilch häufig als Zierpflanze vor und wird dort noch als Mittel zur Abwehr von Maulwürfen und Wühlmäusen eingesetzt. Aus dem Milchsaft von *E. lathyris* (Euphorbon) lässt sich Harz, Kautschuk und Gummi gewinnen. Früher wurde sie auch als Heilpflanze genutzt. Ihr Öl spielte als Abführmittel eine Rolle, da dieses Öl ähnlich wie das Rizinusöl wirkt. Es diente früher auch als Brennöl. Auf Grund des hohen Ölsäuregehaltes eignet es sich u. a. auch für die Waschmittelherstellung.

Blätter und Stängel der Wolfsmilch enthalten Kohlenwasserstoffe, die sich leicht zu Brennenergie verwerten lassen (RADATZ und HONDELMANN 1981; SCHUSTER 1992; FRANKE 1997).

Zur Botanik

Wolfsmilch (*Euphorbia lathyris*) ist ein ein- bzw. zweijähriges Kraut, das der Gattung *Euphorbia* und Familie der Wolfsmilchgewächse (*Euphorbiaceae*) angehört. Ihre natürliche Verbreitung hat die Wolfsmilch in den Mittelmeerräumen und in Vorderasien.

Die Kreuzblättrige Wolfsmilch tritt als winter- und als sommerannuelle Form auf. Die Wolfsmilch als sommerannuelle Pflanze wächst in ca. 7 Monaten bis zu 150 cm Höhe heran und bildet einen kräftigen grünen, kahlen Stängel. Die Wurzel der Wolfsmilch ist kurz und spindelförmig.

Die schmalovalen Blätter sind bis zu 10 cm lang und gekreuzt gegenständig angeordnet. Stängel und Blätter enthalten einen latexhaltigen Milchsaft, der bis zu 12 % Kohlenwasserstoffe in Form von Terpenen enthält.

Der Blütenstand der Kreuzblättrigen Wolfsmilch ist eine verzweigte, große Trugdolde. Die Frucht ist eine dreifächrige Springkapsel mit je einem Samen. Die Samen enthalten in ihrem Endosperm 40 bis 50 % fettes Öl, das wiederum 80 bis 90 % Ölsäure, 5 bis 9 % gesättigte Fettsäure und bis zu 2 % Linolsäure enthält.

Die Samen haben einen Rohproteingehalt von 18 bis 20 % und 18 bis 20 % lösliche Kohlehydrate. Die einjährigen Wolfsmilchformen (-sorten) weisen heute Samenerträge von 20 bis 26 dt/ha auf. Die Tausendsamenmasse (TSM) schwankt zwischen 40 bis 48 g. Die Samen der Wolfsmilch enthalten allerdings auf Grund ihres Ricingehaltes einen Giftstoff, der durch Auslese giftärmerer Genotypen vermindert werden sollte (HONDELMANN und RADATZ 1983; SCHUSTER 1992; FRANKE 1997; DIEPENBROCK et al. 1999; ANONYM 2003).

Anbau

Mit dem Anbau der Wolfsmilch ist Ende der 80er Jahre begonnen worden. Aus wirtschaftlichen Gründen ließ allerdings das Interesse am Wolfsmilchanbau Mitte der 90er Jahre wieder nach.

Die Kreuzblättrige Wolfsmilch ist eine wärmeliebende Pflanze; sie bevorzugt ein warmes Klima und gedeiht recht gut in Körnermaislagen. Auf Grund fehlender Winterhärte treten beim Anbau winterannueller Formen in Deutschland häufiger Auswinterungsschäden auf.

Die Wolfsmilch hat relativ geringe Bodenansprüche; sie wächst gut auf leichteren, aber auch auf gut durchlüfteten Böden mit ausreichender Kalkversorgung. Trotz ihrer Anpassungsfähigkeit an aride Umweltverhältnisse sind die Pflanzen von *E. lathyris* unter normalen landwirtschaftlichen Bedingungen sehr wüchsig. Sie liefern unter diesen Bedingungen zumeist auch höhere Erträge (HONDELMANN und RADATZ 1983; DIEPENBROCK et al. 1999; ANONYM 2003).

Als winterannuelle Pflanze wird *E. lathyris* Ende Juli/Anfang August ausgesät, wobei eine Pflanzendichte von 50 bis 60 Pflanzen/m^2 anzustreben ist. Auf Grund der langen Vegetationszeit bzw. der späten Reife kann nur überlagertes Saatgut zur Aussaat der winterannuellen Form verwendet werden. Wolfsmilch ist eine Pflanze mit langsamer Jugendentwicklung; sie schließt erst im Mai des darauf folgenden Jahres die Reihen (VON DER SCHULENBURG 1990).

Pflege / Unkrautbekämpfung

Da die Anfangsentwicklung der Wolfsmilch langsam vonstatten geht, ist darauf zu achten, dass sie möglichst auf unkrautfreiem Boden ausgesät wird. Demnach beginnt die Unkrautbekämpfung bereits mit der Vorfrucht und der Bodenbearbeitung zur Saatbettzubereitung. Bis zum Reihenschluss der Wolfsmilch lässt sich noch eine mechanische Unkrautbekämpfung durchführen. Sollten dennoch hartnäckige Unkräuter wie z. B. Ausfallgetreide, Gräser und dikotyle Unkräuter auftreten, besteht die Möglichkeit, wirksame *E. lathyris*-verträgliche Herbizide dagegen einzusetzen (VON DER SCHULENBURG 1990; TOBEN und HEITEFUß 1995).

Nichtparasitäre Krankheiten

Auf Spätfröste reagieren Wolfsmilchpflanzen empfindlich. Hierbei treten zumeist Schäden auf, die den Vegetationsbeginn verzögern, wodurch Blühbeginn, Wuchshöhe, Tausendsamenmasse und schließlich Erträge beeinträchtigt werden können. Nicht ausreichend entwickelte oder herbizidgeschädigte Wolfsmilchpflanzen wintern bei Dauer- und Kahlfrösten leicht aus (GFP 1995; GFP 1996).

Pilzliche Krankheiten

Zu den wichtigsten pilzlichen Krankheiten der Wolfsmilch zählen Wurzel- und Stängelgrundfäule (*Pythium* spp. und *Thielaviopsis basicola*), Gelbrost (*Melampsora euphorbiae)*, Mehltau (*Sphaerotheca euphorbiae*) und der Grauschimmel (*Botrytis cinerea*) (Tabelle 1). Weitere Pathogene wie *Verticillium dahliae, Rhizoctonia solani* und *Fusarium* spp. können ebenfalls den Wolfsmilchanbau gefährden (DIEPENBROCK et al. 1999; TOBEN und HEITEFUß 1995).

Tab. 1: Pilzliche Krankheiten

Krankheiten/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Wurzelfäulen *Pythium* spp.	*Pythium*-Befall führt während der Keimphase an den Keimlingen der Wolfsmilchpflanzen zu Schäden, wobei der Erreger über den Boden in Wurzeln, Hypokotyl und Keimblättern eindringt. Das befallene Gewebe wird schwarz und fault schließlich ab. Die entsprechenden Pilze finden bei hoher Bodenfeuchte und langsamer Keimung optimale Infektionsbedingungen.	Die Aussaat sollte mit gut ausgereiften Samen während warm-trockener Winterungsperioden erfolgen. Dies beschleunigt die Keimung und reduziert somit den Befall.	TOBEN und HEITEFUß 1995; GFP 1995.
Thielaviopsis basicola	Ruft auch noch an größeren Wolfsmilchpflanzen Wurzel- und Stängelgrundfäulen hervor, die sogar zum Absterben der Pflanzen führen können. Begünstigt wird der Erreger durch basische Bodenbedingungen und hohe Erdfeuchte.	Saatgutbeizung.	TOBEN und HEITEFUß 1995; GFP 1995.
Gelbrost *Melampsora euphorbiae*	Hauptsächlich an Blattunterseiten und an Kapseln werden vom Pilz leuchtend gelbe Uredosori gebildet. Seltener ist der Gelbrost auf Blattoberseiten und Stängeln zu finden. Die Sporenlager sind zumeist von einem chlorotischen Hof umgeben. Der Pilz ist nicht wirtswechselnd und erscheint sporulierend	Anbau wenig anfälliger Genotypen. Fungizidapplikation.	GFP 1994; TOBEN und HEITEFUß 1995.

Krankheiten/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
	schon bei milder Winterwitterung. Entwickeln sich die ersten Rostpusteln bereits im Herbst an den jungen Pflanzen, dann ist im Frühjahr mit einer großen Ausbreitung des Gelbrosts auf neu gebildeten Blättern zu rechnen. Im Hochsommer kann dann 80 bis 90 % der Blattfläche befallen sein.		
Echter Mehltau *Sphaerotheca euphorbiae*	Wurde bislang im Freiland seltener beobachtet. Der Echte Mehltau ist an grauweißen Pusteln auf Blättern und Stängeln zu erkennen. In dichten Beständen kann es leichter zur Ausdehnung des Myzelbelages kommen. Unter heißen und trocknen Bedingungen setzt die Kleistothezienbildung ein, die die befallene Fläche grau bis schwarz aussehen lässt.		TOBEN und HEITEFUß 1995.
Grauschimmel *Botrytis cinerea*	Tritt an allen oberirdischen Pflanzenteilen auf. Auch an abreifenden Fruchtständen können noch massive Kapselfäulen auftreten. Mit wirtschaftlichen Schäden ist zu rechnen, wenn langanhaltende feuchte Witterung während der Kapselreife zu erwarten ist.		TOBEN und HEITEFUß 1995.

Ernte

Wolfsmilch ist keine echte Mähdruschpflanze, wie es der Raps und das Getreide sind. Infolge mangelnder Platzfestigkeit wird die Ernte der Wolfsmilch bei Vollreife vorgenommen. Häufig muss noch eine Sikkation der Wolfsmilchbestände erfolgen. Erst danach kann die Ernte im Mähdrusch durchgeführt werden.

Sommerannuelle *Euphorbia lathyris*–Herkünfte weisen ein höheres Ertragspotenzial auf als die winterannuellen, frostempfindlichen Formen. Es konnten in Versuchen Wolfsmilcherträge bis zu 26 dt Samen/ha geerntet werden. Höhere Bestandesdichten führten zumeist auch noch zu höheren Erträgen (ca. 32 dt/ha). Nach der Ernte sind eine schonende Trocknung und eine Reinigung des Erntegutes unerlässlich (HONDELMANN 1987; GFP 1995; GFP 1996).

Literatur

ANONYM 2003: Kreuzblättrige Wolfsmilch. *Euphorbia lathyris* L. Steckbrief. Internet http://www.inaro.de/Deutsch/Kulturpf/Euphorbi/Wolfsmi.htm v. 01.05.03, S. 1.

DIEPENBROCK, W.; FISCHBECK, G.; HEYLAND, K.-U.; KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau. Kreuzblättrige Wolfsmilch. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 3. Aufl., S. 312 – 313, 372, 375.

FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. *Euphorbia lathyris* L. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 6. Aufl., S. 170, 472.

GEMEINSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER PRIVATEN DEUTSCHEN PFLANZENZÜCHTUNG E. V. (GFP) (1994): Geschäftsbericht 1994. Forschungsschwerpunkt Wolfsmilchgewächse. Herausg. GFP, Bonn, S. 37.

GEMEINSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER PRIVATEN DEUTSCHEN PFLANZENZÜCHTUNG E. V. (GFP) (1995): Geschäftsbericht 1995. Forschungsschwerpunkt *Euphorbia lathyris*. Herausg. GFP, Bonn, S. 34 – 35.

GEMEINSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER PRIVATEN DEUTSCHEN PFLANZENZÜCHTUNG E. V. (GFP) (1996): Geschäftsbericht 1996. Euphorbia. Herausg. GFP, Bonn, S. 35.

HONDELMANN, W. (1987): Wolfsmilch: Industriepflanze in den Kinderschuhen. DLG-Mitteilungen **9**, S. 485 – 486.

HONDELMANN, W.; RADATZ, W. (1983): *Euphorbia lathyris* L. as a Potential Crop Plant. An Outline. Angew. Botanik, **57**, S. 349 – 362.

RADATZ, W.; HONDELMANN, W. (1981): Samenölhaltige Pflanzen der Wildform als potentielle Nutzpflanzen für die Gewinnung von Industriegrundstoffen. Landbauforschung Völkenrode, **31 (4)**, S. 227 – 240.

SCHUSTER, W. H. (1992): Ölpflanzen in Europa. Kreuzblättrige Wolfsmilch; *Euphorbia lathyris* L. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main, S. 145 – 148.

TOBEN, HANNA-MARIA; HEITEFUß, R. (1995): Pflanzenpathologische Probleme beim Anbau von *Euphorbia lathyris* L. als nachwachsender Rohstoff. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**; S. 131 – 134.

VON DER SCHULENBURG, H. GRAF (1990): Entwicklung von Ausgangsmaterial für die Züchtung von karzinogenarmen kreuzblättrigen Wolfsmilchsorten ohne Keimruhe. Abschlussbericht zum Forschungsauftrag des BML 36/87-87NR009. Landwirtschaftsverlag Münster Hiltrup, Reihe A: Angewandte Wissenschaft, **391**, S. 39 – 41.

Mariendistel (*Silybum marianum*)

Die Mariendistel ist eine alte Heilpflanze, die aus dem Mittelmeerraum stammt. Auf Grund ihrer Heilwirkung gegen Lebererkrankungen wird sie stellenweise in Versuchen in Mitteleuropa wieder angebaut.

Verwendungszweck

Die wunderschöne Mariendistel kommt in Gärten häufig als Zierpflanze vor. Blätter, Stiele und Blütenköpfe liefern wohlschmeckende Gemüse und Salatzutaten. Geröstete Samen wurden in Notzeiten zu Kaffee-Ersatz verarbeitet.

Die Früchte der Mariendistel enthalten Rohprotein (26 bis 28 %) und fettes Öl (25 bis 35 %) mit einer Fettsäurenzusammensetzung, die jenem der Sonnenblume entspricht: 55 bis 72 % Linolsäure, 15 bis 20 % Ölsäure und 14 % gesättigte Fettsäuren. Das Öl ist ein ausgezeichnetes Speiseöl; es kann aber auch industriell genutzt werden.

Die Mariendistel wird seit Jahrhunderten und auch heute noch in der Humanmedizin eingesetzt. In erster Linie werden ihre Samen genutzt. Die Früchte (Samen und Fruchtschale) enthalten flavonoide Stoffe, die unter dem Begriff Silymarin zusammengefasst werden. Das Silymarin schützt Leberzellen und fördert die Regeneration von durch Hepatitis, Entzündungen, Vergiftungen, Alkohol und Verfettung geschädigter Zellen. Es wirkt auch gegen Knollenblätterpilzgifte (SCHUSTER 1992; BECKER und JOHN 2000; THEURER 2000; BSA 2002).

Zur Botanik

Die Mariendistel (*Silybum marianum*) gehört zu den Korbblütengewächsen (*Compositae, Asteraceae*); die Pflanze stammt ursprünglich aus den Mittelmeergebieten und aus Kleinasien. Die Mariendistel ist eine ein- oder zweijährige Staude mit einer Pfahlwurzel. Die zweijährige Pflanze kann eine Höhe bis zu 200 cm erreichen; ihr Stängel ist aufrecht, verzweigt, rund gefurcht, behaart und reichlich beblättert.

Die Blätter sind wechselständig, die unteren fiederteilig, die oberen länglich-lanzettlich; am Grund sind sie stängelumfassend. Die Blattspreite ist ledrig kahl, dunkelgrün glänzend, mit auffälliger Aderung und buchtigem Rand. Die Spreite ist mit gelben Dornen versehen.

Die Blüten sind einzelne, endständige, kugelige, aufrechte Blütenköpfchen. Die Blüten haben ein purpurrotes, bisweilen auch rot-violett-weißes Aussehen. Die Blütezeit liegt zwischen Juli und August. Es herrscht Protandrie (Vormännlichkeit): auf Grund des Blütenbaus und des Blühverlaufs der Röhrenblütchen wird die Fremdbefruchtung begünstigt. Nach der Befruchtung entwickeln sich schwarze, glänzende Nussfrüchtchen (Achänen) mit weißem Haarschopf. Die Tausendsamenmasse beträgt 28 bis 35 g und der Ertrag liegt bei 16 dt Samen/ha.

Die Früchte enthalten 1 bis 3 % Silymarin, das ausschließlich in der Fruchtschale vorkommt. Hauptbestandteile sind die Strukturisomeren Silybin (Silibinin) Isosilibin, Silychristin und Silydian. Darüber hinaus enthalten die Früchte Eiweiß und hochwertiges, fettes Öl (siehe Verwendungszweck; SCHUSTER 1992; BECKER und JOHN 2000; BSA 2002; ANONYM 2003).

Anbau, Pflanzenschutz und Ernte

In der deutschen Pharmaindustrie besteht ein beachtlicher Bedarf an Silymarin, der vornehmlich aus Importen von Südamerika, der Türkei und den Mittelmeerländern gedeckt wird (SCHUSTER 1992, BSA 2002). Die Mariendistel kann relativ problemlos angebaut, geerntet und aufbereitet werden. Obwohl die Mariendistel in erster Linie eine wertvolle Heil- und Arzneipflanze ist, kann oder sollte sie auf Grund der geringen Samenerträge nur im Vertragsanbau angebaut werden. In Deutschland kommen jährlich ca. 500 ha Mariendistel zum Anbau (HANNING 1997; BSA 2002).

Im Hinblick auf die Klima- und Bodenansprüche wächst die Mariendistel noch recht gut auf warmen und trockenen Standorten, wo viele andere Kulturpflanzen nicht mehr zurechtkommen können; allerdings auch nicht mehr in zu trocknen Lagen. Hinsichtlich der Fruchtfolge gibt es beim Mariendistelanbau keine Probleme. Die Mariendistel kann nach sich selbst angebaut werden.

Für den Anbau stehen dem Praktiker vier ausländische Mariendistelsorten und eine heimische Sorte zur Verfügung, die in der Beschreibenden Sortenliste für Arznei- und Gewürzpflanzen des Bundessortenamtes 2002 beschrieben und charakterisiert sind. Zur Sortenübersicht in der Beschreibenden Sortenliste werden Erläuterungen über Blühbeginn, Pflanzenhöhe, Blattgröße, Anteil der Weißfärbung sowie über den Gehalt an Silymarin gegeben. In der Mariendistelzüchtung ist man bemüht, den Wirkstoffgehalt von Silymarin und Silibinin sowie die einheitliche Reife der Früchte zu erhöhen.

Die Aussaat der Mariendistel kann sowohl im Herbst als auch im Frühjahr (im März) erfolgen. Früher wurden 20 kg Samen/ha im Reihenabstand von 50 cm ausgesät. Heute kommen dagegen nur 7 bis 12 kg Samen/ha zur Aussaat und der Reihenabstand sollte nur 25 bis 30 cm betragen, so dass die einzelne Pflanze einen wesentlich optimaleren Standraum zur Verfügung hat. Hierbei werden 12 bis 18 Pflanzen je m^2 Fläche angestrebt.

Der Nährstoffbedarf der Mariendistel ist äußerst gering, so dass sie mit den im Boden vorhandenen Nährstoffen zumeist auskommen dürfte.

Die Jungpflanzen sind häufig kräftig und schließen schnell den Bestand, so dass vergleichsweise wenig Unkraut aufkommt. Sollte dies dennoch der Fall sein, dass Unkraut aufkommt, dann lässt sich der Bestand durch Herbizidapplikationen im Vor- und Nachauflauf unkrautfrei halten.

Als Krankheiten und Schädlinge können *Botrytis cinerea* und echter Mehltau (*Erysiphe cichoracearum*) sowie Blattläuse auftreten. Bei evtl. Befallsbeginn sollte der Pflanzenschutzdienst eingeschaltet werden. Reife Früchte der Mariendistel sind gegen Vogelfraß zu schützen.

Gegen Ende August/Anfang September ist der Zeitpunkt der Mariendistelreife, wobei als reife Blütenstände die Körbchen zu beachten sind, an denen die haarförmigen, weißen Spitzen (Pappus) sichtbar geworden sind. Zu diesem Zeitpunkt werden die Pflanzen auf Schwad gelegt und anschließend gedroschen. Danach erfolgen Trocknung und Reinigung des Erntegutes. Die Erträge der Mariendistel liegen bei durchschnittlich 16 dt/ha (SCHUSTER 1992; HARMUTH 1995; PUDE 2001; BSA 2002).

Im Deutschen Arzneibuch (DAB) ist festgelegt, dass reife, vom Pappus befreite Mariendistelfrüchte mindestens 1,5 % Silymarin, berechnet als Silibin und bezogen auf die getrocknete Droge, enthalten müssen (BSA 2002).

Literatur

ANONYM (2003): Mariendistel (*Silybum marianum* L.). Internet http://www.sabona.de/mariendistel.htm v. 12.01.03, S. 1 – 3.

BECKER, K.; JOHN, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa. Mariendistel. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 243.

BUNDESSORTENAMT (2002): Beschreibende Sortenliste Arznei- und Gewürzpflanzen 2002. Mariendistel. Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Hannover, S. 112-117.

HANNING, H.-J. (1997): Nacherntebehandlung und maschinelle Aufbereitung von Arzneipflanzen. Gülzower Fachgespräche Arznei- und Gewürzpflanzen. Herausg. Fachagentur Nachw. Rohstoffe e. V. Gülzow, S. 92 – 102.

HARMUTH, P. (1995): Ergebnisse von Pflanzenschutzversuchen zu nachwachsenden Rohstoffen aus Baden-Württemberg. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 35-60

PUDE, R. (2001): Pflanzen für die Industrie. Pflanzen – Rohstoffe – Produkte. Frucht- und Samendrogen. Mariendistel. Sdr. der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Gülzow, S. 34.

SCHUSTER, W. H. (1992): Ölpflanzen in Europa. Mariendistel. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main, S. 70-72.

THEURER, BRIGITTE (2000): Mariendistel – *Silybum marianum*; *Carduus marianus*. http://www.fides.de/heilpfl_mariendistel.html 05.07.03, S. 1-2.

Nachtkerze (*Oenothera biennis*)

Die Nachtkerze ist eine aus Nordamerika stammende Speise-, Zier-, Heil- und Ölpflanze, die in Deutschland in Gärten, an Wegrändern, Bahndämmen, in Sandgruben und Steinbrüchen weit verbreitet zu finden ist. Die Pflanze ist so interessant, dass sie auf ihre Anbaueignung und industrielle Nutzung geprüft werden sollte (SCHUSTER 1992; FRANKE 1997; BSA 2002).

Verwendungszweck

Die Nachtkerze liefert mit ihren fleischigen Rübenwurzeln ein viel geschätztes Gemüse (gelbe Rapunzeln) und einen wohlschmeckenden Salat. Die Blüten der Nachtkerze eignen sich zum Verzieren von Salaten.

Aus dem Samen der Nachtkerze lässt sich ein vielfältig zu nutzendes Öl gewinnen. Das Fettsäuremuster dieses Öls zeigt einen hohen Anteil an Linolsäure (55 bis 66 %); aufgrunddessen findet es als hochwertiges Nahrungsergänzungsmittel sowie in der pharmazeutischen, kosmetischen Industrie vielfältige Anwendung.

Die im Nachtkerzenöl enthaltende γ-Linolensäure (10 bis 14 %) übt im menschlichen Körper wichtige biologische Funktionen aus; sie ist ein Membranbaustein und unterstützt so die Funktion der Haut als Feuchtigkeitsbarriere. Durch Behandlungen mit dem Nachtkerzenöl verschwinden raue Hautstellen und die Haut selbst wird geschmeidig. Darüber hinaus kann die γ-Linolensäure das Zellwachstum und die Zellregeneration fördern. Außerdem ist die γ-Linolensäure eine Vorstufe von lebenswichtigen Gewebshormongruppen mit entzündungshemmender Wirkung. Durch die Zufuhr von γ-Linolensäure in der Nahrung können Besserung und Heilung weiterer Krankheiten wie Arterienverkalkung, Venenleiden, Bluthochdruck, Gelenkrheumatismus, Allergien, Asthma, Zuckerkrankheit u. a. erreicht werden.

Aus dem Nachtkerzenöl können außer Badeöl, Tages- und Nachtcremes auch Tenside für die Herstellung von Reinigungsmitteln für den häuslichen und technischen Bereich produziert werden (SCHUSTER 1992; FRANKE 1997; BECKER und JOHN 2000; ADAM und OBERDOERSTER 2001; BSA 2002).

Zur Botanik

Die Nachtkerze (*Oenothera biennis*) gehört der Familie der Nachtkerzengewächse (*Onagraceae*) an; sie ist eine zweijährige Pflanze, die im ersten Jahr nur eine flach am Boden aufliegende Rosette mit fleischigen Rübenwurzeln bildet. Im zweiten Jahr erscheint aus der Rosette eine 100 bis 200 cm lang blühende, aufrechte Staude.

Die Nachtkerze hat kein Vernalisationsbedürfnis und kann daher auch im Frühjahr ausgepflanzt werden. Die Wurzel ist spindelförmig, 10 bis 20 cm lang, häufig verzweigt, fleischig und am Wurzelhals bis 5 cm dick. Der Stängel ist kantig, im oberen Drittel verzweigt und mit Drüsenhaaren versehen. Die Laubblätter am Stängelgrund sind länglich eiförmig bis oval und lang gestielt; die am oberen Stängel befindlichen Blätter haben einen kurzen Stiel, sind länglich lanzettlich zugespitzt, etwas gezahnt und behaart. Der Blütenstand ist eine vielblütige Traube mit 2 bis 3 cm langen, wohlriechenden, gelben Blüten, die sich am Abend öffnen. Bestäubt wird die Nachtkerze von Insekten, vornehmlich von Nachtfaltern. Nach der Befruchtung entwickeln sich Samenkapseln, die bis zu 3 cm lang, vierkantig, flaumig bis zottig behaart sind. Zur Reife öffnen sich die Samenkapseln, so dass die Samen ausfallen können.

Die Samen haben ein dunkelgraues bis schwarzbraunes Aussehen; ihre Tausendkornmasse beträgt 0,45 bis 0,65 g. Die Samen enthalten 18 bis 30 % fettes Öl. Dieses Öl ist reich an Linolsäure (72 bis 75 %), die 6 bis 14 % γ-Linolensäure enthält. Das Nachtkerzenöl ist somit ein wichtiges Diätnahrungs- und Heilmittel (SCHUSTER 1992; FRANKE 1997; BECKER und JOHN 2000; ADAM und OBERDOERSTER 2001; BSA 2002).

Allgemeiner Anbau

Der Bedarf an Nachtkerzensamenöl wird bisher in Deutschland fast ausschließlich über Importe gedeckt (ADAM 2001). Es ist denkbar, dass ein Anbau der Nachtkerze auf leichteren Böden auch in Deutschland im größeren Umfange möglich ist. Nachtkerzen würden durchaus die Kulturlandschaft bereichern und auch zur Fruchtartenvielfalt in Fruchtfolgen auf leichten Böden beitragen können.

Klima / Boden

Die schnelle und weltweite Ausbreitung der Nachtkerzenpflanze zeigt ihre Robustheit und Anpassungsfähigkeit. Hier in einem gemäßigten Klima kommt die Nachtkerze gut zu recht; sie zeichnet sich durch eine Frostunempfindlichkeit aus.

Was die Standort- und Bodenfrage betrifft, ist die Nachtkerze anspruchslos; sie gedeiht recht gut auf leichten, humosen, nicht ganz so trocknen Böden sowie auf sandigen Lehmböden (SCHUSTER 1992; BECKER und JOHN 2000; ADAM und OBERDOERSTER 2001; BSA 2002).

Vorfrucht / Fruchtfolge

Als Gemüse kann die Nachtkerze nach Gurken, Tomaten, Kartoffeln in zweiter Tracht angebaut werden. Nachtkerzen bereichern die Kulturlandschaft und tragen zur Fruchtartenvielfalt in Fruchtfolgen bei. Die Vorfrüchte sollten den Boden unkrautfrei und mit nur wenig Stickstoff hinterlassen, da es sonst bei einem nachfolgenden Nachtkerzenanbau zu Abreifeverzögerung kommen kann (BSA 2002).

Saat / Aussaat / Pflanzung

In der Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes 2002 sind acht in- und ausländische Nachtkerzensorten mit Angaben über Pflanzenhöhe, Blattgröße, Blütengröße, Samenkapsellänge, Neigung zum Aufplatzen der Kapseln, Ölgehalt sowie über Anteil an Linol- und γ-Linolensäure aufgeführt. Das Saatgut ist sowohl beim Züchter als auch im Samenhandel zu beziehen. Die Sorten stammen z. gr. Teil aus dem Ausland. Aus diesem Grund sollten sie vor der Aussaat (bzw. dem Auspflanzen) in der Praxis auf ihre Anbaueignung überprüft werden.

Die Nachtkerze kann als ein- und zweijährige Pflanze angebaut werden. Als zweijährige Pflanze wird die Nachtkerze bereits Mitte Juli bis Mitte August ausgesät. Hier besteht die Möglichkeit, sie in zweiter Tracht nach Kohlgemüse, Gurken, Tomaten und nach Frühkartoffeln zu stellen, allerdings darf der Boden hierfür nicht zu trocken sein. Als einjährige Pflanze ist die Nachtkerze auf Grund ihrer langsamen Jugendentwicklung im April – so früh wie möglich – auszusäen. Die Aussaat erfolgt mit geeigneten Drillmaschinen; die Saatstärke schwankt je nach der Keimfähigkeit der Samen zwischen 3 und 4 kg/ha. Hierbei ist eine Bestandesdichte von 25 bis 40 Pflanzen/m^2 anzustreben. Das Saatgut wird in einer Tiefe von 0,5 bis 1,0 cm eines verfestigten Saatbettes im Reihenabstand von 20 bis 40 cm abgelegt.

Zur Direktsaat ist alternativ auch die Pflanzung der Nachtkerze möglich. Nach Vorkultur im Gewächshaus setzt man die Jungpflanzen in den Monaten Juni/Juli ins Freiland (ADAM und OBERDOERSTER 2001; GÖDDECKE et al. 2002; BSA 2002).

Düngung

Im Hinblick auf die Nährstoffversorgung ist die Nachtkerze äußerst anspruchslos. Eine Düngung ist nach ADAM und OBERDOERSTER (2001) nicht notwendig, da sie im Rahmen der Fruchtfolge ausreichend mit Nährstoffen versorgt wird.

Pflege / Unkrautbekämpfung

Die Unkrautbekämpfung beginnt bereits mit einer sorgfältigen Bodenbearbeitung, wobei für die Nachtkerze ein gartenmäßiges und unkrautfreies, verfestigtes Saatbett hergestellt wird.

Auf Grund der relativ langsamen Anfangsentwicklung ist das Nachtkerzenfeld von Unkräutern, Ausfallgetreide und Ungräsern frei zu halten. ADAM und OBERDOERSTER (2001) empfehlen für den ökologischen Anbau vor dem Auflaufen der Nachtkerze das Abflammen der Unkrautkeimlinge und später nach dem Aufgang der Saat eine ein- oder zweimalige mechanische Unkrautbekämpfung (Hacke, Hackbürste u. ä.).

Im integrierten Anbau besteht die Möglichkeit, das Unkraut außer auf dem mechanischen Wege durch den Einsatz von Herbiziden zu bekämpfen. Für den Nachtkerzenanbau sind zwar keine Herbizide zugelassen; es gibt jedoch wirksame Mittel, die im Rahmen der Lückenindikation und im Einvernehmen des zuständigen Pflanzenschutzdienstes Anwendung finden sollten.

Krankheiten und Schädlinge

Die Nachtkerze bleibt nicht frei von Krankheiten. ADAM und OBERDOERSTER (2001) haben in Brandenburg festgestellt, dass die Nachtkerze von der Septoria-Blattfleckenkrankheit (*Septoria oenotherae*) und vom Falschen Mehltau (*Peronospora arthuri*) befallen werden kann. Welche Ausmaße diese Krankheiten im Nachtkerzenanbau annehmen können, darüber liegen noch keine Erfahrungen vor. Es ist gut denkbar, dass diese Krankheiten chemisch bekämpfbar sind; denn ähnliche pilzliche Schaderreger lassen sich in anderen Kulturen problemlos mit chemischen Mitteln in Grenzen halten (BVL 2003).

Hinsichtlich der Schädlinge im Nachtkerzenanbau können nach ADAM und OBERDOERSTER (2001) die Nachtkerzenlaus (*Aphis oenotherae*) und der Erdfloh (*Longitarsus tabidus*) auftreten. Wenn diese Schädlinge in Nachtkerzenbeständen gefährlich werden sollten, dann dürfte es keine Probleme geben, Nachtkerzenläuse und Erdflöhe mit Insektiziden bekämpfen zu können.

Ernte

Im Spätherbst erfolgt die Ernte der Nachtkerze im Mähdrusch, wenn sich 75 % der Kapseln braun färben, d. h. bevor die Samen reif aus den Kapseln springen würden. Unmittelbar nach dem Mähdrusch ist das Erntegut zu reinigen und auf einen Feuchtigkeitsgehalt von unter 9 % vorsichtig herunterzutrocknen. Sollte der Nachtkerzenbestand sehr schwer oder langsam reif werden, dann wäre eine Sikkation mit geeigneten Mitteln möglich.

Von der Nachtkerze im zweijährigen Anbau wird stets etwas mehr geerntet (6 bis 12 dt Samen/ha) als es im einjährigen Anbau der Fall ist (5 bis 8 dt Samen/ha) (ADAM 2001; ADAM und OBERDOERSTER 2001; BSA 2002).

Literatur

ADAM, L. (2001): Wilder Reiz am Wegesrand. Nachtkerze. Sdr. nachwachsende Rohstoffe. Vielfalt aus 1001 Projektidee der Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e. V. Gülzow, S. 64-65.

ADAM, L.; OBERDOERSTER, U. (2001): Nachtkerze. Anbau- und Ernteempfehlungen für den ökologischen und integrierten Anbau. Sdr. der Landesanstalt f. Landwirtschaft, Land Brandenburg, Abt. Acker- u. Pflanzenbau, Güterfelde S. 1-4.

BECKER, K.; JOHN, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa. Gewöhnliche Nachtkerze. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 137.

BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT (BVL) (2003): Pflanzenschutz-Verzeichnis. Teil 1. 2003. Ackerbau, Wiesen und Weiden, Hopfenbau, Nichtkulturland. Saphir Verlag, Ribbesbüttel, 51. Aufl., S. 1 – 364.

BUNDESSORTENAMT (2002): Beschreibende Sortenliste Arznei- und Gewürzpflanzen 2002. Nachtkerze. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hannover, S. 126-131.

FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. *Oenothera biennis* L. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 6. Aufl., S. 198-199.

GÖDDECKE, ANDREA; RANGE, P.; SCHWEIGER, P. (2002): Nachtkerze (*Oenothera biennis* L.). http://www.infodienst.bwl.de/la/lap/pflanal/arzneipfl.Nachtkerze.htm.12.01.03. Infodienst der Landesanstalt für Pflanzenbau, Baden-Württemberg, 9.10.02.

SCHUSTER, W. (1992): Ölpflanzen in Europa. Nachtkerze. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main, S. 141-144.

Saflor, Färberdistel (*Carthamus tinctorius*)

Der Saflor ist eine uralte Farbstoff- und Ölpflanze, die im 17. und 18. Jahrhundert in warmen Regionen Deutschlands und Österreichs im beachtlichen Umfange angebaut wurde. Heute ist der Saflor nur noch sporadisch in sehr warmen, trockenen Gebieten Thüringens (in Gärten) anzutreffen. Er gehört heute zu den Ölpflanzen, die wieder auf ihre Anbaueignung überprüft werden.

Verwendungszweck

In früherer Zeit hatte der rote Farbstoff (Carthamin) aus den Blütenblättern des Saflors eine große Bedeutung; er diente hauptsächlich zum Färben von Baumwolle, Seide und von Orientteppichen. Die Saflorfarbstoffe waren aber wenig beständig gegen Seife, Alkali, Licht und Luft. Deshalb wurden sie in den 20er Jahren im 20. Jahrhundert durch synthetische Farbstoffe ersetzt. Heute werden die Saflorfarben zum Färben von Lebensmitteln und Pillen in der Pharmazie sowie zur Herstellung von Schminke gebraucht (KÖRBER-GROHNE 1988; FRANKE 1997; DIEPENBROCK et al. 1999; PUDE 2001).

In der Humanmedizin werden Saflorblütenköpfe als schmerzstillende, antibiotisch fiebersenkende, abführende und cholesterinsenkende Arznei, bei Menstruationsbeschwerden, Wunden, Gelbsucht, Verstauchungen, Hautentzündungen und Gelenkschmerzen verordnet. Die Samen des Saflors wirken diuretisch und gegen Rheuma (BECKER und JOHN 2000).

Der Hauptzweck des Safloranbaus aber ist die Gewinnung von Öl. Dieses Öl wird als Speiseöl und für technische Zwecke verwendet wie in der Lack-, Farben- und Harzindustrie sowie als Brennöl für Lampen. Die Qualität des Safloröls (Distelöl) ist wegen seines hohen Linolsäuregehaltes (70 bis 80 %) aus ernährungsphysiologischer Sicht dem Sonnenblumenöl ebenbürtig, wenn nicht noch höher einzustufen. Der hohe Anteil an Ölsäure (über 80 %) steigert ebenfalls die Qualität des Safloröls, so dass es auch als nachwachsender Rohstoff für die industrielle Nutzung von noch höherem Wert sein könnte, als es bisher der Fall gewesen ist (VON BOGUSLAWSKI 1953; KÖRBER-GROHNE 1988; SCHUSTER 1992; FRANKE 1997; DIEPENBROCK et al. 1999).

Wird das Safloröl zwei Stunden lang bei 300 °C erhitzt, so entsteht eine gelatinöse Klebemasse, mit der Kacheln und Glas geklebt werden können. Bei weiterem Erhitzen versteift sich die Masse weiter und kann zur Herstellung von wasserabweisender Kleidung verwendet werden (BECKER und JOHN 2000).

Zur Botanik

Der Saflor (*Carthamus tinctorius*) gehört der Familie der Korbblütler (*Compositae*) an und ist der Unterfamilie, den Asteraceen, zugeordnet.

Der Saflor ist eine einjährige, krautige Pflanze, die eine Höhe von 140 cm erreichen kann. Ihr Spross ist einstängelig und verzweigt sich im oberen Drittel. Der Saflor bildet eine tiefgehende Pfahlwurzel aus, die ein sehr hohes Wasseraneignungsvermögen hat, so dass die Pflanze eine relativ gute Trockenresistenz besitzt.

Die Blätter sind bei den meisten Formen wechselständig, steif, spitz und stachelig gezähnt; sie laufen ebenso wie die Hüllblätter des Korbes in einer Stachelspitze aus (Distelcharakter). Es gibt heute auch stachellos beblätterte Saflorsorten. Die Laub- und Blütenblätter sind die eigentlichen Farbstoffträger.

Das Abblühen der Saflorpflanzen erfolgt von oben nach unten, wobei der Hauptzweig zuerst mit dem Blühen beginnt. Die Blütenblätter verfärben sich im Laufe der Blüte von hellrot bis tiefrot (Juli/August). Insekten, vornehmlich Bienen und Hummeln sorgen für eine Fremdbefruchtung. Danach bildet der Saflor – wie die Sonnenblume – als Frucht eine Achäne aus, die einen hohen Schalenanteil (von 35 bis 45 %) besitzt.

Bei der Kulturart Saflor bleiben die Fruchtköpfe während der Reife geschlossen; die Früchte nehmen zu dieser Zeit eine weiße Färbung an. Die Achäne des Saflors ist wesentlich kleiner als die der Sonnenblume; ihre Tausendsamenmasse (TSM) schwankt zwischen 25 bis 45 g. Die Samen enthalten ein hochwertiges Öl (45 bis 58 %), das zu 70 bis 80 % Linolsäure aufweist (VON BOGUSLAWSKI 1953; KÖRBER-GROHNE 1988; SCHUSTER 1992; FRANKE 1997; DIEPENBROCK et al. 1999; BECKER und JOHN 2000; PUDE 2001).

Allgemeiner Anbau

Klima / Boden

Der Saflor stellt an das Klima recht hohe Ansprüche; für die Blütenbildung und danach benötigt er sommerwarme, trockene Witterung. Heute wird Saflor überwiegend in tropischen Regionen auf trocknen Standorten als Ölpflanze angebaut. In Thüringen, Rheinland-Pfalz, Saarland und Baden-Württemberg könnte in trockenen Gebieten der Safloranbau problemlos durchgeführt werden. In Deutschland ist der Saflor zumeist nur noch in Gärten anzutreffen.

Der Saflor gedeiht am besten auf Löß- und Kalkverwitterungsböden. Auf Grund seiner hohen Trockenresistenz wächst er auch auf sandigen Böden, soweit sie ausreichend mit Kalk versorgt sind (VON BOGUSLAWSKI 1953; DIEPENBROCK et al. 1999; PUDE 2001).

Vorfrucht / Fruchtfolge

Im Hinblick auf die Fruchtfolgestellung gedeiht der Saflor recht gut zwischen zwei Getreidearten. Eine Anbaupause von vier Jahren sollte eingehalten werden. In früheren Jahren hat man Saflor auch zwei und drei Jahre nacheinander angebaut, allerdings war dies mit Ertragsrückgängen verbunden (DIEPENBROCK et al. 1999).

Bodenbearbeitung

Die Bodenbearbeitung sollte für den Safloranbau so durchgeführt sein, dass die Aussaat auf einem unkrautfreien Boden erfolgen kann. Der Saflor wächst recht gut, wenn er in mittelfein zubereiteten Böden eingesät wird.

Sortenwahl

Der Saflor ist sehr formenreich; dennoch steht der Praxis für den Anbau keine Sorte zur Verfügung, da seit langem keine Saflorsorte zugelassen worden ist. Wenn der Landwirt einen Safloranbau im größeren Umfang durchführen möchte, ist er auf Herkünfte und Sorten aus dem Ausland angewiesen. Für die Pflanzenzüchtung wäre es eine Aufgabe – wie sie es bei anderen Öl- und Eiweißpflanzen getan hat – auch die Anbauwürdigkeit des Saflors zu verbessern. Dies kann durch züchterische Arbeiten geschehen, wenn vom Saflor die Streubreite, Dünnschaligkeit, Frosthärte, Frühreife, Dornlosigkeit, Resistenz gegen Krankheiten und tierischen Schädlingen verbessert und vor allem der Ölgehalt der Früchte gesteigert werden.

Saat / Aussaat

Die Spätfrostverträglichkeit (bis –7 °C) erlaubt die Aussaat des Saflors bereits Ende März/Anfang April; sie erfolgt mit der üblichen Drillmaschine, wobei die Samen in 2 bis 3 cm Bodentiefe abgelegt werden. Bei der Aussaat werden 60 bis 80 Samen pro m^2 Fläche ausgesät; dabei wird eine Bestandesdichte von 40 bis 50 Pflanzen/m^2 angestrebt. Der Reihenabstand schwankt je nach Bodenart zwischen 15 und 30 cm (DIEPENBROCK et al. 1999; PUDE 2001).

Düngung

Was den Nährstoffbedarf des Saflors anbelangt, sollte der Boden schon ausreichend mit CaO_2, P_2O_5 und K_2O versorgt sein. Dem Saflor sind 40 bis 60 kg N/ha und an Grunddünger 40 bis 60 kg P_2O_5 sowie 80 bis 120 kg K_2O/ha zu verabreichen, wobei alkalische Düngemittel ausgebracht werden sollten (VON BOGUSLAWSKI 1953; DIEPENBROCK et al. 1999).

Pilzliche Krankheiten

Der Saflor kann von einer Reihe von pilzlichen Schaderregern befallen werden, die sowohl beim Raps als auch bei der Sonnenblume in Erscheinung treten und Schädigungen hervorrufen. Dazu zählen Fusarium-Fußkrankheiten, Fusarium-Welke, Alternaria-Blattfleckenkrankheit, *Sclerotinia sclerotiorum*, Verticillium-Welke und der Echte Mehltau (*Erysiphe* spp.) (s. Raps und Sonnenblume. In: MIELKE und SCHÖBER-BUTIN 2002). Besonders bei feuchtwarmer Witterung während und nach der Blüte ist der Saflor der Blütenfäule ausgesetzt (Tabelle 1).

Tab. 1: Pilzliche Krankheiten

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursache	Bekämpfung	Autoren
Köpfchenfäule *Botrytis cinerea*	Äußert sich in grauen Myzelrasen, die ganze Körbchen überziehen (Köpfchenfäule). Der Befall bewirkt ein Verdorren der Blütenkörbe und beeinträchtigt die Samenausbildung. Damit sind hohe Ertragsausfälle verbunden. Feuchte Witterungsbedingungen während der Blüte begünstigen das Krankheitsgeschehen.	Anbau nicht in windgeschützten feuchten Lagen durchführen. Verwendung gesunden Saatgutes. Saatgutbeizung, Sortenwahl. Chemische Bekämpfung.	BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, WIEN 1994
Saflorrost *Puccinia carthami*	Die Infektion mit *P. carthami* kann sowohl vom Saatgut als auch von Pflanzenrückständen im Boden her erfolgen. Bereits während des Auflaufens können die Saflorpflanzen infiziert sein und später zum Absterben gebracht werden. Der Befall mit *P. carthami* äußert sich durch das Auftreten von schwarzbraunen bis schwarzen Rostpusteln zuerst an den unteren Blättern; später stellt sich der Befall auf den oberen Blättern und auf dem Blütenkörbchen ein.	Weite Fruchtfolge. Verwendung gesunden Saatgutes. Beizung des Saatgutes mit geeigneten Beizmitteln. Einsatz von Fungiziden. Sorten- bzw. Artenwahl.	BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, WIEN 1994

Ernte

Bei den Erntearbeiten ist zu unterscheiden, ob der Saflor als Farbstofflieferant oder als Ölpflanze geerntet wird. Die Erntezeit des Saflors für die Farbstoffherstellung ist im August, wobei die rotfärbenden Blütenblätter von Hand gepflückt werden. Sobald sich die Blüten öffnen, erfolgt die Ernte, denn zu dieser Zeit besitzt der Saflor den meisten Farbstoff. Schon einige Tage nach dem Blühen würde sich der Farbstoff „verflüchtigen“ (VON BOGUSLAWSKI 1953; KÖRBER-GROHNE 1988; DIEPENBROCK et al. 1992; BECKER und JOHN 2000; PUDE 2001).

Für die Ölgewinnung beginnt die Ernte etwas später, wenn die Blütenköpfe, Blätter und Stängel trocken und braun sind bzw. wenn die Samenreife erreicht ist. Die Ernte wird im Mähdrusch vorgenommen; dabei ist zu beachten, dass die Achänen nicht beschädigt werden. Sonst würde das Öl schon bei den kleinsten Haarrissen heraustreten und verloren gehen. Die Samenerträge des Saflors schwanken sehr; es können zwischen 5 und 30 dt Samen/ha geerntet werden (SCHUSTER 1992; FRANKE 1997; DIEPENBROCK et al. 1999).

Literatur

BECKER, K.; JOHN, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa. Färberdistel (Saflor). Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 242.

VON BOGUSLAWSKI, E. (1953): Saflor. In: Th. ROEMER, A. SCHEIBE, J. SCHMIDT u. E. WOERMANN: Handbuch der Landwirtschaft. Bd II. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 2. Aufl., S. 377-379.

BUNDESANSTALT FÜR PFLANZENSCHUTZ, WIEN (1994): Richtlinien für die Pflanzenschutzarbeit 1994. Saflor. Pflanzenschutz Zeitschrift für Agrarwirtschaft, Ernährung und Ökologie Sondernummer 1, S. 39-40.

DIEPENBROCK, W.; FISCHBECK, G.; HEYLAND K.-H.; KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau. Saflor. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 3. Aufl., S. 307-308.

FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. Saflor. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 6. Aufl., S. 178, S. 461-462.

KÖRBER-GROHNE, UDELGARD (1988): Kulturpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie. Saflor. Konrad Theiss Verlag Stuttgart, 2. Aufl. S. 423-428.

MIELKE, H.; SCHÖBER-BUTIN, BÄRBEL (2002): Pflanzenschutz bei Nachwachsenden Rohstoffen. Zuckerrübe, Öl- und Faserpflanzen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **391**, S. 1-95

PUDE, R. (2001): Pflanzen für die Industrie. Pflanzen – Rohstoffe – Produkte. Saflor. Sdr. der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Gülzow, S. 28

SCHUSTER, W. (1992): Ölpflanzen in Europa. Saflor / Färberdistel. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main, S. 63-65.

Färberwaid (*Isatis tinctoria*)

Färberwaid ist eine alte Farbstoff-liefernde Pflanze für „Blau“, die jetzt als Kulturpflanze wieder Interesse findet. In Thüringen ist mit dem Wiederanbau des Färberwaids versuchsweise begonnen worden (BECKER und JOHN 2000; PUDE 2001)

Verwendungszweck

Durch Fäulnis der geernteten Färberwaidpflanzen und durch nachfolgenden Luftzutritt entsteht eine blaue Farbe. Färberwaid liefert den besten blauen Textilfarbstoff. Des Weiteren findet Färberwaid bei der Herstellung von Anstrichfarben für Holz, Stein und Putz Verwendung. Außerdem wird Waid bei der Erzeugung von Holzimprägnierungs- und Holzschutzmitteln verwendet, denn der Waid enthält Substanzen, die Pilze eliminieren (KÖRBER-GROHNE 1988; BECKER und JOHN 2000; PUDE 2001).

Zur Botanik

Der Färberwaid ist eine zweijährige Staude. Sie gehört zu den Kreuzblütlern (*Brassicaceae*) und ist sowohl eine Winter- als auch eine Sommerfrucht.

Im ersten Jahr bildet der Waid eine Blattrosette mit länglich behaarten, 30 bis 35 cm langen Blättern; in dieser Zeit entwickelt sich eine holzartige Pfahlwurzel. Im zweiten Jahr wachsen aus einer Rosette mehrere 1 bis 2 m hohe Blütenschäfte mit bläulich-grünen Blättern, die den Stängel herz- bis pfeilförmig umfassen. Von Mai bis Juni blüht die doldige Rispe mit ihren kleinen gelben Kreuzblüten, aus denen später hängende, geflügelte, einsamige Schötchen hervorgehen, die sich bei der Reife nicht öffnen. Während der Reife nehmen die Schötchen eine schwarz-violette Färbung an.

Die Blätter des Waids enthalten den blauen Indigofarbstoff. Als Vorstufe des Indigos kommen in seinen Blättern Indican und Isatan B (1 % der Trockenmasse) vor (KÖRBER-GROHNE 1988; FRANKE, 1997; BECKER und JOHN 2000; PUDE 2001).

Anbau und Pflanzenschutz

Hinsichtlich des Klimas und des Bodens ist der Färberwaid nicht so anspruchslos; er verlangt ein feuchtwarmes Klima. Saure Böden (Moorböden) sagen ihm nicht zu. Auf derartigen Böden würde der Färberwaid nur farbstoffarme Blätter bilden; er wächst am besten auf kalkhaltigen, milden Lehmböden.

In der Fruchtfolgestellung gedeiht der Waid nach Hackfrüchten und Klee recht gut; er kann auch nach Getreide erfolgreich angebaut werden. Da Waid ein Kreuzblütler ist, sollte darauf Acht gegeben werden, dass in der Fruchtfolge weitere Cruciferen nicht so eng aufeinander folgen.

Die Bodenbearbeitung zur Saatbettbereitung für den Waidanbau muss sorgfältig vorgenommen werden. Da der Färberwaid eine langsame Jugendentwicklung hat, ist für seinen Anbau ein gut hergerichteter und vor allem unkrautfreier Ackerboden erforderlich.

Die Aussaat des Waids als Winterfrucht wird genauso wie diejenige des Winterraps im August und als Sommerfrucht im März bis Anfang April mit der Drillmaschine vorgenommen. Zur Aussaat kommen 4 bis 6 kg Waidsamen pro ha. Die Aussaattiefe liegt bei 1,5 bis 2 cm.

Was die Nährstoffversorgung des Waids betrifft, ist sowohl die Grund- als auch die N-Düngung so hoch zu bemessen wie diejenige des Rapses. Der Färberwaid benötigt eine relativ hohe N-Düngung (s. Winterraps bei MIELKE und SCHÖBER-BUTIN 2002).

Pflege / Unkrautbekämpfung

Die Unkrautbekämpfung beginnt beim Färberwaidanbau bereits bei der Bodenbearbeitung vor der Saat. Der Waid sollte in einen gartenmäßig zubereiteten, unkrautfreien Boden gedrillt werden. Auf Grund seiner langen Jugendentwicklung ist die Bekämpfung der Unkräuter mit Herbiziden im feldmäßigen Anbau häufig erforderlich. Speziell für den Waidanbau sind keine Herbizide zugelassen. Es gibt aber eine ganze Reihe von Mitteln, die auf Grund ihrer Pflanzenverträglichkeit und ihrer Wirksamkeit gegen Unkräuter im Waidanbau in der Vorsaatanwendung mit Einarbeitung, im Vorauflauf- und im Nachauflaufverfahren eingesetzt werden könnten (WURL et al. 1995).

Ernte

Die Blatternte für Farbzwecke beginnt, wenn die untersten Blätter des Färberwaids vergilben. Mit dem Grünfutterernter erfolgt ab Ende Juni bis zu den Herbstfrösten die Blattabnahme des Färberwaids in mehreren Schritten. Von einem ha Waidfläche können 30 bis 40 dt Blatt-Trockenmasse geerntet werden. Nach dem Schnitt sind die Blätter des Färberwaids schnell zu verarbeiten (KÖRBER-GROHNE 1988, PUDE 2001).

Verarbeitung

Die geernteten Blätter werden in einer Waidmühle zerquetscht und unter Wasserzugabe zermahlen. Die breiige Masse kommt unter Feuchthaltung zur Gärung, bei der das Isatan durch die Isatase zu Zucker und Indoxyl gespalten wird. Nach Entwicklung des blauen Indigos wird die Masse zu Kuchen und Kugeln geformt und bis zum Verbrauch kühl aufbewahrt (KÖRBER-GROHNE 1988; HARTMANN 1993; FRANKE 1997).

Literatur

BECKER, K; JOHN, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa. Färberwaid. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 145.

FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. Färberwaid. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 6. Aufl. S. 458-459.

HARTMANN, T. (1993): Die Färberpflanzen im Arzneipflanzengarten. *Isatis tinctoria* L. Sdr. des Inst. für Pharmazeutische Biologie der Techn. Universität Braunschweig, S. 15.

KÖRBER-GROHNE, UDELGARD (1988): Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie. Färberwaid. Konrad Theiss Verlag, Stuttgart, S. 410-416.

MIELKE, H.; SCHÖBER-BUTIN, BÄRBEL (2002): Pflanzenschutz bei Nachwachsenden Rohstoffen. Zuckerrübe, Öl- und Faserpflanzen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **391**, S. 33 – 49.

PUDE, R. (2001): Pflanzen für die Industrie. Pflanzen – Rohstoffe – Produkte. Färberwaid. Sdr. Herausg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Gülzow, S. 28.

WURL, G.; BIERTÜMPEL, A.; VETTER, A. (1995): Aspekte des Pflanzenschutzes bei Färberpflanzen unter besonderer Berücksichtigung des Waids (*Isatis tinctoria*). Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 166-170.

Färberwau (*Reseda luteola*)

Der Färberwau ist eine alte Farbstoff-liefernde Pflanze für „Gelb“, die bis ins 19. Jahrhundert als Kulturpflanze in Süd- und Mitteleuropa häufig zu finden war. Nachdem synthetische Farbstoffe erzeugt werden konnten, verlor der Färberwau an Bedeutung. In letzter Zeit wurde der Wau als Färberpflanze wieder versuchsweise in Thüringen angebaut.

Verwendungszweck

Färberwau galt als die farbechteste, gelbfärbende Pflanze und bot eine gute, heimische Alternative zum teuren Safran. Das vom Wau gelieferte Luteolin ist ein ausgezeichneter Farbstoff für Seide; es dient auch vor allem als Wandfarbe.

In der Medizin fanden das Kraut des Waus als Beruhigungsmittel und seine Wurzeln als harn- sowie schweißtreibendes Mittel Verwendung.

Gepresstes Öl aus den Wausamen verwendete man früher gelegentlich als Lampenöl. Auf Grund seines hohen Linolen- und Linolsäuregehalts könnte sich das Wauöl durchaus für die Lack- und Farbenherstellung eignen (KÖRBER-GROHNE 1988; SCHUSTER 1992; FRANKE 1997; BECKER und JOHN 2000; PUDE 2001).

Zur Botanik

Der Färberwau (*Reseda luteola*), eine zweijährige Pflanze, gehört zur Familie der Resedengewächse (*Resedaceae*) und stammt aus den Mittelmeergebieten. Seit langer Zeit ist der Färberwau in Mitteleuropa heimisch geworden.

Im ersten Jahr seiner pflanzlichen Entwicklung bildet der Wau eine grundständige Blattrosette; im zweiten entwickeln sich bis 150 cm hohe unverzweigte Stängel, die jeweils mit langen ungeteilten, schmalen Blättern in wechselständiger Anordnung versehen sind. Die Stängel tragen endständig reichhaltig rutenförmige Blütentrauben, an denen hellgelbe, kleine Blüten mit jeweils vier Kronenblättern stehen. Der Wau blüht vom Juni bis zum September; er ist ein ausgesprochener Fremdbefruchter. Nach der Befruchtung entstehen grünliche, sechskantige Fruchtkapseln, die zur Reife nierenförmige, glatte, dunkelbraune, glänzende Samen enthalten.

In den oberirdischen Pflanzenteilen des Waus (in Blättern, Stängeln und Blüten) wird zum größten Teil der gelbe Farbstoff Luteolin gebildet. Die Wurzeln enthalten dagegen nur geringe Mengen des Farbstoffs. Luteolin ist eine organische Verbindung aus der Gruppe der Flavone.

Die Samen enthalten dunkelgrünes, fettes Öl (32 bis 38 %), das einen hohen Anteil an Linolen- und Linolsäure aufweist (KÖRBER-GROHNE 1988; SCHUSTER 1992; FRANKE 1997; BECKER und JOHN 2000; PUDE 2001).

Anbau

In sonnigen und heißen Klimaten werden im Färberwau-Anbau die besten Farbstoffqualitäten erzielt. Der Wau beansprucht mildes Klima und warme Lagen. Hinsichtlich der Böden bevorzugt der Wau lockere, trockenere kalkreiche, sonnig gelegene Lehmböden.

In der Fruchtfolgestellung gedeiht er nach Raps und Hackfrüchten am besten. Die Vorfrüchte sollten reichlich mit Nährstoffen versorgt werden. Eine zu hohe Stickstoffbemessung wirkt sich negativ auf die Farbstoffbildung aus. Wie bereits erwähnt, benötigt Färberwau für seine Entwicklung nur kalkhaltige Böden.

Da der Färberwau sowohl eine Winter- als auch eine Sommerfrucht ist, erfolgt die Aussaat als Winterfrucht zwischen Juli und August und diejenige als Sommerfrucht Ende März bis Anfang April. Die Aussaat wird mit der Drillmaschine in einem Abstand von 10 bis 30 cm vorgenommen; dabei wird der Samen 1 bis 2 cm tief in den gartenmäßig hergerichteten Boden abgelegt. Die Aussaatmenge beträgt 3 kg/ha (ADAM und DITTMANN 2001, 2002; PUDE 2001).

Ernte

Zur Gewinnung des Farbstoffs Luteolin werden ca. 14 Tage nach Blühbeginn die gesamten Waupflanzen – ohne Wurzeln – mit dem Futterernter geerntet. Anschließend wird das Pflanzenmaterial schnell bei 40 bis 60 °C getrocknet. Von dem geernteten Wau-Pflanzenmaterial werden ca. 40 bis 45 dt Trockenmasse/ha gewonnen. Durch Kochen in Wasser wird der Farbstoff extrahiert. Vom Hektar Färber-Wau können 60 bis 100 kg Farbstoff Luteolin erzielt werden (ADAM und DITTMANN 2001; PUDE 2001). In der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft konnten WURL und BIERTÜMPEL (2001) ganz besonders ertragreiche Färberwau-herkünfte auffinden, die auch in qualitativer Hinsicht Höchstleistungen brachten; hier wurden Farbstofferträge bis zu 189 kg/ha festgestellt.

Literatur

ADAM, L; DITTMANN, B. (2001): Färberpflanzen. Anbau, Ernte und Nacherntebehandlung. Sdr. v. Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft, Güterfelde, Land Brandenburg, S. 1-4.

ADAM, L.; DITTMANN, B. (2002): Naturfarbstoffe. Sdr. des Landesamtes für Verbraucherschutz und Landwirtschaft, Güterfelde, Land Brandenburg, S. 1.

BECKER, K.; JOHN, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa. Färberwau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 168.

FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. Färberwau. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 6. Aufl., S. 460.

KÖRBER-GROHNE, UDELGARD (1988): Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie. Färberwau. Konrad Theiss Verlag, Stuttgart, S. 417 – 419.

PUDE, R. (2001): Pflanzen für die Industrie. Pflanzen – Rohstoffe – Produkte. Färberwau. Sdr. Herausg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Gülzow, S. 25.

SCHUSTER, W. (1992): Ölpflanzen in Europa. Färberwau. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main, S. 65.

WURL, G.; BIERTÜMPEL, A. (2001): Züchtung ausgewählter gelbfärbender Pflanzen und Färberknöterich. Gülzower Fachgespräche Forum „Färberpflanzen“ 2001. Herausgeg. von der Fachagentur Nachw. Rohstoffe e. V. Gülzow, **18**, S. 81 – 92.

Färberröte, Krapp (*Rubia tinctorum*)

Krapp ist eine alte Farbstoff-liefernde Pflanze; ihre Wurzeln enthalten einen roten Farbstoff. Mit der synthetischen Herstellung des Alizarins ging der Anbau des Krapps im 19. Jahrhundert rapide zurück. Heute ist der Anbau dieser Pflanze als nachwachsender Rohstoff wieder im Gespräch.

Verwendungszweck

Aus den Wurzeln des Krapps gewann man früher das leuchtende Rot (Türkisch Rot), einen sehr alten Alizarinstoff, der sich gut zum Färben von Wollgarn eignete. Zur Farbstoffgewinnung werden etwa drei Jahre alte Wurzeln des Krapps ausgegraben, getrocknet und gemahlen. Mit dem safrangelben Pulver lässt sich Wolle nach Alaunbeize und nach Eisenbeize gelb färben.

Krapp diente zum Färben von Wolle, Seide, Leder und Baumwolle und ist ein Beizfarbstoff; d. h. das Garn oder die Stoffe müssen vor der Färbung mit Metallsalzen gebeizt werden. Erst dann haftet das Alizarin auf der Faser. Als weitere Hauptfarbstoffe gewann man das Anthrachinon, Purpurin u. a. In früherer Zeit wurden z. T. Metalloberflächen mit rauen Blättern und Stielen des Krapps poliert.

Die Wurzeln des Krapps verfügen außerdem über adstringierende und entwässernde Eigenschaften; sie fanden in der Medizin als Mittel gegen Menstruationsstörungen sowie gegen Nieren- und Blasensteine Verwendung. Wegen möglicher karzinogener Effekte von Rubidinen wird die Droge heute nicht mehr verabreicht (KÖRBER-GROHNE 1988; FRANKE 1997; BECKER und JOHN 2000; ADAM und DITTMANN 2001; PUDE 2001).

Zur Botanik

Die Färberröte oder Krapp (*Rubia tinctorum*) gehört zur Familie der Rötegewächse (*Rubiaceae*); diese Pflanzenart ähnelt in ihrem Aussehen sehr dem Klebkraut (*Galium aparine),* nur sind Stängel und Blätter beim Krapp größer und breiter. Krapp ist eine mehrjährige Staude, die einen bis 1,5 m langen Stängel aufweist. Der Stängel ist mit lanzettlichen, zu viert oder zu sechs im Quirl angeordneten Blättern versehen, die durch aufsitzende Stachelzähnchen rau sind.

Die gelben Blüten des Krapps sind end- und blattachselständige, lockere Rispen (Trugdolden). Die Blütezeit erstreckt sich von Juni bis August. Als Früchte entwickeln sich rotbraune, glatte, fleischige Beeren. Bei Reife sind die Samen rundlich, kahl und dunkelbraun. Die Tausendsamenmasse (TSM) beträgt 16 bis 25 g.

Der Krapp bildet einen kräftigen, charakteristischen Wurzelstock mit bis zu 100 cm langen Rhizomen aus, die jeweils 20 bis 30 cm lange Wurzeln austreiben. Die Wurzeln sind bis zu 12 mm dick und haben nach außen ein hellrotes Aussehen. Im Wurzelstock werden die Hauptfarbstoffe Alizarin, Anthrachinon, Purpurin u. a. gebildet. Der meiste Farbstoff befindet sich in der inneren Wurzelrinde. Der Gesamtfarbstoffgehalt liegt bei 6 bis 10 %. Der Krappfarbstoff Alizarin ist eine organische Verbindung aus der Gruppe der Anthrachinone (KÖRBER-GROHNE 1988; FRANKE 1997; BECKER-JOHN 2000; ADAM und DITTMANN 2001; PUDE 2001).

Allgemeiner Anbau

In Deutschland wird angestrebt, die Nachfrage nach Naturfarbstoffen durch Produkte aus heimischem Anbau zu decken. Der Anbau des Krapps wird in Deutschland nicht ganz problemlos vonstatten gehen, da der Praxis z. Zt. noch keine klimatisch angepassten Sorten mit hoher Farbstoffqualität zur Verfügung stehen. Die Züchtung ist aber bemüht, in naher Zukunft winterfeste und leistungsfähige Krappgenotypen hervorzubringen (SIEBENBORN und MARQUARD 2001).

Der Krapp enthält in seinen Wurzeln Farbstoffe, die erst im dritten Anbaujahr gewonnen werden können. Aufgrund dessen zählt der Krapp zu den aufwendigen Kulturpflanzen.

Klima / Boden

Der Krapp gedeiht recht gut im mäßig feuchten Weinklima und in geschützten warmen Lagen. Sehr nasse, kalte Böden sowie Staunässe sagen ihm nicht zu. Ausgetrocknete Böden sind für seinen Anbau ebenfalls nicht geeignet. Der Krapp bevorzugt tiefgründige, sandige Lehme und humose, lehmige Sande. Um das Wurzelgut (-werk) maschinell ernten zu können, sollten die Böden siebfähig sein (KÖRBER-GROHNE 1988; BECKER und JOHN; ADAM und DITTMANN 2001a; PUDE 2001).

Fruchtfolge

Bei der Fruchtfolgeplanung unter Berücksichtigung des Krappanbaues ist zu beachten, dass die Wachstumsdauer des Krapps zwei bis drei Jahre beträgt. Als Vorfrüchte für den Krappanbau haben sich nach ADAM und DITTMANN (2001a) Hackfrüchte besonders bewährt.

Saat / Pflanzung

Der Anbau des Krapps kann sowohl in Beet- als auch in Dammverfahren erfolgen, wobei der Krapp einerseits gepflanzt und andererseits als Drillsaat zum Anbau kommt. Bei letzterem werden die Samen im März mit der Drillmaschine auf einem gartenmäßig hergerichteten Boden 3 bis 5 cm tief ausgesät. Bei der Aussaat wird eine Pflanzendichte von 50.000 bis 60.000 Pflanzen/ha angestrebt; es werden ca. 10 bis 15 keimfähige Samen pro m^2 Fläche ausgesät. Der Reihenabstand sollte 30 bis 40 cm betragen; dies ist abhängig von der vorhandenen Rodetechnik. Eine Saatgutbeizung hat sich mit einer gering erhöhten Bestandesdichte als vorteilhaft erwiesen.

Für den Anbau des Krapps im Pflanzverfahren werden im Gewächshaus reife Samen zur Anzucht von Jungpflanzen ausgesät. Im Frühjahr pflanzt man die jungen Krapppflanzen im Freiland aus. Der Pflanzenbedarf beträgt hier ebenfalls 50.000 bis 60.000 Stück je ha.

Krappfelder können auch mit Setzlingen angelegt werden, die im Frühjahr von alten Pflanzen aus dem Freiland gewonnen werden. Mit halbautomatischen Kartoffelpflanzmaschinen erfolgt das Auspflanzen der Krappsetzlinge (KÖRBER-GROHNE 1988; BECKER und JOHN 2000; ADAM und DITTMANN 2001a und b; PUDE 2001).

Düngung

Zur Nährstoffversorgung des Krapps empfehlen ADAM und DITTMANN (2001a und b) 80 kg N/ha im Frühjahr eines jeden Anbaujahres unter Berücksichtigung des N_{min}-Gehaltes im Boden, 57 kg P_2O_5 (einmalig) und 289 kg K_2O in geteilten Gaben. Für ein gutes Wachstum des Krapps ist eine ausreichende Kalk- und Magnesiumversorgung im Boden Voraussetzung.

Pflege / Unkrautbekämpfung

Im Krappanbau gilt es, vom Beginn des Auspflanzens bzw. der Aussaat bis zur Ernte die Bestände von Unkräutern frei zu halten. Dies lässt sich bei dem feldmäßigen Krappanbau nur mit einer chemischen Unkrautbekämpfung – also mit dem Einsatz von Herbiziden – bewältigen. Dazu sind Prüfungen von Herbiziden auf ihre Wirkung gegen Unkräuter und auf ihre Verträglichkeit gegenüber der Kulturpflanze Krapp erforderlich. Nach ADAM und DITTMANN (2001a und b) gibt es eine Reihe von Herbiziden, mit denen Unkräuter in Krappbeständen bekämpft werden können.

Ernte

Die Ernte des Krapps beginnt mit dem Absterben des Krautes, das abgemäht oder gehäckselt wird. Drei Jahre alte Wurzelstöcke des Krapps werden im Herbst mit einem Siebkettenroder (oder ähnlicher Technik) geerntet. Die geernteten Wurzeln sind zunächst in Waschanlagen (aus dem Möhrenanbau) zu reinigen und werden anschließend bei 40 bis 60 °C getrocknet. Danach erfolgt ein Mahlen des getrockneten Wurzelgutes. Dieses gemahlene Wurzelerntegut dient dann als Färbemittel.

Die Erntemengen des gedrillten Krapps betragen bis 33 dt getrocknete Wurzeln je ha, während der gepflanzte Krapp ca. 44 dt getrocknete Wurzeln/ha bringt. Zwischen Krappwurzelertrag und Farbstoffgehalt scheinen enge Wechselbeziehungen zu bestehen, wobei der Farbstoffertrag bei einer Anbaudauer von 2 ½ und 3 Jahren am höchsten war (KÖRBER-GROHNE 1988; BECKER und JOHN 2000; ADAM und DITTMANN 2001a und b; PUDE 2001).

Literatur

ADAM, L.; DITTMANN, B. (2001a): Färberpflanzen. Krapp. Sdr. des Landesamtes für Verbraucherschutz und Landwirtschaft. Land Brandenburg. Güterfelde, S. 1-4.

ADAM, L.; DITTMANN, B. (2001b): Ergebnisse zu Krappanbau und Ernte sowie Aspekte zu Produktlinienentwicklungen mit Pflanzenfarbstoffen. Gülzower Fachgespräche Forum Färberpflanzen 2001. Herausgeg. von der Fachagentur Nachw. Rohstoffe Gülzow, Bd. 18, S. 118-136.

BECKER, K.; JOHN, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa. Färberröte (Krapp). Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 180.

FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. Farbstoffe aus höheren Pflanzen. *Rubia tinctorum* L. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 6. Aufl. S. 457.

KÖRBER-GROHNE, UDELGARD (1988): Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie. Färberpflanzen. Krapp. Konrad Theiss Verlag, Stuttgart, 2. Aufl., S. 419-423.

PUDE, R. (2001): Pflanzen für die Industrie. Pflanzen – Rohstoffe – Produkte. Krapp. Sdr. Herausg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Gülzow, S. 26.

SIEBENBORN, SIMONE; MARQUARD, R. (2001): Ergebnisse der züchterischen Bearbeitung von Färberkrapp. Gülzower Fachgespräche Forum Färberpflanzen 2001. Herausgeg. von der Fachagentur Nachw. Rohstoffe e. V. Gülzow, Bd. 18, s. 93-108.

Zichorie, Wegwarte (*Cichorium intybus* var. *sativum*)

Die Zichorie ist als Heilpflanze und Gemüse schon lange bekannt. Wegen ihres Bitterstoffgehalts war die Zichorie als Grundsubstanz für den Ersatzkaffee geschätzt. Ihr Anbau ist in den letzten 50 Jahren in Deutschland bis auf ca. 300 bis 400 ha zurückgegangen. Auf Grund ihres relativ hohen Inulingehalts und ihrer Eignung zur Ethanolherstellung scheint die Zichorie als nachwachsende Rohstoffpflanze wieder interessant zu werden.

Verwendungszweck

Die Blätter der Zichorie dienten früher als Futtermittel. Von der Salatzichorie nutzte man die Blätter als Gemüse. Die gedorrten Wurzeln der Zichorie wurden nach dem zweiten Weltkrieg und werden heute noch in kleinem Umfange zur Aufbereitung von Kaffeeersatzmitteln verwendet.

Seit Anfang der 90er Jahre werden in Frankreich, Belgien und in den Niederlanden die Zichorien statt zur Herstellung von Kaffeeersatz zunehmend zur Inulin- und Fructosegewinnung genutzt. Inulin liefert Zuckersirup mit viel stärkerer Süßkraft als Saccharose. Für die Herstellung von kosmetischen und pharmazeutischen Produkten hat das Inulin bzw. die daraus gewonnene Fructose eine gewisse Bedeutung erlangt.

Es besteht auch die Möglichkeit, aus Wurzelzichorien Ethanol herzustellen; allerdings ist die Ethanolausbeute hier nicht so hoch, wie es bei den Zuckerrüben der Fall ist. Mit 4000 l Ethanol je Hektar kann aus der Zichorie die zweithöchste Energieleistung pro Flächeneinheit aller mitteleuropäischen zucker- bzw. stärkehaltigen Kulturpflanzen produziert werden. Außer zu Ethanol kann das Inulin zu Phosphatersatzstoffen (Reinigungs- bzw. Waschmittel) und für die Medizintechnik (Trägermaterial bzw. Einkapseln von Arzneimitteln) aufbereitet werden (DAMBROTH 1983; ANONYM 1992, 1993, 1996; FRANKE 1997; DIEPENBROCK et al. 1999; FRESE 1999; BECKER und JOHN 2000; SCHUCHERT 2002).

Geschichtliches

Die fleischige Rübe der Wegwarte diente schon bei den alten Griechen und Römern als Heilpflanze und als Gemüse. Eine größere Bedeutung erlangte die Zichorie aber erst, als sie nach der Erfindung des Arnstädter Hofgärtners Timme zu Beginn des 18 Jh. zur Gewinnung von Kaffee-Ersatz aus der gerösteten Rübe genutzt wurde. Durch Friedrich den Großen, der die Devisen für den teuren Bohnenkaffee sparen wollte, wurde der Anbau der Zichorie in Preußen stark gefördert und breitete sich auch in ganz Deutschland aus. Noch bis nach dem zweiten Weltkrieg wurde „Zichorienkaffee“ getrunken (KÖRBER-GROHNE 1988; FRANKE 1997; BECKER und JOHN 2000; SCHUCHERT 2002; ANONYM 2003).

Zur Botanik

Die Zichorie oder Gewöhnliche Wegwarte (*Cichorium intybus* var. *sativum*) gehört zur Familie der Korbblütler (*Compositae*). Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich über fast alle Erdteile. Die Zichorie ist auch in Deutschland heimisch geworden und wächst überall wild an Wegen und Feldrändern. Durch die Inkulturnahme wurde die Zichorie – ebenso wie die Beta-Rübe – zu einer zweijährigen Pflanze mit einer verdickten Wurzel.

Im ersten Jahr bildet die Zichorie den Rübenkörper (lange Pfahlwurzel) und oberirdisch eine üppige Blattrosette, während im zweiten Jahr der Blütenstängel austreibt. Durch langjährigen Anbau haben sich auf Grund unterschiedlicher Wurzelformen verschiedene Varietäten der Zichorie herausgebildet:

- mit langer Wurzel (Magdeburg)
- mit dicker und kurzer Wurzel (Braunschweig)
- mit halblanger Wurzel (Schlesien)
- mit walzenförmiger Wurzel (Baden-Württemberg)

Die Zichorie speichert in ihren Wurzeln, wie bereits erwähnt, Inulin, den typischen Speicherstoff der Korbblütler, der sich aus Polyfructanketten (30 bis 40 Mol Fructose + 1 Mol Glucose) zusammensetzt.

Die hellblau gefärbten Blüten sitzen in locker besetzten Körbchen, die zu zwei, selten zu mehreren auf ungleich langen Stielen zusammen stehen. Bei der Zichorie findet vorwiegend eine Fremdbestäubung durch Insekten statt. Der Fruchtansatz ist zumeist gering. Die Frucht ist eine einsamige Schließfrucht (Achäne).

Die Reife der Zichorienwurzel ist am Gelbwerden der älteren Blätter zu erkennen. Die milchsaftführende Rübe der Zichorie enthält neben den Bitterstoffen Lactucin und Lactucopikrin bis zu 20 % Inulin, das sich beim Rösten z. T. in Oxymethylfurfurol mit einem kaffeeähnlichen Aroma verwandelt (HEINISCH 1953; FRANKE 1997, FRESE 1999; BECKER und JOHN 2000; DIEPENBOCK et al. 1999).

Allgemeiner Anbau

Der Anbau der Zichorie wird in Deutschland nur noch in geringem Umfang durchgeführt, wobei die Zichorie selbst als nachwachsende Rohstoffpflanze eine echte Alternative im Pflanzenbau bilden und durchaus auch ökologische Vorteile bringen würde, zumal die Aussaat- und Erntetechnik bei der Zichorie so erfolgt, wie sie bei der Zuckerrübe üblich ist.

Klima / Boden

Die Anforderungen der Zichorie an die Klima- und Bodenbedingungen sind ähnlich wie diejenigen der Zuckerrübe. Der Wärmebedarf der Zichorie ist in ihrer Jugendentwicklung etwas höher als der der Zuckerrübe. Spätfröste begünstigen die Schossbildung und wirken sich außerdem nachteilig auf die Entwicklung aus. Die Industriezichorie wird in Europa vorwiegend in Nordfrankreich, Belgien und in den Niederlanden angebaut. Unter den dortigen maritimen Klimabedingungen werden hohe und sichere Rübenerträge mit hohem Inulingehalt (bis 20 %) erzielt.

Optimale Wachstumsbedingungen findet die Zichorie auf mittelschweren, tiefgründigen, humusreichen Zuckerrübenböden. Sandige Lehm- und lehmige Sandböden in nicht zu trockenen Lagen eignen sich ebenfalls für den Anbau der Zichorie, vorausgesetzt, dass diese Böden schwach alkalische Bodenreaktionen aufweisen. Schwere, tonige Böden sagen der Zichorie nicht zu, da hier ihre Wurzeln leicht zur Beinigkeit neigen (HEINISCH 1953; ANONYM 1992; HARMUTH 1995; DIEPENBROCK et al. 1999; FRESE 1999).

Vorfrucht / Fruchtfolge

Die Zichorie kann nach Hackfrüchten, Winter- und Sommergetreide und nach Leguminosen erfolgreich angebaut werden. Die Zichorie als Feindpflanze des Rübennematoden vermag auch zur Gesundung eines verseuchten Feldschlages beizutragen; sie kann ohne weiteres die Zuckerrübe in der Fruchtfolge vertreten.

Nach der Zichorie ist es angebracht, eine bodenreinigende Hackfrucht (z. B. Zuckerrüben, Kartoffeln oder Futterpflanzen) folgen zu lassen, um den Wurzelausschlag am besten beseitigen zu können. Die späte Ernte der Zichorie bereitet meist Schwierigkeiten; sie schließt das früh auszusäende Wintergetreide als Nachfrucht aus.

Bodenbearbeitung

Um die für den Anbau der Zichorie notwendige feine Krümelstruktur des Bodens herbeizuführen, sollte schon im Herbst eine Saatfurche erfolgen. An die Bodenbearbeitung im Frühjahr stellt die Zichorie doch höhere Ansprüche als die Zuckerrüben. Die Bodenbearbeitung im Frühjahr hat sehr sorgfältig zu geschehen, wobei der Boden gartenmäßig hergerichtet und abgesetzt sein muss (MEIER 1923; FRESE 1999).

Sorten / Sortenwahl

Zur Zeit gibt es in Deutschland keine Zichoriensorten, die eine Zulassung für den hiesigen Anbau aufweisen. Dem Landwirt stehen nur EU-Sorten aus Frankreich, Belgien und den Niederlanden in begrenzter Anzahl zur Verfügung. Wurzelzichoriensorten werden analog zur Zuckerrübensorte in zuckerreiche und massenertragsbetonte Sorten unterteilt (FRESE 1999). Bevor diese Sorten hier zur Aussaat kommen, sollten sie auf ihre Eignung als nachwachsende Rohstoffpflanze (Krankheitsanfälligkeit, Inulingehalt, Frostempfindlichkeit, Schossfestigkeit, Rodeeignung) geprüft werden.

An der Kulturpflanze Zichorie bedarf es noch umfangreicher Arbeiten zur Züchtungsforschung. DAMBROTH (1983) hatte bereits Anfang der 80er Jahre darauf hingewiesen, dass die Frostempfindlichkeit der Zichorie zu verringern sei, sich die Inulin- und Ethanolausbeute noch durch züchterische Arbeiten verbessern ließe. Um die Erträge der Zichorie noch anzuheben, sollte – ähnlich wie in der Zuckerrübenzüchtung – die Hybridzüchtung der Zichorie forciert werden.

Saat / Aussaat

Die Zichorie ist sehr empfindlich gegenüber Spätfrösten, daher hat ihre Aussaat nicht zu früh zu erfolgen. Mitte März bis April sollte die Zichorie ausgesät werden. Bei zu später Aussaat kann die Winterfeuchtigkeit häufig nicht mehr ausgenutzt werden. Das Saatgut besteht aus kleinen Achänen, deren TSM zwischen 1,3 und 1,5 g liegt. Die Samen (unpilliert und pilliert) werden in einer Bodentiefe von 0,5 bis 1,5 cm mit der Drillmaschine abgelegt. Um einen Rübenertrag von 450 bis 500 dt/ha erzielen zu können, liegt die optimale Bestandesdichte bei 160.000 Pflanzen/ha. Das Saatgutquantum beträgt bis zu 3,5 kg/ha. Der Reihenabstand und die Stellungsweite der Zichorienpflanzen in der Reihe haben sich nach der Bodenbeschaffenheit und der jeweiligen Erntetechnik zu richten (ANONYM 1992; HARMUTH 1995; FRESE 1999).

Düngung

Der Nährstoffentzug ist im Zichorienanbau so hoch wie derjenige der Zuckerrüben. Der Kalkzustand des Bodens sollte schon bei der Vorfrucht in Ordnung gebracht werden. Der Boden muss mit den Grunddüngern P_2O_5 und K_2O gut versorgt sein.

Die Höhe der Stickstoffversorgung hängt im Wesentlichen vom N_{min} im Boden ab. Die N-Düngung sollte in der Höhe verabreicht werden, wie es bei dem Zuckerrübenanbau gehandhabt wird. Sie ist meist in zwei Gaben (zur Saat und auf den Kopf) zu verabreichen (s. Zuckerrüben. In: MIELKE und SCHÖBER-BUTIN 2002).

Pflege / Unkrautbekämpfung

Wichtig für die Bestandesentwicklung im Zichorienanbau ist ein unkrautfreies Saatbett, da eine chemische Unkrautbekämpfung nur eingeschränkt möglich ist. Spezielle Gräserherbizide des Zuckerrübenanbaus können problemlos eingesetzt werden (ANONYM 1992; HARMUTH 1995; FRESE 1999).

Pilzliche Krankheiten

Selten werden Zichorien von Krankheiten in Mitleidenschaft gezogen. Neben dem Echten und Falschen Mehltau treten mitunter Rost und Krebs auf. Eine Bekämpfung der Krankheiten ist nur bei Frühbefall notwendig (FRESE 1999).

Tierische Schädlinge

Unter tierischen Schädlingen hat die Zichorie selten zu leiden. An Zichorienblättern können Gangminen der Zichorienminierfliege beobachtet werden. Die Minen sind in der Regel an der Mittelrippe oder an Nebenadern angelegt, die jedoch kaum zu Schäden führen. Gefährlich kann der Zichorie höchstens der Streifige Rüsselkäfer (*Tanymecus palliatus*) werden, der vor allem die jungen Pflanzen befällt. Schließlich können Allgemeinschädlinge wie Drahtwurm, Schildkäfer, Erdraupen, Engerlinge u. a. in Zichorienbeständen beobachtet werden.

Ernte / Verarbeitung

Die Reife der Zichorienrüben tritt ein, wenn die äußeren Blätter zu vergilben beginnen. Ende September bis Anfang Oktober erfolgen die Erntearbeiten. Dies geschieht mit der gleichen Erntetechnik, wie sie bei den Zuckerrüben üblich ist.

Der Erntezeitpunkt darf nicht hinausgeschoben werden, da sonst die Zichorien durch frühe Nachtfröste sehr stark geschädigt werden können. Schwierigkeiten können auch bei den Erntearbeiten auftreten, wenn das Roden der Zichorienwurzeln nach einer langen Trockenperiode erfolgt. Dann ist stets mit einem starken Rübenbruch zu rechnen.

Die Erträge der Zichorien fallen von Jahr zu Jahr unterschiedlich hoch aus, dies ist in erster Linie auf die Unterschiedlichkeit der Witterung und der Böden zurückzuführen. Es können Rübenerträge von 300 bis 600 dt/ha erzielt werden. Die Zichorien müssen auf Grund ihrer sehr kurzen vegetativen Ruhe spätestens 8 bis 10 Tage nach dem Roden verarbeitet werden. Bei längerem Lagern der Rüben besteht die Gefahr, dass die Zichorienrüben austreiben, dabei kann das Inulin abgebaut werden (HEINISCH 1953; ANONYM 1992; FRESE 1999; SCHUCHERT 2002).

Literatur

ANONYM (1992): Zichorie wieder im Kommen. DLG-Mitteilungen (agrar-inform) **3**, S. 7.

ANONYM (1993): Waschmittel mit Inulin. Der Inhaltsstoff der Zichorie ist ein guter Phosphatersatz. DLG-Mitteilungen (agrar-inform) **3**, S. 8-9

ANONYM (1996): Niederlande. Comeback für die Zichorie. DLG-Mitteilungen **7**. S. 6-7.

ANONYM (2003): Portraits im Capitulare de Villi aufgelisteten Pflanzen. *Cichorium intybus* L. Beschreibung – Geschichte – Verwendung. Internet http://www.biozac.de/capvil/Cvcich.htm v. 12.1.03, S. 1-4.

BECKER, K.; JOHN, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa. Gewöhnliche Wegwarte (*Cichorium intybus* L.). Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 232-233.

DAMBROTH, M. (1983): Bestandsaufnahme und konzeptionelle Hinweise zur Wiederentwicklung eines Industriepflanzenanbaues in der Bundesrepublik Deutschland aus pflanzenzüchterischer Sicht. Teilbereich: Äthanolerzeugung. Sdr. des Inst. f. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt f. Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), S. 44-45.

DIEPENBROCK, W.; FISCHBECK, G.; HEYLAND, K.H.; KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau. Nachwachsende Rohstoffe. Zichorie. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 3. Aufl., S. 371-385.

FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. Inulinliefernde Pflanzen. *Cichorium intybus* L. var. *sativum* LAM. et DC. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 6. Aufl. S. 111-113.

FRESE, L. (1999): Wurzelzichorie. In: E.R. KELLER, H. HANUS und K.-H. HEYLAND (1999): Handbuch des Pflanzenbaues. Bd. 3. Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen. Verlag Eugen Ulmer, S. 495-505.

HARMUTH, P. (1995): Ergebnisse von Pflanzenschutzversuchen zu nachwachsenden Rohstoffen aus Baden-Württemberg. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 35-60.

HEINICH, O. (1953): Rübenbau. Zichorie. In: TH. ROEMER, A. SCHEIBE, J. SCHMIDT und E. WOERMANN: Handbuch der Landwirtschaft. Bd. II. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, S. 243-247.

KÖRBER-GROHNE, UDELGARD (1988): Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie. Zichoriensalat und Zichorienwurzel. Konrad Theiss Verlag, Stuttgart, 2. Aufl., S. 287 – 292.

MEIER, D. (1923): Der Hackfruchtbau. Die Zichorie (*Cichorium intybus*). In: K. STEINBRÜCK (1923): Handbuch der gesamten Landwirtschaft. Verlagsbuchhandlung DR. MAX JÄNECKE, Leipzig, 4. Aufl., S. 199-202.

MIELKE, H.; SCHÖBER-BUTIN, BÄRBEL (2002): Pflanzenschutz bei Nachwachsenden Rohstoffen. Zuckerrübe, Öl- und Faserpflanzen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **391**, S. 1-95.

SCHUCHERT, W. (2002): Zichorie (*Cichorium inybus* L.) – Verbreitung, Erträge, Verwendung. Internet http://www.mpiz-koeln.mpg.de/pr(garten/schau(Cichoriumi.../Zichrie.htm 12.1.03, S. 1-2.

Topinambur (*Helianthus tuberosus*)

Topinambur ist eine relativ junge Kulturpflanze, die Anfang des 17. Jahrhunderts aus Nordamerika als Zier- und Nahrungsmittelpflanze nach Europa kam. Topinambur lässt sich weiterhin nutzen und eignet sich ausgezeichnet für den Anbau nachwachsender Rohstoffpflanzen.

Verwendungszweck

Topinambur dient als Grünfutter für Wild, Rinder und Schweine sowie als Zierpflanze in Gärten. Die Knollen des Topinamburs liefern Gemüse, das gekocht, gedämpft oder gebraten werden kann. Für Diabetiker ist Topinambur von Interesse, da seine Knollen viel Fruchtzucker enthalten und mit 7 bis 8 % die Hälfte der Kohlenhydrate auf Inulin entfällt. Inulin hat die unterschiedlichsten Verwertungsmöglichkeiten. Im Nahrungsmittelbereich kann die aus Inulin gewonnene Fructose als Alternativsüßstoff zur Saccharose eingesetzt werden.

Auch im industriellen Bereich bestehen verschiedene Einsatzmöglichkeiten von Inulin, die noch an Bedeutung gewinnen dürften. Hierbei kann Inulin als Phosphatersatz in Waschmitteln eingesetzt werden. Von außerordentlicher Bedeutung ist die Anwendung des Inulins als Nährmedium für Mikroorganismen, die ihrerseits organische Säuren, Aminosäuren, Antibiotika und Vitamine produzieren. Weiterhin ist die biotechnologische Herstellung leichtabbaubarer Kunststoffe aus Inulin möglich. Aus Stängeln des Topinamburs lässt sich zusätzlich Zellulose gewinnen.

In der Homöopathie wird Knollensaft von Topinambur gegen Verstopfung und Fettleibigkeit eingesetzt. Auf Grund der hohen Ethanolausbeute ist Topinambur eine geeignete Pflanze für den Anbau nachwachsender Rohstoffe zur Ethanolerzeugung. Von 100 kg Topinamburknollen können 8 bis 10 l Alkohol gewonnen werden, so dass bei einem Ertrag von 230 bis 250 dt Knollen/ha ca. 2500 l Alkohol anfallen (DAMBROTH 1983; SCHUBERT und FEUERLE 1993; FRANKE 1997; BRAMM und SCHITTENHELM 1999; BECKER und JOHN 2000; PUDE 2001).

Zur Botanik

Topinambur (*Helianthus tuberosus*) ist eine landwirtschaftliche Kulturpflanze der Gattung *Helianthus*, die zur Familie der *Asteraceae* (Korbblütler, *Compositae*) gehört. Topinambur ist eng mit der Sonnenblume (*Helianthus annuus*) verwandt. Der Topinambur ist eine ein- oder mehrjährige, leicht verzweigte Staude, die 2 bis 3 m hoch werden kann. Der Spross ist markgefüllt und hat gegenständige herzförmige, raubehaarte Blätter, deren Ränder grob gezähnt sind.

Der Topinambur bildet endständige, dottergelbe Blütenkörbe von 4 bis 8 cm Durchmesser (Röhren- und Zungenblüten). Die Blütezeit setzt sehr spät – wenn überhaupt – Ende September ein. Zumeist sind die Blüten steril. Topinambur ist eine Kurztagspflanze, die sich durch Knollen vermehrt. Die Sprossknollen, die so groß wie Kartoffelknollen sein können, sind jedoch unregelmäßig geformt und weisen sortentypisch eine rote bis gelblichbraune Schale sowie weißes Fleisch auf. Die Knollen des Topinamburs werden wesentlich später gebildet als diejenigen der Kartoffeln. Zum Unterschied von der Kartoffel enthält die Topinamburknolle keine Stärke sondern Fruchtzucker; 7 bis 8 % ihrer Kohlenhydrate weisen Inulin auf. Inulin ist der typische Speicherstoff der Korbblütler, der sich aus Polyfructanketten (30 bis 45 Mol Fructose + 1 Mol Glucose) zusammensetzt (GEISLER 1988; FRANKE 1997; BRAMM und SCHITTENHELM 1999; DIEPENBROCK et al. 1999; BECKER und JOHN 2000).

Allgemeiner Anbau

Topinambur wird in Deutschland kaum und wenn, dann nur als Wildacker-, Zier- und Grünfutterpflanze und regional zur Branntweinerzeugung angebaut. Bei den weiteren vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten wäre ein verstärkter Topinamburanbau, insbesondere auf leichten Böden, wünschenswert.

Klima / Boden

Topinambur stellt keine besonderen Ansprüche an das Klima; er gedeiht – wie die Kartoffel – im gemäßigten Klima recht gut. Die Topinamburknollen sind frostunempfindlich und überstehen unbeschadet Fröste bis zu –30 °C, das Laub allerdings nur bis zu –5 °C.

Topinambur stellt an den Boden noch geringere Ansprüche als die Karoffel, wenngleich auch auf den besseren Böden höhere Erträge erzielt werden als auf Sandböden. Auf trockenen Sandböden und kiesigen Böden ist Topinambur der Kartoffel im Ertrag sogar überlegen, sofern die Wasserversorgung gesichert ist; er gedeiht auch vorzüglich auf Neuland. Schwere und feuchte Böden sagen ihm nicht zu (GEISLER 1988; BRAMM und SCHITTENHELM 1999; BRUNNER 2002).

Vorfrucht / Fruchtfolge

Der Topinambur stellt keine besonderen Ansprüche an die Vorfrucht; er gedeiht nach jeder Vorfrucht und kann auch jede Stelle in der Fruchtfolge einnehmen. Der Anbau von Topinambur auf leichten Böden ist eine Möglichkeit, die extrem einseitige Fruchtfolgen aufzulockern vermag. Die Einordnung des Topinamburs in geregelte Fruchtfolgen ist jedoch durch die Frosthärte und den Wiederaustrieb der Knollen zu einem Problem geworden. Wenn nach Topinambur andere Kulturen angebaut werden, bestehen allerdings häufig Durchwuchsprobleme, die mit der Unkrautbekämpfung zu bewältigen oder mit geeigneten Nachfrüchten wie Hafer-Erbsen-Gemenge oder Feldfutter zu lösen sind.

Topinambur kann auch mehrjährig genutzt werden, vorausgesetzt, es tritt kein Befall mit *Sclerotinia sclerotiorum* auf. Nach der Knollenernte verbleiben im Boden noch genug Topinamburknollen, die im darauf folgenden Jahr das Pflanzgut für den neuen Bestand bilden (BRUNNER 2002). Häufig ist dieser Topinamburbestand zu dicht, so dass er sich zumeist nur für Grünfutter eignet.

Um gute Knollenerträge zu erzielen, wird der einjährige Anbau von Topinambur vorgezogen. Wegen der Gefahr des Befalls mit *Sclerotinia sclerotiorum* unter Berücksichtigung anderer anfälliger Wirtspflanzen ist eine mindestens 5jährige Fruchtfolge mit nichtanfälligen Kulturen einzuhalten (GEISLER 1988; ADAM 1995; HARMUTH 1995; SCHITTENHELM 1995; BRAMM und SCHITTENHELM 1999).

Bodenbearbeitung

Die Bearbeitung des Ackers zur Bestellung von Topinambur erfolgt in der gleichen Weise wie im Kartoffelanbau. Der Durchwuchs der Knollen bereitet dem Praktiker die eigentlichen Probleme. Bei der Bodenbearbeitung nach der Topinamburernte gilt es, möglichst alle Knollen aus der Erde an die Bodenoberfläche zu bringen, damit diese rasch verfaulen oder vertrocknen und ihnen ihre Keimfähigkeit genommen wird. Durch flache, nichtwendende Bodenbearbeitungen mit der Kreiselegge oder mit dem Feingrubber nach der Ernte lässt sich die Durchwuchsproblematik lösen (SCHUBERT und FEUERLE 1993; SCHITTENHELM 1995; BRAMM und SCHITTENHELM 1999; BRUNNER 2002).

Pflanzgut / Pflanzzeit

Im zeitigen Frühjahr oder im Herbst erfolgt das Pflanzen der Topinamburknollen. Dazu werden 1600 bis 2200 kg Knollen pro ha Fläche benötigt. Dies geschieht mit halbautomatischen Pflanzmaschinen (Kartoffelanbautechnik) im Reihenabstand von 75 cm und einem Abstand in der Reihe von 33 bis 35 cm. Die Ablage der Knollen erfolgt in einer Bodentiefe von 6 bis 10 cm.

Sortenwahl

Je nach Sorte können die Ernteverluste erheblich sein. Um Knollenverluste bei der Ernte zu minimieren, ist es angebracht, möglichst großknollige Sorten anzubauen. Neben der Großknolligkeit sollten Topinambursorten bzw. -herkünfte ertragreich sein und einen hohen Gehalt an Fructose und Inulin aufweisen. Entscheidend für die Sortenwahl ist der Erntezeitpunkt. Während für eine Ernte im Herbst nur frühe und mittelfrühe Sorten angebaut werden sollten, können bei der Ernte im Frühjahr auch späte Sorten zum Anbau kommen (SCHITTENHELM 1995; BRAMM und SCHITTENHELM 1999).

Düngung

Beim erstmaligen Anbau ist eine reichliche Stallmistdüngung (200 bis 250 dt Stallmist/ha) angebracht, die vor der Pflanzung der Knollen in den Boden eingearbeitet werden sollte. Später ist durch Jauche und durch eine reichliche Grunddüngung eine regelmäßige Zuführung der notwendigen Nährstoffe vorzunehmen.

Nach BRUNNER (2002) sollte Topinambur eine N-Gabe von 50 bis 70 kg N/ha in mineralischer Form bekommen. Hinsichtlich der Grunddüngung ist eine Nährstoffversorgung – wie bei der Kartoffel üblich – von 60 kg P_2O_5 und 200 kg K_2O/ha zu empfehlen.

Die N-Düngung zu Topinambur sollte sehr vorsichtig bemessen werden. Auf leichten Standorten stellen nach SCHITTENHELM (1995) 80 kg N/ha die Obergrenze dar. Höhere N-Düngung führt zur Verschlechterung der Ertragsstruktur; zwar nimmt dabei die Anzahl der Knollen zu, die durchschnittliche Knollengröße jedoch ab. Der Rückgang des Knollengewichts betrug durchschnittlich 12 %.

Pflege / Unkrautbekämpfung

Hinsichtlich der Unkrautbekämpfung bis zur Ernte kann die Technik, wie sie im Kartoffelanbau verwendet wird, übernommen werden. Zuerst kann die Unkrautbekämpfung noch mechanisch bewältigt werden. Auf Grund der raschen Jugendentwicklung und des starken Längenwachstums ist der Topinambur den Unkräutern gegenüber sehr konkurrenzfähig. Das Unkraut wird durch die intensive Bodenbedeckung des Topinamburs zumeist unterdrückt. Auf die Anwendung von Herbiziden kann wegen der guten Unkrautunterdrückung in der Regel verzichtet werden. Windenknöterich und Klettenlabkraut können dem Topinambur gefährlich werden; hier ist es ratsam, bei starkem Besatz Herbizide einzusetzen (SCHITTENHELM 1995; BRAMM und SCHITTENHELM 1999).

Pilzliche und bakterielle Krankheiten

Topinambur wird selten im Herbst vom Echten Mehltau (*Sphaerotheca fuliginea, Erysiphe polyphaga*) und im Stängelbereich von der Weißfäule (*Sclerotinia sclerotiorum*), vom Grauschimmel (*Botrytis cinerea*) sowie von der Trockenfäule (*Fusarium* spp.) befallen. Der Befall mit *Sclerotinia sclerotiorum* lässt sich nur durch eine 4 bis 5jährige Anbaupause einschränken. Auf Ackerflächen, wo auch Artverwandte des Topinamburs wie z. B. Sonnenblumen angebaut werden, können auch leicht andere Krankheiten (*Plasmopara halstedii, Septoria helianthi* und *Phoma macdonaldii*) auftreten (MÜLLER 1995; BRUNNER 2002).

Während der Überwinterung im Boden bleiben Topinamburknollen nicht immer von Nass- und Mischfäulen verschont, die durch Bakterien und pilzlichen Schaderregern hervorgerufen werden. Dazu zählen *Pseudomonas* spp. und *Erwinia* spp. sowie *Botrytis cinerea*, *Fusarium* spp. und *Sclerotinia sclerotiorum*. Das Ausmaß der Fäulebelastungen hängt im Wesentlichen von der Frühreife der jeweiligen Topinambursorte und von der Länge der Lagerung im Boden ab (MÜLLER 1995; HARMUTH 1995).

In gesund aussehenden Topinamburknollen kann auch latenter Befall mit Bakterien (*Pseudomonas* spp. und *Erwinia* spp.) vorkommen, der im Zeitraum von Anfang November bis zum Erntetermin im Frühjahr ansteigt. Möglicherweise werden diese Bakterien durch befallenes Pflanzgut auf die Tochterknollen übertragen (MÜLLER 1995). Für die Praxis heißt dies, dass nur untersuchtes, gesundes Pflanzgut für den Topinamburanbau verwendet werden sollte.

Bei der Verarbeitung der Topinamburknollen können verschiedene nichtpathogene Bakterien wie z. B. Milchsäurebildner (*Lactobacillus* sp. u. a.) negativ in Erscheinung treten, die bei der Inulingewinnung Probleme bereiten (MÜLLER 1995).

Ernte

Der Knollenansatz beim Topinambur beginnt erst im August. So kann die Ernte der Knollen auch erst im Spätherbst bis hin in das Frühjahr erfolgen, wobei starke Kälte den Topinamburknollen nicht schadet. Außerhalb des Bodens würden sie allerdings leicht faulen oder austrocknen.

Die Ernte der Topinamburknollen erfolgt – wie im Kartoffelanbau – mit dem Kartoffelroder. Bei der Ernte ist zu beachten, dass eine verlustarme Technik zur Vermeidung von Restknollen bzw. Knollenteilen eingesetzt werden sollte. Da die Topinamburknollen wenig oder nicht lagerfähig sind, ist es zweckmäßig, sie unmittelbar nach der Ernte zu verarbeiten.

Der Knollenertrag von Topinambur schwankt erheblich von 100 bis 700 dt/ha. Der Inulinertrag dürfte bei 60 bis 140 dt/ha liegen (GEISLER 1988; SCHUBERT und FEUERLE 1993; ADAM 1995; SCHITTENHELM 1995; BRUNNER 2002).

Literatur

ADAM, L. (1995): Einfluss des Nachbaus auf die Reduzierung des Topinamburdurchwuchses bei unterschiedlicher Herbizidintensität. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 211-216.

BECKER, K.; JOHN, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa. Topinambur. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 256.

BRAMM, A.; SCHITTENHELM, S. (1999): Topinambur. In: R. KELLER, H. HANUS und K.-U. HEYLAND (1999): Handbuch des Pflanzenbaues. Bd. 3. Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner und Futterleguminosen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 283-304.

BRUNNER, J. (2002): Topinambur. *Helianthus tuberosus*. Internet http://www.inavo.de/Deutsch/Kulturpf/Topinam/topin.htm v. 15.12.02, S. 1-2.

DAMBROTH, M. (1983): Bestandsaufnahme und konzeptionelle Hinweise zur Wiederentwicklung eines Industriepflanzenanbaues in der Bundesrepublik Deutschland aus pflanzenzüchterischer Sicht. Teilbericht „Äthanolerzeugung." Topinambur. Sdr. des Inst. f. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bundesanstalt f. Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), S. 42-43.

DIEPENBROCK, W.; FISCHBECK, G.; HEYLAND, K.-U.; KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau. Nachwachsende Rohstoffe. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 3. Aufl., S. 371 – 380.

FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. Topinambur. Georg Thieme Verlag, Stuttgart-New York, 6. Aufl., S. 112-113, S. 471.

GEISLER, G. (1988): Pflanzenbau. Ein Lehrbuch. Biologische Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion. Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.). Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 2. Aufl., S. 414-416.

HARMUTH, P. (1995): Ergebnis von Pflanzenschutzversuchen zu nachwachsenden Rohstoffen aus Baden-Württemberg. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 35-60.

MÜLLER, R. (1995): Auftreten von pilzlichen und bakteriellen Pathogenen beim Anbau von Topinambur. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 205-210.

PUDE, R. (2001): Pflanzen für die Industrie. Pflanzen – Rohstoffe – Produkte. Topinambur. Sdr. Herausg. Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e. V. Gülzow, S. 18.

SCHITTENHELM, S. (1995): Pflanzenbauliche Möglichkeiten zur Reduzierung von Topinamburdurchwuchs. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 217-222.

SCHUBERT, S.; FEUERLE, R. (1993): Neue Möglichkeiten für Topinambur. DLG-Mitteilungen (agrar-inform) **10**, S. 62-63.

Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*)

Der Buchweizen stammt aus Zentralasien und gelangte im 14. Jh. nach Mittel- und Westeuropa; er wurde als Nahrungs-, Futter- und Gründüngungspflanze angebaut. Noch Anfang des 20. Jh. war der Buchweizen weit verbreitet; auf Grund des verstärkten Getreide- und Leguminosenanbaus verlor er stark an Bedeutung. Inzwischen ist der Anbau in Frankreich wieder aufgenommen worden, weil der Bedarf an Buchweizen in den letzten Jahren deutlich angestiegen ist. In Deutschland wird der Buchweizen nur sporadisch im ökologischen Landbau als Nahrungs- und Verkaufsfrucht angebaut. Übermäßige Körner- oder Grünfutter- und Strohaufnahmen führen allerdings bei Menschen und Tieren vor allem unter Sonneneinwirkungen zu Hautentzündungen (Fagopyrismus). Heute interessiert sich jedoch die Schulmedizin für den Buchweizen als Heilpflanze (SNEYD 1995; ANONYM 1997; FRANKE, 1997; BECKER und JOHN 2000).

Verwendungszweck

Buchweizen wird zur Herstellung von Grütze, Brei, Mehlzusatz, von Mast- und Geflügelfutter verwendet. Darüber hinaus hat er als schnellwüchsige, blattreiche, nematodenentseuchende Zwischenfrucht Beachtung gefunden. Weiterhin besitzt der Buchweizen in der volkstümlichen Medizin eine gewisse Bedeutung. Rutin, weitere Flavonoide sowie Fagopyrin des Buchweizens gelten als heilende Hauptwirkstoffe. Das Rutin stillt Blutungen, dichtet Blutkapillaren ab und senkt den Blutdruck. Mit dem Kraut des Buchweizens behandelt man Bluthochdruck, Blutungen, Erfrierungen und empfahl es zur Arterioskleroseprophylaxe sowie zur Anregung der Milchsekretion von Wöchnerinnen. Heute interessiert sich auch die Schulmedizin für diese Anwendungen. Als Droge dienen die während der Blüte geernteten Blätter und Blütenblätter, die als Breiumschlag oder Tee zubereitet werden. Darüber hinaus kann aus den Blütenblättern ein brauner Farbstoff und aus dem Stroh Energie gewonnen werden (BECKER und JOHN 2000). Im Rahmen von Diätplänen bei Diabetes-Kranken hat der Buchweizen ebenfalls eine gewisse Bedeutung erlangt (SNEYD 1995).

Zur Botanik

Buchweizen (*Fagopyrum* spp.) gehört zur Familie der Knöterichgewächse (*Polygonaceae*). In Deutschland gibt es zwei Arten:

- Echter oder Gewöhnlicher Buchweizen (*Fagopyrum esculentum*),
- Tatarischer Buchweizen (*Fagopyrum tataricum*).

Der Echte oder Gewöhnliche Buchweizen ist derjenige, der früher allgemein in Deutschland angebaut wurde; seine Pflanzen sind einjährige Stauden, die 30 bis 100 cm hoch werden, deren Stängel verzweigt sind und zuletzt ein rötliches Aussehen haben. Die Blätter sind wechselständig, die unteren kurz gestielt, die oberen fast sitzend. Ihre Spreiten haben ein herzpfeilförmiges Aussehen; Nebenblätter umhüllen kragenförmig den Stängel.

Der Gewöhnliche Buchweizen bildet weiß- bis rosafarbene Blüten, die zu vielen Trugdolden zusammenstehen und stark duften. Die Blütezeit ist von Juni bis September. Er ist ein ausgesprochener Fremdbefruchter durch Insektenbesuch. In jeder Blüte reift eine Frucht heran; sie ist eine dreikantige, kleine bucheckernförmige, 4 bis 6 mm lange und ca. 3 mm breite Nuss. Die Nüsse sind schwimmfähig und ihr Schalenanteil ist hoch.

Der Tatarische Buchweizen hat kräftigere Pflanzen; er ist ebenfalls einjährig. Seine Stängel färben sich nicht rot, sondern bleiben grün. Der Tatarische Buchweizen bildet mehr Blattmasse als der Gewöhnliche Buchweizen. Seine Blüten haben ein grünliches Aussehen (KÖRBER-GROHNE 1988; SNEYD 1995; FRANKE 1997; BECKER und JOHN 2000).

Allgemeiner Anbau

Der Buchweizen als schnellwüchsige, blattreiche Zwischenfrucht, Gründüngungs-, Futter- und Nahrungspflanze wird in sechs bis acht Wochen schnittreif; er lässt sich auch als Zweitfrucht nach Landsberger Gemenge oder nach ausgefrorenem Wintergetreide anbauen. Der Buchweizen könnte durchaus als wenig anspruchsvolle, drogenliefernde Heilpflanze auf größeren Flächen in Reinsaat angebaut werden, wobei er hier in engen Fruchtfolgen eine interessante Alternative sein und Nischen ausfüllen könnte.

Klima / Boden

Der Buchweizen ist sehr kälteempfindlich und nimmt bereits bei Temperaturen von 3 °C bis 0 °C Schaden. Im Herbst sind Frühfröste für ihn schädlich. Trotz alledem ist sein Anbau in Deutschland allerorts möglich, da seine Vegetationszeit nur 10 bis 12 Wochen beträgt und infolgedessen seine Aussaat ohne Gefahr für das Ausreifen über die Zeit der Spätfröste hinausgeschoben werden darf. Der Ernteertrag des Buchweizens ist von einer günstigen Verteilung der Niederschläge abhängig, besonders im Jugendstadium, nachdem der Buchweizen sein drittes Blatt getrieben hat. Während der Vollblüte benötigt er Wärme und Trockenheit, aber danach ist zur Fruchtbildung Feuchtigkeit notwendig.

An den Boden stellt der Buchweizen geringe Ansprüche. Er gedeiht am besten auf leichteren, mäßig feuchten Böden; auch wächst er auf Heideböden. Vereinzelte Vorkommen des Buchweizens sind noch in Mittelgebirgen und in den Südalpen zu finden. Schwere Böden sind zu seinem Anbau für die Kornausbildung wenig geeignet; für die Blatt- und Blütenernte als Heilpflanze müsste der Buchweizenanbau auf schweren Böden noch geprüft werden (BECKER-DILLINGEN 1927; GEISLER 1988; SNEYD 1995).

Sortenwahl

Es ist durchaus denkbar, dass die Sorten des *tataricum*-Typs sich auf Grund ihrer größeren Blattmasse und ihrer höheren Rutingehalte eher als Heil- und Drogenpflanzen eignen würden als die Sorten des *esculentum*-Typs. Allerdings müssten Untersuchungen dies noch bestätigen.

Vorfrucht / Fruchtfolge

Im Hinblick auf die Vorfrucht ist der Buchweizen wenig anspruchsvoll. Besonders gut gedeiht er nach Hack- und Blattfrüchten, ein Platz in der Fruchtfolge, der ihm aus ökonomischen Gründen wohl selten eingeräumt wird. Zumeist steht der Buchweizen nach Halmfrüchten; weiterhin kann er auch als Zweitfrucht angebaut werden, vorausgesetzt die Klimaverhältnisse sind günstig und die Vorfrüchte räumen frühzeitig das Feld (z. B. Landsberger Gemenge; Wintergerste in Süd- und Südwestdeutschland) (ANONYM 1996). Durch den Anbau des Buchweizens ist es möglich, ähnlich wie bei den Zwischenfrüchten Ölrettich und Senf, den Besatz mit *Heterodera schachtii* (Rübenmüdigkeit) im Boden zu mindern (KELLER et al. 1999).

Bodenbearbeitungen

Der Buchweizen vermag auf einem lockeren und unkrautfreien Boden gut zu wachsen; bis zu seinem Anbau als Hauptfrucht ist daher der Acker im Herbst nach der Aberntung der Vorfrucht zu schälen und vor Winter zur gewünschten Tiefe zu pflügen. Im Frühjahr reicht zumeist ein Grubbern und Eggen aus, um das Saatbett herzurichten.

Saat / Aussaat

Da der Buchweizen erst bei einer Temperatur von 8 °C zu keimen bzw. zu wachsen beginnt, sollte seine Aussaat nicht zu früh stattfinden: beim Anbau als Hauptfrucht Anfang Mai bis Juni, als Stoppelsaat Anfang bis Mitte Juli. Um das Risiko der Gefährdung durch ungünstige Witterung während der Blüte zu verringern, erfolgt die Saat des Buchweizens auch nicht zu spät.

Buchweizen lässt sich auch als Zweitfrucht anbauen bzw. kann bis Ende Juli gesät werden, wobei pro ha 40 bis 50 kg Saatgut mit der Drillmaschine im Reihenabstand von 10 bis 15 cm und bis zu einer Tiefe von 2 bis 4 cm ausgesät werden (GEISLER 1988; BECKER und JOHN 2000; DSV 2003).

Düngung

Hinsichtlich der Bodenreaktion gedeiht der Buchweizen in sauren Böden noch recht gut. Die N-Düngung sollte nicht zu hoch bemessen sein, um ein Blühen des Buchweizens durch eine besonders lange vegetative Entwicklungsphase bis in den Herbst hinauszuzögern. Eine N-Gabe von 50 kg N/ha zu Beginn des Wachstums dürfte ausreichend sein. Für den Buchweizen ist eine gute Versorgung mit P_2O_5 und K_2O auf leichterem Boden (ca. 45 kg P_2O_5 und 145 kg K_2O/ha) zu empfehlen; allerdings sollte die Grunddüngung schon auf den Stoppeln der Vorfrucht erfolgt sein (BECKER-DILLINGEN 1927; GEISLER 1988; DSV 2003).

Pflege / Unkrautbekämpfung

Da bei günstigen Verhältnissen die Buchweizensaat bereits nach ca. 5 bis 6 Tagen nach dem Drillen aufgeht, sich schnell entwickelt und infolgedessen den Boden bald stark beschattet, ist die Gefahr der Verunkrautung nur gering. Daher bedarf der Buchweizen zumeist keiner besonderen Unkrautbekämpfung. Ist der Aufgang aber schlecht und lückig, dann können Unkräuter wie Melde, wilder Spörgel, Bitterkraut u. a. schon merkliche Schäden im Buchweizenanbau verursachen. Eine chemische Unkrautbekämpfung ist dann meistens erforderlich.

Pilzliche Krankheiten

Das Auftreten von Krankheiten ist im Buchweizenanbau selten. Daher benötigt der Buchweizen zunächst noch keinen Pflanzenschutz (SNEYD 1995). Bei einem verstärkten Anbau des Buchweizens ist aber damit zu rechnen, dass pilzliche Schaderreger zunehmend auftreten können. Aus früherer Literatur ist bekannt, dass Buchweizen von Keimlings-, Blatt- und Fruchtkrankheiten befallen werden kann. Hierzu zählen u. a. *Phytophthora* sp., *Ascochyta fagopyri, Phyllosticta* sp., *Fusicladium fagopyri*, *Uromyces* sp., *Puccinia* sp., *Sclerotinia* sp. und *Ustilago* sp. Buchweizen wird auch vom Falschen Mehltau (*Peronospora* sp.) befallen, eine Bekämpfung lohnt meistens nicht (BECKER-DILLINGEN 1927; GEISLER 1988).

Tierische Schädlinge

Tierische Schädlinge wie Stockälchen, Drahtwürmer, Engerlinge, verschiedene Eulenarten (Weizen- und Meldeeulen) und Blasenfüße können dem Buchweizen mehr oder weniger gefährlich werden (BECKER-DILLINGEN 1927).

Ernte

Als Heilpflanze wird Buchweizen in der Vollblüte geerntet, wobei Blätter und Blüten geschnitten werden, die man zu Brei und Tee verarbeitet. Der Grünertrag des Buchweizens im Hauptanbau liegt bei 100 bis 250 dt/ha (SNEYD 1995), so dürfte allerdings der Ertrag als Heilpflanze nicht einmal die Hälfte des gesamten Grünertrages ausmachen. Die Fruchtreife braucht hier gar nicht abgewartet zu werden, so dass sich der Buchweizen auch als Zweitfrucht durchaus für die Arzneigewinnung und für die Farbstoffherstellung eignen würde (BECKER und JOHN 2000).

Literatur

ANONYM (1996): Buchweizen als Zweitfrucht. DLG-Mitteilungen, **12**, S. 7.

ANONYM (1997): Buchweizen für arme Böden. DLG-Mitteilungen, **12**, S. 8.

BECKER-DILLINGEN, J. (1927): Handbuch des Getreidebaues. Buchweizen. Verlag Paul Parey, Berlin, S. 595-608.

BECKER, K.; JOHN, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa. Buchweizen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 98.

DEUTSCHE SAATVEREDELUNG (2003): Lippstädter Sorteninfo. Buchweizen. Herausg. DSV Deutsche Saatveredelung v. 07. Juli 2003, S. 1 – 2.

FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. *Fagopyrum esculentum* Moench. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 6. Aufl. S. 105.

GEISLER, G. (1988): Pflanzenbau. Ein Lehrbuch. Biologische Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion. Buchweizen. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 2. Aufl. S. 439.

KELLER, E. R.; HANUS, H. und K.-U. HEYLAND (1999): Handbuch des Pflanzenbaues. Bd. 3. Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen. Zuckerrübe. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 305 – 448.

KÖRBER-GROHNE, UDELGARD (1988): Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie. Buchweizen (*Fagopyrum* spp.). Konrad Theiss Verlag, 2. Aufl. S. 339-449.

SNEYD, J. (1995): Alternative Nutzpflanzen. Buchweizen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 109 – 112.

Kenaf (*Hibiscus cannabinus*)

Kenaf ist – wie Hanf und Faserlein – eine Faserpflanze, die im Nonfood-Bereich vielfältig genutzt werden könnte. Allerdings ist die Kulturpflanze Kenaf hinsichtlich des Klimas nicht so anspruchslos. Zu ihrer Entwicklung benötigt sie relativ hohe Temperaturen (KAHNT 1995).

Verwendungszweck

In den 90er Jahren erschien eine Nutzung des Kenafs als Faserpflanze Erfolg versprechend, da seine Fasern vielseitig zu nutzen sind. Sie können zu speziellen abbaubaren Mulchfolien und Kartonagen verarbeitet werden. Das saugfähige Mark der Schäben eignet sich vorzüglich für Ölbinder. In den ursprünglichen Anbaugebieten wird Kenaf – wie die Jutefaser – zu groben Textilfasern verarbeitet und zur Herstellung von Leinwand und Säcken eingesetzt (HARMUTH 1995; STOLZENBURG 1995; PUDE 2001).

Zur Botanik

Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) stammt ursprünglich aus dem tropischen Afrika und Vorderasien; er ist eine einjährige subtropische Öl- und Faserpflanze, die ebenfalls wie die Baumwolle den Malvengewächsen (*Malvaceae*) angehört.

Als Kurztagspflanze reagiert Kenaf erheblich auf die in Deutschland gegebene Tageslänge. Zur Hauptanbauzeit wird das vegetative Wachstum des Kenafs und somit auch das Längenwachstum der Stängel intensiv gefördert. Unter diesen Bedingungen werden Stängellängen bis zu 300 cm erreicht. Der Stängel selbst ist haarig, stark verholzt, markhaltig und mit einer Bastschicht umgeben. Die Stängel enthalten 18 – 22 % Bastfasern in der Trockenmasse (TM).

Der Kenaf bildet eine lange Pfahlwurzel aus; seine Blätter sehen so ähnlich aus wie diejenigen des Hanfs.

Als Öl-liefernde Pflanze kommt der Kenaf in Deutschland nicht vor, da er hier auf Grund seiner Kurztageigenschaften keine oder kaum Blüten bildet (STOLZENBURG 1995; FRANKE 1997; PUDE 2001).

Allgemeiner Anbau

Seit den 90er Jahren wird Kenaf als Faserpflanze versuchsweise in Süddeutschland angebaut. Das Interesse an dem Kenafanbau hat aber in der letzten Zeit wieder nachgelassen.

Klima / Boden

Kenaf benötigt für seine Entwicklung relativ hohe Temperaturen und kann aus diesem Grunde nur in warmen Regionen angebaut werden. Für sein Wachstum sind 130 bis 150 Tage mit hohen Temperaturen erforderlich. Er wächst erst bei einer Temperatur von über 15° C. Für den Kenafanbau würden sich Regionen in Baden-Württemberg wie z.B. das Bodenseegebiet und die Oberrheinische Tiefebene gut eignen. Bei kühler Witterung findet nur eine langsame Jugendentwicklung statt. Kenaf reagiert empfindlich auf Spätfröste und ist trotz seiner Dürreresistenz auf hohe Niederschläge (bis 800 mm Niederschläge) angewiesen. Nach kurzen Trockenperioden ist beim Kenafanbau mit Wachstumsstörungen und Ertragsrückgängen zu rechnen; bei Trockenperioden muss er zusätzlich bewässert werden.

An den Boden stellt der Kenaf keine besonderen Ansprüche; seine Pfahlwurzel dringt tief in die Erde ein und lockert sie auf. Kenaf gedeiht recht gut auf leichten bis mittelschweren Böden, die sich schnell erwärmen und eine gute Wasserführung aufweisen (STOLZENBURG 1995; PUDE 2001).

Vorfrucht / Fruchtfolge

Bei einem verstärkten Kenafanbau ist damit zu rechnen, das sowohl pilzliche Schaderreger als auch tierische Schädlinge mit aller Wahrscheinlichkeit zunehmen werden, die vor allem auch bei anderen Kulturpflanzen in der Fruchtfolgerotation vorkommen. Bislang sind im Kenafanbau in Deutschland noch keine Fruchtfolgekrankheiten und Schadwirkungen bekannt geworden aber dennoch sollte ein Fruchtfolgeabstand von mindestens drei Jahren zwischen dem Anbau Kenaf nach Kenaf eingehalten werden (STOLZENBURG 1995).

Bodenbearbeitungen/Saat/Aussaat/Düngung

Für den Ackerbau des Kenafs sind die Bodenbearbeitungen sorgfältig durchzuführen, denn für eine einwandfreie Entwicklung benötigt er ein feinkrümeliges, lockeres und unkrautfreies Saatbett.

Die Aussaat des Kenafs erfolgt im Mai mit der herkömmlichen Drillmaschine oder mit einem Einzelkornsaatgerät. Um einen Pflanzenbestand zwischen 50 und 80 Pflanzen/m² anzustreben, werden mindestens 60 bis 100 Körner/m² ausgesät (STOLZENBURG 1995; PUDE 2001).

Zur Nährstoffversorgung des Kenafs wird von STOLZENBURG (1995) eine Düngung von 50 kg N, 50 bis 70 kg P_2O_5 und 100 bis 120 kg K_20/ha empfohlen.

Pflege/Unkrautbekämpfung

Um eine Unkrautbekämpfung bereits in den Vorfrüchten des Kenafs zu ermöglichen, sollte sein Anbau in eine geordnete Fruchtfolgerotation einbezogen werden. Auf Grund seiner langsamen Jugendentwicklung und somit seiner geringen Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern ist es erforderlich, den Boden unmittelbar vor der Saat und während des Kenafaufganges von Unkräutern freizuhalten. Dies kann durch intensive, sorgfältige Bodenbearbeitungen (Herbstfurche, mehrmalige Bodenbearbeitungen im Frühjahr) geschehen. Außerdem ist es möglich, die Unkräuter in Vorsaat-, Vorauflauf- und zum Teil im Nachauflaufverfahren durch Anwendung kulturspezifischer Herbizide zu bekämpfen. Später lassen die Unkräuter sich durch den raschen Bestandesschluss schnellwachsender Kenafsorten leicht unterdrücken (STOLZENBURG 1995; HARMUTH 1995).

Pilzliche Krankheiten

In Deutschland sind im Kenafanbau noch keine pilzlichen Schaderreger schädigend aufgetreten. Bei einer Ausweitung der mit Kenaf bebauten Flächen ist mit einer Zunahme der Krankheiten zu rechnen. Nach STOLZENBURG (1995) können beim Kenaf eine Reihe von Krankheiten auftreten. Einige in Frage kommende pilzliche Schaderreger sind in Tabelle 1 aufgelistet. Eine besondere Gefahr besteht nach der Autorin darin, dass Schaderreger mit dem Saatgutimport aus den traditionellen Anbauländern eingeschleppt werden können.

Tab. 1: Übersicht pilzlicher Schaderreger im Kenafanbau in verschiedenen Ländern (n. STOLZENBURG 1995, Auszug)

Erreger	Vorkommen
Colletotrichum hibisci	Weltweit
Colletotrichum hibisci-cannabini	Taiwan
Colletotrichum gloeosporioides	Indien
Macrophomina phaseoli	Java, USA, Taiwan, Indien
Sclerotium rolfsii	Cuba, El Salvador, Taiwan
Cercospora hibisci-cannabini	Java, Indien, Taiwan
Thanatephorus cucumeris	Cuba, USA, El Salvador, Taiwan
Rhizoctonia solani	Taiwan
Volutella sp.	Indien
Myrothecium roridum	Indien, Cuba, El Salvador

Erreger	Vorkommen
Leveillula taurica	Cuba
Botrytis cinerea	Polen, Argentinien, Peru, USA, Taiwan
Sclerotium bataticola	Cuba, El. Salvador
Cristulariella pyramidalis	USA
Phyllosticta hibisci-cannabini	Taiwan
Fusarium sp.	Iran, Indien
Alternaria sp.	USSR
Phoma sabdariffac	Java, Phillipinen
Aecidium garkcanum	Südafrika, Zaire, Äthiopien, Rhodesien, Uganda, Zambia

Ein Kenafanbau im größeren Umfange wird anfangs sowohl für den Pflanzenschutzdienst als auch für die Praxis mit Problemen verbunden sein, denn auf Anhieb lassen sich nicht gleich alle auftretenden Krankheiten diagnostizieren und bekämpfen.

Tierische Schädlinge

Die Anzahl der tierischen Schädlinge im Kenafanbau ist nach STOLZENBURG (1995) in den Anbauländern wesentlich größer als diejenige der pilzlichen Schaderreger (Tabelle 1). Es ist nicht vorhersehbar, welche und wie viele Schädlinge im zukünftigen, heimischen Kenafanbau in Erscheinung treten. Die Auflistung der zahlreichen tierischen Kenafschädlinge (Käfer, Schmetterlinge und Gleichflügler) ist bei STOLZENBURG (1995) zu finden.

Ernte

Die Ernte des Kenafs findet zumeist in der Zeit zwischen Dezember und Februar statt, wenn der Kenaf durch Frost abgestorben ist. Die Stängel bleiben nach dem ersten Frost noch zum Trocknen stehen. Erst danach setzt die Ernte ein, wobei der Kenaf mit einem Maishäcksler abgemäht und mit Ballenpressen aufgenommen wird. Scharfe Schneidwerke sind erforderlich, sonst würden die Fasern wickeln. Im Kenafanbau können Gesamterträge von 80 dt und mehr erzielt werden. Der Faseranteil des Erntegutes liegt bei 20% (KAHNT 1995; STOLZENBURG 1995; PUDE 2001).

Literatur

FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde. Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen. *Hibiscus cannabinus* L. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 6. Aufl., S. 417-418.

HARMUTH, P. (1995): Ergebnisse von Pflanzenschutzversuchen zu nachwachsende Rohstoffe aus Baden-Württemberg. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 35-60.

KAHNT, G. (1995): Erfahrungen mit dem Anbau nachwachsender Rohstoffe unter den Anbaubedingungen Süddeutschlands. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 28-34.

PUDE, R. (2001): Pflanzen für die Industrie. Pflanzen – Rohstoffe – Produkte. Kenaf. Sdr. des Herausg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Gülzow, S. 23.

STOLZENBURG, K. (1995): Aspekte des Pflanzenschutzes beim Anbau von Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) in Deutschland. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin-Dahlem **310**, S. 171-177.

Schlussbetrachtung

Die vorliegende Studie stellt eine Reihe weniger häufig genutzter nachwachsender Rohstoffpflanzen vor, die in der hiesigen Landwirtschaft durchaus großflächig angebaut und in der Industrie genutzt werden können. Neben Angaben über die Verwendungsmöglichkeiten der nachwachsenden Rohstoffe im Nonfood-Bereich werden detaillierte Beschreibungen der entsprechenden Kulturpflanzen und ihre Klima- und Bodenansprüche gegeben. Darüber hinaus erhält der Praktiker Hinweise über Anbau, Pflege, notwendige Pflanzenschutzmaßnahmen sowie Angaben über die Ernte dieser Kulturpflanzen. Die Vielfalt des Kulturpflanzenanbaus trägt nicht nur zur nachhaltig unternehmerischen Tätigkeit des Landwirts bei sondern fördert auch den Klimaschutz, indem Kohlendioxid-Emissionen drastisch abgesenkt werden können. Der Anbau von nachwachsenden Rohstoffpflanzen führt einmal zur Einsparung fossiler Energieträger; zum anderen trägt er in der Landwirtschaft zur Auflockerung ihrer engen Fruchtfolgen und dadurch zur Entseuchung der Böden von Fußkrankheiten des Getreides sowie zur vorbeugenden Bekämpfung von Schädlingen bei. Abgesehen davon, lassen sich durch den Anbau nachwachsender Rohstoffe Pestizide und mineralische Dünger einsparen. Dieses wirkt sich auch günstig auf das ökologische Geschehen im Boden aus.

Bislang finden Proteine als nachwachsende Rohstoffe nur einen begrenzten Einsatz im Nonfood-Bereich. Und wenn, dann sind es vor allem tierische Eiweiße, die als Nebenprodukte – wie Kasein und Gelatine – anfallen. In der vorliegenden Arbeit werden eiweißliefernde Kulturpflanzen wie Ackerbohnen, Erbsen, Lupinen und Sojabohnen vorgestellt, die sich durchaus als nachwachsende Rohstoffe eignen und Grundstoffe für die Erzeugung verschiedener Industrieprodukte im Nichtnahrungsbereich liefern können. Ihr Anbau unterscheidet sich keineswegs von dem konventionellen Anbau anderer Kulturpflanzen. Was die Lupine anbetrifft, so sind in der Bundesrepublik Deutschland nach dem starken Auftreten der Anthraknose tolerante oder resistente Sorten der Blauen Lupine zugelassen worden, die wieder einen einwandfreien Lupinenanbau gewährleisten. Neben Raps gibt es eine Reihe von Kreuz- und Doldenblütlern (Rübsen, Krambe, Leindotter und Koriander), die in Deutschland stärker angebaut werden können und deren Spezialöle in der Oleochemie leicht Verwendung finden würden. Außerdem werden in der vorliegenden Arbeit Anbau und Pflanzenschutz weiterer, öllieferner Pflanzen (Nachtkerze, Mariendistel, Wolfsmilch und Saflor) aufgezeigt und erörtert, deren Samen zur Herstellung von Kosmetika und Arzneien bisher immer noch zum größten Teil nach Deutschland eingeführt werden. Es ist denkbar, dass sich ein Anbau auch dieser nachwachsenden Rohstoffpflanzen in Deutschland lohnen würde.

Weiterhin werden einige Farbstoff-liefernde Pflanzen (Saflor, Färberwaid, Färberwau, Färberröte) aufgeführt und besprochen, die sich durchaus für einen Anbau eignen würden. Im Färberpflanzenanbau wurden bisher keine gravierenden Krankheiten bekannt. Sollte es aber zu einem verstärkten Anbau dieser Pflanzengruppe kommen, so muss auch mit einem stärkeren Auftreten von Krankheiten und Schädlingen gerechnet werden. In diesem Fall sollten dann die entsprechenden Probleme in Zusammenarbeit mit dem Pflanzenschutzdienst gelöst werden.

Der Anbau der inulinhaltigen Kulturpflanzen Zichorie und Topiambur würde in Deutschland eine echte Alternative im Pflanzenbau bilden und zusätzlich für die Landwirtschaft ökologische Vorteile bringen, zumal die Auspflanz-, Aussaat- und Erntetechniken so erfolgen können, wie sie beim Kartoffel- und Zuckerrübenanbau üblich sind. Einige der o.a. Rohstoffpflanzen bedürfen noch einer züchterischen Bearbeitung. Aus landwirtschaftlicher Sicht sollten hohe Ertragsfähigkeit, Ertragssicherheit, Krankheitsresistenz, Erhöhung der Hauptfettöl-Anteile sowie die der ätherischen Öle, Farbstoff- und Inulingehalte nicht außer Acht gelassen werden, so dass eine Erweiterung der existierenden Rohstoffbasis gegeben und das Problem der geringen Wettbewerbsfähigkeit im Vergleich zu fossilen Rohstoffen gelöst werden kann.

Für die Landwirtschaft müssen Rahmenbedingungen geschaffen werden, damit auch weniger häufig angebaute nachwachsende Rohstoffe Absatz in der chemischen Industrie finden. Mit den hohen Qualitätsansprüchen hinsichtlich der Herstellung derartiger Rohstoffe ist allerdings ein hohes Produktionsrisiko verbunden. Die Sicherheit des Absatzes dieser Produkte ist für den Praktiker noch vor Anbaubeginn eine entscheidende Voraussetzung. Es ist für den Landwirt daher nicht ratsam, Sonderkulturen – ohne Anbau- und Abnahmeverträge abgeschlossen zu haben – anzubauen.

Closing remarks

This study presents a number of rare renewable crop raw materials that can be cultivated on large scale growing areas in local agriculture and used in industry. Apart from information about the application possibilities of the renewable raw materials in the non-food sector, detailed descriptions of these rare raw materials and their climatic and soil requirements are given. Moreover, the practical farmer receives advice about the cultivation, the care and the necessary plant protection as well as information about the harvest of these domesticated plants. The diversity of the domesticated plant cultivation does not only contribute to a sustainable business activity of the farmer but also helps to definitely improve the environment and protect the atmosphere by making it possible to drastically reduce the carbon dioxide emissions. The cultivation of renewable raw materials results, on the one hand, in the saving of fossil energy sources and, on the other hand, it contributes to the alteration of the limited crop rotation in agriculture and thus to the decontamination of soils by removing the foot diseases of corn from them, and it also contributes to preventing and combating pest problems. Apart from that, through the cultivation of renewable raw materials, pesticides and mineral fertilisers can be saved. This has also a favourable effect on the ecological process in the soil.

Up to now the use of proteins from renewable raw materials is rather limited in the non-food sector. And if they are used, they are above all animal proteins which are used as secondary products, like casein and gelatine. This work has presented cultivated plants containing proteins like broad beans, peas, lupines and soybeans, which could be of use as renewable raw materials and could provide base materials for the production of different industrial products in the non-food sector. Their cultivation does not differ at all from conventional cultivation. After the strong incidence of anthracnosis in the lupine cultivation in the Federal Republic of Germany, tolerant or resistant cultivars of blue lupine have been admitted which guarantee an excellent lupine cultivation again.

Apart from rape, there is a number of crucifers and umbellifers (field mustard, sea kale, cameline and coriander) that can be cultivated in Germany and whose special oil could be easily used in oleochemistry. Moreover, this work has shown and examined the cultivation and the protection of further oleaginous plants (evening primrose, milk thistle, spurge and safflower), whose seeds are imported to Germany for the most part in order to produce cosmetics and medicines. It is conceivable that a cultivation of these rare renewable raw materials would be also worthwhile in Germany.

Furthermore, some dye plants (safflower, woad, weld, Turkey red), which could perfectly be used for cultivation in some Länder in Germany, have been itemised and discussed. There is no evidence that the cultivation of dye plants can cause any disease. If, however, the cultivation of dye plants is increased, an incidence of diseases and pests must also be expected. These pest and disease problems then should be solved in co-operation with the plant protection authorities.

The cultivation of the inulinous domesticated plants with chicory and topinambour (*Heliantus tuberosus*) in Germany would be a real alternative in the cultivation of plants, and would be ecologically favourable for agriculture; especially the plant-out, seeding and harvest techniques could be carried out as is usual for the cultivation of potatoes and sugar beets.

Some of the aforementioned crop raw materials must still be improved by breeding work. From the point of view of agriculture, the high productivity, the assured yield, the disease resistance, and the increase of the main fatty oil proportions as well as the high dye and inulin contents of the ethereal oils should be taken into consideration, so that the existing raw material basis will be expanded and the problem of the low competitiveness compared with fossil raw materials will be solved.

A regulatory framework must be created for agriculture in order that rare renewable raw materials also find a market in the chemical industry. High standards of quality with regard to the production of rare renewable raw materials also involve a high production risk. The guarantee of the sales of these products is still a decisive condition for the practical farmer before starting the cultivation of such plants. It is not advisable for the farmer to grow special crops without having concluded a cultivation and purchase contract.

Danksagung

Herrn DIR. u. PROF. DR. G. BARTELS, Leiter des Institutes für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig, dankt der Erstautor für die Überlassung eines Arbeitsplatzes und für die Benutzung der Institutsbibliothek.

Für die zur Verfügung gestellte Literatur möchten wir Frau DR. HANNA MEIER ZU BEERENTRUP (Leopoldshöhe) sowie den Herren U. SCHMIECHEN (Bornhof), P. MAI (Adlum), DR. H. KREYE (BBA-Braunschweig), DR. L. ADAM (Güterfelde), DR. H. GRAF VON DER SCHULENBURG (Leopoldshöhe) und der SAATZUCHT DEUTSCHE SAATENVEREDELUNG (Lippstadt, Zweigstelle Bückwitz) danken.