

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



Pflanzenschutz bei Nachwachsenden Rohstoffen

Zuckerrübe, Öl- und Faserpflanzen

Plant protection for re-growing industrial plants
Sugar beet, oil- and fibre plants

**Horst Mielke
Bärbel Schöber-Butin**

Heft 391
Berlin 2002

Herausgegeben von der
Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Berlin und Braunschweig
Parey Buchverlag Berlin
Kurfürstendamm 57, D-10707 Berlin

ISSN 0067-5849

ISBN 3-8263-3367-5

Dr. Horst Mielke
Schapenstraße 24b
38104 Braunschweig

Dr. Bärbel Schöber-Butin
Am Roten Amte 1H
38302 Wolfenbüttel

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Ein Titeldatensatz für diese Publikation ist bei
Der Deutschen Bibliothek erhältlich

ISBN 3-8263-3367-5

© Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 2002.

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 photo-mechanischem 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	7
Literatur	7
Zuckerrübe	8
Verwendungszweck	8
Energetische Nutzung	8
Zur Botanik	9
Allgemeiner Anbau	9
Klima- und Bodenansprüche	10
Beregnung	10
Zuckerrübenanbau unter Folie	10
Vorfrucht/Fruchtfolge	11
Bodenbearbeitung	12
Saatbettbearbeitung	12
Sortenwahl	13
Saatgut	14
Saat/Saatzeit	14
Nährstoffversorgung	15
Stickstoff	15
Phosphor	15
Kalium	15
Kalzium	16
Magnesium	16
Schwefel	16
Mikronährstoffe	16
Pflanzenschutz	16
Unkrautbekämpfung	16
Unkrautbekämpfung in Mulchsaaten	17
Beratung	18
Nichtparasitäre Krankheiten	18
Pilzliche Krankheiten	20
Bakterielle Krankheiten	22
Viruskrankheiten	22
Tierische Schädlinge	25
Erntezeit/Ernte	29
Zusammenfassung	29
Literatur	30

Winterraps	33
Verwendungszweck	33
Zur Botanik	33
Allgemeiner Anbau	35
Klima- und Bodenansprüche	35
Vorfrucht/Fruchtfolge	35
Bodenbearbeitung/Saatbettbereitung	36
Sortenwahl	36
Saat/Aussaat	37
Düngung	38
Mikronährstoffe	39
Pflanzenschutz	39
Unkrautbekämpfung	39
Nichtparasitäre Krankheiten	39
Wachstumsregulierung	41
Pilzliche Schaderreger	42
Viruskrankheiten	44
Tierische Schädlinge	45
Ernte	47
Zusammenfassung	47
Literatur	47
Sonnenblume	50
Verwendungszweck	50
Zur Botanik	51
Frucht (Achäne)	51
Allgemeiner Anbau	51
Klima- und Bodenansprüche	51
Vorfrucht/Fruchtfolge	52
Bodenbearbeitung vor der Saat	52
Sortenwahl	52
Saat/Aussaat	53
Düngung	53
Pflanzenschutz	53
Unkrautbekämpfung	53
Nichtparasitäre Krankheiten	54
Pilzliche Schaderreger	54
Bakterien- und Viruskrankheiten	56
Tierische Schädlinge	57
Ernte	58
Zusammenfassung	58
Literatur	58

Lein	60
Verwendungszweck	60
Faserlein	60
Öllein	60
Geschichtliches	61
Zur Botanik	61
Allgemeiner Anbau	61
Klima- und Bodenansprüche	61
Vorfrucht / Fruchtfolge	62
Bodenbearbeitungen zur Saat	62
Sortenwahl	62
Saat/Aussaart	63
Düngung	63
Pflanzenschutz	64
Unkrautbekämpfung	64
Nichtparasitäre Krankheiten	64
Pilzliche Krankheiten	65
Bakterien- und Viruskrankheiten	66
Pflanzliche Parasiten	66
Flachsseide	67
Hanfwürger	67
Tierische Schädlinge	67
Ernte	68
Faserlein	68
Öllein	69
Zusammenfassung	69
Literatur	70
Hanf	71
Verwendungszweck	71
Geschichtliches	71
Zur Systematik	72
Kulturhanf	72
Rauschhanf (Wildhanf)	73
Allgemeiner Anbau	73
Klima- und Bodenansprüche	73
Vorfrucht/Fruchtfolge	73
Sortenwahl	73
Bodenbearbeitung/Saat	74
Düngung	74
Pflanzenschutz	74
Unkrautbekämpfung	74
Nichtparasitäre Krankheiten	74
Pilzliche Schaderreger	75

Bakterielle Krankheiten	76
Viruskrankheiten	76
Pflanzliche Parasiten	77
Tierische Schädlinge	77
Erntezeit/Ernte	81
Faserhanf	81
Ölhanf	81
Zusammenfassung	82
Literatur	82
Mohn	83
Verwendungszweck	84
Zur Systematik	84
Zur Botanik	84
Allgemeiner Anbau	85
Klima- und Bodenansprüche	85
Vorfrucht/Fruchtfolge	85
Bodenbearbeitung	86
Saatzeit/Saat	86
Sortenwahl	86
Düngung	86
Pflanzenschutz	87
Unkrautbekämpfung	87
Nichtparasitäre Krankheiten	87
Pilzliche Schaderreger	88
Bakteriosen und Virosen	90
Tierische Schädlinge	90
Erntezeit/Ernte	92
Zusammenfassung	92
Literatur	93
Schlussbetrachtung	94
Final statement	95

Einleitung

In der Landwirtschaft hat der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen zum einen das Ziel, begrenzt-erfügbare Rohstoffe wie Erdöl und Kohle zu schonen und gleichzeitig Umweltbelastungen einzuschränken. Andererseits eröffnen sich dadurch auch völlig neue Einkommensperspektiven. Die Bundesregierung unterstützt den Anbau und die Verwendung nachwachsender Rohstoffe durch Förderung von Forschung und Entwicklung sowie durch entsprechende Öffentlichkeitsarbeiten (FNR, 2000; BML, 2000).

Die Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe stieg in den letzten Jahren kontinuierlich an und lag in Deutschland im Jahre 1999 bei 750 000 ha. Diese Entwicklung spiegelt die Wünsche der Verbraucher wider nach natürlichen und umweltverträglichen Produkten in immer mehr Lebensbereichen. Die Industrie nutzt bereits im großen Umfang die Biotechnologie, um aus nachwachsenden Rohstoffen Wirkstoffe für die Pharmaindustrie, Verpackungsmaterial, Farbstoffe, Biotreibstoffe sowie Pflanzenschutzmittel herstellen zu können. Die Entwicklung solcher Unternehmen im Kernbereich der Biotechnologie hat in den letzten Jahren erheblich zugenommen (DIB, 2001). Seit dem Jahre 1993 ist es gelungen, qualitativ und technologisch hochwertige, neue Erzeugnisse auf Basis nachwachsender Rohstoffe zu entwickeln und auf dem Markt zu etablieren, wie an den Beispielen Wasch- und Reinigungsmittel, Biokunststoffe, Fahrzeugteile, biologisch schnellabbaubare Schmierstoffe, Hydrauliköle sowie Spezialpapiere recht deutlich zu erkennen ist. Eine zunehmende Bedeutung hat auch die energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur Strom- und Wärmeerzeugung erlangt (BML, 2000).

Die Landwirtschaft ist sich dessen bewusst, dass nur ein Anbau gesunder, qualitativ einwandfreier Nutzpflanzen als nachwachsende Rohstoffe eine kontinuierliche, sichere, industrielle Verwendung findet. Der Anbau dieser Kulturpflanzen sollte so ausgerichtet sein, dass ihr Ertrags- und Qualitätspotenzial voll ausgeschöpft wird. Dies kann nur geschehen, wenn die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen auf optimalen Standorten, bei geordneten Fruchtfolgen, richtiger Sortenwahl, sachgemäßer Produktionstechnik und im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes angebaut werden.

In den „Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft“ sind bereits Anbau- und Pflanzenschutzprobleme bei Kartoffeln, Getreide und Mais als nachwachsende Rohstoffe erörtert worden (MIELKE und SCHÖBER-BUTIN, 2001). In der vorliegenden Arbeit galt es, den Pflanzenbau und den Pflanzenschutz bei den Nutzpflanzen Zuckerrübe, Raps, Sonnenblume, Lein, Hanf und Mohn als nachwachsende Rohstoffe zu besprechen und zu erläutern, um der Landwirtschaft beim Anbau dieser Kulturpflanzen behilflich zu sein.

Literatur

BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG,
LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (BML), 2000:
Nachwachsende Rohstoffe – Programm des
BML für Förderung von Forschungs-,
Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben.
Sdr. des BML, Referat 12; Druck-Centrum
Furst GmbH, Berlin, 34 S.
FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e. V.
(FNR) Gülzow, 2000: Nachwachsende
Rohstoffe – Spitzentechnologie ohne Ende. Sdr.
FNR, 25 S.

DEUTSCHE INDUSTRIEVEREINIGUNG
BIOTECHNOLOGIE (DIB) im Verbund der
chemischen Industrie e. V., 2001: Bio Tech
2001 – Die wirtschaftliche Bedeutung von
Biotechnologie und Gentechnik in Deutschland
– Information. – Sdr. Frotscher Druck GmbH,
Darmstadt, 43 S.
MIELKE, H. und SCHÖBER-BUTIN, BÄRBEL, 2001:
Pflanzenschutz in Nachwachsenden Rohstoffen
– Kartoffel, Getreide, Mais. Mitt. Biol.
Bundesanst. Land- Forstwirtsch. Berlin Dahlem
386, 128 S.

Zuckerrübe¹

Beta vulgaris ssp. *vulgaris* var. *altissima*

Die Zuckerrübe ist Basis für Nahrungsmittel, Rohstoff für die Industrie, die Biotechnologie und die energetische Nutzung.

Verwendungszweck

Schon in früherer Zeit wurde Rübenzucker zu Wasch-, Netz- und Emulgiermitteln, Oberflächenüberzügen, Kunststoffen, Weichmachern und synthetischen Klebstoffen verarbeitet (BROUWER, 1976).

Es sind nur geringe Mengen an Zucker, die von der chemischen Industrie verarbeitet werden. Für Zucker, der bisher nur zu 1 % in technischen Anwendungen verbraucht wird, lassen aber die aktuellen Forschungsaktivitäten eine deutliche Steigerung im Nonfood-Bereich erwarten (WITTE, 1997; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001). Der chemischen Industrie dient heute Rübenzucker als Rohstoff für Polyurethane, Polyolharze und Saccharosetenside, die für Folien, Polsterungen, Klebstoffe, Kosmetika, Lacke, Pharmaka, Dichtungs- und Lebensmittel gebraucht werden. Glukose liefert Glukonsäure, Sorbitol und hautverträgliche Tenside (*Alkylpolyglucoside*) für Waschmittel, Textildruck-Additive, Pharmaka, Kunststoffe, Konservierungs-, Frostschutz-, Wasch- und Reinigungsmittel. Fruktose stellt den Rohstoff für Alkohole und Aldehyde (*Furfurale*) dar, aus denen Kunststoffpolymere, Farben, Pigmente, Detergenzien und Agrochemikalien hergestellt werden.

Spezielle Bakterien überführen Zucker in Polyhydroxybuttersäure (PHB), aus der biologisch abbaubare Kunststoffe für Becher, Flaschen, Folien u. a. gewonnen werden können (FRANKE, 1997; WITTE, 1997; BECKER und JOHN, 2000; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001; ANONYM, 2002).

Bei der Zuckergewinnung fällt u. a. Melasse an. Melasse ist eine hochviskose, braune Flüssigkeit, die noch einen erheblichen Anteil an Zucker enthält. So besteht Rübenmelasse bis zu ca. 50 % aus Saccharose, die in kristallisierter Form mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand nicht mehr gewonnen werden kann. Dennoch bietet Melasse wichtige Verwertungs- bzw. Vermarktungsmöglichkeiten. Sie dient als Basis für die Erzeugung von Hefen, Zitronensäure und Melassealkohol. Melasse kann auch zur Herstellung von Propionsäure und von essenziellen Aminosäuren (*Lysin*, *Methionin*) eingesetzt werden (BÜCKMANN und MERZ, 2001).

Energetische Nutzung

Zuckerhaltige Pflanzen können auch zu Alkohol vergoren werden. Auch Rübenzucker lässt sich ohne weiteres zu Alkohol (*Ethanol*) vergären und damit als Treibstoff oder Treibstoffersatz verwenden. Ethanol wird häufig dem Benzin zugemischt.

Ethanol hat den Vorteil, dass es umweltfreundlich leicht abgebaut werden kann. Der Kohlendioxidgehalt der Luft wird hierdurch, da es sich um einen nachwachsenden Rohstoff und nicht um einen fossilen Energieträger handelt, nicht belastet.

In Brasilien hat Alkohol aus Agrarprodukten eine große Marktbedeutung erlangt. Nicht nur wasserfreies Ethanol wird dort dem herkömmlichen Benzin zur Erhöhung der Klopfestigkeit und zur Schadstoffminderung der Abgase beigemischt, sondern 90 % des Alkohols werden für Autos mit entsprechend ausgestatteten Motoren genutzt.

Auch ein geringer Zusatz von Ethanol zum Diesel ist möglich, wodurch der Rauchausstoß erheblich reduziert wird (WITTE, 1997; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001).

¹ Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes danken wir Herrn WD Dr. Volker Garbe.

Bei der Ethanol-Herstellung aus Zuckerrüben fallen, wie bei der üblichen Verwertung der Zuckerrübe zu Zucker, Nebenprodukte wie z. B. Schnitzel und Schlempe an, die sich ebenfalls energetisch nutzen lassen (LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001).

Zur Botanik

Die Zuckerrübe gehört der Gattung *Beta* an, diese ist systematisch der Familie der Gänsefußgewächse (*Chenopodiaceae*) zugeordnet. Die Zuckerrübe ist eine zweijährige, fremdbefruchtende Pflanze, die im ersten Jahr an gestauchter Achse eine Blattrosette und den Rübenkörper bildet, aus dem sich im zweiten Jahr der Samenträger entwickelt. Der Rübenkörper wird in Kopf (beblätterter Teil), in Halszwischenteil (Hypokotyl) und in die Hauptwurzel unterschieden. Die Hauptwurzel nimmt den größten Teil des Rübenkörpers ein, die in zwei Doppelzeilen Fasern trägt und nahezu vollständig im Boden steckt. Die Zuckerrübe ist konisch geformt, weiß gefärbt und verdickt sich wie alle Beta-Rüben durch ein atypisches Dickenwachstum (konzentrische Ringe im Querschnitt). Wurzel und Hypokotyl des Zuckerrübenkörpers sind das Speicherorgan. Diploide Formen der Zuckerrüben bilden eher grundständig, langstielige, löffelförmige Blätter aus, während tetraploide Formen eher herzförmige Blätter aufweisen. Die Blätter der Zuckerrübe bestehen aus Blattstiel und –spreite. Der Anteil dieser beiden Organe ist je nach Sorte unterschiedlich groß. In den letzten Jahren wurde versucht, den Blattapparat der Zuckerrüben züchterisch zu reduzieren, dafür aber die Produktivität der Einzelblätter zu erhöhen.

Die Primärwurzel kann eine Länge von 2,50 m erreichen. Wenn sie auf Störschichten trifft, besteht die Gefahr der Verzweigung des Rübenkörpers (Beinigkeits). Das bedeutet verminderte Rübenenerträge.

An der Hauptwurzel entspringen seitlich zahlreiche dünne Nebenwurzeln, die hauptsächlich für eine Wasser- und Nährstoffaufnahme sorgen. Nach der Entfaltung der Kotyledonen (Keimblätter) entwickelt sich aus der äußeren Schicht des Zentralzylinders ein Kambium, das ein sekundäres Dickenwachstum aufweist. Dabei wird die primäre Rinde stets gebrochen bzw. gesprengt, wodurch sich auch die Anfälligkeit der jungen Rübenpflanzen gegenüber Parasiten kurzfristig erhöht. Mit dem Wachstum entwickeln sich wiederholt Holz- und Bastringe, so dass bei Zuckerrüben 8 bis 12 Gefäßbündelringe zu erkennen sind. Als Speicherparenchym werden vor allem die dem Bastparenchym benachbarten Zellen wirksam. Der Zuckergehalt der Zuckerrübe liegt bei 15 bis über 20 %, in Ausnahmefällen zwischen 25 und 26 %. Damit macht er $\frac{3}{4}$ der Trockenmasse aus.

Der Rübenkörper weist gegenüberliegende, sortentypisch mehr oder weniger tiefe Rinnen auf. Im Zentralbereich des Rübenkörpers ist der Zuckergehalt am höchsten (ca. 20 %), während der Zuckergehalt zur Wurzelspitze nur 10 % und zur Rinde sogar nur bei 5 % liegt. Der Wassergehalt beträgt rund 78 %. Für die landwirtschaftliche Praxis wird die Kulturform der Zuckerrübe nach dem Zuckergehalt unterteilt in:

- E-Rüben mit niedrigem Zuckergehalt und großem Rübenkörper,
- N-Rüben mit mittlerem Zuckergehalt und mittelgroßem Rübenkörper,
- Z-Rüben bzw. ZZ-Rüben mit hohem bzw. sehr hohem Zuckergehalt und relativ kleinem Rübenkörper (FRANKE, 1997; DIEPENBROCK et al., 1999; RÖSTEL, 1999; BECKER und JOHN, 2000; KÖHLER und NOLTE, 2001).

Im Zuckerrübenanbau werden Erträge von 400 bis 700 dt/ha geerntet (PUDE, 2001). Das im modernen Zuckerrübensaatgut angelegte Ertragspotenzial liegt heutzutage teilweise bei 12 t Zuckerertrag/ha. Im Jahr 2000 konnten in Norddeutschland davon immerhin rund 10 t Zucker/ha erreicht werden (PRÖTT, 2001).

Allgemeiner Anbau

Die Zuckerrübe ist die landwirtschaftlich genutzte Kulturpflanze mit der höchsten Biomasseproduktion in West- und Mitteleuropa. Angesichts dieser Tatsache ist sie auch als nachwachsender Rohstoff interessant geworden (JUNG und HOHMANN, 2001). Der Anbau der Zuckerrübe für die Nonfood-Verwendung unterscheidet sich nicht von dem der herkömmlichen Zuckerrübenproduktion (LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001).

Klima- und Bodenansprüche

Zuckerrüben gedeihen am besten im warmen Klima bei Temperaturen um 20 °C, bei gleichmäßig ausreichender Wasserversorgung und nicht zu hohen Niederschlägen. Die Wasserversorgung der Zuckerrübe ist von zentraler Bedeutung für ihre Entwicklung hinsichtlich des Ertrages und der Qualität; sie wird im Wesentlichen durch die standorttypische Niederschlagsmenge und -verteilung sowie durch die Speicherkapazität des Bodens für pflanzenverfügbares Wasser (nutzbare Feldkapazität, [n FK]) bestimmt (KENTER, 2000/2001).

Frost und Trockenheit stören die Entwicklung der Zuckerrübe während des Beginns der Vegetationszeit; gegen Spätfröste ist sie sehr empfindlich. Ausreichende Sonnenscheindauer bei warmen Tagen und kühlen Nächten führen zumeist zu hohen Zuckergehalten. Zuckerrüben benötigen zur Ertragsbildung des Rübenkörpers eine Vegetationsdauer von 180 bis 220 Tagen und eine Wärmesumme (Σ der mittleren Tagestemperaturen) von 2 500 bis 2 900 °C.

In Höhenlagen über 500 m NN ist ein Zuckerrübenanbau in Deutschland häufig nicht mehr zufriedenstellend durchzuführen, da die Wärme nicht ausreicht und die Vegetationszeit zu kurz ist. Das Klima in diesen Höhengebieten beeinflusst nicht nur den Rübenanbau, sondern beeinträchtigt auch den Zuckergehalt der Rüben.

Zuckerrüben haben hohe Bodenansprüche; sie bevorzugen tiefgründige, milde, humose Böden mit guter Wasserführung. Ungeeignet für den Zuckerrübenanbau sind Böden mit Verdichtungshorizonten, mit stauer Nässe oder zu hohem Grundwasserstand sowie große Höhenlagen, Böden mit sehr hohem Tongehalt und Standorte mit sehr hohen Niederschlägen im Herbst (BROUWER, 1976; FRANKE, 1997; DIEPENBROCK et al., 1999).

Der Ertrag eines Zuckerrübenbestandes ist nach HOFFMANN und MÄRLÄNDER (2001) das Ergebnis einer Kette ineinander greifender und sich wechselseitig beeinflussender Prozesse in Pflanze und Umwelt. Das physiologische Potenzial der Rübenpflanze wird von der Witterung und vom Standort beeinflusst, aber auch von einem dieser Faktoren begrenzt. Die Kenntnis der Beziehung zwischen Standort, Witterung und Ertragsbildung eines Rübenbestandes ist daher eine wesentliche Voraussetzung für einen erfolgreichen Zuckerrübenanbau (HOFFMANN und MÄRLÄNDER, 2001).

Berechnung

Wenn den Zuckerrüben in der wichtigsten Phase ihrer Ertragsbildung in den Monaten Juli und August in Gebieten unter 600 mm Niederschlägen im Jahr nicht genug nutzbares Grundwasserangebot zur Verfügung steht, dann ist durch Berechnungen der Zusatzwasserbedarf aus Flüssen, Kanälen oder aus Tiefbrunnen zu decken. Der Wasserbedarf der Zuckerrüben ist abhängig von Böden und Witterung sowie vom verfügbaren Wasservorrat; hierbei gilt es um die Gewährleistung einer kontinuierlichen Wasserversorgung des Zuckerrübenbestandes. Über Zeitpunkt und Höhe der Wassergaben für Zuckerrüben wird auf die Arbeit von KELLER (1999; in: KELLER, HANUS und HEYLAND, 1999) hingewiesen. Langjährige Erhebungen mit und ohne Beregnung in Zuckerrüben von DUNHAM et al. (1993; zit. in KELLER, HANUS und HEYLAND, 1999) ergaben, dass durch Beregnungen gesicherte Zucker-Mehrerträge erzielt werden konnten. Die Beregnungen wirkten sich in Bezug auf Senkung des Gehaltes an Amino-N auch günstig aus. Die o. a. Autoren zeigten aber auch auf, dass bei der Beregnung in Zuckerrüben auch ein erhöhtes Risiko der Entwicklung der Rizomania-Wurzelbärtigkeit auftreten kann.

Zu späte Beregnungen können weiterhin die Bildung neuer Zuckerrübenblätter wieder begünstigen. Dies wirkt sich dann nachteilig auf den Zuckergehalt und auf weitere Qualitätsmerkmale der Zuckerrübe aus.

Zuckerrübenanbau unter Folie

In Großbritannien konnte festgestellt werden, dass Zuckerrüben unter Folie gegenüber konventionell angebauten schneller keimten, deutliche Wachstumsvorsprünge zeigten und Mehrerträge brachten. Im Vergleich zu den herkömmlich angebauten Zuckerrüben brachten die „Folien-Rüben“ 17 % mehr Zucker.

Britische Landwirte nutzen die Folientechnik bereits bei Gemüse und Silomais. Für kalte Böden könnte die Folientechnik im Rübenanbau eine Möglichkeit sein. Hier ließen sich durchaus abbaubare Folien verwenden. Herbizidmaßnahmen ließen sich entweder nach der Aussaat der Rüben oder später auf normalem Wege durchführen (ANONYM, 1998).

Vorfrucht/Fruchtfolge

Die Zuckerrübe ist eine „selbst unverträgliche“ Kulturpflanze. Ein verstärkter Anbau von Zuckerrüben auf dem gleichen Feldschlag führt zur Anreicherung von Krankheitserregern, tierischen Schädlingen und Unkräutern. An jungen Rübenpflanzen treten zunächst die pilzlichen Schaderreger auf, die den Wurzelbrand verursachen; zu ihnen gehören *Pythium* spp., *Aphanomyces cochlioides*, *Phoma betae*, *Fusarium* spp. und *Rhizoctonia solani*. Später sind es vor allem die Blattkrankheiten *Cercospora beticola* und *Ramularia beticola*, die sich aufgrund einer engen Zuckerrübenfruchtfolge negativ bemerkbar machen.

Seit kurzem liegen aus Niederbayern Hinweise vor, dass Mais eine fördernde Wirkung auf die späte *Rhizoctonia*-Fäule in nachfolgenden Zuckerrübenbeständen ausübt. Eine weite, unkrautfreie Fruchtfolge würde nach BÜTTNER und MÄRLÄNDER (2002) durchaus eine wirksame Maßnahme gegen die Späte Rübenfäule sein.

Von den tierischen Schädlingen können in erster Linie bei Anhäufung der Zuckerrübe in der Fruchtfolge der Rübenematode (*Heterodera schachtii*) und der Moosknopfkäfer (*Atomaria linearis*) der Zuckerrübe gefährlich werden. Letzterer tritt hauptsächlich in Erscheinung, wenn Zuckerrüben unmittelbar nacheinander angebaut werden. Auf den Anbau sog. Feindpflanzen als Vorfrucht wie Luzerne, Mais und Roggen, die die Entwicklung des Nematoden mindern, kann oder wird aus wirtschaftlichen Gründen und aus Gründen der Wirksamkeit nur sporadisch zurückgegriffen (SCHÄUFELE, 1999).

Im Hinblick auf Zuckerrübenenerträge haben sich Kartoffeln und Getreide als geeignete Vorfrüchte für die Zuckerrüben erwiesen. Zuckerrüben gedeihen recht gut nach der Vorfrucht Wintergerste. Dadurch steht eine längere Zeit für die Strohrotte zur Verfügung. Gleichzeitig ist dabei die Möglichkeit des Zwischenfruchtanbaues zur Minderung der Nematodenpopulation gegeben. Zur Bekämpfung des Rübenematoden hat sich der Anbau von nematodenresistentem Ölrettich und Senf als Zwischenfrucht bewährt (SCHÄUFELE, 1999; LEHRKE und GARBURG, 2000).

Zuckerrüben werden zur Zeit in drei- bis viergliedrigen Fruchtfolgen angebaut. Aus phytosanitären Aspekten sollte der Anbauanteil der Zuckerrübe 25 % an der Ackerfläche nicht überschreiten. In Betrieben mit hohen Zuckerrübenkontingenten erscheint die Zuckerrübe jedoch alle drei Jahre wieder auf dem gleichen Schlag. In jedem Fall sollten keine weiteren nematodenvermehrenden Kulturarten, wie z. B. Winterraps, in der Fruchtfolge angebaut werden.

Bei einem Anbau von Raps in der Zuckerrübenfruchtfolge erhöht sich nicht nur die Nematodengefahr, weiterhin stellt Ausfallraps hier ein besonderes Problem dar. Ausfallraps ist in den Zuckerrüben nur mit erhöhten Herbizidaufwandmengen bekämpfbar.

In der landwirtschaftlichen Praxis werden auf Betrieben, auf denen Winterraps und Zuckerrüben gleichzeitig angebaut werden, daher zwei getrennte Fruchtfolgen für beide Kulturarten bevorzugt.

Ausfall-Öllein bereitet im Zuckerrübenanbau ebenfalls Probleme. In Betrieben mit konservierender Bodenbearbeitung ist Öllein als Vorfrucht ungeeignet, weil die Bekämpfung des Ausfall-Ölleins in den Zuckerrüben große Schwierigkeiten macht (SCHÄUFELE, 1999).

Die Zuckerrüben selbst haben einen hohen Vorfruchtwert, besonders für Winter- und Sommerweizen sowie für Sommergerste. Durch den Zuckerrübenanbau erfährt die Fruchtfolge eine Auflockerung, so dass die Gefahr von Pilzkrankheiten im nachfolgenden Getreide gemindert werden kann. Zuckerrüben hinterlassen einen garen, unkrautarmen Boden. Allerdings können Rodungen und Abfuhr der Zuckerrüben bei ungünstigen Witterungsverhältnissen während der Ernte Bodenstrukturschäden hinterlassen (SCHÄUFELE 1999; LEHRKE und GARBURG, 2000; MILLER und KOCH, 2001).

Bodenbearbeitung

Ziel der Bodenbearbeitung ist, dem Zuckerrübensamen optimale Bedingungen zur Keimung und der jungen Rübenpflanze beste Voraussetzungen zum Wachstum zu schaffen, die zu hohen Erträgen von guter Qualität führen. Es gibt eine Reihe von Bodenbearbeitungsverfahren, die gegeneinander abzuwägen sind, um die richtige Wahl der Grundbodenbearbeitungssysteme zu treffen. Dabei spielen Berücksichtigungen der Standort- und Bodenverhältnisse, Oberflächengestaltung des Geländes, Vorfrucht, Zwischenfrucht, Maschinenpark, Erfahrungen u. a. eine bedeutende Rolle.

In Niedersachsen wird in den meisten Fällen eine Pflugfurche zu Zuckerrüben durchgeführt, wobei nach der Ernte der Vorfrucht Strohreste und Stoppeln eingearbeitet werden. Standortspezifisch folgen eine Herbst-, Winter- oder Frühjahrsfurche und unmittelbar vor der Aussaat eine ein- bis zweimalige Saatbettbereitung mit gezogenen oder zapfwellengetriebenen Geräten. Aber auch pfluglose Bestellungsverfahren (Strohmulch) und Mulchsaatverfahren nach Sommerfurche und Zwischenfruchtanbau finden in der Praxis zunehmend ihre Anwendung (MERKES, 1999; LEHRKE und GARBURG, 2000).

MILLER und KOCH (2001) plädieren für eine konservierende Bodenbearbeitung im Zuckerrübenanbau. Die Autoren gehen davon aus, dass Zuckerrüben in Deutschland vorwiegend auf Lehm Böden angebaut werden, die für pfluglose Bodenbearbeitungen und Mulchsaat hervorragend geeignet sind. Dadurch besteht die Möglichkeit, durch eine Mulchdecke aus Vorfruchtstroh oder Zwischenfruchtresten das Risiko von Bodenerosionen beträchtlich zu mindern. Mulchsaaten können bei Hangneigungen nicht nur die instabile Bodenstruktur, sondern auch den Abtrag von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln wirkungsvoll einschränken.

Bei konservierender Bodenbearbeitung – also Mulchsaat ohne Saatbettbereitung – konnte festgestellt werden, dass die Ernte erleichtert und der Erdanhang an den Rüben reduziert wurde.

Hinsichtlich der Verunkrautung im Zuckerrübenanbau kann es aber bei pflugloser Bodenbearbeitung leicht zu Problemen kommen, wenn nicht die Unkräuter in den vorangegangenen Kulturen stärker kontrolliert werden. Insbesondere die unkrautunterdrückende Wirkung der Zwischenfrucht sollte ausgenutzt werden, um eine starke „Altverunkrautung“ vor der Zuckerrübenaussaat nach dem Absterben der Zwischenfrucht zu vermeiden. Grundsätzlich gilt, dass Ausfallgetreide und „Altverunkrautung“ aus der Vorfrucht durch eine Pflugfurche vor der Zwischenfruchtsaat besser bekämpft werden als durch flache Stoppelbearbeitungen.

Zuckerrübenschläge nach pflugloser Bodenbearbeitung mit Mulchsaat sind auch häufig der Gefahr von Schnecken und Mäuse ausgesetzt. Daher ist es stets angebracht, diese Zuckerrübenfelder besonders auf Schnecken- und Mäusebesatz zu kontrollieren, um rechtzeitig Bekämpfungsmaßnahmen einleiten zu können (MILLER und KOCH, 2001).

Saatbettbereitung

Die Saatbettbereitung (Sekundärbodenbearbeitung) sollte dem Standort und dem System der Bodenbearbeitung angepasst sein. Das ideale Saatbett mit optimaler Saatgutablage ist bei konventioneller Bodenbearbeitung ein im Herbst tief gepflügter und im Frühjahr fein gekrümelter Schlag. Dabei ist ein festes, feuchtes Saatunterbett anzustreben, in dessen Oberfläche der Rübensamen von dem Einzelsäuger leicht eingedrückt wird, um ausreichende Feuchtigkeit, Luft und Wärme für die Keimung der Saat zu erhalten.

Nach einer Frühjahrsfurche muss der Boden rückverfestigt werden, um den Wasseranschluss sicherzustellen. Schwere Tonböden sind dagegen im Frühjahr behutsam zu bearbeiten. Beim Einsatz von zapfwellengetriebenen Geräten, sollte die Drehzahl reduziert werden. Dies kann auch durch eine höhere Fahrgeschwindigkeit geschehen (auf 6 – 7 km/h), so dass die Bodenstruktur – möglichst – erhalten bleibt (LEHRKE und GARBURG, 2002).

Bei der Mulchsaat ohne Saatbettbereitung ist damit zu rechnen, dass aufgrund der schlechten Saatgutablage und langsameren Erwärmung des Bodens der Aufgang und das Jugendwachstum der Zuckerrübe nur zögerlich vonstatten geht (MERKES, 1999).

Sortenwahl

Auch beim Zuckerrübenanbau für nachwachsende Rohstoffe muss der Landwirt bestrebt sein, hohe Zuckerrübenenerträge zu erzielen. An die Zuckerrübensorten werden auch hier hohe Ansprüche gestellt. Hauptauswahlkriterien bleiben hoher Rübenantrag, hoher Bereinigter Zuckergehalt, guter Feldaufgang, hohe und ausgeglichene Bestandesdichte, geringe Schosserneigung und geringer Erdhang am Rübenkörper (SCHLINKER, 2002). Darüber hinaus sollten die Zuckerrüben einen guten Sitz im Boden, eine gleichmäßige Scheitelhöhe, eine gute Kopfform (kleiner Kopfteil) für verlustarme Ernten und hohe Resistenzen gegen Wurzel- und Blattkrankheiten aufweisen.

Von großer Bedeutung ist die Schossfestigkeit bzw. die Schossresistenz (RÖSTEL, 1999). Für Mulchsaaten sollten Zuckerrübensorten mit besonders hoher Triebkraft und rascher Jugendentwicklung gewählt werden.

In Regionen mit geringen Niederschlagsmengen ist es angebracht, Zuckerrübensorten anzubauen, die eine gewisse Toleranz oder gar eine Resistenz gegenüber Trockenheit im Frühjahr und im Sommer besitzen, um Erträge zu sichern und Beregnungen einsparen zu können.

Ein hoher Anteil Erde an Zuckerrüben von schweren Böden ist stets mit höheren Kosten bei der Ernte und für die Reinigung verbunden. Mit der heutigen Ernte- und Reinigungstechnik ist es möglich, saubere Zuckerrüben von schweren Böden problemlos anzuliefern. Aber dennoch werden von den Praktikern Zuckerrübensorten mit einem kompakten Rübenkörper und glatter Haut sowie mit einer deutlich kleineren Wurzelrinne und wenig Faserwurzeln für den Anbau gefordert. Diese neuen Zuckerrübensorten haben 15 bis 20 % weniger Erdhang als herkömmliche Sorten mit großen Wurzelrinnen (LEHRKE und GARBURG, 2000).

Die viröse Wurzelbärtigkeit (*Rizomania betae*) nimmt auch in Richtung Norden zu, daher sind auf Standorten mit einer Befallsgefährdung nur tolerante Zuckerrübensorten zum Anbau zu empfehlen. Seit einiger Zeit bieten verschiedene Pflanzenzüchter *Rizomania*-tolerante Zuckerrübensorten an, die auch bei Nichtbefall hohe Qualitäts- und Ertragsleistung aufweisen. Dieses war lange eine Forderung der Landwirtschaft, da ein Befall mit *Rizomania* schwer vorhersehbar ist. Darüber hinaus arbeiten verschiedene Saatzüchter mit Hilfe der Gentechnik an der Entwicklung einer verbesserten *Rizomania*-Resistenz, um der Gefahr der virösen Wurzelbärtigkeit entgegen zu können (SCHÜSSLER, 1997b; JUNG und HOHMANN, 2001).

In Gebieten mit feuchtwarmem Klima ist die durch *Cercospora beticola* verursachte Blattkrankheit eine große Gefahr für den Zuckerrübenanbau. Der Zuckerrübenzüchtung gelang es auch hier, weniger anfällige Sorten zu entwickeln, die in Regionen mit starker *Cercospora*-Befallsgefährdung angebaut werden können (RÖSTEL, 1999).

Als weitere Blattkrankheit tritt *Ramularia beticola* auf, die Erträge und Zuckergehalt der Zuckerrübe beeinträchtigen kann. Zwischen den Zuckerrübensorten konnten Unterschiede in der Anfälligkeit gegenüber *R. beticola* gefunden werden, diese sollten auch von der Praxis genutzt werden (RÖSTEL, 1999). Allerdings ist die Resistenz noch nicht so stark ausgeprägt wie bei *C. beticola*.

Im deutschen Zuckerrübensortiment sind Genotypen vorhanden, die auch gegen *Rhizoctonia solani* eine Resistenz aufweisen. Hier ist allerdings eine weitere Züchtungsarbeit erforderlich, um einen guten Schutz gegen die Späte Rübenfäule zu erreichen (BÜTTNER und FÜHRER, 2001; BÜTTNER und MÄRLÄNDER, 2002).

Einer der gefährlichsten Fruchtfolgeschädlinge ist der Rübenzystennematode (*Heterodera schachtii*), der durch weite Fruchtfolgen, resistente Zwischenfrüchte oder durch den Anbau toleranter Zuckerrübensorten in Grenzen gehalten werden kann. Erst seit kurzem stehen der Landwirtschaft resistente Zuckerrübensorten gegen den Rübenematoden zur Verfügung. In den Wurzeln dieser resistenten Zuckerrübensorten können die Nematoden ihre Lebenszyklen nicht mehr vollenden, da hierdurch die Bildung der Eier unterbunden wird (JUNG und HOHMANN, 2001). Es kommt zu einer Verminderung der Nematodenpopulationen.

Es gibt in Deutschland bereits zugelassene Zuckerrübensorten mit einer Doppel-Toleranz gegen *Rizomania betae* und *Heterodera schachtii*.

In der Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes sind die in Deutschland zugelassenen Zuckerrübensorten mit ihren Qualitäten- und Leistungsmerkmalen sowie Krankheitsanfälligkeiten für die Praxis aufgeführt (BSA, 2002). Der Landwirt hat so die Möglichkeit, geeignete Zuckerrübensorten für seinen Standort wählen zu können. Ein umfangreiches Feldversuchswesen der Zuckerindustrie leistet weitere Hilfestellung bei der Auswahl der Zuckerrübensorten, wobei heute eher zuckerreiche Sorten im Vordergrund stehen. Zuckerrübenzüchter bieten heutzutage in Deutschland nur noch pilliertes Saatgut an, das je nach Wunsch verschiedene Pflanzenschutzmitteln in der Beizhülle des Rübensamens enthalten kann. Zuckerfabriken und die landwirtschaftliche Beratung stellen Empfehlungslisten zusammen, so dass Anbauer bei der Sortenwahl auf vielfältige Informationen zurückgreifen können (SCHÜSSLER, 1997a).

Saatgut

Für den Zuckerrübenanbau in Deutschland kommt heute als Saatgut nur Monogermisat in Pillenform in Frage. Je nach Wunsch wird das Saatgut mit Fungiziden gegen Auflaufkrankheiten (RODEMANN, 1998) und Insektiziden gegen tierische Schädlinge behandelt. Mit der Aussaat des pillierten und behandelten Saatgutes ist es möglich, Läuse, Drahtwürmer, Tausendfüßler, Rübenfliegen, Collembolen und Moosknopfkäfer zu bekämpfen. Damit ist die wesentliche Gefahr eines Schädlingsbefalls im Jugendstadium der Zuckerrüben deutlich vermindert. Mit der Einführung der Insektizide als Beizmittel für das Zuckerrübensaatgut gelang es, einen großen Teil der Flächenspritzung mit Insektiziden zu ersetzen. Durch die Einsparung von Pflanzenschutzmitteln und die Flächenapplikationen ist die Anwendung des pillierten Saatgutes im Hinblick auf die Ökologie positiv zu bewerten. Hier wird deutlich, dass die Weiterentwicklung von Saatgutbehandlungsmaßnahmen auch zum umweltfreundlichen, nachhaltigen Zuckerrübenanbau beiträgt.

Mit einer entsprechenden Ausstattung der Pille ist auch eine Anfangsdüngung möglich. Dies führt ebenfalls zu einer verbesserten Jugendentwicklung der Zuckerrübenpflanzen. Damit werden noch bessere Voraussetzungen für einen sicheren und schnellen Rübenaufgang geschaffen.

Saat/Saatzeit

Um im Zuckerrübenanbau einen hohen Ertrag mit guter Qualität zu erzielen, sind die Aussaat und die Saatzeit von außerordentlicher Bedeutung. Da Zuckerrüben von der Saat bis zur Reife 180 bis 200 Tage benötigen, liegt die optimale Saatzeit zwischen Mitte März und Mitte April.

Die Aussaat sollte nur bei optimalen Bedingungen erfolgen. Fröhsaaten führen auf schluffigen Lehmböden häufig zum Verschlämmen und zu unzureichenden Bestandesdichten. Die Bestandesdichte hat einen wesentlichen Einfluss auf den Zuckerertrag. Bei einer suboptimalen Bestandesdichte ist in der Regel mit einem geringeren bereinigten Zuckerrübenanbau zu rechnen (RKL, 1995).

Spätfröste können Fröhsaaten der Zuckerrübe gefährden; es kommt zu Pflanzenverlusten und zur erhöhten Schosserbildung. Die Gefahr durch Fröste ist allerdings auch bei späten Saatterminen nicht vollständig auszuschließen. Nach LEHRKE und GARBURG (2000) wird die Grundlage für einen hohen Rübenanbau gelegt, wenn die Aussaat der Zuckerrübe ab Ende März erfolgt. Beide Autoren gehen davon aus, dass aufgrund des mittelfrühen Saattermins eine zügige Jugendentwicklung und ein früher Reihenschluss der Zuckerrüben gesichert werden.

Das Rübensaatgut wird heute als Präzisions- und Monogermisat angeboten und in sog. Einheiten (Units) à 100000 pillierten Samen mit Spezialdrillmaschinen ausgesät. Die Verbesserung der Saatgutqualität sowie der technische Fortschritt, der zu einer verbesserten Saatbettbereitung und Aussaat geführt hat, haben in den letzten Jahren zur Steigerung der Zuckerrübenanbau beigetragen. Das Zuckerrübensaatgut wird in 2 bis 3 cm Tiefe, optimal sind 1,5 bis 2,5 cm, unter einer Boden-Deckschicht bei einem Abstand von 16 bis 23 cm in der Reihe abgelegt. Die Reihenweite beträgt 45 bis 50 cm. Für Mulchsaaten stehen Drillmaschinen mit Mulchsaatausrüstungen zur Verfügung ; hier haben sich Schneidscheiben sowie Räumscheiben bewährt.

Um höchste Rübenanbau mit guter Qualität zu erzielen, sind Pflanzenbestände von 90000 bis 95000 Rübenpflanzen/ha optimal, bei diesen Pflanzenzahlen wird das genotypische Ertragspotenzial der Zuckerrüben ausgeschöpft. (LEHRKE und GARBURG, 2000; KÖHLER und NOLTE, 2001). Ein einheitlicher, hoher Rübenbestand begünstigt auch die Rodeleistung erheblich. Bei noch höheren

Bestandesdichten muss die Rodegeschwindigkeit stärker angepasst werden, um nicht unnötig Rübenverluste durch Verbleiben kleiner Rüben auf dem Felde und durch Spitzenbruch zu bekommen (BAVOROVA und KOCH, 2001).

Nährstoffversorgung

Von der Nährstoffversorgung der Zuckerrübe hängt im erheblichen Maße die Höhe der Zuckerertragsbildung ab, die wiederum von dem Gehalt der qualitätsbestimmten Inhaltsstoffen beeinflusst wird. Daher ist es notwendig, die einzelnen Nährstoffe in ihrer unterschiedlichen Wirkungsweise gezielt und somit möglichst optimal einzusetzen (RKL, 1995). Der mineralischen Düngung der Zuckerrübe muss eine Bodenuntersuchung auf vorhandene Nährstoffe im Boden mit einer standortbezogenen Düngeempfehlung sowie mit einer N-Bilanzrechnung vorausgehen. Beispielsweise können mit Hilfe der Elektro-Ultrafiltrations-Methode (EUF), die in Süddeutschland sehr häufig angewandt wird, alle wichtigen Nährstoffe aus der Bodenprobe festgestellt werden (Nitrat, organischer Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium, Bor, Natrium, Schwefel), die bei der Ermittlung des Düngebedarfs und auch das Nachlieferungsvermögen der Böden zu berücksichtigen sind (MERKES, 1999).

Stickstoff

Von den Hauptnährstoffen hat N den größten Einfluss auf Ertrag und Qualität der Zuckerrübe. Zu beachten sind hierbei alle Düngerformern, N aus mineralischer und organischer Düngung, sowie die N-Freisetzung aus Ernte- und Zwischenfruchttrückständen. Hilfreich ist hier eine N-Gesamtbilanzberechnung, denn eine zu hohe N-Düngung führt zu einem Anstieg des Alpha-Amino-N-Gehaltes in der Zuckerrübe und vermindert gleichzeitig den Bereinigten Zuckergehalt (RKL, 1995; DIEPENBROCK et al., 1999).

Ein hoher Nährstoffbedarf bei Zuckerrüben besteht im Juli für die Blattbildung. Nach HORN und FÜRSTENFELD (2001) liegt der N-Bedarf für Zuckerrüben in Süddeutschland bei einem Rübenenertrag von 550 dt/ha (f. Rübe mit Blatt) 250 kg N/ha abzüglich des Bodenstickstoffs (N_{\min}). LEHRKE und GARBURG (2000) geben für Zuckerrüben in Niedersachsen einen N-Sollwert (N-Angebot) bei Tonböden ohne Zwischenfrucht von 180 kg N/ha an, bei Sandböden von 200 kg N/ha und bei Lehm Böden von 160 kg N/ha abzüglich N_{\min} .

HORN und FÜRSTENFELD (2001) empfehlen die N-Gabe bis zu 100 kg N/ha zur Saat und die Rest-N-Düngung als Kopfdüngung spätestens im 4-Blattstadium zu verabreichen. Die Autoren haben weiterhin festgestellt, dass sich in lückigen Zuckerrübenbeständen eine erhöhte Kopfdüngung als schädlich erwiesen hat, da dann der Einzelpflanze mehr N zur Verfügung stand als in einem weniger lückigen Bestand. LEHRKE und GARBURG (2000) empfehlen, die Kopfdüngung erst ab dem 6- bis 10-Blattstadium zu verabreichen.

Phosphor

Als Grunddünger wird P_2O_5 meistens mit dem Kali zusammen im Herbst auf die Stoppeln des Getreides (Vorfrucht) ausgebracht und dann eingearbeitet. Es wird relativ fest am Bodenkomplex gebunden und ist deshalb nur einer geringen Gefahr der Auswaschung ausgesetzt. Die Höhe der P_2O_5 -Düngung richtet sich nach den Ergebnissen der Bodenuntersuchung; es sollte die Gehaltsklasse C angestrebt werden. Die auszustreuende Phosphat-Menge sollte bei dem P_2O_5 -Entzug der Zuckerrübe liegen. Der Phosphat-Bedarf der Zuckerrübe liegt zwischen 80 und 100 kg P_2O_5 /ha. Die empfohlene Phosphat-Düngung liegt bei mittlerer Versorgung des Bodens zwischen 100 und 140 kg P_2O_5 /ha. Durch eine organische Düngung (Hühnerkot, Hühner- und Schweinegülle) lässt sich der Phosphatbedarf auch abdecken (RKL, 1995; LEHRKE und GARBURG, 2000; HORN und FÜRSTENFELD, 2001).

Kalium

Das Kalium nimmt für den Wasserhaushalt und für die Frostresistenz der Zuckerrübe eine wichtige Funktion ein. Der Nährstoff Kalium verhält sich wegen seiner relativ festen Bindung am Bodenkomplex anders als der Stickstoff und lässt sich als Vorratsdüngung ausbringen. Im Zuckerrübenanbau sollte im Boden ein Kaliumvorrat vorhanden sein, der dem des Entzuges durch die Zuckerrübe entspricht. Auf Lehm Böden beträgt nach LEHRKE und GARBURG (2000) der Kalium-Entzug der Zuckerrübe 125 kg K_2O /ha. Auf leichten Böden besteht allerdings die Gefahr der Kalium-

Verlagerung. Aus diesem Grunde sollte hier der Kalidünger im Frühjahr ausgebracht und in den Boden eingearbeitet werden (RKL, 1995; LEHRKE und GARBURG, 2000).

Kalzium

Kalk ist sowohl ein Pflanzen- als auch ein Bodendünger. Für die Zuckerrübe ist der Nährstoff CaO ausreichend im Boden vorhanden, wenn der pH-Wert zwischen 6,3 und 7,0 liegt. Hierdurch wird die Widerstandskraft der Zuckerrübenpflanze gegen den Wurzelbrand erhöht und mögliche Schadwirkungen durch Herbizide oder andere Pflanzenschutzmaßnahmen abgeschwächt. Die Höhe der Kalkgaben richtet sich nach der Bodenart. Überhöhte Kalkdüngungen können aber auch Nährstoffe wie Bor und Mangan festlegen, die letztendlich zu Mangelerscheinungen führen (RKL, 1995).

Magnesium

Wie andere Pflanzen benötigt die Zuckerrübe zur Chlorophyllbildung ebenfalls MgO (40 kg MgO/ha). Die MgO-Düngung der Zuckerrübe erfolgt häufig mit der Kalk- und Grunddüngung. Eine Unterversorgung mit MgO kann auf leichten, sauren Böden auftreten. Magnesiumhaltige Dünger lassen sich auch noch im Frühjahr einsetzen (RKL, 1995; LEHRKE und GARBURG, 2000).

Schwefel

Nach BLOEM et al. (2002) brauchen Zuckerrüben vergleichsweise wenig Schwefel. Rüben haben mit einem Schwefelentzug von weniger als 20 kg S/ha einen geringen Gesamtschwefelentzug. Dabei wird der Großteil an Schwefel für den Aufbau der oberirdischen Grünmasse benötigt (15 kg S/ha), die in der Regel nach der Ernte auf dem Feld bleibt. Die S-Düngung bei Zuckerrüben sollte zur Saat oder spätestens zum Reihenschluss der Bestände erfolgen.

Mikronährstoffe

Mikronährstoffe sind bereits in geringen Mengen in Zuckerrüben wirksam; allerdings können sie in Überdosis auch schädlich wirken und dementsprechend Ertragsverluste verursachen. Von den Mikronährstoffen haben Bor und Mangan im Zuckerrübenanbau eine wesentliche Bedeutung.

Bei zu starker Kalkung – auf alkalischen Böden bei besonders großer Trockenheit – tritt die Herz- und Trockenfäule häufig in Erscheinung. Vorbeugend können borhaltige Dünger gestreut werden. Bei akutem Mangel helfen spezielle Bordünger (10 bis 15 kg B/ha). Manganmangel bei Zuckerrüben tritt vielfach auf Sandböden, auf anmoorigen oder alkalischen Böden auf, wenn Trockenheit oder zu hohe Kalkdüngungen erfolgen. Zur Verminderung von Schäden sollten manganhaltige Dünger im Frühjahr mit Stickstoffdüngern ausgebracht werden. Bei akutem Auftreten von Mangelerscheinungen können auch manganhaltige Blattdünger (12 kg B/ha) ausgespritzt werden (RKL, 1995).

Pflanzenschutz

Unkrautbekämpfung

Zu den verbreiteten Unkräutern und Ungräsern im Zuckerrübenanbau zählen nach RKL (1995):

Unkräuter	Ungräser
Ackerhellerkraut	Ackerfuchsschwanz
Ackersenf	Ausfallgetreide
Amarant	Einjähriges Rispengras
Auflaufrap	Flughaf
Bingelkraut	Hirsearten
Dreiteiliger Zweizahn	Quecke
Durchwuchskartoffel	Windhalm
Echte Kamille	
Erdrauch	
Franzosenkraut	
Gefleckter Schierling	

Unkräuter	Ungräser
Hirtentäschelkraut	
Hundspetersilie	
Klettenlabkraut	
Knöterich	
Melde	
Taubnessel	
Vogelmiere	
Weißer Gänsefuß	

Im Zuckerrübenanbau sollte die Unkrautbekämpfung bereits in den Vorfrüchten beginnen, da die Zuckerrübe aufgrund ihrer langsamen Jugendentwicklung durch Unkräuter und Ungräser sehr gefährdet ist. Aus diesem Grund ist eine gezielte Unkrautbekämpfung in den Vorfrüchten bedeutend, so dass dabei bereits ein möglichst hoher Anteil an in Rüben schwer bekämpfbarer Unkräuter eliminiert werden sollte. Weitere Möglichkeiten zur Unkrautbekämpfung bieten sich bei den Bodenbearbeitungen zur Aussaat der Zwischenfrüchte und vor der Aussaat der Zuckerrüben.

Chemische Unkrautbekämpfungen im Zuckerrübenanbau werden im Vorsa- und Voraufbauverfahren nur noch in Betrieben mit schwierigen Standortbedingungen durchgeführt. Dies geschieht vor allem dort, wo im Frühjahr der Boden häufig schwer befahrbar ist und Problemunkräuter, wie z. B. die Hundspetersilie eine große Bedeutung haben. Seit einigen Jahren ist es aus ökologischen und ökonomischen Gründen üblich, Unkräuter und Ungräser im Zuckerrübenanbau vorwiegend in Nachaufbaubehandlungen zum optimalen Bekämpfungszeitpunkt gezielt durch Einsatz geeigneter Herbizide im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes zu kontrollieren. Dabei ist es möglich, Herbizide unter Berücksichtigung der Unkrautfloren, der Bodenart und Witterung in reduzierten Aufwandmengen einzusetzen. Additive wie z. B. spezielle Parafinöle können die Wirksamkeit der Mittel verbessern.

Nach längeren Regenperioden reagieren gerade junge Rübenpflanzen besonders empfindlich auf Herbizide, weil die Wachsschicht reduziert und infolgedessen bei ihnen die Wirkstoffaufnahme deutlich ansteigt. Unter dem Zusatz von Ölen und anderer Additiven leiden die Rübenpflanzen noch stärker.

Zur Ausschaltung von konkurrierenden Schadgräsern im Nachaufbau steht eine Reihe hochwirksamer Spezialpräparate zu Verfügung. Die gezielte Anwendung der Gräserherbizide erfolgt gegen flach keimende Schadgräser im 1- bis 3-Blattstadium. Sollte sich ein erneuter Aufwuchs von Ungräsern einstellen, sind Nachbehandlungen anzuraten. Quecken und starker Getreideaufwuchs sind dagegen mit höheren Mittelmengen und evtl. in Splittingbehandlungen zu bekämpfen (RKL, 1995; DIEPENBROCK et al. 1999; LEHRKE und GARBURG, 2000; WETZLER und BOGER, 2001; HEIL, 2002 a,b).

Auf Standorten, auf denen aufgrund extrem starker Verunkrautungen, z. B. mit Hundspetersilie, ggf. Bingelkraut und Klettenlabkraut, vor allem aber Wildrüben, in den letzten Jahren kein wirtschaftlicher Zuckerrübenanbau mehr möglich ist, können die Unkrautprobleme nur mit dem Anbau von herbizidtoleranten Zuckerrübensorten und mit dem Einsatz von nichtselektiven Herbiziden gelöst werden (BÜCKMANN et al., 2000). Die Anzahl derartiger Standorte in Deutschland ist allerdings gering.

Unkrautbekämpfung in Mulchsaaten

Mulchsaaten oder Direktsaaten tragen dazu bei, Erosionen im Zuckerrübenanbau zu vermeiden. In den im Herbst ausgesäten Zwischenfrüchten Ölrettich und Gelbsenf entwickelt sich häufig im Herbst und Winter eine „Altverunkrautung“, die vor oder unmittelbar nach der Zuckerrübenbestellung beseitigt werden muss. Es handelt sich hierbei vorwiegend um schwer bekämpfbare Unkräuter und Ungräser (Ackerstiefmütterchen, Ackervergissmeinnicht, Kamille, Klettenlabkraut, Aufbaufgetreide und Schadgräser), die mit speziellen Herbiziden zu bekämpfen sind (LEHRKE und GARBURG, 2000; HEIL, 2002b).

Beratung

Für den Zuckerrübenanbau stehen der Praxis geeignete Herbizide zur Verfügung. Eine Übersicht der zugelassenen Herbizide zum angegebenen Stichtag ist im Mittelverzeichnis der Biologischen Bundesanstalt 2002 vorhanden (BBA, 2002) oder im Internet abrufbar. Für die technische Ausbringung der Herbizide untersucht das Institut für Anwendungstechnik in der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig neue Pflanzenschutzgeräte und Düsen. Informationen geben hierzu die Beratungseinrichtungen, wie die Pflanzenschutzämter oder andere Einrichtungen der verschiedenen Bundesländer.

Nichtparasitäre Krankheiten

In Tabelle 1 sind die wichtigsten nichtparasitären Krankheiten des Zuckerrübenanbaus mit ihren Bekämpfungsmöglichkeiten aufgeführt.

Zuckerrüben reagieren sehr empfindlich auf ungünstige Witterungs- und Bodenverhältnisse mit Wachstumsstörungen und Ertragsverlusten. Durch Bodenverdichtungen, stauende Nässe kann das Wachstum der Zuckerrübe beeinträchtigt werden. Dies führt zur Beinigkeit oder Wurzelbärtigkeit und in der Folge zu Ertragseinbußen (RÖSTEL, 1999). Ähnliches gilt für eine falsche Standortwahl, nicht-sachgerechte Herbizidanwendung und Düngung bzw. Nährstoffversorgung.

Tab. 1 Nichtparasitäre Krankheiten

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Vermeidung/ Bekämpfung	Autoren
<u>Trockenheit</u>	Im Sommer Welken bzw. „Schlafen“ die Zuckerrübenblätter, verursacht durch Trockenstress infolge mangelnder Turgeszenz der Blätter. Lange anhaltende Trockenheit führt zu irreversibler Schädigung der Zuckerrübenblätter und im schlimmsten Falle zum Absterben des Blattapparates. Dies hat eine deutliche Ertragsminderung zur Folge, da für die Assimilation erst wieder neue Blattflächen gebildet werden müssen.	Anbau der Zuckerrüben auf Standorten mit ausreichender Wasserversorgung. Beregnung.	HOFFMANN u. MÄRLÄNDER, 2001; KELLER, 1999
<u>Welken und Vertrocknen der Zuckerrüben</u>	Zuckerrübenanbau auf sehr leichten Böden; plötzliche Trockenheit im Sommer gefährdet die Wasserversorgung für die Zuckerrübe; Zuckerrübenanbau auf Böden mit hohem Tongehalt bei Gefahr von Sommertrockenheit; hierdurch herrscht häufig ein zu starker Kohäsionsdruck auf die Rübenwurzeln.	dto.	BENADA et al., 1985; DIEPENBROCK et al., 1999
<u>Stauende Nässe</u>	Beinigkeit der Zuckerrüben tritt auf Böden mit hohem Grundwasserstand, auf Böden mit stauender Nässe und auf Böden mit Verdichtungshorizonten auf.	Drainagen in Ordnung halten; Vorflut schaffen; Bodenverdichtungen durch sorgfältige Bodenbearbeitungen beseitigen.	DIEPENBROCK et al., 1999; RÖSTEL, 1999
<u>Frost</u>	Zu früh gesäte Zuckerrüben sind häufig durch Frost gefährdet; strenger Frost im März kann bereits aufgegangene Zuckerrüben vernichten; die betroffenen Pflanzen werden schwarz und sterben ab. Andererseits wird durch Frost die Schosserbildung gefördert. Frühe Kälteeinbrüche im Herbst können für Zuckerrüben eine Gefahr bedeuten. Zuckerrüben überstehen zwar wegen ihrer großen Laubmasse und wegen der höheren osmotischen Werte auch Nachfröste. Sind nach längeren Frostperioden die Zuckerrüben fest eingefroren, sind sie häufig nicht mehr zu ernten. Gerodete Zuckerrüben, die in Mieten am Feldrand bis zum Abtransport zur Fabrik lagern, sind der Frostgefahr (ab etwa $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$) ausgesetzt. Gefrorene Zuckerrüben sind leicht fäulnisempfindlich und weisen häufig Qualitäts- und Zuckergehaltsverluste auf.	Rechtzeitiges Roden der Zuckerrüben. Anbau der Zuckerrüben auf weniger frostgefährdeten Standorten. Die Mietenabdeckung reduziert das Risiko einer Schädigung der Zuckerrüben. Abdecken der Rübenmieten mit Häcksel, Stroh oder mit Spezialfolien; Schutz mit atmungsaktivem Vlies aus Polypropylen.	BROUWER, 1976; BENADA et al., 1985. NOORDHOF, 1995; DIEPENBROCK et al., 1999; KÖHLER u. NOLTE, 2001
<u>Hagel</u>	Obwohl die Zuckerrüben gegen Hagel ein relativ hohes Regenerationsvermögen (des Blattapparates) aufweisen, können die Blattschädigungen durch Hagel in den Monaten Juli und August erheblich sein. Ertragsverluste bis zu 14 % sind keine Seltenheit.	Es gibt keine Gegenmaßnahmen; Hagelversicherungen sind zu empfehlen.	BROUWER, 1976; BENADA et al., 1985

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Vermeidung/ Bekämpfung	Autoren
<u>Erosionsschäden</u>	Auf hügeligen Standorten können Zuckerrüben bei Starkregen durch Abschwemmung und Bodenzerstörung beträchtliche Ausfälle erleiden. Langfristig bedeuten Erosionen einen Verlust von fruchtbarem Bodenmaterial.	Konservierende Bodenbearbeitung; „Mulchsaaten“ sind hervorragend geeignet, das Risiko Bodenerosionen zu mindern.	MILLER, u. KOCH, 2001
<u>Winderosionen</u>	Auf ungeschützten leichten Standorten, anmoorigen Böden sind kleine Rübenpflanzen der Gefahr der Winderosionen ausgesetzt; sie verschütten oder brechen ab.	Besondere Standortwahl treffen; Windschutzstreifen anlegen; konservierende Bodenbearbeitung; „Mulchsaaten“.	RÖSTEL, 1999
<u>Sonnenbrand</u>	Sonnenbrand macht sich an den Rübenblättern in Sommermonaten mit sehr starker Sonneneinstrahlung bemerkbar. Brandschäden treten an den der Sonne zugekehrten Blattunterseiten auf. Die durch Sonnenbrand beschädigten Blätter faulen zunächst, die Schadstellen verblasen silbrig, nehmen später eine gelbbraune Färbung an und verdorren teilweise oder völlig.	Lückenhafte Bestände vermeiden.	BENADA et al., 1985.
<u>Weißblättrigkeit</u> <u>Albinismus</u>	Vereinzelt tritt die Weißblättrigkeit an den Blättern der Zuckerrüben auf. Erkrankte Blätter sterben vorzeitig ab. Diese Krankheit ist genetisch bedingt und wird durch Samen übertragen.	Vorbeugend ist in Zuchtgärten auf Weißblättrigkeit Acht zu geben und auszulesen.	BENADA et al., 1985
<u>Magnesiummangel</u>	Für die Chlorophyllbildung nimmt das Magnesium eine Zentralstellung ein. Der Mg-Entzug bei Zuckerrüben für 600 dt/ha liegt von 60 bis 120 kg MgO/ha. Mg-Mangel äußert sich in Gelbfärbung der Blattränder, zwischen den Blattadern an den mittleren und äußeren Zuckerrübenblättern. Verschiedentlich wiesen die Blätter Marmorierungen auf. Später entstehen größere zusammenhängende Nekrosen auf den Blättern. Mg-Mangel tritt häufig bei Rüben auf leichten Böden auf.	Den Mg-Bedarf durch Düngung mit MgO-haltigen Düngern decken. Eine schnelle Behebung der Schäden ist durch eine MgSO ₄ -Spritzung möglich.	BROUWER, 1976; HEINZE, 1983
<u>Schwefelmangel</u>	Schwefel ist für die Proteinbildung von Bedeutung. S-Mangel ist an der hellgrünen Färbung der jüngeren Blätter – ähnlich wie beim N-Mangel – zu erkennen. Später treten bei S-Mangel häufig violette Verfärbung an den Blatträndern auf. S-Mangel tritt bei einem N : S-Verhältnis im Protein von Zuckerrüben von 15:1 auf.	Nach Bodenuntersuchung Verabreichung von schwefelhaltigen Düngern.	BROUWER, 1976; BLOEM et al., 2002
<u>Manganmangel</u>	Bei unzureichender Versorgung mit Mn zeigen Zuckerrüben zwischen den Blattadern der jungen Blätter kleine, chlorotische, gelbe Flecke. Die Blattspreiten haben ein gesprenkeltes Aussehen. Bei stärkerem Mn-Mangel sind die Blätter leicht eingerollt und haben einen auf-rechten starren Wuchs (Dörrfleckenkrankheit). Mn-Mangel bei Zuckerrüben tritt vor allem auf stark alkali-schen Böden (Überkalkung) auf, wo es zur Festlegung des Mangans kommt. Trockene Witterung – vor allem auf anmoorigen Böden – begünstigt das Auftreten des Mn-Mangels.	Nach Bodenanalysen lässt sich der Mn-Bedarf für Zuckerrüben ermitteln. Bei akutem Mn-Mangel ist eine Spritzung mit MnSO ₄ -Lösung zu empfehlen. Bei regelmäßiger Mn-haltiger Phosphat-Düngung reicht die Mn-Versorgung für Zuckerrüben aus.	BROUWER, 1976; HEINZE, 1983
<u>Molybdänmangel</u>	Bei Mo-Mangel bleiben die Zuckerrübenpflanzen in ihrem Wuchs zurück. Die Blattfarbe ist bleichgrün. Die Blätter werden schmal und sind hart; sie falten sich längs der Mittelrippe. Die Mo-Mangelercheinungen treten bei Zuckerrüben vorwiegend auf sauren, eisenhaltigen Böden und bei ungenügender P ₂ O ₅ -Düngung auf. Beta-Rüben gehören zu den Pflanzen, die sehr empfindlich auf Mo-Mangel reagieren.	Auf richtige Bodenreaktionen ist zu achten. In extremen Fällen sind Natrium- oder Ammonium-molybdat zu düngen. Schäden werden durch Aufkalken gemildert.	BROUWER, 1976; HEINZE, 1983

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Vermeidung/ Bekämpfung	Autoren
<u>Zinkmangel</u>	Im Boden ist zumeist ausreichend Zn vorhanden. Nur bei zu hohen pH-Werten kann bei Zuckerrüben ein Mangel auftreten. Zn-Mangel-Pflanzen bilden weniger Rüben- und Blattmasse und weisen einen geringen Zuckergehalt auf.	Nasskopfdüngung mit ZnSO ₄ .	BROUWER, 1976
<u>Kupfermangel</u>	Cu-Mangel tritt bei Rüben auf den zur „Urbarmachungskrankheit“ neigenden sauren Sand- und Heidemoorböden in Nordwesteuropa in Erscheinung. Die Mangelsymptome fangen mit einer schwachen an der Blattspitze einsetzenden Chlorose an. Die dunkelgrün erscheinenden Blattadern heben sich vom gelblichen Blattuntergrund ab. Später sterben die inzwischen chlorotischen Blätter unter graubrauner bis grauweißer Verfärbung vorzeitig ab. Kupfermangel führt zu erheblichen Ertragsausfällen und zu Minderungen der Zuckererträge. Kupfer ist für den Chlorophyllstoffwechsel und somit für die Stärkebildung unentbehrlich.	Durch Spritzung einer Kupfersulphatlösung (1,5 %ig) ist eine schnelle Behebung der Mangelschäden möglich. Im Herbst oder vor der Aussaat ist eine Düngung mit Kupfersulfat zu verabreichen.	HEINZE, 1983

Pilzliche Krankheiten

Die Zuckerrüben werden von einer Reihe pilzlicher Schaderreger in Mitleidenschaft gezogen. In Tabelle 2 sind die wichtigsten Auflauf-, Blatt- und Wurzelkrankheiten des Zuckerrübenanbaus mit ihren Bekämpfungsmöglichkeiten aufgeführt.

Tab. 2 Pilzliche Krankheiten

Krankheit/ Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Wurzelbrand</u> <i>Phoma betae</i> , <i>Aphanomyces cochlioides</i> , <i>Pythium</i> spp., <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Fusarium</i> spp.	Dunkelverfärbte Einschnürung und Verfärbung an Wurzeln und Wurzelhals. Wurzelbrand tritt stärker durch Anhäuflichkeit der Zuckerrübe auf dem gleichen Feld auf (enge Fruchtfolge). Strukturschäden in Böden, niedrige pH-Werte, ungünstige Witterungsverhältnisse u. a. können den Wurzelbrand begünstigen; er wird von verschiedenen Pilzen hervorgerufen. <i>Pythium</i> spp. befällt bereits die jungen Rübenpflanzen bei niedrigen Temperaturen, während <i>A. cochlioides</i> bei feuchtwarmer Witterung gefährlich wird. <i>R. solani</i> und Fusarien treten bei Rüben vorwiegend auf warmen Standorten auf.	Weite Fruchtfolgen; Struktur der Böden verbessern; Kalken der Böden; Saatgutbehandlungen mit Fungiziden.	SCHÄUFELE, 1999; GARBE, 1999
<u>Cercospora-Blattfleckenkrankheit</u> <i>Cercospora beticola</i>	<i>C. beticola</i> tritt besonders bei feuchtwarmer Witterung auf. Der Befall äußert sich ab Juli auf den Blättern in 2 - 3 mm großen, braungrauen Flecken, die sich unter für den Pilz günstigen Bedingungen rasch ausbreiten können. Die Assimilationsfähigkeit der Zuckerrübenblätter wird zerstört. Somit werden Qualität und Ertrag der Zuckerrübe erheblich gemindert. In extremen Fällen kann bei anfälligen Sorten eine Verminderung des Zuckergehaltes von 22 % vorkommen.	Weite Fruchtfolgen; tiefes Unterpflügen bzw. Beseitigen der befallenen Zuckerrübenblätter nach der Ernte. Einsatz von geeigneten Fungiziden; Auswahl wenig anfälliger Sorten.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; BBA, 2002
<u>Echter Mehltau</u> <i>Erysiphe betae</i>	Diese Krankheit ist in allen Zuckerrübenanbaugebieten bekannt; sie wird in Mittel-, Süd- und Südwestdeutschland häufig beobachtet. Der Befall mit <i>E. betae</i> äußert sich zumeist auf der Blattoberfläche; es bilden sich zunächst einzelne, rundliche, schmutzigweiße, spinnenwebartige, mehlig Myzelien, die häufig an Haupt- und Nebenadern beschränkt bleiben. Die Mehltaustellen wachsen zusammen und bedecken große Teile des Rübenblattes. Die befallenen Blätter	Bei frühem Befallsbeginn ist der Einsatz von Fungiziden zu empfehlen.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; BBA, 2002

Krankheit/ Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
	rollen sich ein, vergilben vorzeitig und trocknen aus. Der Echte Mehltau spielt in bestimmten Klimagebieten mit hoher Luftfeuchtigkeit eine bedeutende Rolle im Zuckerrübenanbau.		
<u>Ramularia- Blattfleckenkrankheit</u> <i>Ramularia beticola</i>	Ramularia-Blattfleckenkrankheit kommt in Deutschland vor. Der Befall beginnt ab Juli auf den Blättern mit der Bildung von runden Nekrosen, die einen Durchmesser von 5 bis 8 mm aufweisen. Sie haben einen grauen, braunen Rand. Die Mitte der Läsionen bleicht später aus (weiß-graues Aussehen). Später fließen die Flecke zusammen. Bei starkem Befall bleibt die Zuckerrübe im Wuchs zurück und bildet einen erhöhten Kopf. In Einzelfällen sind hohe Ertragsverluste zu erwarten (mehr als 10 %).	Nach der Ernte tiefes Unterpflügen der Pflanzenrückstände; Anbau von weniger anfälligen Zuckerrübensorten. Einsatz von Fungiziden.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Rübenrost</u> <i>Uromyces betae</i>	In Deutschland tritt Rübenrost nur sporadisch zu meist in kühleren Gebieten mit hoher Luftfeuchtigkeit auf. Der Erreger bildet auf der Ober- und Unterseite der mittleren und äußeren Blätter zahlreiche, verstreute Pusteln; sie werden von chlorotisch aussehenden Rändern umgeben. Bei stärkerem Befall welken die älteren Blätter, vertrocknen und sterben vorzeitig ab. Junge Blätter bleiben im Wuchs zurück; sie sind aufrecht, verdreht, gekräuselt, vergilben langsam. Bei sehr frühem und starkem Befall können die Rübenpflanzen absterben.	Einsatz von Fungiziden.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Falscher Mehltau</u> <i>Peronospora farinosa</i> f. sp. <i>betae</i>	Falscher Mehltau kann in feuchten, warmen Jahren im Zuckerrübenanbau vor allem bei Frühbefall zu Schäden führen. Erkrankte jüngere Blätter sind verkümmert und nach unten eingerollt. Ihre Unterseiten sind von Sporenrasen des Pilzes überzogen. Die befallenen Blätter sind verdickt und brechen leicht, später verfärben sie sich und sterben ab.	Behandlungen mit Fungiziden.	RODER, 1990; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Späte Rübenfäule</u> <i>Rhizoctonia solani</i>	<i>R. solani</i> , ein weit verbreiteter Pilz, ist als Erreger der Umfallkrankheit an Rübenjungpflanzen bekannt. Auch bei älteren Pflanzen, nach dem Reihenschluss bis zur Ernte, tritt nesterweise Welke im Zusammenhang mit Wurzelfäulen auf. Die Anastomosegruppe A6 2–3 von <i>R. solani</i> verursacht die Späte Rübenfäule an Zuckerrüben. Die trockenen, braunen Faulstellen sind vom Myzel des Pilzes <i>R. solani</i> mit zahlreichen dunklen Sklerotien besetzt. Befallene Rüben zeigen deutlichen Minderwuchs. In wärmeren Rübenanbaugesieten hat diese Krankheit eine größere Bedeutung. Enge Fruchtfolgen, verdichtete Böden und unausgeglichene Nährstoffversorgung begünstigen diese Krankheit.	Weite Fruchtfolgen, Anbau wenig anfälliger Zuckerrübensorten; Vermeidung von Strukturschäden im Boden.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; KWS, 2001a; BÜTTNER u. MÄRLÄNDER, 2002
<u>Rotfäule</u> <i>Helicobasidium brebissonii</i>	In Deutschland kommt die Rotfäule sporadisch in Norddeutschland vor. Sie tritt vornehmlich an Zuckerrüben auf sandigen und kalkhaltigen Böden auf. Darüber hinaus wird ein Befall mit <i>H. brebissonii</i> durch Bodenverdichtungen und schlechte Bodenstrukturen begünstigt. Ähnlich wie die Späte Rübenfäule tritt die Rotfäule der Zuckerrüben zuerst nesterweise auf. Befallene Rüben weisen Welkesymptome als Folge der schlechten Ausnutzung des vorhandenen Wasser- und Nährstoffangebotes. Der Rübenkörper wird durch ein rot bis violett aussehendes Pilzmyzel überwachsen und von der Spitze an setzt die Rotfäule ein.	Begrenzung empfindlicher Kulturpflanzen in der Fruchtfolge. Verminderung von Strukturschäden in den Böden. Wendende Bodenbearbeitung, Verbesserung der Bodenstruktur durch Zwischenfruchtanbau.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; KWS, 2001a

Krankheit/ Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Mietenfäule</u> <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Mietenfäulen kommen bei zu warmer und feuchter Einlagerung, bei hoher N-Düngung und beschädigten Rüben vor. In Rübenmieten weisen befallene Rüben am Kopf Wundstellen auf, die mit einer breiigen Masse ausgefüllt sind. Befallene Rüben haben einen weißlichen Pilzbelag gebildet, in dem bis erbsengroße, runde, dunkle Sklerotien eingelagert sind; es können sich aber auch kleinere flache, braune Sklerotien und grau-gefärbte Konidien bilden.	Vermeidung zu hoher N-Düngung; schadffreie Ernte. Zuckerrüben nicht zu früh einlagern. Mieten sollten mit Spezialfolie oder mit Vliesen abgedeckt werden.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999

Bakterielle Krankheiten

Im Zuckerrübenanbau gibt es relativ wenige bedeutende Bakterienkrankheiten (s. Tabelle 3). Es sind der Wurzelkropf (Erreger: *Agrobacterium tumefaciens*), Rübenschorf (Erreger: *Streptomyces scabies*) und die Bakterielle Blattfleckenkrankheit (Erreger: *Pseudomonas syringae* pv. *aptata*). Der Wurzelkropf tritt bei hoher Bodenfeuchtigkeit und bei mechanischen Verletzungen der Zuckerrüben in Erscheinung, während der Rübenschorf dagegen auf leichten alkalischen Böden und in trockenen, warmen Jahren zu beobachten ist. Die Bakterielle Blattfleckenkrankheit hat in Deutschland nur eine geringe Bedeutung; sie ist eher in Südeuropa anzutreffen. Eine Bekämpfung aller drei aufgeführten Bakterienkrankheiten ist bislang nicht möglich (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999).

Tab. 3 Bakterienkrankheiten

Krankheit/ Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Wurzelkropf</u> <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Befallene Rübenkörper weisen erbsen- bis faustgroße, tumorartige Gewebewucherungen mit warzigrissiger Oberfläche auf. Der Erreger ist ein stäbchenförmiges Bakterium mit polarer Begeißelung. Hohe Bodenfeuchtigkeit und mechanische Verletzungen begünstigen den Befall mit <i>A. tumefaciens</i> . Der Wirtspflanzenkreis ist groß.	keine	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Rübenschorf</u> <i>Streptomyces scabies</i>	Befallene Rübenkörper haben einzeln oder zusammenhängend auftretende warzenartige Gebilde, die in der Mitte kraterartig vertieft sind; sie sehen aus, wie braunes, schorfignes Gewebe. Diese Krankheit tritt vorwiegend auf leichten, alkalischen Böden und bei trockener, warmer Witterung auf. Bei befallenen Rüben ist häufig ein erhöhter Schmutzanteil festzustellen.	Leichte Böden nicht zu stark kalken.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Bakterielle Blattfleckenkrankheit</u> <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>aptata</i>	Auf Blättern an Blattadern und Blattstielen befallener Rübenpflanzen sind unregelmäßig Nekrosen zu finden, die leicht mit Symptomen durch <i>Cercospora beticola</i> verwechselt werden können. Gefäße in der Rübe weisen schwarze Verfärbungen auf. In Süddeutschland kann diese Krankheit im Sommer regelmäßig beobachtet werden.	keine	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999

Viruskrankheiten

In Tabelle 4 ist eine Reihe der wirtschaftlich wichtigsten Viren im Zuckerrübenanbau aufgeführt und kurz beschrieben worden. Zu ihnen gehören das Nekrotische Rübenvergilbungs-Virus (BYV), Westliches Rübenvergilbungs-Virus (BWGV), Rizomania-Wurzelbärtigkeit (BNYW), Rübenmosaik-Virus (BtMV) und das Rübenkräusel-Virus (BLCV). Durch das Auftreten der durch sie verursachten Krankheiten wird der Zuckerrübenanbau erheblich erschwert und beeinträchtigt. So kann z. B. durch die gefährliche Rizomania-Viruskrankheit regional mehr als die Hälfte der Zuckerrübenenernte vernichtet werden. Eine direkte Bekämpfung dieser Rübenkrankheit gibt es bislang nicht. Durch konventionelle Resistenzzüchtung konnten Pflanzenzüchter Rizomania-tolerante Zuckerrübensorten der Praxis zur

Verfügung stellen, die nahezu „normale Zuckerrübenenernten“ brachten bzw. bringen. Allerdings kann durch den Anbau dieser Genotypen die Vermehrung des Schaderregers nicht verhindert werden.

Mit Hilfe der Gentechnik war es möglich, die Rizomania-Resistenz in Zuckerrüben zu übertragen. Erste gentechnisch entwickelte Rizomania-resistente Zuckerrübensorten werden z. Zeit vom Bundessortenamt auf ihre Anbaueignung geprüft. Zucker aus gentechnisch veränderten Zuckerrübensorten und aus konventionellen Sorten sind identisch. (BDP und CMA, 2001).

Tab. 4 Viruskrankheiten

Krankheit/ Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Vergilbungs- krankheiten</u> Nekrotisches Rübenvergilbungs- Virus BYV	Das Nekrotische Rübenvergilbungs-Virus ist in allen Ländern Europas weit verbreitet; es äußert sich bei jüngeren Pflanzen durch Aderaufhellungen an den jüngsten Blättern der Zuckerrübe. Es folgt eine an der Blattspitze beginnende Vergilbung. Auf den älteren Pflanzen sind in den Vergilbungen punkt- oder strichförmige Nekrosen zu finden. Später sind die Blätter der befallenen Pflanzen fahlgelb bis orangegelb, daraufhin sterben die Blätter bald ab. Es treten Minderungen der Zuckerrübenenerträge und der Qualität ein; der Zuckerertrag kann über 20 % reduziert werden. Als Vektoren dieser Viruskrankheit können verschiedene Blattlausarten in Frage kommen; von denen <i>Myzus persicae</i> und <i>Aphis fabae</i> wohl die wichtigsten sind. Das BYV-Virus überdauert auf relativ vielen Pflanzengruppen bzw. -arten (<i>Capsella</i> , <i>Senecio</i> , <i>Stellaria</i> , <i>Thlaspi arvense</i> , <i>Plantago lanceolata</i> und weiteren Arten aus den Familien <i>Chenopodiaceae</i> , <i>Cruciferae</i> u. a.)	Minderung der Virusausbreitung; es ist darauf zu achten, dass Rübenstecklinge, Samenträger und Spinat nicht in der Nähe von Zuckerrüben angebaut werden sollten. Die Mindestentfernung sollte schon über 3 km betragen. Anbau von Zuckerrübensorten mit hoher Triebkraft und rascher Jugendentwicklung. Vermichtung von Nebenwirten vor Abflug der Vektoren. Rübenmietenplätze, Lager- und Verladeplätze sind vor April von Unkraut und Rübenrückständen zu räumen. Saatgutbehandlung mit Insektiziden. Spritzung mit Insektiziden nach dem Auflaufen.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
Westliches Rübenvergilbungs- Virus BWYV	Das Westliche Rübenvergilbungs-Virus kommt häufig in Mischinfektionen mit dem BYV vor, es verursacht ähnliche Symptome wie das Nekrotische Rübenvergilbungs-Virus (BYV); zunächst fehlen hier die Aderaufhellungen und bei älteren Blättern treten orangegelbliche Verfärbungen ohne Nekrosen auf. Die vergilbten Blätter sind empfindlich für Schwächeparasiten und können rasch absterben. Als Vektoren dieses Virus sind <i>Myzus persicae</i> , <i>M. ascalonicus</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i> , <i>Rhopalosiphoninus tulipaellus</i> , <i>Aulacorthum circumflexum</i> , <i>A. solani</i> und <i>Aphis craccivora</i> bekannt. Die Pfirsichblattlaus <i>Myzus persicae</i> hat bei der BWYV-Virusübertragung offenbar den größten Anteil. Als Überwinterungswirte für Vektor und Virus kommen Beta-Arten, Spinat, Raps, Kohlarten, Salat, Möhren, Weißer Senf, Sonnenblume, Radies und verschiedene Unkräuter in Frage.	Saatgutbehandlungen mit Insektiziden. Vermeidung lückiger Rübenbestände. Spritzung mit Insektiziden nach dem Auflauf.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Wurzelbärtigkeit</u> Rizomania disease Nekrotisches Adervergilbungs- Virus BNYVV	Ende Juni bis Anfang Juli werden die ersten Befallserscheinungen bei den Zuckerrüben sichtbar. Die Rizomania-Viruskrankheit verursacht in dieser Zeit Blattaufhellungen, Verlängerung der Blattstiele, gehemmt Wachstum der Pflanzen; später Welke, Braunfärbungen der Gefäßringe. Vermorschen oder Absterben der Pfahlwurzeln. Der Rübenkörper weist eine verstärkte Bildung der Seitenwurzeln auf. Im Rübenkörper sind Gefäßnekrosen erkennbar. Auf den Adern der Zuckerrübenblätter sind zunächst chlorotische Flecke, später Nekrosen zu finden. Durch die Wurzelbärtigkeit kann regional mehr als die Hälfte der Zuckerrüben-	Verbesserung der Bodenstruktur. Beregnung bedarfsgerecht durchführen. Anbau von toleranten und resistenten Zuckerrübensorten. Bodenerosionen und -verschleppungen zur weiteren Ausbreitung der Krankheit verhindern.	BDP u. CMA, 2001; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; KWS, 2001a,b

Krankheit/ Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
	ernte vernichtet werden. Das BNYVV-Virus wird von dem Bodenpilz <i>Polymyxa betae</i> (bodenbürtig) auf die Zuckerrübe übertragen. Die Sporen dieses Pilzes können das Virus bis zu 15 Jahre im Boden lebensfähig halten. Von <i>Polymyxa betae</i> sind mehrere Biotypen bekannt; die auf Beta-Rüben parasitierende Form wurde auch auf <i>Atriplex patula</i> , <i>Chenopodium album</i> und <i>Silene pratensis</i> festgestellt.		
Beetsoilborne furo-Virus BSBV	Die Befallssymptome der BSBV-Viruskrankheit ähneln denen der Rizomania-Krankheit. Vermutlich wird das BSBV-Virus ebenfalls durch den Pilz <i>Polymyxa betae</i> auf die Zuckerrübe übertragen; es wurde in Nord- und Mitteleuropa nachgewiesen. Mischinfektionen mit dem BNYVV-Virus sind nicht auszuschließen. Bis zu 40 % Verluste der Trockenmasse konnten bei befallenen Zuckerrüben festgestellt werden.	nicht bekannt.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Rübenmosaik</u> Rübenmosaik-Virus BtMV	Die Rübenmosaik-Krankheit kommt in allen rübenanbauenden Ländern Europas vor. Es werden vorwiegend Samenträger- und Vermehrungsbestände befallen. Die Krankheit beginnt mit Aderaufhellungen der Blätter und später sind mosaikartige Flecke, Linien und Ringe auf den Blättern zu finden. Befallene, ältere Blätter sterben vorzeitig ab. Der Schaden des Rübenmosaiks in Mischinfektion mit Vergilbungsviren kann ganz beträchtlich sein (bis 40 % Ertragsverluste). Das Rübenmosaik wird durch eine hohe Anzahl von Blattläusen übertragen u. a. durch <i>Myzus persicae</i> und <i>Aphis fabae</i> .	Siehe Vektorenbekämpfung gegen die Vergilbungsviren.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Kräuselkrankheit</u> Rübenkräusel-Virus BLTV	Die Kräuselkrankheit ist in Deutschland, vorwiegend in den Rübenanbaugebieten, festgestellt worden. Es wurden Ertragsverluste bis zu 75 % ermittelt, die auf das Auftreten der Krankheit zurückzuführen waren. Der Zuckergehalt wird stark gemindert. Der Befall äußert sich erst in einer Aufhellung der Blattdern; später verkrümmen sich die Blätter, die Blattstiele schwellen an. Die älteren Blätter vergilben und sterben relativ rasch ab. Es kommt zur ständigen Neubildung der Herzblätter. Überträger dieser Viruskrankheit ist die Rübenblattwanze.	Bekämpfung der Rübenblattwanzen vorbeugend mit Saatgutpillen, die mit geeigneten Insektiziden behandelt sind.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Ringfleckigkeit</u> Tomatenschwarzringvirus TBRV	TBRV-infizierte Zuckerrüben haben auf Blättern ringförmige, gelblich gefärbte Flecke. Als Vektoren kommen zwei Nematodenarten in Frage: <i>Longidorus attenuatus</i> und <i>L. elongatus</i> . Die primäre Infektion geht vom Boden über Nematoden aus. Das TBRV-Virus hat einen großen Wirtspflanzenkreis; dazu gehören auch Bohnen, Himbeeren, Erdbeeren, Kartoffeln, Wein u. a.	nicht bekannt.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999

Tierische Schädlinge

Im Zuckerrübenanbau gibt es eine hohe Anzahl von tierischen Schädlingen, die Einfluss auf den Wuchs und den Ertrag haben oder sogar die Rüben zum Absterben bringen können. In Tabelle 5 sind die wirtschaftlich wichtigsten Schädlinge aufgelistet. Ausgenommen davon sind Angaben über die Säugetiere Wald- und Feldmaus sowie Kaninchen und Feldhase als Schädlinge des Zuckerrübenanbaus, da sie in der Praxis zumeist nicht gezielt bekämpft werden.

Als einen der bedeutendsten und gefährlichsten Schädlinge im Zuckerrübenanbau ist nach wie vor der Rübennekematode (*Heterodera schachtii*) anzusehen. Nematodenpopulationen verursachen Ertragsausfälle von 10 bis 60 %; sie schädigen die Zuckerrüben durch Absaugen von Nährstoffen. Mit chemischen Pflanzenschutzmitteln ist kaum etwas gegen Nematoden auszurichten, da deren Eier und Larven in den Zysten gut geschützt sind. Durch Fruchtfolgemaßnahmen (3-jährige Anbaupausen) und durch Anbau von nematodenreduzierenden Zwischenfrüchten können Nematodenpopulationen vermindert werden.

Erst Ende der 90er Jahre konnte eine konventionelle gezüchtete, nematodentolerante Zuckerrübensorte zugelassen werden. Mit dieser Sorte ist es möglich, den Nematodenbefall zu kontrollieren und unter Befallsbedingungen den Ertrag deutlich zu steigern.

Seit kurzem steht der Landwirtschaft eine nematodenresistente Zuckerrübensorte zur Verfügung. Das Resistenzgen entstammt aus der Wildrübe *Beta procumbens*, das ein Absterben der Zysten im frühen Entwicklungsstadium bewirkt. Es weist somit eine nematodenentsuchende Wirkung auf (BDP und CMA, 2001; JUNG und HOHMANN, 2001).

Tab. 5 Tierische Schädlinge

Schädling	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Rübenkopffälchen</u> <i>Ditylenchus dipsaci</i>	Rübenkopffälchen sind freilebende Nematoden, die sich aus nicht scharf trennbaren Arten zusammensetzen. Die Rübenkopffälchen treten in Gebieten mit gemäßigttem Klima im Zuckerrübenanbau auf. <i>D. dipsaci</i> bildet viele biologische Rassen (Biotypen). Die Rübenrasse ist polyphag und tritt außer an Zucker- und Futterrüben auch auf Roggen, Hafer, Mais, Ackerbohne u. a. auf. Rübenälchen verursachen nur örtlich begrenzten Schaden an Zuckerrüben. Dieser Schaden äußert sich als Faulstelle am Rübenkopf, die durch die Blätter meistens verdeckt bleiben. Es treten häufig Sekundärpilze in Erscheinung. Die Ertragsverluste durch <i>D. dipsaci</i> sind bei der Zuckerrübe beträchtlich (ca. 30 – 35 %).	Bekämpfung der Wirtspflanzen; weit gestellte Fruchtfolgen; Sorgfältige Unkrautbekämpfung.	ALSING et al., 1995; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Rübennekematode</u> <i>Heterodera schachtii</i>	<i>H. schachtii</i> tritt bevorzugt im gemäßigten Klima im Zuckerrübenanbau auf. Der Rübennekematode befällt außer Zuckerrüben, Futterrübe, Rote Rübe, Spinat, Mangold, Raps, Rüben, Kohlrübe, Kohlarten, Marktstammkohl, Rettich, Weißen Senf und Kresse. Unter den Unkräutern sind als Brutpflanzen Hederich, Ackersenf, Vogel- und Sternmiere, Melde, Gänsefuß- und Ampferarten, Ackerhellerkraut und Hirtentäschelkraut festgestellt worden. <i>H. schachtii</i> ist ein zystenbildender Nematode. Bei Befall mit <i>H. schachtii</i> kümmern die Rübenpflanzen und zeigen bei Hitze schnell Welkeerscheinungen. Die Wurzeln haben einen struppigen Wuchs und lassen z. d. Zeitpunkt die ersten weißen, später goldgelben Zysten erkennen. Das Auftreten des Rübennekematoden ist eine Folge des häufigen Zuckerrübenanbaus und anderer Wirtspflanzen.	Auf verseuchten Standorten Anbau resistenter Zuckerrübensorten. Weitgestellte Fruchtfolgen; möglichst keinen Rapsanbau. Anbau von Feindpflanzen (Ölrettich und Senf als Zwischenfrüchte, Luzerne, Mais, Zwiebeln, Roggen).	ALSING et al., 1995; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; BBA, 2002

Schädling	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Getüpfelter Tausendfüßler</u> <i>Blaniulus guttulatus</i>	<i>B. guttulatus</i> ist graubraun gefärbt und an den zahlreichen Beinpaaren und seitlichen Punkten zu erkennen (7,5 bis 20 mm lang). Tausendfüßler benagen Keimlinge, es kommt zum lückigen Rübenbestand. Später werden auch Rübenkörper angefressen. Andere Kulturpflanzen wie Kartoffeln, Bohnen und Erbsen werden ebenfalls von <i>B. guttulatus</i> geschädigt.	Behandlung des Saatgutes mit geeigneten Insektiziden.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Rübencollembolen</u> <i>Onychiurus armatus</i> , <i>O. fimatus</i> , <i>O. campatus</i> , <i>O. cancellatus</i>	Die Arten der Gattung <i>Onychiurus</i> sind in ganz Europa verbreitet. Collembolen ernähren sich vorwiegend von organischer Substanz; sie suchen auch lebende Rübenpflanzen auf. <i>Onychiurus</i> -Arten fressen Rübenkeimlinge an. Der Schaden kann ein Ausmaß erreichen, das einen Umbruch der Rüben notwendig macht.	Saatgutbeizung mit geeigneten Insektiziden.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Rübenblattwanze</u> <i>Piesma quadratum</i>	Die Rübenblattwanze kommt in Nordniedersachsen vor. Es gibt virusübertragende Populationen (Rübenkräusel-Virus). Der Schädling ist 3,0 bis 3,5 mm lang und bis 1,5 mm breit mit graubraun gefärbter Oberseite und schwärzlich gesprenkelten Vorderflügeln. Das Männchen ist meist dunkler und kleiner als das Weibchen. Die Augen sind rot. Das Rückenschild ist nahezu quadratisch. <i>P. quadratum</i> lebt vorwiegend auf Gänsefußgewächsen. Die Rübenblattwanze schädigt Zuckerrüben im Wesentlichen durch die Übertragung des Rübenkräusel-Virus. Junge Rübenpflanzen weisen bei Befall weißliche Gangflecken und vorübergehend Welke auf.	Saatgutbehandlung mit geeigneten Insektiziden. Insektizidbehandlungen Mitte Mai.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Schwarze Rübenblattlaus</u> <i>Aphis fabae</i>	Die Schwarze Rübenblattlaus ist bei Zuckerrüben in Gebieten mit gemäßigttem Klima zu finden; es gibt eine Reihe von verschiedenen biologischen Formen. <i>A. fabae</i> überwintert zumeist am Pfaffenhütchen (<i>Euonymus europaeus</i>) und weniger am Schneeball (<i>Viburnum opulus</i>). Im Spätfrühling werden krautige Pflanzen u. a. auch Beta-Rüben von den Läusepopulationen besiedelt. Durch hohen Befall mit <i>A. fabae</i> vorwiegend an den Unterseiten der Rübenblätter treten Kräuselungen und Einrollung auf. Die Größe der Blätter und die Bildung der Trockenmasse wird dadurch stark beeinträchtigt. Durch den gebildeten Honigtau entwickeln sich Schwärzepilze. Es kommt auch zur Übertragung des Rübenmosaik-Virus und des Nekrotischen Rübenvergilbungs-Virus. Bei trocken-warmer Witterung im Sommer kann es zur Massenvermehrungen von <i>A. fabae</i> kommen, die bis Mitte Juli anhalten.	Die Schwarze Rübenblattlaus hat viele natürliche Feinde; aber dennoch müssen meistens Insektizidapplikationen vorgenommen werden. Frühbefall kann vorbeugend durch behandeltes Saatgut gestoppt werden. Bei Rüben ist eine frühzeitige Behandlung der Feldränder oft schon ausreichend.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Rübenfliege</u> <i>Pegomya betae</i> , <i>P. hyoscyami</i>	Die Rübenfliege hat nicht mehr die große Bedeutung im Zuckerrübenanbau wie früher. Bei der Rübenfliege treten drei Generationen pro Jahr auf; nur bei stärkerem Befall hat sie noch eine wirtschaftliche Bedeutung. Aus den im Mai blattunterseits abgelegten Eiern schlüpfen Maden, diese beißen sich in die ersten Laubblätter der Zuckerrüben ein und schädigen die Rübenpflanzen, wenn 6 bis 8 Maden/Blatt vorhanden sind. <i>P. hyoscyami</i> kommt vorwiegend in Südeuropa vor.	Saatgutbeizung mit geeigneten Insektiziden; Applikationen von Insektiziden.	ALSING et al., 1995; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; HEIMBACH, 1999
<u>Mietenlaus</u> <i>Rhopalosiphoninus staphyleae tulipaellus</i>	In Zuckerrübenmieten kann sich die Mietenlaus vermehren. <i>R. s. tulipaellus</i> ist bekannt dafür, dass sie als Vektor des Nekrotischen und des Milden Rübenvergilbungs-Virus fungiert.		HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999

Schädling	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Grüne Pfirsichblattlaus</u> <i>Myzus persicae</i>	Die Grüne Pfirsichblattlaus tritt auch in Deutschland in Zuckerrüben (ungeflügelter und geflügelter Form) auf; sie überträgt an Beta-Rüben das Nekrotische, das Westliche (Milde) Rübenvergilbungs-Virus sowie das Rübenmosaik-Virus. Wirtswechselnde Formen von <i>M. persicae</i> überwintern im Eistadium an den Brutpflanzen. Im Frühjahr schlüpfen die Larven. Auf den Wirtspflanzen entwickeln sich sowohl geflügelte als auch ungeflügelte Läuse. Trockenheit und Wärme begünstigen rasche Vermehrungen der Blattläuse.	Möglichst frühe Bestellung der Rübenfelder, Vermeidung lückiger Bestände. Ausbringen von insektizid-pilliertem Saatgut. Nach Überschreitung der Bekämpfungsschwellenwerte Insektizidapplikationen.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Moosknopfkäfer</u> <i>Atomaria linearis</i>	Beta-Rüben gehören zu den Nähr- und Brutpflanzen des Moosknopfkäfers. In den letzten Jahrzehnten hat sich der Moosknopfkäfer zum bedeutenden Frühjahrschädling im Zuckerrübenanbau entwickelt. Auflaufende Rübenpflanzen werden angefressen; an den schwarz werdenden Fraßlöchern kniken die Keimlinge um und verdorren. Oberirdische Pflanzenteile – meist Herzblätter – werden auch von dem Mooskäfer angefressen; dieser Schaden hat keine praktische Bedeutung. Käfer überwintern in Ernteresten der Rübenfelder. Im Frühjahr wandern die Moosknopfkäfer aus den Überwinterungslagern in angrenzende, neubestellte Rübenfelder.	Ernterückstände nach der Ernte beseitigen. Weite Fruchtfolgen. Auflaufen und Jugendentwicklung der Rüben fördern. Insektizidpilliertes Saatgut aussäen.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Schnellkäfer</u> <i>Agriotes</i> spp.	Larven der <i>Agriotes</i> -Arten (Drahtwürmer) sind polyphag und befallen außer Getreide, Mais, Kartoffeln u. a. auch Beta-Rüben; sie schädigen Rübenkeimlinge vor dem Aufgang. Später fressen die Drahtwürmer Bohrgänge innerhalb der Rübenkörper und hemmen dadurch das Wachstum der Zuckerrübe. Es kommt zu Ertragsverlusten. Im Frühsommer legen die Schnellkäfer in stark bewachsenen Böden ihre Eier ab. Nach 4 bis 6 Wochen schlüpfen die Junglarven. Die Larven bleiben bis zu 5 Jahren im Boden, ehe sie sich verpuppen und in einem Erdkokon übergehen. Wenige Wochen später im Sommer schlüpfen die Schnellkäfer. Die Überwinterung erfolgt als Vollkerfe entweder im Boden oder oberirdisch in der Bodenstreu.	Gründliche Bodenbearbeitung. Insektizidpilliertes Saatgut aussäen.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Maikäfer</u> Feldmaikäfer <i>Melolontha melolontha</i> Waldmaikäfer <i>Melolontha hippocastani</i>	Beide Maikäferarten kommen in Deutschland vor, sie sind gefährliche Großschädlinge. Ihre Larven (Engerlinge) schädigen alle Kulturpflanzen u. a. auch Beta-Rüben; in Rübenkörpern werden Löcher und Gänge gefressen. Bei 3 bis 4 Engerlinge pro m ² Fläche sind bereits ernsthafte Schäden im Zuckerrübenanbau zu erwarten. Massenvermehrungen des Maikäfers hängen offenbar mit der Ausbreitung des Löwenzahns zusammen. Der Löwenzahn gilt für den Maikäfer als besonders wichtige Brutpflanze. Beide Maikäferarten ähneln sich sehr in ihrer Lebensweise. Ab April bis Ende Mai ist mit dem Flug der Maikäfer zu rechnen; in der Zeit Blattfraß an verschiedenen Baumarten. Zwei- bis dreimal in Abständen von 14 Tagen legen die Weibchen 10 - 30 cm tief in den Boden ihre Eier ab (50 und mehr). Aus ihnen schlüpfen die Engerlinge (nach 4 bis 6 Wochen); sie brauchen 3 - 4 Sommer zu ihrer Entwicklung. Eine Generation der beiden Maikäferarten dauert in Deutschland meist 4 Jahre.	Anbau frühreifer Kulturen um eine rechtzeitige Bodenbearbeitung zu ermöglichen.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Gartenlaubkäfer</u> <i>Phyllopertha horticola</i>	Die Larven (Engerlinge) des Gartenlaubkäfers haben nicht die Bedeutung der Engerlinge der beiden Maikäferarten; sie haben eine ähnliche Lebensweise. Die Larven des Gartenlaubkäfers haben einen weißlichen gekrümmten Körper. Sie schädigen Kulturpflanzen, indem sie im Boden Wurzeln anfressen.	<i>P. horticola</i> kann mit NEMAGREEN, das den Nematoden <i>Heterorhabditis bacteriophora</i> enthält, biologisch bekämpft werden.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999

Schädling	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Brauner Rübenaskäfer</u> <i>Aclypea opaca</i> <u>Schwarzer Rübenaskäfer</u> <i>Aclypea undata</i>	<p>Käfer und Larven beider Rübenaskäferarten befressen u. a. auch Beta-Rübenblätter, wobei der Schaden durch Larven wesentlich größer sein kann (Fenster- und Lochfraß), als es bei den Käfern der Fall ist. In Extremfällen kann es bei jungen Rübenpflanzen zum Total- bzw. Kahlfraß kommen, was einen Umbruch und Neubestellung des Rübenfeldes erforderlich machen. Im Frühjahr kommen die Rübenaskäfer aus ihren Winterlagern (trockene Waldränder, Wegraine) und befallen auflaufende Rüben. Ab Mitte Mai legen die Weibchen ihre Eier auf trockene Stellen der Rübenfelder. 5 bis 9 Tage nach der Eiablage schlüpfen asselförmige Larven; sie sind sehr gefräßig und verursachen in kürzester Zeit großen Schaden. Nach 10 bis 21 Tagen schließen die Larven ihre Entwicklung ab und verpuppen sich. Ab Ende Juni schlüpfen die Jungkäfer. Schon im August beziehen die Rübenaskäfer ihre Winterlager.</p>	<p>Frühe Aussaat; sorgfältige Unkrautbekämpfung. Bei stärkerem Befall zusätzliche Düngung. Insektizidapplikationen.</p>	<p>HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999</p>
<u>Rübenerdlöhe</u> Südeuropäischer Rübenerdfloh <i>Chaetocnema tibialis</i> , <u>Nordeuropäischer Rübenerdfloh</u> <i>Chaetocnema concinna</i>	<p>In Deutschland ist nur der Nordeuropäische Rübenerdfloh zu finden. Bei trockenwarmer Frühjahrswitterung kann er stärkere Fraßschäden an Rübenjungpflanzen (Loch- und Fensterfraß) verursachen. Larven der Rübenerdlöhe minieren in den Blättern der Rüben. Der Nordeuropäische Rübenerdfloh ist länglichoval, bis 2,5 mm lang. Seine Oberseite hat ein metallisch grünes, kupfer- oder bronzefarbiges Aussehen. Die Schenkel sind schwarz gefärbt.</p>	<p>Insektizidpillierte Saatgutbeizung. Insektizidapplikation.</p>	<p>HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999</p>
<u>Rübenderbrüssler</u> <i>Bothynoderes punctiventris</i>	<p>Der Rübenderbrüssler tritt jahrgangsweise in Teilen Ostdeutschlands auf. Blätter der auflaufenden und jungen Rüben werden gelegentlich durch erdgraue Rüsselborkäfer vom Rande her bogenförmig befressen. Der Befall geht meistens vom Feldrand hervor. Im Juni/Juli fressen die fußlosen Larven des Rübenderbrüssler an den Rübenwurzeln, infolgedessen tritt eine Welke bei den Rüben ein. Es kann zu Massenvermehrungen und Schadfraß kommen, wenn im Vorjahr im Mai/Juni günstige Witterungsbedingungen (trockenes, sonniges für den Schädling) herrschten.</p>	<p>Stäubung mit Insektiziden. Applikation mit Insektiziden.</p>	<p>HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999</p>
<u>Nebliker Schildkäfer</u> <i>Cassida nebulosa</i>	<p>Der Nebliker Schildkäfer tritt im Rübenanbau als Gelegenheitsschädling auf, doch u. U. kann er von Bedeutung sein. Seine Larven wandern von außen in Rübenfelder ein, deren Randzonen dann besonders stark geschädigt werden. Ältere Larven rufen zunächst einen Lochfraß hervor, der sich zu einem Skelettierfraß ausdehnen kann. Der Nebliker Schildkäfer hat gelblichbraune bis rostrote mit schwarzen Flecken verschiedene Flügeldecken, deren Basalränder gekerbt sind. Er überwintert in Wald- und Grabenrändern. Eiablage und Schlüpfen der Larven erfolgt an Melden und Gänsefußarten, von hier wandern die asselähnlichen Larven später auf die Rübenfelder aus. Die Larven sind seitlich mit Borsten und mit einer Schwanzgabel versehen. Die Verpuppung erfolgt auf der Blattunterseite der Rübe.</p>	<p>Sorgfältige Unkrautbekämpfung, insbesondere der Melden und Gänsefußgewächse, in der Nähe der Rübenfelder. Anwendung von Kontaktinsektiziden.</p>	<p>HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999</p>
<u>Fingerkäfer</u> <i>Clivina fossor</i>	<p>Der Fingerkäfer tritt vorwiegend in Norddeutschland im Zuckerrübenanbau auf. Er verursacht an Rübensämlingen Schadfraß, der zum Verwelken und Absterben der Rübenpflanzen führen kann. In Extremfällen sind die Pflanzenverluste so hoch, dass ein Umbrechen der betr. Rübenfelder erforderlich ist. Der Fingerkäfer ist ein Laufkäfer (bis zu 7 mm lang), der auch flugfähig ist; er hat ein schlankzylindrisches, dunkles bis rotbraunes Aussehen. Er lebt zeitweise räuberisch und kann daher auch nützlich sein.</p>	<p>Saatgutbehandlung mit Insektiziden. Bei hohem Befallsdruck Flächenspritzung mit Insektiziden.</p>	<p>HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; HEIMBACH, 1999</p>

Schädling	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Rübenminiermotte</u> <i>Scrobipalpa ocellatella</i>	Die Rübenminiermotte tritt in Deutschland in Rheinland-Pfalz, Rheinhessen, Südhessen und im Nordwesten von Baden-Württemberg auf. Jungraupen der Rübenminierfliege schädigen durch Minierfraß in den Zuckerrübenblättern und durch Zerstören der Herzblätter, die sie umspinnen und mit Kot durchsetzen. Herzblätter und Rübenkopf beginnen zu faulen; zusätzlich dringen saprophytische Pilze ein. Die Symptome ähneln stets denen des Bormangels. Die Überwinterung des Schädlings erfolgt im Puppenstadium in Pflanzenresten auf dem Rübenfeld. Ab Ende April treten die Motten bzw. Falter auf; sie sind jeweils 7 mm lang und haben eine Spannweite von 14 mm. An Blättern und Stängeln erfolgt die Eiablage. Nach 1 bis 1 ½ Wochen schlüpfen die Junglarven, die dann zum Minierfraß übergehen. Die Zuckerrüben in warmen Gebieten sind besonders gefährdet.	Weite Fruchtfolgen; tiefe Bodenbearbeitung. Anwendung von Insektiziden nur dann, wenn die Raupen sich noch außerhalb des Rübenkörpers befinden.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; HEIMBACH, 1999
<u>Gammaeule</u> <i>Autographa gamma</i>	Die Gammaeule ist weit verbreitet; sie hat viele Brutpflanzen. Dazu gehören außer Zucker- und Futterrüben, Kartoffeln, Kohl, Steckrüben, Raps, Rüben, Sonnenblumen, verschiedene Leguminosen, Spinat, Tabak, Senf, Hanf, Hopfen u. a. Die Gammaeuleraupe schädigt durch Fenster-, Loch-, Skelettier- und Kahlfraß vor allem in feuchten Jahren. Die Gammaeule überwintert meistens als Falter; sie übersteht milde Winter am ehesten. Sonst Zuflug der Falter aus südlichen Ländern. Ab Mai erfolgt die Eiablage in großer Menge an vielen Kulturpflanzen. In 10 bis 20 Tagen schlüpfen die Gammaeuleraupen. Es folgen Fraßperioden und Verpuppung auf der Rübe. Hauptauftrieb der Larven zwischen Juni und August. Es können 2 bis 3 Generationen auftreten.	Sorgfältige Unkrautbekämpfung im Zuckerrübenbestand und an den Rändern. Behandlungen mit Insektiziden bei Einwanderung (Randbehandlung häufig ausreichend).	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; HEIMBACH, 1999

Erntezeit/Ernte

Im Zuckerrübenanbau hat nach MÄRLÄNDER (1991) die Erntezeit einen Einfluss auf den Zuckerertrag. Da Zuckerrüben keine phänologisch definierbare Reife aufweisen, verfügen sie aufgrund ihres Wachstumsrhythmus am Ende ihrer Vegetation noch über physiologisch aktive Blattflächen, so dass auch noch im Herbst hohe Ertragszuwächse und Qualitätsänderungen möglich sind. Bei zu später Ernte der Zuckerrüben – in der letzten Oktoberdekade – ist bereits mit der Zunahme an schädlichen Inhaltsstoffen (K, Na und vor allem Amino-N) zu rechnen. Aus ökonomischen Gründen sollte kurz vor Erreichen des höchsten Zuckerertrages mit der Ernte der Zuckerrüben begonnen werden. In der Praxis sieht es mit dem Beginn der Zuckerrübenenernte etwas anders aus; hier ist der Einfluss der Erntezeit auf den Bereinigten Zuckerertrag kaum zu beeinflussen, weil der Rodetermin im Wesentlichen durch die Zuckerfabrik vorgegeben wird. Der Beginn der Erntezeit wird zumeist so gelegt, dass vor Frostbeginn die Verarbeitung der Rüben beendet werden kann (MÄRLÄNDER, 1991).

Die Ernte selbst ist möglichst verlustarm und ohne Verletzung der Rüben durchzuführen, wobei Blattköpfe von den Rübenkörpern exakt zu trennen sind. Die Zuckerrüben sind mit möglichst wenig Erdanteil zu roden und sorgfältig zwischenzulagern. Auf den Mietenlagerplätzen sind die Zuckerrüben bis zum Abtransport mit Spezialfolien vor Frost zu schützen. Durch den Einsatz des Reinigungsladers ist es nochmals möglich, die Erdanteile an Rüben zu vermindern.

Zusammenfassung

Die Zuckerrübe ist Basis für Nahrungsmittel, Rohstoff für die Industrie, die Biotechnologie und die energetische Nutzung. Sie ist die landwirtschaftliche Kulturpflanze mit der höchsten Biomasseproduktion in West- und Mitteleuropa. Ein Teil des aus Zuckerrüben gewonnenen Zuckers findet im Nonfood-Bereich Anwendung. Die Produktionstechnik der Zuckerrüben für die Nonfood-Verwendung unterscheidet sich nicht von der einer herkömmlichen Zuckerproduktion. Die Zuckerrüben gedeihen am besten auf Standorten mit warmem Klima und ausreichender Wasserversorgung. Als

geeignete Vorfrüchte für Zuckerrüben erwiesen sich in Deutschland vor allem Kartoffeln und Getreide. Die Zuckerrübe selbst hat einen hohen Fruchtfolgewert für das Getreide.

Zur Aussaat der Zuckerrübe als nachwachsender Rohstoff müssen die Bodenbearbeitungen so sorgfältig durchgeführt werden, dass beste Voraussetzungen für Keimung des Rübensamen und Wachstum der jungen Rübenpflanzen geschaffen werden. Bei Hanglagen haben sich Mulchsaaten zum Schutz gegen Erosionen bewährt. Beim Anbau von Zuckerrüben als nachwachsender Rohstoff werden auch hohe Ansprüche an die Zuckerrübensorten gestellt. Hauptauswahlkriterien für die Sorten bleiben hoher Bereinigter Zuckerertrag, geringer Gehalt an schädlichen Inhaltsstoffen, guter Feldaufgang, hohe und ausgeglichene Bestandesdichte, geringe Schosserneigung, geringer Erdanhang, kleiner Kopfteil und zunehmende Resistenzen gegen Wurzel- und Blattkrankheiten sowie gegen Schädlinge. Das verwendete Saatgut ist heutzutage pillierte Monogerm Saat, die je nach Wunsch mit Fungiziden gegen Auflaufkrankheiten oder mit Insektiziden gegen tierische Schädlinge behandelt ist. Dadurch werden bessere Voraussetzungen für einen sicheren und schnellen Rübenaufgang geschaffen.

Von der Nährstoffversorgung der Zuckerrübe hängt im hohen Maße die Zuckerertragsbildung ab, die wiederum von dem Gehalt der qualitätsbestimmenden Inhaltsstoffe beeinflusst wird. Stickstoff hat den größten Einfluss auf den Ertrag und die Qualität der Zuckerrübe. Als Grunddünger wird Phosphat und Kali zusammen im Herbst ausgebracht. Das Kalium nimmt für den Wasserhaushalt und für die Frostresistenz eine wichtige Funktion ein. Kalk erhöht die Widerstandskraft der Zuckerrübenpflanzen gegen den Wurzelbrand, Magnesium benötigt die Zuckerrübe für die Chlorophyllbildung. Von den Mikronährstoffen haben Bor und Mangan im Zuckerrübenanbau eine wesentliche Bedeutung. Bormangel führt zur Herz- und Trockenfäule. Unter Manganmangel leiden Zuckerrüben auf stark aufgekalkten Sand- und anmoorigen Böden.

Ein große Bedeutung hat im Zuckerrübenanbau die Unkrautbekämpfung. Um konkurrierende Unkräuter und Ungräser auszuschalten, ist es wichtig, die Unkrautpopulationen in den Vorkulturen so gering wie möglich zu halten. Die Unkrautbekämpfung in Rüben beginnt mit einer sorgfältigen Bodenbearbeitung. Seit einigen Jahren ist es aus ökonomischen und ökologischen Gründen üblich, Unkräuter und Ungräser im Zuckerrübenanbau vorwiegend mit Nachaufbehandlungen zum optimalen Bekämpfungszeitpunkt gezielt durch Einsatz geeigneter Herbizide im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes zu beseitigen. Zuckerrüben reagieren sehr empfindlich auf nichtparasitäre Krankheiten. Ungünstige Witterungs- und Bodeneinflüsse sowie Nährstoffmängel können erhebliche Wachstumsstörungen und beträchtliche Ertragsausfälle bei den Zuckerrüben verursachen. Durch richtige Standort- und Sortenwahl, ausreichende Nährstoffversorgung und sachgerechte Herbizidanwendung lassen sich zum großen Teil nichtparasitäre Krankheiten vorbeugend vermeiden.

In der vorliegenden Arbeit wurde das Auftreten der wichtigsten pilzlichen Krankheiten wie Wurzelbrand, Cercospora- und Ramularia-Blattfleckenkrankheit, Rübenrost, Falscher Mehltau, Späte Rübenfäule, Rotfäule und Mietenfäule dargestellt und ihre Bekämpfungsmöglichkeiten erörtert. Die Zuckerrüben können von einer Reihe von Viruskrankheiten befallen werden, die zu erheblichen Ertragsverlusten führen. Durch Ausschalten der Vektoren kann ein Teil der Viren vorbeugend bekämpft werden. Die gefährliche, viröse Wurzelbärtigkeit wird heute durch Anbau toleranter Zuckerrübensorten in Grenzen gehalten.

Im Zuckerrübenanbau gibt es eine relativ große Anzahl tierischer Schädlinge die zu beträchtlichen Ertragsausfällen führen können. Der Befall mit dem Rübenematoden, einem der gefährlichsten Schädlinge, kann seit kurzem durch Anbau resistenter Zuckerrübensorten entgegengewirkt werden, wobei aber gleichzeitig mit dem Anbau dieser Genotypen im Boden auch eine Nematodenentseuchung eingeleitet wird. Abschließend wird auf den Erntezeitpunkt und auf die Erntetechnik der Zuckerrübe eingegangen.

Literatur

- ALSING, J., FLEISCHMANN, A., FRIESECKE, H., GUTHY, K., ROßBAUER, G., RUHDEL, J., SCHLAGHECKEN, J., SCHNEIDER-BÖTTCHER, U. (1995): Lexikon. Landwirtschaft-Beta-Rüben. Verlags Union Agrar, München: Frankfurt a. M., Münster-Hiltrup, Wien, Bern. 3. Aufl., 64–66, 563–566.
- ANONYM (1998): Rübenfolie für mehr Ertrag. DLG-Mitteilungen, 2, S. 6.
- ANONYM (2002): Bioplastik aus Zucker. DLG-Mitteilungen 5, S. 12.
- BAVOROVA, M., KOCH J. (2001): Hohe Bestandesdichte und gute Erntequalität – Bei Zuckerrüben ein Widerspruch? Zuckerrübe 50 (3), 140–143.

- BECKER, K. und JOHN, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa –Zucker-Rübe. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 91.
- BENADA, J., ŠEDIVÝ, J., ŠPA EK, J. (1985): Atlas der Krankheiten und Schädlinge der Rübe. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 1-264.
- BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND- und FORSTWIRTSCHAFT BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (BBA) (2002): Pflanzenschutzverzeichnis Teil 1, 2002 – Ackerbau – Wiesen und Weiden – Hopfenbau – Nichtkulturland. Saphir Verlag, Ribbesbüttel, 50. Aufl., 1–364.
- BLOEM, E., HANEKLAUS, S., SCHNUG, E. (2002): Die Schwefelversorgung richtig einschätzen – So funktioniert das neue S-Vorhersagemodell „Mops“. DLZ, 4, 56–60.
- BROUWER, W. (1976): Handbuch des Speziellen Pflanzenbaues – Beta-Rüben. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Bd. 2, S. 188–387.
- BÜCKMANN, V., MERZ, V. (2001): Wertvolle Nebenprodukte der Zuckergewinnung – Schnitzel, Melasse und Carbokalk; In: Südzucker, 2001: Fortschritte im Zuckerrübenanbau, Herausg. Südzucker AG, Ochsenfurt, 94–101.
- BÜCKMANN, H., PETERSEN, J., SCHLINKER, G., MÄRLÄNDER (2000): Sugar control in genetically modified sugar beet – two year experiences of a field trial series in Germany. Z. Pflanzenkrankheit u. Pfl. Schutz, Sonderh. XVII, 358–362.
- BUNDESSORTENAMT (BSA) (2002): Beschreibende Sortenliste für Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig) Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH., Hannover, 1-260.
- BUNDESVERBAND DEUTSCHER PFLANZENZÜCHTER E. V. (BDP), Centrale Marketing – Gesellschaft der Deutschen Agrargesellschaft mbH (CMC) (2001): Grüne Gentechnik – Informationen über Gentechnik im Pflanzenbau. –Sdr. Centrale Marketing der Deutschen Agrargesellschaft mbH (CMA), 1–49.
- BÜTTNER, G., FÜHRER, J. (2001): Rhizoctonia an Zuckerrüben: Verbreitung, wirtschaftliche Bedeutung und Entwicklung eines Resistenztests. – Vortrag anlässlich der Tagung der AG Krankheitsbekämpfung und Resistenzzüchtung in Getreide, Hülsenfrüchte und Raps, Gesellschaft für Pflanzenzüchtung (GPZ)- AG Resistenzzüchtung, Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft (DPG) in Fulda v. 10. – 12. Dezember 2001.
- BÜTTNER, G., MÄRLÄNDER, B. (2002): Rhizoctonia – Das können Sie tun. DLG Mitteilungen 4, 42-46.
- DIEPENBROCK, W., FISCHBECK, G., HEYLAND U., KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau – Beta-Rüben. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 3. Aufl., 185–208.
- DÖRPMUND, H.-G., STRUBE, H. (1995): Zuckerrüben-Sorten: Mindestens drei Forderungen. Agrar-Übersicht 1, 6–9.
- FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde: Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen – Zuckerrübe . Verlag Georg Thieme, Stuttgart, 6. Aufl., 120–122.
- GARBE, V. (1999): Zuckerrübe – Mykosen. In: B. SCHÖBER-BUTIN, V. GARBE und G. BARTELS, 1999: Farbatlas Krankheiten an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 57-69.
- HEIL, M. (2002a): Neue Namen, alte Wirkstoffe – Herbizideinsatz in Zuckerrüben im Frühjahr 2002. dlZ. – Die landwirtschaftliche Zeitschrift Agrarmagazin, 1, 44–46.
- HEIL, M. (2002b): Alte Bekannte, neue Strategien – Problemunkräuter sicher im Zaum halten. dlZ – Die landwirtschaftliche Zeitschrift Agrarmagazin, 1, 48–52.
- HEIMBACH U. (1999): Zuckerrübe – Tierische Schädlinge. In: B. SCHÖBER-BUTIN, V. GARBE und G. BARTELS, 1999: Farbatlas Krankheiten an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 75–89.
- HEINZE, K. (1983): Leitfaden der Schädlingsbekämpfung – Bd. III – Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau – Zucker- und Futterrübe – Nichtparasitäre Krankheitserreger. Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 4. Aufl., 662–668.
- HOFFMANN, C., MÄRLÄNDER, B. (2001): Perspektiven des Ertragspotenzials von Zuckerrüben – Einfluss von Witterung und Standort. In: Südzucker 2001: Fortschritte im Zuckerrübenanbau. Herausg. Südzucker AG, Ochsenfurt, 22–30.
- HOFFMANN, G. M., SCHMUTTERER, H. (1999): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. – Beta-Rüben. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2. Aufl., 372–436.
- HORN, D., FÜRSTENFELD, F. (2001): Bedarfsgerechte Düngung im Qualitätsrübenanbau. In: Südzucker 2001: Fortschritte im Zuckerrübenanbau. Herausg. Südzucker AG, Ochsenfurt, 38–45.
- JUNG, CHR., HOHMANN, U.-H. (2001): Genomforschung an Zuckerrüben. Sdr. aus dem Institut f. Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Christian-Albrechts-Univers. Kiel. Sdr. aus Genom x Press 2, 1–7.
- KELLER, E. R. (1999): Zuckerrübe – Beregnung und Bewässerung. In: E. R. KELLER, H. HANUS und K.-U. HEYLAND, 1999: Handbuch des Pflanzenbaus 3. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 374–378.
- KENTER, CHR. (2000/2001): Die Entwicklung von Ertrag und Qualität von Zuckerrüben unter Trockenstress. Im Jahresbericht des Institutes für Zuckerrübenforschung der Universität Göttingen, 2000/2001, 25–28.
- KÖHLER, R., NOLTE, B. (2001): Wertebestimmende Parameter der Zuckerrübe. – In: Südzucker, 2001: Fortschritte im Zuckerrübenanbau. Herausg. Südzucker AG, Ochsenfurt, 14–21.

- KWS SAAT AG (2001a): *Rhizoctonia* – Einfälle gegen Ausfälle. Sdr. KWS-Ratgeber, Einbeck, 1-33.
- KWS SAAT AG (2001b): Rizomania: Das Übel an der Wurzel packen. Sdr. KWS-Ratgeber, Einbeck, 1-37.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER (2001): Nachwachsende Rohstoffe – Möglichkeiten und Chancen für den Industrie- und Energiepflanzenanbau. Sdr. von den Landwirtschaftskammern Hannover und Weser-Ems, 5. Aufl., 1–67.
- LEHRKE, U., GARBURG, W. (2000): Zuckerrüben – In: Landwirtschaftskammer, 2000: In: Pflanzenbau und Pflanzenschutz – Empfehlungen 2000/2001. Sdr. Landwirtschaftskammer Hannover, 107–123.
- MÄRLÄNDER, B. (1991): Zuckerrüben – Optimierung von Anbauverfahren und Züchtungsfortschritt – Sortenwahl. Habilitationsschr. Univers. Göttingen, 1991, Druckerei und Verlag Stadthagen, 1–138.
- MERKES, R. (1999): Zuckerrüben – Bodenbearbeitung. In: E. R. KELLER, H. HANUS und K.-U. HEYLAND, 1999: Handbuch des Pflanzenbaus 3. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 361–374.
- MILLER, H., KOCH, H. J. (2001): Konservierende Bodenbearbeitung im Zuckerrübenanbau. In: Südzucker, 2001: Fortschritte im Zuckerrübenanbau. Herausg. Südzucker AG, Ochsenfurt, 30–37.
- NOORDHOF, J. (1995): Stroh – Ein warmer Mantel für die Rüben. Agrar-Übersicht, 46, 4–5.
- PRÖTT, W. (2001): 50 Jahre Zuckerrübenwirtschaft in Norddeutschland. Zuckerrübe 4, 198–203.
- PUDE, R. (2001): Pflanzen für die Industrie – Zuckerrübe. Sdr. Herausg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., Gülzow, S. 17.
- RATIONALISIERUNG – KURATORIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT (RKL) (1995): Zuckerrübenanbau – Mit Erfolg bestellen. – Sdr. v. Herausg. RATIONALISIERUNGSKURATORIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT (RKL), Rendsburg-Osterrönfeld, 379–451.
- RODEMANN, B. (1998): Einfluss des Primings von Zuckerrübensaatgut mit Naturstoffen und Fungiziden auf die Keimung, den Aufgang und die Bekämpfung der bodenbürtigen Wurzelbranderreger *Pythium ultimum* var. *ultimum* Trow, *Aphanomyces cochlioides* Drechsler und *Rhizoctonia solani* Kühn. Dissertation Universität Göttingen, 1–168.
- RODER, W. (1990): Pflanzenschutz in der Landwirtschaft – Beta-Rüben. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 282–320.
- RÖSTEL, H. J. (1999): Zuckerrübe – Morphologie und Anatomie. In: E. R. KELLER, H. HANUS und K.-U. HEYLAND, 1999: Handbuch des Pflanzenbaus 3. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 319–355.
- SCHÄUFELE, W. R. (1999): Zuckerrübe – Produktionstechnik zur Integration in das Ökosystem des Standortes und betriebliche Aspekte. In: E. R. KELLER, H. HANUS und K.-U. HEYLAND, 1999: Handbuch des Pflanzenbaus 3. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 356–418.
- SCHLINKER, G. (2002): Was leisten die Zuckerrübensorten? Land & Forst 2, 12 – 15.
- SCHÜSSLER, A. (1997a): Zuckerrüben-Sorten-Favoriten. Agrarmarkt 2, 36 – 37.
- SCHÜSSLER, A. (1997b): Der Bart muss ab. Agrarmarkt 2, S. 37.
- WETZLER, H., BOGER, H. (2001): Gezielte Unkrautbekämpfung im Nachauflauf. – In Südzucker, 2001: Fortschritte im Zuckerrübenanbau. Herausg. Südzucker AG, Ochsenfurt, 52 – 59.
- WITTE, J. (1997): Zucker-Brennstoff. Agrarmarkt 1, 32 – 33.

Winterraps¹

Brassica napus L. ssp. *napus*

Unter den nachwachsenden Rohstoffen nimmt Raps – insbesondere der im Herbst ausgesäte Winterraps – neben der Kartoffel in Deutschland die wichtigste Stelle ein. Mehr als die Hälfte des Anbaus als nachwachsender Rohstoff entfällt auf diese Kultur.

Verwendungszweck

Raps wird in erster Linie zur Ölgewinnung angebaut. Das gewonnene Rapsöl kann als Nahrungsmittel (Speiseöl), sowie als Treib-, Schmier- oder Verfahrensstoff verwendet werden.

Rapsöl ist nach Erkenntnissen der Ernährungswissenschaft mit einem hohen Gehalt an essenziellen Fettsäuren und Vitaminen eines der wertvollsten Speiseöle, das sich hervorragend als Salatöl, zur Margarineherstellung und zum Kochen eignet. Dies ist Rapsöl von Rapsorten mit 00-Qualität, d. h. sie sind erucasäurefrei und glycosinolatarm. Darüber hinaus weisen diese Sorten nach intensiver Züchtung einen hohen Gehalt an Ölsäuren und Linolsäuren auf. Beide eignen sich zur Regulierung des Cholesterinspiegels im Blut und tragen zur Bedarfsdeckung im Rahmen einer ausgewogenen Ernährung bei (RÖBBELEN, 1999; WIDMANN et al., 2001).

Aus 00-Raps als nachwachsendem Rohstoff lässt sich auch Kraftstoff herstellen, der als „Biodiesel“ bezeichnet wird (Rapsmethylester). Die Nachfrage nach Biodiesel steigt stetig. Biodiesel wird bundesweit an über 900 Tankstellen angeboten (RÖBBELEN, 1999). Die Verbrennung von Biodiesel ist umweltfreundlicher (ANONYM, 2001), weil keine fossilen Brennstoffe verbraucht werden, damit ist Biodiesel im Gegensatz zum Erdöl CO₂ neutral. Der Vorteil des Rapsöls liegt auch in der umweltfreundlichen Herstellung und Entsorgung. Bei seinem Abbau wird es durch Mikroorganismen wieder vollständig zu den Ausgangsbausteinen Kohlendioxyd und Wasser abgebaut.

Außer Biodiesel werden aus Rapsöl auch hochwertige Schmierstoffe, Hydraulik-, Sägekettöl und Kühlschmiermittel hergestellt. Das Rapsöl dient als wichtiger Ausgangsstoff für eine Vielzahl chemischer Produkte. Die chemische Industrie setzt die aus dem Rapsöl gewonnenen Fettsäuren im großen Umfang für die Herstellung von Kunststoffen, Waschmitteln, Farben und Lacken ein (FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E. V. GÜLZOW 2000). Weiterhin besteht die Möglichkeit, das Rapsöl zur Erzeugung von Wärme und Strom zu nutzen.

Öl von Eruca-Rapsorten ist für die Ernährung wenig geeignet, aber mit seinem hohen Gehalt an Erucasäure (55-62 %) ist es ein wichtiger Rohstoff für viele Erzeugnisse im Nonfood-Bereich. Erucasäurehaltige Rapsöle eignen sich besonders für die industrielle Verarbeitung in der Waschmittel-, Folien- und Kunststoffherstellung. Erucasäure aus Raps wird als Tensid, Netzmittel oder Emulgator verwendet. Das Marktpotenzial für Erucasäure beträgt in Deutschland z. Zt. ca. 25000 t/Jahr. Dies kann mittlerweile im inländischen Anbau abgedeckt werden (LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS UND HANNOVER, 2001).

Zur Botanik

Raps ist eine Pflanze, deren Samen einen hohen Ölanteil besitzen. Sie gehört zur Familie der *Cruciferae* und ist der Gattung *Brassica* zugeordnet. Es gibt eine Vielzahl von Arten, die wichtigste ist *Brassica napus* ssp. *napus* L., der Raps. Er ist ein amphidiploider Bastard (n=19) und entstammt offenbar aus der Kreuzung von *B. campestris* (n=10) und *B. oleracea* (n=9). Die Vielgestaltigkeit der verschiedenen botanischen Formen ermöglicht es, den Raps in fast allen Klimazonen der Erde anzubauen. In Gebieten mit kühlen oder mit kurzen Sommern ist der Raps die einzige Ölfrucht, mit der hohe Samenerträge und lohnende Ölausbeuten erzielt werden können (RÖBBELEN, 1985 und 1999; GEISLER, 1988; SCHUSTER, 1992; FRANKE, 1997; DIEPENBROCK et al., 1999; BECKER und JOHN, 2000).

¹ Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes danken wir Herrn WD Dr. Volker Garbe.

Vom Raps gibt es eine Winter- und eine Sommerform. In Deutschland überwiegt der Anbau des Winterrapses. Raps ist eine einjährige Pflanze, deren Wuchshöhe über 2 m betragen kann. Sie besitzt eine tiefgreifende, stark verzweigte Pfahlwurzel. Besonders auffällig sind die im Vergleich zu anderen Kulturpflanzenarten relativ langen Wurzelhaare, die von den Wurzelspitzen ausgehen. Dadurch ist es der Rapspflanze möglich, auch sehr kleine Poren im Boden für die Wasser- und Nährstoffaufnahme zu erschließen. Der Winterraps hat ein sehr ausgeprägtes Vernalisationsbedürfnis und überwintert als Rosette.

Im Frühjahr kurz nach dem Beginn der Vegetation fängt die Schossphase an; die Internodien verlängern sich und der Raps wächst zunächst eintrieblich. Bei Blühbeginn des Haupttriebes setzt im oberen Teil der Pflanze die Verzweigung ein. Die blaugrünen, fast unbehaarten Blätter umfassen nur im unteren Teil der Pflanze den Stängel. Die aus vier gelben Blättern bestehenden Blüten sind zu einer lockeren Traube vereint. Die Blütezeit erstreckt sich aufgrund der späteren Seitentriebbildung über drei bis fünf Wochen. Im Unterschied zu Rübsen überragen die Knospen des Rapses die bereits geöffneten Blüten.

Neben der Selbstbefruchtung kommt auch eine Fremdbestäubung vor. Der Raps entwickelt als Frucht eine bis zu 10 cm lange, schwach aufwärts gerichtete zweiklappige Schote, in der meist 15 bis 20 kugelige, blauschwarze bis schwarzbraune Samen gebildet werden. Die Tausendkorntmasse dieser Samen liegt in der Regel zwischen 4 und 6,5 g. Die Samen enthalten einen Schalenanteil von 12 bis 16 %, einen Ölgehalt von 40 bis 50 % und einen Rohproteingehalt von ca. 25 % (AUTORENKOLLEKTIV, 1963; GEISLER, 1988; SCHUSTER, 1992; DIEPENBROCK et al., 1999).

Nach der Fettsäurezusammensetzung der Glyceride von Ölen unterscheidet man:

- Erucasäure-haltigen Raps
- 0-Raps
- und 00-Raps.

Ursprünglich beinhaltet das Öl von Raps Erucasäure ($C_{22:1}$; 45-52,5). Durch Züchtung sind anbaufähige Rapsorten mit 0-Qualität entwickelt worden, deren Samenöl praktisch frei von Erucasäure ist, aber noch schwefelhaltige Glykosinolate enthält. Nach jahrzehntelanger Züchtung sind andere leistungsfähige Rapsorten mit sog. 00-Qualität entstanden, deren Samenöl erucasäurefrei und glucosinolatarm ist. Die heutigen 00-Sorten weisen darüber hinaus einen hohen Gehalt an essenziellen, ungesättigten Fettsäuren (Ölsäure – 65 %; Linolsäure – 30 %; Linolensäure – 13 %) aufweist. Das Öl von 00-Rapsorten ist frei von toxischen Komponenten und eignet sich besonders für die Speiseöl- und Margarineherstellung (SCHUSTER, 1992; FRANKE, 1997; RÖBBELEN, 1999; BECKER und JOHN, 2000).

Im Hinblick auf die Verbesserung der Erträge wurden neben den frühblühenden Rapsorten unter Ausnutzung des hohen Fremdbefruchtungsanteils und Heterosiseffektes Verbundhybriden und Restaurierte Hybriden gezüchtet. Weiterhin wurden gentechnisch erzeugte Hybridsorten in der Rapszüchtung entwickelt.

Bei Verbundhybriden sind für die Fremdbestäubung der Rapspflanzen mit männlicher Sterilität (CMS) mindestens 2 bis 3 Pollenspenderlinien mit auszusäen. Bei Restaurierten Hybriden wird die männliche Sterilität (z.B. MSL-Lembke) der Saateltern in der F_1 -Hybride durch entsprechende Pollenspenderlinien (Restorer) aufgehoben bzw. restauriert. Somit ist Z-Saatgut für den Konsumrapsanbau verfügbar, das vollständig fertile Pflanzen hervorbringen kann.

Eine Möglichkeit zur Erzeugung gentechnisch erzeugten Hybridsorten besteht in der Übertragung des Barnase-Gens aus dem *Bacterium amyloliquefaciens* in Verbindung mit dem aus Tabak stammenden TA-29 (Promotor) erreicht. Die Fertilität kann im angebaute Rapsbestand wieder hergestellt werden, wenn das Barnase-Gen in seiner Expression durch Kombination mit dem Barstar-Gen (ebenfalls aus *Bacterium amyloliquefaciens*) verhindert wird.

Die Ertragsstruktur des Rapses ist durch die Anzahl der Pflanze je Flächeneinheit, die Anzahl der Schoten je Pflanze, die Anzahl der Samen je Schote und durch das mittlere Samengewicht gekennzeichnet (GEISLER, 1988; SCHUSTER, 1992; DIEPENBROCK et al., 1999; WEGENER und BAER, 2002).

Allgemeiner Anbau

Der Winterraps ist vor allem aufgrund seines hohen Samen- und Ölertrages in Deutschland die am weitesten verbreitete Ölfrucht. Der Raps ist die wichtigste, leistungsfähigste und am besten an nordeuropäische Anbaubedingungen angepasste Ölpflanze. Hinsichtlich seiner Produktionstechnik unterscheidet sich der Industrierapsanbau vom dem des Konsumrapses nicht. Lediglich bei der Sortenwahl kann es evtl. Unterschiede geben (LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS UND HANNOVER, 2001).

Klima- und Bodenansprüche

Maritimes Klima sagt dem Winterraps am meisten zu. Obwohl er ziemlich winterfest ist, können langanhaltende, harte Winter, besonders Situationen ohne Schnee sehr schaden. Aber auch eine zu lang liegende Schneedecke ist sehr nachteilig, da die Rapspflanzen leicht unter Sauerstoffmangel leiden, faulen und absterben. Besonders hoch sind die Ansprüche des Rapses an die Feuchtigkeit, vor allem an die Luftfeuchtigkeit; er gedeiht deshalb in Küstengebieten und in niederschlagsreichen Mittelgebirgen gut (AUTORENKOLLEKTIV, 1963; DIEPENBROCK et al., 1999).

Für den Rapsanbau eignen sich Böden, die tiefgründig sind und über ausreichende Feuchtigkeit verfügen. Leichte Böden und Moorböden sind weniger für den Rapsanbau geeignet. Stauende Nässe und Bodenverdichtungen verträgt der Raps nicht. Die Bodenreaktion sollte möglichst neutral sein (AUTORENKOLLEKTIV, 1963; DIEPENBROCK et al., 1999). Vielerorts wird der Winterraps auch in Hanglagen und auf relativ steinigem Böden angebaut, wo ein Zuckerrübenanbau nicht mehr wirtschaftlich durchgeführt werden kann. Mittlere Rapsertträge werden auf diesen Standorten in Kauf genommen.

Vorfrucht/Fruchtfolge

Winterraps ist in der Fruchtfolge selbst unverträglich; er sollte nur alle drei bis vier Jahre auf dem gleichen Schlag angebaut werden. Bei einer Erhöhung des Rapsanteiles in der Fruchtfolge auf über 33 % ist mit einer Zunahme von Krankheiten (z. B. Kohlhernie) und einem verstärkten Befall mit Schädlingen zu rechnen. Hierbei ist häufig ein verstärkter Pflanzenschutz notwendig (DIEPENBROCK et al., 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS UND HANNOVER, 2001).

Entscheidend für den erfolgreichen Anbau von Winterraps ist die Wahl der richtigen Vorfrucht; der Raps bevorzugt garefördernde, frühzeitig räumende Vorfrüchte wie Frühkartoffeln, Erbsen, Feldfutter und Grünbrache. Dabei ist der Winterraps auf ein lang genug abgesetztes, gartenmäßig hergerichtetes Saatbett termingerecht auszusäen (LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS UND HANNOVER, 2001).

Der Raps ist auf vielen Standorten die einzige Blattfrucht und damit ein wichtiger Bestandteil der Fruchtfolge. In der Regel wird Raps nach Getreide angebaut, hier können die Forderungen und Vorfruchtansprüche des Rapses nicht immer vollständig eingehalten werden. Dennoch steht er zumeist nach Wintergerste, aber auch häufig nach Winterweizen (nur bei früher Ernte durchführbar), wobei in engen Getreidefruchtfolgen ein positiver Vorfruchteffekt der Blattfrucht Raps meistens zu erkennen ist. Der Vorfruchtwert des Rapses kann aber durch Getreide- und Ungrasdurchwuchs gemindert werden. (GEISLER, 1988; MIELKE, 1995 und 1998).

Bei der Fruchtfolgegestaltung zwischen Raps, anderen Cruziferen und Zuckerrüben ist aufgrund des gemeinsamen Krankheits- und Schaderregerpotenzials das Anbauverhältnis zu berücksichtigen und abzustimmen. Da Cruziferen auch Wirtspflanzen für Rübenzystematoden sind, sollten Kreuzblütler und Zuckerrüben zusammen nicht mehr als 30 % in einer Fruchtfolge einnehmen (DIEPENBROCK et al., 1999). Bei Anbau von Zuckerrüben und Winterraps auf einem Betrieb hat sich in der Praxis eingespielt, dass jede Blattfrucht für sich in einer Fruchtfolge steht. Dadurch ist die Gefahr einer starken Nematodenvermehrung und Schädigung deutlich eingeschränkt. Bei Anbau von 00-Rapsorten und Eruca-Raps als nachwachsende Rohstoffe, bzw. Konsumprodukte auf dem gleichen Betrieb ist in der Fruchtfolge stets auf Sortenreinheit zu achten. Unerwünschter Fremdraps-Besatz macht aus Qualitätsgründen auch hier separate Fruchtfolgen erforderlich (DIEPENBROCK et al., 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS UND HANNOVER, 2001).

Die Wirkung des Rapsanbaus als Vorfrucht im Hinblick auf den Boden wird überwiegend als günstig bewertet, da die lange und intensive Bodenbedeckung zur Strukturverbesserung des Bodens und Unkrautunterdrückung beiträgt, so dass in vielen Fällen für die Nachfrucht nicht mehr gepflügt werden muss (GEISLER, 1988; DIEPENBROCK et al., 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS UND HANNOVER, 2001).

Bodenbearbeitung/Saatbettbereitung

Die pflanzenbaulichen Maßnahmen zur Rapssaat sind für hohe und sichere Erträge von entscheidender Bedeutung. Raps gedeiht gut auf rückverfestigtem, feinkrümeligem, termingerechtem Saatbett bei einer gut durchwurzelbaren Ackerkrume. Die Stoppelbearbeitung sollte möglichst unmittelbar nach der Ernte der Vorfrucht vorgenommen werden, wobei insbesondere bei Stroheinarbeitung die schnelle Einleitung der Rotte und die gleichmäßige Verteilung vorrangiges Ziel ist. Auf „Strohmatte“ und Bodenverdichtungen reagieren die Rapspflanzen sehr empfindlich. Zur Bodenbearbeitung wird zumeist der Pflug mit nachlaufendem Packer eingesetzt. Auf flachgründigen und tonreichen Böden ist eine entsprechend reduzierte Bodenbearbeitung in Verbindung mit angepasster Saattechnik angeraten.

Hinsichtlich der Bodenbearbeitung vor der Rapsbestellung konnte SIEVERT (2000) feststellen, dass bei der Raps-Direktsaatvariante im Vergleich zur Pflug- und Grubber-Bodenbearbeitung stets eine geringere Pflanzendichte vor dem Winter zu beobachten war. Rapsdirektsaaten zeigten bei anhaltender Nässe während der Keim- und Auflaufphase des Rapses vor allem starke Schädigungen durch Ackerschnecken. Der Verzicht auf Molluskizide führte auf den Direktsaatflächen bei einer Aussaatstärke von 120 keimfähigen Samen/m² zu einem Totalausfall des Rapses (SIEVERT, 2000). Bei pflugloser Rapsbestellung ist mit verstärktem Ausfallgetreidebesatz und starken Verunkrautungen (mono- und dikotylen Arten) zu rechnen. Die Entwicklung des Rapses vor Winter kann hierdurch erheblich beeinträchtigt werden (SIEVERT, 2000). Bei zur Verschlammung neigenden Flächen sollte für den Raps ein weniger feinkrümeliges Saatbett hergerichtet werden, um einen verminderten Rapsaufgang zu vermeiden.

Sortenwahl

Eine Voraussetzung für einen erfolgreichen Winterrapsanbau ist die richtige Sortenwahl. Der Landwirtschaft stehen zur Nutzung des Rapses als nachwachsende Rohstoffe eine Reihe verschiedener Rapssorten mit unterschiedlichen Eigenschaften zur Verfügung (s. Beschreibende Sortenliste des BSA, 2002):

- a) 0-Sorten, die zwar erucasäurearm sind, aber einen gewissen Gehalt an Glucosinolaten aufweisen
- b) 00-Sorten; hierbei handelt es sich um Rapssorten, die erucasäurefrei und glucosinolatarm sind, in der Regel mit hohen Ölsäure- und Linolsäuregehalten
- c) herkömmliche, ausgesprochen erucasäurereiche Rapssorten, die für die Ernährung wertlos, aber gefragte Rohstoffe für verschiedene Nutzungen in Nonfood-Bereiche sind.

Bei den in Deutschland zugelassenen Winterrapssorten handelt es sich um freibühende Sorten, Hybridsorten und sog. Verbundsorten.

In den Beschreibenden Sortenlisten des Bundessortenamtes (2002) sind wichtige Eigenschaften der in Deutschland zugelassenen Rapssorten aufgeführt, so dass Landwirte die entsprechenden Sorten für den Anbau auswählen können. Von den Rapssorten sind die Eigenschaften Sortentyp, Blühbeginn, Reife, Pflanzenlänge, Neigung zur Auswinterung, zum Lagern, die Anfälligkeit gegenüber *Phoma*, *Sclerotinia* und *Alternaria* sowie Ertragseigenschaften (Tausendkornmasse, Samenertrag, Ölertrag) und Qualität wie Ölgehalt und Glucosinolatgehalt aufgeführt. Die Angabe weiterer Eigenschaften wie die Anbauwürdigkeit auf verschiedenen Böden, Spätsaatverträglichkeit, Platzfestigkeit, Trockenheitsstressverhalten, über Öl- und Linolsäuregehalte und über die leistungssichernden Eigenschaften wie Anfälligkeit bzw. Resistenz gegenüber *Verticillium*, *Cylindrosporium* und Schädlingen wäre wünschenswert (PAULMANN, 2001). Diese Fragen können in der Regel bei den zuständigen Ämtern des Deutschen Pflanzenschutzdienstes der Länder oder den jeweils zuständigen Landwirtschaftskammern oder vergleichbaren Institutionen beantwortet, bzw. deren Informationen entnommen werden.

Für die Nutzung des Eruca-Rapses zur Verarbeitung in der Waschmittelindustrie und zur Herstellung von Kunststoffen sowie von Folien sind spezielle Rapssorten mit hohem Erucasäuregehalt für den Anbau zu wählen.

Es besteht die Möglichkeit, dass sich durch Nutzung der Gentechnik bestimmte Eigenschaften, z. B. der Erucasäuregehalt für nachwachsende Rohstoffe weiter steigern lassen. Hierzu nutzen kanadische Wissenschaftler die genetische Information aus der Ackerschmalwand (*Arabidopsis thaliana*) in einer normalen Rapssorte. Die transformierten Pflanzen wiesen danach einen von bis zu 53 % Erucasäureanteil am Gesamtfettsäuremuster auf, während herkömmliche Rapssorten nur bis zu 43 % erreichen. Die Ursache für den höheren Gehalt ist auf die höhere Aktivität der Enzyme zurückzuführen. Es gibt Untersuchungen, die davon ausgehen, dass der Erucasäuregehalt auf bis zu 83 % am Gesamtfettgehalt zu steigern ist (ANONYM, 2001).

Für die Herstellung von Kraftstoffen (Biodiesel, Rapsmethylester) können sowohl Erucasäure- als auch 00-Rapssorten verwendet werden. Zur Zeit werden fast ausschließlich für diese Zwecke 00-Sorten verwendet.

Im Vergleich zu den frei abblühenden Genotypen zeigten nach BÖTTGER und MEYER ZU VILSENDORF (2000) die mitgeprüften Hybridrapssorten im Durchschnitt der letzten Jahre höhere Ertragsresultate. Allerdings weisen manche Hybridrapssorten zur Zeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen eine höhere Anfälligkeit auf. Neben Ertragsleistungen, Ölgehalte sowie Erucasäuregehalte sollten Lager- und Krankheitsanfälligkeit bei der Sortenwahl Berücksichtigung finden.

Saat/Aussaart

Entscheidend für den erfolgreichen Rapsanbau ist die optimale Saat bzw. Aussaat der Rapssorten. Je nach Klima, Witterung und Boden liegt für den Winterraps die optimale Aussaatzeit zwischen 15. und 25. August. Je nach Witterungs- und Standortbedingungen kann die Aussaat auch noch später erfolgen, teilweise erfolgen Aussaaten erst Anfang September. Hybridrapssorten mit besonderer Wüchsigkeit und Vitalität im Jugendstadium können einige Tage später als konventionelle Sorten ausgesät werden. Dies mindert den Zeitdruck zwischen Ernte der Vorfrucht und der Bestellung des Rapses (WEGENER und BAER, 2002).

Vorzeitige Aussaaten können bereits zur Streckung der Sprossachse im Herbst und überhaupt zur Üppigkeit des Rapses führen; dadurch nimmt seine Winterhärte ab. Verspätete Aussaaten weisen meistens kleinere Rapspflanzen auf, die ebenfalls leicht auswintern oder in ihren Ertragsanlagen nur z. T. ausdifferenziert sind (SAUERMAN, 1995; LINDEMANN, 1996; DIEPENBROCK et al., 1999; BÖTTGER und MEYER ZU VILSENDORF, 2000).

Die Höhe der Aussaatmenge ist mit entscheidend für den Ertrag und hängt von der Beschaffenheit des Saatbettes, des Aussaattermins und letztendlich von der Keimfähigkeit des Saatgutes ab. 60 bis 80 Pflanzen /m² Fläche gelten als optimale Bestandesdichte. Dieses entspricht einer Saatmenge von 3 bis 4 kg/ha bei einer mittleren TKM. Aufgrund der stärkeren Wüchsigkeit und höheren Saatkosten werden aber Hybridrapssorten meistens mit 30 % geringeren Saatkosten (auf ca. 50 keimfähige Samen/m²) ausgesät.

Gegen Auflaufkrankheiten und gegen Frühbefall mit Rapserrdflohen wird das Saatgut gebeizt bzw. inkrustiert. Gleichzeitig weisen die Insektizide auch eine gewisse Wirksamkeit gegen Vogelfraß beim Saatenaufgang auf. Die Inkrustierung bietet dem Raps bis zum 2- und 3- Blattstadium Schutz. Durch Zusatzbeizungen ist es möglich, junge Rapspflanzen vor Befall mit Falschem Mehltau zu schützen. Diese Maßnahmen sind vor allem für Spätsaaten und für Saaten auf verschlammungsneigenden, strukturschwachen Standorten gedacht. Darüber hinaus stehen neue Beizmittel gegen Frühbefall mit Läuse und sonstigen Fröhschädlingen zur Verfügung. Die Rapssaat wird 2 bis 3 cm tief in den Boden abgelegt; die Reihenentfernungen beim Raps betragen heutzutage etwa wie diejenigen der Getreidebestände (DIEPENBROCK et al., 1999; BÖTTGER und MEYER ZU VILSENDORF, 2000).

Düngung

Die Düngung beim Winterraps als nachwachsende Rohstoffpflanze ist genauso zu handhaben wie diejenige des Körner- bzw. Speiserapses. Bei hohen Erträgen weist der Winterraps auch ein hohes Düngerbedürfnis auf. Besonders bei N und K ist der Bedarf hoch. Bei einer Ertragsersparnis von 40 dt Raps/ha beträgt der N-Sollwert einschließlich N_{\min} im Boden beim Winterraps 200 kg N/ha. Sollte der erwartete Ertrag noch höher liegen, dann ist es angebracht, die N-Menge um ca. 30 kg N/ha zu erhöhen. Eine N-Düngung im Herbst ist nur zu empfehlen, wenn im Boden ein geringer N-Vorrat vorhanden ist. Dies ist z. B. bei hohen Strohmenngen der Vorfrucht der Fall. So sollte bereits zur Strohhütte – im 2- bis 3-Blattstadium des Rapses – eine Herbst-N-Düngung von 20 bis 30 kg N/ha verabreicht werden. Eine N-Gabe im Herbst sollte auch dann gegeben werden, wenn Aufgang und Wachstum des Rapses schwach sind und wenn bereits Schädlinge wie z. B. Rapserrdfloh oder Schnecken aufgetreten sind. Bei Vegetationsbeginn im Frühjahr empfiehlt es sich, ca. 60 % der Gesamt-N-Gabe zu düngen. In einer zweiten N-Gabe kann der Rest-N von 40 % der Gesamtmenge gedüngt werden; dies sollte bis zum Blühbeginn des Rapses erfolgt sein. Zur Vermeidung der N-Auswaschungs- und Lagergefahr ist es angebracht, die N-Düngung aufzuteilen. Bei der N-Düngung der Hybridrapssorten ist genauso zu verfahren wie bei den ertragreichen, freiabblühenden Rapssorten.

Die Anwendung organischer Dünger wie z. B. Gülle ist gut möglich, wenn sie bereits zur Stroheinarbeitung – vor der Saat – erfolgt (ca. 40 kg N/ha). Nach dem Aufgang des Winterrapses darf Gülle im Herbst nach den derzeit gültigen Rechtsvorschriften (Düngeverordnung) nur bis zum 15. November ausgebracht werden.

Neben der N-Düngung ist für einen erfolgreichen Rapsanbau eine ausreichende Phosphorsäure- und Kaliversorgung erforderlich. Die Höhe der Grunddüngung hängt von dem verfügbaren P_2O_5 - und dem K_2O -Vorrat im Boden ab. Dazu sind die verabreichten Nährstoffe anzurechnen. In der anzustrebenden Bodenversorgungsstufe C beträgt der Phosphor- und der Kaliumbedarf des Winterrapses 90 kg P_2O_5 /ha und 200 kg K_2O /ha.

Bezüglich der Kalkversorgung des Winterrapses sollte der pH-Wert des Bodens stets bei pH 6,5 bis 7,0 liegen. Bei Kohlhernie-Gefahr ist eine Düngung mit Brandkalk eine wirkungsvolle Abwehrmaßnahme (DIEPENBROCK et al., 1999; BÖTTGER und MEYER ZU VILSENDORF, 2000).

Zur Chlorophyllbildung benötigt der Raps den Nährstoff Magnesium; er ist unentbehrlich. Der Raps hat aufgrund seines Blattreichtums und seiner Leistungsfähigkeit in der Fett- und Eiweißproduktion einen hohen MgO-Bedarf, der etwa dreimal so hoch wie derjenige des Getreides ist. Die Höhe der MgO-Düngung hängt ebenfalls vom Mg-Vorrat im Boden ab. Eine Mg-Unterversorgung macht sich beim Raps deutlich bemerkbar (s. nichtparasitäre Krankheiten – Nährstoffmangel). Böden mit niedriger Mg-Versorgung müssen nach SCHRÖDER (1995) mit 100 bis 120 kg MgO/ha gedüngt werden.

Der Schwefelbedarf der 0-, 00- und Eruca-Rapssorten, muss detailliert im Einzelnen noch untersucht werden. Es ist denkbar, dass Eruca-Raps aufgrund der hohen Protein- und Glucosinolatgehalte im Frühjahr eine höhere Schwefeldüngung benötigt als die 0- und 00-Rapssorten.

Schwefelmangel stört den Eiweißstoffwechsel beim Raps und führt zu Ertragsausfällen. S_{\min} -Bodenuntersuchungen und S-Pflanzenanalysen und beispielsweise das S-Diagnosemodell „Mops“ von BLOEM et al. (2002) geben Auskunft über die Schwefelverfügbarkeit im Boden und über die Schwefelversorgung des Rapses. Weist Raps ein N:S-Verhältnis von 4 bis 5:1 auf, dann kann mit einer durchschnittlichen Schwefelaufnahme von 50 bis 80 kg S/ha im Winterraps gerechnet werden. Nach LINK (1998) können beim Raps auf Mangelstandorten Düngermengen von 20 bis 40 kg S/ha erforderlich sein. In Niedersachsen empfehlen BÖTTGER und MEYER ZU VILSENDORF (2000), im Rapsanbau eine Schwefeldüngung von ca. 40 kg S/ha zu verabreichen. Nach BLOEM et al. (2002) sind bei Mangel während der Hauptwachstumsphase des Rapses von Schossbeginn bis zur Blüte Düngergaben von 40 bis 80 kg S notwendig. Die Schwefeldüngung sollte frühzeitig in Kombination mit der ersten N-Gabe zu Vegetationsbeginn erfolgen. Auf mangelgefährdeten Standorten ist es häufig angebracht, eine prophylaktische Düngung im voraus vorzunehmen.

Mikronährstoffe

Hinsichtlich der Mikronährstoffe hat der Winterraps einen deutlich höheren Borbedarf als das Getreide. Bormangel beim Raps hat einen geringeren Schotenansatz zur Folge. Bei einem hohen zu erwartenden Rapsertag ist stets eine Blattdüngung mit Bor zu empfehlen. Auf Standorten mit optimalem oder gar erhöhtem pH-Wert und bei anhaltender Frühjahrstrockenheit ist auf eine gute Vorversorgung zu achten. Eine 2- bis 3-malige Borapplikation von 1 bis 2 kg B/ha von Schossbeginn bis zur Blüte kann notwendig sein. Ebenfalls ist unter solchen Boden- und Witterungsbedingungen auf den Manganbedarf des Winterrapses zu achten. In der Zeit vom Wachstumsbeginn bis zum Knospenansatz sollten dann durchaus 5 bis 10 kg Mn in Form von Mangansulfat oder vergleichbaren Mangan-Chelat-Düngern verabreicht werden (BÖTTGER und MEYER ZU VILSENDORF, 2000).

Pflanzenschutz

Unkrautbekämpfung

Die Unkrautbekämpfung im Winterrapsanbau beginnt bereits mit der Stoppelbearbeitung der Vorfrucht und der Bodenbearbeitung für das Saatbett; denn es ist wichtig, den Winterraps auf unkrautfreien Flächen aussäen zu können. Zwischen der Ernte der Vorfrucht und der Saatbettbereitung für den Raps sind Unkrautsamen und Ausfallgetreide sowie Ungräser zum Auflaufen zu bringen, so dass bereits vor der Saat eine Reduzierung des Unkrautpotenzials erreicht werden kann. Dadurch wird auch am ehesten eine zügige Jugendentwicklung des Rapses gewährleistet. Schnellwachsende, gleichmäßig dichte Rapsbestände im Herbst sind in der Lage, Unkräuter zu unterdrücken.

Bedeutsam ist im Herbst die richtige Einschätzung des Unkrautpotenzials und die richtige Beurteilung der noch jungen Rapsbestände für eine Unkrautbekämpfung. Hierbei gibt es in erster Linie, eine konkurrenzfreie Jugend- und Vorwinterentwicklung des Rapses zu sichern. Eine gute Unkrautwirkung wird bei der Mehrzahl der für den Nachauflauf zugelassenen Herbiziden im Keimstadium der Unkräuter erzielt.

Sollte der optimale Bekämpfungstermin für die Unkräuter und Ungräserbeseitigung verpasst worden sein, dann sind im Frühjahr – nach Bestandeskontrollen gegen die vorhandenen Unkräuter – im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes Maßnahmen zu ergreifen. Entsprechend wirksame Herbizide für den Rapsanbau stehen der Praxis zur Verfügung (s. Pflanzenschutzmittelverzeichnis Teil I, BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT, 2002).

Die Höhe der maximal zugelassenen Aufwendungen eines Herbizides richtet sich in der Regel nach den schwierigsten Bekämpfungsbedingungen. Unter normalen und optimalen Bedingungen (z. B. feuchter Boden, wüchsiges Wetter) können durchaus mit verringerten Aufwandmengen der Herbizide ausreichende Bekämpfungserfolge erzielt werden. Durch die Entwicklung von transgenen Winterrapsorten, die z. B. eine Resistenz gegenüber nicht selektiven Herbiziden aufweisen, wird es in naher Zukunft möglich sein, schwer bekämpfbare Unkräuter zu einem späteren Zeitpunkt, an dem die Unkrautbeseitigung nach Anwendung von Unkraut-Schwellenwerte heute mit den selektiven Herbiziden nur begrenzt möglich ist, mit nichtselektiven Herbiziden beseitigen zu können. (GARBE und SAUERMAN, 2000)

Nichtparasitäre Krankheiten

In Tabelle 1 sind nichtparasitäre Krankheiten des Winterrapses aufgeführt. Hierzu zählen Witterungseinflüsse, physiologische Beeinträchtigungen der Pflanzen und Nährstoffmangel-Erscheinungen, welche die Entwicklung des Rapses empfindlich stören können. Von entscheidender Bedeutung für die Überwinterung des Rapses ist sein Zustand im Spätherbst. Um den Winter am besten überstehen zu können, sollten die Rapspflanzen vor dem Winter kräftige Wurzeln und Rosetten gebildet haben. Zur Verhütung der Auswinterungsschäden ist eine rechtzeitige Aussaat des Rapses vorzunehmen; denn ein zu spät gesäter Raps leidet durch Erfrieren, Wurzelschäden, Vertrocknen und Ausfaulen. Zu frühe und gleichzeitig sehr dichte Rapssaat wiederum führt bereits im Herbst zu üppigem Wuchs und Austrieb des Stängels und dadurch besteht die Gefahr des Abfrierens und des Ausfaulens beim Raps (HÄNI et al., 1987).

Nach BROUWER und SCHUSTER (1976) wird die Winterfestigkeit beim Raps meist als gering angesehen. Eine Verbesserung der Winterhärte würde durchaus die Anbausicherheit und damit die Wirtschaftlichkeit des Winterrapses erhöhen. Der Winterraps verträgt Kahlfröste bis zu $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Eine Platzfestigkeit der Schoten der Rapsorten würde ebenfalls zur Ertragssicherheit beitragen. Ein erfolgreicher Winterrapsanbau setzt die Vermeidung von Nährstoffmangelsituationen voraus. Rechtzeitige Bodenuntersuchungen geben Aufschluss über den Bedarf an Nährstoffen und Mikronährstoffen, so dass durch termingerechte Düngungen Mangelprobleme im Rapsanbau erst gar nicht zu entstehen brauchen.

Tab. 1 Nichtparasitäre Krankheiten

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Vermeidung/ Bekämpfung	Autoren
<u>Frühfröste im Herbst</u>	Zu früh gesäter Winterraps mit üppiger Entwicklung ist durch sehr strenge Frühfröste im Herbst gefährdet.	Förderung der Rosettenbildung durch Applikationen von Triazolen im Herbst.	BROUWER u. SCHUSTER, 1976; HÄNI et al., 1987
<u>Auswinterung</u>	Üppig gewachsener Winterraps ist durch strenge Winter mit hoher Schneedecke gefährdet, es kommt zur Vergilbung und zum Ausfaulen des Rapses. Zu spät gesäter Raps bleibt bei strengem Winter in seiner Entwicklung stark zurück, so dass er sich im Frühjahr selbst unter günstigen Verhältnissen nicht mehr normal entwickeln kann.	Förderung der Rosettenbildung durch Applikationen von Triazolinen im Herbst.	BROUWER u. SCHUSTER, 1976; HÄNI et al., 1987; PAUL, 1988
<u>Spätfrostschäden</u>	Im Frühjahr führen Spätfroste zur Verkrümmung der Triebe. Knospen oder gar Blütenstände können abgeknickt sein. Spitzen der Rapspflanzen nehmen eine weißliche Färbung an; Rapsstängel können aufplatzen; teilweise unterbleibt die Schotenbildung.		PAUL, 1988
<u>Hagel</u>	Außerordentlich empfindlich ist der Raps gegenüber Hagel. Bereits der leichteste Hagelschauer, der während der Rapsblüte fällt, kann vernichtend wirken. Reife Schoten springen durch Hagelschlag auf und verlieren die Körner. An den Wunden des Rapses treten später Krankheiten und Schädlinge auf.	Eventuell Hagelversicherung.	PAUL, 1988
<u>Physiologische Knospenwelke</u>	Anbau von Raps auf Böden mit unzureichender Wasser- und Nährstoffversorgung während des Wachstums im Frühjahr und im Vorsommer. An den erkrankten Rapspflanzen ist ein vorzeitiges Absterben der Blütenknospen festzustellen. Diese Erscheinung tritt vor allem dann auf, wenn im Frühjahr und im Vorsommer nach langen kühlen Witterungsperioden plötzlich größere Wärme mit Niederschlagsdefiziten einsetzt.	Beregnung.	HÄNI et al., 1987; PAUL, 1988; RÖDER, 1990
<u>Lager</u>	Durch Anbau lageranfälliger Rapsorten und überzogener N-Düngung zu Raps nach Vorfrucht Klee kann es zur Verringerung der Standfestigkeit kommen, damit sind auch Ertrags- und Qualitätsverluste verbunden.	Zu üppige Rapsbestände vermeiden: Anbau standfester Rapsorten; Bedarfsgerechte N-Düngung; Anwendung von Wachstumsregulatoren.	BROUWER u. SCHUSTER, 1976
<u>Vorzeitiges Aufplatzen der Schoten</u>	Vor und während der Rapsernte entstehen durch zu frühes Öffnen der Schoten beträchtliche Ertragsverluste (bis zu ca. 15 %).	Anbau neuer, bruchsticherer Rapsorten mit festerem Schotenschluss.	ANONYM, 1998

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Vermeidung/ Bekämpfung	Autoren
<u>Magnesiummangel</u>	Bei Mg-Unterversorgung des Rapses wird das in den Blättern vorhandene Mg mobilisiert und in die jüngeren Blätter transportiert. In den älteren Blättern der Mg-Mangelpflanzen findet man deutlich weniger Mg als in den jüngeren Blättern. Die Mangelsymptome des Rapses sind durch Interkostalchlorosen (Marmorierung) der Blätter charakterisiert; später färben sie sich rötlich bis braun und danach sterben sie ab.	Der Mg-Bedarf des Rapses ist dreimal so hoch wie beim Getreide. Mg-Düngung.	PAUL, 1988; SCHRÖDER, 1995
<u>Schwefelmangel</u>	S-Mangel bei Raps äußert sich durch Vergilbung der Blätter vom Rande her. Die Schwefelmangelsymptome ähneln denen von Stickstoffmangel. Bei anhaltendem Mangel weisen die erkrankten Pflanzen kümmerlichen Wuchs auf.	S-Mangel lässt sich durch S-Düngung vorbeugend beheben.	BROUWER u. SCHUSTER, 1976; PAUL, 1988
<u>Bormangel</u>	Rapspflanzen, die unter B-Mangel leiden, fallen bereits 14 Tage nach dem Aufgang im Wuchs zurück. Die Wurzeln sind nur schwach ausgebildet. Die Blätter sind zu diesem Zeitpunkt blässgrün. Später verfärben sich die Blätter vom Blattrand her bis in die Mitte rotviolett, vertrocknen und fallen ab. Bei anhaltendem Mangel ist der Stängel gestaucht und verdickt. Stängel und Blattstiele zeigen verkorkende Längsrisse. Bor-Mangel führt zu einem geringeren Schotenansatz. Die Ursache eines schlechten Fruchtansatzes liegt im Bor-Mangel des Narbensekretes, wobei ein normales Auskeimen und Wachstum des Pollens auf der Narbe nicht zustande kommt. – Ein Bor-Mangel entsteht durch schlechte Verfügbarkeit in alkalischen Böden und wird durch Trockenheit noch verstärkt.	Auf Bor-Vorrat im Boden ist zu achten; vorbeugend ist Bor mit der Grunddüngung zu verabreichen.	BROUWER u. SCHUSTER, 1976; HÄNI et al., 1987; PAUL, 1988
<u>Manganmangel</u>	Mn-Mangel kommt beim Raps nicht häufig vor; er äußert sich in einer geringeren Chlorophyllbildung: Mittlere Blätter weisen nicht scharf abgegrenzte Aufhellungen auf, die später das ganze Blatt erfassen. Bei starkem Mangel treten auf den Blättern weiße bis weißbraune Verfärbungen auf, letztendlich sterben die Blätter ab. Mn-Mangel tritt am ehesten bei Raps auf kalkhaltigen, anmoorigen und humosen Sandböden mit hohen pH-Werten auf.	Durch eine Mn-Düngung lässt sich der Mn-Mangel beseitigen.	BROUWER u. SCHUSTER, 1976; PAUL, 1988
<u>Molybdänmangel</u>	Mo-Mangel tritt beim Raps auf sauren Böden am ehesten auf. Mo-Mangel äußert sich in schwächerem Wuchs und Gelbfärbung der Blätter; es kommt zur Anhäufung von Nitrat in den Blättern und zu geringerer Chlorophyllausbildung.	Durch eine Mo-Düngung kann der Mangel bei Raps leicht behoben werden.	BROUWER u. SCHUSTER, 1976; PAUL, 1988

Wachstumsregulierung

Um ein Überwachsen des Rapses im Herbst vor allem bei Frühsaaten zu vermeiden, werden häufig Triazolfungizide im 3- und 4- Blattstadium des Rapses eingesetzt, wobei die physiologische Azolwirkung wie ein „greening-Effekt“ wirkt. Die Auswirkungen sind verzögerte Seneszenz, veränderter Hormonhaushalt, erhöhte Stresstoleranz und Sprossachsenstauung. Bei verspäteter Fungizidanwendung ist die Wirksamkeit der Stauung nicht mehr so deutlich zu erkennen. Im schwachentwickelten Raps können Applikationen mit Triazolfungiziden im Herbst die Überwinterungschancen der Bestände durchaus verbessern. Die Anwendung der Triazolfungizide im Herbst richtet sich vor allem gegen den Befall mit *Phoma ligam* und *Cylindrosporium concentricum*.

Sehr üppige Rapsbestände und lageranfällige Rapsorten können im Frühjahr und später noch bis zur Knospenentwicklung durch Applikationen sowohl mit Triazolfungiziden als auch mit Wachstumsregulatoren oder in Kombination stabilisiert werden (DIEPENBROCK et al., 1999; BÖTTGER und MEYER ZU VILSENDORF, 2000).

Pilzliche Schaderreger

In Tabelle 2 sind die wirtschaftlich wichtigsten Pilzkrankheiten des Rapses aufgelistet. Außerdem sind deren Symptome und Ursachen sowie die Bekämpfung dargestellt. Bemerkenswert ist die große Anzahl von Krankheiten, die im Raps vorkommen können. Ihr Auftreten hängt im Wesentlichen vom Vorhandensein des Inokulums und von der Witterung während der Vegetationszeit ab. Befallsfördernd sind in der Regel feuchtwarme Witterungsbedingungen. In küstennahen, niederschlagsreichen Gebieten ist ein wirtschaftlich relevantes Auftreten der Rapskrankheiten häufiger möglich. In langjährigen Rapsfruchtfolgen oder in Fruchtfolgen mit über 33 % Rapsanteil ist stets mit einem stärkeren Krankheitsdruck zu rechnen. Für das epidemische Auftreten der Pilzkrankheiten im Raps spielen neben der Fruchtfolge auch die Größe des Wirtspflanzenkreises eine erhebliche Rolle. So hat z. B. *Sclerotinia sclerotiorum*, einer der wirtschaftlich wichtigsten Erreger im Raps, eine außergewöhnlich hohe Anzahl an Wirtspflanzen. Dazu zählen u. a. Bohnen, Erbsen, Kartoffeln, Mohn, Sonnenblumen, Kümmel, Knollenfenchel, Salat u. a.. Auf Standorten, auf denen bislang wenig oder keine Rapskrankheiten vorgekommen sind, ist die Gefahr des Auftretens mit pilzlichen Schaderregern des Rapses zumeist gering.

Tab. 2 Pilzliche Krankheiten

Krankheit/ Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Weißstängeligkeit</u> <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	In Folge der Anbauausdehnung des Rapses konnte eine Zunahme der Weißstängeligkeit beobachtet werden. Weißstängeligkeit entwickelt sich überwiegend im unteren Teil des Rapsstängels; dort ist etwa eine 10 bis 15 cm lange umfassend aufgehellte bis weißlich verfärbte Zone, in der das Rindengewebe zerstört ist. Im Stängelinneren ist weißliches Myzel mit dunkelbraun bis schwarz gefärbten Sklerotien. Befallene Triebe welken und sterben vorzeitig ab. Feuchte Witterung zur Blüte begünstigt die Infektion. Werden die Schoten befallen, so verfärben sie sich schmutziggelb und vertrocknen später. In dieser Zeit befinden sich zwischen den Rapskörnern schwärzliche Sklerotien (Mikrosklerotien). Vorzeitiges Aufplatzen der Schoten führt zu beträchtlichen Ertragsausfällen.	Weite Fruchtfolgen; Kalkstickstoffdüngung. Einsatz von Fungiziden. Beseitigung von Unkräutern (Zwischenwirte); biologische Bekämpfung mit dem Pilz <i>Coniothyrium minitans</i> möglich.	GEISLER, 1988; PAUL, 1988; WINKELMANN, 1998; GARBE, 1999; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Kohlhernie</u> <i>Plasmodiophora brassicae</i>	Befallene Pflanzen weisen an den Wurzeln Wucherungen auf, die die Entwicklung des Rapses wesentlich stören und letztendlich zum Absterben der Pflanzen führen. Überwiegend tritt Kohlhernie auf leichten Böden mit niedrigen pH-Werten auf; sie ist eine ausgesprochene Fruchtfolgekrankheit mit einem großen Wirtspflanzenkreis, zu dem alle Kohlarten und etliche Unkräuter wie Ackerkellerkraut, Ackersenf, Hederich und Hirtentäschelkraut zählen.	Anhebung des Boden-pH-Wertes. Geordnete Fruchtfolgen, in denen Raps alle 4 Jahre angebaut werden sollte. Anbau resistenter Rapsorten.	GEISLER, 1988; PAUL, 1988; WINKELMANN, 1998; GARBE, 1999; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Rapschwärze</u> <i>Alternaria</i> spp.	Rapschwärze tritt vor allem in feuchten Jahren nach der Blüte und vor dem Abreifen des Rapses auf. An Stängeln, Blättern und Schoten entwickeln sich schwarze, längliche Flecken. Als Folge des Befalls beginnen die Schoten zu schrumpfen und platzen auf. Der Ertrag kann in Folge dieser Krankheit stark beeinträchtigt werden.	Anbau wenig anfälliger Rapsorten. Fungizideinsatz.	GEISLER, 1988; PAUL, 1988; GARBE, 1999; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Wurzel- und Stängelfäule</u> <i>Phoma lingam</i>	Der Erreger <i>P. lingam</i> ist in Deutschland weitverbreitet und verursacht wirtschaftlichen Schaden. Diese Krankheit äußert sich als dunkle, fleckige Verfärbung am Wurzelhals oder am Stängelgrund. Die Befallsstellen verkorken und vermorschen. Befall mit verschiedenen Insekten (Rapsdflöhen, Stängelrüßler-Arten) begünstigt die Wurzel- und	Nach der Rapsernte sorgfältige Bodenbearbeitung, so dass die Pflanzenrückstände schnell untergepflügt werden. In der Fruchtfolge keinen Rapsdurchwuchs dulden. Raps-	PAUL, 1988; WINKELMANN, 1998; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; PAULMANN,

Krankheit/ Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
	Stängelfäule. Der Pilz hat einen relativ großen Wirtspflanzenkreis, der allerdings auf Kreuzblütler beschränkt bleibt.	erdfluh und Stängelrüsslerarten bekämpfen. Anbau resistenter Rapssorten. Im Herbst und Frühjahr Fungizidapplikationen je nach Befallssituation durchführen.	2001
<u>Umfallkrankheit</u> <i>Pythium</i> spp.; <i>Phytophthora</i> spp.	Am Halmheber der Keimpflanze bilden sich dunkelbraune Verfärbungen, dabei ist das Gewebe stark eingeschnürt, so dass die befallenen Pflanzen leicht umfallen oder welken.	Einsatz von gebeiztem Saatgut.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Cylindrosporium-Weißfleckigkeit</u> <i>Cylindrosporium concentricum</i>	Diese Krankheit tritt insbesondere nach milden Wintern auf. Mit dem verstärkten Rapsanbau ist die Cylindrosporium-Weißfleckigkeit häufiger zu beobachten. Mit dem Beginn des Längenwachstums bilden sich zunächst kleine, kreisförmige, weißlich gepunktete Flecke auf den Blättern; sie dehnen sich aus, fließen zusammen. Das Gewebe bleicht aus und zeigt Risse; die Blätter sind verformt, letztendlich brechen sie ab und vertrocknen. Beim Zusammendrücken dieser Blätter ist ein metallisches Geräusch zu vernehmen. Stängelläsionen haben ein langgezogenes spitzlaufendes, fleckenartiges, braunes Aussehen; die Rinde ist aufgerissen; weißliche Auflagerung bei Feuchtigkeit. Bei starkem Befall können Knospen und Blüten verbräunen und schließlich vertrocknen.	Sorgfältige Einarbeitung der Ernterückstände. Frühe Fungizidapplikation im Herbst. Bei gefährdetem Raps möglichst keine Wachstumsregulatoren spritzen. Anbau wenig anfälliger, toleranter Rapssorten.	PAUL, 1988; WINKELMANN, 1998; GARBE, 1999; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; SAUERMAN, 2002
<u>Pseudocercospora-Weißfleckigkeit</u> <i>Pseudocercospora capsellae</i>	In Nordwesteuropa ist die Pseudocercospora-Weißfleckigkeit im Rapsanbau verbreitet. In allen Entwicklungsstadien der Rapspflanzen sind kreisförmige, kleine (1 - 2 mm) Flecken mit grünlich-bronzener Farbe an den Blättern zu finden; die Flecke dehnen sich und bleichen aus, sie erscheinen weißlichgrau, 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 Sprenelungen, durchsetzt mit zahlreichen kleinen Zusammenballungen stromatischer Hyphengeflechte. Im unteren Stängelbereich können ausgedehnte Verbräunungen auftreten. Längere Regenperioden und Temperaturen zwischen 14 und 20 °C begünstigen die Krankheitsentwicklung.	Sorgfältige Einarbeitung der Ernterückstände. Anbau resistenter Rapssorten; bei zunehmendem Befall Fungizidanwendung.	PAUL, 1988; GARBE, 1999; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Rapswelke</u> , <i>Verticillium</i> -Welke <i>Verticillium dahliae</i>	Gebietsweise bei engen Fruchtfolgen weit verbreitet. Dort, wo Infektionen mit <i>V. dahliae</i> frühzeitig erfolgen, ist mit hohen Ertragsminderungen zu rechnen. Der Befall äußert sich häufig nesterweise in vorzeitiger Abreife. Stängel weisen anfangs gelbliche Längsstreifen auf, die in rotbraune, stängelumfassende Verbräunungen übergehen. Später ist das Gewebe grau verfärbt; geschrumpft; die Stängelrinde kann sich lösen. Im Stängel- und Marktgewebe sind Mikrosklerotien nachzuweisen. Verfärbungen an den Hauptwurzeln; Seitenwurzeln sind vermorscht. Der Erreger <i>V. dahliae</i> überdauert im Boden.	Weite Fruchtfolge; Anbau wenig anfälliger Rapssorten; kein Rotkleeanbau, sorgfältige Einarbeitung der Ernterückstände. Beseitigung von Unkräutern (Zwischenfrüchte).	PAUL 1988; WINKELMANN 1998; GARBE, 1999; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999

Krankheit/ Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Botrytis-Stängelfäule</u> <i>Botrytis cinerea</i>	Mit einer Ausdehnung des Rapsanbaus bei hoher N-Düngung ist eine Zunahme der Botrytis-Stängelfäule zu verzeichnen; besonders in niederschlagsreichen Jahren tritt diese Krankheit in dichten Beständen auf. Erste Symptome äußern sich als weißgraue Blattflecke; später weist das befallene Blatt mausgraue Sporenrasen auf, befallene Blätter sterben ab. Der Pilz bildet auch auf Stängel Sporenrasen, die Stängel können dann umbrechen. Das Symptombild kann mit der Weißstängeligkeit leicht verwechselt werden. Der Erreger besitzt einen außergewöhnlich großen Wirtspflanzenkreis.	Sorgfältige Einarbeitung der Ernterückstände. Die gegen <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> wirkenden Fungizide besitzen auch eine Wirkung gegen <i>B. cinerea</i> .	PAUL 1988; GARBE 1999; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Falscher Mehltau</u> <i>Peronospora parasitica</i>	An Raps ist diese Krankheit zunehmend anzutreffen. Auf den Blättern junger Pflanzen bilden sich gelbe, diffuse Flecke; auf der Unterseite befindet sich ein grauweißer Pilzrasen. Später vertrocknen die Flecke. Die befallenen Laubblätter sterben vorzeitig ab. Großflächiger Befall führt zum Absterben älterer Blätter; es kann auch zur Notreife kommen. Die Überdauerung des Pilzes erfolgt als Oospore in abgestorbenem Gewebe im Boden; von hier geht der Primärbefall an Keimpflanzen aus.	Nach der Ernte sorgfältige Einarbeitung der Pflanzenrückstände; Saatgutbeizung; Fungizidapplikation.	PAUL, 1988; GARBE, 1999; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Echter Mehltau</u> <i>Erysiphe cruciferarum</i>	Auf Blättern des Rapses entwickeln sich blattober- und unterseits weißliche Pilzrasen (Pusteln), die später die befallenen Blätter vollständig überziehen. Unter gelbbrauner Verbräunung stirbt das Blattgewebe ab. An unteren Stängelteilen bilden sich ebenfalls Mehлтаupusteln. Zu großen Schäden ist es beim Raps durch Echten Mehltau noch nicht gekommen.	Anbau wenig anfälliger Rapsorten; Fungizideinsatz.	PAUL 1988; GARBE, 1999; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999

Viruskrankheiten

In Tabelle 3 sind die Blattvergrünung sowie die Symptome und die Bekämpfung der Wasserrübenmosaik- und Rapsvergilbungs-Virosen aufgeführt. Diese Krankheiten haben im Rapsanbau in der Regel nicht den Stellenwert wie die pilzlichen Schaderreger.

Tab. 3 Viruskrankheiten im Rapsanbau

Krankheit/ Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Blattvergrünung</u> Phytoplasmen des Aster-Vergilbungs- Komplexes aster yellows complex	Blattähnliche grüne Gebilde am Blütenstand des Rapses, die bis zum vorzeitigen Absterben der Pflanzen grün erhalten bleiben; die Schotenbildung fällt aus. Früh infizierte Pflanzen weisen einen Zwergwuchs auf. Vergilbungen, Aderaufhellungen und Verformungen der Blätter. Letztendliche Blütenvergrünung und Durchwachsen der Blüten und Blütenstände an Einzelpflanzen. Die Übertragung dieser Krankheit erfolgt durch eine auf Leguminosen verbreitete Zwergzikade <i>Euscelis plebejus</i> .	Gegenmaßnahmen sind nicht bekannt.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Wasserrübenmosaik</u> Virus turnip mosaic virus Tu MV	Im Herbst weisen befallene Rapspflanzen an ihren Blättern Aderaufhellungen, gelb-grüne Flecke oder unregelmäßige Ringe auf; die Pflanzen bleiben im Frühjahr im Wuchs zurück. Später Scheckungen, beulenartige Blattdeformationen und mangelnde Schotenbildung. Das Tu MV ist weit verbreitet und wird mechanisch und durch Blattläuse (u. a. Pfirsichblattläuse) übertragen. Es sind drei Pathotypen nachgewiesen worden.	Vektorenbekämpfung durch Saatgutbeizung und spätere Insektizidspritzung.	PAUL, 1988; GARBE 1999; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999

Krankheit/ Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Rapsvergilbung</u> Westliches Rapsvergilbungsvirus beet western-virus BWYV	Die Rapsvergilbung tritt in Deutschland im Rapsanbau auf; sie kann flächenweise vorkommen. Die Schadwirkung wird in Einzelfällen auf 30 % geschätzt. Ertrags-minderungen von 8 dt/ha wurden festgestellt. Die Glukosinolate waren erhöht. Am Blattrand beginnt die Vergilbung der Interkostalfelder; die Randzonen alter Blätter sind rötlich gefärbt. Entlang der Seitenadern sind in Einzelfällen Chlorosen zu finden; teilweise setzt verstärkte Anthozyanfärbung ein. Ältere Blätter sind stärker vergilbt. Die Blätter werden brüchig. Häufig bleibt der Schotenansatz gering. Überträger dieser Viruskrankheit sind Blattlausarten (<i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i> , <i>Aulacorthum sol.</i>).	Anbau resistenter Rapssorten; Bekämpfung der Blattläuse.	WINKELMANN, 1998; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999

Tierische Schädlinge

Raps ist während der gesamten Vegetation von einer Vielzahl von Schädlingen bedroht (s. Tabelle 4). Nacktschnecken, Rapserrflöhe, Kohlmotte und Kohlrübenwespe können den Winterraps bereits im Herbst schädigen und erhebliche Pflanzenverluste verursachen, die sich auch später im Ertrag negativ auswirken. Vom zeitigen Frühjahr bis zur Schotenbildung sind es vor allem der Gefleckte Kohltriebrüssler, der Rapsglanzkäfer, der Kohlschotenrüssler und die Kohlschotenmücke, die im Rapsanbau erhebliche Ertragsverluste verursachen können. Die meisten der in Tabelle 4 aufgeführten Schädlinge lassen sich gezielt bekämpfen. Die Bekämpfung der Rapsschädlinge soll nach Feldkontrollen und nach dem Schwellenwertprinzip erfolgen. (BÖTTGER und MEYER ZU VILSENDORF, 2000; BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, 2002). An Raps kommen verschiedene Nematoden vor, ohne dass er von ihnen stark in Mitleidenschaft gezogen wird. Allerdings können sich an Raps schädliche Nematoden verschiedener Kulturpflanzen vermehren. Als Beispiel hierfür ist der Rübenzystennematode (*Heterodera schachtii*) angeführt (PAUL, 1988). Wie bereits im Abschnitt Vorfrucht/Fruchtfolge hingewiesen, werden in der Praxis häufig schon für die Kulturarten Zuckerrüben und Raps getrennte Fruchtfolgen durchgeführt.

Tab. 4 Tierische Schädlinge

Schädlinge	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Rübenzystenälchen</u> <i>Heterodera schachtii</i>	Der Rüben-nematode entwickelt sich an Raps ebenso gut wie an Beta-Rüben ohne die Rapspflanzen sonderlich stark zu schädigen. Die Nematodenresistenz vom Ölrettich gegenüber <i>Heterodera schachtii</i> konnte in Raps übertragen werden.	Fruchtfolgemassnahmen; Anbau resistenter Rapssorten, wenn sie zur Verfügung stehen.	SCHÜTTE, 1983; WINKELMANN, 1998
<u>Schnecken</u> <i>Deroceras agreste</i> , <i>D. reticulatum</i>	Auf schweren Verwitterungsböden, grobklotigen Lehm- und Tonböden (Marschen) sowie nach Umbruch von Dauerbrachen treten die Schnecken unter feuchten Witterungsbedingungen häufig verstärkt auf und können bei Rapsbeständen stark schädigen. Gefährdet sind vor allem Direktsaaten. Der Fraß durch Schnecken zeigt sich in unterschiedlichen Beschädigungen der Blätter mit Loch- und Fensterfraß bis zum Totalschaden.	Dränage; Vermeidung ungünstiger Fruchtfolgen. Sorgfältige Bodenbearbeitung mit Pflug, Rückverfestigung des Bodens mit Packerwalze und Kreiselegge. Nach Kontrollen Abstreuen mit regenfesten Schneckenkornködern (Molluskiziden).	SCHÜTTE, 1983; BÜCHS, 1999; BÖTTGER u. MEYER ZU VILSENDORF, 2000; SIEVERT, 2000
<u>Rapserrfloh</u> <i>Psylliodes chrysocephala</i>	Der Rapserrfloh kann die Keim- und Jungpflanzen des Rapses erheblich schädigen; der Schädling tritt im August und September als 4 bis 5 mm großer, schwarzblau gefärbter Käfer auf und schädigt durch seine Larven, die im Vorsommer in Blattstiele eindringen und deren Gewebe vernichten.	Saatgutbeizung; Insektizidapplikationen während der Vegetation.	GEISLER, 1988; PAUL, 1988; BÜCHS, 1999.

Schädlinge	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Schwarzer Rapsstängelrüssler</u> <i>Ceutorhynchus picipitarsis</i>	Der Rapsstängelrüssler ist ein 3 bis 3,5 mm großer Käfer, der im Frühjahr die Rapspflanzen befällt. Die Larven des Käfers dringen in die Stängel ein und verursachen Wachstumsstörungen und Verkrüppelungen der Rapspflanzen.	Saatgutinkrustierung. Z. Zt. der Eiablage sollten Insektizidapplikationen durchgeführt werden.	GEISLER, 1988; BÜCHS, 1999
<u>Rapsglanzkäfer</u> <i>Meligethes aeneus</i>	Der Rapsglanzkäfer tritt als Schädling vor allem während der Blüte des Rapses auf. Die Käfer fressen sich in die Rapsknospen hinein, um an die Pollen der Blüten zu gelangen. Die Blüten werden vernichtet. Die größten Schäden treten ein, wenn die Pflanzen im Knospenstadium geschädigt werden. Die Rapsglanzkäfer überwintern an Waldrändern, Wegrainen und Gebüschchen.	Zur Bekämpfung der Rapsglanzkäfer können Insektizide eingesetzt werden.	GEISLER, 1988; PAUL, 1988; BÜCHS, 1999
<u>Kohlschotenrüssler</u> <i>Ceutorhynchus obstrictus</i>	Der Kohlschotenrüssler ist ein 2,5 bis 3 mm großer, schwarzgrauer Käfer, der an Waldrändern und Gebüschchen überwintert. Bei Zunahme der Temperaturen etwa bis 10 °C werden Rapspflanzen angefressen, bis sich die Käfer zur vollen Geschlechtsreife entwickelt haben. 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 eingesetzt werden.	GEISLER, 1988; PAUL, 1988; BÜCHS, 1999
<u>Kohlschotenmücke</u> <i>Dasineura brassicae</i>	Die Kohlschotenmücke verursacht im Raps erhebliche Schäden. Die erste Generation der Kohlschotenmücke schlüpft bei Temperaturen um 13 °C auf den Ackerflächen, die Raps als Vorfrucht tragen. Die Eiablage erfolgt in erster Linie an verletzten Schoten (Bohrlöcher des Kohlschotenrüsslers). Die orange aussehenden Larven schädigen durch Saugtätigkeit in den Schoten, die dann vorzeitig aufplatzen und abfallen. Auf dem Boden verpuppen sich die Larven und gegen Ende Juni entwickelt sich die zweite Generation.	Die Bekämpfung der Kohlschotenmücke kann mit Insektizidapplikation erfolgen.	GEISLER, 1988; PAUL, 1988; BÜCHS, 1999
<u>Gefleckte Kohltriebrüssler</u> <i>Ceutorhynchus pallidactylus</i>	Ist in Europa weit verbreitet; er schädigt hauptsächlich Raps und Rübsen. Die Larven (4 bis 5 mm lang) 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 und wandern zu Felddrainen und Waldrändern, wo sie auch überwintern.	Saatgutinkrustierung; einmalige Insektizidapplikation zu Beginn des Schossens.	SCHÜTTE, 1983; BÜCHS, 1999
<u>Kohlgallenrüssler</u> <i>Ceutorhynchus pleurostigma</i>	Der Kohlgallenrüssler macht seine Entwicklung an Cruciferen u. a. auch auf Raps durch. Der Befall am Raps äußert sich durch Bildung einer Galle am Wurzelhals oder an der Hauptwurzel, deren Inneres von der Larve ausgefressen wird. Kräftige Rapspflanzen verkraften eine größere Zahl von Gallen ohne Wachstumsstörungen. Die Verpuppung der Larven erfolgt in Erdkokons. Als Käfer verlassen sie nach einer 6 bis 8 wöchigen Ruhepause, um dann noch eine Sommerruhe einzulegen.	Saatgutbehandlung.	PAUL, 1988

Ernte

Rapspflanzen reifen häufig nicht gleichmäßig ab; ein optimaler Erntezeitpunkt ist deshalb schwierig einzuhalten. Die Ernte sollte erfolgen, bevor die Rapsschoten zum Aufplatzen neigen. Die Rapsernte wird mit dem Mähdrusch durchgeführt (Standdrusch), wenn die Rapssamen möglichst einen Wassergehalt unterhalb von 9 % haben. Zu diesem Zeitpunkt weisen die Samen eine vollständige braune und dunkle Färbung auf. Um den Raps ohne Verluste bergen zu können, wird der Mähdrusch mit einem Spezialschneidwerk vorgenommen. In feuchten Lagen erfolgt die Ernte des Rapses häufig noch mit dem Schwaddrusch, wo der Wassergehalt des Samens ca. 30 % beträgt. Zu dieser Zeit beginnen die Samen sich braun zu färben. Um die Ernte des Rapses beschleunigen bzw. abkürzen zu wollen, besteht die Möglichkeit, den Raps „tot“ zu spritzen; allerdings müssen bei diesem Ernteverfahren und dem vorhergenannten Verfahren Samenertrags- und Ölgehaltsverluste in Kauf genommen werden. Die volle Lagerfähigkeit erreicht der Raps erst bei einem Wassergehalt von 8 % (GEISLER, 1988; DIEPENBROCK et al., 1999).

Die Ertragsersparungen liegen beim Winterraps heute zwischen 30 und 52 dt/ha. Bei Rapsertträgen von 30 dt/ha können ca. 1200 l Rapsöl/ha Fläche gewonnen werden (DIEPENBROCK et al., 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001; PAULMANN, 2001).

Zusammenfassung

Winterraps als nachwachsende Rohstoffpflanze findet sowohl in der Landwirtschaft als auch in der Industrie großes Interesse. Im Nonfood-Bereich wird Winterraps zur Herstellung von Biodiesel, Schmierstoffen, Hydrauliköl, Kunststoffen, Folien, Pharmaprodukten, Waschmitteln, Farben und Lacken genutzt. Die Produkte aus Raps sind weitaus weniger umweltbelastend und leichter abbaubar als die Rohstoffe auf Erdölbasis. Hinsichtlich seiner Produktionstechnik einschließlich des Pflanzenschutzes unterscheidet sich der Industrierapsanbau von dem des Konsumrapses nur wenig.

Die Ansprüche des Rapses an die Feuchtigkeit, vor allem an die Luftfeuchtigkeit, sind recht hoch. Aus diesem Grunde gedeiht der Winterraps in Küstengebieten und in niederschlagsreichen Mittelgebirgen besonders gut. Für den Rapsanbau eignen sich alle Böden, die tiefgründig sind und über ausreichende Feuchtigkeit verfügen.

Aufgrund der Nematodengefahr werden Winterraps und Zuckerrüben häufig in getrennten Fruchtfolgen angebaut. Eine angepasste Bodenbearbeitung zur Rapssaat ist für hohe und sichere Erträge von entscheidender Bedeutung, denn auf „Strohmatte“ und Bodenverdichtungen reagieren Rapspflanzen sehr empfindlich. Minimalbodenbearbeitungen und Direktsaaten stellen besondere Anforderungen an den Pflanzenschutz im Winterraps, vor allem im Hinblick auf die Unkrautbekämpfung und die Bekämpfung der Schädlinge (Schnecken).

Eine Voraussetzung zum Erreichen hoher Erträge beim Raps als nachwachsender Rohstoffpflanze ist es, im Herbst und im Frühjahr mit gesunden, kräftigen Pflanzen in ausreichender Anzahl (60 bis 80 Pfl./m²) in die Vegetation zu starten. Mit sorgfältigen, termingerechten pflanzenbaulichen Maßnahmen und optimalem Pflanzenschutz können dann hohe Rapsertträge mit hoher Qualität erzielt werden.

Hybridrapssorten sind Hochleistungssorten, die häufig eine intensivere Produktionstechnik verlangen. Beim Anbau von Hybridsorten ist darauf zu achten, dass die Bekämpfung der Krankheiten gezielt erfolgt, da Hybridrapssorten gegen Krankheiten häufig anfälliger sind als Liniensorten.

Raps ist während der gesamten Vegetation von einer Vielzahl von Krankheitserregern und Schädlingen bedroht. Durch Pflanzenschutzmaßnahmen im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes lässt sich der Schädlingsbefall kontrollieren und reduzieren. Wegen der ungleichmäßigen Abreife ist die optimale Wahl des Erntezeitpunktes wichtig.

Literatur

- ANONYM (1998): Ausfallverluste bei Raps verringern. DLG – Mitteilungen 2, S. 8.
ANONYM (2001): Kein erhöhtes Krebsrisiko. Agrarmarkt 4, S. 59.
AUTORENKOLLEKTIV (1963): Kleine Enzyklopädie – Land Forst Garten – Raps -. VEB Verlag Enzyklopädie, Leipzig, 4. Aufl., 71-73.
BECKER, K., JOHN, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa – Raps -. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 148-149.

- BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, Bundesrepublik Deutschland (2002): Pflanzenschutzmittelverzeichnis Teil 1 2002 – Ackerbau – Wiesen und Weiden – Hopfenbau – Nichtkulturland -. Saphir Verlag, Ribbesbüttel, 50. Aufl. 1-364.
- BLOEM, E., HANKLAUS, S., SCHNUG, E. (2002): Die Schwefelversorgung richtig einschätzen – So funktioniert das neue Schwefel-Vorhersagemodell „Mops“. DLZ-Agrarmagazin 4, 56-60.
- BÖTTGER, W., MEYER ZU VILSENDORF, H. (2000): Pflanzenbau und Pflanzenschutz. Empfehlungen 2000/2001 – Winterraps – Sdr. der Landwirtschaftskammer Hannover, Druck Albrecht, Hannover. 139-150.
- BROUWER, W. (1976): Handbuch des Speziellen Pflanzenbau 2 – Raps und Rübsen -. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, II, 388-495.
- BROUWER, W., SCHUSTER, W. (1976): Raps und Rübsen. In W. BROUWER 1976: Handbuch des Speziellen Pflanzenbaues 2, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, II, 388-495.
- BÜCHS, W. (1999): Raps – Tierische Schädlinge. – In B. SCHÖBER-BUTIN, V. GARBE und G. BARTELS, 1999: Farbatlas Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 106-118.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (BML) (2000): Nachwachsende Rohstoffe. Sdr. BML, Bonn, Referat 212, Druckzentrum Furst GmbH, Berlin, 1-33.
- BUNDESSORTENAMT (BSA) (2002): Beschreibende Sortenliste für Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (grobkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). – Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Hannover, 1-260.
- FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e. V., Gülzow (2001): Nachwachsende Rohstoffe – natürlich umweltverträglich. – Sdr. Druck Schwenk GmbH, Frankfurt a. M., 1-19.
- FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde: Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen – Raps -. Verlag Georg Thieme, Stuttgart, 6. Aufl., 159-161, 474.
- GARBE, V. (1999): Raps – Mykosen -. In B. SCHÖBER-BUTIN, V. GARBE und G. BARTELS, 1999: Farbatlas Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 93-104.
- GARBE, V. SAUERMAN, W. (2000): Untersuchungen zu Einsatzmöglichkeiten von Unkrautschadensschwelen in transgenem Raps. Z.Pfl.krankh.Pfl.Schutz, Sonderh. XVII, 303-306.
- GEISLER, G. (1988): Pflanzenbau – Raps – Ein Lehrbuch – Biologische Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 2. Aufl., 333-345.
- HÄNI, F., POPOW, G., REINHARD, H., SCHWARZ, A., TANNER, K., VORLET, M. (1987): Integrierter Pflanzenschutz im Ackerbau. – Raps -. Verlag Landwirtschaftl. Lebensmittelzentrale Zollikofen, 183-205.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER (2001): Nachwachsende Rohstoffe – Möglichkeiten und Chancen für den Industrie- und Energiepflanzenanbau – Raps -. Sdr. der Landwirtschaftskammern Weser-Ems und Hannover 5. Aufl., 1-67.
- LINK, A. (1998): Schwefel – Kleine Menge – große Wirkung. DLG-Mitteilungen 3, 68-71.
- MIELKE, H. (1995): Studium zum Befall des Weizens mit *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton unter Berücksichtigung der Sorten- und Artenanfälligkeit sowie der Bekämpfung des Erregers. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin, 314, 1-197.
- MIELKE, H. (1998): Studien zum Befall des Weizens mit *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) von Arx et Olivier var. *tritici* Walker unter Berücksichtigung der Sorten- und Artenanfälligkeit sowie der Bekämpfung des Erregers. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch., Berlin, 359, 1-140.
- PAUL, V. H. (1988): Krankheiten und Schädlinge des Rapses. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer, 1-121.
- PAULMANN, W. (2001): Resistenzsituation im Sortenspektrum bei Raps – Eine Bestandsaufnahme – Vortrag anlässlich der Tagung der AG – Krankheitsbekämpfung und Resistenzzüchtung in Getreide, Hülsenfrüchten und Raps, Gesellschaft für Resistenzzüchtung (GPZ) – AG Resistenzzüchtung Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft (DPG) vom 10. bis 12. Dez. 2001 in Fulda.
- RODER, W. (1990): Pflanzenschutz in der Landwirtschaft – Kreuzblütige Ölfruchtplanzen. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 321-340.
- RÖBBELEN, G. (1985): In W. HOFFMANN, A. MUDRA, W. PLARRE (1985): Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen, Spezieller Teil. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 2, 289-303.
- RÖBBELEN, G. (1999): Entwicklung von Raps zur weltweit angebauten Ölpflanze. Vorträge für Pflanzenzüchtung, 45, 9-27.
- SAUERMAN, W. (2002): Toleranz gegen *Cylindrosporium* bei Winterraps – Ergebnisse der Resistenzprüfung aus Schottland. Bauernblatt 56, 36-37.
- SCHRÖDER, G. (1995): Magnesiumdüngung zum Winterraps. Bauernblatt Schleswig-Holstein, 16, S. 73.
- SCHUSTER, W. (1992): Ölpflanzen in Europa. – Raps -. DLG-Verlag, Frankfurt a. M., 22-27.

- SCHÜTTE, F. (1983): Ölfrüchte – Raps -. In K. HEINZE (1983): Leitfaden der Schädlingsbekämpfung **III**, Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau. Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 4. Aufl., 681-711.
- SIEVERT, M. (2000): Aspekte des Pflanzenschützer in Winterraps, Winterweizen und Wintergerste bei nichtwendender Bodenbearbeitung. Cuvillier Verlag, Göttingen, 1-163.
- WEGENER, WIEBKE, H. BAER (2002): Die Hybridrapsfibel von Rapool. Rapool Ring GmbH, Iserlohn, HB, 1-38.
- WIDMANN, B., REMMELE, E., THUNEKE, K., ROCKTÄSCHEL, A., BREUN, J. (2001): Pflanzenöl als Speiseöl, Treib-, Schmier- und Verfahrensstoff. Sdr. Des Lehrstuhls für Landtechnik, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Landtechnischer Verein in Bayern e. V., 1-2.
- WINKELMANN, H.-E. (1998): Stand und Ziele der Resistenzzüchtung bei Raps und sich daraus ableitende Anforderungen an die Forschung. Tagungsberichte vom 10/11. Sept. 1998 aus dem Fachbereich Agrarökologie der Universität Rostock, 99-105.

Sonnenblume

Helianthus annuus L.

Neben Mais und Bohnen ist auch die Sonnenblume Ende des 16. Jahrhunderts aus der Neuen Welt nach Europa gekommen. Sie ist eine ölliefernde Pflanze, die heute auch als nachwachsende Rohstoffpflanze für die industrielle Nutzung in Deutschland angebaut wird.

Verwendungszweck

Die Sonnenblume wird in erster Linie wegen ihres hohen Fettgehalts im Samen angebaut. Die Speicherkeimblätter der Embryonen im Samen enthalten 49 % Fett, 26 % Eiweiß, 8 % Kohlenhydrate, 6 % Ballast und 3 % Mineralstoffe sowie reichlich Vitamine A, D, K und E. Das Öl der Sonnenblume ist reich an essenziellen Fettsäuren (Ölsäure 80 - 90 %; Linolsäure 75 %) und wird daher viel als Speiseöl, zur Margarine- und Backfetterstellung verwendet. Für die Ernährungsindustrie sind fettreiche Sonnenblumenöle insofern interessant, weil diese Öle cholesterinarm sind und einen Anteil an Vitamin E aufweisen. Doch selbst ganze Sonnenblumenkerne werden als Nahrung verwandt (SCHUSTER, 1992; FRANKE, 1997; BECKER und JOHN, 2000; DIB, 2001; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001).

In der Humanmedizin wird das Sonnenblumenöl wegen der senkenden Wirkung auf den Cholesterinspiegel und wegen des Gehalts an Vitaminen verwendet. Andererseits wird es auch in der Medizin als Abführmittel eingesetzt. Darüber hinaus ist es in Massageölen und in Einreibeölen gegen Rheuma enthalten.

Die Blütenblätter der Sonnenblume weisen Flavonoide, Anthocyane, Xanthophylle, Cholin, Betain und Glykoside auf. Alkoholische Extrakte aus Blütenblättern liefern fiebersenkende Mittel, die bei Lungenerkrankungen und gegen Malaria eingesetzt werden. Blütenblätter der Sonnenblumen mischt man mit Lindenblüten für Grippetees. Blattbreiumschläge lindern schmerzende Insektenstiche (BECKER und JOHN, 2000).

Besondere Sonnenblumensorten (High-oleic-Sorten) liefern Öl mit sehr hohem Gehalt an Ölsäure (bis 90 %) (ANONYM, 2002a); dieses Öl wird bevorzugt in der Lack- und Farbenindustrie eingesetzt. Wegen seiner guten Trocknungsfähigkeit ist es sehr geschätzt. Weitere Verwendung findet das Sonnenblumenöl bei der Herstellung von Kerzen, Kosmetika, Gummiweichmachern, Schmier- und Treibstoffen, Hydraulik-, Härtings-, Motoren- sowie Trockenölen für die Metallverarbeitung. In Frankreich wird es auch zur Biodieselerzeugung (Pflanzenölmethylester) genutzt. Als Nebenprodukte bei der Ölherstellung fallen Tocopherol (Vitamin E) und Lecithin als Lebensmittelzusätze, weiterhin Wachs, Phosphate, Destillate und Filterschlamm an (SCHUSTER, 1992, FRANKE, 1997; BECKER und JOHN, 2000; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001).

Neuerdings konnte in Frankreich ein Derivat aus der Sonnenblumenveresterung als Straßenbelag erfolgversprechend eingesetzt werden. Gegenüber der herkömmlichen Asphaltierung lässt sich dieses Sonnenblumenprodukt leichter verarbeiten; es verdunstet nicht und senkt damit die Schadstoffbelastung im Straßenbau (ANONYM, 2002b).

Schalenreste der Sonnenblumensamen bleiben nicht ungenutzt; sie werden heute für Dämmplatten und als Füllmasse verwendet. Aus den Sprossachsen lassen sich industriell Pektin, Harz, Pottasche und Zellulose für Papier und Textilien, Dämmstoffe sowie Holzersatz herstellen. Pektin kann auch aus den Fruchtkörben extrahiert werden. Aus Blütenblättern der Sonnenblume lässt sich ein gelber Farbstoff gewinnen. Das Stängelmark der Sonnenblume weist ein sehr niedriges spezifisches Gewicht (0,2228 g/cm³) auf und eignet sich daher sehr gut zur Herstellung von Lebensrettungsmaterialien (Schwimmkörpern). Die Stängel selbst enthalten recht viel Kalium, daher werden sie auch zur Pottascheherstellung verarbeitet (BECKER und JOHN, 2000). In früheren Jahren wurde auch Kautschuk aus der Sonnenblume gewonnen und genutzt (FRANKE, 1997).

Zur Botanik

Die Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.) gehört der Familie der Kompositen an. Die Systematik in der Gattung *Helianthus* ist schwierig, da es eine große Vielfalt von Formen gibt (SCHUSTER, 1985, 1992; FRANKE, 1997; BECKER und JOHN, 2000).

Die Sonnenblume stammt aus der Neuen Welt (aride Gebiete Nordamerikas); vom Habitus her ist sie eine einjährige, krautige Staude. Sie besitzt ein flaches, stark verzweigtes Wurzelsystem. Die markgefüllten Stängel erreichen je nach Sorte und Varietät eine unterschiedliche Höhe von 50 cm bis über 400 cm. Die Blätter sind wechselständig angeordnet; ihre Spreiten sind groß, herzförmig oder dreieckig, rau und behaart. Die Verzweigung der Sonnenblume, wie sie bei Wild- und Zierformen häufig vorkommt, ist für die Kornnutzung unerwünscht, da die Erträge bei einkorbigen Formen meistens höher sind.

Die Sonnenblume hat einen besonders großen Blütenstand; er ist ein endständiger, großer, scheibenförmiger Blütenkorb (von 5 bis 50 cm Durchmesser), der 800 bis 3000 Röhrenblüten enthalten kann. Am Rande des Blütenkorbes befinden sich große, goldgelbe, sterile Zungenblüten (Schauapparat).

Die Sonnenblume ist ein Fremdbestäuber. Nach vorwiegender Insektenbestäubung gehen aus den Röhrenblüten einsamige Nussfrüchte (Achänen) hervor. Von Natur aus ist die Sonnenblume eine Kurztagpflanze, d. h., dass in nördlichen Breiten nur eine angepasste Form mit geringer Kurztagreaktion bzw. Tagneutralität oder gar mit Langtagcharakter zur Blüte kommt und Höchstserträge bringen kann (SCHUSTER, 1985, 1992; FRANKE, 1997; BECKER und JOHN, 2000).

Frucht (Achäne)

Die Größe der Frucht nimmt innerhalb des Fruchtstandes von den Randpositionen zur Korbmitte hin ab. Die Frucht besteht aus der Fruchtschale (Perikarp) und dem Samen. Der Same setzt sich aus Samenschale, Endosperm und Embryo zusammen. Samenschale und Endosperm sind miteinander verbunden. Der Embryo besteht aus den mächtigen Kotyledonen, die den Vegetationspunkt und die kleine Radicula umschließen. Die Kotyledonen bestehen aus mehrreihigen Schwamm- und Palisadenparenchymzellen, die neben Öl größere Aleuronkörner enthalten (DIEPENBROCK et al., 1999).

Zur Erzielung hoher Samenerträge ist stets auf einen gleichmäßigen Achänenbesatz des ganzen Blütenkorbes einer jeglichen Sorte zu achten. Bezüglich der Form der Achänen bzw. der Samen kann man verschiedene Typen unterscheiden. Die Typen mit großen Achänen dienen der menschlichen Ernährung; sie unterscheiden sich von den Ölsorten wesentlich. Neben der Fruchtgröße ist der Schalenanteil für die Verwertung und Ölausbeute bedeutungsvoll. Formen mit niedrigem Schalenanteil haben meist den höchsten Samenertrag. Der Ölgehalt schwankt im Samen zwischen 12 und 65 %. Kleine, spezifisch schwere Samen mit geringem Schalenanteil korrelieren meistens mit einem hohen Ölgehalt (HERTZSCH, 1970; SCHUSTER, 1985, 1992). Mit Hilfe der Gentechnik gelang es, Sonnenblumengenotypen mit Ölsäuregehalten von über 90 % zu züchten (INFO-DIB, 2001).

Allgemeiner Anbau

Die Sonnenblume wird hauptsächlich in Süd- und Südwestdeutschland zur Ölgewinnung angebaut. Als Futterpflanze ist sie weit verbreitet. Im Zwischenfruchtanbau ist sie auch in Nord-, West- und Ostdeutschland zu finden. Die Sonnenblume entwickelte sich in den letzten Jahrzehnten zu einer bedeutenden Ölpflanze. Im Jahr 2001 wurden in Deutschland 7500 ha mit Hoch-Ölsäure-haltigen (HO) Sonnenblumen bestellt, in der EU waren es ca. 190000 ha (MORGNER, 2002).

Klima- und Bodenansprüche

Die Sonnenblume hat aufgrund ihres intensiven, weit verzweigten Wurzelsystems ein hohes Aneignungsvermögen für Bodenwasser, so dass sie mit relativ wenig Niederschlägen auskommt und infolgedessen weniger Dürreschäden zeigt, als es z. B. bei Mais der Fall ist.

Sie bevorzugt nährstoffreiche, warme, sonnige und mäßig trockene Standorte. Von besonderer Bedeutung für die Ertragshöhe sind Wärme und Trockenheit im Juli sowie Mitte August bis Mitte September. Die Sonnenblume benötigt zum Ausreifen der Körner trockene Regionen, in denen bei geringer bzw. niedriger Luftfeuchtigkeit warme Sommer- und Herbstmonate vorherrschen. Vorgebirgs-

und Küstenlagen mit hohen Niederschlägen sind für den Anbau von Sonnenblumen ungeeignet. Demgegenüber lässt sich in Weinbauregionen der Sonnenblumenanbau recht gut durchführen.

An die Bodenart stellt die Sonnenblume keine allzu hohen Ansprüche, sofern der Kulturzustand der Böden gut ist. Empfindlich reagiert sie auf Bodenverdichtungen. Am besten geeignet sind lehmige Sandböden und milde Lehm Böden (AUTORENKOLLEKTIV, 1963; SCHUSTER, 1985; FRANKE, 1997; DIEPENBROCK et al., 1999; BECKER und JOHN, 2000).

Vorfrucht/Fruchtfolge

An die Vorfrucht stellt die Sonnenblume keine besonderen Ansprüche. In der Fruchtfolgestellung wird sie nach Getreide, Mais und Hackfrüchten angebaut, sofern der Strukturzustand des Bodens eine tiefe Durchwurzelung zulässt. Raps, Leguminosen und Sonnenblumen selbst als Vorfrucht sind ungeeignet. Leguminosen würden sich bei der Nachfrucht Sonnenblume wegen der hohen N-Restmengen reiferverzögernd auswirken. Raps, Sojabohnen, Sonnenblumen, Tabak und einige Gemüsearten scheiden als Vorfrucht aus, weil sie Wirtspflanzen von einer Reihe von Erregern sind, die, wie z. B. *Sclerotinia sclerotiorum* und *Botrytis cinerea*, auch die Sonnenblumen befallen. Zu diesen Fruchtarten sollten Anbaupausen von 5 bis 6 Jahren eingehalten werden.

Der Vorfruchtwert der Sonnenblume ist wegen ihrer starken Beanspruchung des Wasser- und Nährstoffhaushaltes im Boden gering. Die Sonnenblume entzieht ihrerseits dem Boden große Mengen Wasser und besonders Kalium. Bei den Nachfrüchten ist stets mit Sonnenblumendurchwuchs zu rechnen, der bei Hackfrüchten, insbesondere bei der Nachfolgefrucht Zuckerrübe durch Herbizidapplikationen schwer unter Kontrolle zu bringen ist (DIEPENBROCK et al., 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001).

Bodenbearbeitung vor der Saat

Zur Saatbettbereitung erfolgt bereits im Herbst eine mitteltiefe Pflugfurche; es ist darauf zu achten, dass jegliche Bodenverdichtung und Verschlammung insbesondere auf Lössböden zu vermeiden sind. Zur Bestellung sollte der Boden im Frühjahr wassersparend zubereitet werden. Für die Aussaat der Sonnenblume wird ein mittelfeines Saatbett hergerichtet (DIEPENBROCK et al., 1999).

Sortenwahl

Zur Zeit stehen 10 zugelassene Sonnenblumensorten für den Anbau als nachwachsender Rohstoff zur Verfügung. In der Beschreibenden Sortenliste 2002 vom Bundessortenamt sind Teileigenschaften wie Blühbeginn, Reife, Pflanzenlänge, Lagerneigung, Anfälligkeit für *Botrytis cinerea* und *Sclerotinia sclerotiorum*, Tausendkornmasse, Kornertrag, Ölertrag und Ölgehalt der einzelnen Sorten mit aufgeführt (BSA, 2002).

Die Pflanzenhöhe der Sonnenblume ist sehr variabel und schwankt zwischen 50 und 400 cm. Für den Anbau als Ölsonnenblume ist hoher Wuchs nicht erwünscht, da hochwachsende Sorten in der Regel bis zur Reife eine längere Wachstumsperiode benötigen und außerdem stärker unter Windbruch leiden. In nördlichen Gebieten sind Kälteresistenz und Frostresistenz wichtige Eigenschaften, welche die Sonnenblumengenotypen aufweisen sollten.

Von entscheidender Bedeutung für den Ertrag einer Sonnenblumensorte sind Standfestigkeit und Stängelbruchfestigkeit, die von mehreren Teileigenschaften wie Sprosslänge, Stängeldicke, Internodienlänge, Stängelfestigkeit, Einlagerung von Zellulose, Wurzelentwicklung und Gewicht des Korbes abhängt (HERTZSCH, 1970; SCHUSTER, 1985, 1992).

Zur Ölgewinnung sollten die Sonnenblumensorten unverzweigt sein, weil sie dann gleichmäßiger abreifen und meist höhere Erträge bringen. Größe und Form des Blütenkorbes einer Sorte bestimmen die Höhe des Ertrages mit. Die Korbgröße, -haltung, -form und -dicke sind Teileigenschaften eines Genotyps, die für die Abreife, die Verhinderung von Vogelfraß und die späteren Krankheiten sowie bei der Beerntung mit dem Mähdrescher von Bedeutung sein können. Am geeigneten scheinen Sorten zu sein, die keine zu großen Körbe, eine geneigte Korbhaltung von 15 bis 65 % und zugleich flache, abgerundete und wasserabweisende Körbe haben (HERTZSCH, 1970; SCHUSTER, 1985, 1992).

Saat/Aussaat

Der Saattermin der Sonnenblume sollte zwischen dem der Zuckerrübe und dem des Mais liegen. Aufgrund ihrer langen Vegetationszeit ist die Saat der Sonnenblume so früh wie möglich in den Boden zu bringen. Sehr früh aufgelaufene, weit entwickelte Sonnenblumenpflanzen (6- bis 8- Blattstadium) reagieren allerdings sehr empfindlich auf Spätfröste (ab $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Dabei werden die Vegetationspunkte geschädigt; es kommt später zur Verzweigung der Sonnenblume. In spätfrostgefährdeten Lagen ist die Aussaat der Sonnenblume auf Mitte April zu verlegen.

Bei der Aussaat selbst ist darauf zu achten, dass die Saatablage gleichmäßig und flach in etwa 2 – 3 cm Tiefe erfolgt, um einen gleichmäßigen, schnellen Aufgang der Sonnenblumen zu gewährleisten.

Da die Bestandesdichte einen Einfluss auf die Ertragskomponenten und auf die Morphologie der Sonnenblumen ausübt, ist die Aussaatmenge im Sonnenblumen-Anbau so zu bemessen, dass eine sichere Ernte und möglichst ein Höchstertag erzielt werden kann. In Abhängigkeit von der Wasserversorgung werden auf leichten, trockenen Böden 5 Pflanzen /m² und auf sehr guten Standorten 7 Pflanzen /m² angestrebt. Die Reihenweite wird durch die auf dem Betrieb vorhandene technische Ausstattung bestimmt; sie schwankt zwischen 40 und 60 cm. Auf sehr leichten Böden ist der weitere Reihenabstand zu empfehlen (GEISLER, 1988; DIEPENBROCK et al., 1999).

Düngung

Die Sonnenblumen haben ein recht großes Nährstoffaneignungsvermögen. Die N-Düngung ist dem zu erwartendem Ertrag anzupassen. Zudem kommt bei einer hohen N-Gabe hinzu, dass häufig die Standfestigkeit und die optimale Abreife der Sonnenblumen nicht mehr gegeben sind. Darüber hinaus werden bei zu hohen N-Gaben das Krankheitsrisiko erhöht und der Ölgehalt gesenkt. Auf leichten Böden hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die N-Düngung aufzuteilen. Die erste N-Gabe ist zur Saat vorzunehmen und die zweite sollte bei einer Wuchshöhe von 15 cm erfolgen; insgesamt sind bis zu 120 kg N (einschließlich N_{min}) ausreichend. Organische Dünger, wie z. B. Gülle und Stallmist kommen wegen der unsicheren, reifeverzögernden Wirkung nicht in Betracht.

Vor der Saat ist ausreichend mit Phosphorsäure und Kali zu düngen. Die Bemessung der Grunddüngermengen richtet sich nach den Nährstoffgehalten in den Böden. Im Sonnenblumen-Anbau ist eine Düngung von 80 kg P₂O₅ /ha und bis 160 kg K₂O /ha als Kaliumsulfat bei einer Versorgungsstufe C zu empfehlen. Das Gleiche gilt auch für die Kalkdüngung. Gerade auf leichten Böden ist auf eine ausreichende Kalkung zu achten.

Für die Chlorophyllbildung der Sonnenblume ist eine Mg-Düngung zweckmäßig, zu empfehlen wären 18 bis 35 kg Mg/ha. Auf Bormangel reagiert die Sonnenblume empfindlich, daher ist eine Bordüngung unerlässlich. Dabei sollte zumindest der Grenzwert von 30 ppm Bor im Blattgewebe erreicht werden (DIEPENBROCK et al., 1999).

Pflanzenschutz

Unkrautbekämpfung

Die Unkrautbekämpfung im Sonnenblumen-Anbau beginnt bereits mit der Saattbettbereitung. Die Aussaat der Sonnenblume sollte auf unkrautfreien Feldschlägen erfolgen. Der Pflanzenbestand ist bis zu 40 Tage nach der Saat unkrautfrei zu halten. Dies kann durch mechanische Unkrautbekämpfung (durch Hacken) ab 10 cm Pflanzenhöhe bzw. bei einer Wuchshöhe von 30 cm kurz vor dem Reihenschluss erfolgen.

Bei der Unkrautbekämpfung im Sonnenblumen-Anbau, soweit sie für die Kornerzeugung durchgeführt wird, können Herbizide im Voraufbau und im Nachaufbau appliziert werden. Dabei sind breitblättrige Unkräuter mit Herbiziden nur vor der Saat zu bekämpfen, während die Schradgräserbekämpfung noch im Nachaufbau möglich ist. In Kombination mit mechanischen Verfahren wird auf die Bandspritzung zurückgegriffen (GEISLER, 1988; DIEPENBROCK et al., 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001; BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT (BBA), 2002).

Nichtparasitäre Krankheiten

Durch Umwelteinflüsse wie Frost, Hagel und häufige Niederschläge sowie durch Nährstoffmangel können im Sonnenblumen-Anbau Schäden auftreten. In Tabelle 1 sind nichtparasitäre Krankheiten und deren Bekämpfung aufgeführt.

Tab. 1 Nichtparasitäre Krankheiten

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Vermeidung/ Bekämpfung	Autoren
<u>Spätfröste im Frühjahr</u>	Frühgesäte Sonnenblumen reagieren empfindlich auf Spätfröste im Frühjahr (bis -5°C), es kommt zur Verzweigung der Pflanzen. Der Ertrag ist nicht mehr gesichert.	Anbau von Sonnenblumen in geeigneten Lagen. Zu frühe Aussaat vermeiden. Anbau kältetoleranter Sorten.	SCHUSTER, 1985
<u>Stauende Nässe</u>	Hohe Niederschläge auf sehr schweren Tonböden führen zur Vergilbung und letztendlich zum Absterben der Sonnenblumen.	Anbau der Sonnenblumen auf geeigneten Böden (lehmige, humose Sandböden und Lehm Böden). Drainagen der Böden in Ordnung bringen.	RODER, 1990
<u>Anhaltende Feuchtigkeit während der Reifezeit</u>	Anhaltende Niederschläge verhindern die Abreife; es kommt zur Fäulnis in den Sonnenblumenkörben.	Anbau von Sonnenblumen auf geeigneten Standorten (trockene Lagen). Anbau von Sonnenblumengenotypen mit kleineren, neigenden und regenabweisenden Körben	RODER, 1990
<u>Bormangel</u>	B-Mangel kann bei Sonnenblumen zum Absterben der Vegetationspunkte führen; Stängel sind verdickt und brüchig, Blüten- und Fruchtbildung ist gehemmt.	Bordüngung.	RODER, 1990
<u>Kupfermangel</u>	Cu-Mangel äußert sich bei Sonnenblumen in graugrünen Verfärbungen, Vertrocknen der Blattspitzen und hängenden Blattspreiten, gehemmte Blütenentwicklung.	Kupferdüngung.	RODER, 1990
<u>Manganmangel</u>	Zwischen den Blattadern sind Aufhellungen erkennbar, die sich mit anhaltender Erkrankung zu kleinen nekrotischen Flecken ausweiten.	Mangandüngung.	RODER, 1990
<u>Zinkmangel</u>	Unzureichende Zinkversorgung führt zum Absterben der Blätter von der Blattspitze her; gestauchter Wuchs der Pflanzen mit aufgehellten kleineren Blättern.	Zinkdüngung.	RODER, 1990

Pilzliche Schaderreger

Die Sonnenblume wird von einer Vielzahl pilzlicher Schaderreger befallen (Tabelle 2), die zu einem Teil auch im Rapsanbau anzutreffen sind. Die bedeutendsten Krankheitserreger sind *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea* und *Verticillium dahliae*. Aufgrund des Krankheitsrisikos sollten Sonnenblumen nicht unmittelbar nach Raps angebaut werden. Um das Infektionspotenzial im Boden zu mindern, ist nach der Frucht Sonnenblume stets eine sorgfältige Bodenbearbeitung vorzunehmen. Weite Fruchtfolgen und Anbaupausen von 5 bis 6 Jahren sind notwendige Voraussetzungen für eine wirkungsvolle Bekämpfung der pilzlichen Krankheiten im Sonnenblumen-Anbau. Um Fungizide einzusparen, besteht die Möglichkeit, gegenüber bestimmten Pilzkrankheiten resistente Sonnenblumensorten anzubauen.

Tab. 2 Pilzliche Krankheiten

Krankheit/ Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Stängel- und Kopffäule</u> <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	<i>S. sclerotiorum</i> richtet im Sonnenblumen-Anbau starke Schäden durch Stängelfäule im Knospenstadium an, so dass dies zum totalen Absterben der Pflanzen führen kann. Während der Abreife ruft die Kopffäule einen Zerfall des Fruchtkorbes und folglich ein Ausfallen der Früchte hervor. Die Stängel- und Kopffäule tritt bei der Sonnenblume vor allem in kühleren und feuchten Gebieten auf. Der Erreger ist auf vielen Kulturpflanzen pathogen und kann die Sonnenblume in allen Wachstumsstadien befallen.	Anbau von Sonnenblumen auf geeigneten Standorten. Weite Fruchtfolgen; sorgfältige Stoppelbearbeitung. Anbau resistenter Sorten. Biologische Bekämpfung durch den Pilz <i>Coniothyrium minitans</i> .	SCHUSTER, 1985; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; SCHÖBER-BUTIN et al., 1999
<u>Grauschimmel</u> <i>Botrytis cinerea</i>	Blätter, Blütenknospen und reife Fruchtkörbe der Sonnenblume werden vom Grauschimmel befallen. In nördlichen, feuchten Gebieten tritt diese Krankheit verstärkt auf. Der Schaden ist jedoch geringer, als es durch <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> der Fall ist.	Sorgfältige Stoppelbearbeitung; geeignete Fruchtfolgen. Anbau wenig anfälliger Sorten. Geringe Bestandesdichte kann befallsmindernd wirken.	SCHUSTER, 1985; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; SCHÖBER-BUTIN et al. 1999
<u>Sonnenblumenrost</u> <i>Puccinia helianthi</i>	Sonnenblumenrost ist weit verbreitet; hohe Ertragsverluste treten in Südosteuropa auf. Typische Rostsymptome sind orange bis gelbliche Blatflecke auf allen Pflanzenorganen, in denen Spermogonien und Aecidien gebildet werden; später entstehen braune, ausstäubende Uredolager, im Herbst sind auf seneszenten Gewebe dunkelbraune Teleutolager zu finden.	Anbau resistenter Sonnenblumensorten.	SCHUSTER, 1985; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; SCHÖBER-BUTIN et al., 1999
<u>Verticillium-Welke</u> <i>Verticillium dahliae</i>	Der Pilz <i>V. dahliae</i> verursacht zur Blütezeit starke Gelbfärbungen der Sonnenblumenblätter, die später absterben. Die Welkesymptome setzen sich zur Blüte hin fort, an den Stängeln bilden sich streifenartige Verfärbungen, das Gewebe stirbt letztendlich ab. In wärmeren Regionen ist eine Zunahme dieser Krankheit festzustellen.	Weite Fruchtfolgen; längere Anbaupausen mindern die Befallsrisiken.	SCHUSTER, 1985; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; SCHÖBER-BUTIN et al., 1999
<u>Phomopsis-Stängelfäule</u> <i>Phomopsis helianthi</i>	Diese Krankheit tritt verstärkt in den Balkanländern auf. Als auffälligste Symptome bilden sich zunächst an den Blattansatzstellen nekrotische Flecke, die sich sehr schnell auf größere Stängelflächen ausdehnen, das Gewebe wird später dunkelbraun bis schwarz; nach Gewebezestörungen verdorren die oberen Pflanzenteile, Stängelbruch. Der Pilz zerstört des Weiteren Knospen und Blüten und verursacht dadurch hohe Ertragsausfälle. Feuchtwarme Witterung begünstigt diese Krankheit.	Sorgfältige Einarbeitung der Pflanzenrückstände; Saattgutbeizung, Anbau wenig anfälliger Sorten; geringe Bestandesdichten mindern den Befall.	SCHUSTER, 1985; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; SCHÖBER-BUTIN et al., 1999
<u>Falscher Mehltau</u> <i>Plasmopara halstedii</i>	Diese Krankheit hat eine weite Verbreitung. In den Balkanländern hat der Falsche Mehltau im Sonnenblumenanbau zu hohen Verlusten geführt. Die Einführung ölreicher Sorten mit hoher Anfälligkeit hat zur Ausbreitung dieser Krankheit wesentlich beigetragen; starke Ertragsverluste und Samen mit geringem Ölgehalt sind die Folgen des Falschen Mehltaus. Bei Befall zeigen die Blätter chlorotische Flecken. Unter feuchten Bedingungen setzt blattunterseits auf den Läsionen die Bildung von Sporangienträgern ein (grauweißer Myzelbelag). Dabei werden die Blütenkörbe ungenügend entwickelt und sie hängen herab; reduziertes Wurzelwachstum. Sekundäre Infektionen durch	Anbau resistenter Sorten.	SCHUSTER, 1985; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; SCHÖBER-BUTIN et al., 1999

Krankheit/ Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Stängelbrand</u> , <u>Schwarzfäule</u> <i>Macrophomina</i> <i>phaseolina</i>	Sporangiosporen (Zoosporen); vereinzelt tritt dabei die Bildung von weißlichen Auflagerungen durch Sporenträger auf. Der Erreger hat einen großen Wirkkreis (über 80 Arten der Korbblütler). Der Stängelbrand tritt in den wärmeren Ländern Europas an Sonnenblumen verbreitet auf und verursacht dort erhebliche Schäden. Der Pilz führt zu dunkelbraunen bis schwarzen Läsionen an den Wurzeln. An der Stängelbasis werden die epidermalen und subepidermalen Schichten silbrig verfärbt (mit aschigem Stängelbrand). Die weitere Ausbreitung des Pilzes erfolgt über die Gefäße im Stängel. In Höhlungen des Marks und in Gefäßen entstehen Sklerotien. Die befallenen Pflanzen bleiben im Wuchs gestaut und reifen vorzeitig ab. Die Körbe sind verdreht und bleiben kleiner. In ihrer Mitte sind blütenfreie Stellen; Samen- und Ölertrag sind reduziert. Der Erreger überdauert mit Sklerotien im Boden. Darüber hinaus hat <i>M. phaseolina</i> einen sehr großen Wirtspflanzenkreis; hohe Temperaturen begünstigen den Pilz.	Kulturmaßnahmen, die auf starke Bewässerung hinzielen.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; SCHÖBER-BUTIN et al., 1999

Bakterien- und Viruskrankheiten

Im Sonnenblumen-Anbau gibt es relativ wenig Bakterien- und Viruskrankheiten, die der Sonnenblume gefährlich werden können. In Tabelle 3 sind die Blattvergrünung (sunflower phyllody), bakterielle Blatt- und Stängelfäulen (*Pseudomonas cichorii* und *Ps. syringae*) und das Sonnenblumenmosaik (sunflower mosaic disease) aufgeführt und erläutert.

Tab. 3 Bakterien- und Viruskrankheiten

Krankheit/ Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Bakterielle Blatt- und Stängelfäulen</u> <i>Pseudomonas cichorii</i> ; <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>helianthi</i>	An Blättern und Stängeln erscheinen verteilte Nekrosen, zunächst punktförmig, später zusammenfließend. Über Schäden liegen noch keine Ergebnisse vor.	Nicht bekannt.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Blattvergrünung</u> <i>Sunflower phyllody</i>	Auffällige Symptome entstehen an Blüten durch Deformationen der Zungenblüten, die z. T. vergrünt oder nicht ausgebildet sind. Die Röhrenblüten entwickeln sich zu sprossähnlichen Gebilden. – Ursache dieser Symptome sind Phytoplasmen, die durch Zikaden-Arten übertragen werden (Zwergzikaden).	Vektorenbekämpfung.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Sonnenblumenmosaik</u> <i>Sunflower mosaic disease</i>	Dieses Virus verursacht ein Blattmosaik, später erscheinen Blattnekrosen und letztendlich sterben die oberen Pflanzenorgane ab. Seine sehr schnelle Ausbreitung im Sonnenblumenbestand lässt auf Übertragung durch Vektoren schließen. Als Erreger von Mosaiksymptomen an Sonnenblumen sind nachgewiesen: Luzerne Mosaikvirus (AMV), Tabakmauche-Virus (TRV), Westliches Rübenmosaikvirus (BWYV) und Gurkenmosaikvirus (CMV).	Vektorenbekämpfung.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999

Tierische Schädlinge

Bei zunehmendem Sonnenblumen-Anbau ist damit zu rechnen, dass auch verstärkt Schädlinge auftreten (Tabelle 4). Auf Sonnenblumen spezialisierte Nematoden sind bisher nicht bekannt. Dennoch ist die Sonnenblume für zahlreiche polyphage Nematodenarten eine wichtige Wirtspflanze. Hierzu zählen das Nördliche Wurzelgallenälchen (*Meloidogyne hapla*), das Javanische Wurzelgallenälchen (*M. javanica*) und Wandernde Wurzel nematoden aus der Gruppe *Trichodoridae* (DECKER, 1969, zit. bei RODER, 1990). Aufgang und Keimlinge der Sonnenblume können durch starkes Auftreten von Drahtwürmern, Engerlingen, Collembolen und Tausendfüßlern gefährdet werden. Bis nach der Blüte werden Sonnenblumenpflanzen häufig von verschiedenen Blattläusen befallen. Bei stark auftretendem Blattlausbefall sollten Insektizideinsätze nach dem Schwellenprinzip erfolgen. Sonnenblumen-Felder an Siedlungen, an Wäldern und an Knicks sind häufig durch Vögel (Grünfinken, Haussperlinge, Kohlmeisen, Ringeltauben, Rabenkrähen u. a.) gefährdet, dies sollte schon im Anbau berücksichtigt werden. Eine Bekämpfung der Vögel wird nicht in Erwägung gezogen.

Tab. 4 Tierische Schädlinge

Schädlinge	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Ackerschnecken</u> <i>Deroceras</i> spp.	siehe Zuckerrübe und Raps.	siehe Zuckerrübe und Raps.	
<u>Maikäfer</u> <i>Melontha</i> spp.	Engerlinge befressen Wurzeln der Sonnenblumen, so dass die Pflanzen zunächst welken und dann umfallen.	siehe Zuckerrüben und Raps.	SCHÜTTE, 1983
<u>Saatschnellkäfer</u> <i>Agriotes</i> spp.	Im Anbau nach Grünlandumbruch treten in den Saatreihen der Sonnenblumen Fehlstellen auf. Blätter oder ganze Pflanzen trocknen ein und sterben ab; die Wurzeln werden von den Drahtwürmern abgeissen oder beschädigt, auch unterirdische Stängelteile werden angefressen. Im Boden befinden sich zu diesem Zeitpunkt hellgelbe oder bräunlich, gegliederte, harte Käferlarven.	Einsatz von Insektiziden möglich.	SCHÜTTE, 1983
<u>Kleine Pflaumenblattlaus</u> <i>Brachycaudus helichrysi</i>	In Westeuropa wurden wiederholt stärkere Saugschäden durch Massenauftreten der Kleinen Pflaumenblattlaus an jungen Sonnenblumenpflanzen festgestellt. Als Winterwirte dieser Blattlausart kommen <i>Prunus</i> -Arten in Frage. Gelegentlich treten auch schwarze Läuse aus der <i>Aphis fabae</i> -Gruppe an Stängeln, Blättern und Blütenköpfen der Sonnenblumen auf.	Einsatz von Insektiziden möglich.	RODER, 1990; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Maiszünsler</u> <i>Ostrinia nubilalis</i>	Die Raupe des Maiszünslers ist ein typischer Stängelschädling; Fraßgänge im Stängel, äußerlich sind am Stängel Bohrlöcher und Bohrmehl zu finden.	siehe Mais.	RODER, 1990
<u>Sonnenblumenmotte</u> <i>Homoeosoma nebulellum</i>	Die Sonnenblumenmotte ist weit verbreitet. Ihre schmutzigrün bis gelblich aussehende Raupe überwintert im Boden; die Falter treten zur Blütezeit in Erscheinung; mehrere Generationen. Schäden werden an den Blütenkörben verursacht. In Frankreich wurden eine Reihe von Parasitoidenarten nachgewiesen. Mit Licht- und Pheromonfallen kann die Flugaktivität von <i>H. nebulellum</i> kontrolliert werden.	Sorgfältige Bodenbearbeitungen nach der Kultur Sonnenblumen, Beseitigung aller Ernterückstände. Bekämpfung der Disteln. Frühe Aussaat. Anbau resistenter Sonnenblumengentypen.	SCHÜTTE, 1983; RODER, 1990; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Rübenzünsler</u> <i>Loxostege sticticalis</i>	Eirauen des Rübenzünslers skelettieren die Blätter der Sonnenblume; später fressen die Raupen ganze Blätter und Stängel.	Einsatz von Insektiziden möglich.	Schütte, 1983

Ernte

Wachstum und Entwicklung der Sonnenblume sind mit Erreichen der physiologischen Reife abgeschlossen. Dies ist der Fall, wenn die maximale Trockenmasse erreicht ist. Zu diesem Zeitpunkt haben die Samen den höchsten Ölgehalt.

Niederschläge im September gefährden häufig die Ernte insofern, dass Pilze und Fäulnis Sonnenblumenkörbe und -pflanzen befallen und kranke Körbe und Stängel vorzeitig ab- bzw. umknicken. Die Ernte der Sonnenblumen beginnt – Mitte September – wenn die Korbunterseite eine gelb-braune Färbung zeigt. Zu dieser Zeit sterben die Blätter ab und die Blütenblätter lösen sich. Das Erntegut sollte eine Druschfeuchte von nicht mehr als 15 % aufweisen. Für die Ernte sind spezielle Einrichtungen und Einstellungen am Mähdescher notwendig, um Ertragsverluste und Verletzungen an Samen zu vermeiden. Zur Beerntung der Sonnenblumenfelder eignen sich auch umgerüstete Maispflückmaschinen. Die Ertragsersparnis liegt heutzutage bei 40 dt/ha Fläche.

Zur Lagerung bedarf das Erntegut meistens noch einer Nachdrehung. Die Sonnenblumensamen sind lagerfähig, wenn sie eine Samenfeuchte von nur 8 % aufweisen (DIEPENBROCK et al., 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS UND HANNOVER, 2001).

Zusammenfassung

Seit Mitte der 90er Jahre werden High-Oleic-Sonnenblumensorten als nachwachsende Rohstoffe für die Herstellung von Kosmetika, Lacken sowie Wachsen und Reinigungsmitteln angebaut. Dazu eignen sich besonders Sonnenblumensorten mit sehr hohen Ölsäuregehalten (über 90 %).

Da der Anbau von Sonnenblumen hinsichtlich Ertragsfähigkeit und Ertragssicherheit nach wie vor noch mit gewissen Risiken verbunden ist, wird in der vorliegenden Arbeit versucht, durch Hinweise und Empfehlungen zu Klima- und Standortansprüchen, geordneten Fruchtfolgen, richtigen Vorfrüchten, geeigneter Sortenwahl sowie zu neuzeitlichen Produktionstechniken und zu integriertem Pflanzenschutz die Anbaurisiken im Sonnenblumenanbau zu minimieren. Entscheidend für die Herstellung der o. a. Produkte ist, dass stetig qualitativ einwandfreie, nachwachsende Rohstoffe vom Acker geliefert werden.

Literatur

- ANONYM (2002a): HO-Sonnenblumenöl: die Nische wird größer – Marktchancen ölsäurereicher Pflanzen als Rohstoffe. DLZ – Die landwirtschaftliche Zeitschrift Agrarmagazin mit Agrarmarkt 2, 56-58.
- ANONYM (2002b): Abfahren auf Sonnenblumen. DLG-Mitteilungen 5, S.9.
- BECKER, K., JOHN, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa – Sonnenblume. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 255-256.
- BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, Bundesrepublik Deutschland (BBA) (2002): Pflanzenschutzmittelverzeichnis Teil 1 – Ackerbau, Wiesen und Weiden, Hopfenbau – Nichtkulturland. Saphir Verlag, Ribbesbüttel, 50. Auflage, 1-364.
- BUNDESSORTENAMT (BSA) (2002): Beschreibende Sortenliste für Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig), Hackfrüchte (außer Kartoffel). Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Hannover, 1-260.
- DIEPENBROCK, W., FISCHBECK, G., HEYLAND, K.U., KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau – Sonnenblume -. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 3. Aufl., 279-289.
- DIB (2001): BIOTECH (2001): Die wirtschaftliche Bedeutung von Biotechnologie und Gentechnik in Deutschland. Sdr. Frotischer Druck GmbH. 1-43, 24-33 („Die Biotechnologie in der Landwirtschaft“).
- FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde – Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen – Sonnenblume -. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 6. Aufl., 176-177, 446.
- GEISLER, G. (1988): Pflanzenbau – Sonnenblume -. Paul Parey Verlag, 2. Aufl., 349-351.
- HERTZSCH, W. (1970): Sonnenblume. In: W. HOFFMANN, A. MUDRA und W. PLARRE 1970: Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen Bd. 2, Spez. Teil. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 373-383.
- HOFFMANN, G.M., SCHMUTTERER, H. (1999): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Nutzpflanzen – Sonnenblume -. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2. Aufl., 626-632.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER (2001): Nachwachsende Rohstoffe – Möglichkeiten und Chancen für den Industrie- und Energiepflanzenanbau – Sonnenblume -. Sdr. der LWK Weser-Ems und Hannover, 5. Aufl., 44-45.
- MORGNER, M. (2002): Pflanzenproduktion. Wachsender Markt für Ölsäure aus Sonnenblumen. aid-PressInfo 18/02, S.3.

- RODER, W. (1990): Pflanzenschutz in der Landwirtschaft – Sonnenblume -. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 346-350.
- SCHÖBER-BUTIN, B., GARBE, V., BARTELS, G. (1999): Farbatlas Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 203-218.
- SCHUSTER, W. (1985): Sonnenblume. In: W. HOFFMANN, A. MUDRA und W. PLARRE, 1985: Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen Bd. 2, Spez. Teil. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 2. Aufl., 303-317.
- SCHUSTER, W. (1992): Ölpflanzen in Europa – Sonnenblume -. DLG Verlag, Frankfurt a. M., 57-62.
- SCHÜTTE, F. (1983): Sonnenblume. In: K. HEINZE, 1983: Leitfaden der Schädlingsbekämpfung. Bd. III Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau. Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 721-728.

Lein

Linum usitatissimum L.

Der Lein ist eine sehr alte Kulturpflanze, die heutzutage als nachwachsende Rohstoffpflanze wieder geschätzt wird. Der Bedarf an Leinöl bzw. an Leinfasern nimmt in Deutschland ständig zu, so dass der nachwachsende Rohstoff Lein in erheblichen Mengen eingeführt werden muss. Der Lein würde sich für den Anbau in Deutschland durchaus eignen.

Verwendungszweck

Faserlein

Der Faserflachs gewinnt als nachwachsende Rohstoffpflanze an Bedeutung. Genutzt werden vom Lein die zwischen Rinde und Holzteil verlaufenden Bastbündel (Flachsfasern), die aus auffallend langen Zellen bestehen. Fasern des Flachses finden heute zunehmend Anwendung für die Herstellung von hochwertigen Textilien, Papier, Pappe, Zellulose und – neuerdings in der Autoindustrie – von Auto-Formpressteilen. Lein findet auch täglich seine Anwendung in Tragetaschen. Weitere moderne Faserprodukte sind Bauplatten, Mulchplatten, Erosionsschutzmaterialien, Kunststoffersatz, Dämm- sowie Füllstoffe in Autos (BECKER und JOHN, 2000). Darüber hinaus wird Kunststoff auf Flachsbasis hergestellt (Flaxat), der sich für die Sportbootherstellung bestens eignet. Das Naturprodukt Flachs ist leichter und billiger als Glasfasern, die im Kunststoffbau für die Festigkeit sorgen; aus diesen Gründen dürfte es sich in naher Zukunft als Baumaterial durchsetzen (ANONYM, 2001). Dämmstoffe aus Flachsfasern gehören heute zu den dämmungsfähigen Erzeugnissen aus nachwachsenden Rohstoffen. Als baurechtlich zugelassene und ständig überwachte Produkte erfüllen sie alle Ansprüche hinsichtlich des Wasserbinde- und Brandverhaltens. Dämmstoffe aus Flachs verursachen keine Hautreizungen, stauben nicht mehr als andere Naturmaterialien und sind insofern problemlos zu verarbeiten (C.A.R.M.E.N. et al., 2000).

Öllein

Öllein liefert ein hochwertiges Öl, dessen Glyceride überwiegend aus essenziellen Fettsäuren, nämlich Linol- und Linolensäuren bestehen. Es wird einerseits als Speiseöl verwendet, zum anderen auch für technische Zwecke eingesetzt. Das leicht trocknende Leinöl eignet sich bestens als Grundstoff für Linoleum, Kitt, Schmierseife, Firnis, Lacke, Möbelpolituren, Holzschutzmittel, Druck- und Malerfarben. Es ist besonders für die Herstellung von Naturfarben geeignet. Zudem wird das Leinöl bei der Erzeugung von Papier, Wachstüchern, Lederprodukten, Weichmachern und PVC-Stabilisatoren eingesetzt. Erst kürzlich wurden strahlenhärtbare, lösemittelfreie Schutz- und Dekorationsbeschichtungen für Holz- und Holzersatzstoffe auf Basis des nachwachsenden Rohstoffes Lein entwickelt. Die Anwendung erstreckt sich auf die Bereiche Holz für Möbel und Parkettfußböden, Papier, Leder, Kork und Linoleum. Das Lacksystem auf Basis des Leinöls brachte Ressourceneinsparung gegenüber petrochemischen Rohstoffen von 85 % (DBU, 2001).

Neben Öl enthalten Leinsamen Ballaststoffe (ca. 25 %), Protein (20-25 %) und Schleimstoffe; sie werden in Backwaren verarbeitet. Aufgrund seines hohen Proteingehaltes (20-25 %) lassen sich aus den Pressschrotten hochwertige Futtermittel herstellen. Lein wird von alters her als Heilmittel in der Human- und in der Veterinärmedizin verwendet. Leinöl lindert Schmerzen und unterstützt die Heilung von Schuppenflechten, Hautausschlägen, Gürtelrose und Verbrennungen. Schleimstoffe der Leinsamen sind wichtige medizinische Wirkstoffe, die Schleimhäute vor Reizungen schützen. Leinsamen enthalten reiz- und entzündungshemmende Glukoside (Linamarin, Lotaustralin). Mit Leinsamenaufgüssen lassen sich Halsschmerzen, Husten, Harnwegsinfektionen und Zahnfleischentzündungen bekämpfen. Leinsamen werden weiterhin bei Stuhlträgheit als Abführmittel verabreicht. Leinsamenbreiumschläge nützen auch gegen Eiterbeulen, Furunkel und Brustfellentzündungen (PLARRE, 1985; HORIX und LINDEMANN, 1986; FRANKE, 1997; BECKER und JOHN, 2000).

Geschichtliches

Lein ist eine der ältesten Kulturpflanzen, die vor 6000 bis 8000 Jahren bereits in Ägypten als Faser- und Samenlieferant angebaut wurde. In Europa wurde Lein schon in der Jungsteinzeit von Pfahlbautenbewohnern kultiviert. Im zweiten und dritten Jahrhundert n. Chr. gab es kleinwüchsige Kulturen mit dünnen Fasern. In Deutschland war Lein als Kulturpflanze schon von alters her heimisch. Im Mittelalter bestand bereits eine blühende Flachs-Hausindustrie. Ausgangs des 18. Jahrhunderts trat dann die Baumwolle mit dem Lein in Konkurrenz. Infolgedessen ging der Leinanbau zurück. Im 19. Jahrhundert hatte sich der Leinanbau – aufgrund der Nichteinfuhr der Baumwolle aus Amerika – erholen können (PUTLITZ und MEYER, 1910). Zwischen den beiden Weltkriegen wurde der Anbau des Leines wieder forciert. In den 60er und 70er Jahren kam der Leinanbau durch die Einführung der Kunstfasern in Deutschland ganz zum Erliegen. Und heutzutage ist Lein sowohl als Faser- als auch als Öl-pflanze wieder sehr geschätzt.

Zur Botanik

Lein – auch Flachs genannt – gehört der Familie *Linaceae* (Leingewächse) an, die annähernd 200 Arten umfasst, von denen jedoch nur *Linum usitatissimum* L. eine Bedeutung als Kulturpflanze erlangt hat (SCHUSTER, 1992).

Lein ist ein einjähriges bis zu 150 cm hoch werdendes Kraut mit einer 60 bis 80 cm langen, spindelförmigen Pfahlwurzel. Im oberen Teil ist der Lein wenig verzweigt; die schmal-lanzettlichen und ganzrandigen Blätter sind wechselständig. Der Blütenstand ist eine lockere Trugdolde. Die langgestielten, endständigen Blüten weisen hellblaue ausgebreitete Kronenblätter auf, während die Kelchblätter klein und bewimpert sind. In der Blütezeit – von Juni bis Oktober – öffnen sich über mehrere Wochen täglich um die Mittagszeit neue Blüten. Obwohl Insektenbestäubung die Regel ist, kann bei schlechten Witterungsbedingungen eine Selbstbestäubung nicht ausgeschlossen werden. Nach der Bestäubung entwickelt sich aus einer Blüte eine erbsengroße Kapsel mit 8 bis 10 Samen. Die stark schleimfähigen, abgeplatteten eiförmigen Samen enthalten den ölhaltigen Keimling in einem Endosperm. Die Samen bestehen aus etwa 30 bis 48 % fettem Öl, das reich an ungesättigten Fettsäuren ist. Der Linolensäureanteil kann zwischen 40 und 68 %, der Linolsäuregehalt bis 30 % und der Ölsäuregehalt zwischen 15 und 30 % betragen (AUTORENKOLLEKTIV, 1963; SCHUSTER, 1992; FRANKE, 1997; BECKER und JOHN, 2000).

Im Gegensatz zum Öllein sind beim Faser- oder Ölfaserlein (Kombinationslein) verstärkt die ringförmig angeordneten Leitbündel mit den Faserbündeln ausgebildet, deren Faserzellen im mittleren Teil des Stängels entsprechend der Internodienlänge 2 bis 6 cm lang sind; im oberen Teil aber bis 10 cm Länge erreichen können. Die Vegetationszeit beträgt beim Faserlein 110 Tage, 10 Tage kürzer als beim Öllein (SCHUSTER, 1992; FRANKE, 1997).

Allgemeiner Anbau

Der Leinanbau zur Erzeugung nachwachsender Rohstoffe steckt in Deutschland noch in seinen Anfängen; z. Zt. beträgt die Anbaufläche des Ölleins über 103.000 ha. Der Lein wird für die Fasergewinnung als Faserlein (über 350 ha), zur Leinsaaterzeugung als Öllein und zur Leinsaat- und Kurzfasernerzeugung als Kombinationslein angebaut. Die Nutzungsformen Faserlein und Öllein unterscheiden sich in ihren Klima- und Bodenansprüchen und z. T. in ihrer Produktionstechnik (LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001).

Klima- und Bodenansprüche

Flachs beansprucht mehr Feuchtigkeit für seine Entwicklung als Öllein oder Getreide. In der relativ kurzen Wachstumsperiode müssen die Pflanzen verhältnismäßig große Wassermengen aufnehmen. Infolge seines hohen Wasserbedarfs bevorzugt Faserlein Gebiete mit höheren Niederschlägen wie Küsten- und Gebirgslagen. Die nördlichen Küstengebiete Westeuropas können als die klassischen Anbauggebiete des Faserleins bezeichnet werden. Durch Trockenheit in den Vorsommer- und Sommermonaten wird die Güte der Fasern erheblich beeinträchtigt.

Öllein stellt geringe Ansprüche an die Wasserversorgung und bevorzugt warme, verhältnismäßig trockene Lagen. Er kann noch in Trockengebieten gedeihen, wo Raps, Rüben und Mohn bereits Schwierigkeiten in ihrer Entwicklung haben. Für Öllein können alle trockenen Standorte in Betracht kommen, auf denen der Anbau von Faserlein nicht mehr möglich ist bzw. zu mangelhaften Ernten mit geringer Qualität führt (AUTORENKOLLEKTIV, 1963; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001). Warme Tallagen mit sehr hoher Luftfeuchtigkeit sind insofern ungünstig, da dort anfällige Leinsorten meist vom Mehltau befallen werden (HORIX und LINDEMANN, 1986).

Sowohl Öllein als auch Faserlein wachsen auf fast allen Böden mit Ausnahme auf extrem leichtem Sand und schwerem Ton. Trockene Kalk-, anmoorige Böden und Torfböden sagen ihnen auch nicht zu. Stauende Nässe vertragen beide Leinarten nicht. Auch Böden, die zur Verschlammung neigen, sind ungeeignet. Auf humosen, tiefgründigen, gut durchwurzelbaren, lehmigen Sandböden, sandigen Lehmen bis lehmig tonigen Böden gedeihen die Leinarten am besten, sofern die Bodenfeuchtigkeit und Nährstoffversorgung gewährleistet ist. Die Böden sollten eine gleichmäßige Güte aufweisen.

Für den Faserlein ist die ausreichende Wasserversorgung im Boden bis zur Gelbreife von entscheidender Bedeutung, denn eine unterbrochene Wasserzufuhr bzw. Trockenheit im Boden beeinträchtigt die Faserbildung und -güte des Leins erheblich (AUTORENKOLLEKTIV, 1963; HORIX und LINDEMANN, 1986; DIEPENBROCK et al., 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER, 2000; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001).

Vorfrucht / Fruchtfolge

Lein ist mit sich selbst unverträglich und darf erst nach etwa 6 bis 8 Jahren wieder auf dem gleichen Standort angebaut werden. Bei Nichteinhaltung der weiten Fruchtfolgestellung ist der Leinanbau durch Fruchtfolgekrankheiten (Flachsmüdigkeit; s. Pflanzenschutz) gefährdet. Lein wird häufig nach Getreide als abtragende Frucht angebaut. Als gute Vorfrüchte gelten neben Sommergetreide auch Kartoffeln und Zuckerrüben, die den Boden möglichst unkrautfrei hinterlassen. Als nicht geeignete Vorfrüchte erwiesen sich Leguminosen, Sonnenblumen, Raps und der bereits erwähnte Lein selbst. Nach Erbsen, Klee und Luzerne könnte für die Nachfrucht Lein durchaus Lagergefahr bestehen. Der Lein selbst zählt zu den guten Vorfrüchten für Getreide, insbesondere für den Weizen und stellt damit eine Bereicherung der Fruchtfolge dar (AUTORENKOLLEKTIV, 1963; HORIX und LINDEMANN, 1986; DIEPENBROCK et al., 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER, 2000; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001).

Bodenbearbeitungen zur Saat

Faser- und Öllein verlangen eine fast gartenmäßige Bestellung. Aufgrund ihrer zögernden Jugendentwicklung benötigen sie ein unkrautfreies Feld. Bei lehmigen Böden sollte die Saatfurche schon im Herbst gegeben werden. Im Frühjahr ist ein sorgfältig bearbeitetes, feinkrümeliges, abgesetztes Saatbett herzustellen. Nach einem zeitigen Abschleppen des Ackers werden – soweit erforderlich – Grubber und zur Unkrautvernichtung die Feinegge eingesetzt. Da das Saatgut sehr flach abgelegt wird, sollte die Saatbettbereitung in der obersten Bodenschicht auf 2 bis 3 cm begrenzt sein. Hierzu eignet sich der Einsatz der Kreiselegge. Gegen Bodenverdichtungen sind Faser- und Öllein sehr empfindlich; daher sollte bei stärkeren Verschlammungen im Winter, noch der Schälppflug zur Bodenbearbeitung im Frühjahr herangezogen werden. (AUTORENKOLLEKTIV, 1963; HORIX und LINDEMANN, 1986; DIEPENBROCK et al., 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER, 2000; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001).

Sortenwahl

Die Ausweitung des Leinanbaus im In- und Ausland in den vergangenen Jahren hat dazu beigetragen, dass angepasste und leistungsstarke Leinsorten auf den Markt gekommen sind. In der Beschreibenden Sortenliste vom Bundessortenamt sind eine Reihe von Öl- und Faserleinsorten mit entsprechender Anbaueignung aufgeführt, die der Praxis zur Verfügung stehen (BUNDESSORTENAMT, 2002).

Zur Ölgewinnung sind großsamige Leinsorten mit einer guten Schließfestigkeit der Kapseln entwickelt worden. Vom Öllein werden ein hoher Samen- und Ölertrag pro Flächeneinheit verlangt, wobei der Leinsamen 40 bis 42 % Linolensäuregehalt enthalten sollte. Für Speisezwecke werden gelbsamige Leinsorten bevorzugt, die ein hellfarbiges Öl liefern. Braunsamige Leinsorten werden zumeist als nachwachsende Rohstoffe verwendet. Ölleinsorten sollten eine Kurzstrohigkeit (40 bis 50 cm

Wuchshöhe) und damit eine gute Standfestigkeit aufweisen; gefordert wird auch eine starke Verzweigung und eine schnelle Abreife. Darüber hinaus sollten die Leinsorten eine gute Resistenz gegenüber pilzlichen und tierischen Schaderregern besitzen (PLARRE, 1985; HORIX und LINDEMANN, 1986; DIEPENBROCK et al., 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER, 2000; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001).

Beim Faserlein werden ebenfalls Resistenzen gegen Krankheiten und Schädlinge sowie eine gute Standfestigkeit gefordert; im Vordergrund stehen aber der hohe Fasergehalt, die technische Stängellänge und die leichte Entholzbarkeit als primäre Zuchtziele. Faserleinsorten sollten unverzweigte lange, feine, faserreiche Stängel mit wenig Kapseln aufweisen. Bei der Züchtung des Faserleins wird besonders auf die Faserqualität (Faser- und Zellwanddicke, Lignin- und Pektin Gehalt, Zelllänge) geachtet, wobei die Reißfestigkeit und Dehnung der Faser besondere Berücksichtigung finden.

In neuerer Zeit werden neben den Öl- und Faserleinsorten auch Kombinationsleine gezüchtet, die eine Nutzung sowohl zur Ölgewinnung als auch zur Bastfasererzeugung erlauben (DIEPENBROCK et al., 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001).

Saat/Aussaat

Als Langtagpflanze sollte der Lein frühzeitig zwischen Ende März und spätestens Mitte April ausgesät werden, um Fasern mit bester Qualität und hohen Erträgen erzielen zu können. Bei später Saat bildet der Lein starke Verästelungen und kurze Stängel. Spätsaaten sind häufig der Gefahr eines Befalls durch Erdflöhe ausgesetzt, die den Lein erheblich schädigen können. Frühe Leinaussaaten überstehen auch spätere Trockenheiten am besten und können sich auf leichteren Böden eher etablieren. In spätfrostgefährdeten Lagen ist der Lein erst Mitte April auszusäen. Der Lein wird möglichst flach in einer Saattiefe von 1 bis 2 cm gesät, um einen schnellen und gleichmäßigen Aufgang zu gewährleisten,

Um eine hohe Faserausbeute zu erzielen, ist eine gleichmäßige und dünne Stängelbildung die Voraussetzung; aus diesem Grunde sollte für den Faserlein eine etwas höhere Aussaatmenge empfohlen werden als beim Öllein und dem Kombinationslein. Die Saatstärke richtet sich nach der optimalen Bestandesdichte; sie liegt beim Faserlein bei 800 Pflanzen je 1 m² Fläche, während beim Öllein 200 bis 400 Pflanzen pro 1 m² stehen sollten. Die Reihenweiten haben ebenfalls einen Einfluss auf die Faserausbeute und den Ölertrag; so werden Faserleinsorten im Reihenabstand von 7 bis 10 cm und diejenigen des Öl- und Kombinationsleins mit 15 bis 20 cm Reihenweite ausgesät (HORIX und LINDEMANN, 1986; DIEPENBROCK et al., 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER, 2000; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001).

Düngung

Obwohl der Nährstoffanspruch des Leins nicht allzu hoch ist, muss doch ein ausreichender Nährstoffgehalt an aufnehmbaren Nährstoffen im Boden vorhanden sein. Der Nährstoffbedarf des Leins ist kurz vor der Blütenknospenbildung bis zur Blüte am höchsten. Infolgedessen sollte Stickstoff schon für die Jugendentwicklung in voller Menge und in aufnehmbarer Form zur Verfügung stehen.

Der Mineralstoffentzug des Leins liegt im Vergleich zu anderen Kulturpflanzen recht niedrig; es können durchschnittlich Entzugszahlen von 40 kg N/ha, 20 kg P₂O₅/ha, 60 kg K₂O/ha und 35 kg CaO/ha gerechnet werden. Die anzustrebende Düngermenge muss sich nach den verfügbaren Nährstoffgehalten des Bodens am Standort richten. Flachs ist hinsichtlich der N-Düngung eine extensive Ackerkultur. Faserlein reagiert äußerst empfindlich auf ein zu hohes N-Angebot, so dass im Frühjahr die Feststellung des mineralischen N-Gehaltes im Boden nach N_{min} stets zu kontrollieren ist. Bis zu 70 kg N/ha können dem Faserlein verabreicht werden, aber wegen des Lagerrisikos und der Qualitätsminderungen in der Fasergüte sieht man auch häufig von einer N-Düngung ab; von organischen Düngergaben wie Gülle, Klärschlamm und Stallmist ist abzuraten. Dem Öllein hingegen kann eine einmalige N-Gabe von bis zu 80 kg N/ha vor der Aussaat verabreicht werden, da aufgrund der geringeren Bestandesdichte hier die Lagergefahr vermindert wird. Zudem fördert Stickstoff die Verzweigung und somit den Kapselansatz.

Nach Getreide ist in den meisten Fällen eine Phosphor- und Kalidüngung unerlässlich. Dabei ist Öllein höher mit Phosphorsäure zu düngen, als es bei Faserlein der Fall ist. Die Höhe der Phosphordüngung richtet sich ebenfalls nach den Bodenuntersuchungsergebnissen. Als übliche Düngung wären 80 bis 120 kg P₂O₅ /ha zu verabreichen. Der Phosphordünger soll zur besseren Verfügbarkeit bereits im Herbst eingearbeitet werden. Besonderer Wert ist auf eine ausreichende Kaliumversorgung zu legen. Kali erhöht die Standfestigkeit, fördert die Ausbildung einer guten Faser und wirkt wassersparend. Die Höhe der Kalidüngung wird sich ebenfalls nach den Bodenuntersuchungsergebnissen richten (70 bis 130 kg K₂O/ha). Eine direkte Kalkung kommt nicht in Betracht; bei kalkarmen Böden ist es angebracht, ein bis zwei Jahre vor der Leinbestellung die Kalkung vorzunehmen. Lein verträgt schwach saure Böden im Allgemeinen gut.

Auf eine ausreichende Versorgung mit den Mikronährstoffen Bor, Zink und Schwefel ist zu achten, weil eine Unterversorgung zur höheren Anfälligkeit gegenüber pilzlichen Schaderregern führen kann. Im Leinanbau sind Mikronährstoffgehalte im Boden wie beim Anbau der Zuckerrübe anzustreben. Eine zu hohe Phosphatversorgung verschlechtert beim Lein die Zinkaufnahme und kann dadurch zu höheren Cadmiumgehalten in den Leinsamen führen (HORIX und LINDEMANN, 1986; DIEPENBROCK et al., 1999; ANONYM, 1997; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001).

Pflanzenschutz

Lein ist gegenüber Unkräutern als konkurrenzschwach einzustufen und erfordert daher eine Unkrautbekämpfung. Schädlinge und Krankheiten treten dagegen derzeit noch nicht in den Vordergrund. Erst bei großräumiger Ausdehnung des Leinanbaus ist aber mit einem starken Auftreten von Schadorganismen zu rechnen. Durch Zulassung von Pflanzenschutzmitteln im Rahmen der Lückenindikation wäre ein Anbau von Lein und damit die Erzeugung von einer wichtigen nachwachsenden Rohstoffpflanze gesichert (MÜLLER, 1996).

Unkrautbekämpfung

Die Pflanzenschutzmaßnahmen beginnen bereits bei der Bodenbearbeitung zur Bestellung des Leins. Das Saatbett sollte unkrautfrei sein. Im Jugendstadium des Leins dürfte eine Bekämpfung der inzwischen auflaufenden Unkräuter häufig notwendig sein. Starker Unkrautbesatz im Leinbestand führt nicht nur zu Ertragsverlusten, sondern durch Ernteerschwernisse (Durchwuchs in der Tauröste) zu erheblichen Qualitätsminderungen. Frühere Problemunkräuter und Schmarotzer wie Flachsseide, Leindotter und Leinlolch können heutzutage bei der Saatgutreinigung ausgelesen werden. Durch Vorauf- und Nachaufbehandlungen lassen sich Ungräser wie Flughafener, Windhalm und Ackerfuchsschwanz sowie zweikeimblättrige Unkräuter (Kamille, Disteln u. a.) im Lein ohne weiteres bekämpfen. Sollten später Unkrautbekämpfungen notwendig werden, dann sind Spätbehandlungen vor dem Erscheinen der Blütenknospen noch möglich (HORIX und LINDEMANN, 1986; LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER, 2000).

Nichtparasitäre Krankheiten

Sowohl der Anbau von Faser- als auch derjenige von Öllein können durch nichtparasitäre Krankheiten bzw. Schäden gefährdet werden. Witterungseinflüsse, falsche Standortwahl und Nährstoffmangel können im Leinanbau zu erheblichen Schädigungen führen (Tabelle 1).

Tab. 1 Nichtparasitäre Krankheiten

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Vermeidung/ Bekämpfung	Autoren
<u>Spätfröste</u>	Im Frühjahr leiden junge Leinpflanzen häufig unter Spätfrösten; dabei weisen die Stängelteile unter den Keimblättern zunächst Rötungen auf. Dann schrumpfen die Stängel. Schwer geschädigte Pflanzen knicken um und gehen ein.	Für den Leinanbau Lagen mit Spätfrösten möglichst meiden. Aussaat des Leins erst im April.	HEINZE, 1983; SEIDEL et al., 1983
<u>Stauende Nässe</u>	Wenn Faser- und Öllein auf schweren, tonigen wasserundurchlässigen Böden angebaut werden, dann besteht die Gefahr, dass die Leine durch stauende Nässe eingehen.	Anbau von Lein auf optimalen Böden. Das Dränagesystem der Böden kontrollieren und in Ordnung halten.	

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Vermeidung/ Bekämpfung	Autoren
<u>Hagel</u>	Im Frühjahr kann Hagel Keimpflanzen zerstören; geringere Hagelschäden führen zu Zwiewuchs und zur Neubildung von Trieben aus umgeknickten Pflanzen, die Faserqualität wird vermindert. Ältere Pflanzen weisen nach Hagelschlag an den Schlagwunden Verdickungen auf. Die Faser verliert im Bereich der Hagelwunde an Festigkeit.	Keine. Es sollte stets eine Hagelversicherung abgeschlossen werden.	HEINZE, 1983
<u>Eisenmangel</u>	Fe-Mangel an Flachs äußert sich durch Chlorosen, die in der Regel durch zu hohe Kalkungen des Bodens hervorgerufen werden.	Eine ausgewogene Düngung und Verbesserung der Humusversorgung.	HEINZE, 1983
<u>Bormangel</u>	B-Mangel bei Flachs zeigt sich durch gelbliche Verfärbungen der Sprossspitzen, gestauchten Wuchs im oberen Teil des Triebes mit rosettenartigem Wuchs der Spitzenblätter, die verformt und nach unten geneigt sind. Ältere Blätter haben ein aufgehelltes, blassgrünes Aussehen. Die Blütenstände weisen verkrümmte Blüten auf; die Kapseln sind zumeist taub. Bormangel beeinträchtigt die Faserqualität.	Rechtzeitige Bordüngung vornehmen.	HEINZE, 1983
<u>Zinkmangel</u>	Durch zu hohe Phosphatgaben wird beim Lein die Zinkaufnahme gestört, stattdessen tritt das giftige Schwermetall Cadmium in die Pflanze bzw. in den Leinsamen ein.	Ausgewogene Phosphatdüngung.	ANONYM, 1997; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS u. HANNOVER, 2001

Pilzliche Krankheiten

Die wichtigsten Krankheiten des Leins sind Fruchtfolgekrankheiten; sie können den Leinanbau zum totalen Erliegen bringen. Da der Lein mit sich selbst unverträglich ist, trägt nur eine weitgestellte Fruchtfolge (mindestens 6 bis 7 Jahre) zur Gesunderhaltung der Leinbestände bei. Sowohl Faser- als auch Öllein können leicht durch samen- und bodenbürtige Erreger beim Keimen und Auflaufen befallen und in ihrer Entwicklung beeinträchtigt werden. Aus diesem Grund sollte nur gebeiztes Saatgut zur Aussaat kommen. Dazu stehen geeignete Beizmittel zur Verfügung (BBA, 2002). Mit Zunahme des Leinanbaus muss mit einem verstärkten Auftreten von weiteren Krankheitserregern wie *Colletotrichum* (Erreger der Flachsanthraknose), Flachsrost, *Verticillium*, *Alternaria*, Echter Mehltau u. a. gerechnet werden (s. Tabelle 2).

Tab. 2 Pilzkrankheiten

Krankheit / Erreger	Symptome und Biologie	Bekämpfung	Autoren
<u>Keimlingskrankheiten</u> <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Colletotrichum lini</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lini</i>	Die nebenstehenden Krankheiten können gleichzeitig bei besonders ungünstigen Bodenverhältnissen (Verschlammung) große Schäden beim Lein anrichten. Die jungen befallenen Leinpflanzen laufen nicht auf oder gehen bald nach ihrem Aufgang unter verschiedenartigen Ursachen zugrunde. Sie können dabei von einem grauen Schimmelbelag (<i>Botrytis cinerea</i>) überzogen sein; andererseits können sie eingesunkene Braunflecken (<i>Colletotrichum lini</i>) auf den kleinen Stängeln aufweisen. Außerdem können die Keimpflanzen zipfelwelk werden.	Weitgestellte Fruchtfolge (mindestens 6 bis 7 Jahre); Saatgut beizen; nur gesundes Saatgut aussäen.	SEIDEL et al., 1983; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Alternaria-Keimlings- und Blattkrankheit</u> <i>Alternaria linicola</i> , <i>A. lini</i> , <i>A. alternata</i> ; <i>Stemphylium</i> spp.	Es sind pilzliche Schaderreger, die z. T. samenbürtig und bei Leinkeimlingen, später auf Blättern und Stängeln eckige, braune Läsionen verursachen. Infektionen der Kapseln führen zu Samenbefall.	Saatgut aus gesunden Leinbeständen aussäen. Saatgut beizen.	HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER, 2000

Krankheit / Erreger	Symptome und Biologie	Bekämpfung	Autoren
<u>Fusarium-Welke</u> <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lini</i>	In wärmeren Gebieten tritt im Leinanbau häufig die Flachswelke auf. Die Triebspitzen welken und vertrocknen in nach unten gekrümmter Stellung. bei trockener Witterung verdorren die Blätter, infolgedessen gehen die Leinpflanzen ein. Der Pilz ist samen- und bodenbürtig; überwintert außerdem an befallenen Pflanzenresten. Er tritt besonders auf sandigen Lehmböden auf. Die Fasern werden in ihrer Qualität erheblich beeinträchtigt oder gar für die Verarbeitung unbrauchbar.	Weitgestellte Fruchtfolge; Saatgutbeizung. Frühe Saat; ausgewogene Düngung.	SEIDEL et al., 1983; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Amerikanische Leinpest</u> <i>Pasmokrankheit</i> <i>Mycosphaerella linicola</i> ; (Anamorphe: <i>Septoria linicola</i>)	Die Pasmokrankheit ist eine gefährliche Krankheit im Leinanbau, die aus Südamerika eingeschleppt worden ist. Diese Krankheit äußert sich in schrumpelig aussehenden Blättern, Jungpflanzen haben Flecken mit schwarzbraunen Pusteln; auf den Stängeln sind gelbgrüne bis graubraune Flecken mit nadelstichartigen, schwarzbraunen Punkten zu finden. Der Stängel erscheint buntscheckig, zuletzt sind kastanienbraune Flecken zu erkennen. Der Befall erfolgt von Samen und verseuchten Ernterückständen im Boden aus.	Weite Fruchtfolgen; Saatgutbeizung. Frühe Saat. Ausgewogene Düngung.	SEIDEL et al., 1983; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER, 2000
<u>Flachs- oder Leinrost</u> <i>Melampsora lini</i>	Der Flachs- oder Leinrost tritt am häufigsten in feuchtwarmen Gebieten, insbesondere auf anmoorigen Böden auf. Er ist eine gefährliche Krankheit, die die Faser wertlos macht und den Samenertrag erheblich in Mitleidenschaft zieht. Von der Blüte ab treten zunächst stecknadelgroße gelbrote Pusteln auf Blatt und Kapseln, später auch schwarze Krusten auf Stängeln und Ästen des Leins auf. Daraufhin verkleben die Fasern mit den Stängeln und werden brüchig und wertlos. Der Leinrost durchläuft seine sämtlichen Entwicklungsformen auf dem Lein. Zunächst entstehen auf den Blättern wenig auffällige Pyknidien und Aecidien. Deren Sporen infizieren den Lein stets von neuem und erzeugen die bereits erwähnten rötlich-gelben Lager (Uredosporenlager), die ihrerseits für eine rasche Weiterverbreitung der Krankheit besonders bei feucht-warmer Witterung im Juni sorgen. Die zuletzt entstehenden schwarzen Krusten sind Teleutosporenlager, die auf Strohresten überdauern und im April mit Basidien und Basidiosporen den Lein infizieren bzw. befallen.	Weite Fruchtfolgen; Sortenwahl.	SEIDEL et al., 1983; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999

Bakterien- und Viruskrankheiten

Sowohl Faser- als auch Öllein können von einigen Bakterien und Viren befallen werden, z.B. Leinvergilbung (aster yellows complex), Stauche- und Kräuselkrankheit (OBDV-virus), Rübenkräuselschopf-Virus (BCTV), Leinmosaik, Gelbfleckung, Ringscheckung und Vergilbung (CMV). Bislang sind jedoch nach HOFFMANN und SCHMUTTERER (1999) in Deutschland keine Schäden durch Bakteriosen und Virose im Leinanbau aufgetreten.

Pflanzliche Parasiten

Dem Lein können Flachsseide (*Cuscuta epilinum*) und Hanfwürger (*Orobanche ramosa*) als Schmarotzerpflanzen gefährlich werden (HEINZE, 1983; HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999).

Flachsseide

Die Flachsseide heftet sich mit ihren Saugorganen an den Lein, umspinnt oder umwächst ihn mit einem Geflecht gelblich aussehender Stängel, so dass ein Gespinst von verfilzten Flachsseidepflanzen entsteht. Dabei werden dem Lein von den Flachsseidepflanzen übermäßig viel Nährstoffe entzogen, so dass die Pflanzen vorzeitig absterben. Die Leinpflanzen werden in ihrer Faserqualität und in ihrem Ertrag durch den Befall stark geschädigt. Eine Bekämpfung der Flachsseide im Leinanbau ist möglich, wenn Flachsseidenester vor der Leinblüte ausgerottet bzw. entfernt werden. Aufgrund der unterschiedlichen Samengröße lässt sich der Same der Flachsseide leicht herausreinigen. Zur Aussaat sollte nur gereinigtes Saatgut verwendet werden (HEINZE, 1983; HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999).

Hanfwürger

Der Hanfwürger kann auch den Faser- und Öllein im Ertrag und in der Faserqualität schädigen. Näheres über Wachstum und Bekämpfung dieser Schmarotzerpflanze ist im Abschnitt Hanf dargestellt.

Tierische Schädlinge

In Tabelle 3 sind die wirtschaftlich wichtigsten Schädlinge des Leinanbaus aufgeführt und erörtert. Bei einem verstärkten Anbau von Lein kann mit einer Zunahme von Schädlingen gerechnet werden. Im Flachs-anbau werden der Dunkelgraue und der Schwarze Flachsersdfloh (*Aphthona euphorbiae*, *Longitarsus parvulus*) sowie der Flachsblasenfuß oder Leinthrips (*Thrips linarius*) als häufige Schädlinge auftreten. Nach Getreidevorfrüchten ist zu erwarten, dass der wenig spezialisierte Frühjahrsblasenfuß (*Thrips angusticeps*) an aufgelaufenen Jungpflanzen Schäden verursacht (HORIX und LINDEMANN, 1986).

Tab. 3 Tierische Schädlinge

Schädling	Symptome und Befallsverlauf	Bekämpfung	Autoren
<u>Wurzelgallenälchen</u> <i>Meloidogyne</i> -Arten	Wurzelgallenälchen verursachen durch Befall im Wurzelbereich des Flachses erbsengroße Gallen, in denen die 8,8 mm großen ei- bis sackförmigen Älchen (Weibchen) zu finden sind. In niederschlagsarmen Jahren entstehen beim Lein auf leichten Böden Schäden: Pflanzen verkümmern durch Nährstoffentzug, die später absterben. In niederschlagsreichen Jahren wirkt sich ein Befall kaum schädigend aus.	Weite Fruchtfolgen.	HEINZE, 1983
<u>Stockkrankheit</u> <i>Ditylenchus dipsaci</i>	Die Stockkrankheit tritt herdweise im Leinbestand auf. Befallene Pflanzen zeigen eine gelb-grüne Verfärbung. Die Stängel der befallenen Pflanzen sind verdickt oder verbogen und zumeist verkürzt. In wassergefüllten Schälchen wandern die bis 1,5 mm langen, fadenförmigen Nematoden aus den unteren Pflanzenteilen heraus.	Aussetzen mit dem Anbau von Wirtspflanzen u. a. Kartoffeln. Reste der Pflanzenbestände vernichten.	HEINZE, 1983
<u>Spinnmilben</u> <i>Tetranychus urticae</i>	Spinnmilben rufen an Flachs eine Blattdürre hervor, die zunächst durch kleine weißliche Flecke zu erkennen ist. Mit Zunahme der Fleckengröße bekommen die Blätter eine hellgelbe Färbung, werden später braun und vertrocknen. Mit Zunahme des Befalls auf Triebspitzen und Blüten verkümmern auch diese. Befallene Pflanzenteile sind in der Regel mit einem feinen Gespinst umgeben, in dem sich die Spinnmilben befinden und an den Blättern saugen.	Einsatz von Insektiziden.	HEINZE, 1983

Schädling	Symptome und Befallsverlauf	Bekämpfung	Autoren
<u>Ackerblasenfuß</u> <i>Thrips angusticeps</i>	Der Frühjahrs-Ackerblasenfuß kann im Flachs sehr schädlich werden, wobei besonders die Faserqualität beeinträchtigt wird. Jungpflanzen können bereits von der kurzflügeligen (brachypteren) Form des F.-Ackerblasenfußes geschädigt werden. Ältere Pflanzen werden dagegen von der langflügeligen Art dieses Fransenflüglers und ihrer Larven befallen. Früher Befall führt durch stark einsetzende Saugschäden zum Absterben der Keimpflanzen des Leins. Gefährdet sind vor allem Randstreifen der Leinfelder, die an vorjährige Flachsfelder grenzen. Später Befall führt zur Mehrtriebigkeit, die auch die Faserqualität erheblich beeinträchtigen kann.	Geeignete Fruchtfolgenmaßnahmen durchführen: Fruchtfolgen mit Kartoffeln, Hafer und Beta-Rüben. Beizung des Saatgutes. Insektizideinsatz.	HEINZE, 1983
<u>Leinblasenfuß, Flachsblasenfuß</u> <i>Thrips linarius</i>	Der Flachsblasenfuß erscheint später – im Mai – auf den Flachsfeldern. Die Schäden werden bereits eine Woche nach dem Befall sichtbar. Saugschäden in Trieb- und Spitzenbereichen, obere Stängelteile vertrocknen. Befallene Leinpflanzen bleiben im Wuchs kleiner, die Blätter befallener Pflanzen sind gefleckt und deformiert. Die Faserqualität leidet. Infolge starker Saugschäden fallen Kapseln ab.	Fruchtfolgenmaßnahmen; Insektizideinsatz nach Zuwanderungen.	HEINZE, 1983; SEIDEL et al., 1983; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Leinerdföhe</u> <i>Aphthona euphorbiae</i> , <i>Longitarsus parvulus</i>	Käfer und Larven des Dunkelgrauen und des Schwarzen Flachserdflohs können den Öl- und Faserleinen erhebliche Schäden zufügen. Keimpflanzen werden bereits durch Fraß geschädigt. Stängel der Jungpflanzen können von Leinerdföhlen völlig zerstört werden. Fraß bei größeren Leinpflanzen führen zu Stauchungen im Spitzenbereich und zu Verzweigungen, die sich nachteilig für die Fasergewinnung auswirken. Fraßgeschädigte Leinpflanzen sind sehr empfindlich gegenüber Herbizidbehandlungen.	Frühe Aussaat; Saatgutbeizungen; Bodenbehandlungen; bei Massenbefall Insektizideinsatz.	HEINZE, 1983; SEIDEL et al., 1983; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Schattenwickler</u> <i>Cnephasia alticolana</i>	Die grünlichen Raupen des Schattenwicklers spinnen die Triebenden der Flachspflanzen zusammen.	Behandlungen mit Insektiziden.	HEINZE, 1983
<u>Flachsgallmücke</u> <i>Dasineura (Perrisia) sampaina</i>	Die Flachsgallmücke verursacht bei Leinpflanzen Vergallungen der Triebspitzenbereiche. Sprossspitzen werden artischockenartig vergallt, wobei die missgestalteten Blätter im vergallten Bereich kahnförmig verbreitet sind; hier entsteht eine Larvenkammer, in der sich eine Made befindet.		HEINZE, 1983
<u>Gammaeule</u> <i>Autographa gamma</i>	Infolge ausgedehnter Regenperioden kommt es häufig zu einem Massenaufreten der Gammaeule im Flachs. Raupen der Gammaeule führen durch große Fraßschäden zur vollständigen Entblätterung der Flachspflanzen.	Bekämpfung siehe Hanf.	HEINZE, 1983
<u>Maikäfer</u> <i>Melontha</i> spp. <u>Schnellkäfer</u> <i>Agriotes</i> spp.	Die Engerlinge der Maikäfer und die Larven der Schnellkäfer können dem Flachs erhebliche Schäden im Wurzelbereich zufügen (siehe hierzu Beta-Rüben).	Bekämpfung siehe Beta-Rüben.	HEINZE, 1983

Ernte

Faserlein

Die Flachsfaserlein-Ernte beginnt bereits im Stadium der Gelbreife, d. h. wenn zwei Drittel der Blätter von unten beginnend abgefallen bzw. abgestorben sind und wenn die Stängel zu zwei Drittel zeisiggelb werden. Die Samenkapseln nehmen dann eine hellgelbbraune Färbung an; die Samen sind voll ausgebildet und werden braun. Bei zu zeitig geerntetem, grünen Flachs ist die Faser noch nicht voll

entwickelt. Bei Überreife verliert die Faser an Festigkeit und Wert; sie ist dann schon zu sehr verholzt; der Same fällt zu dieser Zeit aus. Flachs darf nicht in der Vollreife geerntet werden. Zur Beerntung des Faserleins sind Spezialmaschinen wie Raufe, Wender, Pressen oder Flachsvollernter notwendig (HORIX und LINDEMANN, 1986; DIEPENBROCK et al., 1999; LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER, 2001).

Öllein

Öllein wird bei Vollreife, wenn Kapseln und Stängel trocken und braun gefärbt sind, mit dem Mährescher geerntet. Die Samen sollten eine Feuchtigkeit von 15 % aufweisen. In feuchten Sommer- und Herbstmonaten kann es Probleme bei der Ernte geben: bei einer verzögerten Reife bereitet das Abmähen des Leins große Schwierigkeiten. In ungünstigen Klimatalagen und bei besonders langstrohigen, noch nicht vollreifen Leinsorten bietet der Schwadddrusch eine weitere Erntemöglichkeit. Allerdings muss hierbei mit Ertragsverlusten gerechnet werden. Eine Reifebeschleunigung kann auch beim Lein durch Sikkation herbeigeführt werden. Sikkierte Ölleinbestände sind 4 bis 8 Tage nach der Applikation druschfähig. Vom Öllein können auf guten Standorten bis zu 35 dt Samen/ha geerntet werden. (Horix und Lindemann, 1986; Landwirtschaftskammer Hannover, 2000; Landwirtschaftskammern Weser-Ems und Hannover, 2001).

Zusammenfassung

Lein, eine der ältesten Kulturpflanzen, ist heute als nachwachsende Rohstoffpflanze wieder gefragt. Fasern des Flachses finden zunehmend Anwendung bei der Herstellung von hochwertigen Textilien, Papier, Pappe, Zellulose und neuerdings von Formpressteilen in der Autoindustrie. Außerdem werden aus Flachs Bauplatten, Kunststoffersatz, Dämm- sowie Füllstoffe u. a. hergestellt. Öllein liefert ein hochwertiges Öl, das auch im Nonfood-Bereich als Grundstoff für Linoleum, Kitt, Schmierseife, Firnis, Lacke, Möbelpolitur u. a. auch zur Herstellung von Heilmitteln für die Humanmedizin verwendet wird. Der Lein wird in Deutschland als Faser-, Öl- und als Kombinationslein angebaut. Die Nutzungsformen Faser- und Öllein unterscheiden sich in ihren Klima- und Bodenansprüchen, z. T. auch in ihrer Produktionstechnik.

Aufgrund seiner Unverträglichkeit in der Fruchtfolge darf Lein erst nach etwa 6 bis 8 Jahren wieder auf dem gleichen Feldschlag angebaut werden. Bei Nichteinhaltung der weiten Fruchtfolgestellung würde der Leinanbau durch Fruchtfolgekrankheiten und Schädlinge gefährdet sein. Hinsichtlich der Bodenbearbeitungen zur Saat verlangen Faser- und Öllein sorgfältig zubereitete, gartenmäßig hergerichtete Böden. Gegen Bodenverdichtungen und -verschlammungen reagieren Faser- und Öllein sehr empfindlich.

In der Beschreibenden Sortenliste vom Bundessortenamt ist eine Reihe von Faser- und Ölleinsorten mit entsprechenden Anbaueigenschaften aufgeführt, die der Praxis bei der Sortenwahl für den Anbau zur Verfügung stehen. Faserleinsorten sollten unverzweigte, feine, faserreiche Stängel mit wenig Fruchtkapseln aufweisen. Zur Ölgewinnung sind dagegen großsamige Leinsorten entwickelt worden, von denen ein hoher Samen- und Ölertrag erwartet wird.

Die Saat und Düngung sind jeweils auf Faser- bzw. Öllein abzustimmen. Im Hinblick auf den Pflanzenschutz sind Öllein und Flachs gegenüber den Unkräutern als konkurrenzschwach anzusehen. Aufgrund der größeren Standräume für die einzelne Pflanze ist dies beim Öllein stärker der Fall. Aus diesem Grund dürfte eine Bekämpfung der Unkräuter im Jugendstadium des Leins häufig notwendig sein.

Nichtparasitäre und parasitäre Krankheiten können dem Anbau von Faser- und Öllein gefährlich werden und erhebliche Ertrags- und Qualitätsverluste verursachen. In der vorliegenden Arbeit werden von den aufgeführten Krankheiten die Symptome, Ursachen und Bekämpfungsmöglichkeiten dargestellt und erörtert, um der Praxis im Hinblick auf den Pflanzenschutz im Faser- und Öllein-Anbau behilflich zu sein. Außerdem wird auf die wirtschaftlich wichtigsten tierischen Schädlinge des Leinanbaus eingegangen und deren Bekämpfung erörtert. Abschließend werden die Erntemöglichkeiten im Faser- und Öllein-Anbau dargestellt und erläutert.

Literatur

- ANONYM (1997): Leinsamen – Weniger Kadmium bei Zinkdüngung -. DLG-Mitteilungen **8**, S. 60.
- ANONYM (2001): Flachs für den Bootsbau. Welt am Sonntag Nr. 21, S. 32.
- AUTORENKOLLEKTIV (1963): Kleine Enzyklopädie. Land-Forst-Garten. Faserpflanzenbau – Hanf -. VEB-Verlag Enzyklopädie. Leipzig 4. Aufl., S. 78.
- BECKER, K., JOHN, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa – Lein -. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 175-176.
- Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungsnetzwerk e. V. C.A.R.M.E.N., CMN Centrale Marketing-Gesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH und Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e. V. FNR (2000): Dämmstoffe aus der heimischen Natur. Sdr. der C.M.A., Versmold, 1-48 (18-21).
- BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, Bundesrepublik Deutschland, (BBA) (2002): Pflanzenschutzmittelverzeichnis. Teil 1/2002, Ackerbau – Wiesen und Weiden – Hopfenbau Sonderkulturen – Nichtkulturland. Saphir Verlag, Ribbesbüttel, **50**. Aufl., 1-364.
- BUNDESSORTENAMT (BSA), (2002): Beschreibende Sortenliste – Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen, Hackfrüchte. Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Hannover, 1-260.
- DEUTSCHE BUNDESSTIFTUNG UMWELT (2001): Jahresbericht 2000. Steinbacher Druck GmbH, Osnabrück, 26-27.
- DIEPENBROCK, W., FISCHBECK, G., HEYLAND, K.-U., KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau – Lein -. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 3. Aufl., 289-296.
- FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde – Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen – Lein. Georg Thieme Verlag Stuttgart, 6. Aufl., 164-166, 413.
- HEINZE, K. (1983): Leitfaden der Schädlingsbekämpfung Band III. Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau – Lein. Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 4. Aufl., 861-878.
- HOFFMANN, G. M., SCHMUTTERER, H. (1999): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Nutzpflanzen – Lein. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2. Aufl., 638-646.
- HORIX, G., LINDEMANN, K. (1986): Informationen und Anbauempfehlungen für den Ölleinbau in Rheinhessen und der Vorderpfalz. Sdr. des Landespflanzenschutzamtes Rheinland-Pfalz, Mainz, Nr. 5, 1-19.
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMER HANNOVER (2000): Pflanzenbau und Pflanzenschutz – Empfehlungen 2000/2001 – Öl- und Faserlein. Sdr. Herausg. Landwirtschaftskammer Hannover, 199-201
- LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN WESER-EMS und HANNOVER (2001): Nachwachsende Rohstoffe – Möglichkeiten und Chancen für den Industrie- und Energiepflanzenanbau – Anbau – Verwendung – Wirtschaftlichkeit. Rechtliche Grundlagen. Herausg. LWK Weser-Ems und Hannover, 5. Aufl., 1-67
- MÜLLER, R. (1996): Pflanzenschutz in nachwachsenden Rohstoffen. Forschungsreport **2**, 24-27.
- PLARRE, W. (1985): Lein. In W. Hoffmann, A. Mudra und W. Plarre, 1985: Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanze. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 2. Aufl. Band 2, 339-344.
- PURLITZ, K., MEYER, L. (1910): Landlexikon – Lein. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart, **4**, 382-385.
- SCHUSTER, W. (1992): Ölpflanzen in Europa – Lein. DLG-Verlag, Frankfurt a. M., 102-107.
- SEIDEL, D., WETZEL, T., BOCHOW, H. (1983): Pflanzenschutz in der Pflanzenproduktion – Krankheiten und Schädlinge des Leins. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 175-176.

Hanf

Cannabis sativa ssp. *sativa*

Die Vielfalt der Nutzungsmöglichkeiten beim Hanf als nachwachsende Rohstoffpflanze weckte in den letzten Jahren ein zunehmendes Interesse. Durch Änderungen des Betäubungsgesetzes können seit 1996 Tetrahydrocannabinol(THC)-arme Hanfsorten als nachwachsende Rohstoffe in Deutschland angebaut werden.

Verwendungszweck

Der Hanf ist eine der bedeutendsten Faserpflanzen; er liefert eine Faser, die früher zur Herstellung von Seilen, Bindfäden, Garnen, Fischnetzen und gröberen Geweben, Feuerschläuchen, Segeltüchern, Gurten, Zeltplanen aber auch als Werg für Rohrinstallation genutzt wurden. Stramin, die Unterseite von Teppichen, fertigte man früher ebenfalls aus Hanf an. In dieser Zeit gelang auch die gemeinsame Verspinnung mit Baum- und Zellwolle, so dass sehr haltbare leinwandartige Gewebe (z.B. „Gminder-Leinen“) hergestellt werden konnten (AUTORENKOLLEKTIV, 1963; PLARRE, 1985; BECKER und JOHN, 2000).

Heutzutage interessieren sich die Autoindustrie und die Baustofffirmen für Hanffasern zur Herstellung von Pressformteilen, Bremsscheiben, Kupplungsbelägen, Dämmstoffen, Hartfaserplatten, Spanplatten und Schalbrettern. Die Wiederentdeckung von Hanffasern zur Anfertigung in Kombination mit modernen Baustoffen ist noch ganz neu (HÖPPNER und MENGE-HARTMANN, 1996; BECKER und JOHN, 2000). Aus Hanffasern werden Vliese hergestellt, die sog. Nadelvliese, die als Wärme- und Schalldämmung und darüber hinaus als Isolierungsmaterial gegen Feuchtigkeit beim Hausbau ihre Anwendung finden. Nadelvliese sind wesentlich umweltfreundlicher als Kunststoffe auf Erdölbasis; sie werden in der Autoindustrie für Innenverkleidungen von Autotüren und Hutablagen verarbeitet (SCHÜSSLER, 1997; PUDE, 2001). Zellulosefasern werden zu Spezial-, Filter-, Zigaretten- und Zeitungspapier genutzt (PUDE, 2001).

Bei der klassischen Bastfasergewinnung für den Textilbereich fallen Holzanteile als Abfall an. Diese Holzanteile werden auch Schäben genannt, die als Isoliermaterial im Bausektor genutzt werden. Weiterhin werden aus Schäben gepresste Formteile für Möbel angefertigt. Außerdem können Schäben auch für die Herstellung von Pappe, Kartons und sehr haltbarem Papier genutzt werden. Darüber hinaus finden Schäben auch als Füllstoff sowie als Einstreumaterial für Pferde und Katzen Absatz (NOORDHOF, 1995a; FRANKE, 1997; PUDE, 2001). Für die Medizin wurde bzw. wird heute noch eine ganze Reihe von Medikamenten (z. B. gegen Verdauungsprobleme, Husten, Rheuma, Blasenleiden, Wunden, Schmerzen, Herpes u. a.) aus Cannabinoiden des Hanfes hergestellt (BECKER und JOHN, 2000). Hanf ist auch eine ölliefernde Pflanze. Die fett- und eiweißreichen Hanfkörner können zu Gebäcken, Brei, Suppen und Limonaden sowie zu Salatöl und Margarine verarbeitet werden. Hanföl wurde früher als Lampenöl und zur Seifenherstellung verwendet. Heute werden aus Hanföl Möbelpolituren, Schuhcremes und Waschpulver hergestellt.

Weiterhin findet Hanföl als Heizölersatz – mit Diesel gemischt – als Kraftstoff Anwendung. Außerdem lassen sich aus der Linolensäure der Hanfsamen Hautcremes, Pflegeöl, Lacke und Farben produzieren (FRANKE, 1977; BECKER und JOHN, 2000; MATTHÄUS et al., 2001).

Geschichtliches

Der Hanf ist eine Kulturpflanze, die aus den gemäßigten Breiten Zentralasiens stammt. In China begann um 4200 v. Chr. die systematische Nutzung des Hanfes. Sprossachsenfasern wurden bereits vor 2000 v. Chr. in China zur dort erfundenen Papierherstellung genutzt. Aus der Zeit 800 bis 400 v. Chr. ist Hanf wegen der Seil- und Stoffherstellung in Mitteleuropa angebaut worden. Auch die Römer beschäftigten sich mit dem Hanf, allerdings als ölliefernde Pflanze (FRANKE, 1997; BECKER und JOHN, 2000).

Erst im 13. Jahrhundert gelangte die Technik der Papierherstellung über den Vorderen Orient nach Italien und breitete sich von da an über ganz Europa aus. Im 14. Jahrhundert erreichte der Hanfanbau – über die Kunst der Papierherstellung – Deutschland (BÖCSA und KARUS 1997). Vom 16. Jahrhundert an wurde Hanf wegen seiner Heilwirkung angebaut. Im 17. Jahrhundert hatte der Hanfanbau, zur Blüte der Segelschiffahrt, eine sehr große Bedeutung erlangt. Aufgrund von Baumwoll- und Juteimporten ist

in den folgenden zwei Jahrhunderten der Hanfanbau in Deutschland und überhaupt in Europa gänzlich zurückgegangen. Anfang des 20. Jahrhunderts bis zum zweiten Weltkrieg nahm der Anbau des Hanfes aufgrund der Verarbeitungstechniken in Deutschland wieder in großem Umfange zu. Mit der Einführung der Kunststofffaser kam der Hanfanbau Anfang der 50er Jahre ganz zum Erliegen, während in Ost- und Südeuropa der Hanfanbau nie ganz eingestellt wurde. In den 80er Jahren wurde der Anbau des Hanfes in Deutschland untersagt, der Anbau von THC-armen Sorten ist in Deutschland aber wieder möglich (BÖCSA und KARUS, 1997; BECKER und JOHN, 2000; PUDE, 2001).

Zur Systematik

Der Hanf wird heute der Familie der *Cannabinaceae* zugeordnet, zu der nur eine einzige Gattung, der Hanf (*Cannabis*) und dessen Arten gehört. Über die Aufteilung der Gattung *Cannabis* gibt es immer noch Meinungsverschiedenheiten. Nach den von SISOW und SEREBRĀKOW zuletzt vertretenen Ansicht besteht die Gattung *Cannabis* aus zwei Arten (zit. n. BÖCSA und KARUS, 1997):

- *Cannabis indica* Lam. = Indischer Hanf
- *Cannabis sativa* L. = Gewöhnlicher Hanf
- Aus *Cannabis sativa* gehen zwei Unterarten hervor:
- *Cannabis sativa* L. subsp. *culta* Serebr. = Kulturhanf
- *Cannabis sativa* L. subsp. *spontanea* Serebr. = Wildhanf

Die Autoren BÖCSA und KARUS (1997) berichteten ausführlich über die Charakteristika der einzelnen Formenkreise (Rassen): Nördlicher Hanf, Mittellussischer Hanf, Südlicher (mediterraner) Hanf, Asiatischer Hanf und Wildhanf. Im Hinblick auf die wirtschaftliche Bedeutung dürften der Mittellussische und der Südliche Hanf für die deutsche Landwirtschaft von Interesse gewesen sein, aus denen Übergangsformen und später die wertvollsten Sorten - mit hohen Stängelträgen - hervorgegangen sind (BÖCSA und KARUS, 1997; DIEPENBROCK et al., 1999).

Kulturhanf

Der Kulturhanf ist eine einjährige, zweihäusige, hochgewachsene und krautige Pflanze mit einer Wuchshöhe bis zu 4 m. Der Hanf hat eine gut entwickelte Pfahlwurzel, die eine Tiefe bis zu 2,5 m erreichen kann, während sich die Seitenwurzeln nur auf 60 bis 80 cm ausbreiten können.

Die Jugendentwicklung des Hanfes verläuft zunächst langsam; jedoch 4 Wochen nach der Keimung setzt ein rasantes Längenwachstum ein; der Wasserverbrauch ist dann enorm hoch. Das Längenwachstum hört mit seiner Blütenbildung auf, die je nach Sorte von Anfang Juli bis Mitte August beginnt. Je später der Hanf blüht, desto länger ist sein vegetatives Wachstum, um so höhere Faserträge sind zu erwarten (HÖPPNER und MENGE-HARTMANN, 1996). Der Hanf entwickelt einen aufrechten, zunächst weichen, krautigen, vierkantigen Stängel, der mit zunehmendem Alter verholzt. Die ganze Pflanze ist behaart. Die männlichen Pflanzen (Femelhanf) sind schwächer als die weiblichen (Hanfhennen); letztere reifen 2 bis 5 Wochen später ab. Der Hanf wird vom Wind, der den Pollen über große Entfernungen trägt, bestäubt. Die männlichen Blüten mit fünfblättrigem Perigon (einfache Blütenhülle) von weißlicher, grüner Farbe sitzen endständig an kurzen Rispenenden; die weiblichen dagegen stehen zu zweit in den Achseln kleiner Tragblätter und sind zu dicht gedrängten Scheinähren vereinigt. Um zur Fasergewinnung eine gleiche Reife in Hanfbeständen zu erzielen, wurden einhäusige Hanfsorten gezüchtet.

Der Hanf gehört zu den Kurztagspflanzen, die im Norden aufgrund der längeren Tagesbelichtung längere vegetative Phasen haben und dadurch größere Stängelhöhen aufweisen. Er wird zumeist wegen seiner festen, bis zu 2 m langen Faserbündel angebaut. Im Wesentlichen bestehen die Hanfstängel aus zwei sehr unterschiedlichen Fasertypen. Die außenliegende Rinde enthält die Bastfasern, die sich aus wertvollen dickwandigen Primär- oder Langfasern (5 bis 55 mm lang; im Mittel 20 mm lang) zusammensetzen. Sie werden am meisten für die verschiedensten Nutzungszwecke verwendet. Als weniger brauchbar erweisen sich Sekundär- oder Kurzfasern. Die Früchte sind kleine, rundliche Nüsse mit fett- (26 %) und eiweiß- (27 %) reichen Samen. Das Öl sieht grünlich aus und enthält relativ viel Linol- (50 %), Linolen- (20 %) und Ölsäure (12 %) sowie die Vitamine E und K (BÖCSA und KARUS, 1997; FRANKE, 1997; BECKER und JOHN, 2000).

Rauschhanf (Wildhanf)

Der Hanf – vor allem der Indische Rauschhanf (Wildform) – scheidet zumeist aus den Köpfchendrüsen der Tragblätter der Blüten bei den weiblichen Pflanzen – ein Harz aus, das in Indien Haschisch genannt wird; Südamerika verwendet für die harzverklebten Infloreszenztriebe die Bezeichnung Marihuana. Das Harz enthält neben der beruhigenden und schmerzlindernden Cannabidiolsäure das daraus abgeleitete psychotrop wirksame Tetrahydrocannabinol (THC) und das pharmakologisch unwirksame Cannabinol. Die Droge wird medizinisch nicht mehr verwendet, wohl aber als Rauschgift mißbraucht (HOFFMANN et al., 1970; HÖPPNER und MENGE-HARTMANN, 1996; FRANKE, 1997; BECKER und JOHN, 2000).

Allgemeiner Anbau

Hanf wird vorwiegend wegen seines faserhaltigen Stängels angebaut, der den Rohstoff für eine Vielfalt von Produkten liefert. Im Jahre 2000 betrug die Anbaufläche in Deutschland ca. 3100 ha. Der Anbau ist generell meldepflichtig. Aus ackerbaulicher Sicht ist der Hanf eine interessante Pflanze, die aufgrund ihrer langen Pfahlwurzel und ihrer schnellen und üppigen Entwicklung einen recht garen Boden hinterlässt. Die dichte Aussaat und die Schnellwüchsigkeit des Hanfes unterdrückt zum großen Teil die Unkrautentwicklung und vereinfacht somit seine Kultur und Pflege. Der Wiederaufbau des Hanfes in Deutschland steckt gegenwärtig noch in seinen Anfängen, da das Wissen über die Produktionstechniken, den Pflanzenschutz sowie über die Ernte- und Verarbeitungsmöglichkeiten nur begrenzt zur Verfügung steht. Die fehlende Erntetechnik tut ihr Übriges zum geringen Hanfanbau. Mit einer Zunahme des Anbaus ist erst zu rechnen, wenn die ernte- und verarbeitungstechnischen Fragen sowie die Absatzprobleme gelöst sein werden (NOORDHOF, 1995a, b; PUDE, 2001).

Klima- und Bodenansprüche

Bei feuchtwarmen Witterungsbedingungen gedeiht der Hanf gut. Der Standort sollte dem Hanf aufgrund seiner raschen Wüchsigkeit eine ausreichende Wasserversorgung sichern. Saure und flachgründige Böden sowie solche mit stauender Nässe sind weniger geeignet. Für hohe Erträge bevorzugt Hanf humusreiche, kalkhaltige, tiefgründige, mittelschwere Böden mit möglichst gleichmäßiger Wasserführung. Die typischen Hanfanbaugebiete waren früher die Niedermoor- und anmoorigen Böden, auf denen der Hanf aufgrund ihrer raschen Erwärmung auch gut wuchs; allerdings brachten sie schlechtere Faserqualitäten (AUTORENKOLLEKTIV, 1963; HÖPPNER und MENGE-HARTMANN, 1996; DIEPENBROCK et al., 1999).

Vorfrucht/Fruchtfolge

Hanf gehört zu den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, die mit sich selbst verträglich sind. Günstige Vorfrüchte sind Hackfrüchte und Leguminosen; auch Grünlandumbruch ist geeignet. Wegen seiner Schattengare und Unkrautunterdrückung wird Hanf als Vorfrucht für andere Früchte geschätzt; er stellt eine Bereicherung artenarmer, getreidereicher Fruchtfolgen dar (AUTORENKOLLEKTIV, 1963; HÖPPNER und MENGE-HARTMANN, 1996; DIEPENBROCK et al., 1999).

Sortenwahl

Die Sortenwahl hängt im Wesentlichen von der Produktionsrichtung ab, da zwischen den Sorten beträchtliche Unterschiede in der Reife, im Stängeltrag, im Fasertrag sowie im Samenertrag u. a. bestehen. In Deutschland ist die Sortenwahl insofern eingeschränkt, da nur von der EU zugelassene und einige heimische Sorten mit einem geringen THC-Gehalt (< 0,3 %) angebaut werden dürfen. Es handelt sich dabei überwiegend um monözische, faserreiche Hanfsorten, die gleichmäßig abreifen, einfach mechanisch zu ernten sind und gute Faserqualitäten bringen.

Frühreifende einhäusige Hanfsorten mit einem mittleren Stängeltrag und mittlerem Fasergehalt weisen häufig eine große Samenertragsfähigkeit auf. Aus diesem Grund sind diese Sorten vor allem für die Samenproduktion geeignet. Außerdem sind im deutschen Hanfsortiment zwei diözische Genotypen mit mittlerer bis später Reife und mit mittlerem bis hohem Gesamtfasertrag zu finden. Inwieweit Hybridsorten unter den Witterungsverhältnissen in Deutschland für die eine oder andere Produktionsrichtung angebaut werden können, muss noch untersucht werden (BÓCSA und KARUS, 1997; DIEPENBROCK et al., 1999; BUNDESSORTENAMT, 2002).

Bodenbearbeitung/Saat

Früher wurde eine Herbstfurche gezogen und im Frühjahr Ende April mit Schleppen und Eggen die Saatbettbereitung für die Hanfaussaat vorgenommen. Um nicht über den Winter den Acker Bodenerosionen und Nährstoffauswaschungen auszusetzen, ist es wie in anderen Fruchtfolgen üblich, auch vor Hanf Zwischenfrüchte anzubauen. Wegen seiner Spätfrostempfindlichkeit sollte der Hanf nicht vor Mitte April gedrillt werden. Auf Niedermoorböden ist eine noch spätere Saatzeit (Mai) zu empfehlen. Die Aussaat kann mit einer praxisüblichen Getreide-Drillmaschine erfolgen, wobei 80 bis 100 kg Hanfkörner/ha (bis 400 Körner/m²) in einer Reihentfernung von 15 bis 20 cm und einer Saattiefe von 3 bis 6 cm ausgedrillt werden sollten. Bei einer weiteren Reihentfernung erhöht sich der Körnerertrag, während sich hierbei die Faserausbeute in Folge stärkerer Verzweigung vermindert (AUTORENKOLLEKTIV, 1963; HÖPPNER und MENGE-HARTMANN, 1996; BÖCSA und KARUS, 1997; DIEPENBROCK et al., 1999).

Düngung

An Nährstoffe des Bodens stellt Hanf hohe Ansprüche. Besonders sein Stickstoffbedarf ist recht groß. Auf stickstoffreichen Niedermooren bedarf es meist nur einer Phosphorsäure- und Kalidüngung, während auf Mineralböden neben Phosphorsäure (70 - 90 kg P₂O₅/ha) und Kalium (120 - 160 kg K₂O/ha) auch ausreichend Stickstoff (Sollwert 140 - 170 kg N/ha) gegeben werden muss. Allerdings wirken sich sehr hohe N-Gaben auf den Fasergehalt des Hanfes negativ aus. Eine zu hohe N-Düngung beeinträchtigt die Reißfestigkeit der Bastfasern, wobei die Faserzellwände nur mangelhaft ausgebildet werden. Für den Hanfanbau ist auch auf eine ausreichende Kalkversorgung zu achten. Im Hanfanbau ist es noch möglich, mit Gülle zu düngen. Allerdings muss die Gülle vor der Herbstfurche oder in die Zwischenfrucht eingebracht bzw. eingearbeitet werden. Auf Mineralböden sind 30 bis 40 m³ Gülle/ha und auf Moorböden 20 bis 30 m³ Gülle/ha zu empfehlen. Weitere Düngungsmaßnahmen sollten nicht ohne Bodenuntersuchungen auf Nährstoffgehalte im Frühjahr vorgenommen werden (AUTORENKOLLEKTIV, 1963; HÖPPNER UND MENGE-HARTMANN, 1996; BÖCSA und KARUS, 1997; DIEPENBROCK et al., 1999).

Pflanzenschutz

Unkrautbekämpfung

Das Unkraut kann schon im Frühjahr bei sorgfältiger Bodenbearbeitung zur Aussaat bekämpft werden. Nach dem Aufgang des Hanfes ist es noch bis zum vierten Blatt möglich, einen Eggenstrich zur Unkrautbekämpfung vorzunehmen, allerdings muss hierbei schon mit Beschädigungen des Hanfbestandes gerechnet werden. Bis zur Ernte bedarf der Hanf keiner Pflege mehr; aufgrund seines schnellen Wachstums, seiner großen Wuchshöhe und seiner stark beschattenden Blattmasse unterdrückt er in der Regel alle Unkräuter und Ungräser (BÖCSA und KARUS, 1997; HÖPPNER und MENGE-HARTMANN, 1996; DIEPENBROCK et al., 1999).

Nichtparasitäre Krankheiten

Wie in Tabelle 1 zu erkennen ist, können im Hanfanbau eine Reihe von nichtparasitären, durch Witterungseinflüsse und durch Herbizidanwendungen in den Vorfrüchten bedingte Schäden auftreten.

Tab. 1 Nichtparasitäre Krankheiten

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Vermeidung/Bekämpfung	Autoren
<u>Spätfrö</u> st	Hanf ist frostempfindlich; Spätfröste im Frühjahr verursachen nach dem Aufgang des Hanfes Wachstumsstillstand. Der geschädigte Hanf nimmt eine grau grüne Farbe an.	Spätere Aussaat – ab Mitte April; auf anmoorigen Böden sollte die Aussaat noch später erfolgen (im Mai).	BÖCSA u. KARUS, 1997
<u>Hagel</u>	Hagelschlag kann auf Feldern des Faserhanfes schwere Schäden verursachen. Junge Pflanzen mit 40 bis 60 cm Höhe sind sehr gefährdet, brechen leicht zusammen. Die betr. Pflanzen sterben entweder ab oder entwickeln Nebentriebe, die nicht lebensfähig sind und später eingehen. Sekundär treten an den geschädigten Hanfpflanzen pilzliche Schaderreger auf.	Keine. Es sollte eine Hagelversicherung abgeschlossen werden.	BÖCSA u. KARUS, 1997

Abiotische Schäden	Symptome und Ursachen	Vermeidung/Bekämpfung	Autoren
<u>Wind/Sturm</u>	Starke Wind- und Sturmböen können auf Hanffeldern zu Totalschäden führen. Auch wenig geschädigter Hanf erschwert die Ernte.	Den Hanfanbau auf windstillen Standorten durchführen.	BÖCSA u. KARUS, 1997
<u>Dürre/ Trockenheit</u>	Dürre vermindert Ertragsmenge und Qualität. Die Hanfpflanzen bleiben niedriger. Die Wasserversorgung der Feldschläge ist nicht gesichert.	Hanfanbau auf Feldschlägen mit sicherer Wasserversorgung.	BÖCSA u. KARUS, 1997
<u>Stauende Nässe</u>	Hanf kann keine stauende Nässe über eine Dauer von 24 Stunden vertragen; er hört auf zu wachsen, vergilbt und stirbt ab. Der Anbau von Hanf auf sehr schweren Lehm- und Tonböden ohne Drainagen führt häufig zu Schäden.	Anbau von Hanf auf Böden mit Vorflut.	BÖCSA u. KARUS, 1997
<u>Starke Niederschläge während der Ernte</u>	Verfaulter Hanf durch anhaltend hohe Niederschläge während der Ernte.	Anbau frühreifer Hanfsorten.	BÖCSA u. KARUS, 1997
<u>Herbizidschäden</u>	Hanf weist eine sehr hohe Herbizidempfindlichkeit auf, insbesondere bei Herbizidresten im Boden. Die Stängel verkrümmen und verzweigen sich.	Vorsichtiger Umgang mit Herbiziden in der Vorfrucht des Hanfes.	BÖCSA u. KARUS, 1997

Pilzliche Schaderreger

Der Hanf wird nur selten von pilzlichen Schaderregern befallen; die wichtigsten dadurch hervorgerufenen Krankheiten sind: Auflaufkrankheiten, Falscher Mehltau, Hanfkrebs, Grauschimmel und Hanfrost (Tab. 2).

Tab. 2 Pilzliche Krankheitserreger

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Auflaufkrankheit</u> <i>Pythium debaryanum</i>	Der bodenbürtige Pilz befällt Samen und Keimlinge des Hanfes. Diese Krankheit äußert sich zunächst durch gelbliche Verfärbungen und braune Flecken am Wurzelhals des Keimlings; anschließend folgt ein Einschrumpfen des Stängels und der Pflanze, die daraufhin abstirbt.	Da diese Krankheit hauptsächlich bei Keimlingen vorkommt, sollte das Saatgut vorbeugend gebeizt werden. Zur Zeit sind aber keine Beizmittel für diese Indikation zugelassen.	HEINZE, 1983; BÖCSA u. KARUS, 1997; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Falscher Mehltau</u> <i>Pseudoperonospora cannabina</i>	Der Falsche Mehltau tritt in ganz Europa auf, schädigt aber nur in Osteuropa. Befallene Hanfblätter haben gelbliche, unscharf begrenzte Flecke zwischen den Blattadern. Auf der Blattunterseite befindet sich ein gelbbrauner, später graubrauner bis violetter Myzelbelag.	Bislang gibt es noch keinen Hinweis, dass in Deutschland eine Bekämpfung des Erregers notwendig ist.	HEINZE, 1983; BÖCSA u. KARUS, 1997; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Hanfkrebs</u> <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Hanfkrebs zeigt sich ab Juni an den Stängeln mit weißlich grünem Pilzgeflecht, das bis zum Mark durchdringen kann. Später ist der untere Stängel vom Myzel überzogen, in dem schwärzliche, etwa 2 bis 10 mm große, runde Sklerotien auftreten. Befallene Pflanzen sind im Wachstum gestört und sterben zumeist schon vor der Blüte unter Gelb- und Braunfärbung der Blätter und Stängel ab. Der Hanfkrebs beeinträchtigt den Fasergehalt und die Faserqualität erheblich.	Zur Bekämpfung des Hanfkrebsses sind vorbeugend sorgfältige Saatgutreinigungen und weite Fruchtfolgen durchzuführen bzw. einzuhalten, um eine Bodenverseuchung zu verhüten.	HEINZE, 1983; BÖCSA u. KARUS, 1997; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Grauschimmel</u> <i>Botrytis cinerea</i>	Bei kaltfeuchter Witterung im Frühsommer kann dieser Pilz beträchtliche Schäden beim Hanfanbau in Westeuropa hervorrufen. Befallene Pflanzen brechen ab oder fallen um. Selbst bei gemähtem Hanf kann während der Feldröste durch Regen der Befall mit Grauschimmel noch zunehmen.	Durch Fruchtfolgemeasuresnahmen lässt sich der Befall vorbeugend einschränken. Auch durch Anbau resistenter Hanfsorten kann der Grauschimmel in Grenzen gehalten werden.	HEINZE, 1983; BÖCSA u. KARUS, 1997; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Hanfrost</u> <i>Melampsora cannabina</i>	Der Erreger gehört zur Ordnung der Rostpilze und ist ein verbreiteter Parasit. Auf beiden Seiten der Hanfblätter erscheinen orangefarbige Flecke, auf denen gelbe Sporen gebildet werden. Der Erreger greift auch die Fasern des Hanfes an.	Eine Bekämpfung des Hanfrostes durch Fungizidapplikation wäre möglich; z. Z. ist jedoch kein Fungizid zugelassen.	BÖCSA u. KARUS, 1997

Bakterielle Krankheiten

Bakteriell bedingte Krankheiten scheinen im Hanfanbau in Deutschland keine besondere Bedeutung zu haben. Schadensmeldungen liegen nur aus Süd- und Osteuropa vor. Zwei Bakterienarten sind in diesen Regionen beim Hanf aufgetreten: *Pseudomonas syringae* pv. *cannabis* und *Xanthomonas campestris* pv. *cannabis* (Tab. 3).

Tab. 3 Bakterielle Krankheitserreger

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Blatt- und Stängel-fleckenkrankheit</u> <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>cannabis</i>	Das Bakterium gehört zur Familie der Pseudomonadaceae; es ist stäbchenförmig und durch polare Begeißelung beweglich. Schäden traten in Jugoslawien auf; außerdem liegen Nachweise für die Blatt- und Stängelfleckenkrankheit aus Bulgarien, Ungarn, Italien und aus der ehemaligen UDSSR vor.	Über Bekämpfungsmaßnahmen gibt es keine Angaben.	GUTHERLET u. KARUS, 1995; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Bakterielle Blattfleckung</u> <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>cannabis</i>	Der Erreger ist stäbchenförmig und polar begeißelt. Ein epidemisches Auftreten dieses Bakteriums erfolgt bei anhaltenden Niederschlägen vor der Ernte; es überdauert in Ernterückständen und im Samen.	Durch Einsatz von Bakteriziden (z. Z. nicht zugelassen) ist eine Hemmung des Bakterienwachstums zu erreichen. Vorbeugend ist durch eine Heißwasserbeizung des Saatgutes eine Befallsmin- derung möglich.	GUTHERLET u. KARUS, 1995; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999

Viruskrankheiten

Hanf wird auch von Viren (Tab. 4) befallen. Eine direkte Bekämpfung ist nicht möglich. Durch die Bekämpfung der Virusvektoren (Blattläuse, Nematoden) lassen sich diese Virosen jedoch in Grenzen halten (HEINZE, 1983; HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999).

Tab. 4 Durch Viren verursachte Krankheiten

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Blattfleckung</u> Arabismosaik-Virus, ArMV	Das Arabismosaik-Virus gehört zu den durch Nematoden übertragbaren Viren und ist außerdem mechanisch sowie durch Samen übertragbar. Die mit AMV befallenen Pflanzen zeigen einen schwachen Wuchs; die Blätter sind sichelförmig verdreht, leicht gewellt und an ihrer Basis verschmälert. Die Blätter der befallenen Hanfpflanzen haben diffuse, gelbgrüne Fleckungen bis partielle Scheckungen; sie weisen auch unregelmäßige Zahnungen auf.	Es ist lediglich die Bekämpfung der Vektoren möglich. Allerdings sind z. Z. keine Insektizide zur Anwendung in Hanf zugelassen.	HEINZE, 1983; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Hanf-scheckung</u> Gurkenmosaik-Virus CMV	Das Gurkenmosaik-Virus gehört zur Cucumovirusgruppe und ist in den gemäßigten Zonen weit verbreitet; es wird mechanisch und durch Blattläuse (z. B. Grüne Pflirsichblattlaus, Hanfblattlaus) übertragen. Durch die Infektion mit CMV tritt beim Hanf eine geringe Verminderung der Wuchsleistung ein; die Blattspreiten sind verkleinert, hellgrün gescheckt, während die Spitzen der Blattfiedern seitwärts verdreht sind.	Siehe oben	HEINZE, 1983; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999
<u>Gelbstreifung</u> Luzernemosaik-Virus AMV	Das Luzernemosaik-Virus ist weit verbreitet und wird mechanisch sowie durch Blattläuse übertragen. AMV-infizierter Hanf zeigt ein reduziertes Längenwachstum und eine Gelb-streifigkeit älterer Blätter.	Siehe oben	HEINZE, 1983; HOFFMANN u. SCHMUTTERER, 1999

Pflanzliche Parasiten

Unter den pflanzlichen Parasiten haben im Hanfanbau nur zwei Blütenpflanzen eine Bedeutung: Europäische Seide und Hanfwürger (Tab. 5).

Tab. 5 Pflanzliche Parasiten

Pflanzliche Parasiten	Biologie und Symptome	Bekämpfung	Autoren
<u>Europäische Seide oder Hopfenseide</u> <i>Cuscuta europaea</i>	Die Seiden gehören zur Familie der Windengewächse. Die Europäische Seide, auch Teufelszwirn genannt, schmarotzt auf vielen Pflanzenarten, u. a. auch auf Hanf; sie ist in Deutschland verbreitet. Die Europäische Seide gilt als Schädling an Öl- und Faserpflanzen. Nesterweise werden Hanfpflanzen durch zwirnsfadendünne, hellgelbe, mitunter auch etwas rötliche Pflanzenstängel der Europäischen Seide miteinander versponnen. Diese Stängel umwinden einzelne Hanftriebe eng und treiben Saugorgane (Haustorien) in die Wirtspflanze. Die befallenen Hanfpflanzen lagern und sind später nicht mehr verwertbar. Die Samen dieser Schmarotzerpflanze gelangen mit dem Lein- und Hanfsaatgut auf das Feld.	Durch sorgfältige Saatgutaufbereitung lässt sich der Befall eindämmen.	GUTHERLET u. KARUS, 1995
<u>Hanfwürger</u> <i>Orobanche ramosa</i>	Der Hanfwürger, auch Ästige Sommerwurz genannt, ist eine Schmarotzerpflanze, die vorwiegend den Faserhanf schädigt, aber auch andere Pflanzen wie z. B. Tabak, Tomaten, Kartoffeln befallt. In Deutschland ist der Hanfwürger selten zu finden; er schädigt den Hanf, indem er mit seinen Wurzeln in die des Hanfes eindringt und sich so parasitär ernährt. Die befallenen Hanfpflanzen sterben vorzeitig ab. Die Ausbreitung des Hanfwürgers erfolgt über Hanfsaatgut mit anhängenden Samen des Schmarotzers; er gilt auch als Fruchtfolgeschädling.	Durch sorgfältige, moderne Saatgutreinigung sind Schäden durch den Hanfwürger selten geworden. Ebenso ist der Anbau resistenter Hanfsorten zu empfehlen.	GUTHERLET u. KARUS, 1995; BÖCSA u. KARUS, 1997.

Tierische Schädlinge

Der Hanf hat stärker unter tierischen Schädlingen zu leiden, als im Allgemeinen angenommen wird, vor allem dann, wenn er nur sporadisch angebaut wird. Es gibt eine Vielzahl von Schädlingen, die mehr oder weniger stark schädigend auftreten; zu ihnen gehören nach GUTHERLET und KARUS (1995) Nematoden, Milben, Heuschrecken, Zikaden, Blattläuse, Wanzen, Käfer, Schmetterlinge, Vögel und Säugetiere (Tabelle 6).

Tab. 6 Tierische Schädlinge

Schädling	Symptome/Befallsverlauf	Bekämpfung	Autoren
<u>Stockälchen</u> <i>Ditylenchus dipsaci</i>	Das Stockälchen ist in Deutschland besonders im Rheinland und in Westfalen verbreitet. Befallene Hanfstängel zeigen Verkrümmungen und am Grund Verdickungen, während die Blätter gewellt oder verdreht sind. Die Fadenwürmer (1 bis 15 mm lang) dringen mit ihren Mundstacheln in das Gewebeinnere. Die Stockälchen können auch in Hanfkörnern vorkommen. Verseuchung des Bodens erfolgt durch Verschleppung durch Tiere und Arbeitsgeräte.	Weite Fruchtfolgen; Saatgutbeizung (z. Zt. kein Beizmittel zugelassen).	GUTHERLET u. KARUS, 1995.
<u>Gemeine Spinnmilbe</u> <i>Tetranychus urticae</i>	Bei trocken-warmer Witterung kann die Gemeine Spinnmilbe pro Jahr im Freiland 9 Generationen haben. Die Ausbreitung der Milben wird durch Wind gefördert. Die Spinnmilben rufen auf den Blättern kleine, helle Saugflecke hervor, die sich später hellgrau, graubraun oder gelblich braun verfärben, die Blätter sterben später ab. An den befallenen Pflanzenteilen, vor allem auf der Blattunterseite, sitzen verschiedene gefärbte 0,3 bis 0,5 mm lange Milben, zum Teil in lockerem Gespinnst, daneben befinden sich Eier und Larven. Kalimangel und überhöhte N-Düngung können den Befall mit Spinnmilben begünstigen.	Auf eine ausgeglichene Nährstoffversorgung ist zu achten. Pflanzenreste sind sorgfältig einzuarbeiten, um überwinterrungsbereite Milben abzutöten. Bei starkem Befall wären mehrere Behandlungen mit akariziden Wirkstoffen angebracht (z. Zt. kein Akarizid in Hanf zugelassen).	GUTHERLET u. KARUS, 1995
<u>Maulwurfsgrille</u> <i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>	Die Maulwurfsgrille ist in wärmeren Gebieten, insbesondere in Süddeutschland ein gefürchteter Schädling im Boden, der neben Gemüse- und Feldkulturen auch an Hanfwurzeln Fraßschäden verursacht. Schäden durch die Maulwurfsgrille äußern sich durch Kahlstellen. Keimpflanzen, sowie Jungpflanzen welken und gehen ein. Der Boden unter den Pflanzen ist aufgelockert, dadurch wird häufig noch größerer Schaden verursacht. Die Wurzeln der Pflanzen sind angefressen oder durchgebissen.	Auf größeren Flächen wären Köder- oder Streumittel anzuwenden (z. Zt. keine Zulassung in Hanf).	GUTHERLET u. KARUS, 1995
<u>Hellgrüne Zwergzikade</u> <i>Empoasca flavescens</i>	Die Hellgrüne Zwergzikade kann als Hanfschädling auftreten; sie verursacht auf den Blättern feine Saugstellen in Form von weißlichen Pünktchen, die schnell zusammenfließen. Dadurch erscheinen die Blätter weißlich gelb bis fahl gelb gesprenkelt; es folgt eine mehr oder weniger großflächige Verfärbung ins weißlich Graue. Anschließend kann es zu Blattdeformationen kommen. Auf der Blattunterseite leben dann hellgrüne, etwa 4 mm lange, z. T. springende Insekten. Das Ausmaß der Schäden durch die Hellgrüne Zwergzikade beim Hanf ist noch nicht untersucht worden.	Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Hellgrüne Zwergzikade im Hanf-anbau sind nicht bekannt.	GUTHERLET u. KARUS, 1995
<u>Grüne Pfirsichblattlaus</u> <i>Myzus persicae</i>	Über 400 Pflanzenarten dienen der Grünen Pfirsichblattlaus als Winter- und Sommerwirte; sie ist eine der wichtigsten Virusvektoren. Ab Mitte Mai ist damit zu rechnen, dass Blätter Kräuselungen aufweisen; auf den Blattunterseiten saugen zu der Zeit bereits 2 mm lange, grünlichgelbe bis grüne Blattläuse. Sie sind für die Übertragung des Gurkenmosaik- und Luzernemosaik-Virus verantwortlich.	Aufgrund der Kontrollen hinsichtlich des Blattausfluges sollten Bekämpfungsmaßnahmen eingeleitet werden (z. Z. ist kein Insektizid für diese Anwendung zugelassen).	GUTHERLET u. KARUS, 1995
<u>Hanfblattlaus</u> <i>Phorodon cannabisi</i>	Die Hanfblattlaus legt im Herbst ihre Winteriere an noch stehen gebliebene Hanfpflanzen. Im Frühjahr suchen ausgeschlüpfte Larven bereits aufgelaufene Hanfpflanzen auf; es kommt im Sommer zum Aufbau von Massenblattlauspopulationen. Wirtswechsel fehlt. Die Blattlaus ist vor allem Überträger der Gurken- und Luzerne-Viren. Am Anfang zeigen Hanfblätter nach der Infektion Kräuselungen, sie rollen sich, mitunter weisen sie auch	Durchwuchshanf ist zu eliminieren.	GUTHERLET u. KARUS, 1995

Schädling	Symptome/Befallsverlauf	Bekämpfung	Autoren
	rötliche Verfärbungen auf. An der Unterseite der noch grünen Blättern sind graustreifige Blattläuse in Kolonien zu finden. Auffällig ist zu der Zeit die starke Honigtaubildung.		
<u>Zweipunktige Wiesenwanze</u> <i>Calocoris norvegicus</i>	Die Zweipunktige Wiesenwanze ist nicht auf bestimmte Wirtspflanzen spezialisiert. Hanf wird als mögliche Wirtspflanze angenommen. Die Schadbilder der Wiesenwanze sind an Hanf noch nicht näher untersucht worden.	Empfehlende Bekämpfungsmaßnahmen liegen noch nicht vor.	GUTHERLET u. KARUS, 1995
<u>Feldmaikäfer</u> <i>Melolontha melolontha</i>	Die Larven der Feldmaikäfer können in Befallsgebieten bei Massenvermehrung junge Pflanzen zum Welken und Absterben bringen. Fraßschäden können selbst noch bei ausgewachsenen Pflanzen auftreten.	Es sind vorbeugende Maßnahmen, wie sorgfältige Bodenbearbeitung im Jahr zuvor zu treffen.	GUTHERLET u. KARUS, 1995
<u>Saatschnellkäfer</u> <i>Agriotes lineatus</i> , <i>A. obscurus</i>	Saatschnellkäfer der Arten <i>A. lineatus</i> und <i>A. obscurus</i> sind in Deutschland verbreitet. Ihre Larven können beim Hanf als Schädlinge auftreten; sie fressen Wurzeln und Wurzelhalse junger, aber auch älterer Pflanzen an, die zunächst welken und später absterben.	Bei starkem Larvenbesatz im Boden ist von einem Hanfanbau abzuraten.	GUTHERLET u. KARUS, 1995
<u>Hanferdfloh</u> <i>Psylliodes attenuata</i>	Der Hanferdfloh ist in Europa weit verbreitet; er hat ein großes Sprungvermögen. Im Mai bis Juni erscheinen die Käfer aus ihren Winterlagern und führen auf den Pflanzen einen Reifefraß durch; danach legen sie Eier in den Boden. Die daraus hervorgehenden Larven fressen an den Wurzeln. Im August erscheinen die Jungkäfer, die nach einer Fraßzeit ins Winterlager abwandern. Dabei werden die Blätter erheblich geschädigt, Fraßlöcher und Kahlfraß sind nicht selten.	Jungpflanzen könnten durch Beizung geschützt werden (z. Zt. keine Zulassung für diese Indikation in Hanf).	GUTHERLET u. KARUS, 1995
<u>Schattenwickler</u> <i>Cnephasia asseclana</i>	Der Schattenwickler ist ein gefärbter Falter mit einer Flügelspannweite von 16 bis 23 mm; er legt ab Mai Eier an die Triebspitzen, es kommt zur Gespinstbildung. Die folgenden Larven zerstören die Triebspitzen. Die Pflanzen neigen dann im Triebspitzenbereich zu Verzweigungen.	Mit Insektiziden könnte der Schattenwickler wirksam bekämpft werden. Eine Zulassung besteht z. Z. nicht.	GUTHERLET u. KARUS, 1995
<u>Hanfwickler</u> <i>Grapholita delineana</i>	Der Hanfwickler (Hanfmotte oder Chinesischer Hanfsamenwickler) ist ein unscheinbarer Falter; an den Stängeln erfolgt die Eiablage. Die Junglarven bohren sich in die Stängel ein und fressen darin Gänge. Befallene Pflanzen weisen verkrümmte Stängel auf; sie sind im Wachstum gehemmt; ihre Blätter vergilben. Später schädigen die Larven Blüten und Samen. Die Verpuppung erfolgt im Boden oder in den Samenstauden; es treten drei Generationen auf.	Eine biologische Bekämpfung durch Freilassen von <i>Trichogramma</i> wäre möglich (z. Z. keine Zulassung).	GUTHERLET u. KARUS, 1995
<u>Maiszünsler</u> <i>Ostrinia nubilalis</i>	Der Maiszünsler kommt in Süddeutschland verbreitet vor; er wird besonders in Maisanbaugebieten schädlich. Der Maiszünsler befällt u. a. auch Hopfen und Hanf. Die Larven dringen in die Stängel und fressen sie aus. Die ausgefressenen Stängel werden brüchig und knicken leicht um. Blätter und Triebspitzen der befallenen Hanfpflanzen vergilben und welken. Der Faserwert wird stark vermindert.	Vorfrucht Mais sollte vermieden werden. Es ist zu empfehlen, keine Hanfrückstände auf dem Feld zu hinterlassen. Es ist denkbar, dass im Hanf – ähnlich wie im Mais – der Maiszünsler mit biologischen Präparaten wie z. B. <i>Bacillus thuringiensis</i> -Präparaten bekämpft werden könnte. Eine Zulassung besteht z. Zt. jedoch nicht.	GUTHERLET u. KARUS, 1995

Schädling	Symptome/Befallsverlauf	Bekämpfung	Autoren
<u>Gammaeule</u> <i>Autographa gamma</i>	Die Gammaeule kommt in ganz Europa vor; bei günstigeren Bedingungen treten drei Generationen auf. Die Raupen sind polyphag. Charakteristisch ist die Wandertendenz bei Raupen und Faltern. Bei Kahlfraß wandern sie in Massen von einem Feld zum anderen, wenn keine Bekämpfung vorgenommen wird. Durch warme, lange Sommer und Feuchtigkeit wird die Massenvermehrung der Gammaeule begünstigt. Die Raupen schädigen den Hanf durch Loch-, Skelettier- und Kahlfraß an oberirdischen Pflanzenteilen, infolgedessen auch Zusammenbruch des Hanfes.	Anbau resistenter Sorten. Sorgfältige Bodenbearbeitung und Unkrautbekämpfung nach Hanfanbau. Überwachung der Gammaeulenplage in anderen Kulturen; Massenzuwanderung der Raupen aus anderen Kulturen, wie z. B. aus Senf u. a. verhindern. Natürliche Feinde der Gammaeulenraupen sind Krähen und Stare.	GUTHERLET u. KARUS, 1995
<u>Flohkrauteule</u> <i>Mamestra persicariae</i>	Die Flohkrauteule, auch Schwarze Garteneule genannt, ist in ganz Europa verbreitet. Die Falter fliegen von Mai bis August, ihre Vorderflügel haben ein dunkles Aussehen. Die Raupen haben jeweils 5 Bauchfußpaare. Die Raupen sind polyphag. Gelegentlich wird auch der Hanf befallen; die Fraßschäden sind denen der Gammaeule ähnlich.	Bekämpfungsmaßnahmen sind nicht bekannt.	GUTHERLET u. KARUS, 1995
<u>Wiesenschnake</u> <i>Tipula paludosa</i>	Die Wiesenschnake kommt, aufgrund der milden Winter und kühlen Sommermonate, hauptsächlich in Nordwestdeutschland vor. Charakteristisch sind ihre langen Beine (schlechte Flieger). Sie hat 14-gliedrige Fühler, wobei zwei Grundglieder ein ziegelrotes Aussehen haben. Die Wiesenschnake ist in Europa die schädlichste Schnakenart; sie ist besonders in kultivierten Hochmooren, anmoorigen und feuchten, sandigen Böden zu finden. Ihre Larven leben von Sprossen, Blätter und auch von Wurzeln. Bei Übervermehrungen kann es zu erheblichen Schäden auch beim Hanf führen. Die Bestände laufen lückenhaft auf. Junge Pflanzen bleiben im Wachstum zurück, welken und sterben ab. Auch unterirdische Stängelteile werden angefressen.	Streuen von Kalkstickstoff zur Bekämpfung der Eier und Junglarven.	GUTHERLET u. KARUS, 1995
<u>Minierfliegen</u> <i>Phytomyza atricornis</i> , <i>Liriomyza strigata</i> , <i>L. cannabidis</i>	Für einen Befall an Hanf kommen die Erbsenminierfliege (<i>Phytomyza atricornis</i>) und Zichorienminierfliege (<i>Liriomyza strigata</i>) (beide sind polyphag) und Hanfminierfliege (<i>Liriomyza cannabidis</i>) in Frage. Die Minierfliegen sind etwa 2 - 2,5 mm lang, gelbbraun, schwarzbraun oder graubraun gefärbt. Ab Mitte Mai legen sie ihre Eier auf die Blätter. Die Junglarven bohren sich in die fiederblättrigen Hanfblätter und legen die meist für jede Art charakteristischen Minen an. Die Verpuppung der Larven findet zum Teil in den Minen und z. T. im Boden statt.	Eine Bekämpfung der Minierfliegen mit Insektiziden wäre möglich, z. Z. keine Zulassung für diese Indikation.	GUTHERLET u. KARUS, 1995
<u>Vögel</u> <i>Aves</i>	Es gibt eine Reihe von Vögel, die bevorzugt Hanfsamen fressen: Es sind Finkenarten, Hohltaube (<i>Columba oenas</i>), Kleiber (<i>Sitta europaea</i>), Meisen (Paridae), Haussperling (<i>Passer domesticus</i>), Feldsperling (<i>Passer montanus</i>), Zeisig (<i>Carduelis spinas</i>), Star (<i>Sturnus vulgaris</i>) und Elster (<i>Pica pica</i>).	Bekämpfung der aufgeführten Vogelarten werden heutzutage nicht mehr in Erwägung gezogen.	GUTHERLET u. KARUS, 1995
<u>Säugetiere</u> <i>Mammalia</i>	Unter den Säugetieren gibt es, wie bei den o. a. Vogelarten, keine ausgesprochenen Spezialisten, die im Hanfanbau größere Schäden anrichten. Hierzu gehören z. B.: Gemeines Eichhörnchen (<i>Sciurus vulgaris</i>), Gemeiner Hamster (<i>Cricetus cricetus</i>) und Zwergmaus (<i>Micromys minutus</i>). Inwieweit Wild im Hanfanbau Schäden anrichtet, ist nur vor Ort abzuschätzen; möglicherweise sucht es in den hohen Hanfbeständen auch nur Schutz und Ruhe.		GUTHERLET u. KARUS, 1995

Erntezeit/Ernte

Der Erntezeitpunkt beim Hanf richtet sich nach der Nutzungsrichtung des Anbaus. Wird beim Faserhanfbau auf die Erzeugung hochwertiger Fasern Wert gelegt, dann sollte der Hanf während oder kurz nach der Blüte gemäht werden.

Sollte ein hoher Samenertrag erzielt werden, dann hat man sich nach der Samenreife zu richten. Der Erntezeitpunkt des Körnerhanfes ist gegeben, wenn an der unteren Hälfte des Samenbestandes die reifen Körner an ihren Hüllblättern heraustreten.

Die maschinelle Ernte des Hanfes bereitet häufig Probleme, weil ausgereifte, funktionierende Erntemaschinen zumeist nicht zur Verfügung stehen.

Faserhanf

Für die Quantität und Qualität des Ertrages, d. h. für den Fasergehalt und die Faserfeinheit, ist der Zeitpunkt der Faserhanfernte entscheidend. Diese technische Reife ist erreicht, wenn die weiblichen Blüten erscheinen und die männlichen bereits vorhanden sind und mit dem Pollenflug beginnen. Wie in Tabelle 7 aufgeführt, läuft die Hanfernte in mehreren Phasen ab. Die Hanfernte wird mit dem Doppelmähbalken oder mit dem Mähhäcksler begonnen. Der Gesamtertrag des Hanfes liegt bei 120 dt/ha mit einem Fasergehalt von 25 bis 35 %. Nach dem Mähen oder Häckseln wird der Hanf auf dem Feld getrocknet, eventuell entholzt oder zwischengelagert, gepresst und verarbeitet (DIEPENBROCK et al., 1999; PUDE, 2001).

Ölhanf

Der Hanf zur Ölgewinnung wird später geerntet als der Faserhanf. Da die Hanfsamen auf der Pflanze ungleichmäßig abreifen, muss solange mit der Ernte gewartet werden bis die Hanfkörner der unteren Samenzone reif sind, während diejenigen nahe der Pflanzenspitze noch unreif sind. Der Hanf kann geerntet werden, wenn die Samenschale hart, die Marmorierung gut zu erkennen und das den Samen bedeckende Hüllblatt gelblich bis hellgrün ist. Die Ernte sollte dann mit dem Mähdrescher, der mit einem Doppelbalkenmesser bestückt ist, unverzüglich vorgenommen werden. Die Erträge liegen bei 18 dt/ha Früchte. Die Samen weisen 30 bis 35 % Rohfett auf (SCHUSTER, 1992).

Tab. 7 Ernteverfahren von Hanf nach dem Verwendungszweck (z. Zeit in Entwicklung und Erprobung; nach DIEPENBROCK et al. 1999)

Hanf für Langfasergewinnung (Textilindustrie):	Mähen → Feldröste (einschließlich 1 – 2 mal Wenden) → Pressen → Zwischenlagerung → Verarbeitung
Hanf für Kurzfasergewinnung (Textilindustrie):	Mähen → Feldtrocknung (Wenden) → Pressen → Zwischenlagerung → Verarbeitung Mähen → Feldtrocknung → Schwadddrusch → Pressen → Zwischenlagerung → Verarbeitung
Hanf zur Gewinnung von Pulpe (Papierindustrie, Herstellung von Isolier- und Dämmmaterial sowie Formteilen):	Mähhäckseln → Feldröste bzw. Feldtrocknung mit Wenden → Pressen → (Zwischenlagerung) → Verarbeitung Mähhäckseln → Einlagerung ins Silo → Verarbeitung → Pressen → Zwischenlagerung → Verarbeitung Köpfen → Mähhäckseln → Einlagerung im Silo → Verarbeitung
Hanfernte mit Feldentholzung:	Mähen → Wenden → Feldentholzung → Pressen → Weiterverarbeitung

Zusammenfassung

Die Vielfalt der Nutzungsmöglichkeiten des Hanfes als nachwachsender Rohstoff fand in letzter Zeit ein zunehmendes Interesse, so dass der Hanfanbau in Deutschland wiederaufgenommen wurde. Heutzutage interessieren sich vor allem die Autoindustrie und die Baustofffirmen für Hanffasern zur Herstellung von Pressformteilen, Brems Scheiben, Kupplingsbelägen, Dämmstoffen, Hartfaserplatten, Spanplatten und Schalbrettern.

In der Zusammenstellung werden Pflanzenschutzprobleme beim Hanf als nachwachsender Rohstoff aufgezeigt, wobei Anbaubedingungen, Fruchtfolge, Vorfrucht, Bodenbearbeitung, Sortenwahl, Saat, Düngung, Pflegemaßnahmen, insbesondere die Unkraut- und Krankheitsbekämpfung, Schutz vor tierischen Schädlingen sowie die Ernte und technische Verarbeitung Berücksichtigung finden.

Der Anbau von Hanf ist generell noch meldepflichtig. Aus ackerbaulicher Sicht ist der Hanf eine interessante Pflanze, die aufgrund ihrer langen Pfahlwurzel und ihrer schnellen, üppigen Entwicklung einen garen und unkrautfreien Boden hinterläßt. Der Hanf bevorzugt humusreiche, kalkhaltige, tiefgründige, mittelschwere Böden mit möglichst gleichmäßiger Wasserführung.

Er gehört zu den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, die mit sich selbst verträglich sind. Wegen seiner Schattengare und Unkrautunterdrückung wird er als Vorfrucht für andere Früchte geschätzt.

Die Sortenwahl hängt von der Produktionsrichtung (Faser- oder Ölhanfanbau) ab. Die Hanfsorten unterscheiden sich im botanischen Aufbau (ein- und zweihäusig), in der Reife, im Stängeltrag sowie im Faser- und Samenrang.

Wegen seiner Spätfrostempfindlichkeit sollte der Hanf nicht vor Mitte April gedriht werden. Auf Niedermoorböden ist eine noch spätere Saatzeit (Mai) zu empfehlen.

An den Nährstoffvorrat im Boden stellt er hohe Ansprüche, besonders hoch ist der Stickstoffbedarf.

Im Hinblick auf die Unkrautbekämpfung ist beim Hanf von der Keimung bis vier Wochen nach dem Aufgang für Unkrautfreiheit zu sorgen. Danach unterdrückt der Hanf aufgrund seines schnellen Wachstums und seiner stark beschattenden Blattmasse in der Regel alle Unkräuter und Ungräser.

Die Reihe abiotischer Einflüsse, wie Spätfröste, Hagel, Wind und Sturm, Dürre/Trockenheit und stärkere Niederschläge während der Ernte, können große Schäden hervorrufen.

Der Hanf wird selten von pilzlichen Schaderregern befallen; zu ihnen gehören Auflaufkrankheiten, Falscher Mehltau, Hanfkrebs, Grauschimmel und Hanfrost, die durch Anbau wenig anfälliger Sorten und durch Fungizidapplikation relativ leicht in Grenzen gehalten werden können.

Zwei pflanzliche Parasiten, die Europäische Seide und der Hanfwürger (Blütenpflanzen), können dem Hanf gefährlich werden. Durch sorgfältige Saatgutaufbereitung und durch Anbau resistenter Hanfsorten lässt sich der Befall eindämmen.

Unter tierischen Schädlingen hat er mehr zu leiden, als im Allgemeinen angenommen wird. Es gibt auffallend viele Schädlinge, die den Hanf mehr oder weniger stark schädigen; zu ihnen zählen Nematoden, Milben, Heuschrecken, Zikaden, Blattläuse, Fliegen, Wanzen, Käfer, Schmetterlinge, Vögel und Säugetiere. Durch einen integrierten Pflanzenschutz lassen sich die genannten Schädlinge bekämpfen.

Abschließend wird auf den Zeitpunkt der Ernte und auf die Ernte selbst eingegangen.

Literatur

- | | |
|--|---|
| <p>AUTORENKOLLEKTIV (1963): Kleine Enzyklopädie – Land Forst Garten – Faserpflanzenbau – Hanf. VEB Verlag Enzyklopädie Leipzig. 4. Auflage. S. 78.</p> <p>BECKER, K., JOHN, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa – Faser – Hanf. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 115 - 116.</p> <p>BÖCSA, I., KARUS, M. (1997): Der Hanfanbau – Botanik, Sorten, Anbau und Ernte. C. F. Müller Verlag, Hüthig GmbH, Heidelberg, 173 S.</p> | <p>BUNDESSORTENAMT (BSA) (2002): Beschreibende Sortenliste 2002. Getreide, Mais, Ölf Früchte, Leguminosen, Hackfrüchte. Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Hannover, 1-260</p> <p>DIEPENBRÖCK, W., FISCHBECK, G., HEYLAND, K.-U., KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. UTB für Wissenschaft, 3. Auflage, 297 - 302.</p> |
|--|---|

- FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde – Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen – Faserliefernde Pflanzen *Cannabis sativa* L. ssp. *sativa*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 6. Auflage, 413 - 415, S. 174, S. 347.
- GUTHERLET, V., KARUS, M. (1995): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an Hanf (*Cannabis sativa*). Bericht aus dem nova-Institut für politische und ökologische Innovation, Köln, 57 S.
- HEINZE, K. (1983): Leitfaden der Schädlingsbekämpfung – Hanf. Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, Bd. III, 879 - 889.
- HÖPPNER, F., MENGE-HARTMANN, UTE (1996): Hanf – alte Kulturpflanze mit neuen Chancen? FORSCHUNGSREPORT, 2, 12 - 15.
- HOFFMANN, W., MUDRA A., PLARRE, W. (1970): Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen – Hanf. Verlag Paul Parey Berlin und Hamburg, Spezieller Teil, Bd. 2, 415 - 430.
- HOFFMANN, G., M., SCHMUTTERER, H. (1999): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Nutzpflanzen – Hanf. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2. Auflage, 633 - 637.
- MATTHÄUS, B., BRÜHL, L., KRIESE, U., SCHUMANN, E., PEIL, A. (2001): Hanföl: Ein „Highlight“ für die Küche? Untersuchungen zur Variabilität von Hanföl verschiedener Genotypen. Forschungsreport 2, 22-25.
- NOORDHOF, J. (1995a): Hanf – Die Stängel im Griff. Agrar-Übersicht, 12, 26 - 27.
- NOORDHOF, J. (1995b): Hanf – Zu Unrecht in der „Drogen-Ecke“. Agrar-Übersicht, 30 - 31.
- PLARRE, W. (1985): Hanf. In: W. HOFFMANN, A. MUDRA und W. PLARRE (1985). Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Bd. 2; Spez. Teil, 2. Auflage, 344 - 349.
- PUDE, R. (2001): Pflanzen für die Industrie – Hanf. Sdr. Herzog-Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Gülzow. S. 21.
- SCHÜSSLER, A. (1997): Nachwachsende Rohstoffe – Ausgereift. Agrarmarkt, 12, 28 - 29.
- SCHUSTER, W. (1992): Ölpflanzen in Europa – Hanf. – DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 108 - 111.

Mohn

Papaver somniferum L. ssp. *somniferum*

Der Mohn ist eine der ältesten Kulturpflanzen, die sowohl im Nahrungsmittel- als auch im Nonfood-Bereich vielseitig genutzt werden kann.

Verwendungszweck

In Deutschland besteht ein großer Bedarf an Mohnsamen für die Herstellung von Mohnkuchen, Mohnbrötchen u. a.. Dazu werden ca. 10000 t blausamiger Mohn eingeführt (FRANKE, 1997; DIEPENBROCK et al., 1999). Darüber hinaus liefert der Mohn aufgrund seiner hohen Linolsäure- und Ölsäuregehalte ein wertvolles Speiseöl. Der Mohn hat eine hohe, ernährungsphysiologische Bedeutung. Es sind nicht nur essenzielle Fettsäuren im Speiseöl, sondern auch eine Reihe von Vitaminen (A, E, B₁, B₂, B₆, Niacin, Folsäure und C) und Mineralstoffen (K, Ca, P, Fe, Mn, Cu, Se, Zn und Na) im Mohnsamen enthalten (AHRENS und SNEYD, 2000).

Außer zu Speisezwecken dient das trocknende Mohnöl zur Herstellung hochwertiger Malerfarben. Die Bedeutung der Mohnölgewinnung ist allerdings in letzter Zeit zurückgegangen, da für die Ölgewinnung billigere Rohstoffe mit vergleichbarer Qualität (z. B. Sonnenblumen, Raps) zur Verfügung stehen.

Der weltweit angebaute Mohn dient zum größten Teil zur Alkaloidgewinnung (ca. 40 %) für medizinische Zwecke. Das pharmakologisch wichtigste Alkaloid ist das Morphin, das zu 8 bis 15 % im Mohn vorkommt. Es ist das wirksamste schmerzlindernde Mittel. Selbst das Mohnstroh kann für medizinische Zwecke genutzt werden. Aus Kapselstreu lassen sich weitere schmerzlindernde und hustenstillende Alkaloide wie z. B. das Codein herstellen. Die euphorisierende Wirkung des Morphins, insbesondere seines acetylierten Abkömmlings des Heroins, wird zu Rauschzwecken missbraucht.

Verholzte Stängel des Mohns können energetisch genutzt werden, indem sie zu Briquets gepresst in Verbrennungsöfen verheizt werden und somit Wärme und Energie liefern. Mohnkapseln finden auch wegen ihres hohen Zierwertes in der Floristik Verwendung (FRANKE, 1997; BECKER und JOHN, 2000).

Zur Systematik

Der Mohn (*Papaver somniferum* L.), Schlaf- oder Ölmohn, gehört zur Familie der Mohngewächse (*Papaveraceae*), denen über 20 Gattungen und über 260 Arten zugeordnet sind. Der heutige Kulturmohn stammt vermutlich vom Borstenmohn (*Papaver setigerum*, bzw. *Papaver somniferum* ssp. *setigerum*) ab. Dieser Wildmohn war im Mittelmeerraum weit verbreitet und ist heute häufig als Zierpflanze neben den Arten *P. rhoeas*, *P. orientale* und *P. nudicaule* in Gärten anzutreffen (SCHUSTER, 1985, 1992; AHRENS und SNEYD, 2000). Seit Jahrhunderten werden folgende Mohnvarietäten nach der Samenfarbe unterschieden (AHRENS und SNEYD, 2000):

- Gruppe mit weißen Samen
- Gruppe mit schwarzen Samen
- Gruppe mit andersfarbigen Samen

Zur Botanik

Der Kulturmohn (*Papaver somniferum* L.) ist in der Regel ein einjähriges bis 160 cm hohes Kraut. Der Mohn ist eine Langtagpflanze. Der kräftige, borstig behaarte Stängel ist im oberen Teil verzweigt. Eiförmige, unbehaarte, graugrün aussehende, wechselständige Blätter umfassen Stängel und Zweige. Charakteristisch ist weiterhin eine kräftige Pfahlwurzel mit starken Seitenwurzeln. Die ganze Pflanze ist von Milchröhren durchzogen. An jedem Trieb wird endständig eine große Einzelblüte aus vier Kronblättern und zwei Kelchblättern gebildet. Die Kronblätter sind violett oder weißlich gefärbt und weisen ein dunkles Zentrum auf. Die zahlreichen Staubblätter haben längliche, blaugrüne Antheren. Die Blütezeit variiert von 1 bis 8 Tagen. Eine Fremdbefruchtung durch Insekten und Windbestäubung ist vorherrschend, eine Selbstbefruchtung möglich. Nach der Befruchtung bildet der Mohn als Frucht walnussgroße Kapseln aus, in denen sich jeweils ca. 2000 blaugraue bis grauschwarze kleine, nierenförmige Samen befinden.

Die Kapseln des Schüttmohns weisen unterhalb des Narbenschildes, wo die Fruchtblätter sich lösen, Poren auf, die sich während der Reife öffnen; die Samen können somit herausfallen. Demgegenüber öffnen sich die Poren des für die Ölgewinnung vorteilhaften Schließmohns nicht (SCHUSTER, 1985, 1992; AHRENS und SNEYD, 2000; BECKER und JOHN, 2000).

Was die Ertragsstruktur des Mohns anbetrifft, hat die Kapsel ca. 2000 Samen; die Tausendkornmasse (TKM) liegt zwischen 0,25 und 0,70 g. Die Mohnpflanzen haben durchschnittlich 1 bis 4 Kapseln. Auf einer Fläche von 1 m² wachsen 50 bis 80 Mohnpflanzen. Die Erträge schwanken zwischen 12 bis 22 dt Mohnsamen/ha.

Das Samenöl des Mohns enthält ca. 60 % Linolsäure, 30 % Ölsäure und 12 bis 20 % Palmitinsäure; es ist ein wertvolles Speiseöl.

Blätter, Stängel und Kapseln des Mohns bilden einen milchartigen Saft, der über 40 verschiedene Alkaloide enthält (FRANKE, 1997; BECKER und JOHN, 2000; DIEPENBROCK et al., 1999; PUDE, 2001). Von dem Kulturmohn (*Papaver somniferum* L.) gibt es sowohl Sommer- als auch Winterformen, die selbst harte Winter überstehen können; letztere werden in Österreich, Ungarn und in der Türkei – ähnlich wie Wintergetreide – im Herbst bestellt.

Allgemeiner Anbau

Der Mohn gehört zu den ertragreichen Sommerölfrüchten. In Asien, Russland, in der Türkei und auf dem Balkan spielt der Mohn als Öllieferant eine beachtliche Rolle. In Ungarn, Österreich, Polen und Tschechien wird ebenfalls noch Mohn angebaut. Im Vergleich zu den erwähnten Staaten hat er in Deutschland keine oder nur eine sehr geringe Bedeutung, obwohl der Mohn so vielseitig genutzt werden kann (FRANKE, 1997; AHRENS und SNEYD, 2000).

Aus früheren Arbeiten ist bekannt, dass der Mohn auch in Süd-, Südwest- und Ostdeutschland recht gut wuchs. Die Anbauggebiete in diesen Ländern zeichneten sich für den Mohnanbau durch warmes Klima ohne übermäßige Sommerniederschläge, – d.h. mildes, halbkontinentales Klima – und durch gute, warme, tätige Löß- und Lehm Böden aus (BAUER, 1934; VON BOGUSLAWSKI, 1953; AUTORENKOLLEKTIV, 1963). Da aus dem in Blättern, Stängeln und Kapseln des Mohns enthaltenen und kurz vor der Abreife abgesonderten dickflüssigen Milchsaft Opium als Rauschgift gewonnen werden kann, ist der Anbau in Deutschland nur mit Erlaubnis der Bundesopiumstelle im Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte in Berlin durchführbar. Seit 1992 dürfen in Deutschland zugelassene morphinarme Mohnsorten wieder angebaut werden.

Klima- und Bodenansprüche

Im Jugendwachstum kommt der Mohn aufgrund seiner Kältetoleranz bei relativ niedrigen Temperaturen recht gut aus. Das Keimtemperaturminimum liegt bei 3 °C. Während der Jugendentwicklung ist kühle und mäßig feuchte Witterung sogar günstig. Aus diesem Grund kann der Mohn relativ früh im März bestellt werden.

Während der Blühphase bevorzugt der Mohn aber milde und trockene Witterung in windgeschützten Lagen; nasskaltes Wetter ist ungünstig (DIEPENBROCK et al., 1999; AHRENS und SNEYD, 2000).

Er findet optimale Wachstumsbedingungen auf ausgesprochen milden, garen, tiefgründigen, humosen, unkrautfreien Böden, wofür in erster Linie Schwarzerde, Lößlehme und milde Lehme in Betracht kommen. Nicht geeignet sind schwere Lehme, Ton, trockener Sand sowie schnell trocknende, saure, staunasse und kalte Böden (GEISLER, 1988, DIEPENBROCK et al., 1999).

Vorfrucht/Fruchtfolge

Als Vorfrüchte eignen sich Hackfrüchte wie z. B. Zuckerrüben und Leguminosen am besten. Die Kartoffel zählt aus phytosanitären Gründen nicht dazu, weil der Mohn in der Keimung und in seiner Jungpflanzenentwicklung nach der Vorfrucht Kartoffel gehemmt bzw. gestört wird. Hülsenfrüchte und Klee sind für den Mohn dagegen hervorragende Vorfrüchte; allerdings sind diese Vorfruchtbeispiele nicht sehr häufig in der Praxis zu finden.

Der Mohn gedeiht recht gut nach Getreide, wenn der Acker unkrautfrei ist und sich in guter Kultur befindet. Der Mohn lässt sich in Getreide- und Zuckerrübenfruchtfolgen sowie in Fruchtfolgen mit Überfruchtwechsel – im Gemüseanbau – gut einordnen. Hier besteht auch die Möglichkeit, den

bodenverbessernden und krankheitsentseuchenden Zwischenfruchtanbau zu nutzen. Der Mohn selbst ist eine vorzügliche Vorfrucht für das Getreide, besonders für Winterweizen und Sommerung, da er den Boden gut beschattet und durchwurzelt; des Weiteren hinterlässt er den Boden in guter Gare (VON BOGUSLAWSKI, 1953; AUTORENKOLLEKTIV, 1963; DIEPENBROCK et al., 1999; AHRENS und SNEYD, 2000).

Bodenbearbeitung

Die Bodenbearbeitung muss noch sorgfältiger erfolgen, als es bei Zuckerrüben der Fall ist. Der Mohn verlangt ein wie im Gemüsebau gartenmäßig hergerichtetes, abgesetztes unkrautfreies Land, um die Gewähr zu haben, dass die feinen Mohnsamen nicht zu tief in den Boden gelangen und gleichmäßig und sicher aufgehen.

Da der Mohn einen abgesetzten und abgetrockneten Boden benötigt, ist früher das für den Mohnanbau vorgesehene Feld nach der Ernte der Vorfrucht geschält und vor dem Winter tief gepflügt worden. Im Frühjahr wurde lediglich mit Grubber, Egge und Walze der Boden gartenmäßig zubereitet. Heutzutage wird vor der Saat die Kreiselegge und evtl. die Walze eingesetzt. Wird nach einer Zwischenfrucht der Mohn gesät, so sollte im Frühjahr die Saatfurche mit einem nachlaufenden Krumenpacker erfolgen.

Bei den Vorfrüchten Getreide und Mais ist darauf zu achten, dass nach der Ernte Stroh und Stoppeln schnell zur Rotte zu bringen sind, denn halbverrottete Strohnester und -schichten würden die Entwicklung des Mohns erheblich beeinträchtigen. Nach einer Spatenrollegge oder Ackerfräse lassen sich Ernterückstände auch schnell zur Rotte bringen, dabei wird auch die Keimung des Ausfallgetreides und der Unkrautsamen eingeleitet.

Von einer Mulchsaat, pfluglosen Bestellung des Mohns ist wegen der Verunkrautung und des verstärkten Auftretens der Nachtschnecken abzuraten (GEISLER, 1988; DIEPENBROCK et al., 1999; AHRENS und SNEYD, 2000).

Saatzeit/Saat

Zur Erzielung von Höchstertträgen sollte der Mohn als Langtagpflanze früh gesät werden. Aufgrund seiner Kältetoleranz kann er bereits im März bestellt werden; gegenüber Frühjahrsfrösten ist er unempfindlich. Der Mohn keimt bereits bei einer Temperatur von 2 bis 3 °C und zeigt schon bei 8 bis 10 °C ein deutliches Wachstum.

Die Aussaat erfolgt – ähnlich wie bei Zuckerrüben – mit Spezialdrillmaschinen, wobei der Mohnsamen 0,5 bis 1,5 cm tief abgelegt wird. Um ein Verhacken und ein Vereinzeln der Mohnpflanzen zu ersparen, kommen – entgegen früheren Saatmengen von 2 bis 3 kg – nur 500 bis 700 g Mohnsamen /ha zur Aussaat. Dieses gelingt nur, wenn das Saatgut vorher mit abgetöteten Mohnsamen oder Weizengries gestreckt wird. Der Reihenabstand beträgt heutzutage 20 cm und nicht 40 bis 50 cm wie in früheren Jahren (AHRENS und SNEYD, 2000).

Sortenwahl

Als Saatgut für den Mohnanbau kommt nur Schließmohn in Frage. Der Landwirt in Deutschland hat z. Zt. keine Möglichkeit Pflanzenschutz durch Sortenwahl zu betreiben. Laut beschreibender Sortenliste 2002 vom BSA ist nur eine einzige morphinarme Mohnsorte für den Mohnanbau zugelassen (BSA, 2002). Durch die Verwendung von Hybridsorten ließe sich der Mohnölertrag je ha durchaus steigern (SCHUSTER, 1992).

Düngung

Der Mohn hat ein geringes Nährstoffaufschlussvermögen und daher ist sein Nährstoffbedarf sehr hoch. Höchstertträge sind nur bei ausreichenden Mineraldüngergaben zu erreichen. Für Kalium und Phosphor ist auf einen guten Versorgungszustand des Bodens zu achten. Wenn die Nährstoffnachlieferung des Bodens weniger ausreichend ist, dann schlagen AHRENS und SNEYD (2000) vor, den Boden mit 60 kg P₂O₅, 120 kg K₂O und 30 kg MgO/ha zu düngen. Phosphor- und Kalidünger sollten rechtzeitig vor der Saat in den Boden eingearbeitet werden. Der Mohn hat einen hohen Kalkbedarf; er gedeiht am besten, wenn der Boden eine neutrale bis leicht alkalische Reaktion aufweist.

Der N-Bedarf ist ebenfalls sehr hoch; die N-Düngung sollte aber nicht höher als 80 bis 100 kg N/ha einschließlich N_{\min} sein. Die Hälfte der N-Düngung ist mit der Grunddüngung vor der Saat zu verabreichen, während die andere Hälfte der N-Gabe zum Schossen des Mohns zu düngen ist. Man kann die N-Düngung auch dritteln; hier wäre die letzte N-Gabe zu Beginn der Mohnblüte zu verabreichen. Eine einseitige hohe N-Düngung sollte stets vermieden werden, weil der Mohn einerseits ganz leicht zum Lager neigt; andererseits führt eine überzogene N-Düngung auch zur Reifeverzögerung des Mohns.

Vor dem Mohnanbau ist der Boden stets auf einen ausreichenden Schwefelgehalt zu untersuchen; denn Raps – aber auch Getreide – hinterlassen dem Mohn häufig zu wenig Schwefel. Es sollte mehr als 1 mg verfügbarer Schwefel /100g Boden vorhanden sein.

Ganz wichtig sind die Bodenuntersuchungen auf Bor, denn Mohn reagiert auf Bormangel sehr empfindlich. Es liegt nahe, dass bei alkalischer Bodenreaktion das Bor im Boden leicht festgelegt wird und nicht verfügbar ist. Im Vergleich zum Raps ist der Borbedarf des Mohns fast doppelt so hoch.

Pflanzenschutz

Unkrautbekämpfung

Der Acker für den Mohnanbau sollte unkrautfrei sein. Schon bei der Saatbettvorbereitung sind die einzelnen Bodenbearbeitungsgänge so vorzunehmen, dass Unkrautsamen leicht zur Keimung gelangen und aufgelaufene Unkräuter zeitig vernichtet werden können. Wegen seiner langsamen Jugendentwicklung und seiner anfänglich geringen Unkrautkonkurrenz ist der Mohn darauf angewiesen, auf unkrautfreien Feldschlägen bestellt zu werden.

Auch durch Striegeln wäre es anfangs möglich, Unkräuter im Mohn in Grenzen zu halten. Die Aussaat des Mohns in engen Reihenabständen (20 cm) sollte auch dazu beitragen, durch schnellen Reihenschluss und durch schnelle Beschattung des Bodens Unkräuter zu unterdrücken.

Sollten dennoch späte Unkräuter, wie z. B. der Weiße Gänsefuß, dem Mohn gefährlich werden, dann könnten noch im 4-Blatt- oder gar erst im 10-Blatt-Stadium des Mohns Herbizide eingesetzt werden. Allerdings stehen hierfür nur wenige, zugelassene Herbizide zur Verfügung (BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT, 2002). Es gibt aber eine ganze Reihe von wirksamen, verträglichen Herbiziden, die für andere Ackerbaukulturen ihre Zulassung haben. Zulassungsinhaber, Pflanzenschutzämter, Landwirtschaftskammern sowie Landesanstalten für Pflanzenschutz und Pflanzenbau können über Genehmigungsverfahren nach dem gültigen Pflanzenschutzgesetz von 1998 § 18a und 18b die Zulassungen der o. g. Herbizide für den Mohnanbau beantragen (BML, 1998).

Nichtparasitäre Krankheiten

In Tabelle 1 sind die wirtschaftlich wichtigsten nichtparasitären Krankheiten des Mohnanbaus aufgeführt, die zumeist durch Witterungseinflüsse und falsche Düngungsmaßnahmen hervorgerufen werden. Zu ihnen zählen Wind, raues Klima, Hagel, Spätsaaten, hohe Niederschläge und Tau sowie Bor- und Kalziummangel. In der gleichen Tabelle wird auch auf Gegenmaßnahmen hingewiesen.

Tab. 1 Nichtparasitäre Krankheiten

Abiotische Krankheiten	Symptome und Ursachen	Vermeidung/ Bekämpfung	Autoren
<u>Wind</u>	Bei starkem Wind geht der Mohn leicht ins Lager; es kann auch häufig zum Mohnstängelbruch kommen.	Anbau von Mohn in windgeschützten Lagen. Anbau standfester Mohnsorten.	HAASE, 1954; AHRENS u. SNEYD, 2000
<u>Raues Klima</u>	Raues Klima sagt dem Mohn nicht zu; der Mohn wächst nicht zügig; er reift bei diesem Klima vielfach nicht aus.	Anbau des Mohns in Regionen mit mildem und warmem Klima.	HAASE, 1954; AUTOREN- KOLLEKTIV, 1963
<u>Hagel</u>	Durch Hagelschlag kann der Mohn stark geschädigt oder gar zerstört werden.	Mohnanbau in erfahrungsgemäß hagelfreien Gebieten. Ggf. Abschluss einer Hagelversicherung.	

Abiotische Krankheiten	Symptome und Ursachen	Vermeidung/ Bekämpfung	Autoren
<u>Hohe Niederschläge</u>	Hohe Niederschläge nach der Saat – vor dem Auflaufen – verschlämmen die Böden. Der Aufgang des Mohns ist dann gefährdet. Die Keime des Mohns werden infolge der Verkrustung der Böden nach unten wachsen.	Die Verkrustung des Bodens ist durch Walzen oder Striegeln zu durchbrechen, damit der Aufgang des Mohns gewährleistet wird.	HAASE, 1954; RODER, 1990; AHRENS u. SNEYD, 2000
<u>Tau</u>	Pflegearbeiten wie z. B. Striegeln im Tau wirken sich negativ auf das Wachstum des Mohns aus (Trittverdichtungen); die Pflanzen nehmen eine gelbliche Färbung an; letztendlich treten infolge dieser Erscheinungen Ertragsverluste auf.	Pflegearbeiten in Mohnfeldern dürfen nur bei trockenem Wetter und auch nicht im Tau verrichtet werden.	HAASE, 1954; AUTOREN-KOLLEKTIV, 1963; AHRENS u. SNEYD, 2000
<u>Spätsaaten</u>	In Anbetracht des langsamen Auflaufens und der langen Wuchsdauer des Mohns wirkt sich eine Spätsaat – ca. Mitte April – ertragsmindernd aus. Der Mohn weist dann nur kleine Kapseln auf. Eine Aus-saatverzögerung von 4 Wochen würde einen Ertragsverlust von etwas 30 % Samen und einen Ölausfall von 50 % hervorrufen.	Beste Mohnaussaat ist im März.	HAASE, 1954; AUTOREN-KOLLEKTIV, 1963; AHRENS u. SNEYD, 2000
<u>Bormangel</u>	Mohn leidet bei B-Mangel mit einer Herz- und Trockenfäule. Bormangel tritt häufig bei überkalkten Böden auf (Festlegung des Bors). Die Mohnpflanzen bleiben nesterweise bereits im Rosettenstadium im Wachstum zurück, die Herzblätter vergilben, verfärben sich dann violett und werden später schwarzbraun und vertrocknen letztendlich.	Mohn gedeiht am besten auf Böden mit einer pH-Zahl um 6 bis 7; eine Überkalkung ist zu vermeiden. Bordüngung möglichst vor der Aussaat vornehmen.	HAASE, 1954; SCHÜTTE, 1983; AHRENS u. SNEYD, 2000
<u>Kalziummangel</u>	Bei Ca-Mangel leiden Blattstiele und Jungtriebe des Mohns; Stängel werden weich, Spross und Knospe hängen herab. Auf Böden mit einer pH-Zahl unter 5,5 reagiert der Mohn mit sehr stark abfallenden Erträgen und Ölgehalten.	Ausgewogene Kalkdüngung.	HAASE, 1954; AHRENS und SNEYD, 2000.

Pilzliche Schaderreger

Der Mohn wird durch verschiedene Pilzkrankheiten geschädigt.

In Tabelle 2 sind Keimlings-, Wurzel-, Stängel-, Blatt- und Kapselkrankheiten des Mohns aufgeführt und eventuelle Bekämpfungsmöglichkeiten dargestellt.

Eine der bedeutendsten Krankheiten des Mohns ist Wurzelbrand einschließlich der Blattdürre, hervorgerufen von *Helminthosporium papaveris*. Dieser Schaderreger, der in warmen Regionen weit verbreitet ist, verursacht Wurzelbrand an Jungpflanzen, Blattdürren, Stängelbruch, Schädigungen in Kapseln und Mohnsamen. Durch Saatgutbeizung könnte diese gefährliche Krankheit in Grenzen gehalten werden, sofern Beizmittel zugelassen wären.

In Tabelle 2 werden der Falsche Mehltau, Krebs, Schwarzfleckenkrankheit, Grauschimmelfäule und Alternariose zusammengestellt. Mit der Ausweitung des Mohnanbaus ist mit einer Zunahme von weiteren Krankheiten zu rechnen.

Tab. 2 Pilzkrankheiten

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Wurzelbrand und Blattdürre</u> <i>Helminthosporium papaveris</i>	Der Pilz kann Schäden sowohl an Keimlingen als auch an Jungpflanzen und an ausgewachsenen Mohnpflanzen verursachen. Ab Ende Mai sind an den Stängelbasen streifenartige braunschwarze Verfärbungen und Einschnürungen zu erkennen. Später zeigt sich Befall auf den unteren Blättern, wobei die Blatt-ränder zunächst gelbbraun bis schwarz werden und anschließend dann absterben. Zur Zeit der Blüte erfolgt eine weitere Infektionswelle, danach zeigen die Blätter zwischen den Adern schwarzbraune Flecke, die bei hoher Lufttemperatur und hoher Luftfeuchte später zusammenfließen und einen dunklen Pilzrasen bilden. Befallene Kapseln weisen ebenfalls derartige Pilzrasen auf. Der Erreger kann auch in die Kapseln eindringen, dabei werden die Samen vom Myzel überzogen und miteinander zu Klumpen verkleistert. Der Schaden kann bis zu 90 % Ertragsverluste betragen.	Weite Fruchtfolgen. Beizung des Saatgutes (z. Z. keine Zulassung eines Beizmittels); Frühe Aussaat. Sorgfältige Bodenbearbeitung nach dem Mohnanbau.	SCHÜTTE, 1983; RODER, 1990; AHRENS u. SNEYD, 2000
<u>Falscher Mehltau</u> <i>Peronospora arborescens</i>	Falscher Mehltau führt zu wulstig aufgetriebener Verkrümmung der Mohnblätter; Kümmerwuchs und Habitusdeformationen. Die Blattränder sind nach unten eingerollt. Bei feuchtwarmer Witterung ist an den Blattunterseiten grauviolettes Pilzmyzel erkennbar, das aus Konidienträgern besteht. Bei starkem Befall wird die Entwicklung der Triebe und Kapseln gehemmt. Der Falsche Mehltau kommt in allen Mohnanbaubereichen vor. Anhaltende Niederschläge und niedrige Temperaturen während der Vorsommer- und Sommerzeit begünstigen den Befall. Diese Krankheit führt im Mohnanbau zu Ertragsverlusten bis zu 40 %.	Nutzung trockener Anbauflächen. Weitgestellte Fruchtfolgen. Beizung des Saatgutes.	SCHÜTTE, 1983; RODER, 1990; AHRENS u. SNEYD, 2000; BBA, 2002
<u>Krebs- oder Sklerotienkrankheit des Mohns</u> <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Der Befall äußert sich zunächst in hellgrünen, gelblichen oder hellbraunen Flecken an den Blattansatzstellen der Mohnstängel, die auch auf Blätter und Blütenstiele übergreifen. An den Befallsstellen kommt es zum Absterben des Gewebes und zum Stängelbruch. Später erscheinen an Stängeln und im Stängelmark bei ausreichender Luftfeuchte im Bestand die schwarzen Sklerotien, die den Winter überdauern.	Weite Fruchtfolgen; Vernichtung bzw. Verbrennung des Mohnstrohs.	RODER, 1990
<u>Schwarzfleckenkrankheit</u> <i>Entyloma fuscum</i>	Erst im Sommer nach Taunächten entwickelt der Pilz auf den Blättern abreifender Mohnpflanzen anfangs helle, später dunkelbraune bis schwarze Flecken, die durch Blattadern begrenzt werden.	nicht bekannt.	AHRENS u. SNEYD, 2000
<u>Grauschimmelfäule</u> <i>Botrytis cinerea</i>	Der Pilz befällt auch den Mohn; an den befallenen Pflanzenteilen ist der graue Pilzrasen charakteristisch, während sich der Befall an Blättern, Stängeln und Kapseln durch Schwarzfärbungen äußert, die letztendlich zum Absterben führen können.	Keine.	RODER, 1990
<u>Alternariose</u> <i>Alternaria brassicae</i> f. sp. <i>somniferi</i>	Der Pilz tritt auf feuchten Standorten oder bei hoher Luftfeuchtigkeit auf. Der Pilz ist an seinen schwärzlichen Pilzpolstern vorwiegend an der oberen Kapselhälfte zu erkennen; dabei kann es auch zur Verpilzung der Samen in der Kapsel kommen.	Keine.	RODER, 1990

Bakteriosen und Virosen

Der Mohn kann auch durch Bakterien befallen werden. Zu den entsprechenden Krankheiten zählen die Bakterielle Blattfleckenkrankheit (*Xanthomonas papavericola*) und die Stängelbakteriose (*Erwinia carotovora*) (s. Tabelle 3). Bislang wurden aber in Deutschland noch keine Schäden gemeldet.

Wenn Mohn in der Nähe von Beta-Rüben angebaut wird, besteht die Gefahr, dass er von Viren aus dem Zuckerrübenanbau befallen wird. In Tabelle 3 sind die beiden Viruskrankheiten die Viröse Vergilbung (Erreger: Nekrotisches Rübenvergilbungsvirus) und das Mohnmosaik (Erreger: Rübenmosaik-Virus) aufgeführt.

Tab. 3 Bakterielle und viröse Krankheiten

Krankheit/Erreger	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Bakterielle Blattfleckenkrankheit</u> <i>Xanthomonas papavericola</i>	Diese Krankheit äußert sich zunächst in rundlichen, aufgehellten Blattflecken. Später entstehen unter Begrenzung durch die Blattadern Nekrosen von graubrauner Färbung, wobei das befallene Gewebe eintrocknet und durchsichtig wird.	nicht bekannt.	RODER, 1990
<u>Stängelbakteriose</u> <i>Erwinia carotovora</i>	Durch diese Stängelbakteriose können Mohnpflanzen in relativ kurzer Zeit Total Schaden nehmen. Die Krankheit beginnt mit dem Herabhängen der Blätter, die sich dann verfärben und letztendlich absterben. Befallene Stängel sind zumeist durch Fäulnis durchsetzt und zeigen im Innern weißlichen Bakterien Schleim.	Keine anfälligen Vorfrüchte wie z. B. Kartoffeln anbauen.	RODER, 1990
<u>Viröse Vergilbung</u> Nekrotisches Rübenvergilbungsvirus BYV	Mit BYV-Virus befallenen Mohnpflanzen sind anfangs an den Aufhellungen bis Gelbfärbungen der Blätter zu erkennen. Ihre Kapseltriebe sind gestreckt und verkrümmt. Später weisen die Kapseln streifenartige Farberänderungen und Deformationen auf, wobei diese dann länglich, wellig werden und aufplatzen. Aufgrund ungenügender Samenausbildung und -reife entstehen Ertragsverluste.	Mohn sollte nicht in der Nähe von Beta-Rüben angebaut werden. Bekämpfung der Vektoren (Blattläuse) mit Insektiziden.	RODER, 1990
<u>Mohnmosaik</u> Rübenmosaik-Virus BMV	Das Rübenmosaik-Virus verursacht bei Mohnblättern zunächst eine Gelbscheckung. Die einzelnen Flecke können zusammenfließen, wodurch die Blätter eine Gelbfärbung annehmen. Die Blattspitzen und Blattadern bleiben längere Zeit grün. Später werden die Blätter starr; die Kapseln bleiben klein. Der Mohnsamen ist unterentwickelt und nicht keimfähig. Als Vektoren kommen <i>Myzus persicae</i> und <i>Aphis fabae</i> in Frage.	Bekämpfung der Vektoren <i>M. persicae</i> und <i>A. fabae</i> mit Insektiziden. Kein Mohnanbau in der Nähe von Beta-Rüben.	RODER, 1990

Tierische Schädlinge

Der Mohn kann von einer relativ hohen Anzahl tierischer Schädlinge befallen werden (Tab. 4). Mit Zunahme des Mohnanbaus ist zu erwarten, dass sich nicht nur die Anzahl der Schadinsekten erhöht, sondern dass auch das Auftreten anderer tierischer Schädlinge wie z. B. Larven des Luzernerüsslers und des Moosknopfkäfers im Mohnanbau zunimmt. Hierbei ist zu überlegen, welche prognostischen Untersuchungen und welche Maßnahmen gegen die tierischen Schädlinge im Mohnanbau zu ergreifen sind.

Mohn kann – wie Zuckerrüben und Raps – auch durch Nacktschnecken (*Deroceras reticulatum* und *D. agreste*), insbesondere nach Mulchsaaten, gefährdet sein. Kontrollen sind hier stets angebracht, um rechtzeitig Bekämpfungsmaßnahmen einleiten zu können (DIEPENBROCK et al., 1999; AHRENS und SNEYD, 2000).

Es gibt auch eine Reihe von Vogelarten wie z. B. Saatkrähen, Nebelkrähen, Stare, Kohlmeisen, Finken, Zeisig u. a., die die Mohnkapseln anhacken, ausfressen und die Mohnerträge insgesamt mindern (SCHÜTTE, 1983). Von einer Bekämpfung der o. a. Vögel wird heutzutage Abstand genommen. Allenfalls werden Ablenkungsfütterungen durchgeführt.

Tab. 4 Tierische Schädlinge

Schädlinge	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
<u>Mohnwurzelrüssler</u> <i>Stenocarus fuliginosus</i>	Larven des Mohnwurzelrüsslers schädigen durch Fraß Wurzeln des Mohns. Die befallenen Pflanzen zeigen zuerst Welkeerscheinungen und kümmerlichen Wuchs, bei starkem Befall sterben sie vorzeitig ab. An der Hauptwurzel ist der Befall ein tiefergehender Rillenfraß. Im Wurzelbereich ist dann die gelblich weiße, fußlose etwa 5 bis 6 mm große und mit braunem Kopf versehene Larve anzutreffen. Der im Boden überwinterte, 3 mm große Käfer ernährt sich im Frühjahr von Blättern junger Pflanzen. Die folgenden Eilarven ernähren sich ebenfalls von oberirdischer Masse, bevor sie in die Wurzelregion abwandern.	Geeignete Fruchtfolgen; sorgfältige Bodenbearbeitungen. Einsatz von Insektiziden (Randbehandlung).	RODER, 1990; BBA, 2002
<u>Schwarze Bohnenblattlaus</u> <i>Aphis fabae</i>	Die Schwarze Bohnenblattlaus vermehrt sich an Blättern Stängeln, Blütenknospen und jungen Kapseln des Mohns. Durch Saugschäden kommt es zu Deformationen und zu Wuchsdepressionen der befallenen Mohnpflanzen. Die Schäden durch <i>A. fabae</i> können im Mohnanbau beträchtlich sein.	Eine Bekämpfung der Schwarzen Bohnenlaus mit Insektiziden ist möglich.	RODER, 1990
<u>Schattenwickler</u> <i>Cnephasia asseclana</i>	Raupen des Schattenwicklers rufen gelegentlich Blattfraß beim Mohn hervor. Die Raupen sind bis 8 mm lang und haben ein graugrünes Aussehen; der Kopf der Raupe ist braunschwarz. Im Mai legt der graubraune Falter (20 mm Flügelweite) Eier an die Gipfelblätter des Mohns, so dass diese durch die im Gespinst wohnenden Raupen geschädigt werden.	Eine Bekämpfung mit Insektiziden ist möglich.	RODER, 1990; BBA, 2002
<u>Mohnstängelwespe</u> <i>Timaspis papaveris</i>	Der Befall mit <i>T. papaveris</i> wird durch ein vorzeitiges Vergilben der Mohnpflanzen sichtbar. Die Larve der Mohnstängelwespe ist ein typischer Stängelschädling (3 bis 4 mm groß, stark segmentiert, hellgelb), sie verursacht im Stängelgewebe unterhalb der Oberhaut Fraßgänge, die als bräunliche Längsflecke erkennbar sind. Es werden die Leitgefäße zerstört; es kommt auch zum Stängelbruch, infolgedessen sterben die Kapseln ab.	Einsatz von Insektiziden.	RODER, 1990; BBA, 2002
<u>Mohnkapselrüssler</u> <i>Ceutorhynchus macula-alba</i>	Anfangs ist ein Schabefraß der Vollinsekten an Stängeln und Blüten festzustellen, der im Allgemeinen noch als unbedeutend angesehen wird. Später werden von den Weibchen die jungen Mohnkapseln aufgebohrt und in diese Eier abgelegt, aus denen gelbliche Larven schlüpfen. Sie verursachen einen Samenfraß. Nach der Verpuppung bilden sich die Jungkäfer, die zur Überwinterung in den Boden abwandern. Im Mai erscheinen die Käfer wieder auf den Feldern.	Anlegen von Fangstreifen. Eine Bekämpfung mit Insektiziden zur Zeit der Einwanderung ist möglich (Randbehandlung).	RODER, 1990; BBA, 2002

Schädlinge	Symptome und Ursachen	Bekämpfung	Autoren
Mohngallmücke <i>Dasineura papaveris</i>	In warmen Jahren parasitieren Larven der Mohngallmücke (rötlich-gelblich aussehend; 1,2 bis 2 mm lang) in den Kapseln; sie besaugen den Mohnsamen zur Gespinstbildung. Befallene Pflanzen weisen kümmerlichen Wuchs auf; die Kapseln zeigen dabei häufig Deformationen.	Bekämpfung mit Insektiziden.	RODER, 1990; BBA, 2002

Erntezeit/Ernte

Die Samen des heute zum Anbau kommenden Schließmohns fallen nicht aus, so dass die volle Ausreife für die Ernte abgewartet werden kann. Der Mohn ist erntereif, wenn seine Pflanzen und Kapseln trocken sind, die Samen lose in den Kapseln liegen und eine blaugraue Farbe angenommen haben. Der Mohn wird mit dem Mähdröschler geerntet. Dies geschieht in Deutschland zumeist nach der Getreideernte ab Mitte August bis in den September hinein.

Der Mähdrusch sollte mit einem hohen Schneidwerk und in sehr schonender Arbeitsweise – bei möglichst niedriger Feuchte (9 %) – vorgenommen werden, um Verluste und Verletzungen der Mohnsamen zu vermeiden; denn kleinste Haarrisse an den Samen führen zu Ölaustritt und Oxidation des Öls. Das Erntegut ist zu reinigen und bedarf einer Nachtrocknung mit einer Zielfeuchte von 7 bis 8 %.

Im Mohnanbau sind Erträge zwischen 12 und 22 dt/ha zu erwarten. Der Ölgehalt des Mohns liegt zwischen 40 bis 54 % (DIEPENBROCK et al., 1999; AHRENS und SNEYD, 2000).

Zusammenfassung

Der Mohn ist eine der ältesten Kulturpflanzen, die sowohl zu Speisezwecken als auch im Nonfood-Bereich vielseitig genutzt werden kann. Der Mohn als nachwachsende Rohstoffpflanze dient zum großen Teil der Alkaloidgewinnung für medizinische Zwecke.

Zur Erzielung gesunder Mohnbestände sind verschiedene Voraussetzungen für den Anbau und ein grundlegender Pflanzenschutz von Bedeutung. Der Mohn bevorzugt windgeschützte Lagen und gedeiht am besten in mildem, halbkontinentalem Klima; er findet auf ausgesprochen milden, garen, tiefgründigen, humosen, unkrautfreien Böden (Lößlehme) optimale Wachstumsbedingungen.

Was die Stellung des Mohns in der Fruchtfolge betrifft, so eignen sich Hackfrüchte und Leguminosen als Vorfrüchte am besten. Der Mohn gedeiht auch recht gut nach Getreide.

Die Bodenbearbeitungen für einen optimalen Mohnanbau müssen sorgfältiger erfolgen, als es bei Zuckerrüben der Fall ist. Der Mohn benötigt einen gartenmäßig hergerichteten, abgesetzten, abgetrockneten und unkrautfreien Boden.

Zur Erzielung von Höchsterträgen sollte der Mohn als Langtagpflanze früh ausgesät werden. Aufgrund seiner Kältetoleranz kann die Aussaat bereits im März erfolgen.

Der Landwirt hat in Deutschland z. Zt. keine Möglichkeit Pflanzenschutz durch Sortenwahl zu betreiben, weil ihm nur eine einzige Sorte zur Verfügung steht.

Der Mohn hat einen recht hohen Nährstoffbedarf. Für Kalium und Phosphor ist daher auf einen guten Versorgungszustand des Bodens zu achten. Der Mohn gedeiht am besten auf neutralen bis leicht alkalischen Böden. Der N-Bedarf ist im Mohnanbau hoch; die N-Düngung sollte aber nicht über 100 kg/ha einschließlich N_{\min} bemessen werden.

Bei alkalischer Bodenreaktion wird Bor häufig festgelegt. Da Mohn auf Bormangel mit einer Herz- und Trockenfäule reagiert, ist stets auf eine ausreichende Borversorgung des Bodens zu achten.

Zur Erzielung hoher und stabiler Erträge im Mohnanbau ist ein integrierter Pflanzenschutz notwendig. Wegen seiner langsamen Jugendentwicklung ist der Mohn anfangs auf unkrautfreie Feldschläge angewiesen. Später auftretende Unkräuter können mit Herbiziden im 4- bis 8-Blattstadium des Mohns bekämpft werden.

Im Mohnanbau können Keimlings-, Wurzel-, Stängel-, Blatt- und Kapselkrankheiten auftreten; ihre Bekämpfungsmöglichkeiten werden erörtert. Viren aus dem Zuckerrübenanbau können dem Mohn gefährlich werden. Als Vektoren kommen vorwiegend die Pfirsichblattlaus und die Schwarze Bohnenlaus in Frage, die prophylaktisch zu bekämpfen sind.

Es gibt im Mohnanbau eine Reihe tierischer Schädlinge; zu ihnen zählen u. a. Mohnwurzelrüssler, Schwarze Bohnenblattlaus, Schattenwickler, Mohnstängelwespe, Mohnkapselrüssler und Mohn gallmücke, die bekämpfbar sind. Bei Zunahme des Mohnanbaus in Deutschland ist mit einem verstärkten Auftreten von Schädlingen und Pilzkrankheiten zu rechnen.

Abschließend wird auf die Erntezeit des Mohns hingewiesen, die bei seiner Vollreife erreicht wird. Die Ernte erfolgt mit dem Mähdrescher bei niedriger Samenfeuchte von höchstens 9 %.

Literatur

- AHRENS, W., SNEYD, J. (2000): Mohn – Sorten – Anbau – Rezepte. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1-128.
- AUTORENKOLLEKTIV (1963): Kleine Enzyklopädie – Land–Forst–Garten. – Mohn -. VEB Verlag Enzyklopädie Leipzig, 4. Aufl., 73-74.
- BAUR, G. (1934): Raps, Lein und andere wichtige Öl- und Gespinstpflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, H 3, 25-32.
- BECKER, K., JOHN, S. (2000): Farbatlas Nutzpflanzen in Mitteleuropa –Schlaf-Mohn. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 84.
- BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT (BBA), Bundesrepublik Deutschland (2002): Pflanzenschutzmittelverzeichnis Teil 1. Ackerbau – Wiesen und Weiden, Hopfenbau – Nichtkulturland. Saphir Verlag, Ribbesbüttel, 50. Auflage 1-364.
- BOGUSLAWSKI VON, E. (1953): Pflanzenbaulehre – Mohn. In: ROEMER, TH.; SCHEIBE, A.; SCHMIDT, J.; WOERMANN, E. (1953): Handbuch der Landwirtschaft. Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg, Bd. II, 352-355.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (BML) (1998): Pflanzenschutzgesetz – Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen. Herausg. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn, 38-71.
- BUNDESSORTENAMT (BSA) (2002): Beschreibende Sortenliste Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnig, Hackfrüchte [außer Kartoffeln]). Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Hannover, 1-260.
- DIEPENBROCK, W., FISCHBECK, G., HEYLAND, K.-U., KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau – Mohn -. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 3. Aufl., 308-311.
- FRANKE, W. (1997): Nutzpflanzenkunde – Nutzbare Gewächse der gemäßigten Breiten, Subtropen und Tropen – Mohn -. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 6. Aufl. 166-167, 349.
- GEISLER, G. (1988): Pflanzenbau – Ein Lehrbuch – Biologische Grundlagen und Technik der Produktion – Mohn -. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 2. Aufl., 347-348.
- HAASE, H. (1954): Ratgeber für den praktischen Landwirt – Der Mohn -. Siebeneicher Verlag, Berlin-Charlottenburg – Frankfurt a. M., 4. Aufl., 178-181.
- PUDE, R. (2001): Pflanzen für die Industrie – Mohn -. Herausg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., Gülzow, S. 10.
- RODER, W. (1990): Pflanzenschutz in der Landwirtschaft – Mohn -. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 340-346.
- SCHUSTER, W. (1985): Mohn (Schlaf- oder Ölmohn). In: HOFFMANN, W.; MUDRA, A., PLARRE, W. (1985): Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, Bd. 2, 2. Aufl., 317-321.
- SCHUSTER, W. (1992): Ölpflanzen in Europa – Mohn -. DLG-Verlag, Frankfurt a. M., 122-126.
- SCHÜTTE, F. (1983): Ölfrüchte – Mohn: In: HEINZE, K. (1983): Leitfaden der Schädlingsbekämpfung. Bd. III Schädlinge und Krankheiten im Ackerbau. Wissenschaftl. Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 4. Aufl., 712-720.

Schlussbetrachtung

In der vorliegenden Zusammenstellung werden Pflanzenschutzprobleme für die nachwachsenden Rohstoffe Zuckerrübe, Raps, Sonnenblume, Lein, Hanf und Mohn aufgezeigt, wobei auch auf den Verwendungszweck und auf den allgemeinen Pflanzenbau der einzelnen Kulturpflanzen eingegangen wird. Entscheidend für die Herstellung von Rohstoffen im Nonfood-Bereich ist es, der Industrie stetig qualitativ einwandfreie Produkte zu liefern. Da der Anbau nachwachsender Rohstoffe im Hinblick auf die Ertragsfähigkeit und Ertragssicherheit nach wie vor mit gewissen Risiken verbunden ist, wird hier versucht, durch Hinweise und Empfehlungen zu Klima- und Standortansprüchen, zu den Fruchtfolgen, den Produktionstechniken und zum Pflanzenschutz die Anbaurisiken der nachwachsenden Rohstoffe zu minimieren. Dies kann nur geschehen, wenn der Anbau der nachwachsenden Rohstoffpflanzen im Sinne des integrierten Pflanzenschutzes durchgeführt wird.

Im Mohn-, Hanf- und Leinanbau ist der Pflanzenschutz insofern nur begrenzt durchführbar, da für diese Kulturpflanzen nur wenige oder keine Fungizide, Herbizide und Insektizide zugelassen sind. Beim Anbau dieser Kulturen wird deutlich, dass hinsichtlich der Lückenindikation noch großer Handlungsbedarf besteht. Im Rahmen des Pflanzenschutzgesetzes von 1998 § 18a und 18b, ist es aber möglich, auf dem Wege der Aufnahme von Genehmigungsverfahren für Herbizide, Fungizide und Insektizide aus dem Getreide-, Zuckerrüben-, Kartoffel-, Raps- und Sonnenblumenanbau die Zulassung für die Fruchtarten Lein, Hanf und Mohn zu bekommen.

Mit der Ausweitung des Anbaus der Faser- und Ölfrüchte als nachwachsende Rohstoffe ist damit zu rechnen, dass auch abiotische und parasitäre Krankheiten sowie Schädlinge in ihrer Anzahl und in ihrer Befallsintensität zunehmen werden. Aus diesen Gründen ist bei Fruchtarten, die von gleichen Schaderregern befallen werden, auf weite Fruchtfolge mit langen Anbaupausen besonders Acht zu geben.

Beim Hanf- und Mohnanbau ist der Pflanzenschutz in Deutschland durch Sortenwahl schwer durchzuführen, da nur eine geringe Anzahl von Sorten zugelassen sind. Es wäre hier durchaus angebracht, nach Überprüfung auf Eignungsfähigkeit auch auf EU-Sorten zurückzugreifen, um damit auch den Hanf- und Mohnanbau für den Nonfood-Bereich zu fördern.

Zusammen mit dem bereits herausgegebenen Mitteilungsheft 386 (siehe Literatur/Einleitung) sind nun alle ackerbaulich wichtigen Kulturpflanzen als nachwachsende Rohstoffe abgehandelt worden. Ein stärkerer Anbau und ein größerer Einsatz dieser Rohstoffe wäre wünschenswert.

Final statement

In the presented compiling work there are plant protection problems demonstrated for the re-growing raw-material-plants like sugar beet, oil seed rape, sunflower, flax, hemp, and poppy and the use as well as the general cultivation procedures of these plants are described. Important for the generation of re-growing raw-material-plants within the non-food sector is the delivery of products with a steadily precise quality to the processing industry. Since the cultivation of re-growing raw-material-plants is still connected with risks in view of the yield ability and yield security, in this publication it is attended to minimise the problems of cultivation risks by giving recommendations for the climate- and soil needs, a suitable crop rotation, the production techniques and the necessary plant protection measurements. This can only be successfully accomplished when the re-growing raw-material-plants are cultivated by means of the integrated plant protection method.

By growing poppy, hemp and flax the plant protection measurements, there is only a limited application, since for these crops a few or no fungicides, herbicides or insecticides are officially admitted. When planting these re-growing raw-material-plants, it becomes clear, that concerning the minor uses there is a strong need for action in the future. Within the framework of the plant protection law from the year 1998, §18a and §18b, allow the possibility that an authorisation procedure can be attained for the use of the already admitted herbicides, fungicides and insecticides in crops like cereals, sugar beet, potato, rap and sunflower in order to apply these for the re-growing raw-material-plants, like poppy, hemp and flax.

When expanding the growing area of fibre- and oil plants as re-growing raw-plant-material, one has to encounter that abiotic effects, parasitic diseases, as well as pests will increase in number and infection intensity. Therefore, it is important to have long periods of planting breaks and a wide rotation of crops, in the cases when plants are attacked by the same pests.

When growing hemp and poppy the plant protection is hard to perform by using different resistant varieties, since only a limited number of varieties is admitted in Germany. It seems feasible to use already admitted EU-plant-varieties after checking their suitability for the area of Germany to increase the overall cultivation of the non food plants hemp and poppy.

In combination with the already published Mitteilungs-Buch no. 386 (see literature/ introduction) all agricultural important re-growing raw-material-plants are now coherently discussed. However, an increased cultivation and a more intense application of the re-growing raw material plants seem to be desirable for the future.

