



Ölfrüchte im Ökologischen Landbau

Informationen für die Praxis



Ölfrüchte im Ökologischen Landbau

Informationen für die Praxis

Unter Mitarbeit von

Britta Arp (Abteilung 3 – Vollzug, Agrarrecht, Förderung)

Martin Hänsel, Wolfgang Karalus, Hartmut Kolbe, Martina Schuster
(Abteilung 7 – Pflanzliche Erzeugung)

Ulf Jäckel (Abteilung 9 – Tierische Erzeugung)

Inhalt

Vorwort	2
1 Allgemeine Grundlagen	3
1.1 Bedeutung und Nutzungsmöglichkeiten von Ölsaaten	3
1.1.1 Öle und Fette als Nahrungsmittel	4
1.1.2 Einsatz als Futtermittel am Beispiel Rapskuchen	9
1.2 Rechtliche Grundlagen	11
1.3 Standortansprüche und Artenwahl	13
1.4 Fruchtfolge	14
1.5 Düngung	17
1.6 Bodenbearbeitung und Unkrautregulierung	25
1.7 Krankheiten und Schädlinge	28
1.8 Aufbereitung und Lagerung am Beispiel Raps	33
1.9 Sortenwahl	35
1.10 Wirtschaftliche Bewertung des Anbaus	36
2 Spezielle Angaben zu den Kulturarten	46
2.1 Winterraps (<i>Brassica napus</i> L. var. <i>napus</i> ssp. <i>oleifera</i>)	46
2.2 Sommerraps (<i>Brassica napus</i> L. var. <i>napus</i> ssp. <i>oleifera</i>)	61
2.3 Sonnenblumen (<i>Helianthus annuus</i> L.)	63
2.4 Öllein (<i>Linum usitatissimum</i> L.)	68
2.5 Weißer Senf (<i>Sinapis alba</i>), Brauner Senf oder Sareptasenf (<i>Brassica juncea</i>), Schwarzer Senf (<i>Brassica nigra</i>)	72
2.6 Leindotter (<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz.)	77
2.7 Ölmohn (<i>Papaver somniferum</i> L.)	80
2.8 Saflor (<i>Carthamus tinctorius</i> L.)	83
2.9 Sojabohne (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.)	86
2.10 Weitere Arten	89
3 Literaturverzeichnis	91
Anhang	94

Vorwort

Der Anbau von Ölpflanzen dehnte sich in den vergangenen Jahren auf den Öko-Betrieben in Sachsen stetig aus. Bei relativ niedrigen Anbauanteilen von 3 bis 4 Prozent bestehen aber weiterhin interessante Wachstumspotenziale. Dazu trägt auch die Nachfrage der Ölmühlen nach den gängigen Ölpflanzenarten wie Raps, Sonnenblumen und Lein bei. Neben einer Verwendung als Speiseöl werden viele Öle auch im medizinischen und kosmetischen Bereich eingesetzt. Teilweise können für diesen Anbau kleinere Flächen genutzt werden, sodass sich hier prüfungswerte Produktionsnischen ergeben.

In die Bewertung des Anbaus müssen auch die Pressrückstände der Verarbeitung, die Presskuchen, einbezogen werden. Als Eiweißkomponenten im Kraftfutter ergänzen sie das knappe Angebot an Körnerleguminosen. Neben direkten betriebswirtschaftlichen Chancen bieten die Ölpflanzen indirekte wirtschaftliche Effekte durch die Auflockerung getreidebetonter Fruchtfolgen.

Der Anbau der wichtigsten Ölpflanzen verlangt eine ausgefeilte Produktionstechnik. Der Raps stellt zum Beispiel höchste Anforderungen an die Stickstoffversorgung. Hinzu kommen schwer einschätzbare Risiken durch Krankheiten und Schädlinge. An die Qualität der geernteten Ölsaaten werden ebenfalls hohe Ansprüche gestellt. Insgesamt ist der Wissensbedarf für den Anbau von Ölpflanzen hoch und das Informationsangebot für den ökologischen Landbau teilweise noch knapp.

Mit der hier vorliegenden Broschüre sollen vor allem Informationen für den Anbau in der Praxis, für die Beratung und für die Ausbildung bereitgestellt werden. Die Beschreibung der Anbauverfahren beinhaltet auch eine Reihe bisher nicht oder kaum angebaute Arten, um ihre Anbaumöglichkeiten besser einschätzen zu können.



A handwritten signature in black ink, which appears to read 'N. Eichkorn'.

Norbert Eichkorn

Präsident des Sächsischen
Landesamtes für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie

1 Allgemeine Grundlagen

1.1 Bedeutung und Nutzungsmöglichkeiten von Ölsaaten

In der EU findet ein biologischer Anbau von Ölpflanzen in größerem Umfang in Rumänien (26 491 ha), in Italien (16 880 ha) und in Frankreich (15 262 ha) statt. In Deutschland lag die mit Ölpflanzen bewirtschaftete Fläche im Jahr 2007 bei einem Anteil an der Ackerfläche von 2,1 Prozent. Davon entfielen 4 000 ha auf Winter- und Sommerraps, 1 600 ha auf Sonnenblumen, 550 ha auf Sojabohnen und 600 ha auf Öllein (ZMP 2008).

Die Entwicklung der Flächenanteile von Ölsaaten im Ökolandbau in Sachsen schwankte in den letzten Jahren zwischen 2 und 3 Prozent und lag 2008 bei 3,3 Prozent (Tab. 1).

Mit steigender Nachfrage der Ölmühlen und zunächst noch niedrigen Getreidepreisen in den vergangenen Jahren wurden Ölpflanzen zunehmend interessant. Vielfach wurde der Anbau erst einmal getestet. Aber mittlerweile verfügen die Betriebe schon über einige Jahre Anbauerfahrung.

Aufgrund zu geringer Erträge wurde der Anbau aber auch z. T. wieder eingestellt. Die Gründe lagen beim Winter- und Sommerraps vor allem im Auftreten von Krankheiten und Schädlingen oder in einer unzureichenden Nährstoffbereitstellung, während beim Anbau von Öllein Probleme mit einer starken Verunkrautung auftraten.

Vom angebauten Flächenumfang spielt der Winterraps die größte Rolle (Tab. 2). In klimatisch günstigen Gebieten kann die Sonnenblume für einen Anbau in Betracht kommen. Die sonstigen Ölfrüchte umfassen einen relativ großen Anbauumfang. Der Anbau von Weißem Senf nimmt dabei den größten Anteil ein. Die Nutzung erfolgt zur Körnergewinnung (Speisesenferstellung) und zur Saatgutvermehrung.

Für die Markt- und Preisentwicklung liegen keine erhobenen Daten vor. Der Absatz wird aber als unproblematisch eingeschätzt. Hierbei muss besonders auf die Einhaltung der vorgeschriebenen Qualitätskriterien geachtet werden.

Tabelle 1 Entwicklung des ökologischen Anbaus von Ölsaaten in Sachsen

Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Anteil Ölsaaten an AF (%)	3,4	2,2	2,5	3,3	2,2	2,6	3,4	3,3
Umfang (ha)	365,2	253,6	300,0	441,5	229,8	339,7	419,1	494,0

Quelle: Agrarförderung, LfULG, Abt. 2

Tabelle 2 **Flächenumfang ökologisch angebauter Ölpflanzen in Sachsen (anerkannte Flächen und Umstellungsflächen)**

Fruchtart	Anbaufläche 2007 (ha)	Anbaufläche 2008 (ha)
Winterraps	308	283
Sommerraps	0	0
Sonnenblumen	24	61
Sojabohne	0	< 1
Öllein	4	0
sonstige Ölf Früchte	83	149

Quelle: Agrarförderung, LFULG, Abt. 2

1.1.1 Öle und Fette als Nahrungsmittel

Öle liefern in der Ernährung einen hohen Anteil an Energie und enthalten die fettlöslichen Vitamine A, D, E und K. Zu den Vorzügen der pflanzlichen Öle und Fette zählen die geringen Anteile an gesättigten Fettsäuren. Im Gegensatz zu tierischen Fetten betragen die einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren oftmals mehr als 80 Prozent und die gesättigten Fettsäuren liegen z.T. deutlich unter 20 Prozent (Tab. 3). Eine Sonderstellung nimmt Kokosöl mit einem hohen Anteil an gesättigten Fettsäuren ein.

Da die Aufnahme von gesättigten Fettsäuren zu einer Erhöhung des Serumcholesterinspiegels führt, kann das Risiko von Herz-Kreislauf-Erkrankungen zunehmen. Aus diesem Grund sollten pflanzliche Öle und Fette in der Ernährung bevorzugt werden. Sie enthalten auch essenzielle Fettsäuren wie die Alpha-Linolensäure, die der Körper nicht selbst erzeugen kann. Pflanzenöle stehen als Speiseöl in einer großen Auswahl zur Verfügung. Olivenöl und Rapsöl enthalten hohe Anteile an Ölsäure (einfach ungesättigte Fettsäure). Die Anteile an Linolsäure

Tabelle 3 **Eigenschaften gesättigter und ungesättigter Fettsäuren**

	gesättigte Fettsäuren	einfach ungesättigte Fettsäuren	mehrfach ungesättigte Fettsäuren
Ursprung	tierisch und pflanzlich	meistens pflanzlich	meistens pflanzlich
Konsistenz	bei Zimmertemperatur fest	flüssig	flüssig
enthalten in	Wurst, Fleisch, Butter, Käse, Kokosfett in Speiseölen vor allem als Palmitin- u. Stearinsäure	Speiseöl hoher Anteil an Ölsäure in Raps- u. Olivenöl	Speiseöl hoher Anteil an Alpha-Linolensäure in Lein- und Leindotteröl

(zweifach ungesättigte Fettsäure) sind in Sonnenblumenöl und Distelöl hoch. Die höchsten Anteile an Alpha-Linolensäure (dreifach ungesättigte Fettsäure) weist Leinöl auf. Hinsichtlich des Fettsäuremusters verfügt das Rapsöl über ein ernährungsphysiologisch optimales Verhältnis der verschiedenen Fettsäuren und gehört daher zu den wertvollsten Ölen (Abb. 1).

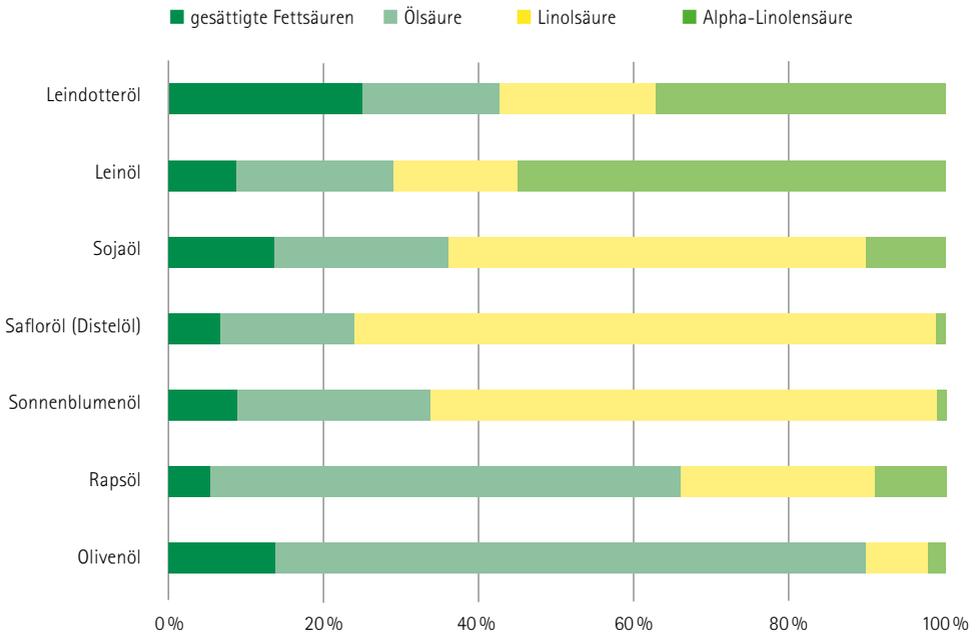
Weitere Verwendungsmöglichkeiten von Ölen sind die Margarineherstellung und die Nutzung als Zusatzstoff in der Speise- und Süßwarenherstellung. Weitere Hinweise zu Ölen und Fetten unter www.dgfett.de.

Für die Verwendung als Speiseöl sind Parameter wie der Ölgehalt, die Fettsäurezusammensetzung, der Oxidationszustand und der Tocopherolgehalt (Vitamin E) wichtig.

Der Ölgehalt ist genetisch festgelegt und wird über die Sortenwahl einer Ölsaart bestimmt. Auch die Fettsäurezusammensetzung der Ölsaaten unterscheidet sich fruchtartenspezifisch und schwankt in natürlichen Grenzen. Neben dem Einfluss von Fruchtart und Sorte spielen daher auch Standortfaktoren eine Rolle.

Öle, Fette und fetthaltige Lebensmittel unterliegen während ihrer Lagerung verhältnismäßig schnell oxidativen Veränderungen, wenn sie ungeschützt der Einwirkung von Luft (Sauerstoff)

Abbildung 1 Fettsäurezusammensetzung einiger Pflanzenöle



Quelle: MATTHÄUS (2007), CLAUPEIN & REINBRECHT (2005), SCHUSTER (1992)

ausgesetzt werden. Licht, Wärme und Metallspuren, hauptsächlich Kupfer, beschleunigen die Autoxidation. Linol- und Linolensäure sind sehr instabil, da die Oxidationsempfindlichkeit auch mit der Anzahl der Doppelbindungen ansteigt. Der Widerstand, den Fette und Öle der Autoxidation entgegenzusetzen, wird als Oxidationsstabilität bezeichnet. Diese drückt die Zeitspanne aus, bis die Ranzigkeit eintritt. Der Oxidationszustand von Ölen wird mit der Peroxidzahl beschrieben. Eine wichtige Gruppe der Fettbegleitstoffe, die antioxidativ wirksam sind und damit den oxidativen Verderb von Speiseölen verzögern können, sind die Tocopherole, die auch als Vitamin E bezeichnet werden. Natürlich vorkommende Tocopherole werden nur von Pflanzen gebildet. Weizenkeimöl weist mit knapp 200 mg/l Öl den höchsten Gehalt auf; es besteht zu drei Vierteln aus α -Tocopherol. Diese Menge an Tocopherol wird generell bei Zusätzen zu raffinierten Ölen angestrebt. Mit deutlichem Abstand folgen Sojaöl, Hanföl und Borretschöl, die zwischen 80 und 100 mg/l enthalten. Die Öle aus Sonnenblumen, Raps und Lein weisen nur mittlere Mengen zwischen 40 und 60 mg/l auf. Oliven enthalten im ursprünglichen Zustand mit 12 bis 15 mg/l nur sehr wenig Tocopherol (LAP 2001).

Die Ölgewinnung und die weitere Behandlung des Öles können auf verschiedenen Wegen erfolgen. Die Verordnung (EG) Nr. 834/2007 und die Richtlinien der Anbauverbände regeln über ihre Vorschriften die Möglichkeiten der Nutzung dieser Verfahren (siehe Kap. 1.2).

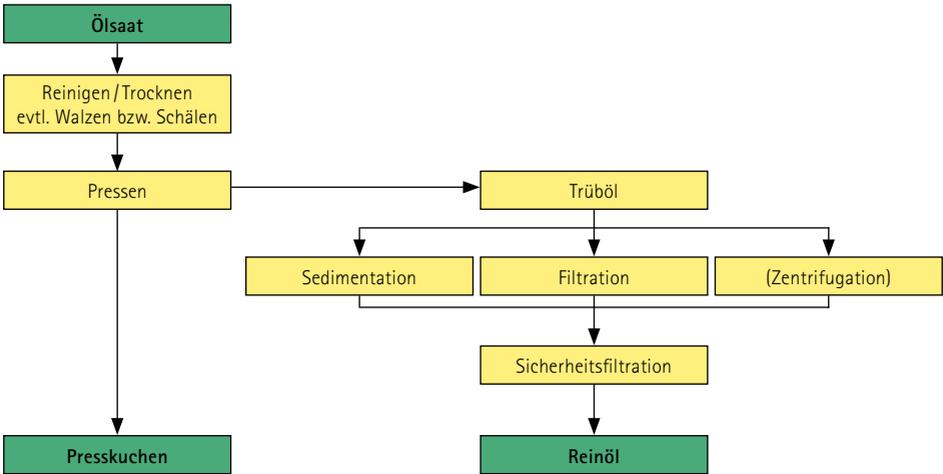
Bei einer Extraktion wird das Öl mit organisch-chemischen Lösungsmitteln aus den teilweise vorher gepressten Körnern herausgelöst. Dieses Verfahren wird für die Herstellung von Bio-Öl ausgeschlossen. Bei der Raffination erfolgen dann Verfahrensschritte wie Entschleimen (Entfernen der Schleimstoffe), Entsäuern (Entfernen der freien Fettsäuren), Bleichen (Entfernen von Farbstoffen)

und Desodorieren (Destillation mit Wasserdampf). Durch die chemische und physikalische Behandlung entstehen geschmacks- und geruchsneutrale Öle. Die Zusammensetzung der Fettsäuren wird dabei nur geringfügig verändert. Der Tocopherolgehalt (Vitamin E) nimmt um 10 bis 20 Prozent ab und kann nachträglich wieder zugesetzt werden. Der Vorteil dieser Öle ist, dass sie in der Küche universell eingesetzt werden können, so auch zum Braten und Frittieren.

Um dem hohen Anspruch der Verbraucher an Bio-Öl hinsichtlich Erzeugung und Verarbeitung gerecht zu werden, ist die Kaltpressung zu nutzen. Dabei wird das Öl aus nicht vorgewärmter Rohware durch Pressen ohne Wärmezufuhr oder durch andere schonende mechanische Verfahren gewonnen. Das Öl kann gewaschen, zentrifugiert und mit Stoff- und Papierfiltern bzw. chemisch inerten Filterhilfsstoffen gefiltert werden (Abb. 2). Biologisch erzeugte Öle dürfen keine Zusätze von Wasser, Salz, Aromen und anderen Lebensmittelzusatzstoffen enthalten. Eine Anreicherung mit Vitaminen (Vitamin E) darf ebenfalls nicht erfolgen. Native Öle dürfen auch nicht entschleimt und desodoriert (wasserdampfbehandelt) sein. Gemäß EG-Verordnung und teilweise für die Weiterverarbeitung auch nach den Richtlinien der Verbände ist ein Entschleimen und Desodorieren zulässig.

Kaltgepresste und native Öle zeichnen einen art-eigenen Geschmack und arteigenen Geruch aus. Sie enthalten Vitamine, Schleimstoffe, Lecithin, Carotinoide und Aromastoffe. Die Verwendung dieser Öle sollte vor allem für die Zubereitung von Salaten oder Ähnlichem erfolgen, um zu einer Verbesserung des Geschmacks der Speisen beizutragen. Sie können aber auch zum Kochen und kurzen Braten verwendet werden. Aufgrund der geringen Verarbeitung verfügen sie über eine etwas kürzere Haltbarkeit gegenüber extrahierten und raffinierten Ölen.

Abbildung 2 Verfahrensschritte der Ölsaatenverarbeitung in dezentralen Anlagen



Quelle: WIDMANN (2005)

Einen positiven Einfluss auf die Qualität der Speiseöle hat auch das Verfahren der Schälung der Rapssaat vor dem Pressen, das von einigen Ölmühlen praktiziert wird. Durch die Schälung wird verhindert, dass unerwünschte Inhaltsstoffe (freie Fettsäuren, Schleimstoffe) in das Öl gelangen. Diese müssen ansonsten mit Chemikalien (konventionell) oder mit hohen Temperaturen (Bio-Öl nach EG-Verordnung) wieder entfernt werden. Auch für Sonnenblumenöl ist eine Schälung vor der Saat notwendig.

Speiseöl aus ökologischer Erzeugung wird über den Naturkosthandel und Reformhäuser, aber auch in Discountern vermarktet. Ein Vergleich von Anteilen unterschiedlicher Speiseöle am Biomarkt zeigt, dass im Naturkosthandel die Tendenz zu hochpreisigen Ölarten vorherrscht. Über 50 Prozent der verkauften Öle sind Olivenöl, gefolgt von Sonnenblumenöl, Rapsöl und Leinöl (ANONYM 2005).

Eine regionale Produktvermarktung kann ebenfalls in einem gewissen Umfang für die Vermark-

tung von Bio-Pflanzenölen genutzt werden. Ein EU-weit geschütztes Öl ist z. B. das Lausitzer Leinöl, das als konventionelles und als ökologisch erzeugtes Öl vermarktet wird.

Hinsichtlich der Beurteilung der Qualität nativer Speiseöle steht der sensorische Eindruck an erster Stelle, da zwischen der äußeren Beschaffenheit und dem Genusswert des Lebensmittels ein unmittelbarer Zusammenhang besteht. So sind für natives Rapsspeiseöl saartige und nussige Aromakomponenten typisch. Fehleraromen werden dagegen als ranzig, strohig, holzig, modrig und stichig angesprochen. Die Entstehung dieser Fehleraromen kann unterschiedliche Ursachen haben. Daher ist eine sorgfältige Ursachenforschung erforderlich, damit Fehleraromen bei der Herstellung vermieden werden.

Grenzwerte für chemische Parameter liegen für die Säurezahl, Peroxidzahl, flüchtige Bestandteile bei 105 °C, petroletherunlösliche Verbindungen sowie für den Erucasäuregehalt vor (MATTHÄUS

& BRÜHL 2005). Auf die Qualität kaltgepresster Öle haben folgende Faktoren Einfluss:

- Rohstoffqualität (Erntezeitpunkt, Lagerung und Trocknung)
- Herstellungsverfahren (z. B. Innendurchmesser der Pressdüse)
- Lagerung nach der Pressung (möglichst unter Sauerstoffausschluss, bei niedrigen Temperaturen und ohne Lichteinfluss).

Um die Qualität von Bio-Speiseölen zu gewährleisten, wurde vom Bundesverband Naturkost Naturwaren (BNN) eine Datenbank mit Untersuchungsergebnissen aufgebaut. Nach Ölsorte getrennt werden Untersuchungsparameter gespeichert, z. B. Säurezahl, k-Werte, Weichmachergehalt. Weitere Hinweise erhalten Sie unter www.n-bnn.de.

Weitere Nutzungsmöglichkeiten

Die Wertschöpfung für den Öko-Betrieb liegt in erster Linie in der Erzeugung von Pflanzenöl oder der Nutzung der Saaten für den Nahrungsmittelbereich. Trotzdem sind auch für Bio-Öle sämtliche technischen Verwertungsmöglichkeiten wie für konventionelle Öle möglich. Die Erzeugung von ökologischem Pflanzenöl für den Treibstoffmarkt ist aber wirtschaftlich keine Alternative, da die Produktionskosten zu hoch liegen. Das Gleiche trifft für die Herstellung von Schmierstoffen, Motoren- und Hydraulikölen, Bitumen usw. zu. Für die Herstellung von Farben und Lasuren gibt es auch Firmen, die Rohstoffe aus kontrolliert ökologischem Anbau verwenden. Im Jahr 1986 gründeten einige Farbenhersteller die Arbeitsgemeinschaft Naturfarben (AGN) und stellten in Form von Qualitätsrichtlinien strenge Anforderungen auf. Die Volldeklaration macht die verwendeten Rohstoffe transparent.

Tabelle 4 Einsatzmöglichkeiten von Pflanzenölen als Nahrungsmittel, in der Heilmedizin und in der Kosmetik

Ölart	Küche			Heilmittel			Kosmetik		
	Kalte Küche	Dünsten	Braten	schmerzlindernd	zellregenerierend	entzündungshemmend	Grundstoff	Hautpflege	Haarpflege
Safflor	♦	♦					♦	♦	
Hanf	♦	♦					♦	♦	
Kürbis	♦			♦					
Lein	♦			♦	♦	♦			
Mohn	♦	♦							
Raps	♦	♦	♦						
Soja	♦	♦	♦					♦	
Sonnenblume	♦	♦	♦	♦			♦	♦	
Walnuss	♦			♦					♦
Weizenkeim	♦				♦		♦	♦	

Quelle: LAP (2001); gekürzt

Einen weiteren möglichen Einsatzbereich stellt die Verwendung als Trägersubstanz für Medikamenten und Kosmetika dar. Hier wird bevorzugt kaltgepresstes und gefiltertes Öl verwendet, und für diese sensiblen Bereiche bietet sich Bio-Qualität an (Tab. 4).

1.1.2 Einsatz als Futtermittel am Beispiel Rapskuchen

Rapskuchen ist der Pressrückstand aus der Ölgewinnung. Während im Ökolandbau die Verfütterung des Rapskuchens zulässig ist, darf Extraktionsschrot nicht verfüttert werden. Rapskuchen aus 00-Raps (frei von Erucasäure, stark reduzierter Glucosinolatgehalt) ist ein proteinreiches Futtermittel, das durch Fettgehalte von ca. 15 Prozent (10–20 Prozent) gleichzeitig ein Energieträger ist. Allerdings schwankt der Fettgehalt in Abhängigkeit von der Presstechnik und deren Wartungsstand stark, weshalb regelmäßige Untersuchungen ratsam sind.

Beim Einsatz von Rapskuchen als Futtermittel sind Restriktionen durch die enthaltenen Glucosinolate, Tannine und Phytinsäure zu beachten. Die Glucosinolate (GSL) verbleiben nach dem Pressen im Pressrückstand. Durch den Fettentzug kommt es zu einer Anreicherung und der Presskuchen weist höhere Gehalte als die Rapssaat auf. Die Gehalte sollten weniger als 25 mmol/kg betragen, da aus Glucosinolaten Substanzen freigesetzt werden, die wegen ihres stechenden Geruchs und bitteren Geschmacks die Futteraufnahme hemmen (antinutritive Wirkung). Im Intermediärstoffwechsel haben sie unerwünschten Einfluss auf Leber, Niere und Schilddrüse. In einem gewissen Umfang kann im Rapsanbau über die Sortenwahl Einfluss auf die GSL-Gehalte genommen werden.

Tannine behindern ebenfalls wegen ihres bitteren Geschmacks die Futteraufnahme, und die Phytinsäure (genauer: das Anion Phytat) behindert die Resorption von Phosphat und Mineralionen (K, Mg, Ca, Mn, Ba, Fe-II) im Darm.

Aus den genannten Gründen müssen Einsatzempfehlungen in der Rationsgestaltung beachtet werden (Tab. 5), um negative Auswirkungen wie einen Verzehrsrückgang und geringere Zunahmen zu vermeiden. Auch eine Verschlechterung der Fetteigenschaften muss verhindert werden, die z. B. bei der Herstellung von Dauerwaren die Aushärtung stören.

Ein Futtereinsatz für Legehennen wird nicht empfohlen, da der Eigengeschmack und -geruch durch das enthaltene Sinapin beeinträchtigt wird. Auch Ferkel und Küken sollten keinen Rapskuchen verfüttert bekommen. Mastgeflügel können bis 5 Prozent-Anteile in der Ration erhalten. Die Rationsanteile bei den anderen Tierarten variieren aufgrund der unterschiedlichen Glucosinolatverträglichkeit.

Bei Schweinen können die Rationsanteile 5 bis 7 Prozent betragen. Bei Wiederkäuern können erheblich höhere Glucosinolatanteile im Futter toleriert werden, da die Pansenmikroben zu einer Inaktivierung führen. Begrenzender Faktor beim Einsatz in der Milchviehfütterung ist der Fettgehalt, der 800 bis 1000 g in der Gesamtration je Kuh und Tag nicht überschreiten soll. Je nach Fettgehalt des Ölkuchens ergeben sich mögliche Einsatzmengen zwischen 1,5 und 2,5 kg je Kuh und Tag.

Die Gehalte an Nährstoffen und Energie bestimmen generell den Futterwert. In Tabelle 6 sind wichtige Rohnährstoffe von Ölkuchen und Kernen bzw. Saaten aufgeführt. Zum Ölkuchen ist festzuhalten, dass mit steigendem Fettgehalt alle anderen Nährstoffe abnehmen (Verdünnungseffekt). Eine Bezeichnung des Rohfettgehaltes ist deshalb unbedingt erforderlich und futtermittelrechtlich vorgeschrieben.

Beim Ersatz von Soja durch Rapskuchen sind die höheren Methioningehalte und die niedrigeren Lysingehalte als bei Soja (Lys:Met = 1:0,4) zu beachten. Günstig ist deshalb eine Mischung mit Süßlupinen (Lys:Met = 1:0,18). In der Bewertung der ruminalen Abbaugeschwindigkeit von Kohlenhydraten und Rohprotein ist Rapskuchen in etwa mit Sojaschrot vergleichbar.

Tabelle 5 Einsatzempfehlungen von Rapskuchen (20 mmol Glucosinolate/kg)

Tierart	Höchstanteil (in % der Trockenmasse der Ration, bezogen auf 15 % Fettgehalt)	Verzehrmenge (in g je Tier und Tag)
Schwein		
Mastschwein	7	100 – 200
Zuchtsau*	5	50 – 200
Wiederkäuer		
Kalb	5	50 – 100
Milchkuh	10	1 500 – 2 500
Mastrind	10	600 – 1 200
Milchschaaf	10	100 – 200

* nur bei Hochträchtigkeit und Laktation (SCHÖNE & REINHOLD 2005)

Tabelle 6 Übersicht über den Futterwert ökologisch erzeugter Futtermittel aus Ölsaaten

proteinreiche Konzentrate für Rinder								
	Trocken- masse (g/kg)	Roh- asche (g)	Roh- protein (g)	nutz- bares Roh- protein (g)	ruminale Stick- stoff- bilanz (RNB) (g)	Rohfett (g)	umsetz- bare Energie (MJ)	Netto- energie Lakta- tion (NEL) (MJ)
	je kg Trockenmasse							
Rapskuchen	880	57	304	234	11	153	13,3	8,3
Sonnen- blumenkuchen	880	57	272	196	12	109	10,5	6,2
Leinkuchen	880	61	341	248	15	80	11,9	7,3
Leinsaat (DLG)	880	41	219	107	18	322	15,2	9,5
Sonnen- blumenkerne	880	30	197	119	-12	455	16,1	6,2

Tabelle 6 Fortsetzung

proteinreiche Konzentrate für Schweine und Geflügel								
	Trocken- masse (g/kg)	Roh- asche (g)	Roh- protein (g)	Lysin (g)	Methio- nin+ Cystin (g)	Rohfett (g)	ME Schwein (MJ)	ME Huhn (MJ)
	je kg Trockenmasse							
Rapskuchen	880	57	304	18,5	13,5	153	13,9	11,1
Sonnen- blumenkuchen	880	57	272	10,0	5,7	109	10,7	7,9
Leinkuchen	880	61	341	12,0	10,6	80	11,7	17,6
Leinsaat (DLG)	880	41	219	8,9	8,1	322	11,6	7,9
Sonnen- blumenkerne	880	30	197	4,3	2,7	455	16,3	-
Sojakuchen (DLG)	880	62	461	29,0	14,1	106	13,0	10,9
Sojabohnen (DLG)	880	48	350	22,2	10,8	179	15,5	13,6

Quelle: STEINHÖFEL & LIPPMANN (2005)

Futtermittelsbeispiele für Öko-Betriebe können über das Internet unter folgender Adresse heruntergeladen werden:

www.landwirtschaft.sachsen.de/de/wu/landwirtschaft/lfl/inhalt7download/Futtermittelsbeispiele_OEKO.pdf

1.2 Rechtliche Grundlagen

Als gesetzliche Grundlage trat am 1. Januar 2009 die neue EG-Verordnung Nr. 834/2007 über den ökologischen Landbau in Kraft, die bisher geltende EG-Verordnung Nr. 2092/91 wurde damit aufgehoben. Informationen über die neue Verordnung können über die Internetadresse des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz www.bmelv.de oder direkt im Portal www.oekoregelungen.de nachgelesen werden. Hinsichtlich des Anbaus von Ölpflanzen muss auf folgende Punkte hingewiesen werden:

- Die Verwendung von ökologisch erzeugtem Saatgut und vegetativem Vermehrungsmaterial ist vorgeschrieben. Diese Anforderung ist noch nicht durchweg erfüllbar, deswegen bestehen Ausnahmen für den Einsatz konventionellen Saatgutes. Der Bezug des Saatgutes kann über die Datenbank www.organicxseeds.de erfolgen.
- Gentechnisch veränderte Organismen und/oder deren Derivate sind verboten. Im Blickpunkt stehen hierbei Produkte aus Soja und Raps, die z. B. über Durchwuchs, verunreinigtes Saatgut oder Pollenübertragungen auf den Öko-Betrieb gelangen können.

Tabelle 7 Umweltbedürfnisse und Eigenschaften wichtiger Ölpflanzenarten

Art	Ansprüche an Klima	Ansprüche an Boden	pH-Wert	Niederschläge (mm/Jahr); (Hauptwasserbedarf in den Monaten)	Mindestkeimtemperatur (°C)	Frostverträglichkeit (bis °C)	Vegetationsdauer (Tage)
Winterraps	luftfeuchtes Klima; kühle, gemäßigte Temperaturen	mittlere – schwere Böden	6,2 – 7,0	600 – 800	2 – 3	– 20	300
Sommer-raps	mildes, luftfeuchtes Klima	mittlere – schwere Böden	6,2 – 7,0	600	2 – 3	– 4	130 – 150
Sonnenblume	mildes, warmes Klima; (Wärmesumme von April bis September > 1450K)	mittlere, leicht erwärmbare Böden	6,0 – 7,2	400 – 600 (Mitte – Ende Juli)	7 – 9	– 5	140 – 160
Öllein	sowohl maritime als auch warme, trockene Gebiete	leichte – mittlere Böden	5,5 – 6,5	400 – 500 (Mai – Juni)	2 – 3	– 4	130
Leindotter	siehe Öllein	leichte – mittlere Böden	5,5 – 6,5	400	2 – 3	– 5	100 – 110
Mohn (Sommerform)	mildes, warmes Klima	mittlere, leicht erwärmbare Böden	6,5 – 7,0	400 – 600	3	– 5	120 – 130
Safflor	sommertrockenes, mediterranes Klima	leichte – mittlere, auch rekultivierte Böden	5,0 – 8,0	400 – 500	5	Rosettenstad. –7, danach – 2	110 – 140
Soja	mildes, warmes Klima, siehe Sonnenblume	mittlere, leicht erwärmbare Böden	6,5 – 7,0	500	8 – 10	– 2	150 – 160
Weißer Senf	gemäßigtes Klima, warme, mäßig feuchte Bedingungen	mittlere, leicht erwärmbare Böden	6,2 – 7,0	500 – 600	2 – 3	– 6	90 – 120

Quelle: ANONYM (1992), CRAMER (1990), HEYLAND et al. (2006), HUGGER (1989)

Neben den Vorschriften für den ökologischen Anbau muss für Arten wie Hanf und Mohn eine betäubungsrechtliche Erlaubnis der Bundesopiumstelle in Bonn vorliegen.

Infos unter:

Bundesopiumstelle

Kurt-Georg-Kiesinger-Allee 3

53175 Bonn

Tel.: +49 228 2075127

Für die Gewinnung des Öles aus den Samen werden in der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 die spezifischen Grundsätze geregelt, die eine sorgfältige Verarbeitung der Lebensmittel vorzugsweise mit biologischen, mechanischen und physikalischen Verfahren vorschreiben. Die zugelassenen Zutaten, Zusatzstoffe und technischen Hilfsstoffe enthält die Verordnung (EG) Nr. 889/2008 in Anhang VIII, Abschnitt B. Daneben gelten auch alle Vorschriften hinsichtlich der Verpackung und des Transports bei einer Pressung in gewerblichen Ölmühlen.

Bei den einzelnen Anbauverbänden existieren konkrete Richtlinien für die Verarbeitung (z. B. www.gaea.de/downloads/gaea_richtlinien_verarbeiter.pdf) und der Einsatz von Zusatzstoffen und Chemikalien ist stark beschränkt. Genaue Informationen sind bei den Verbänden zu erfragen.

1.3 Standortansprüche und Artenwahl

Ölpflanzen finden in einem weiten Klima- und Bodenbereich gute Anbauvoraussetzungen, wobei bei den meisten Arten dem Klimaanspruch mehr Rechnung getragen werden muss (Tab. 7, S. 12). Die Erträge der Ölsaaten werden in sehr starkem Maße durch Witterungsfaktoren und das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen beeinflusst. Angaben zu den Erträgen sowie Öl- und Eiweißgehalten im ökologischen Anbau zeigt Tabelle 8.

Tabelle 8 Gegenüberstellung der erreichbaren Erträge sowie Gehalte an Öl und Eiweiß von ökologisch angebauten Ölsaaten

Fruchtart	Kornertrag (dt/ha)	Ölgehalt (%)	Hauptfett-säure	Ölertrag (dt/ha)	Proteingehalt (%)
Winterraps	18 (5 – 30)	36 – 44	Ölsäure	6,5 – 7,9	15 – 25
Sommerraps	12 (5 – 20)	36 – 44	Ölsäure	4,3 – 5,3	15 – 25
Sonnenblume	25 (10 – 30)	40 – 54	Linolsäure	10,0 – 13,5	13 – 20
Öllein	12 (5 – 15)	33 – 39	Linolsäure	4,0 – 4,7	19 – 22
Leindotter	15 (5 – 20)	31 – 44	Linolsäure	4,7 – 6,6	22 – 28
Safflor	20 (10 – 28)	14 – 26	Linolsäure	2,8 – 5,2	10 – 18
Soja	12 (5 – 20)	18 – 23	Linolsäure	2,2 – 2,8	26 – 43
Weißer Senf	15 (10 – 20)		Nutzung zur Senfherstellung bzw. Saatgutvermehrung		

Quelle: GRUBER & VOGT-KAUTE (2007), MATTHÄUS (2007), CLAUPEIN & REINBRECHT (2005)

Der Anbau vieler Arten muss in Gebieten erfolgen, in denen hohe Wärmesummen die Fettspeicherung begünstigen. Dabei bilden Winterrops und Rübsen eine Ausnahme. **Winterraps** lebt relativ kühles maritimes Klima mit einer hohen Luftfeuchtigkeit und er benötigt über die Vegetationsperiode ausreichend hohe Niederschläge. In Sachsen kann er auf Standorten angebaut werden, die gewöhnlich eine ausreichende Wasserversorgung sicherstellen, so auch auf den besseren Verwitterungsstandorten in den Vorgebirgslagen. Sehr leichte Böden sollten aber nicht genutzt werden. **Sonnenblumen** haben einen hohen Wärmeanspruch und ihr Anbau wird dadurch auf milde, warme Gebiete mit Weinbauklima eingegrenzt. Da ihr Wasserbedarf bei ca. 400 mm liegt, sollten sie vorrangig auf tiefgründigen Leimböden und sandigen Lehmen mit einer guten Wasserführung kultiviert werden. Einen ähnlichen Klimaanspruch wie die Sonnenblume hat auch **Saflor** (Färberdistel). Der Anbau ist auch auf trockenen Grenzstandorten bzw. Rekultivierungsstandorten möglich, da Saflor relativ anspruchslos ist. Die Wärmeansprüche der **Sojabohne** sind ebenfalls sehr hoch und bisherige gute Erfahrungen liegen nur aus Süd- und Südwestdeutschland vor. In warmen und milden Klimatalagen findet auch der **Mohn** die besten Bedingungen. Er benötigt für sein Wachstum mittlere Niederschläge, sodass wiederum tiefgründige Standorte genutzt werden sollten.

Öllein kann auf leichteren Böden angebaut werden, es muss aber die Wasserversorgung in den Monaten Mai bis Juni gesichert sein. Ansonsten sind für den Anbau auch bessere Böden mit einer guten Wasserführung zu bevorzugen. Sehr anspruchslos an Klima- und Bodenbedingungen sind **Leindotter** und **Krambe**.

Für weitere Arten, die bisher noch nicht bzw. kaum angebaut werden, gibt es im Kap. 3 Angaben zu den Standortansprüchen.

Die Bodenansprüche von wichtigen Ölpflanzen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- leichte Böden: Leindotter, Saflor, Krambe, (Lein)
- mittelschwere Böden: Lein, Hanf, Winterrops, Sommerraps, Mohn, Sonnenblumen, Saflor, Soja
- mittelschwere bis schwere Böden: Winterrops, Sommerraps, (Saflor).

Für die meisten Ölpflanzen sind pH-Werte über 6 günstig zu bewerten. Der Säurewert muss jedoch im Zusammenhang mit der Bodenart und dem Humusgehalt beurteilt werden. Saflor weist ein pH-Spektrum der Böden von 5 bis 8 auf. Daher wird der Anbau auch für die Rekultivierung degradierter Kippböden vorgeschlagen.

1.4 Fruchtfolge

Ökologische Fruchtfolgen werden in drei aufeinanderfolgende Abschnitte geteilt. Nach ein bis zwei Jahren des Anbaus von Hauptfrucht-Leguminosen folgen zunächst anspruchsvolle und anschließend anspruchslose Nichtleguminosen. Innerhalb dieser Abfolge ist die relative Nährstoffverfügbarkeit unterschiedlich hoch. Dadurch kann über die Wahl der Fruchtfolgestellung Einfluss auf die **Nährstoffversorgung** genommen werden (siehe: www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/5137.htm).

Bei der Einordnung der Ölsaaten muss unterschieden werden in Fruchtarten mit einem hohen Anspruch an die Nährstoffversorgung, wie Winterrops, und Fruchtarten mit einem geringen Nährstoffanspruch, wie Öllein. Nach dem Anbau der Leguminosen mit einer hohen N-Nachlieferung aus den Ernte- und Wurzelrückständen bietet sich daher der Anbau von Winterrops an. Bis zum Winter nimmt er hohe Mengen an Stickstoff auf und kann damit zu einer Verringerung der N-Auswaschung beitragen. Auch der Mohn

realisiert hohe Aufnahmen und auch er kann nach Leguminosen stehen.

Dagegen sollten Sonnenblumen und Öllein nicht direkt nach Leguminosen angebaut werden, sie stehen besser in abtragender Stellung. Bei beiden Kulturen besteht bei unkontrollierter N-Freisetzung die Gefahr der Reifeverzögerung. Auch der anspruchslose Leindotter und der Saflor benötigen keine N-liefernde Vorfrucht.

Aufgrund ihrer Fähigkeit zur N-Fixierung gehört die Sojabohne zu den Stickstoff liefernden Kulturen und wird daher in zweiter oder besser in dritter Stellung nach den Hauptfrucht-Leguminosen eingegliedert. Günstige Vorfrüchte sind daher alle Getreidearten.

Neben der Nährstoffbereitstellung spielt auch die **Unkrautunterdrückung** eine wichtige Rolle hinsichtlich der Fruchtfolgeplanung. Bei Kulturen, deren Jugendentwicklung sehr langsam verläuft, wie bei Öllein, Soja und Mohn, müssen Flächen ausgewählt werden, die nur gering verunkrautet sind. Daher erweisen sich die Wintergetreidearten gegenüber Sommerungen oft als bessere Vorfrüchte, da die Sommerkulturen bestimmte Unkrautarten fördern.

Weiterhin muss die Einordnung der Ölpflanzen in die Fruchtfolge das z. T. große **Wirtspflanzen-spektrum** einiger pilzlicher und tierischer Schaderreger (siehe Kap. 2. 7) berücksichtigen. Aus diesem Grund ist die Einhaltung der pflanzenbaulich empfohlenen Anbaupausen sehr wichtig (Tab. 9). Beachtet werden sollte auch die Anbaukonzentration in der Region.

Der Anteil in der Fruchtfolge wird von einigen Arten durch die Pilzkrankheit *Sclerotinia sclerotiorum* begrenzt. Zum Wirtspflanzenkreis des Pilzes zählen Raps, Sonnenblumen, Erbsen, Soja, Mohn, Tabak, Kohlarten, einige Zwischenfrüchte (Senf, Ölrettich) und Unkräuter. Der Fruchtfolgeanteil anfälliger Pflanzenarten darf in einer Fruchtfolge 25 Prozent nicht übersteigen. Zwischen anfälligen Kulturen sind Anbaupausen von drei bis vier Jah-

ren einzuhalten. Sonnenblumen und Raps sollten aus diesem Grund auch nicht zusammen in einer Fruchtfolge stehen. Beim Anbau von Raps nach Erbsen sind nach bisherigen Erkenntnissen keine Nachfolgeschäden bekannt. Nach dem Anbau von Raps sollten aber mindestens drei Jahre Abstand zu einer anfälligen Kultur eingehalten werden.

Der Erreger der Grauschimmelfäule (*Botrytis cinerea*) hat ebenfalls einen großen Wirtspflanzenkreis und befällt Sonnenblumen, Lein, Saflor und Mohn. Diese Arten sollten auch nicht zusammen in einer Fruchtfolge angebaut werden. Wirtspflanzen der Nematoden *Heterodera schachtii* sind Raps und Rüben und ein Anbau zusammen in einer Fruchtfolge sollte nach Möglichkeit unterbleiben.

Neben der Konzentration der Hauptfrüchte muss auch der Anteil der Zwischenfrüchte wie Senf, Ölrettich, Rüben und Sonnenblumen berücksichtigt werden, da diese ebenfalls die pilzlichen Erreger bzw. die Nematoden übertragen können.

Ölsaaten bereichern getreidelastige Fruchtfolgen, erhöhen die Artenvielfalt und sind attraktiv für das Landschaftsbild. Durch die »neuen« Kulturen können getreidelastige Fruchtfolgen aufgelockert werden und viele Arten weisen in ihrem Anbau eine positive Wirkung auf die Bodenstruktur auf. Von dieser Wirkung können dann die Nachfrüchte profitieren.

Bei optimalen Wachstumsbedingungen erreicht z. B. der Raps eine gründliche Durchwurzelung der Ackerkrume. Die Beschattung der Blätter hat einen positiven Einfluss auf die Bodengare und die Krümelstruktur. Der Anbau von Raps fördert auch die Regenwurmakktivität. Die lange Wachstumszeit, die Begrünung über den Winter und das feuchte, kühle Mikroklima im Sommer bieten dafür optimale Bedingungen. Auch die Sonnenblume schafft über eine intensive Durchwurzelung eine gute Bodenstruktur für die nachfolgenden Kulturen.

Tabelle 9 Ansprüche ausgewählter Ölfruchtarten an die Fruchtfolgegestaltung

Kulturart	Vorfruchtansprüche	Anbaupause (Jahre)	Ursachen
Winterraps	<ul style="list-style-type: none"> ■ rechtzeitige Feldräumung, da Aussaat im August ■ hohe N-Nachlieferung der Vorfrucht ■ günstige Vorfrüchte: mehrjährige u. einjährige Leguminosen bzw. Leguminosengras, Erbsen, Frühkartoffeln ■ mögliche Vorfrüchte: Wintergerste, Sommergerste, Winterroggen, Winterweizen ■ ungünstig: Sonnenblumen, Zuckerrüben 	3 – 4	<ul style="list-style-type: none"> ■ Weißstängeligkeit (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) ■ Wurzelhals- u. Stängelfäule (<i>Phoma lingam</i>) ■ Welkekrankheit (<i>Verticillium dahliae</i>) ■ RübENZystenälchen (<i>Heterodera schachtii</i>)
Sommer-raps	<ul style="list-style-type: none"> ■ geringere Vorfruchtansprüche als Winterraps 	3 – 4	siehe Winterraps
Sonnenblume	<ul style="list-style-type: none"> ■ günstige Vorfrüchte: Getreide, Mais, Hackfrüchte ■ ungünstig: mehrjährige u. einjährige Leguminosen bzw. Leguminosengras, Erbsen, Raps 	4 – 5	<ul style="list-style-type: none"> ■ Weißstängeligkeit (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) ■ Graufäule (<i>Botrytis cinera</i>) ■ Welkekrankheit (<i>Verticillium dahliae</i>)
Öllein	<ul style="list-style-type: none"> ■ gute Unkrautunterdrückung erforderlich ■ günstige Vorfrüchte: Getreide, Mais, Hackfrüchte ■ ungünstig: Raps, Sonnenblume, mehrjährige u. einjährige Leguminosen, Erbsen 	6 – 7	<ul style="list-style-type: none"> ■ »Leinmüdigkeit« ■ Grauschimmelfäule (<i>Botrytis cinera</i>) ■ Wurzelhals- u. Stängelfäule (<i>Phoma exigua</i>) ■ Welkekrankheit (<i>Verticillium dahliae</i>)
Leindotter	<ul style="list-style-type: none"> ■ günstige Vorfrüchte: Getreide, Mais, Hackfrüchte ■ ungünstig: Raps, Sonnenblume, mehrjährige u. einjährige Leguminosen 	4 – 5	<ul style="list-style-type: none"> ■ Leindotter ist nicht selbstverträglich
Mohn	<ul style="list-style-type: none"> ■ gute Unkrautunterdrückung nötig ■ günstige Vorfrüchte: Getreide, Zuckerrüben, Leguminosen ■ ungünstig: Kartoffel, Raps, Sonnenblume 	3 – 4	<ul style="list-style-type: none"> ■ Weißstängeligkeit (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) ■ Graufäule (<i>Botrytis cinera</i>)
Safflor	<ul style="list-style-type: none"> ■ günstige Vorfrüchte: Getreide, Mais, Hackfrüchte ■ ungünstig: Raps, Sonnenblume 	4 – 5	<ul style="list-style-type: none"> ■ Weißstängeligkeit (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)
Soja	<ul style="list-style-type: none"> ■ gute Unkrautunterdrückung erforderlich ■ günstige Vorfrüchte: Getreide, Mais, Hackfrüchte ■ ungünstig: Raps, Sonnenblume 	4 – 5	<ul style="list-style-type: none"> ■ Weißstängeligkeit (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)
Weißer Senf	<ul style="list-style-type: none"> ■ günstige Vorfrüchte: Getreide ■ ungünstig: Raps, Kruziferen 	3 – 4	siehe Winterraps

Quelle: ANONYM (1992); CRAMER (1990); HEYLAND et al. (2006); HUGGER (1989)

Natürlich können sich bei ungünstigen Wachstumsbedingungen oder dem Auftreten von Krankheiten und Schädlingen auch negative Auswirkungen zeigen. So nimmt in schlecht entwickelten Beständen die Verunkrautung stark zu und dies kann sich negativ auf die Fruchtfolge auswirken. Ausfallsamen und Durchwuchs in den Folgekulturen müssen über die Stoppelpflege und die Bodenbearbeitung eingeschränkt werden (Kap. 2.6), können aber auch zu Problemen führen. Bei Kulturen mit einer langsamen Jugendentwicklung muss eine ausgefeilte Unkrautregulierung erfolgen. Dies ist besonders bei Öllein, Mohn und Soja notwendig.

1.5 Düngung

Bedarf der Ölfrüchte an Haupt- und Spurenelementen

Hauptbestandteil der Proteine und Enzyme ist der Nährstoff Stickstoff (N). Eine steigende Zufuhr hat eine deutliche Beschleunigung des Wachstums und der Ertragszunahme an vegetativen und generativen Pflanzenorganen zur Folge. Nur mit einem ausreichend großen Blatt- und Stängelapparat können Ölpflanzen den hohen Bedarf an Sonnenenergie zur Kohlenhydrat- und Fettsynthese abdecken. Der Nährstoff Phosphor (P) trägt als Bestandteil von Enzymen zur Steuerung von Zellfunktionen bei. Er fördert die Wurzelbildung, Standfestigkeit, Winterhärte und Abreife. Des Weiteren werden die Blüten- und Samenbildung begünstigt. Für die Fettsäuresynthese ist P ein wichtiger Energieträger. Kalium (K) zählt zu den wichtigsten Hauptnährstoffen der Ölpflanzen und es muss besonders auf den hohen Bedarf der Sonnenblumen hingewiesen werden. Die Frosthärte wird gefördert und Kalium ist wichtig für die Blüten- und Samenausbildung sowie für den Wasserhaushalt. Magnesium (Mg) ist ein sehr wichtiger Bestandteil des Chlorophylls und erfüllt Funktionen im Energiehaushalt der Pflanzen.

Ölpflanzen sind Kulturen mit einem hohen Bedarf an Schwefel (S) und es ist auf eine ausreichende Versorgung zu achten. Schwefel ist wichtig für die Bildung von Proteinen und für die Fettsäuresynthese, die direkt von der Aktivität wichtiger S-haltiger Enzyme bzw. Stoffwechselprodukte abhängt.

Wie die Nährstoffe N und P ist S Bestandteil des Humus. Daher ist die Verfügbarkeit stark abhängig von der Intensität der Mineralisation und Umsetzung der organischen Substanz des Bodens und der zugeführten organischen Dünger. Leichtere Böden können daher eher von S-Mangel betroffen werden. In viehhaltenden Betrieben wird über die organische Düngung auch Schwefel zugeführt. Der Bedarf der Ölpflanzen an Bor (B) ist ebenfalls hoch und bei Gehalten im Boden von $< 0,3$ mg/kg Boden ist eine Bordüngung ratsam. Nährstoffmangel zeigt sich meistens durch eine geringe Wüchsigkeit und eine Verfärbung der Blätter. N-Mangel führt zu einer hellgrünen bis orange-rötlichen Färbung der älteren Blätter, P-Mangel zeigt sich durch bläulich-grüne bis violette Blattverfärbung. Durch K- und Mg-Mangel entstehen chlorotische Veränderungen. S-Mangel zeigt ähnliche Symptome wie N-Mangel, die Verfärbungen zeigen sich an den jüngeren Blättern. Besteht Verdacht auf akuten Mangel an bestimmten Haupt- und Spurennährstoffen, so sollte eine visuelle Pflanzenanalyse z. B. mithilfe eines Internet-Programms (Internet: www.tll.de/visuplant/vp_idx.htm) bzw. eine Laboranalyse der Nährstoffe des betroffenen Pflanzenmaterials durchgeführt werden (ZORN et al. 2007).

Bestimmungsmethoden der Düngebedürftigkeit

Um Nährstoffmangel vorzubeugen, sind alle drei bzw. fünf Jahre Bodenuntersuchungen der pflanzenverfügbaren Nährstoffe (P, K, Mg) und des pH-Wertes mindestens einmal je Fruchtfolge vorzusehen. Weiterhin ist darauf zu achten, dass die Bodengehalte in möglichst harmonischen

Nährstoffverhältnissen vorliegen, da sonst die Gefahr von Nährstoffinbalancen entstehen kann. Darüber hinaus ist es sinnvoll, in angemessenen Abständen auch die Spurenelemente (B, Cu, Mn, Mo, Zn, Fe) mit zu untersuchen.

Aufgrund der ca. 30 Prozent geringeren Ertragsleistungen und jahrzehntelanger Erfahrung aus der ökologischen Praxis kann im Allgemeinen die VDLUFA-Gehaltsklasse B des Bodens für die Grundnährstoffe als ausreichend angesehen werden. Bei überwiegendem Anbau von Fruchtarten mit einem sehr hohen Bedarf an Grundnährstoffen (intensiver Gemüseanbau) kann in Ausnahmefällen zur Absicherung der Nährstoffbedürfnisse auch die höhere Gehaltsklasse C angestrebt werden. Erscheint eine Düngung nach den Ermittlungsmethoden notwendig, müssen die veranschlagten Zukaufdüngemittel aus einer Liste erlaubter Betriebsmittel ausgewählt werden (Internet: www.betriebsmittel.org). Die Düngedürftigkeit mit bestimmten Zukaufdüngemitteln muss genau dokumentiert, ggf. auch durch den Anbauverband, in dem der Betrieb Mitglied ist, genehmigt werden. Der Nachweis der Düngedürftigkeit kann heute auch mithilfe des PC-Programms BEFU erstellt werden. Es besteht die Möglichkeit, die neueste Version aus dem Internet herunterzuladen: www.landwirtschaft.sachsen.de/lfl/befu.

Neben einer regelmäßigen Bodenuntersuchung sollten Ergebnisse der Fruchtfolge-Schlagbilanzierung zur Kontrolle der langfristigen Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit mit herangezogen werden. So kann für die meisten Standorte eine ausreichende P-Versorgung in der Regel gewährleistet werden, wenn die Salden mindestens den Wert 0 kg P/ha und Jahr nicht unterschreiten. Die Ergebnisse der K- und Mg-Bilanzierungen müssen im Zusammenhang mit der Bodenart interpretiert werden. Auf leichten Böden, besonders bei erhöhter Auswaschungsgefahr, reichen in der Regel ausgeglichene Salden nicht aus, um

die Bodenversorgung auf gleichem Niveau zu halten, da ein bestimmter Anteil dieser Nährstoffe der Verlagerung und Auswaschung unterliegt. Die Salden sollten daher leicht positive Werte aufweisen (mindestens 15 kg K/ha). Auf den mittleren und schwereren Böden ist dagegen eine erhöhte Nachlieferung dieser Nährstoffe aus den Bodenvorräten bei der Saldo-Interpretation zu berücksichtigen. Auf diesen Böden können nach den bisherigen Erfahrungen auch negative Salden von 20 bis 40 kg K/ha und Jahr auf Dauer akzeptiert werden.

Kalkversorgung

Auf eine gute Kalkversorgung des Ackerlandes ist zu achten, da durch den pH-Wert die Verfügbarkeit der Nährstoffe beeinflusst wird. Optimale pH-Werte der einzelnen Kulturarten:

- Raps 6,2 – 7,0
- Sonnenblume 6,0 – 7,2
- Öllein 5,5 – 6,5
- Senf 6,2 – 7,0.

Der pH-Wert des Bodens sollte alle drei bis fünf Jahre ermittelt werden. Anzustreben ist der Versorgungsbereich C. Die Zielgehalte sind stark von der Bodenart und den Humusgehalten abhängig und die Auswahl der Düngemittel muss ebenso aus der Liste zugelassener Düngemittel erfolgen. Auf schwereren Böden kann es nach bisheriger Erfahrung aus dem Ökolandbau vorkommen, dass auf eine Kalkung auch für längere Zeit verzichtet werden kann. Diese Beobachtungen können darauf zurückgeführt werden, dass nach längerer ökologischer Bewirtschaftung einerseits kaum eine Zufuhr »kalkverbrauchender« externer Düngemittel erfolgt und andererseits durch den periodischen Anbau tiefwurzelnder und relativ Ca-reicher Fruchtarten (Klee, Luzerne) die Kalkverlagerung im Bodenprofil weitgehend verhindert werden kann. Durch den Anbau von Tief-

wurzeln können Nährstoffe des Untergrundes erschlossen und einer Auswaschung vorenthalten werden.

Lediglich auf den zur Auswaschung neigenden leichten Böden ist besonders auf die Entwicklung der pH-Werte der Schläge zu achten, ggf. sind entsprechend den Ergebnissen der Bodenuntersuchung regelmäßige Erhaltungskalkungen vorzunehmen. Auf den Marktfruchtbetrieben ist zudem eine gute Kalkversorgung von Vorteil, damit die Nährstofffreisetzung infolge der Humusumsetzung optimal ablaufen kann.

Stickstoffversorgung – Ansprüche der Ölfrüchte

Die einzelnen Ölfrüchte unterscheiden sich sehr stark hinsichtlich der Stickstoffbedürftigkeit. Der Winterraps hat mit ca. 300 Tagen die längste Vegetationszeit und im Vergleich zu den anderen Kulturen den höchsten Stickstoffanspruch. In Abhängigkeit vom Ertrag können auch im Ökolandbau bis zu 250 kg N/ha durch den wachsenden Bestand aufgenommen werden. Bei der Nährstoffversorgung muss aber berücksichtigt werden, dass das Aneignungsvermögen der Pflanzen trotz der tief reichenden Wurzel relativ gering und die Düngebedürftigkeit hoch ist.

Sonnenblumen verfügen über eine gute Nährstoffaneignung und können die benötigten Nährstoffe aus den Bodenvorräten sehr gut erschließen. Auf gut strukturierten und biologisch aktiven Böden wird der Stickstoffbedarf über die Mineralisierung des Bodens gedeckt und nach Möglichkeit sollte der Anbau auf diesen Böden erfolgen. Nur auf leichten und schwer erwärmbaren Böden kann eine Düngung vor der Saat (z. B. 20 m³/ha Rindergülle) in Erwägung gezogen werden. Die N-Menge sollte aber 80 kg/ha möglichst nicht überschreiten, da es sonst zu einer Beeinträchtigung der Standfestigkeit, einem erhöhten Krankheitsrisiko und zu Ernteverzögerungen kommen kann.

Öllein besitzt einen Bedarf an Stickstoff, der ähnlich wie bei der Sonnenblume über die Mineralisierung des Bodens gedeckt werden kann. Eine direkte organische Düngung zu Öllein sollte möglichst nicht erfolgen, um einem erhöhten Krankheitsdruck und Ernteverzögerungen vorzubeugen. Eine Düngung vor der Saat kann aber in Abhängigkeit von der Fruchtfolgestellung in Betracht gezogen werden.

Nährstoffbedarf und Nährstoffentzug

Es ist zu unterscheiden zwischen dem Nährstoffbedarf und dem Nährstoffentzug. Der Bedarf ist die Menge an Nährstoffen, die im Verlaufe der Vegetation insgesamt von den Pflanzen aufgenommen wird. Dieser Betrag ist höher als der des Nährstoffentzugs, der über Haupt- und Nebenprodukte die Fläche verlässt bzw. bei den Nebenprodukten auf der Fläche verbleibt. Der N-Entzug bzw. die N-Aufnahme der Fruchtarten können berechnet werden, indem der Ertrag mit den entsprechenden N-Gehalten multipliziert wird. Die Nährstoffentzüge sind daher hauptsächlich vom Ertragsniveau und von den Stickstoffgehalten im Korn abhängig (siehe Tab. 10). Zwischen den Kulturarten bestehen hinsichtlich des Bedarfs und des Entzugs Unterschiede. So weist Winterraps einen hohen Stickstoffbedarf auf, aber der Entzug ist vergleichsweise niedrig. Dagegen zeigt der Weiße Senf einen hohen Bedarf, aber auch einen hohen Entzug.

Versuchsergebnisse zum Ertragsniveau und Nährstoffentzug von Ölfrüchten

In den Jahren 2002 bis 2004 wurden verschiedene Öl- und Eiweißpflanzen auf der Versuchstation Roda in Sachsen im Vergleich angebaut. Im Jahr 2002 erfolgte der Anbau nach der Vorfrucht Triticale und 2003 und 2004 nach der Vorfrucht Sommergerste. Winterraps und der Weiße Senf erhielten eine Gülledüngung in Form von 30 m³/ha Rindergülle vor der Saat.

Tabelle 10 Nährstoffgehalte von Winterraps, Sonnenblume, Öllein und Weißem Senf (Angaben in kg Reinnährstoffmenge/dt Frischmasse (FM) zur Ernte)

Fruchtart	Bezugsebene	TM i. FM (%)	Nährstoffgehalt (kg/dt FM)			
			N	P	K	Mg
Winterraps	Korn	91	2,80	0,78	0,80	0,24
	Stroh	86	0,50	0,13	1,66	0,09
	Korn + Stroh ¹⁾		3,80	1,04	4,12	0,42
	Nährstoffaufnahme ¹⁾		ca. 6,00*			
Sonnenblume	Korn	91	2,40	0,71	1,70	0,42
	Stroh	86	1,15	0,35	3,74	0,18
	Korn + Stroh ¹⁾		4,70	1,41	9,18	0,78
	Nährstoffaufnahme ¹⁾		ca. 5,50*			
Öllein	Korn	91	3,11	0,53	0,80	0,35
	Stroh	86	0,45	0,09	1,16	0,10
	Korn + Stroh ¹⁾		3,78	0,66	2,54	0,50
	Nährstoffaufnahme ¹⁾		ca. 4,00*			
Senf	Korn	91	3,87	0,53	0,80	0,30
	Stroh	86	0,45	0,09	1,16	0,10
	Korn + Stroh ¹⁾		4,54	0,66	2,54	0,45
	Nährstoffaufnahme ¹⁾		ca. 5,50*			

Quelle: ALBERT et al. (2007); 1) bezogen auf das Haupternteprodukt (marktfähige Ware); * vorläufige Schätzung

Beispiele zur Berechnung von Nährstoffentzug und Nährstoffbedarf für Stickstoff:

a: Entzug Korn = Korn-Ertrag × N-Gehalt Korn

b: Stroh-Ertrag = Korn-Ertrag × Korn/Strohverhältnis (siehe Tab. 11)

c: Entzug Stroh = Stroh-Ertrag × N-Gehalt Stroh

d: Entzug Korn+Stroh = Korn-Ertrag × N-Gehalt Korn + Stroh

e: (alternativ) = a + c

f: Nährstoffbedarf = (potenziell.) Korn-Ertrag × N-Gehalt Nährstoffaufnahme

Auf der Grundlage der Durchschnittserträge über die drei Jahre und der Nährstoffgehalte von Korn und Stroh wurden die mittleren Entzüge für die Nährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium berechnet. Die Stroherträge wurden anhand der Korn/Stroh-Verhältnisse geschätzt (Tab. 11). Die Kornerträge schwankten zum Teil in einem großen Bereich. So lagen die Erträge beim Winterraps zwischen 5 und 28 dt/ha. Bei der Sonnenblume wurden in den ersten beiden Jahren sehr hohe Erträge (2002: 39 dt/ha; 2003: 45 dt/ha) erreicht, aber 2004 konnten die Sonnenblumen

aufgrund der ungünstigen Witterungsverhältnisse nicht ausreifen und es erfolgte keine Ernte. Beim Öllein schwankten die Erträge auch sehr stark. Sie lagen in zwei Jahren bei 10 dt/ha und 2003 bei über 30 dt/ha. Ein relativ konstantes Ertragsniveau erreichte der Weiße Senf. Bei der Sojabohne zeigte sich eine ähnliche Ertragsentwicklung wie bei der Sonnenblume mit zwei hohen Erträgen (2002: 41 dt/ha; 2003: 23 dt/ha) und einem Ertragsausfall im Jahr 2004.

Mit dem Korn wird ein großer Teil des Stickstoffs von der Fläche entzogen. Von den geprüften Kul-

Tabelle 11 Anbauvergleich von Öl- und Eiweißpflanzen (Öko-Feld Roda, Lössboden, Mittelwerte der Jahre 2002 – 2004)

Fruchtart	Ertrag (dt/ha 91 % TM)	Korn/Stroh-Ver- hältnis (100 % TM)	Rohfett (% TM)	Rohprotein (% TM)
Winterraps	17,3	1 : 2	40,0	16,9
Sonnenblume	28,1	1 : 2	43,0	14,7
Öllein	19,1	1 : 1,5	37,2	21,4
Weißer Senf	21,6	1 : 1,5	26,2	26,6
Soja (86 % TM)	18	1 : 1	19,9	31,6

Entzug (kg/ha)

	N			P			K		
	Korn	Stroh	Summe	Korn	Stroh	Summe	Korn	Stroh	Summe
Winterraps	49,0	19,4	68,4	13,3	6,8	20,1	13,1	28,4	41,5
Sonnenblume	46,0	51,1	97,1	12,5	8,4	20,9	21,9	105,4	127,3
Öllein	67,9	31,5	99,4	14,1	10,1	24,2	15,9	21,2	37,1
Weißer Senf	97,5	18,1	115,6	17,3	9,7	27	16,2	22,3	65,5
Soja	79,2	22,3	101,5	18,1	9,1	27,2	38,7	11,3	50,0

turen weist die Sonnenblume den geringsten N-Entzug auf und der Öllein und der Weiße Senf zeigen einen deutlich höheren N-Entzug als der Winterraps. Dies tritt noch deutlicher zutage, wenn eine Berechnung für ein gleich hohes Kornertragsniveau erfolgt (Tab. 12). Bei den Nährstoffentzügen fallen noch die hohen K-Entzüge über das Stroh bei den Sonnenblumen auf. Da aber das Stroh in der Regel nicht abgefahren wird und auf der Fläche verbleibt, erfolgt eine Rückführung der organischen Substanz und der Nährstoffe in den Kreislauf. Die Beachtung des unterschiedlichen Nährstoffbedarfs hat insbesondere bei der Kalkulation der Düngung beim Winterraps eine hohe Bedeutung (siehe Kap. 2.1).

Organische Düngung

Das Ertragspotenzial ist zunächst abhängig von der gewählten Fruchtfolgeposition, in der die Ölfrüchte angebaut werden sollen. So ist die Freisetzung von Stickstoff und damit das Ertragspotenzial der Fruchtarten in Phase 2 und 3 des Fruchtfolgegrundgerüsts (siehe Kap. 2.4) nach zweijährigem Futterbau höher ausgeprägt als nach einjährigem Anbau oder infolge des Anbaus von Körnerleguminosen. Entsprechend der vorliegenden Fruchtfolgephase ist das unterschiedliche Potenzial zur Nährstoffmineralisation mit den Nährstoffbedürfnissen der Fruchtarten in Einklang zu bringen. Daher werden zunächst stark zehrende Arten (W.-Weizen, Mais, Raps, Hackfrüchte) direkt nach Leguminosen und schwach zehrende Arten (S.-Gerste, So.-Blume, Öllein) in nachfolgender Stellung eingeordnet.

Tabelle 12 Berechnete Nährstoffentzüge und Nährstoffaufnahme einiger Ölfrüchte für Stickstoff (abs. in kg N/ha; rel. in %) bei Zugrundelegung eines Kornertrages von 20 dt/ha

	Winterraps		Sonnenblume		Öllein		Senf	
	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.
Entzug Korn	56	47	48	44	62	78	77	70
Entzug Stroh	20	16	46	42	14	18	14	13
Entzug Korn + Stroh	76	63	94	86	76	95	91	83
Nährstoffaufnahme	120	= 100	110	= 100	80	= 100	110	= 100

Tabelle 13 Empfehlungen zum Einsatz von organischen Düngemitteln im Ökolandbau

Ölfrüchte	Geflügel- mist (3 – 5 t/ha)	Frischmist (15 – 30 t/ha)		Rottemist (10 – 30 t/ha)		Kompost (10–30 t/ha)	Gülle (15–35 m³/ha)	Jauche	Handels- dünger
		Schwein	Rind	Schwein	Rind				
Winterraps	+++	++	++	+++	+++	++	+++	+++	++
Sommerraps	++	+	+	++	++	+	+++	+++	++
Sonnenblume	-	-	-	+	+	+	+	-	-
Öllein	-	-	-	+	+	+	-	-	-
Senf	++	+	+	+	++	+	++	+	+

Eignung: +++ sehr gut; ++ gut; + weniger gut; - nicht geeignet

Der Einsatz organischer Düngemittel richtet sich dann vor allem nach der geplanten Eingliederung der Fruchtart in die Fruchtfolge. In der Regel ist die Bedürftigkeit für eine organische Düngung geringer einzuschätzen, wenn die eingepflanzte Position der Fruchtart direkt nach dem letzten Anbau von Leguminosen gestellt wird (Phase 2 anstelle von Phase 3). Daher sollte z. B. der Winterraps und evtl. der Weiße Senf als relativ stark zehrende Frucht bei Einplanung in Phase 3 stets mit einer deutlichen organischen Düngung bedacht werden.

Die Auswahl der organischen Düngemittel sollte entsprechend den Bedürfnissen der anzubauenden Fruchtarten erfolgen (Tab. 13).

Als organische Dünger können vor allem Stallmist und Gülle genutzt werden, es stehen aber auch einige organische Handelsdünger zur Verfügung. Die Höhe der möglichen Stickstoffdüngung ist nach VO (EG) Nr.834/2007 über den ökologischen Landbau und nach der DüngVO geregelt. Die N-Obergrenze liegt bei 170 kg/ha/Jahr im Betriebsdurchschnitt. Im Herbst dürfen max. 80 kg Gesamt-N/ha oder 40 kg Ammonium-N/ha ausgebracht werden.

Um eine genaue Düngung vornehmen zu können, und dies muss besonders bei einer Herbstdüngung beachtet werden, sollten die Düngemittel auf die Nährstoffgehalte untersucht werden. Ansonsten muss auf Richtwerte zurückgegriffen werden (siehe Tab. 14).

Tabelle 14 Mittlere Nährstoffgehalte in Wirtschafts- und anderen organischen Düngern im ökologischen Landbau

Gruppe	Tierart	TM (%)	kg/t bzw. kg/m ³				
			N	NH ₄ -N	P	K	Mg
Stallmist	Rind	25	5,0	1,0	1,20	6,6	0,80
	Schwein	25	6,1	1,5	2,50	5,0	1,20
	Rind, Schwein	25	5,5	1,3	1,80	5,8	1,00
Jauche	Rind	2	1,7	1,4	0,10	4,6	0,10
	Schwein	2	2,3	2,1	0,40	3,0	0,10
	Rind, Schwein	2	2,0	1,8	0,25	3,8	0,10
Gülle normal	Rind	8	3,0	1,5	0,50	3,1	0,40
	Schwein	8	4,6	3,0	1,20	1,6	0,50
	Rind, Schwein	8	3,8	2,2	0,80	2,4	0,45
Geflügelkot	Hühnerfrischkot	12	7,4	4,1	4,30	2,8	0,70
	Hühner trockenkot	45	20,9	7,9	8,64	3,4	3,42

Quelle: KÖHLER & KOLBE (2007)

N-Schlagbilanzierung

In extensiveren Anbausystemen, zu denen auch der Ökolandbau zählt, ist besonders der Nährstoff Stickstoff als ein ertragsbegrenzendes Betriebsmittel anzusehen. Zur generellen Überprüfung des Versorgungsgrades mit Stickstoff können verschiedene Formen der Nährstoffbilanzierung angewendet werden. Eine N-Bilanzierung sollte in jedem Ökobetrieb ggf. unter Zuhilfenahme der Beratung möglichst nach jeder Fruchtfolgerotation durchgeführt werden (siehe Tab. 10). Dazu kann auch das PC-Programm BEFU genutzt werden (www.landwirtschaft.sachsen.de/lf/befu/).

Schlagbilanzen stellen die kleinste Bezugs Ebene dar. Als Voraussetzung müssen schlagbezogene Aufzeichnungen vorliegen (Schlagkarteien). Die organischen und mineralischen Dünger sowie die legume N-Bindung werden als Nährstoffzufuhr angerechnet. Auf der Entzugsseite werden die Erntemengen der pflanzlichen Produkte ausgewiesen. Weiterhin ist es erforderlich, möglichst alle Nährstoff-Quellen, inklusive der N-Zuführung über die Niederschläge sowie eine 100-pro-

zentige Anrechnung des Nährstoffs Stickstoff in den organischen Düngemitteln, zu berücksichtigen (Brutto-Saldierung).

Die Nährstoffzufuhren und Abfuhren von mindestens einer gesamten Fruchtfolge werden schließlich aufgeführt und saldiert. Im Saldo können die Ammoniak-Verluste extra ausgewiesen werden, woraus weitere Rückschlüsse für die Anbauoptimierung gewonnen werden können. Die Ergebnisse der Saldierung der einzelnen Schläge des Betriebes sollten nicht unter den Wert 0 kg N/ha absinken. Treten deutlich negative Salden über einen längeren Zeitraum auf, so ist der N-Pool des Bodens gefährdet, was mit der Zeit durch abnehmende Erträge sichtbar werden kann. Besonders Marktfruchtbetriebe sollten aufgrund ihrer hohen Nährstoffabfuhren sorgfältig untersucht werden, damit ggf. rechtzeitig Gegenmaßnahmen durch Fruchtfolgeumstellung (Umfang des Leguminosenanbaus) und eine verbesserte Düngungsstrategie eingeleitet werden können. Nach den bisher vorliegenden Erfahrungen können leicht positive Brutto-Salden von ungefähr 5 bis 40 kg N/ha als optimal angesehen werden. Bei den tierhaltenden Futterbaubetrieben besteht daher eine geringere Gefahr von negativen N-Salden.

Humusbilanzierung

Für die Überprüfung der im Betrieb geplanten oder langfristig realisierten Anbauabfolge der Kulturen sind auch schlagbezogene Humusbilanzen als geeignetes Kontrollinstrument anzusehen. Diese Bilanzierung sollte mindestens eine Fruchtfolge-rotation umfassen und möglichst mit einer standortangepassten Methode durchgeführt werden. Im Ökolandbau wird gewöhnlich ein höheres Versorgungsniveau mit organischer Substanz angestrebt bzw. ein deutlich höheres Niveau aus Gründen des besseren Umweltschutzes akzeptiert als im konventionellen Landbau. Die Bewertung sollte nach folgender VDLUFA-Einstufung vorgenommen werden:

A ≤ -200

B = -200 bis -76

C = -75 bis +400

D = +401 bis +600

E ≥ +600 kg Humus-C/ha und Jahr.

Die Bewertung ist in Abhängigkeit von der gewählten generellen Betriebsausrichtung vorzunehmen. Marktfurchtbetriebe mit hohen Anteilen an Hackfrüchten, Gemüsearten oder nachwachsenden Rohstoffen in der Fruchtfolge sind durch einen hohen Export von pflanzlichen Produkten gekennzeichnet. Diese Betriebe sollten sich mindestens an der VDLUFA-Versorgungsgruppe C ausrichten und darauf achten, dass diese Versorgungsgruppe nicht unterschritten wird, da sonst ein standort- und bewirtschaftungstypischer Humusgehalt sowie die Bodenfruchtbarkeit langfristig nicht erhalten werden können. Durch den Anbau der Ölfrüchte werden zwar fruchtartspezifisch negative Humuswerte ermittelt, die in der Höhe mit denen der Getreidearten vergleichbar sind (Tab. 15). Da aber das Stroh auf den Flächen verbleibt, liegen die Salden unter den meisten Standortbedingungen im positiven Bereich (Szenario 1). Lediglich durch Anbau von Öllein, der zudem in der Regel keine organische Düngung erhält, werden auf Grund der geringen Strohrückfuhren in Abhängigkeit vom Standort unterschiedlich hohe negative Salden erzielt.

Tabelle 15 Humusbilanzierung im Ölfrüchtanbau (standortangepasste Methode)

Szenario	Anbaukonzept	Humusbilanz (HÄQ in kg C/ha und Jahr)		
		Fruchtart Standort-Gruppe 1 bis 6	Organische Materialien	Saldo
Szenario 1 Ölfrüchte + Stroh	a: Winterraps 20 dt/ha + Strohzufuhr Winterraps 3,4 t/ha	-30 bis -420	+231	+201 bis -189
	b: Sonnenblume 25 dt/ha + Strohzufuhr Sonnenblume 5 t/ha	-30 bis -420	+340	+310 bis -80
	c: Öllein 12 dt/ha + Strohzufuhr Öllein 1,8 t/ha	-30 bis -420	+150	-120 bis -270
Szenario 2 Winterraps + Stroh + Gülle	Winterraps 20 dt/ha + Strohzufuhr 3,4 t/ha + 30 m ³ /ha Rindergülle (7 % TM)	-30 bis -420	+231 +243	+444 bis +54
Szenario 3 Winterraps + Stroh + Stalldung	Winterraps 20 dt/ha + Strohzufuhr 3,4 t/ha + 30 t/ha Stalldung (25 % TM)	-30 bis -420	+231 +720	+921 bis +531

Im Anbaukonzept des W.-Rapses wird meistens eine organische Düngung eingegliedert. Bei singularer Betrachtung dieses Anbaugliedes werden dann unter allen Standortverhältnissen z. T. deutlich positive Humuswerte ermittelt (Szenario 2, 3). Es ist zu bedenken, dass die Humusbilanzierung immer im Durchschnitt der gesamten Fruchtfolge gesehen werden sollte.

1.6 Bodenbearbeitung und Unkrautregulierung

Bodenbearbeitung

Die gesamte Kette der Bodenbearbeitung für Ölsaaten muss besonders im Hinblick auf die sichere Bestandesetablierung und spätere Unkrautregulierung ausgerichtet werden. Die Jugendentwicklung der Ölpflanzenarten wie Raps, Sonnenblume und Senf ist durch optimale Bodenbedingungen zu fördern. Dazu verlangen Raps, Senf und Lein eine flache Saat. Somit muss in jedem Fall ein feinkrümeliges, abgesetztes Saatbett hergestellt werden, um den Keimwasserbedarf des Saatgutes zu decken. Größere Erdkluten und -klumpen können den Pflanzenaufgang behindern und lückige Bestände mit starkem Unkrautwachstum nach sich ziehen. Beim Striegeln und Hacken sind unter diesen Bedingungen weitere Kulturpflanzenverluste durch die groben Bodenpartikel zu erwarten.

Der Anbau der Sommerölfrüchte erfolgt in der Regel nach einer Herbstfurche, da diese mit großer Sicherheit durch die Frostgare zu günstigen Bodenstrukturen im Saathorizont führt. Eine Frühjahrsfurche stellt nur auf leichteren Böden mit geringem Tonanteil eine Alternative dar. Dadurch können dann Auswaschungsverluste an Stickstoff reduziert werden.

Ein gepflügter Boden mineralisiert vergleichsweise hohe Stickstoffmengen, sichert eine leichte Durchwurzelung, weist keine durchgewachsenen Unkräuter und Kulturpflanzen auf und stellt

einen »reinen Tisch« für die störungsfreie Aussaat und Unkrautregulierung dar. Damit bekommt auch der Raps, der hohe Ansprüche an die Stickstoffversorgung stellt, eine günstige Ausgangsposition.

Beim Raps können Feldaufgang und Jugendentwicklung sowohl durch ein zu feines Saatbett (Verschlammung nach Regen) als auch durch ein zu grobes Saatbett mit vielen Ernterückständen (Stroh) oder Kluten beeinträchtigt werden. Nach einer Datenerhebung zum ökologischen Rapsanbau von 27 Betrieben bzw. 23 Betrieben in den Jahren 2005 und 2006 vom Kompetenzzentrum Ökolandbau in Niedersachsen (www.oeko-komp.de) wird mit 32 Prozent als Ursache für Ertragsausfälle ein schlechter Feldaufgang angegeben. Das zeigt den hohen Stellenwert der Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung. Vor allem nach der Vorfrucht Getreide besteht in Abhängigkeit vom Erntetermin wenig Zeit für die Stoppel- und Bodenbearbeitung. Wird das Stroh nicht abgefahren, sollte es möglichst zerkleinert und in mehreren Arbeitsgängen eingearbeitet werden. Die erste flache Bearbeitung zum Stoppelsturz kann schräg zur Druschrichtung erfolgen, um eine bessere Strohverteilung zu erreichen. Danach kann ein weiterer Bearbeitungsgang zur Unkrautbekämpfung erfolgen. Vor dem Pflügen kann dann noch organischer Dünger wie Stallmist und Gülle ausgebracht werden. Bei starker Trockenheit im Sommer ist es von Vorteil, unmittelbar vor der Rapsaussaat zu pflügen, damit die Feuchtigkeit der unteren Bodenschicht genutzt werden kann. Das Pflügen und die Aussaat müssen dann aber unmittelbar aufeinander folgen, damit ein Austrocknen des gepflügten Bodens vermieden wird und kein gegenteiliger Effekt eintritt.

Beim Rapsanbau nach der Vorfrucht Klee gras besteht ein größeres Zeitfenster für die Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung und die Einhaltung der optimalen Saatzeit. Aber der Bodenwasser gehalt kann extrem niedrig liegen, sodass auch

früh mit der Zerstörung der Aufwüchse von Klee oder Luzerne begonnen werden muss, um Wasser auf der Fläche zu sammeln. Das Pflügen kann daher nach vorheriger, flacher Bearbeitung mit Scheibenegge oder Grubber oder ohne vorherige Bearbeitung als »heiler Umbruch« erfolgen. Wird das Klee gras auf schwereren Böden umgebrochen, kann eine »Mattenbildung« des Aufwuchses auf der Pflugsohle durch vorheriges Mulchen in Kombination mit Fräsen oder Grubbern vermieden werden. Dokumentierte Ergebnisse zum Rapsanbau mit Mulchsaat liegen nicht vor, sodass die reduzierte Form der Bodenbearbeitung vorerst nur als Experiment empfohlen werden kann. Im ökologischen Landbau muss zusätzlich zu anderen bekannten Schwierigkeiten der Rapsmulchsaat mit einer Stickstofffestlegung durch Ernterückstände der Vorfrucht im Saathorizont gerechnet werden. Daraus lassen sich Entwicklungsverzögerungen für die jungen Rapspflanzen ableiten.

Unkrautregulierung

Der Einfluss der Unkräuter auf den Kulturpflanzenbestand und die Wirkung auf den Ertrag hängt von vielen Faktoren wie Bodenzustand, Saatbettqualität, Saatzeit und den Witterungsbedingungen ab. Darüber hinaus verfügen Winterraps und Sonnenblumen über eine mittlere bis gute Konkurrenzskraft, während der Lein nur sehr wenig konkurrenzfähig ist.

In Feldversuchen zur Unkrautregulierung in Raps verglich WAHMHOF (2000) die Geräte Scharhacke, Hackbürste und Striegel bei Reihenweiten von 22,5 cm unter konventionellen Anbaubedingungen. Die stärkste unkrautreduzierende Wirkung wurde mit der Reihenhackbürste im Herbst im Drei-bis-Vierblattstadium des Rapses (EC 19–21) erreicht, kombiniert mit einem Termin im Frühjahr nach dem Wiederergrünen des Rapses (EC 35–37) mit 58 Prozent Wirkungsgrad im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle. An zweiter Stelle folgte die Scharhacke ebenfalls bei den

selben Arbeitsterminen mit einem Ergebnis von 35 Prozent Wirkungsgrad. Die Bekämpfungsleistung des Striegels erreichte das Optimum bei einer einzelnen Anwendung im Frühjahr mit 30 Prozent Wirkungsgrad. Einmalige Einsatztermine von Hacke oder Striegel nur im Herbst hatten sogar eine Erhöhung der Unkrautbedeckungsgrade zur Folge. Alle Geräte verursachten nur geringe Kulturpflanzenverluste von weniger als 3 Prozent. Auf den Ertrag positiv wirkte eine einzelne mechanische Bearbeitung mit den beiden Hackgeräten früh im Herbst (EC 19–21), auch wenn dadurch keine hohen Unkrautregulierungserfolge auftraten. Es wurde bei diesem Arbeitszeitpunkt das Ertragsniveau der chemisch behandelten Kontrolle erreicht. Striegeln allein führte in keiner Terminkombination zu Ertragszuwächsen. Die zweijährigen Versuchsergebnisse zeigen, dass die Scharhacke zu folgenden Terminen und Terminkombinationen mit Erfolg auch für eine günstige Ertragsentwicklung eingesetzt werden konnte:

- früh im Herbst kombiniert mit spät im Herbst
- früh im Herbst kombiniert mit einer Anwendung im Frühjahr
- nur ein Arbeitsgang im Frühjahr.

Ertragsminderungen traten durch die mechanische Unkrautregulierung nicht auf. Insgesamt kann die Scharhacke durch das günstige Kosten-Leistungs-Verhältnis zur Unkrautregulierung im Raps empfohlen werden.

Der Striegel muss im Raps schon aus seiner eigentlichen Einsatzbestimmung heraus und den Erfahrungen bei anderen Kulturen in Kombination mit der Scharhacke eingesetzt werden. Ein frühes Striegeln gegen Unkräuter im Stadium der Keimblattentwicklung kommt daher im Raps nicht infrage, da zu hohe Kulturpflanzenverluste auftreten. Somit wäre ein Einsatz des Striegels erst nach der ersten (frühen) Maschinenhacke sinnvoll.

Tabelle 16 **Einschätzung der Bekämpfbarkeit verschiedener Unkrautarten (Bewertungsschema)¹⁾**

Art	Striegel	Hacke	Bürste
Klettenlabkraut	-	(+)	(+)
Vogelmiere	-	(+)	+
Taubnessel-Arten	(+)	(+)	+
Kamille-Arten	+	+	+
Ackerhellerkraut	(+)	+	+
Hirtentäschelkraut	(+)	+	+
Ackerstiefmütterchen	+	+	+
Ackerfuchsschwanz	-	-	(+)
Windhalm	(+)	(+)	+
Ausfallgetreide	-	(+)	(+)

- ¹⁾ + gut wirksam: unter verschiedenen Rahmenbedingungen sichere Bekämpfung der Art in einem Ausmaß, dass von der verbliebenen Restverunkrautung keine negativen Wirkungen auf den Kornertrag zu erwarten sind
(+) nicht immer ausreichend: wirksame Bekämpfung nur unter günstigen Bedingungen
 (z. B. Unkräuter im Keimblattstadium)
 - unzureichend: auch unter günstigen Bedingungen kein nennenswerter Bekämpfungserfolg

Quelle: WAHMHOF (2000)

Mit diesem Arbeitsgang werden das Wiederauwachsen der abgehackten Unkräuter verhindert, neu entwickelte Unkrautkeimlinge vernichtet und ein leichter Regulierungseffekt von Unkräutern in der Kulturpflanzenreihe erzielt. Je nach Entwicklung der Wildkrautflora kann die Kombination Hacke-Striegel wiederholt eingesetzt werden. Als pflanzenbauliche Grundlage niedriger Unkrautbedeckungsgrade waren bei WAHMHOF (2000) mit 45 bis 69 Rapsflanzen/m² mittlere bis hohe Bestandesdichten des Rapses anzusehen. Noch höhere Bestandesdichten ergaben nur noch geringe weitere Vorteile in dieser Hinsicht. Zusätzlich verbesserten sich mit wachsenden Bestandesdichten auch die Wirkungsgrade aller Geräte zur Unkrautregulierung. Die Bekämpfbarkeit verschiedener Unkrautarten im Winterapps auf der Grundlage der durchgeführten Versuche zeigt Tabelle 16.

Zur Unkrautregulierung in Praxisbetrieben werden aus der Datenerhebung zum ökologischen Rapsanbau vom Kompetenzzentrum Ökolandbau in Niedersachsen (www.oeko-komp.de) folgende Aussagen gemacht:

- auf ca. 40 Prozent der Flächen keine direkte Regulierung
- Einsatz der Hacke (ein- oder zweimal je nach Unkrautdruck)
- Striegeln im Nachauflauf (Verletzungen der Pflanzen bzw. Wurzeln bis 25 Prozent).

Aus diesen Angaben geht hervor, dass eine wichtige Strategie des Anbaus in der Optimierung aller Anbaufaktoren liegt, sodass durch eine zügige Entwicklung der Rapsbestände eine hohe Konkurrenzfähigkeit gegenüber Unkräutern vorhan-

den ist. Wüchsige Bestände verhindern eine hohe Ausbreitung der Unkräuter selbst bei höheren Dichten. Andererseits können in lückigen und schlecht wüchsigen Beständen die Kulturpflanzen unterdrückt werden.

Die speziellen Ansprüche weiterer Arten an die Bodenbearbeitung und Unkrautregulierung werden im Kapitel 3 direkt zu den Pflanzenarten behandelt.

1.7 Krankheiten und Schädlinge

Ölpflanzen werden von einer Vielzahl von Krankheiten und Schädlingen befallen, die zu starken Ertragseinbußen führen können. Diese Problematik zeigt sich vor allem beim Raps. In vielen Regionen ist der Rapsanbau sehr stark ausgedehnt worden und Anbauanteile in konventionellen Fruchtfolgen von mehr als 25 Prozent treten auf. Vor allem die bodenbürtigen Erreger der Weißstängeligkeit (*Sclerotinia sclerotiorum*) und der Rapswelke (*Verticillium longisporum*) profitieren von engen Fruchtfolgen. Aber auch die räumliche und zeitliche Nähe von Ernte und Aussaat begünstigen das Auftreten bestimmter Krankheiten. So entwickelt sich die Wurzelhals- und Stängelfäule (*Phoma lingam*) vorwiegend auf dem abgestorbenen Rapsstroh. Die sich bei günstigen feuchtwarmen Bedingungen entwickelnden Sporen werden mit dem Wind verbreitet (Tab. 17). Sie können die Neuansaat infizieren und zu einer Schwächung der Pflanzenentwicklung im Herbst führen.

Für den ökologischen Anbau müssen alle vorbeugenden Maßnahmen, die den Pflanzen ein gutes und kräftiges Wachstum ermöglichen, ausgeschöpft werden. Dies beginnt bei der Auswahl der Flächen, der Sortenwahl, der Boden- und Saatbettbereitung und der Einhaltung der Aussaatzeit. Die Versorgung mit Nährstoffen ist ein sehr wichtiger Faktor und neben Stickstoff sind die Grundnährstoffe und der pH-Wert zu beach-

ten. Gut entwickelte Pflanzen besitzen ein hohes Kompensationsvermögen, sodass sich das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen nicht immer stark ertragsmindernd auswirkt. Dies zeigen z.B. Untersuchungen aus der Schweiz zum Auftreten des Rapsglanzkäfers (GÉNEAU et al. 2009). Auf 18 Bio-Rapsfeldern wurden im Jahr 2007 die Anzahl an Rapsglanzkäfern und der Anteil geschädigter Blüten ermittelt. Je später das Rapsfeld die Blüte erreichte, umso größer war die Schädigung der Blüten, wobei durchschnittlich 27 Prozent der Blüten (11 – 66 Prozent) geschädigt wurden. Es konnte aber kein Zusammenhang zwischen dem Anteil zerstörter Blüten und dem Ertrag festgestellt werden. Die Pflanzen waren auf den meisten Flächen in der Lage, viele Käfer zu tolerieren und die durchschnittlichen Erträge lagen bei 23 dt/ha (11 – 35 dt/ha). Stoppelbonituren in einem sächsischen Betrieb zeigten relativ hohe Befallswerte mit pilzlichen Erregern. Von 50 nach der Ernte entnommenen Rapsstopplern hatten 39 Pflanzen Infektionen mit *Phoma*, 31 Pflanzen Infektionen mit *Verticillium*, 2 Pflanzen Infektionen mit *Sclerotinia* (an manchen Stopplern Mischinfektionen) und an 9 Pflanzen waren Fraßspuren (Larven vom Gefleckten Kohltriebrüssler und Großen Rapsstängelrüssler) zu verzeichnen. Der erreichte Ertrag auf dem Schlag betrug 24 dt/ha und war für den Betrieb zufriedenstellend. Um Infektionen von Neuansaat auf Nachbarflächen möglichst zu minimieren, werden die Stopplern nach der Ernte flach eingearbeitet.

Trotz der Beachtung aller vorbeugenden Maßnahmen können sich Schädlinge bei klimatisch günstigen Bedingungen massenhaft vermehren und zu totalen Ertragsausfällen führen. Zu diesen Schädlingen gehört der Rapsglanzkäfer. Direkte Maßnahmen mit neem- und pyrethrumhaltigen Mitteln zeigten keine überzeugende Wirkung (WEIHER et al. 2007). Es wird angenommen, dass die Rapsglanzkäfer auch gegen

das natürliche Pyrethroid resistent sein können. Sonnenblumenöl, mit einer Einsatzmenge von 12 l/ha, kann als Pflanzenschutzmittel selbst zubereitet werden, muss aber während des Zufluges der Käfer mehrmals gespritzt werden. Zum Einsatz von Sonnenblumenöl in Mischung mit Kieselgur laufen Untersuchungen am Julius-Kühn-Institut in Kleinmachnow. Eine weitere Möglichkeit, den Schaden im Raps zu verringern, ist der Anbau von Fangpflanzen um den Rapsschlag. Fangpflanzen wie Rübsen sollen die Schädlinge stärker anlocken. Dies hat vermutlich mit der helleren Färbung, der schnelleren Frühjahrsentwicklung und einer anderen Glucosinolatzusammensetzung zu tun. Die Fangpflanzen sollen die Schädlinge während der empfindlichen Phase der Hauptkultur an sich binden und gezielte Bekämpfungsmaßnahmen können dann nur im Fangstreifen erfolgen. Jedoch müssen die Rübsen durch einen deutlichen Entwicklungsvorsprung vor dem Raps gekennzeichnet sein (> 1 Woche) und es besteht auch die Gefahr, dass über den Fangstreifen eine höhere Anzahl an Schädlingen in den Bestand gelockt wird.

Die fruchtfolgeabhängigen Krankheiten können durch eine vielseitige Fruchtfolge und die Einhaltung der Anbaupausen beeinflusst werden. Dazu zählen die Weißstängeligkeit, die Kohlhernie, die Welkekrankheit, die Graufleckenkrankheit und das Rübenzystenälchen. Wirtspflanzen von Kohlhernie sind alle Kruziferen und vom Rübenzystenälchen Raps und Zuckerrüben. Die Weißstängeligkeit (*Sclerotinia sclerotiorum*) tritt bei Raps, Sonnenblumen, Soja, Erbsen und zahlreichen Gemüsearten auf.

Der Anbauumfang des Raps-, Sonnenblumen- und Körnerleguminosenanbaus und der kruziferen Zwischenfrüchte sollte 25 Prozent in der Fruchtfolge nicht überschreiten und Anbaupausen von vier Jahren sind einzuhalten. Beim Leinbau sollten die Anbaupausen fünf bis sechs Jahre betragen, um der sogenannten »Leinmü-

digkeit« vorzubeugen. In der Tabelle 17 sind wichtige Krankheiten und Schaderreger einschließlich möglicher Gegenmaßnahmen zu den hauptsächlich angebauten Arten Raps, Sonnenblume und Öllein kurz beschrieben.

Wie in der Tabelle aufgeführt ist, existieren gegenüber den Schädlingen natürliche Feinde, die als Vertilger der Schadinsekten und deren Larven eine Rolle spielen. Dazu gehören Laufkäfer, Kurzflügelkäfer, Spinnen und parasitische Schlupfwespen. Die Parasitierungsraten von Schlupfwespen können 20 bis 50 Prozent erreichen, beim Rapsglanzkäfer können sogar noch höhere Werte auftreten. Damit tragen die Schlupfwespen dazu bei, die Fluktuationen der Schädlinge auf einem niedrigen Niveau zu stabilisieren (ULBER 2006). Weiterhin konnte nachgewiesen werden, dass der Laufkäfer (*Poecilus cupreus*) Rapsglanzkäferlarven und der Laufkäfer (*Amara similata*) Kohlschotenmückenlarven frisst.

Die Schonung und Förderung der natürlichen Feinde in Landschaften mit einem hohen Anteil naturnaher Flächen ist damit ein wichtiges Element des ökologischen Anbaus. So können die Saumbiotopie wie Hecken und Feldraine zur Nützlingsförderung beitragen.

Wichtige Internetadressen:

www.landwirtschaft.sachsen.de

Bereich Pflanzenschutz:

www.isip.de

www.jki.bund.de; www.bvl.bund.de

www.oekolandbau.de

Tabelle 17 Krankheiten und Schädlinge von Raps, Sonnenblumen und Lein

Schaderreger	Schadbild/Verbreitung	Bedeutung und Gegenmaßnahmen
Winterraps, Sommerraps		
Wurzelhals- und Stängelfäule (<i>Phoma lingam</i>)	auf den Blättern bilden sich im Herbst gelbliche, dann weißliche Flecke mit schwarzen Punkten (Sporenbefälle); bei Frost können die Blätter und die Pyknidien absterben, milde Winter führen aber zu keiner Unterbrechung der Infektion; ab Mai werden am Wurzelhals Verbräunungen, Vermorschungen sichtbar; Notreife bei starkem Befall; Verletzungen und Fraß tierischer Schadereger dienen als Eintrittspforten	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sortenwahl, Auswahl von Sorten mit geringer oder sehr geringer Anfälligkeit ■ Häckseln und flaches Einarbeiten der Rapsstoppeln (es besteht direkter Zusammenhang zwischen Strohabbau und Verringerung des Erregerpotenzials Inokulum) ■ möglichst große Entfernungen zu vorjährigen Rapsschlägen, da die Verbreitung über Sporen erfolgt, die ca. 3 Wochen nach der Rapsernte an infizierten Stoppeln oder Stroh heranreifen und mit dem Wind verbreitet werden, die Sporen können bis 3 km weit fliegen
Weißstängeligkeit (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	nach der Blüte bilden sich am Stängel weiße bis weißgraue Flecken mit dunklem Rand, im Stängel bildet sich helles Pilzgeflecht mit großen schwarzen Sclerotien (Dauerorgane bis 12 Jahre lebensfähig); der Pilz durchdringt den Stängel, verstopft die Leitungsbahnen, deshalb verringerte Schotenbildung und vorzeitiges Aufplatzen der Schoten, Ausfall	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fruchtfolge beachten (Sonnenblumen, Erbsen und Kohlgemüse sowie Unkräuter werden auch befallen), Anbaupausen von 4 Jahren ■ flaches Einarbeiten der Stoppeln (2 – 5 cm) ■ parasitierender Bodenpilz <i>Coniothyrium minitans</i> als Mittel Contanz WG; Anwendung auf die Rapsstoppel oder vor der Rapsausaat; der Boden sollte zur Anwendung feucht sein, auf ausgetrockneten Böden kein Bekämpfungserfolg; möglichst mehrmals in der Fruchtfolge anwenden, damit das Infektionspotenzial reduziert wird
Rapswelke (<i>Verticillium longisporum</i>)	Infektion über die Wurzel; zur Reife zeigen sich Verbräunungen, später gesamter Stängel verfärbt; Gewebe sieht aus wie mit feinem Eisenpulver bestreut; vorzeitige Abreife, Aufplatzen der Schoten; mit den befallenen Ernteresten gelangen Mikrosklerotien in den Boden (bis 10 Jahre lebensfähig)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einhaltung der Fruchtfolge (Anbaupausen, keine kruziferen Zwischenfrüchte wie Senf und Ölrettich)
Kohlhernie (<i>Plasmodiophora brassicae</i>)	Jungpflanzen kümmern, Blätter vergilben oder werden rötlich, Wurzeln verdicken (Klumpfußkrankheit)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einhaltung der Fruchtfolge (Anbaupausen); Erreger können bis zu 20 Jahren im Boden überleben ■ pH-Wert anheben
Rapserdflor (<i>Psylliodes chrysocephala</i>)	Käfer verursachen siebartigen Lochfraß, von Oktober bis Mai Minierfraß der Larven; Eintrittspforten für <i>Phoma lingam</i>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einhaltung der Fruchtfolge ■ kräftige Pflanzen sind widerstandsfähig ■ Schlupfwespe <i>Tersilochus microgaster</i> ist natürlicher Feind

Tabelle 17 Fortsetzung

Schaderreger	Schadbild/Verbreitung	Bedeutung und Gegenmaßnahmen
Winterraps, Sommerraps		
Großer Rapsstängelrüssler (<i>Ceutorhynchus napi</i>)	Käfer fliegen ab 10 °C in die Bestände und legen Eier unter die Triebspitzen, die Larven fressen im Stängelmark; Pflanzen sind gestaucht und S-förmig gekrümmt, z. T. platzen sie auf	<ul style="list-style-type: none"> ■ möglichst große Entfernung zu vorjährigen Rapsschlägen ■ gute Bedingungen für Wachstum der Pflanzen schaffen ■ Schlupfwespe <i>Tersilochus fulvipes</i> ist natürlicher Feind
Gefleckter Kohltriebrüssler (<i>Ceutorhynchus pallidactylus</i>)	Zuflug ab 12 °C, Fraß der Larven	<ul style="list-style-type: none"> ■ gute Bedingungen für Wachstum der Pflanzen schaffen ■ Schlupfwespe <i>Tersilochus obscurator</i> ist natürlicher Feind
Rapsglanzkäfer (<i>Meligethes aeneus</i>)	Käfer fliegen ab 15 °C in die Bestände und fressen an den geschlossenen Blütenknospen, um an den Blütenpollen zu gelangen, die Blüten vertrocknen und fallen ab; hohe Verluste sind bei Zuflug zu Beginn des Knospenstadiums und verzögertem Blühbeginn zu erwarten	<ul style="list-style-type: none"> ■ Spritzung mit Pflanzenöl (12 l/ha) ■ Blühstreifen mit früher blühenden Pflanzen wie Rübsen ■ Käfersammelgeräte ■ Laufkäfer (<i>Poecilus cupreus</i>) sowie die Schlupfwespen <i>Tersilochus heterocerus</i>, <i>Phrasis interstitialis</i>, <i>Phrasis morionellus</i> sind natürliche Feinde ■ pfluglose Bodenbearbeitung zur Folgekultur schont die Schlupfwespen, die die Larven parasitieren
Kohlschotenrüssler (<i>Ceutorhynchus assimilis</i>)	an den Schoten zeigen sich kleine Fraßpunkte der Käfer, später zeigen sich Ausbohrlöcher der Larven; diese werden von der Kohlschotenmücke zur Eiablage genutzt	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einhaltung der Fruchtfolge ■ Schlupfwespen <i>Trichomalus perfectus</i>, <i>Stenomalina gracilis</i>, <i>Mesopolobus morys</i> sind natürliche Feinde
Kohlschotenmücke (<i>Dasineura brassicae</i>)	die Larven saugen an Samen und Samenwand, was zu vorzeitiger Abreife der Schoten und zum Aufplatzen und Ausfall der Körner führt	<ul style="list-style-type: none"> ■ möglichst große Entfernung zu vorjährigen Rapsschlägen ■ Einhaltung der Fruchtfolge ■ Laufkäfer (<i>Amara similata</i>) sowie Schlupfwespen <i>Platygaster subuliformis</i> und <i>Omphale clypealis</i> sind natürliche Feinde
Schnecken (Genetzte Ackerschnecke, Gemeine Gartenwegschnecke, Spanische Wegschnecke)	Fraß an Sämlingen und Jungpflanzen	<ul style="list-style-type: none"> ■ reduzierte Bearbeitung begünstigt Schnecken ■ Ernterückstände schnell einarbeiten ■ Rückverfestigung des Bodens nach der Saat durch Walzen ■ Laufkäfer (<i>Pterostichus melanarius</i>) ist natürlicher Feind ■ direkte Bekämpfung mit Mitteln auf Basis der Wirkstoffe Eisen-III-Phosphat, Metaldehyd, meist reicht Randbehandlung um das Feld aus

Tabelle 17 Fortsetzung

Schaderreger	Schadbild/Verbreitung	Bedeutung und Gegenmaßnahmen
Winterraps, Sommerraps		
Feldmaus (<i>Microtus arvalis</i>)	Fraß an oberirdischen Pflanzenteilen, Zerstören der Wurzeln	<ul style="list-style-type: none"> ■ rechtzeitige Beräumung der beernteten Flächen, Ernterückstände möglichst schnell einarbeiten ■ Sitzstangen für Greifvögel (0,5 bis 1 je Hektar): Höhe mind. 2 m, Aufsitzholz ca. 50 cm lang, Holmdurchmesser 30 – 40 cm
Sonnenblume		
Stängel- und Kopffäule (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	an Wurzelhals und Stängel bilden sich weiße, feuchte Flecken; Zerstören der Endknospe und Absterben der Pflanze; später Befall auf dem Blütenkorb mit weiß-beiger Fäule	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fruchtfolge beachten (Raps, Erbsen und Kohlgemüse werden auch befallen) ■ flaches Einarbeiten der Stoppeln (2 – 5 cm)
Graufäule (<i>Botrytis cinerea</i>)	grau-beige Fäule auf Blättern und Blüten; das Gewebe verfäult; entwickelt sich meist im Herbst bei zunehmender Feuchte	<ul style="list-style-type: none"> ■ Durchlüftung des Pflanzenbestandes fördern (nicht zu hohe Saatstärke, Ausrichtung der Felder) ■ Sortenwahl
Falscher Mehltau (<i>Plasmopara halstedii</i> = <i>P. helianthi</i>)	Erreger wird mit befallenen Saatgut verschleppt, Keimlinge sterben ab; Zwergwuchs; in fortgeschrittenem Stadium entlang der Blattadern eckige, bleichgrüne bis gelbliche Aufhellung des Blattes, auf Blattunterseite weißer Filz; Pilzsporen 8 bis 10 Jahre lebensfähig	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sortenwahl
Schnecken (siehe Raps)	Fraß an Sämlingen und Jungpflanzen	<ul style="list-style-type: none"> ■ reduzierte Bearbeitung begünstigt Schnecken ■ direkte Bekämpfung mit Mitteln auf Basis der Wirkstoffe Eisen-III-Phosphat, Metaldehyd
Vögel (Sperlinge, Finken, Meisen, Krähen)	Fraß an den Keimlingen, Fraß an Körnern	<ul style="list-style-type: none"> ■ Sitzstangen für Greifvögel ■ Flugdrachen ■ CDs durch Spiegelwirkung
Lein		
Erdflöhe (<i>Aphthona euphorbiae</i> <i>Longitarsus parvulus</i>)	Käfer verursachen siebartigen Rand- und Lochfraß während des Auflaufens und der Jugendentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einhaltung der Fruchtfolge ■ gute Bedingungen für Aussaat und Auflaufen schaffen; frühe Aussaat
Wurzelhals- und Stängelfäule (<i>Phoma exigua</i>)	Nekrosen auf den Blättern, enthalten Pyknidien – kleine schwarze Punkte, an Wurzelhals u. Stängel schorfige Flecke, Notreife bei starkem Befall	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einhaltung der Fruchtfolge, Anbaupausen ■ Sortenwahl, Auswahl von Sorten mit geringer oder sehr geringer Anfälligkeit ■ Häckseln und flaches Einarbeiten der Stoppeln
Pasmo-Krankheit (<i>Septoria linicola</i>)	graubraune Flecken auf dem Stängel mit hellem Zentrum, in ihnen werden die Pyknidien gebildet	<ul style="list-style-type: none"> ■ Einhaltung der Fruchtfolge

Tabelle 17 Fortsetzung

Schaderreger	Schadbild/Verbreitung	Bedeutung und Gegenmaßnahmen
Lein		
Leinschwärze (<i>Alternaria linicola</i>)	Pflanzen verkümmern, Braunfärbung der Pflanze	■ gesundes Saatgut verwenden
Grauschimmelfäule (<i>Botrytis cinera</i>)	graubrauner Schimmelbelag auf Blättern, Stängel; später Verbräunen der ganzen Pflanze	■ Einhaltung der Fruchtfolge
Leinwelke (<i>Fusarium spp.</i>)	Blätter färben sich gelb, abwärts gekrümmte Triebspitzen	■ Einhaltung der Fruchtfolge ■ frühe Aussaat

Quelle: KÜHNE et al. (2006); HUGGER (1989); ANONYM (1992)

1.8 Aufbereitung und Lagerung am Beispiel Raps

In den geernteten Ölsaaten finden auch nach der Ernte noch Stoffwechselprozesse statt. Die Körner atmen und sind in der Lage, Feuchtigkeit mit der umgebenden Luft auszutauschen. Es werden vornehmlich die Fette veratmet und dabei entsteht Wärme, die zur Selbsterhitzung führen kann. Ziel muss es daher sein, die natürlichen Stoffwechselprozesse einzugrenzen.

Im Gegensatz zu Getreide mit nur 2 Prozent Fett liegt der Fettanteil der Rapssaat bei etwa 50 Prozent. Deshalb ist die Saat sehr oxidationsanfällig und die Abbauprodukte der Fettoxidation wirken sich bereits in sehr niedrigen Konzentrationen auf die sensorische Qualität des Öles aus. Die Faktoren, die den Abbau der organischen Substanz sowie die Entwicklungsmöglichkeiten für Mikro-

organismen und Schädlinge beeinflussen, sind der Feuchtigkeitsgehalt der Saat und der Besatz mit Unkrautsamen, gebrochener Saat und anorganischen Bestandteilen.

Der Feuchtigkeitsgehalt spielt eine zentrale Rolle. Infolge des hohen Ölgehaltes liegt der notwendige Wassergehalt in den Körnern für eine Gleichgewichtsfeuchte zwischen der Saat und der Umgebungsluft von 75 Prozent (Schimmeltrennung) wesentlich niedriger als bei Getreide. Der Grenzwert für ein risikoarmes Lagern beträgt ca. 7 Prozent Feuchte für Raps, dagegen liegt er für Getreide bei 14 Prozent Feuchte (MATTHÄUS 2006).

Von den Ölmühlen werden die Kriterien für die Abnahme vorgegeben, als Beispiel werden die Vorgaben der Teutoburger Ölmühle für Winter-raps aufgeführt (Tab. 18). Beachtet werden müs-

Tabelle 18 Ansprüche an die Rapssaat (Beispiel Teutoburger Ölmühle)

Qualitätskriterium	Gehaltsangabe
Ölgehalt	40 %
Feuchtigkeit	max. 8 %
Besatz	max. 2 %
Freie Fettsäuren	max. 1 %
Erucasäure	0,5 %

sen die hohen Anforderungen für die Herstellung von kaltgepresstem Öl, da hier nach der Pressung keine Raffination erfolgt und freie Fettsäuren nachträglich nicht mehr entfernt werden können. Aus diesem Grund darf der Besatz max. 2 Prozent und die Feuchtigkeit max. 8 Prozent betragen. Die Abweichungen der einzelnen Kriterien von der Basisqualität werden nach den üblichen Ölmühlenbedingungen durch prozentuale Zu- bzw. Abschläge verrechnet.

Eine Probe der vorgeernteten Ware wird unmittelbar der Ölmühle zur Voranalyse übermittelt. Angelieferte Ware wird dann bemustert und nochmals analysiert. Erfüllt die Rapssaat nicht die genannten Qualitätsanforderungen, so wird die Ware nur zu den Konditionen (aktuelle letzte Börsennotierung) der konventionellen Ware vom Auftragnehmer übernommen. Besteht bei den Landwirten keine Möglichkeit der Trocknung und Lagerung, so muss das Erntegut sofort nach der Ernte bis maximal drei Tage danach an die Ölmühle geliefert werden.

Die nachfolgend beschriebenen Anforderungen an die Reinigung, Trocknung und Lagerung sind auf die Minimierung von Qualitätsverlusten im Zeitraum von der Ernte bis zur Verarbeitung gerichtet.

Reinigung

Eine gründliche Reinigung der Ölsaat ist eine Grundvoraussetzung für eine gesicherte Ölqualität, die beim Raps durch saatige und nussige Aromen gekennzeichnet ist. Bestandteile des Erntegutes wie gekeimte Saat, Bruchsaat, Fremdsaaten, Stängel- und Schotenteile beeinflussen die Ölausbeute und -qualität negativ. So führt ein Anteil von 5 Prozent Bruchkorn bereits nach 12 Tagen zu stark modrigen und stichigen Aromen. Wenn die Rapsschale zerstört ist oder Schädlinge die Schale zerstören, laufen Abbaureaktionen ab und es kommt zu einem Anstieg der freien Fettsäuren. Diese Fettsäuren sind we-

sentlich oxidationsanfälliger und führen zu unerwünschten aromaaktiven Verbindungen. Ihr Gehalt ist daher ein Maß für das Stadium des eingetretenen Verderbs (MATTHÄUS 2006). Hinzu kommt, dass feine organische Reste eine große Oberfläche und eine stärkere Sorption für Feuchtigkeit aufweisen. Der höhere Feuchtigkeitsgehalt dieser Substanzen kann zu einer Wiederbefeuchtung der Saat führen und ist ein geeigneter Nährboden für Mikroorganismen. Deshalb weisen die Unkrautsamen, Stängel- und Schotenteile sowie Bruchkorn eine wesentlich höhere Konzentration an Mikroorganismen auf, die eine Schimmelbildung hervorrufen und damit ebenfalls zum Verderb führen können. Außerdem enthält der Besatz oft Milben (HUMPISCH 2002).

Um die meistens feuchteren und stärker mit Mikroorganismen behafteten Besatzanteile weitgehend zu entfernen, wird eine kombinierte Reinigung durch Sichtung und Siebung empfohlen. Dazu können Windsichter und Siebanlagen eingesetzt werden. Metallteile werden mit Magneten abgetrennt. Dadurch wird die Ölpresse vor zu hohem Verschleiß geschützt. Für die Reinigung von Raps wird folgendes Schema empfohlen:

1. Reinigung über einen Windsichter
2. Trocknung auf 8 Prozent Feuchtigkeit
3. zweiter Reinigungsgang mit Dreisiebmaschine
 - Obersieb: Rundloch, 4 – 5 mm
 - Mittelsieb: Rundloch, 3 – 3,5 mm
 - Untersieb: 1,25 mm Schlitzlochbreite (HUMPISCH 2002).

Trocknung

Unter normalen Erntebedingungen wird Raps mit Feuchteanteilen von 11 bis 12 Prozent geerntet, unter ungünstigen Bedingungen können aber auch noch höhere Feuchten auftreten. Die Erntetemperatur beträgt zwischen 20° und 30°C. Um eine Selbsterhitzung der Saat zu vermeiden, sollte sich an die Ernte eine unverzügliche Reinigung und

Trocknung der Ölsaat anschließen. Dadurch können Atmungsverluste reduziert und Lagerschädlinge, die bei Temperaturen von 18 bis 22 °C optimale Entwicklungsbedingungen vorfinden, eingedämmt werden. Bei Temperaturen unter 13 °C sind wesentliche Prozesse wie die Vermehrung von Schädlingen deutlich eingeschränkt. Eine Ausnahme stellen Milben dar, bei denen bereits bei Temperaturen von 7 °C Massenvermehrungen einsetzen können (JACOBSEN 1995).

Eine thermische Trocknung bietet sich bei hohen Feuchtegehalten an. Es ist aber zu bedenken, dass in einem Trocknungsgang nicht mehr als 6 Prozent Feuchte entzogen werden sollen, um Qualitätsschäden zu vermeiden. Die maximalen Kornendtemperaturen liegen bei 40 °C, damit eine Überhitzung und ein Anstieg an freien Fettsäuren vermieden werden. Für den Trocknungsvorgang ist eine ständige Überwachung notwendig.

Die geforderten Qualitätskriterien sind mit Satz- bzw. Durchlauf-trocknungen als auch mit einer Lagerbelüftungstrocknung zu erzielen. Für kleine Partien mit relativ niedrigen Feuchtegehalten von unter 12 Prozent können Belüftungstrocknungsanlagen genutzt werden, wobei eine Vorreinigung notwendig ist. Damit ist ein Feuchteentzug von 0,5 Prozent pro Tag möglich (HUMPISCH 2004). Zu bedenken sind die Differenzen im Feuchteanteil und in der Temperatur zwischen der Bodenschicht und der Deckenschicht der Rapsschüttung, die mit wachsender Schichthöhe zunehmen.

Lagerung

Die erzeugte Ölsaat wird in den Betrieben oft gereinigt, eventuell getrocknet, aber meistens nicht über einen längeren Zeitraum gelagert. Sollte dies notwendig sein, sind bestimmte Voraussetzungen wie das Vorhandensein einer Belüftungsanlage notwendig.

Untersuchungen ergaben, dass es bei einer Lagerung von Rapssaat bei 7 Prozent Feuchtigkeit über einen Zeitraum von sechs Monaten nur zu einer geringen Verschlechterung der Qualität kam. Dagegen waren negative Auswirkungen auf die Qualität ab 9 Prozent Feuchte deutlich wahrnehmbar (MATTHÄUS & BRÜHL 2005). Die Körnerfeuchten sollten daher weniger als 7 Prozent betragen und die Lagertemperaturen 12 °C nicht überschreiten, um eine risikoarme Lagerung zu gewährleisten. Zur Überwachung ist eine Temperaturkontrolle ratsam. Ein Temperaturanstieg ist ein Zeichen dafür, dass die Stoffwechselprozesse bis zum beginnenden Verderb fortgeschritten sind (HUMPISCH 2002).

1.9 Sortenwahl

Im Gegensatz zu Getreide und Kartoffeln liegen bei Ölpflanzen zur Frage der Sortenwahl nur wenige Versuchsergebnisse aus dem ökologischen Landbau vor. Daher ist es erforderlich, auf Erkenntnisse aus dem konventionellen Anbau zurückzugreifen.

Die Intensität der Züchtungsarbeit und die Anzahl der zugelassenen Sorten hängen maßgeblich von der Anbaubedeutung der einzelnen Fruchtarten ab. Demzufolge besteht derzeit bei Winter-raps, der mit Abstand wichtigsten Ölpflanze in Europa, ein großer Züchtungsfortschritt. Bei Sonnenblumen und insbesondere bei Öllein stehen dagegen deutlich weniger Sorten zur Auswahl. Bei Nischenkulturen wie Leindotter oder Saflor ist eine gezielte Sortenwahl kaum möglich, entscheidend ist vielmehr, ob überhaupt Saatgut von einzelnen Sorten verfügbar ist.

Informationen zu Sorteneigenschaften können dem Internetangebot der Länderdienststellen (in Sachsen: www.smul.sachsen.de/lfulg) und des Bundessortenamtes (www.bundessortenamt.de) entnommen werden.

2.10 Wirtschaftliche Bewertung des Anbaus

Beim Anbau von Ölpflanzen müssen vor allem die betrieblichen Voraussetzungen für die entsprechenden Kulturen vorhanden sein. Dazu zählen die klimatischen Bedingungen für den Anbau von Sonnenblumen, die Möglichkeit einer organischen Düngung beim Raps, wie auch das Vorhandensein einer Reinigung und Belüftungsanlage bei Lagerungsmöglichkeiten im eigenen Betrieb.

Für den wirtschaftlichen Erfolg beim Anbau einzelner Ölpflanzen im Landwirtschaftsbetrieb ist maßgeblich der Ertrag bestimmend. Dieser hat einen weitaus größeren Einfluss auf das Ergebnis des Verfahrens als beispielsweise jährliche Preisschwankungen oder die Anzahl an Pflegemaßnahmen wie Striegeln bzw. Hacken. Bei der Entscheidung für oder gegen den Anbau von Ölpflanzen oder bei Planungsszenarien und Kalkulationen über einen Zeitraum von fünf Jahren sollten auf jeden Fall deutliche Ertragschwankungen bis hin zu möglichen Totalausfällen berücksichtigt werden.

Kosten für Betriebsmittel

Beim Zukauf von Betriebsmitteln für den ökologischen Anbau von Ölfrüchten sind vor allem Saatgut und teilweise Düngemittel sowie Pflanzenschutz- und Pflanzenstärkungsmittel relevant. Nach der EG-Verordnung 834/2007 ist für alle Ökolandwirte die Verwendung von ökologisch vermehrtem Saat- und Pflanzgut vorgeschrieben. Nur wenn ökologisch erzeugtes Saat- bzw. Pflanzgut nicht in ausreichendem Maße verfügbar ist, kann konventionell erzeugtes, ungebeiztes Saat- oder Pflanzgut verwendet werden. Hierfür wird jedoch eine Ausnahmegenehmigung von der Kontrollstelle benötigt. Weitere Informationen zur aktuellen Saatgutverfügbarkeit findet man im Internet in der Datenbank: www.organicxseeds.com. Für ausgewählte Arten wurden die Saatgutkosten (Tab. 19) zusammengestellt.

Im ökologischen Ölpflanzenanbau können bei Bedarf neben betriebseigenen organischen Düngemitteln auch zugekaufte Dünger zum Einsatz kommen. Hierfür werden im Handel neben einer Vielzahl anorganischer Dünger auch einzelne organische NPK-Dünger pflanzlichen und/oder tierischen Ursprungs angeboten, die jedoch eher in einem kleinflächigen Anbau Verwendung finden (Tab.20). Ihr Einsatz setzt generell voraus, dass sie zu den im Ökolandbau zugelassenen Düngemitteln gehören. Hinsichtlich des Pflanzenschutzes sind vor allem vorbeugende Maßnahmen im Anbaumanagement von Bedeutung. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist derzeit eher selten in der Praxis vorzufinden. Teilweise werden beim Anbau von Raps Spritzungen mit Pflanzenölen, vorzugsweise Sonnenblumenöl, durchgeführt. Hierbei wird eine Ausbringungsmenge von 12 l/ha Pflanzenöl vermischt mit 1,8 l Emulgator auf 600 l Wasser empfohlen (Tab.20).

Kosten der Arbeitserledigung

In die Kosten der Arbeitserledigung fließen die Kosten für Personalaufwand (eigen/fremd) sowie die Gesamtkosten für Maschinen bzw. Geräte und Betriebsstoffe ein. Hinsichtlich der Arbeitsgänge innerhalb eines Arbeitsverfahrens unterscheidet sich der ökologische Anbau von Ölpflanzen gegenüber anderen Druschfrüchten kaum. Besonderheiten liegen im Bereich der Pflegearbeiten. So ist neben dem ein- bis mehrmaligen Striegeln (Hackstriegel) auch das Hacken (Scharhacke) bei relevanten Fruchtarten, insbesondere bei Sonnenblumen und bei Raps zu berücksichtigen.

In den Tabellen 21 und 22 sind die Arbeitsgänge, die für typische sächsische Standardverfahren festgelegt worden sind, in die Berechnung der Verfahrenskosten eingegangen. Weitere Arbeitsgänge, die einzelbetrieblich relevant sein können, sind für Winterraps zusätzlich dargestellt. Sie fließen nicht in die Verfahrenskosten insgesamt ein. Werden diese Arbeitsgänge von Betrieben genutzt, so können dann diese Positionen hinzugerechnet werden.

Tabelle 19 Kosten für den Zukauf von Öko-Saatgut

Fruchtart	Saatguteinheit	Saatstärke (Einh./ha)	Saatgutpreis netto (EUR/Einh.)	Saatgutkosten (EUR/ha)
Winterraps ¹⁾	Einheit	0,38	200,00	76,00
Sonnenblumen ²⁾	Einheit	0,72	215,00	155,00
Öllein	kg	40,00	3,00	120,00
Weißer Senf	kg	9,00	3,50	31,50

¹⁾ 2 Mio. Körner/Einheit, 75 Körner/m² bei Öko-Saatgut

²⁾ 125000 Körner/Einheit, 9 Körner/m²

Quelle: Eigene Erhebungen 2009, LfULG

Tabelle 20 Ausgewählte Kosten für den Zukauf von Dünge- und Pflanzenschutzmittel im Ökolandbau

Mittelart	Einheit	Mittelpreis netto (EUR/Einh.)	Bemerkungen
mineralischer K-Dünger	kg	0,65	30 – 50 % K ₂ O
mineralischer P-Dünger	kg	0,50	15 – 26 % P ₂ O ₅
Magnesiumcarbonat	l	3,90	25 % MgO
Magnesiumsulfat	l	0,60	8,2 % MgO / 6,5 % S
Elementarer Schwefel	kg	1,50	56 – 90 % S
Bor-Dünger	kg	1,10	11 – 17,5 % B
organische NPK-Dünger pflanzlichen Ursprungs	kg	1,10	3 – 10 % N / 0,2 – 6 % P ₂ O ₅ / 1 – 32 % K ₂ O
organische NPK-Dünger tierischen Ursprungs	kg	0,80	6 – 14,7 % N / 0,5 – 15 % P ₂ O ₅ / 0,2 – 8 % K ₂ O
Kalke	kg	1,40	3,8 – 92 % CaCO ₃ ; 31 – 90 % CaO
Pflanzenöle	l	8,60	
Emulgator Remulgan	l	16,60	

Quelle: Eigene Erhebungen 2009, LfULG

Tabelle 21 Maschinen- und Verfahrenskosten für den Anbau von Öko-Winterraps

Arbeitsgang	Maschinen/Geräte	Anzahl	Zeitaufwand	Maschinenkosten		Kosten gesamt (EUR/ha)
				variable	fixe	
				(AKh/ha)	(EUR/ha)	
Parzellengröße 5 ha:						
Stoppelbearbeitung	Traktor 112 – 129 kW, Schwergrubber angebaut 3 m	1	0,80	22,90	16,00	48,60
Organische Düngung ^{1)*}	Traktor 75 – 92 kW, Frontlader, Stall- düngestreuer ange- hängt 7 t, 2 – 4 m ²⁾	0	1,60	34,20	32,30	85,50
Grundboden- bearbeitung	Traktor 112 – 129 kW, Drehpflug angebaut 4-Schare	1	1,70	48,50	36,00	104,30
Saatbettbereitung, Saatguttransport	Traktor 112 – 129 kW, Saatbettkombi angebaut 3 m, 3S-Kipphänger 8 t	1	0,60	16,60	13,80	37,30
Aussaat	Traktor 75 – 92 kW, Sämaschine ange- baut pneumatisch 3 m	1	0,70	15,00	15,50	39,10
Striegeln	Traktor 75 – 92 kW, Hackstriegel angebaut 6 m	1	0,40	10,40	6,20	21,60
Hacken*	Traktor 75 – 92 kW, Hacke angebaut 6 m	0	0,70	14,70	12,00	34,90
Pflanzenschutz*	Traktor 75 – 92 kW, PSM-Spritze angebaut 1500 l, Spritzgestänge 18 m	0			im Lohn	17,00
Ernte	Mähdrescher 175 kW, Rapsschneidwerk 6 m	1			im Lohn	130,00
Transport Verkaufsware	Traktor 112 – 129 kW, 2×3S-Kipphänger 8 t	1	0,10	1,70	2,30	5,00
Verfahrenskosten insgesamt						386,00

Tabelle 21 Fortsetzung

Arbeitsgang	Maschinen/Geräte	Anzahl	Zeitaufwand	Maschinenkosten		Kosten gesamt (EUR/ha)
				variable	fixe	
				(AKh/ha)	(EUR/ha)	
Parzellengröße 10 ha:						
Stoppelbearbeitung	Traktor 148 – 167 kW, Schwergrubber auf- gesattelt 4,5 m	1	0,50	20,50	17,70	44,60
Organische Düngung ^{1)*}	Radlader 96 – 115 kW, Traktor 130 – 147 kW, 2×3S-Kippanhänger 14 t, Frontlader, Stalldungstreuer angehängt 7 t 2 – 4 m ³⁾	0	0,90	32,10	47,30	89,70
Grundboden- bearbeitung	Traktor 148 – 167 kW, Drehpflug aufgesat- telt 6-Schare	1	1,10	43,10	35,60	92,30
Saatbettbereitung, Saatguttransport	Traktor 148 – 167 kW, Saatbettkombi angebaut 4 m, 3S-Kippanhänger 14 t	1	0,40	15,40	13,80	34,20
Aussaat	Traktor 75 – 92 kW, Sämaschine ange- baut pneumatisch 4 m	1	0,50	12,10	14,30	32,90
Striegeln	Traktor 75 – 92 kW, Hackstriegel angebaut 12 m	1	0,20	6,90	4,40	13,60
Hacken*	Traktor 75 – 92 kW, Hacke angebaut 6 m	0	0,65	14,0	11,60	33,40
Pflanzenschutz*	Traktor 75 – 92 kW, PSM-Spritze angebaut 1500 l, Spritzzestänge 18 m	0			im Lohn	17,00
Ernte	Mähdrescher 175 kW, Rapsschneidwerk 6 m	1	0,80	34,20	66,10	110,00
Transport Verkaufsware	Traktor 130 – 147 kW, 2×3S-Kippanhänger 14 t	1	0,10	1,40	1,90	3,90
Verfahrenskosten insgesamt						332,00

¹⁾ bei 200 dt/ha Stallmist, ²⁾ Laden, Transport + Streuen, ³⁾ Laden, Transport + Abkippen, Laden, Streuen
^{†)} zusätzliche Arbeitsgänge, die nicht in den gesamten Verfahrenskosten enthalten sind

Quelle: Arbeitsgänge, Maschinen/Geräte: Erfahrungswerte Sachsen, LFULG 2009; Arbeitszeitaufwand, Maschinenkosten: KTBL-Datensammlung Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07

Tabelle 22 Maschinen- und Verfahrenskosten für den Anbau von Öko-Sonnenblumen

Arbeitsgang	Maschinen/Geräte	Anzahl	Zeitaufwand	Maschinenkosten		Kosten gesamt (EUR/ha)
				variable	fixe	
				(AKh/ha)	(EUR/ha)	
Parzellengröße 5 ha:						
Stoppelbearbeitung	Traktor 112 – 129 kW, Schwergrubber angebaut 3 m	1	0,80	22,90	16,00	48,60
Grundboden- bearbeitung	Traktor 112 – 129 kW, Drehpflug angebaut 4-Schare	1	1,70	48,50	36,00	104,30
Saatbettbereitung	Traktor 112 – 129 kW, Saatbettkombi ange- baut 3 m	1	0,50	15,90	13,40	35,80
Aussaat	Traktor 75 – 92 kW, Einzelkornsämaschine angebaut 4-reihig	1			im Lohn	60,00
Striegeln	Traktor 75 – 92 kW, Hackstriegel ange- baut 6 m	2	0,80	20,90	12,40	43,10
Hacken	Traktor 75 – 92 kW, Hacksternmaschine angebaut 6-reihig	2	0,90	20,60	19,80	50,70
Ernte	Mähdrescher 175 kW, Rapsschneidwerk 6 m	1			im Lohn	120,00
Transport Verkaufsware	Traktor 112 – 129 kW, 2×3S-Kipphänger 8 t	1	0,10	1,60	1,90	4,50
Verfahrenskosten insgesamt						467,00

Tabelle 22 Fortsetzung

Arbeitsgang	Maschinen/Geräte	Anzahl	Zeitaufwand	Maschinenkosten		Kosten gesamt
				variable	fixe	
				(AKh/ha)	(EUR/ha)	
Parzellengröße 10 ha:						
Stoppelbearbeitung	Traktor 148 – 167 kW, Schwergrubber aufgesattelt 4,5 m	1	0,50	20,50	17,70	44,60
Grundboden- bearbeitung	Traktor 148 – 67 kW, Drehpflug aufge- sattelt 6-Schare	1	1,10	43,10	35,60	92,30
Saatbettbereitung	Traktor 148 – 167 kW, Saatbettkombi angebaut 4 m, 3S-Kipp Anhänger 14 t	1	0,40	15,60	14,50	35,20
Aussaat	Traktor 130 – 147 kW, Einzelkornsämaschine angebaut 8-reihig	1	0,40	17,40	26,00	47,90
Striegeln	Traktor 75 – 92 kW, Hackstriegel angebaut 12 m	2	0,40	13,80	8,70	27,30
Hacken	Traktor 75 – 92 kW, Hacksternmaschine angebaut 6-reihig	2	0,80	19,20	19,00	47,60
Ernte	Mähdrescher 175 kW, Rapsschneidwerk 6 m	1	0,70	32,50	59,60	100,90
Transport Verkaufsware	Traktor 130 – 147 kW, 2 × 3S-Kipp Anhänger 8 t	1	0,10	1,20	1,40	3,30
Verfahrenskosten insgesamt						399,00

Quelle: Arbeitsgänge, Maschinen/Geräte: Erfahrungswerte Sachsen, LFULG 2009; Arbeitszeitaufwand, Maschinenkosten: KTBL-Datensammlung Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07

Tabelle 23 Betriebswirtschaftliche Kalkulationsbeispiele für die Erzeugung von Ölfrüchten im Ökolandbau

Kennzahl	Einheit	Winterraps		Sonnenblumen		Weißer Senf	
		(je ha)	(je dt)	(je ha)	(je dt)	(je ha)	(je dt)
Ertrag	dt	23		25		13	
Preis Marktware	EUR	62,00		50,00		90,00	
Arbeitszeitbedarf – Feld	EUR	4,5		4,2		3,4	
Erlös Verkauf	EUR	1 426		1 250		1 170	
Sonstige Leistungen		0		0		0	
Summe Leistungen	EUR	1 426	62	1 250	50	1 170	90
Saatgut	EUR	91		151		41	
Düngemittel	EUR	160		0		0	
Pflanzenschutz-/Stärkungsmittel	EUR	56		0		0	
Reinigung/Trocknung	EUR	30		6		3	
Sonstige Direktkosten	EUR	38		30		25	
Summe Direktkosten	EUR	375	16	187	8	69	5
Direktkostenfreie Leistung	EUR	1 051	46	1 063	43	1 101	85
Personalaufwand	EUR	119		116		107	
Lohnarbeit/Maschinenmiete/Leasing	EUR	62		116		0	
Maschinenkosten	EUR	291		201		215	
Sonstige Arbeiterledigungskosten	EUR	59		43		57	
Summe Arbeiterledigungskosten	EUR	531	23	476	19	379	29
Direkt- und arbeitserledigungs-kostenfreie Leistung	EUR	520	23	587	24	722	56
Summe Gebäudekosten	EUR	0	0	0	0	0	0
Summe Flächenkosten	EUR	180	8	180	7	180	14
Summe Sonstige Kosten	EUR	52	2	52	2	52	4
Ergebnis des Verfahrens	EUR	288	13	355	14	490	38
Ausgleichszahlungen (AZ)	EUR	204	9	204	8	204	16
Direktzahlungen (DZ)	EUR	360	16	360	14	360	28
Ergebnis des Verfahrens mit AZ	EUR	492	21	559	22	694	53
Ergebnis des Verfahrens mit AZ + DZ	EUR	752	37	919	37	1 054	81

Arbeitsgänge: **Winterraps** – Stoppelbearbeitung, organische Düngung – 200 dt/ha Stallmist, Grundbodenbearbeitung, Saatbettbereitung, Transport Saatgut, Aussaat, Walzen, Pflanzenschutz – Öl spritzen (im Lohn), Ernte, Transport (im Lohn); **Sonnenblumen** – Stoppelbearbeitung, Grundbodenbearbeitung, Saatbettbereitung, Aussaat (im Lohn), Walzen, 3 × Striegeln, 2 × Hacken, Ernte (im Lohn), Transport, Einlagerung; **Weißer Senf** – Stoppelbearbeitung, Grundbodenbearbeitung, Saatbettbereitung, Transport Saatgut, Aussaat, Ernte, Transport

Quelle: Betriebsbefragungen und eigene Erhebungen, LFULG 2009; KTBL-Datensammlung Betriebsplanung Landwirtschaft 2008/09

Wirtschaftlichkeit der Produktionsverfahren

Die Tabelle 23 (S. 42) zeigt Beispiele für die Kalkulation des betriebswirtschaftlichen Ergebnisses beim Anbau von Winterraps, Sonnenblumen und Weißem Senf. In die Kalkulationen sind die Angaben der Betriebsleiter aus den jeweiligen Erfahrungsberichten (S. 60, S. 67, S. 76) eingeflossen. Sie sind daher nicht als ein direkter Verfahrenvergleich zu interpretieren. Für die Vorzüglichkeit der einen oder anderen Fruchtart spielen neben dem betriebswirtschaftlichen Ergebnis vielmehr die standörtlichen Voraussetzungen, das betriebliche Management sowie die Absatzmöglichkeiten eine Rolle.

Bei der Kalkulation zum Anbau von Winterraps wurde ein durchschnittlicher Ertrag von 23 dt/ha unterstellt bei einer betrieblichen Schwankung von 20 bis 28 dt/ha. Saatgut wurde in einer Menge von 0,45 Einheiten/ha ausgebracht mit einem Preis von 203 EUR/Einheit. Der Betrieb setzte 200 dt/ha Stallmist ein. Diesem wurde ein Dungwert in Höhe von 0,80 EUR/dt entgegengerechnet. Außerdem wurde eine Spritzung mit Pflanzenöl durchgeführt, wobei 3 l/ha Öl zuzüglich Emulgator verwendet wurden.

In der Kalkulation zum Sonnenblumenanbau wurde ein Ertrag von 25 dt/ha berücksichtigt (Schwankungen von 20 bis 40 dt/ha). Die Aussaat erfolgte mit 0,7 Einheiten/ha. Der Saatgutpreis lag in Höhe von 215 EUR/Einheit. Das Saatgut wird nach der Aussaat einmal angewalzt. Der Betrieb führt eine intensive mechanische Pflege durch mit drei-

maligem Striegeln (Hackstriegel) und zweimaligem Hacken (Rübenhacke).

Der Kalkulation zum Senfanbau wurde ein Ertrag von 13 dt/ha zugrunde gelegt bei einer betrieblichen Schwankungsbreite von 10 bis 20 dt/ha. Die Aussaatstärke liegt bei durchschnittlich 13,5 kg/ha und das Saatgut kostete 3 EUR/kg. Stellt man nun die Frage, bis zu welchem Ertragsrückgang oder welcher Preissenkung die Gesamtkosten der dargestellten Beispielverfahren gedeckt sind, kann die Rentabilitätsschwelle herangezogen werden. Diese zeigt den Punkt an, bei dem Kosten und Leistungen gleich groß sind und markiert damit die Schwelle, ab der sich ein Anbau rentieren kann.

Für die dargestellten Kalkulationsbeispiele (Tab. 24) hat der Winterraps den geringsten Spielraum, bei gleichbleibendem Kostenniveau einen Ertrags- oder Preisrückgang abzupuffern. Hier können Ertrag oder Preis maximal 20 Prozent geringer ausfallen, um die Gesamtkosten noch decken zu können. Bei dem dargestellten Sonnenblumenanbau liegt der Spielraum hingegen bei 28 Prozent und bei dem Anbau des Weißes Senfes sogar bei 42 Prozent möglichem Rückgang von Ertrag oder Preis.

Bei der betrieblichen Entscheidung zugunsten des Anbaus von Ölfrüchten sollte auf jeden Fall neben einem straffen Kostenmanagement eine ausreichende Ertragsstabilität über mehrere Jahre im Auge behalten werden. Hier sollte auch das Auftreten von Ertragsausfällen vor allem beim Raps in den Kalkulationen berücksichtigt werden.

Tabelle 24 Rentabilitätsschwellen der Kalkulationsbeispiele

Kennzahl	Einheit	Winterraps	Sonnenblumen	Weißer Senf
Ertrag Ist	dt/ha	23	25	13
Rentabilitätsschwelle Ertrag	dt/ha	18	18	7
Preis Ist	EUR/dt	62	50	90
Rentabilitätsschwelle Preis	EUR/dt	49	36	55

Fruchtfolgebewertung

Die betriebswirtschaftliche Bewertung einer Fruchtart im Ökolandbau sollte über die Betrachtung der gesamten Fruchtfolge erfolgen. Die Tabellen 25 und 26 zeigen jeweils eine vergleichbare Fruchtfolge mit und ohne Winterrapsanbau, wobei in der zweiten Fruchtfolge anstatt Winterraps die Triticale angebaut wird. Die Erträge und Preise werden als mehrjährige Mittelwerte angenommen. Die Mechanisierung der Verfahren ist identisch, die Arbeitsgänge sind abhängig vom Verfahren. Beim Winterraps wurde eine organische Düngung mit 20 m³/ha Gülle berücksichtigt.

Für den dargestellten Fruchtfolgevergleich trägt der Winterraps zu einer Erhöhung des Gesamtertragsbeitrages der Fruchtfolge bei. Hier kann bis zu einem Ertragsrückgang auf 14 dt/ha oder einer Preisreduzierung bis auf 41,50 EUR/dt der gleiche Fruchtfolgedeckungsbeitrag wie in der rapslosen Fruchtfolge erzielt werden.

In der Praxis ist eine solche Modellrechnung mit betrieblichen Daten zu untersetzen. Außerdem spielen auch weitere Aspekte wie Vermarktungssicherheit, Standort und Betriebsmanagement eine wichtige Rolle bei der Bewertung des Anbaus von Ölpflanzen.

Tabelle 25 Bewertung einer ökologischen Fruchtfolge mit Winterraps

Kennzahl	Einheit	Kleegras (FM ¹⁾)	Kleegras (FM)	Winterbrotweizen	Winterraps	Qualitätshafer
Ertrag	dt/ha	300	300	35	20	25
Preis	EUR/dt	0	0	27	60	24
Marktleistung	EUR/ha	0	0	945	1200	600
Ausgleichszahlungen	EUR/ha	204	204	204	204	204
Summe Leistungen	EUR/ha	204	204	1149	1404	804
Saatgutkosten	EUR/ha	155	0	124	71	112
Pflanzenschutzkosten	EUR/ha	0	0	0	133	0
Düngungskosten	EUR/ha	0	0	0	0	0
Hagelversicherung	EUR/ha	0	0	6	24	6
Trocknungskosten	EUR/ha	0	0	6	7	5
variable Maschinenkosten	EUR/ha	273	185	115	141	115
Lohnarbeit gesamt	EUR/ha	124	124	109	138	109
sonstige Kosten	EUR/ha	7	7	0	0	0
Summe variable Kosten	EUR/ha	559	316	360	514	347
Deckungsbeitrag (mit Ausgleichszahlungen)	EUR/ha	-355	-112	789	890	457
Anbauumfang	ha	1	1	1	1	1
Deckungsbeitrag der Fruchtfolge	EUR/ha					334

¹⁾ Frischmasse

Quelle: LFULG, Datenbank Planungsrichtwerte 2009

Tabelle 26 Bewertung einer vergleichbaren ökologischen Fruchtfolge ohne Wintertraps

Kennzahl	Einheit	Kleegras (FM ¹⁾)	Kleegras (FM)	Winter- brotweizen	Triticale	Qualitäts- hafer
Ertrag	dt/ha	300	300	35	30	25
Preis	EUR/dt	0	0	27	21	24
Marktleistung	EUR/ha	0	0	945	630	600
Ausgleichszahlungen	EUR/ha	204	204	204	204	204
Summe Leistungen	EUR/ha	204	204	1149	834	804
Saatgutkosten	EUR/ha	155	0	124	81	112
Pflanzenschutzkosten	EUR/ha	0	0	0	0	0
Düngungskosten	EUR/ha	0	0	0	0	0
Hagelversicherung	EUR/ha	0	0	6	4	6
Trocknungskosten	EUR/ha	0	0	6	5	5
variable Maschinenkosten	EUR/ha	273	185	115	115	115
Lohnarbeit gesamt	EUR/ha	124	124	109	109	109
sonstige Kosten	EUR/ha	7	7	0	0	0
Summe variable Kosten	EUR/ha	559	316	360	314	347
Deckungsbeitrag (mit Ausgleichszahlungen)	EUR/ha	-355	-112	789	520	457
Anbauumfang	ha	1	1	1	1	1
Deckungsbeitrag der Fruchtfolge	EUR/ha					260

¹⁾ Frischmasse

Quelle: LFULG, Datenbank Planungsrichtwerte 2009

2 Spezielle Angaben zu den Kulturarten

2.1 Winterraps

(Brassica napus L. var. napus ssp. oleifera)

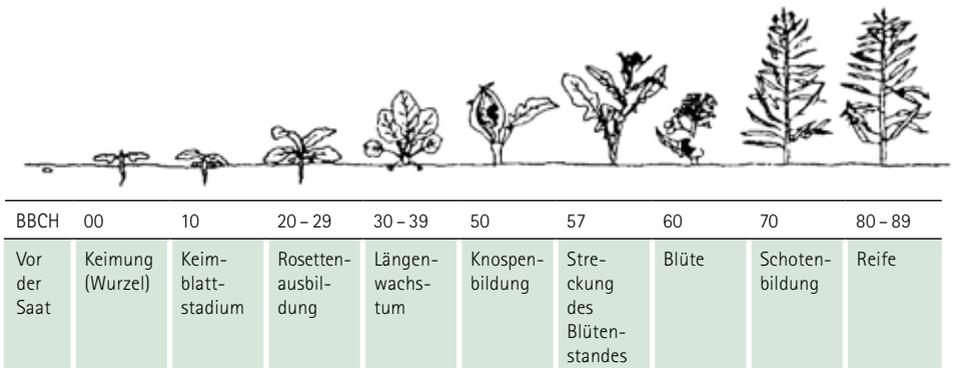
Die Nachfrage nach Raps aus ökologischer Erzeugung ist steigend und die Nutzung erfolgt in erster Linie zur Speiseöl- und Margarineherstellung. Im Vergleich zu den anderen Pflanzenölen hat Rapsöl den höchsten Gehalt an ungesättigten Fettsäuren (91 g/100 g) und den niedrigsten Anteil an gesättigten Fettsäuren und verfügt damit über eine sehr gute ernährungsphysiologische Qualität. Bei den einfach ungesättigten Fettsäuren wird es nur noch vom Olivenöl übertroffen, das aber einen höheren Anteil gesättigter Fettsäuren aufweist. Das Hauptproblem des ökologischen Anbaus stellt das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen dar. Die Entwicklung von Winterraps zeigt Abbildung 3.

Botanik

Raps ist aus einer spontanen Kreuzung von Rüb- sen (*Brassica campestris*) und Wildkohl (*Brassica oleracea*) vermutlich im Mittelmeergebiet entstanden, wo sich die Verbreitungsgebiete der beiden Ausgangsarten überlappen. Die Kulturpflanze ist noch jung. In Deutschland ist sie erst seit dem späten Mittelalter zunächst für die Nutzung von Leuchtöl von Bedeutung. Raps gehört zur Familie der Kreuzblütler (*Cruciferae*) und zur Gattung *Brassica*, zu der auch die Gemüsekohlarten, die Kohlrübe und der Schwarze Senf zählen. Zwischen den Arten können die gleichen Krankheiten und Schädlinge auftreten.

Der Winterraps bildet eine Pfahlwurzel aus, die Bodentiefen von 120 bis 150 cm erreichen kann. Der Stängel ist mehr oder weniger verzweigt, wobei gut entwickelte Einzelpflanzen 7 bis 11 Verzweigungen aufweisen können. Die Blätter sind

Abbildung 3 Entwicklungsstadien von Winterraps



halb stängelumfassend. Zunächst entwickelt sich die Blütenanlage am Haupttrieb und später an den Nebentrieben. Dadurch kann sich die Blütezeit über drei bis vier Wochen erstrecken. Die Rapsblüte ist für eine Fremdbefruchtung ausgelegt, aber die Befruchtung erfolgt zu unterschiedlichen Anteilen über Selbst- und Fremdbefruchtung (Insekten, Wind). Bei ungünstigen Witterungsbedingungen ist die Selbstbefruchtung vorherrschend. Für eine gute Kornausbildung ist die Insektenbefruchtung von Vorteil. In den sich entwickelnden Schoten bilden sich durchschnittlich 16 bis 20 blauschwarze bis dunkelbraune Samen. Der Samen enthält etwa 40 bis 50 Prozent Fett.

Ölgehalt und -qualität

Durch die Züchtung entstanden Sorten ohne Erucasäure und Glucosinolate und einem hohen Ölsäuregehalt mit folgender Fettsäurezusammensetzung:

◆ Ungesättigte Fettsäuren:

α-Linolensäure (Omega-3-Fettsäure)

5 – 13 Prozent

Linolsäure (Omega-6-Fettsäure) 15 – 30 Prozent

Ölsäure (Omega-9-Fettsäure) 50 – 65 Prozent

◆ Gesättigte Fettsäuren:

< 7 Prozent.

In kaltgepresstem Öl sind Vitamine, vor allem das Vitamin E enthalten.

Ansprüche an Boden und Klima

Mittelschwere, humus- und nährstoffreiche, tiefgründige Böden mit einer guten Kalkversorgung, sandige bis humose Lehme und lehmige Sande sind gute Rapsstandorte. Der pH-Wert der Böden sollte mindestens 6 betragen. Nicht geeignet sind extrem leichte, flachgründige Böden mit Ackerzahlen < 25 sowie extrem schwere und staunasse Böden. Staunässe und verdichtete Böden verringern das Wurzelwachstum, was die Entwicklung des Rapses stark behindern kann. Auf leichteren Böden ist ein Anbau möglich, wenn

genügend Niederschläge fallen, denn eine ausreichende Wasserversorgung ist wichtiger als die Bodenqualität. Besonders in der Schoss- und Blütenphase weist Raps einen hohen Wasserbedarf auf (600 bis 700 l/kg Trockenmasse, TM). Ein kühlgemäßes Klima mit hoher Luftfeuchtigkeit und Jahresniederschlägen von 600 bis 800 mm wird bevorzugt. Winterraps hat nur ein geringes Vernalisationsbedürfnis. Ein Kältereiz von Temperaturen um den Gefrierpunkt über einen Zeitraum von drei Wochen reicht aber aus, um das Strecken des Sprosses und die darauffolgende Blüte auszulösen.

Einordnung in die Fruchtfolge

Der Anbau von Winterraps erfordert eine frühe Ernte der Vorfrucht, um die Saatzeit im August einhalten zu können. Geeignete Vorfrüchte sind Frühkartoffeln, Trockenspeiseerbsen, Klee gras und Gemenge aus Getreide und Leguminosen bzw. Wickgras zur Erzeugung von Ganzpflanzensilage. Für den ökologischen Anbau ist die Vorfrucht Klee gras ideal und der Winterraps steht daher in der Konkurrenz zum Winterweizenanbau. Mit den besten Vorfrüchten kann gegenüber ungünstigen Vorfrüchten ein Ertragsanstieg zwischen 10 und 20 Prozent erwartet werden. Ein Anbau nach Getreide wie Wintergerste, Sommergerste und frühem Winterweizen ist zwar ebenfalls möglich, jedoch sollte auf eine entsprechende N-Versorgung geachtet werden. Anbaupausen von mindestens drei bis vier Jahren müssen innerhalb der Fruchtfolge eingehalten werden und Zwischenfrüchte wie Senf, Örettich und Rüben sind nicht zu verwenden (siehe Kap. 2.4 sowie Kap. 2.7).

Raps stellt selbst eine gute Vorfrucht dar und der Vorfruchtwert des Rapses ist auf leichten Böden stärker ausgeprägt als auf schwereren Böden. Der Anbau hat durch die gründliche Durchwurzelung sowie durch seine starke Beschattung einen positiven Einfluss auf das Bodengefüge. Raps hinterlässt eine hohe Menge an Ernte- und Wurzelrückständen, die wegen der relativ engen

C/N-Verhältnisse leicht zersetzbar sind. Die freier werdenden Nährstoffe stehen den Nachfrüchten kurz- bis mittelfristig zur Verfügung. Untersaaten mit Weißklee können den Vorruchtwert noch deutlich erhöhen. In Versuchen von БОНМ (2007) lagen die Erträge der Nachfrucht Winterweizen etwa auf dem Niveau des Anbaus von Winterweizen nach Klee gras.

Sorten

Bei Raps wird zwischen Linien- und Hybridsorten unterschieden und beide Sortentypen sind grundsätzlich auch für den Öko-Anbau geeignet. Wichtige Kriterien bei der Sortenwahl sind der Kornertrag, der Ölgehalt, die Krankheitstoleranz, die Pflanzenlänge, die Standfestigkeit, die Neigung zum Schossen im Herbst, die Frühjahrsentwicklung und die Reifezeit. Bei Ertragsvermögen und Ölgehalt ist ein kontinuierlicher Zuchtfortschritt zu verzeichnen, sodass der Anbau neuerer Sorten anzuraten ist. Da Ergebnisse aus Öko-Sortenversuchen mit Winterraps bisher nur in geringem Umfang zur Verfügung stehen, muss die Leistungsfähigkeit der Rapsorten vor allem aus konventionellen Landessortenversuchen abgeleitet werden. Neben dem Kornertrag kommt es auf den Ölgehalt an. Die Unterschiede zwischen den Rapsorten betragen bis zu vier Prozentpunkte. Bei Sorten, die in den Landessortenversuchen in Deutschland geprüft werden, kann davon ausgegangen werden, dass der Glucosinolatgehalt im niedrigen Bereich ($< 18 \mu\text{Mol/g}$) liegt. Einschränkungen bei der Verwertung der Pressrückstände sind bei diesen Sorten daher nicht zu befürchten.

Winterrapsorten unterscheiden sich in der Neigung zum Schossen im Herbst. Für frühe Saattermine sollten schosssichere Sorten gewählt werden, um ein Überwachsen im Herbst zu vermeiden. Dagegen sind Sorten mit zügiger Herbstentwicklung für späte Saattermine (Ende August bzw. Anfang September) geeignet. Durch eine beson-

dere Spätsaatverträglichkeit sind zahlreiche Hybridsorten gekennzeichnet. Auch bei der Entwicklung im Frühjahr bestehen Sortenunterschiede. Im ökologischen Landbau ist auf jeden Fall eine zügige Frühjahrsentwicklung anzustreben, um Nachteile im Vergleich zum Wachstum der Unkräuter zu vermeiden. Rapsorten mit zögerlichem Wachstum zu Beginn der Vegetationsperiode sind für den Öko-Anbau dementsprechend weniger geeignet.

Mittel bis lang wachsende Sorten gewährleisten eine bessere Konkurrenzkraft gegen Unkräuter. Die seit einigen Jahren angebotenen Halbzweghybriden mit sehr kurzer Wuchslänge dürften aus diesem Grund im Öko-Anbau keine Bedeutung erlangen. Die meisten Winterrapsorten weisen eine gute bis mittlere Standfestigkeit auf, sodass bei den im Öko-Anbau stickstofflimitierten Bedingungen nur selten Lager auftritt.

Die Toleranz von Rapsorten gegenüber wichtigen Rapskrankheiten wie *Phoma*, *Sclerotinia* und *Verticillium* reicht nicht aus, um bei günstigen Infektionsbedingungen einen Befall zu vermeiden. Durch den Einsatz weniger anfälliger Sorten lässt sich aber trotzdem das Anbauisiko vermindern.

Bei der Anbauplanung ist die Reifezeit der Rapsorten durchaus beachtenswert. Insbesondere in Späterntegebieten sind früher reifende Sorten vorteilhaft zur Verringerung von Vorernte- und Ernteverlusten. Im Allgemeinen ist im Öko-Anbau mit einer vergleichsweise frühen Reife des Winterrapses zu rechnen, da Anbaumaßnahmen, die zu einer zusätzlichen Reifeverzögerung führen, wie eine hohe Stickstoffdüngung und ein Fungizideinsatz, nicht möglich sind.

Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung

Beim Anbau von Raps nach Getreide muss auf eine ausreichende Stoppelbearbeitung in ca. 10 bis 15 cm Tiefe geachtet werden, um eine gute Stroheinarbeitung zu erreichen. Unter trockenen

Bedingungen und geringem Strohanfall reichen auch Tiefen von 5 bis 8 cm aus. Die Bearbeitung sollte möglichst in mehreren Arbeitsgängen mit Schwergrubbern oder kombinierten Geräten erfolgen. Ausfallgetreide und Ungräser werden zum Keimen gebracht und in einem weiteren Arbeitsgang beseitigt, Stoppel und Streu werden unter den Saathorizont gemischt und stauende Bodenschichten werden aufgebrochen. In der Regel erfolgt danach eine Saatsfurche.

Die Bestellung von Raps kann auch pfluglos erfolgen, dazu gibt es bisher jedoch keine Untersuchungsergebnisse aus dem ökologischen Anbau. Bei der reduzierten Bodenbearbeitung erhöht sich die Gefahr eines verstärkten Auftretens von Schnecken, die Erdflöhe werden aber reduziert und Nützlinge werden gefördert. Der Anbau nach ein- oder mehrjährigem Klee gras erfordert jedoch einen Umbruch des Bestandes mit dem Pflug und anschließende Saatsbettbereitung (siehe Kap. 2.6).

Aussaat und Einflüsse auf die Bestandesentwicklung

Die Tausendkornmasse (TKM) des Rapses kann in einem Bereich von 4 bis 11 g variieren. Daher besteht die Forderung nach einem feinkrümeli gen Saatsbett, damit die Saatkörner Anschluss an die Bodenmatrix und das Keimwasser haben. Der Fel daufgang wird vorrangig von der Bodenfeuchte, aber auch vom Aggregatzustand des Bodens und von der Aussaattechnik bestimmt. Die herkömmliche Form der Aussaat ist die Nutzung der Drillmaschine. Mit einer Einzelkornsaat ist aber ein präzises Einhalten der Ablagetiefe über Tiefenbegrenzer und Tiefenführungsrollen möglich. Dadurch wird eine gleichmäßige Ablagetiefe erreicht. Diese Vorteile zeigen sich besonders bei ungünstigen Aussaatbedingungen wie starker Trockenheit und schlechtem Bodenstrukturzustand. Wichtig ist, dass die Einzelkornsämaschinen mit geringem Aufwand für Raps, Rüben und Mais oder Gemüse umgerüstet werden können.

Auf schwereren Böden mit hoher Verschläm mungsneigung (z. B. humusarme Lehmku ppen) kann es zu Problemen im Aufgang und zu lückigen Beständen kommen, die zu starker Verunkrautung beitragen können. Wichtig ist daher die Einhaltung optimaler Aussaatbedingungen. Die Saattiefe für optimale Saatbedingungen beträgt 2 cm. Um die Keimwasserversorgung sicherzustellen, wird in frisch bearbeiteten Böden bis 3 cm tief gesät. Das Saatkorn soll auf oder in einer kapillar wirksamen Krume liegen, aber von einer wasserhaltenden Lockerschicht bedeckt sein. Die Saatzeit des Winterapses wird durch seinen Charakter als Langtagspflanze und die nurmäßige Winterfestigkeit bestimmt. Angestrebt wird eine Aussaat zwischen dem 15. und 25. August.

Die Saatmenge ist abhängig von der Tausendkornmasse, der Aussaatstärke und vom Fel daufgang. Die Aussaatstärken (Tab. 27) sollten im ökologischen Anbau etwas höher als im konventionellen Anbau liegen. Damit können mögliche Verluste durch die Unkrautregulierung ausgeglichen werden. Die Reihenentfernung muss ebenfalls an die Technik der Unkrautbekämpfung angepasst werden, sodass für den Einsatz von Hackgeräten Abstände von >25 cm notwendig sind. Dreijährige Untersuchungen auf dem Versuchsfeld in Roda in Sachsen kamen zu dem Ergebnis, dass der Reihenabstand keinen signifi kanten Einfluss auf den Ertrag ausübt. Untersuchungen in Bernburg in Sachsen-Anhalt zeigen ebenfalls, dass Winteraps in »Rübenreihenweite« mit 45 cm ohne Ertragseinbußen angebaut werden kann (BISCHOFF 2007). In zweijährigen Untersuchungen in Norddeutschland (BÖHM 2007) wurden bei einem Vergleich verschiedener Reihenabstände die geringsten Erträge bei Abständen von 12,5 cm ermittelt. Bei einem weiten Reihenabstand werden die Verzweigungsfähigkeit und der Wurzeltiefgang gefördert und die Möglichkeit des Hackens ist gegeben.

Tabelle 27 Richtwerte für Saatstärken und -termine

Saatzeit	Linienorten (keimfähige Körner/m ²)		Hybridsorten	
	konv. ¹⁾	ökol. ²⁾	konv.	ökol.
10. – 20. August	40 – 60	50 – 70	30	
20. – Ende August	50 – 75	60 – 80	45 – 65	45 – 60
1. Septemberwoche	65 – 85	75 – 95	35 – 55	55 – 70

niedrige Werte = günstige Bedingungen für den Feldaufgang
 hohe Werte = ungünstige Bedingungen für den Feldaufgang

¹⁾ konventioneller Anbau; ²⁾ ökologischer Anbau

Die Aussaatmenge kann nach folgender Formel berechnet werden:

$$\text{Aussaatmenge (kg/ha)} = \frac{\text{Keimfähige Körner/m}^2 \times \text{TKM (g)}}{\text{Keimfähigkeit (\%)}}$$

Untersuchungen von BISCHOFF (2006) zeigen, dass die Aussaatstärke und die mittlere Schotenzahl/Pflanze bzw. die Bestandesdichte und die Schotenzahl/Pflanze negativ korrelieren. Je mehr Standraum einer Einzelpflanze zur Verfügung steht, umso stärker ist die Verzweigungsneigung und umso höher ist die Schotenzahl/Pflanze. Mit zunehmender Bestandesdichte verringert sich die Schotenzahl und der Einzelpflanzenertrag nimmt ab. Die Bestandesdichte ist damit ein wichtiger regulierender Faktor, wobei Bestandesdichten von 45 bis 90 Pflanzen/m² in etwa vergleichbare Ertragspotenziale aufweisen (GEISLER & STOY 1987). Auch nach Untersuchungen der Universität Göttingen konnte mit drei unterschiedlichen Saatstärken (30, 60 und 90 Körner/m²) kein signifikanter Einfluss der Saatstärke auf den Ertrag ermittelt werden (NUSS & ULBER 2007). Die Raps-pflanze reagiert in ihrer Ertragsbildung in einem weiten Bereich von Pflanzendichten auf den zur Verfügung stehenden Standraum.

Auswinterungen können zu einer starken Reduktion der Bestandesdichte führen. Aus diesem Grund sollte der Raps gegen Mitte September

drei bis vier Laubblätter ausgebildet haben, damit er im Rosettenstadium überwintern kann. Dieses Stadium verspricht die maximale Winterhärte. Folgende weitere Eigenschaften sind günstig:

- Bestandesdichte 40 – 70 Pflanzen/m² bei Linien-, 45 – 60 Pflanzen/m² bei Hybridsorten
- Anzahl Blätter 6 – 8 (tiefliegende Rosette)
- Wurzelhalsdurchmesser > 5 mm
- Wurzellänge > 20 cm.

Die vorwinterliche Entwicklung hat damit einen hohen Einfluss auf das Regenerationsvermögen im Frühjahr und das Ertragspotenzial. Die Ausbildung einer kräftigen Wurzel als Speicherorgan für Reservestoffe ist sehr wichtig, da sie für die Regeneration nach der Winterruhe benötigt wird. Bei normaler Pflanzenentwicklung übersteht Winterraps Temperaturen von -15 bis -25°C. Werden die Pflanzen im Wachsen, d. h. im »vollen Saft« durch den Frost getroffen, dann können sie bereits bei Temperaturen von -15°C absterben. Sind die Bestände abgehärtet, überstehen sie auch nied-

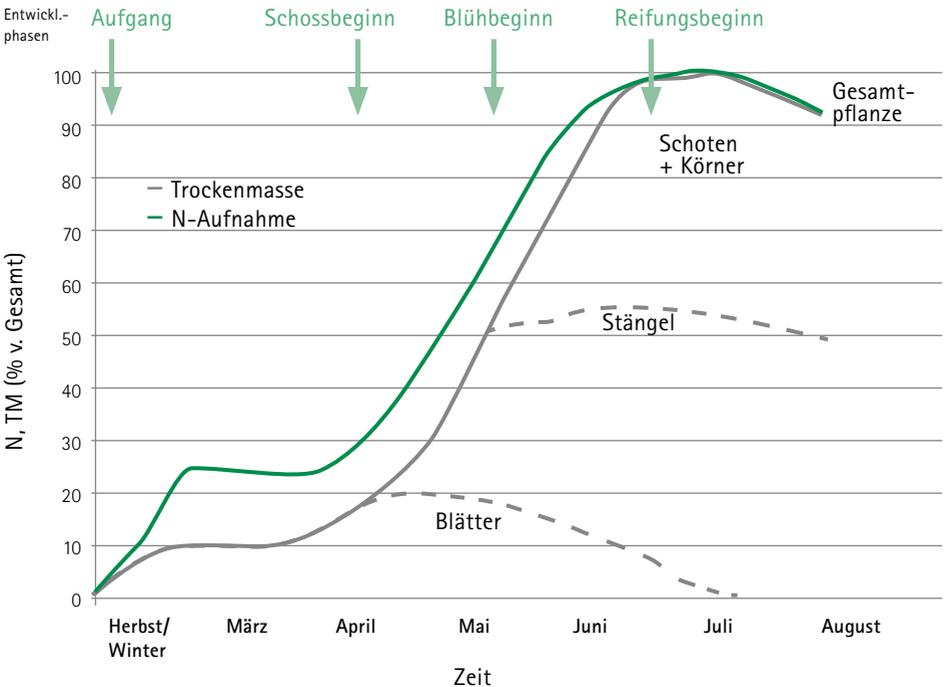
rigere Temperaturen. Aber auch bei 90-prozentigem Blattverlust einer Pflanze durch Frost ist eine Regeneration immer noch gewährleistet, wenn die dicht am Boden liegenden Vegetationspunkte nicht erfroren sind.

Neben einem starken Regenerationsvermögen verfügen Rapspflanzen auch über ein hohes Kompensationsvermögen. In einem gewissen Umfang können Mängel in der Bestandesdichte über eine stärkere Verzweigung ausgeglichen werden. Eine Umbruchentscheidung im Frühjahr richtet sich nach der Verteilung der Pflanzen auf der Fläche, der Vitalität und dem Entwicklungszustand. Als Untergrenze sollten mindestens 15 bis 20 Pflanzen/m² vorhanden sein.

Zeitlicher Verlauf der Nährstoffaufnahme und Trockenmassebildung

Der Winterraps weist mit ca. 350 Tagen von der Aussaat bis zur Reife eine lange Vegetationszeit auf (Abb. 4). Nach der Aussaat erfolgt eine intensive Blattbildung und es werden bereits die Knospen der Seitentriebe angelegt. Die Nährstoffaufnahme eilt im gewissen Sinne der Trockenmassebildung voraus. Für eine normale Entwicklung vor dem Winter sollten von den Pflanzen 40 bis 60 kg N/ha aufgenommen werden, aber in milden Wintern sind auch deutlich höhere Werte möglich. Die größte Stickstoffaufnahme der Bestände findet dann zwischen dem Vegetationsbeginn nach Winter in der Schossphase und Blüte statt (ca. 70 Pro-

Abbildung 4 N-Aufnahme und TM-Bildung (% von Gesamt) von W.-Raps im Verlauf der Vegetation



Quellen: ANDERSSON (1958); WÄGNER (1998); DIEPENBROCK (1999)

zent der Aufnahme). Eine gute Nährstoffbereitstellung ist daher im zeitigen Frühjahr zu gewährleisten, da das Wachstum von Raps schon bei relativ niedrigen Temperaturen beginnt.

Neben dem Stickstoff muss auch für eine ausreichende Versorgung mit den Grundnährstoffen gesorgt werden. Der Bedarf an Grundnährstoffen und Kalk ist hoch. Steht im Rahmen der Fruchtfolge als Ergebnis der periodisch durchzuführenden Bodenuntersuchung eine Zufuhr an Grundnährstoffen oder eine Kalkung an (siehe Kap. 2.5), so ist die Düngung vorsorglich zu Wintertraps zu verabreichen. Dies sollte in erster Linie durch Auswahl geeigneter organischer Düngemittel geschehen, da sie im Prinzip alle notwendigen Grund- und Mikronährstoffe enthalten. So sind z. B. Rindergüllen wegen der hohen K-Gehalte gut geeignet, den K-Bedarf des Rapses abzudecken. Nur in begründeten Ausnahmen sollte auf die im Ökolandbau zugelassenen mineralischen Düngemittel zurückgegriffen werden, um eine ausreichende Bodenversorgung abzusichern.

V Versuchsergebnisse zur Düngung

Eigene Versuche zur Düngung mit organischen Düngemitteln wurden auf der Versuchsstation Roda unter ökologischen Anbaubedingungen in den Jahren 2007 bis 2009 durchgeführt. Der Wintertraps stand dabei in einer sechsgliedrigen Fruchtfolge (Klee gras – Klee gras – Kartoffeln – Winterweizen – Triticale – Hafer) in abtragender Stellung nach Triticale. Innerhalb der Fruchtfolge erhielten die Kartoffeln eine Stallmistdüngung und der Winterweizen eine Gölledüngung zum Schossen.

Die Düngung zum Wintertraps erfolgte in acht Varianten (Abb. 5). Im Durchschnitt der drei Versuchsjahre wurden alle Düngungsmaßnahmen ertragswirksam. Mit der kombinierten Düngung (Stallmist im Herbst und Gölle im Frühjahr) konnte erwartungsgemäß der höchste Ertragszuwachs von durchschnittlich 8 dt/ha erreicht

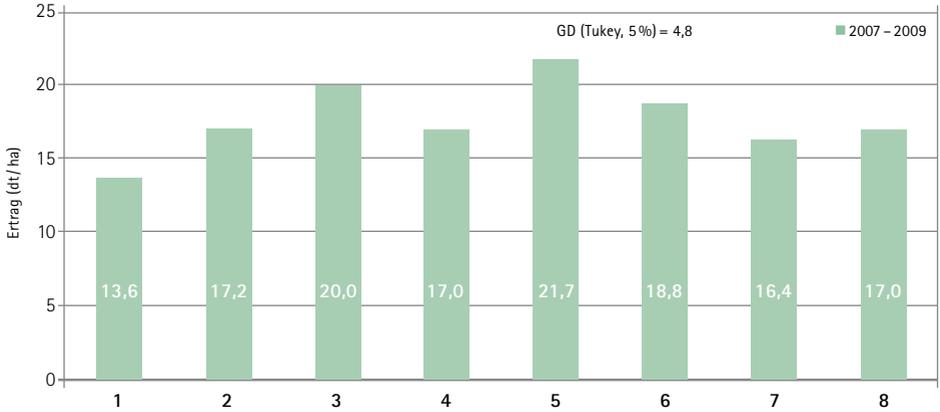
werden, aber auch die alleinigen Göllegaben erreichten Ertragszuwächse von 5 bis 6 dt/ha. Geringere Wirksamkeiten verzeichneten Stallmist, Fleischknochenmehl und Haarmehlpellets.

In den einzelnen Anbaujahren zeigten sich unterschiedliche Effekte. So erfolgte im ersten Anbaujahr 2007 eine deutliche Wirkung der Düngung, aber bereits die Variante ohne Düngung erreichte einen Ertrag von 19 dt/ha. Dies war vor allem auf die günstigen Wachstumsbedingungen im Herbst 2006 zurückzuführen. Die Pflanzen waren kräftig und gut entwickelt. Der Winter war sehr mild, sodass die Vegetationsruhe relativ kurz war. Die Blüte (BBCH 63 bis 65) setzte schon Anfang April ein bei einer durchschnittlichen Wuchshöhe von 110 cm. An Krankheiten traten der Echte Mehltau und vereinzelt auch die Wurzelhals- und Stängelfäule auf, die sich aber nicht sehr stark auf den Ertrag auswirkten.

Demgegenüber kam es im zweiten Anbaujahr schon im Herbst zu einem starken Blattbefall mit der Wurzelhals- und Stängelfäule (*Phoma lingam*) und die pflanzliche Entwicklung war dadurch sehr gestört. Im weiteren Wachstumsverlauf traten fast keine Stängelverzweigungen auf und der Bestand war insgesamt sehr schwach entwickelt. Das starke Krankheitsauftreten überdeckte den Einfluss der Düngung, sodass dadurch fast keine Wirkung erzielt werden konnte. Die Erträge lagen zwischen 7 dt/ha (ohne Düngung) und 11 dt/ha (Düngung mit Stallmist und Gölle).

Im Anbaujahr 2008/09 entwickelten sich die Pflanzen im Herbst relativ schwach. Vereinzelt trat auch wieder *Phoma lingam* auf, jedoch war das Krankheitsauftreten nicht so stark wie im Vorjahr. Im weiteren Entwicklungsverlauf führten dann häufige Niederschläge im Mai und Juni des Folgejahres noch zu einer guten Ertragsausbildung und es zeigte sich eine deutliche Wirkung der Düngung. Die höchsten Erträge wurden durch die Göllegabe im Herbst und die kombi-

Abbildung 5 Wirkung einer organischen Düngung auf den Ertrag von Winterraps (Öko-Feld Roda, Versuchsjahre 2007 – 2009, Bodenart Lehm, AZ 68, Niederschlagsmittel 711 mm)



Varianten

- 1 ohne Düngung
- 2 300 dt/ha Stallmist (ca. 150 kg N/ha) vor der Saat eingearbeitet
- 3 20 m³ Rindergülle (ca. 80 kg N/ha) vor der Saat eingearbeitet
- 4 75 kg N/ha Fleischknochenmehl vor der Saat eingearbeitet
- 5 300 dt/ha Stallmist vor der Saat eingearbeitet und 20 m² Rindergülle im Frühjahr ausgebracht

- 6 20 m³ Rindergülle im Frühjahr ausgebracht
- 7 Getreidestroh eingearbeitet und 80 kg N/ha Haarmehlpellets im Frühjahr ausgebracht und eingehackt
- 8 80 kg N/ha Haarmehlpellets im Frühjahr ausgebracht und eingehackt

nierte Stallmist- und Güllegabe mit 27 dt/ha erzielt. Der Ertragszuwachs gegenüber der ungedüngten Variante betrug 12 dt/ha.

Nach der Ernte wurde eine Stoppelbonitur auf Krankheiten und Schädlinge vorgenommen. Von 50 Stoppeln zeigten 40 Fraßstellen tierischer Schaderreger, d. h. das Auftreten von Stängelschädlingen wie Großer Rapsstängelrüssler und Gefleckter Kohltriebrüssler war sehr stark. Dies führte vereinzelt zu Notreife und zu vorzeitigem Ausfall der Schoten.

Zusammenfassend kann aus den Versuchen abgeleitet werden, dass eine organische Düngung bei Winterraps zu deutlichen Mehrerträgen führt. Je ungünstiger die Vorfrucht und der Boden (leichte Böden), umso wichtiger ist eine organische Düngung zu Raps. Die Düngung kann mit organischen Düngern wie Stallmist und Gülle bzw.

mit organischen Handelsdüngern erfolgen. Der Stallmist sollte auf die Stoppel der Vorfrucht gegeben werden. Die Gülledüngung kann auf die Stoppel und in den Bestand im Herbst und im Frühjahr ausgebracht werden. Bei der Ausbringung auf die Stoppel ist eine sofortige Einarbeitung dieser Dünger zur Verhinderung von NH₄-N-Verlusten besonders wichtig. Die N-Freisetzung aus organischen Düngemitteln sollte im Herbst so bemessen werden, dass nicht mehr als ca. 30 kg bereitgestellt werden. Nach der Düngeverordnung (DüVO) darf die Maximalmenge im Herbst 80 kg Gesamt-N und 40 kg NH₄-N betragen. Die Ausbringung der Frühjahrsdüngung kann von Februar bis Anfang April gegeben werden, sie sollte aber so früh wie möglich erfolgen, sobald der Bestand befahren werden kann. Blattverätzungen sind selten wegen der spezifischen Ober-

flächenbeschaffenheit der Blätter (Wachsschicht), wodurch die Gülle vom Blatt abrollt.

Kalkulation des Stickstoffbedarfs

Beim Rapsanbau ist ein befriedigendes Ertragsniveau nur über eine ausreichende Nährstoffversorgung erreichbar. Daher sollte die Düngung genau geplant werden. Dies trifft besonders für den Nährstoff Stickstoff zu. Für den ökologischen Landbau stehen folgende Stickstoffquellen zur Verfügung:

- N-Nachlieferung aus dem Humus,
- N-Freisetzung aus Gründüngern und Ernterückständen und
- N-Freisetzung aus Wirtschaftsdüngern bzw. organischen Handelsdüngern.

Um die Höhe einer Stickstoffdüngung abschätzen zu können, kann auf folgende Richtwerte zurückgegriffen werden (s. Kap. 2.5):

- Stickstoffentzug 3,8 kg N/dt Ernteprodukt
- Stickstoffbedarf 6 kg N/dt Ernteprodukt.

Kalkulationsansätze

Eine überschlagsmäßige Kalkulation der Nährstoffmenge an Stickstoff kann nach dem Schema in Tabelle 28 in zwei Etappen erfolgen. Bei der Berechnung vor Aussaat wird der N-Bedarf für einen Zielertrag ermittelt, von dem die Nährstoffbereitstellung über die Vorkultur, die Bodenart und die organische Düngung zur Aussaat abgezogen werden. Die mögliche Nachlieferung an Stickstoff von der Vorfrucht wird in Abhängigkeit

Tabelle 28 Kalkulationsmöglichkeiten zur Ermittlung des N-Bedarfs in Abhängigkeit von einem anvisierten Ertragsziel für Winterraps

1. Kalkulationsprinzip vor Aussaat im Sommer		
	Nährstoffbedarf für Ertragsziel ergibt sich aus Ertragserwartung x N-Bedarfsfaktor (Tab. 10 Kap. 2.5)	
minus	N-Nachlieferung während der Vegetationszeit in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Bodenart für die direkte Vorfrucht vor Winterraps und deren Stellung in der Fruchtfolge nach Klee gras mit ca. 50 % Mengenanrechnung (Grundlage Tab. 29)	
minus	N-Nachlieferung während der Vegetationszeit für Winterraps und dessen Stellung in der Fruchtfolge nach Klee gras mit 100 % Anrechnung (Grundlage Tab. 29)	
=	N-Bereitstellung aus zusätzlich zu leistender organischer Düngung vor der Aussaat, im Herbst oder Frühjahr (Grundlage Tab. 14 Kap. 2.5, Abb. 6)	
Beispiel 1		
Anbau-Telegramm: Winterraps Ertragsziel 25 dt/ha Korn, Aussaat nach Getreide Ende 1. NBJ, sowie 2. NBJ nach Leguminosen, mittelschwerer Boden, Pflanzenbestand im Spätherbst 10 Blätter/Pflanze, Düngung 30 t/ha Stalldung auf Stoppel d. Vorfrucht		
Nährstoffbedarf für 25 dt/ha Korn	25 dt x 6 kg N	150 kg N/ha
Stalldung 30 t/ha (15% Wirkung):	30 t x 5 kg N/t x 0,15	-23 kg N/ha
N-Bereitstellung Vorfrucht/Boden:	1. NBJ ¹⁾ n. Klee gras (50 % Anrechnung)	-35 kg N/ha
N-Bereitstellung Vorfrucht/Boden:	2. NBJ ¹⁾ n. Klee gras (100 % Anrechnung)	-65 kg N/ha
Düngungsbedarf im Frühjahr		27 kg N/ha

Tabelle 28 Fortsetzung

2. Kalkulationsprinzip Frühjahr		
	Nährstoffbedarf für Ertragsziel ergibt sich aus Ertrag x N-Bedarfsfaktor (Tab. 10 Kap. 2.5)	
minus	N-Aufnahme bis zum Winter (2 Verfahren stehen zur Verfügung) = a) Blattanzahl/N-Aufnahme (aus Abb. 7) x Bestandesdichte b) Aufwuchsmenge/m ² x 45 ²⁾	
minus	N-Nachlieferung während der Vegetationszeit für Winterraps und dessen Stellung in der Fruchtfolge nach Klee gras mit 100 % Anrechnung (Grundlage Tab. 29)	
=	N-Bereitstellung aus zusätzlich zu leistender organischer Düngung im Frühjahr (Grundlage Abb. 6)	
Beispiel 2 siehe Beispiel 1, Bestandesdichte 40 Pflanzen/m ² , Aufwuchsmenge ³⁾ : 1,3 kg/m ²		
Nährstoffbedarf für 25 dt/ha Korn	25 dt x 6 kg N	150 kg N/ha
N-Aufnahme durch Pflanzenbestand bis Winter:	a) 1,5 kg N x 40 b) 1,3 kg/m ² x 45	-60 kg N/ha oder: -59) kg N/ha
N-Bereitstellung Vorfrucht/Boden:	2. NBJ ¹⁾ (100 % Anrechnung)	-65 kg N/ha
Düngungsbedarf im Frühjahr		25 kg N/ha
Kalkulation der Düngermenge:		
Rindergülle (8 % TM, 3 kg N/m ³ , 25 % Wirkung): ca. 25 kg N x 4/3 = 33 m ³ Gülle Ackerbohenschrot (4,2 % N, 25 % Wirkung): ca. 25 kg N x 4 = 100 kg N/ha, 100/4,2 = 23,8 dt/ha Schrot		

¹⁾ NBJ = Nachbaujahr nach (mehrjährigen) Futterleguminosen bzw. Körnerleguminosen

²⁾ Der Faktor 45 beinhaltet die mittlere Trockenmasse (10%) und die mittlere N-Konzentration (4,5%)

³⁾ Für die Bestimmung der Aufwuchsmenge muss die oberirdische Blattmasse von 1 m² geschnitten und frisch gewogen werden.

von der Stellung nach Klee gras berücksichtigt (Tab. 29). (Die Tabellenwerte stehen auf der Grundlage von langjährigen Durchschnittswerten.)

Bei der zweiten Kalkulation für das zeitige Frühjahr kann die bereits vom Pflanzenbestand auf-

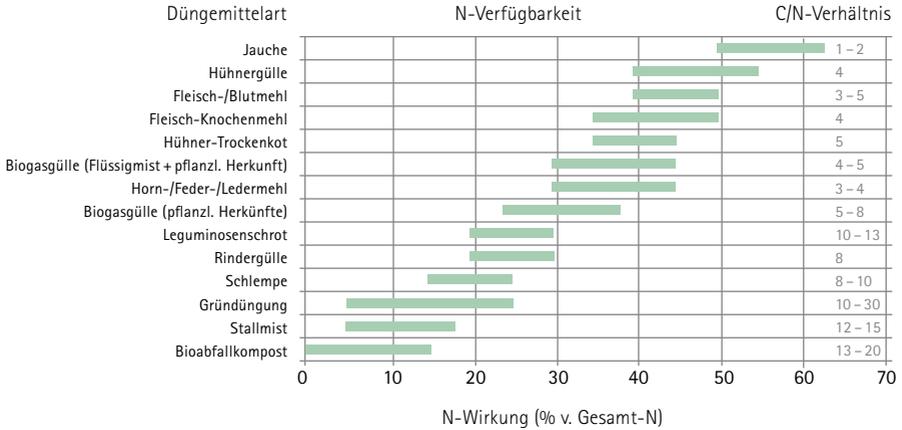
genommene N-Menge berücksichtigt werden, sodass die konkreten Wachstumsbedingungen und die bisher erfolgte Nährstoffaufnahme in die Kalkulation eingehen. Diese N-Menge wird ebenfalls von der verbleibenden Bedarfsmenge abgezogen.

Tabelle 29 Durchschnittliche N_{min}-Richtwerte (Frühjahr) bzw. N-Bereitstellungsmengen in Abhängigkeit von der Fruchtfolgestellung des Klee grasses

	Bodenart	ABJ*	1. NBJ	2. NBJ	3. und folgende NBJ
leicht	S, SI	15	50	30	20
mittel	IS, SL, sL	20	70	65	35
schwer	L, IT	20	80	85	50

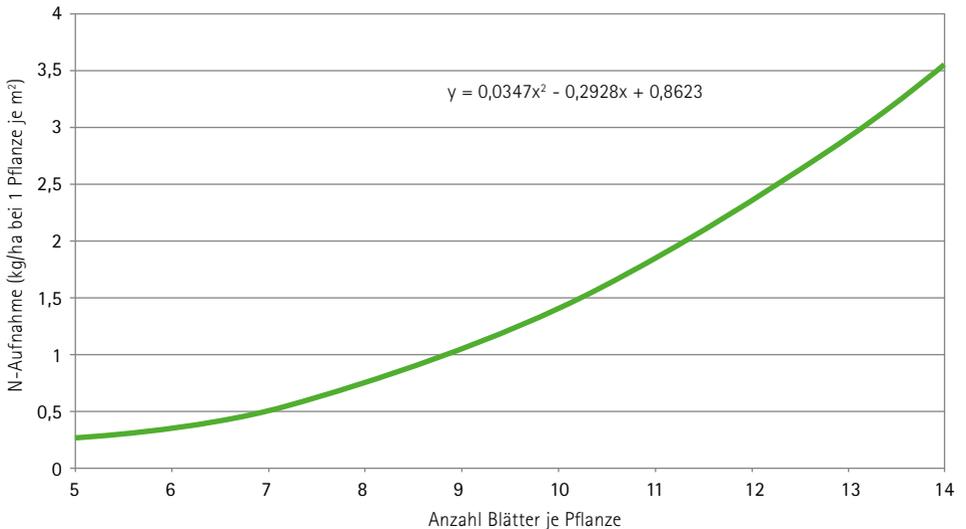
* ABJ = Anbaujahr(e) Leguminosen bzw. Leguminosengras; NBJ = Nachbaujahr Nichtleguminosen

Abbildung 6 N-Verfügbarkeit organischer Düngemittel im Jahr der Anwendung



Quelle: GUTSER (2005): 100 % Mineraldüngungsäquivalente = ca. 60 % v. Gesamt-N

Abbildung 7 Beziehung zwischen der Anzahl ausgebildeter Blätter je Pflanze und der N-Aufnahme des Pflanzenbestandes (kg N/ha) bei einer Bestandesdichte von 1 Pflanze je m² im Spätherbst bei Winterraps



Quelle: Schliephake, LfULG

Unkrautregulierung

Eine starke Verunkrautung kann zu Ertrags- und Qualitätseinbußen führen. Die Samen von Ackerseifen und einigen Raukearten enthalten hohe Glucosinolatgehalte von über 200 µmol und Mikroorganismen, die zu Schimmelbildung u. ä. führen können. Darüber hinaus kann es zu Erntehindernissen und einer möglichen Erhöhung der Feuchte des Erntegutes kommen. Zu den Arten, die verstärkt in Winterraps auftreten, gehören Vogelmilch, Kamille, Hirtentäschel, Ackerhellerkraut und Gräser wie Windhalm und Ackerfuchsschwanz. Durch eine Optimierung aller Anbaufaktoren (Bodenbearbeitung, Saattermin, Düngung) sollten gute Entwicklungsbedingungen für den Raps geschaffen werden, da dadurch eine hohe Konkurrenzfähigkeit gegenüber Unkräutern besteht. Für eine mögliche mechanische Unkrautregulierung sind besonders die Hackgeräte geeignet. Ihr Einsatz setzt allerdings Reihenweiten von mindestens 20 cm voraus. Das Hacken kann im Herbst und im Frühjahr erfolgen. Neben der Unkrautbekämpfung wird auch eine Bodenlockerung erreicht. Der Striegel kann auch bei Reihenweiten unter 20 cm eingesetzt werden. Bei einem Einsatz im Frühjahr können aber Pflanzenverletzungen verursacht werden, die als Eintrittspforten für Pilze wie die Erreger der Wurzelhals- und Stängelfäule dienen können. Daher ist ein Striegeleinsatz nur eingeschränkt empfehlenswert.

Ernte

Die Rapspflanze reift in ihren Längenabschnitten unterschiedlich ab. Wenn die obersten Schoten aufplatzen, sind die unteren Schoten noch nicht ausgereift. Der Erntetermin eines Bestandes ist erreicht, wenn die obere Hälfte der Stängel grau-gelb verfärbt und trocken ist. Die Körner rascheln dann beim Schütteln in den Schoten, sie glänzen tiefschwarz und haben eine geringere Feuchte als 16 Prozent. Unter normalen Witterungsbedingungen wird der Raps bei 11 bis 12 Prozent

Feuchte gedroschen. Je länger der Raps steht, umso besser reift er aus. In der Regel kann man Raps unbesorgt ausreifen lassen und die Ernte sollte noch nicht begonnen werden, wenn die ersten oberen Schoten aufplatzen, da noch ein Ertrags- und Qualitätszuwachs im unteren Bereich stattfindet. Ein zu früher Erntetermin erschwert auch den Drusch, da feuchte Stängelteile die Durchsatzleistung des Mähdreschers beeinträchtigen und das feuchte Stroh das Korn wieder befeuchtet. Je größer die Stoppelhöhe, umso weniger wird die Maschine belastet und umso höher ist die Leistung. Die Stoppelhöhe sollte daher unterhalb des tiefsten Schotenansatzes liegen.

Um die Ernteverluste am Schneidwerk gering zu halten, werden folgende Regeln empfohlen:

- die Stoppelhöhe ist so hoch zu wählen, wie es der untere Schotenansatz gestattet
- auf den Haspeleinsatz sollte verzichtet werden
- beim Drusch ist immer die höchste Laststufe zu nutzen
- eine zügige Arbeitsgeschwindigkeit ist anzustreben
- ein Einsatz von Rapsvorsatzschneidwerken mit Seitenmessern ist zu empfehlen.

Die Ausfallverluste können etwa 1 dt/ha betragen und die Samen verfügen über eine Keimfähigkeit von rund 90 Prozent. Unterschiedliche Bodenbearbeitungsvarianten wurden in ihrer Wirkung auf den Bodensamengehalt untersucht (GRUBER 2005). Eine Samenüberdauerung kann auftreten, wenn Samen in dunkler Umgebung nicht über ausreichend Wasser verfügen, so z. B. wenn der Raps nach der Ernte durch die Stoppelbearbeitung im Boden vergraben wird. Dies bestätigte sich in den Anbauvergleichen. Der größte Bodensamenvorrat baute sich dann auf, wenn sofort nach der Ernte die Stoppel bearbei-

tet wurde und im Herbst darauf die Grundbodenbearbeitung folgte. Als günstig erwies es sich, die Stoppel ca. 4 Wochen liegen zu lassen und dann flach zu bearbeiten (z. B. mit dem Dyna-Drive, 8 cm) und später dann zu pflügen. Es wird vermutet, dass die Samen durch das lange Liegen auf der Bodenoberfläche unter Lichteinfluss kaum eine Samenüberdauerung (Dormanz) entwickeln konnten.

Qualitätseigenschaften

Unmittelbar nach der Ernte muss der Raps schonend gereinigt und auf einen Feuchtigkeitsgehalt von maximal 8 Prozent getrocknet werden, damit eine risikoarme Lagerung möglich wird. Das Trocknen von Raps darf nur bei Temperaturen erfolgen, die höchstens zu Ölsaaten-Temperaturen von 40°C führen. Höhere Temperaturen schädigen die Samen. Die gereinigte und getrocknete Ware kann zur Ölmühle transportiert werden.

Die Qualitätsabrechnung für Rapssaat wird nach den Bedingungen der Ölmühlen vorgenommen (Tab. 30). Der Ölgehalt, der Wassergehalt und der Besatz beeinflussen am stärksten den Preis. Der Ölgehalt ist genetisch fixiert, das bedeutet, dass er sehr stabil vererbt wird. Die unterschiedliche Jahreswitterung, insbesondere auch während der Abreife, kann den Ölgehalt in einem gewissen Maße beeinflussen. Eine kühle und lange Ausreifephase erhöht den Ölgehalt, während hohe Temperaturen zu niedrigeren Öl- und hohen Rohproteingehalten beitragen.

Die Erucasäure hinterlässt einen kratzig-bitteren Beigeschmack und war der Hauptgrund, weshalb Raps vor der Einführung der erucasäurefreien Sorten (0-Sorten) überwiegend für technische Zwecke genutzt wurde. Erucasäurefreie Sorten müssen weniger als 2 Prozent Erucasäure aufweisen.

Die Glucosinolate werden als eine Gruppe von schwefelhaltigen Verbindungen zusammengefasst. Aus ihnen können bestimmte Abbaupro-

dukte entstehen, die in höheren Konzentrationen giftig sind und zu Stoffwechselstörungen führen. Durch züchterische Methoden wurden die Gehalte sehr stark reduziert. Sorten werden als glucosinolfrei bezeichnet, wenn die Gehalte weniger als 25 µmol/g Saat enthalten. Die heutigen Sorten erreichen in der Regel Werte zwischen 10 und 15 µmol/g Saat und erlauben einen Einsatz in der Tierernährung. In Sortenversuchen konnten durchschnittliche Gehalte von 11,4 µmol/g ermittelt werden (www.oekolandbau.nrw.de).

Der Gehalt an freien Fettsäuren kann bei Ernteverzögerungen infolge von feuchter Witterung ansteigen. Im ungünstigsten Fall kommt es zur Keimung der Körner in den Schoten (Auswuchs), zu einem enzymatischen Fettabbau und der Bildung von freien Fettsäuren. Problematisch ist ebenfalls ein erhöhter Feuchtegehalt im Erntegut, der zu Abbaureaktionen in den Samen führt. Hohe Anteile an Bruchkorn bieten auch potenzielle Angriffspunkte für Mikroorganismen. Aus diesen Gründen muss nach der Ernte eine schnelle Reinigung und Trocknung oder Kühlung erfolgen (siehe Kap. 2.8).

Tabelle 30 Qualitätsanforderungen an Rapssaat

Parameter	Einheit	Basisqualität	Grenzwert
Ölgehalt	%	40	
Wassergehalt	%	8	9
Besatz	%	2	4
Erucasäuregehalt (Anteil an Gesamtfettsäuren)	%		2
Gesamtglucosinolatgehalt	μmol/g		25
Freie Fettsäuren (FFA)	%		2

Bewertung der Anbaumöglichkeiten für Winterraps

Vorteile	Nachteile
hohe Qualität des Öles (hoher Gehalt an Ölsäure)	hoher Nährstoffbedarf, besonders Stickstoff
hohes Ertragspotenzial vorhanden	starke Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen (Ertragsunsicherheit)
Möglichkeit des Einsatzes im Nicht-Nahrungsmittelbereich	Klimaanspruch (kühlgemäßigtes Klima mit hoher Luftfeuchtigkeit)

Erfahrungsbericht Öko-Rapsanbau

Unser Betrieb wirtschaftet im Norden von Sachsen auf lehmigen Sanden und sandigen Lehmen mit durchschnittlichen Ackerzahlen von 46. Wir sind ein Marktfruchtbetrieb mit einer Mutterkuhherde von 40 Tieren. In der Fruchtfolge stehen zu 60 bis 65 Prozent Getreide, 20 Prozent Körnerleguminosen sowie Feldgemüse. Seit fünf Jahren bauen wir auch Winterraps an und der Anbauumfang beträgt 50 bis 60 Hektar. Die bisher erreichten Erträge liegen zwischen 20 und 28 dt/ha.

Der Raps steht in einer eher ungünstigen Fruchtfolgestellung nach Getreide (Winterweizen), und auf die Getreidestoppel geben wir 200 dt/ha Stallmist und zum Teil auch organische Handelsdünger (Schlempe aus der Ethanolherstellung, Knochenmehl). Danach erfolgt eine flache Pflugfurche von ca. 15 cm. Wir arbeiten seit dem Jahr 2004 mit dem Schäl-Drehpflug »Kverneland Ecomat«. Im Zeitraum vom 25. August bis 30. August säen wir den Raps dann mit Saatstärken von ca. 4,5 kg/ha aus. Nach der Aussaat striegelten wir bisher noch einmal blind, aber diesen Arbeitsgang wollen wir künftig einsparen. Auf das Walzen nach der Aussaat möchten wir aber nicht verzichten, denn damit werden Kluten vermieden, unter denen sich Schnecken verstecken können. Die Reihenabstände betragen 25 cm, sodass je nach Unkrautdruck ein Hacken mit der Scharhacke erfolgen konnte. Im Herbst ist das nach unseren Erfahrungen ab dem 4- bis 5-Blattstadium möglich. Seit dem Jahr 2008 säen wir den Raps mit einem normalen Getreidereihenabstand, da der Raps über eine hohe Konkurrenzfähigkeit gegenüber Unkräutern verfügt.

Als sehr gut für den Anbau hat sich die Zusammenarbeit mit Imkern herausgestellt. Wir arbeiten gegenwärtig mit zwei Imkern zusammen, die ihre Bienenwagen an den Feldrand stellen und für eine gute Bestäubung der Blüten sorgen.

An Schädlingen trat der Kohltriebrüssler etwas stärker auf, dagegen war der Rapsglanzkäfer nur vereinzelt an den Blütenknospen vorhanden. Stoppelbonituren zeigen, dass Krankheiten wie die Wurzelhals- und Stängelfäule (*Phoma lingam*) und die Rapswelke (*Verticillium longisporum*) an den Stoppeln im größeren Umfang vorhanden waren. Sie hatten aber bisher kaum Auswirkungen auf den Ertrag. Anbaupausen von fünf Jahren werden von uns eingehalten.

Nach der Ernte erfolgt eine flache Stoppelbearbeitung mit dem Dyna-Drive. Der Ausfallraps wird zum Keimen angeregt, läuft auf und kann mit der folgenden Saatsfurche eingearbeitet werden. Damit wird ein stärkeres Auftreten von Durchwuchsraps in den Folgefrüchten verhindert. Der geerntete Raps wird an die Teutoburger Ölmühle in Ibbenbüren (Nordrhein-Westfalen) verkauft. Damit die Feuchtegehalte weniger als 8 Prozent betragen, wird bei uns erst ab 6 bis 8 Prozent Feuchtegehalt geerntet und danach wird sofort gereinigt, um auch den maximal möglichen Besatz von 2 Prozent einhalten zu können. Dies hat unmittelbar Einfluss auf die Qualität der Ölsaat und auf den erzielbaren Preis. Wir haben in der Zusammenarbeit mit der Ölmühle gute Erfahrungen gemacht, die Einhaltung der Qualitätskriterien ist aber sehr wichtig.

2.2 Sommerraps

(*Brassica napus* L. var. *napus* ssp. *oleifera*)

Die Winter- und Sommerform von Raps unterscheiden sich hinsichtlich ihres genetisch festgelegten Kältebedürfnisses (Vernalisation). In südlichen, wärmeren Gebieten Europas kann der Sommerraps auch als Winterfrucht angebaut werden. Weltweit spielt der Anbau der Sommerform eine größere Rolle als der von Winterraps. Hauptanbauregionen sind Südostasien und Nordamerika. In Deutschland ist der Sommerrapsanbau von untergeordneter Bedeutung. Der Winterraps ist ertragsstabiler und in der Ertragshöhe überlegen.

Der Sommerraps zeigt tendenziell einen hohen Schädlingsbefall. In zweijährigen Untersuchungen von PAULSEN & SCHOCHOW (2007) an den Standorten Gülzow, Trendhorst, Wilmersdorf und Pfaffenhofen kam es durch starken Rapsglanzkäferbefall zu einem vollständigen Blüten- und Schotenverlust. Für den ökologischen Anbau scheint der Sommerraps weniger geeignet zu sein.

Botanik

Die botanischen Merkmale entsprechen denen des Winterrapses. Das Gleiche gilt für die Zusammensetzung des Öles. Die Ölgehalte sind etwas geringer als die der Winterform.

Ansprüche an Boden und Klima

Sommerraps stellt weniger Ansprüche an die Bodenbeschaffenheit als der Winterraps. Es sind alle Standorte außer Böden mit schlechtem Wasserhaltevermögen und mit niedrigem pH-Wert geeignet. Eine ausreichende Wasserversorgung ist sehr wichtig. Wenn Grundwassernähe vorhanden ist, kann der Sommerraps auch auf leichten Sandböden mit Ackerzahlen um 20 angebaut werden. Auf sehr schweren Böden sollte der Anbau vermieden werden.

Fruchtfolge

Es gelten die Grundsätze wie beim Winterrapsanbau. Gesamtanteile an Kruziferen von über 25 Prozent in der Fruchtfolge sollten vermieden werden.

Sorten

Im Vergleich zur Winterform stehen von Sommerraps deutlich weniger Sorten zur Verfügung. Bei der Sortenwahl kommt es vorrangig auf das Ertragsvermögen und den Ölgehalt an. Die meisten Sorten sind kurz im Wuchs und ausreichend standfest. Auch beim Blühbeginn und der Reife liegen in den meisten Fällen nur graduelle Unterschiede zwischen den Sorten vor.

Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung

Die Winterfurche ist vorteilhaft und die Saatbettbereitung entspricht derjenigen für Winterraps, d. h. es wird ebenfalls die Schaffung eines feinkrümeligen Saatbettes angestrebt.

Aussaat

Die Aussaat sollte so zeitig wie möglich erfolgen, in günstigen Lagen ab Mitte März, ansonsten in der ersten April-Dekade. Der Grund für den frühen Aussaattermin liegt im Langtagscharakter der Pflanze. Bei früher Aussaat wird unter den noch kürzeren Tageslängen die notwendige vegetative Pflanzenmasse gebildet, bevor mit zunehmender Tageslänge der Übergang zur Blütenbildung erfolgt.

Sommerraps keimt schon bei Bodentemperaturen von 2 bis 3°C, ist jedoch im Keimblattstadium gegenüber Frösten von unter -4°C sehr empfindlich. Eine frühzeitige Aussaat an frostgefährdeten Standorten ist daher nicht ratsam. Die Saatmenge liegt zwischen 100 und 120 Körnern/m² bei einer Saattiefe von 2 cm. Die gegenüber dem Winterraps höhere Aussaatmenge beruht darauf, dass sich die Einzelpflanzen weniger verzweigen. Daher sollten auch engere Reihenweiten angestrebt werden.

Bestandesführung

Der Sommerraps hat einen deutlich geringeren Stickstoffbedarf als Winterraps. Der Bedarf an Bor und Schwefel ist aber ebenfalls hoch. Die Verunkrautungsgefahr, besonders die einer Spätverunkrautung, ist groß. Sommerrapsbestände können ab dem zweiten Laubblattpaar gestriegelt werden.

Krankheiten und Schädlinge

Von den Schädlingen sind Erdflöhe, Rapsglanzkäfer, Kohlschotenrüssler und Kohlschotenmücken von Bedeutung. Von den Krankheiten treten Weißstängeligkeit und Rapsschwärze auf.

Ernte

Die Ernte erfolgt, wenn die Körner hart und dunkelbraun sind und in den Schoten rascheln (Kornfeuchte < 12 Prozent). Der Mähdrusch sollte mit hoher Stoppel und möglichst mit einem Rapschneidwerk erfolgen. Die oft mit der Weizen-ernte zeitgleiche Ernte ist arbeitswirtschaftlich ungünstig. Nach der Ernte ist eine sorgfältige Stoppelbearbeitung notwendig, um den Ausfallraps zu bekämpfen.

Bewertung der Anbaumöglichkeiten für Sommerraps

Vorteile	Nachteile
hohe Qualität des Öles (hoher Gehalt an Ölsäure)	Ertragsleistungen geringer als von Winterraps
Nährstoffanspruch geringer als von Winterraps	hohe Verunkrautungsgefahr
Möglichkeit des Einsatzes als Kraftstoff	starke Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen (hohe Ertragsunsicherheit)

2.3 Sonnenblumen (*Helianthus annuus L.*)

Die Sonnenblume stammt aus dem südwestlichen Teil Nordamerikas. Der Anbau in Süddeutschland begann im Jahr 1986 und dehnte sich danach weiter aus. Die Verwendung aus landwirtschaftlichem Anbau erfolgt überwiegend zur Ölgewinnung (kaltgepresstes Sonnenblumenöl), aber auch zur Schälnutzung (Sonnenblumenkerne). Für den ökologischen Landbau ist die Sonnenblume eine interessante Kultur, da ihre Nährstoffbedürftigkeit mit Ausnahme eines hohen Kaliumbedarfes vergleichsweise gering ist. Nachteilig sind die Anfälligkeit gegenüber Schadpilzen und ihre späte Abreife. Weitere wichtige Anbauinformationen können Sie unter www.lfl.bayern.de/ erhalten.

Botanik

Die Sonnenblume ist eine einjährige Pflanze aus der Familie der Korbblütler. Die Variabilität der morphologischen und physiologischen Merkmale ist groß, so hinsichtlich der Wurzel- und Stängelänge sowie des Blütenstandes. Die Pfahlwurzel ist mit vielen langen und verzweigten Seitenwurzeln besetzt. Sie reagiert aber sehr empfindlich auf Bodenverdichtungen. Die Stängelhöhe der heutigen Kultursorten erreicht 1,50 bis 2,50 m und die Blätter sind gestielt, behaart und herzförmig. Die jungen Blätter und der junge Blütenstand folgen tagsüber dem Gang der Sonne. Danach zeigt der Korb in südöstliche Richtung, wodurch die sich bildenden Kerne vor starker Sonneneinstrahlung geschützt werden. In der Regel besitzen die Stängel nur einen endständigen Blütenkorb mit Zungen- und Röhrenblüten. Die Befruchtung erfolgt zum überwiegenden Teil über Fremdbefruchtung. Drei Tage nach der Befruchtung setzt die Fettsynthese ein, die durch ein lange aktiv bleibendes Blattwerk gefördert und durch Trockenheit gehemmt wird.

Bei den Samen unterscheidet man zwischen dem Öltyp mit meistens schwarzer Samenschale und

hohen Ölgehalten und dem Speisetyp mit meistens braun-weiß oder schwarz-weiß gestreifter, dickerer Samenschale und höherer TKM. Der Schalenanteil kann z. T. erheblich variieren. Die Vegetationszeit beträgt ca. 150 Tage.

Ölgehalt und -qualität

Der Ölgehalt der Frucht liegt bei ungeschälter Saat zwischen 40 und 50 Prozent. Nach der Schälung weisen die Kerne Gehalte von 55 bis 65 Prozent auf. Die Hauptfettsäure der Sonnenblume ist die Linolsäure. Der Anteil an Linolsäure steigt mit abnehmenden Reifetemperaturen und ist daher in nördlichen Anbauzonen höher. Demgegenüber sinkt der Ölsäuregehalt. Die Normalsorten weisen folgende Fettsäurezusammensetzung auf:

◆ Ungesättigte Fettsäuren:

α-Linolensäure (Omega-3-Fettsäure) Spuren

Linolsäure (Omega-6-Fettsäure) 44–70 Prozent

Ölsäure (Omega-9-Fettsäure) 14–43 Prozent

◆ Gesättigte Fettsäuren: < 15 Prozent.

Ansprüche an Boden und Klima

Die Ansprüche an den Boden sind vergleichsweise gering. Für den Anbau eignen sich besonders tiefgründige, gut strukturierte Böden mit einer hohen Wasserspeicherfähigkeit. Die Sonnenblume hat im Gegensatz zum Raps ihren Hauptwasserbedarf während der warmen, niederschlagsärmeren Jahreszeit. Schwer erwärmbare (tonreiche) und sehr leichte Böden sind nicht geeignet.

Sonnenblumen benötigen für ihr Wachstum ausreichend Wärme. Die Anbauggebiete sollten eine Durchschnittstemperatur zwischen Mai und September von 15,5 °C aufweisen. Prinzipiell kann ein Anbau dort erfolgen, wo Körnermais der mittelfrühen Reifegruppe angebaut wird. Die Frosthärte bis zum 4-Blatt-Stadium der Sonnenblume beträgt –2 °C. Der Wasserbedarf liegt bei etwa 400 mm. Die für Wassermangel sensibelste Phase beginnt mit dem Knospenstadium und endet nach Abschluss der Blüte.

Zum Ausreifen brauchen die Pflanzen trockene Bedingungen, sodass Niederschläge im September häufig die Ernte gefährden. Unter diesen Bedingungen befallen Pilze und Bakterien die Sonnenblumen und die kranken Körbe und Stängel knicken vorzeitig um.

Fruchtfolge

Alle Getreidearten sind sehr gute Vorfrüchte für Sonnenblumen, Hackfrüchte sind ebenfalls geeignet. Sie sollten allerdings nicht zu viel N im Boden hinterlassen. Leguminosen, Grünlandumbrüche und Feldgemüse müssen als Vorfrüchte ausscheiden, da aufgrund hoher N-Mengen im Boden und der hohen N-Nachlieferung des Bodens Reifeverzögerungen und verstärkter Krankheitsdruck zu erwarten sind.

An fruchtfolgeabhängigen Krankheiten können *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinera* und *Verticillium dahliae* auftreten. Diese Pilzkrankheiten befallen auch Raps und Körnerleguminosen, Tabak und einige Gemüsearten. Daher scheiden diese Fruchtarten als direkte Vorfrüchte aus. Weiterhin darf die Anbaukonzentration der Raps-, Sonnenblumen- und Körnerleguminosenfläche in einer Fruchtfolge 25 Prozent nicht überschreiten und Anbaupausen von vier Jahren sollten eingehalten werden. Sonnenblumen besitzen selbst einen hohen Vorfruchtwert, der etwa dem von Hackfrüchten entspricht. Nachteilig kann sich ein Durchwuchs in der Folgefrucht auswirken. Sonnenblumensaat bleibt zwei bis drei Jahre im Boden keimfähig.

Sorten

Deutliche Sortenunterschiede bestehen beim Korn-ertrag, Ölgehalt, der Reifezeit und der Tausend-kornmasse. Die meisten Sorten zeichnen sich durch eine geringe Lagerneigung aus. Bei der Sortenwahl sollte besonders auf eine sichere Reife in Abhängigkeit von den Standortbedingungen geachtet werden. Später reifende Sorten haben zwar

ein höheres Ertragspotenzial, kommen aber nur für günstige Körnermaisstandorte infrage. Einige Sorten weisen eine etwas höhere Toleranz gegen *Botrytis* und *Sclerotinia* auf, bei ungünstiger Witterung bleiben aber auch diese nicht befallsfrei.

Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung

Sonnenblumen benötigen ein feinkrümeliges und gut abgesetztes Saatbett und die Saatbettbereitung sollte bodenschonend und wassersparend durchgeführt werden. Der Saatbettbereitung geht in der Regel eine Winterfurche voraus. Nur auf zur Verschlammung neigenden Lössböden ist eine Frühjahrsfurche vorzuziehen. Vor der Saatbettbereitung sollte der Boden gut abgetrocknet sein, damit eine optimale Bearbeitung erfolgen kann. Das Saatbett sollte einen gleichmäßigen Bodenschluss in 4 bis 5 cm Tiefe aufweisen.

Aussaat

Für die Aussaat muss der Boden gut abgetrocknet und auf Bodentemperaturen von 6 bis 8 °C erwärmt sein. Die Aussaatstärke bewegt sich zwischen 75 000 und 80 000 Körnern/ha. Die Saattiefe sollte gleichmäßig 4 bis 5 cm betragen. Bei Verschlammungsgefahr ist eine etwas flachere Ablage günstiger zu beurteilen. Nach der Saat schafft ein Walzengang gute Voraussetzungen für die folgende mechanische Pflege.

Die optimale Bestandesdichte liegt bei 6 bis 8 Pflanzen/m², ist jedoch stark von regionalen Bedingungen abhängig. Zuschläge bis 15 Prozent zur Aussaatstärke sind möglich (ungünstige Aussaatbedingungen, Striegelverluste). Die Reihenabstände sollten 40 bis 50 cm betragen und müssen an die Hacktechnik angepasst werden. Bei größeren Reihenabständen stehen die Pflanzen zu eng in der Reihe und bilden zu schwache Stängel aus, sodass bei stürmischem Wetter Bruchgefahr besteht. Sonnenblumen sind auch sehr empfindlich gegen Hagel, deshalb ist eine Hagelversicherung empfehlenswert.

Bestandesführung

Nach dem Auflaufen der Pflanzen entwickelt sich zunächst das Wurzelsystem und in den ersten 30 bis 40 Tagen weisen die Sonnenblumen nur einen geringen täglichen Trockenmassezuwachs auf. Bis zum 5- bis 6-Blatt-Stadium sind sie sehr empfindlich gegenüber der Konkurrenz von Unkräutern.

Nach der Aussaat kann vorsichtig blind gestriegelt werden. Ein erneutes Striegeln wird möglich, wenn sich zwei Laubblattpaare (BBCH 14) gebildet haben. Günstig für einen Striegeleinsatz sind Nachmittagsstunden mit hohen Lufttemperaturen und starker Sonneneinstrahlung. Das Pflanzengewebe verfügt dann über einen geringen Zellinnendruck, sodass wenig Pflanzen beim Striegeln abbrechen. Geringe Verluste von 5 bis 8 Prozent sollten aber als Ausgleich bei der Aussaat einkalkuliert werden. Bei Reihenabständen von 30 bis 75 cm können die Bestände danach gehackt werden. Hier muss auch sehr schonend gearbeitet werden. Später ist ein Anhäufeln in der Reihe günstig. Dazu können die Hackschare von der Kartoffeltechnik oder die Rollhacke genutzt werden.

Bis zum Blühbeginn bildet sich etwa die Hälfte der gesamten Trockenmasse aus. Die Sonnenblume zählt zu den C3-Pflanzen, sie weist aber in der Jugendphase sehr hohe CO_2 -Fixierungsraten auf und erreicht fast Werte wie die C4-Pflanze Mais. Die Gründe dafür liegen in den zahlreichen und großen Spaltöffnungen auf der Ober- und Unterseite des Blattes und in der Ausrichtung der jungen Blätter nach der Sonne, wodurch die Lichtabsorption höher ist (PASDA & DIEPENBROCK 1990). Die hohe Nettphotosyntheserate hat aber einen hohen Wasserverbrauch in dieser Entwicklungsphase zur Folge.

Nährstoffaufnahme und Trockenmassebildung

Sonnenblumen zeigen eine starke Wurzelentwicklung und weisen eine intensive Durchwurze-

lung des Bodens auf. Dadurch können die Nährstoffe auch aus tiefer liegenden Bodenschichten gut aufgenommen werden. Der Stickstoffbedarf der Sonnenblume liegt ähnlich hoch wie beim Winterraps, aber durch die hohe Nährstoffanreicherung besteht fast kein direkter Düngebedarf. Auf gut strukturierten, biologisch aktiven Böden wird der Stickstoffbedarf über die Mineralisierung des Bodens gedeckt. Auf leichteren und schwer erwärmbaren Böden kann eine Düngung in Erwägung gezogen werden. Eine mittlere Stallmistgabe mit gut verrottetem Stallmist oder eine Güllegabe von ca. 20 m³/ha Rindergülle sind im Herbst des Vorjahres möglich. Die verfügbare N-Menge darf aber 80 kg/ha nicht überschreiten, da es sonst zu einer Beeinträchtigung der Standfestigkeit, einem erhöhten Krankheitsrisiko und zu Ernteverzögerungen kommen kann. Güllegaben vor der Saat können Strukturschäden des Bodens hervorrufen, auf die die Sonnenblume empfindlich reagiert (HUGGER 1989). Der größte N-Bedarf besteht besonders in der Zeit ab dem 4-Blatt-Stadium bis zur Blüte, und die Hauptspeicherorte sind der Stängel und die Blätter. Ab der Blüte wird der wachsende Stickstoffbedarf der Körner aus diesen Reserven, vor allem aus den Blättern gedeckt. Die Größe und die Blattflächen der Blätter sind für die Ertragsbildung von Bedeutung. Aus den oberen Blättern werden 75 Prozent der gebildeten Assimilate in den Blütenstand geleitet.

Sonnenblumen haben einen sehr hohen Bedarf an Kalium. Aus diesem Grund sollte auf die ausreichende Versorgung des Bodens geachtet werden (mindestens Versorgungsstufe B) und eine Grunddüngung mit Kalium kann gut vor Sonnenblumen erfolgen.

Die Kaliumeinlagerung erfolgt hauptsächlich in den Stängel und in geringerem Ausmaß in den Korbblättern. Dagegen werden nur geringe Mengen in den Körnern gefunden. Daraus resultiert, dass eine hohe Rückführung der Nährstoffe über

die Ernte- und Wurzelrückstände erfolgt. Ebenfalls ist auf eine gute Versorgung mit Bor und auf einen ausreichenden Kalkgehalt des Bodens zu achten. Die optimalen pH-Bereiche liegen zwischen 6 und 7,2.

Ernte

Die Sonnenblumenkerne reifen vom äußeren Ring zum Zentrum. Die inneren Früchte sollten genügend ausreifen, um einen hohen Ölgehalt sicherzustellen. Mit fortschreitender Reife hängen die Köpfe über und die Blätter beginnen abzusterben. Die Korbunterseite färbt sich braun bis braunschwarz.

Der Erntetermin ist erreicht, wenn die Körner bei der Nagelprobe knacken, d. h. die Samenschale ist verholzt und hart und das Korn ist noch weich. Die Erntefeuchte der Früchte muss unter 20 Prozent betragen, die optimale Feuchte liegt im Bereich zwischen 15 und 17 Prozent. Die Körner der Schälsonnenblumen dürfen nicht braun werden und sind damit noch empfindlicher als Öl-Sonnenblumen.

Die Ernte kann mit einem herkömmlichen Mäh-drescher erfolgen, der umgerüstet wird. Dazu werden Schiffchen am Messerbalken montiert und jedes zweite Haspelzinkenrohr wird entfernt. Die übrigen Zinken müssen abgedeckt werden. Die Dreschtrommeldrehzahl ist zunächst niedrig zu wählen (500 bis 700 U/min). Manche Bestände erlauben auch höhere Drehzahlen. Der Drusch muss aber sehr schonend erfolgen, damit die Schale der Körner nicht beschädigt wird. Es gibt auch spezielle Sonnenblumen-Schneidwerke und Umrüstmöglichkeiten für den Maispflückvorsatz.

Qualitätsanforderungen

Folgende Qualitätskriterien müssen eingehalten werden:

- 44 Prozent Ölgehalt
- 9 Prozent Feuchte
- < 2 Prozent Besatz
- < 2 Prozent freie Fettsäuren.

Die Bildung freier Fettsäuren beruht darauf, dass die den Körnern anhaftenden Mikroorganismen fettspaltende Enzyme enthalten. Diese bilden unter feuchtwarmen Bedingungen gesättigte und ungesättigte freie Fettsäuren. Die ungesättigten Fettsäuren oxidieren sehr rasch (ranziger Geruch).

Freie Fettsäuren entstehen vor allem bei:

- längerer Lagerung von feuchtem Erntegut
- hohem Anteil botrytisbefallener Körner
- hohem Anteil an feuchtem Fremdbesatz.

Die Lagerfähigkeit ist bei 8 bis 9 Prozent Wassergehalt erreicht und zur Trocknung können alle Trocknerbauarten genutzt werden. Bei Feuchtegehalten über 20 Prozent sollte mit Durchlauf-trocknern gearbeitet werden. Grundsätzlich ist das Erntegut vor der Trocknung zu reinigen, da Stängelteile, Korbreste oder anderer Fremdbesatz die Trocknung erschweren. Die Trocknungstemperatur darf 70°C nicht übersteigen. Das Erntegut kann dann bei Luftfeuchten um 60 Prozent und Temperaturen unter 25°C gelagert werden.

Bewertung der Anbaumöglichkeiten für Sonnenblumen

Vorteile	Nachteile
hohes Ertragspotenzial vorhanden	Klimaanspruch (warmes, trockenes Klima)
hohe Qualität des Öles (hoher Gehalt an Linolsäure)	Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen (Ertragsunsicherheit)
geringer Stickstoffdüngungsbedarf	späte Abreife

Erfahrungsbericht Öko-Sonnenblumenbau

In der Nähe von Dresden bewirtschaften wir einen Familienbetrieb. Die vorherrschenden Böden sind Lehm Böden mit durchschnittlichen Ackerzahlen von 60. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 9 °C und die durchschnittlichen Niederschläge liegen bei 600 mm. In unserem Betrieb bauen wir neben Getreide, Körnerleguminosen, Kartoffeln und Feldfutter seit neun Jahren Sonnenblumen in einem Umfang von ca. 20 Hektar an. Die Sonnenblume passt gut in unsere Fruchtfolge und hat eine günstige Wirkung auf den nachfolgenden Perserklee, der dann wiederum eine gute Vorfrucht für den Winterweizen ist.

Über die Jahre haben wir verschiedene Formen des Anbaus im Hinblick auf die Bodenbearbeitung und Unkrautregulierung ausprobiert und auch verschiedene Zwischenfrüchte genutzt. Die Sonnenblumen stehen in abtragender Stellung in der Fruchtfolge nach Triticale. Nach der Getreideernte wird gepflügt und nach dem Einsatz der Kreiselegge werden Sommerwicken gesät, die bis zum nächsten Frühjahr auf dem Feld verbleiben.

In den abgestorbenen Bestand erfolgt dann im Frühjahr die Aussaat der Sonnenblumen. Dazu wird mit Flachschargrubber und Kreiselegge der Boden vorbereitet und gesät wird im Lohnverfahren mit der Einzelkornsämaschine. Die Aussaat darf nicht zu früh erfolgen, damit keine Frostschäden auftreten. Je nach Entwicklungsstand werden aber von den Pflänzchen bis zu -4 °C kurzzeitig vertragen, sodass Ende April bis Anfang Mai gesät wird. Die Aussaatmenge beträgt 9 Pflanzen/m², um Verluste bei der mechanischen Unkrautregulierung auszugleichen und angestrebte Bestandesdichten von 7 bis 8 Pflanzen/m² zu erreichen. Die Reihenabstände betragen 50 cm, damit die Rübenhacke eingesetzt werden kann. Als sehr wichtig sehen wir es an, dass nach der Aussaat angewalzt wird.

Zur Unkrautregulierung erfolgen ca. drei Einsätze mit dem Hackstriegel und ca. zwei Einsätze mit der Rübenhacke. An Krankheiten und Schädlingen traten bisher kaum nennenswerte Probleme auf, aber es gibt Verluste durch den Fraß von Ringeltauben. Bei sehr feuchten Bedingungen kann auch *Botrytis* (Graufäule) auftreten. Die Ernte erfolgt im Lohndrusch in Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen Mitte bis Ende September. Danach wird das Erntegut zwei- bis dreimal gereinigt und auf Feuchtigkeitsgehalte von 8 bis 9 Prozent getrocknet. Wir verfügen über eine eigene Belüftungstrocknungsanlage.

Die erzielten Erträge liegen zwischen 20 und 40 dt/ha und die weitere Vermarktung erfolgte bisher über die Erzeugergemeinschaft ÖBS.

Nach der Ernte bleiben die Sonnenblumenstopeln über den Winter stehen und werden dann im Frühjahr mit dem Dyna-Drive flach eingearbeitet. Als Nachfrucht hat sich bei uns Perserklee bewährt. Der erste Schnitt erfolgt als Schröpfschnitt. Damit wird der Durchwuchs beseitigt und in dem nach Perserklee folgenden Winterweizen treten keine Durchwuchsprobleme auf.

2.4 Öllein (*Linum usitatissimum* L.)

Leinöl weist viele nützliche Eigenschaften auf. Ökologisch erzeugter Öllein findet vorrangig im Nahrungsmittelbereich Verwendung. Bei frisch gepressten Speiseölen liegt ein gewisser Bedarf vor und das Leinöl besitzt eine hohe biologische Wertigkeit. Aufgrund des hohen Anteils an Alpha-Linolensäure ist die Haltbarkeit allerdings begrenzt. Leinsamen werden in der Backwarenindustrie und als diätetisches Erzeugnis im Reformhausbereich genutzt. Sie enthalten Ballaststoffe, Protein und Schleimstoffe und finden auch als Heilmittel in der Human- und Tierernährung Verwendung.

Für den ökologischen Anbau eignet sich der Öllein aufgrund seines relativ geringen Nährstoffbedarfes und seiner relativen Anspruchslosigkeit, dem gegenüber stehen die geringe Unkrautunterdrückungskraft und die hohen Ansprüche an die Qualität. Aktuelle Anbauhinweise finden Sie unter www.tll.de/ainfo/.

Botanik

Lein gehört zur Familie der Leingewächse und ist eine einjährige Pflanze. Öl- und Faserlein entstanden durch Auslese und unterscheiden sich wegen der unterschiedlichen Nutzung in der Stängelhöhe beträchtlich. Der Nutzungstyp Öllein erreicht Wuchshöhen zwischen 50 und 80 cm. Die Verzweigung beginnt im oberen Drittel der Pflanze. Die Blätter sind schmal bis lanzettlich und einzeln angeordnet. Der Lein blüht meistens blau, aber auch weiß oder rosa und er ist ein Selbstbefruchter. Die Samen sitzen in einer Kapsel, die in fünf Fächer mit je zwei Samen unterteilt ist. Die Wurzel ist dünn, wenig verzweigt und hat einen geringen Tiefgang. Die Vegetationszeit beträgt ca. 120 Tage.

Ölgehalt und -qualität

Der Ölgehalt der Samen liegt zwischen 30 und 45 Prozent. Von den Pflanzenölen besitzt Leinöl den höchsten Gehalt an Alpha-Linolensäure.

Darüber hinaus sind im kaltgepressten Öl die Vitamine A und E enthalten. Die Sorten weisen folgende Fettsäurezusammensetzung auf:

- ◆ Ungesättigte Fettsäuren:
 - α-Linolensäure (Omega-3-Fettsäure) 40 – 68 Prozent
 - Linolensäure (Omega-6-Fettsäure) 10 – 30 Prozent
 - Ölsäure (Omega-9-Fettsäure) 15 – 30 Prozent
- ◆ Gesättigte Fettsäuren: < 8 Prozent.

Boden und Klima

Der Öllein eignet sich für den Anbau sowohl für maritime Klimlagen als auch für warme und trockene Standorte. Zur Förderung der generativen Entwicklungsphase benötigt er Langtagsbedingungen (14 bis 16 Stunden). Sein Wärmebedarf ist ähnlich dem der Sonnenblume, d. h. die Anbaugelände sollten Durchschnittstemperaturen zwischen Mai und September von 15,5 °C aufweisen. Überwiegend wird die Sommerform des Ölleins angebaut.

Der Lein stellt keine großen Ansprüche an den Boden. Für den Anbau eignen sich vor allem tiefgründige, lehmige Sande und sandige Lehme. Sandige Böden und flachgründige Verwitterungsböden können nur genutzt werden, wenn die Wasserversorgung von Mai bis Juni gesichert ist. Für ausreichende Erträge sind Mengen von ca. 120 mm in den beiden Monaten notwendig. Staunässe- oder verschlammungsgefährdete Standorte sind für einen Anbau ungeeignet. Auf mittleren und schweren Böden ist ein pH-Wert von 6 bis 7, bei leichteren Standorten ein pH-Wert von 5,5 anzustreben.

Fruchtfolge

Der Lein ist sehr stark selbstunverträglich, Anbaupausen von mindestens fünf Jahren müssen eingehalten werden. Ansonsten kommt es zur »Leinmüdigkeit«, die durch das Auftreten von Pilzen und Bakterien sowie Wurzelabscheidungen bedingt wird.

Sehr gute Vorfrüchte sind Sommergerste, Winterweizen, Wintergerste und Mais, gute Vorfrüchte sind Kartoffeln und Zuckerrüben. Leguminosen, Raps und Sonnenblume sollten nicht als Vorfrüchte genutzt werden. Die Fruchtfolgestellung von Öllein muss nach unkrautunterdrückenden Vorfrüchten erfolgen und der Anbau nach Leguminosen wird wegen zu hoher N-Nachwirkung nicht empfohlen. Darüber hinaus sollten Erbsen keine Vor- und Nachfrucht sein, da *Fusarium* ssp. übertragen werden kann.

Sorten

Wesentliche Kriterien bei der Sortenwahl sind der Korn- und Ölertrag, die Standfestigkeit und Reifeverzögerung des Strohs sowie die Kornfarbe. Für die Erzeugung von Speiselein werden gelbsamige Sorten genutzt. Sie sind den braunsamigen Sorten im Ertrag meistens unterlegen. Bei Öllein ist ein Ölgehalt von 38 Prozent gewünscht, der aber von einzelnen Sorten nicht immer erreicht wird. In feuchten Jahren kann es durch eine Reifeverzögerung des Strohs zu Problemen beim Drusch kommen. Gleichmäßig abreifende Sorten sollten daher in Regionen mit unsicheren Erntebedingungen vorrangig eingesetzt werden. Die Sortenwahl wurde in den letzten Jahren teilweise durch die Saatgutverfügbarkeit bestimmt.

Bodenbearbeitung

Bei einer Getreidevorfrucht sollte nach der Ernte eine Stoppelbearbeitung erfolgen, um Unkraut und Ausfallgetreide zur Keimung anzuregen und bekämpfen zu können. In der Regel folgt die Pflugfurche im Herbst mit einer Tiefe von 20 bis 25 cm. Sobald im Frühjahr der Boden befahrbar ist, erfolgt die Saatbettbereitung. Der Lein beansprucht ein feinkrümeliges und nicht verdichtetes Saatbett, da er sehr empfindlich auf Bodenverdichtungen und Verschlammungen reagiert. Deshalb sollte der Boden nach der Aussaat auch nicht angewalzt werden.

Aussaat

Die Aussaat des Leins sollte so früh wie möglich erfolgen. Die Langtagspflanze reagiert auf eine frühe Aussaat mit einer relativ langen Periode des vegetativen Wachstums bis zum Beginn der Blüte. Die Minimaltemperatur für die Keimung beträgt 2 bis 3 °C und Spätfröste in der Jugendentwicklung werden bis zu Temperaturen von -5 °C toleriert. Bei der Saatstärke haben sich unter normalen Bedingungen 450 bis 550 keimfähige Körner je m² bewährt.

Für Saatgutpartien mit einer mittleren Tausendkornmasse (TKM) von ca. 7 g und einer durchschnittlichen Keimfähigkeit von 90 Prozent ergibt sich somit eine Aussaatmenge von ca. 40 kg/ha. Unter ungünstigen Bedingungen ist ein Zuschlag von bis zu 10 kg/ha erforderlich (hoher Steinbesatz, Befallslagen mit Erdflöhe). Die optimale Saattiefe beträgt 2 bis 3 cm. Auf eine gleichmäßige Ablagetiefe ist zu achten. Der Reihenabstand sollte den Einsatz der Hacke ermöglichen.

Bestandesentwicklung und Düngung

Nach der Keimung entwickeln sich die Bestände nur langsam. Erst ab einer Wuchshöhe von 8 bis 10 cm beginnt ein rasches Längenwachstum. Der Lein besitzt daher nur eine geringe Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern, und der mechanischen Pflege kommt ein hoher Stellenwert zu. Aufgrund der flachen Aussaat kann aber kein Striegeleinsatz im Voraufbau erfolgen. Nach dem Aufgang müssen die Pflänzchen erst 5 cm Wuchshöhe erreichen, damit sie nicht verschüttet werden. Aus diesen Gründen sollte der Anbau mit Reihenabständen von über 30 cm erfolgen, damit die Scharhacke eingesetzt werden kann. Das erste Mal wird zu dem Zeitpunkt gehackt, wenn die Pflanzen an der Bodenoberfläche erscheinen. Nach Bedarf schließen sich weitere Arbeitsgänge an, die später durch den Striegel ergänzt werden können.

Versuche zum Anbau von Lein in Mischkultur mit Getreide oder Leindotter schlugen fehl, da der Lein stark verdrängt wurde. Auch Untersaaten verbesserten die Anbausicherheit nicht. Die Stickstoffbedürftigkeit von Öllein wird geringer eingestuft als von Winterraps, wobei beim Anbau auf leichteren Standorten eine Düngung im Herbst des Vorjahres in Betracht gezogen werden kann. Eine mittlere Stallmistgabe oder eine Güllegabe von ca. 20 m³/ha Rindergülle sind möglich. Güllegaben vor der Saat und direkte Güllegaben in den Bestand sollten nicht erfolgen, da dadurch möglicherweise die Standfestigkeit beeinträchtigt wird. Die höchste Stickstoffaufnahme erfolgt mit Beginn des Streckungswachstums. Öllein weist einen hohen Kupfer- und Zinkbedarf und einen mittleren Borbedarf auf. Eine Mikronährstoffdüngung (Cu, Zn, B) sollte nur auf Basis einer vorangegangenen Bodenuntersuchung bzw. Pflanzenanalyse erfolgen, wenn entsprechende Richtwerte unterschritten werden (siehe Kap. 2.5).

Ernte

Zum Druschtermin sind die Samen im Stadium Totreife. Sie rascheln in den braunen Kapseln, erzeugen ein klingendes Geräusch und können mit der Hand ausgerieben werden. Ihre Farbe ist glänzend braun und sie lassen sich nicht zwischen den Fingern zerdrücken. Der Feuchtegehalt der Samen sollte unter 15 Prozent liegen. Die Stängel sind zu diesem Zeitpunkt gelblich bis braun gefärbt. Grünes Stroh kann bei frühem Druschtermin durch extreme Wickelbildung im Schneid- und Dreschwerk erhebliche funktionelle und technische Störungen verursachen. Die Ernte kann mit allen gängigen Mähdreschern erfolgen, wobei eine Stoppelhöhe von ca. 25 bis 30 cm zu empfehlen ist. Um dem Wickeln des Leinstrohs entgegenzuwirken, muss das Schneidwerk mit scharfen Messern ausgerüstet sein, die Haspelumdrehung ist niedrig zu wählen und der

Korabstand sollte eng sein. Für einen gleichmäßigen Materialfluss im Schneid- und Dreschwerk ist eine zügige Fahrgeschwindigkeit notwendig. In den Morgen- und Abendstunden bzw. bei trübem Wetter wird der Drusch durch Taubildung erschwert. Höchste Reinheit bei Drusch und Aufbereitung sind anzustreben. In jedem Fall sind während des Mähdrusches die Einstellungen und das Druschergebnis zu überprüfen bzw. zu korrigieren.

Nachbehandlung, Aufbereitung und Vermarktung

Erntegut mit einer Feuchte von mehr als 10 Prozent ist grundsätzlich zu belüften und aufzubereiten sowie auf Werte von 7,6 bis 8 Prozent herunterzutrocknen. Öllein muss zur mittelfristigen Lagerung in der gesamten Partie eine Feuchte von 8 bis 9 Prozent erreichen. Der Schwermetallgehalt stellt ein wichtiges Kriterium dar und es gilt ein Grenzwert für Cadmium von 0,5 mg/kg Leinsaat. Der Anbau darf daher nur auf unbelasteten Böden erfolgen (Tab. 31). Möglichkeiten der Vermarktung von Öllein:

- Verkauf ab Feld
- Einlagerung und späterer Verkauf
- Einlagerung und Verfütterung im Erzeugerbetrieb.

Wenn die genannten Qualitätsanforderungen nicht eingehalten werden, ist mit Masseabzügen zusätzlich zu Reinigungs- und Trocknungskosten zu rechnen.

Tabelle 31 Standardqualität der Rohware für Öllein

	1. Speise-/Diätlein (Rohware)	2. Öllein zur Speiseöl- gewinnung (Rohware)	3. Futter-/Industrielein (Rohware)
Besatz (%)	< 10	< 10	< 15
verfärbte Samen (%)	< 4	< 8	-
Ölgehalt (%)	40	40	40 ¹⁾
Quellzahl	> 3,6	> 3,5	-
Linolensäureanteil (%)	> 51	> 51	> 51
Cd-Gehalt (mg/kg)	< 0,5	< 0,5	< 0,5
frei von lebenden und toten tierischen Schädlingen	✓	✓	-

¹⁾ Zielnorm: Ölgehalt 40 %

Bei einem Ölgehalt unter 40 % erfolgt ein finanzieller Abschlag in Höhe von 1,5 % des Grundpreises.

Bewertung der Anbaumöglichkeiten für Öllein

Vorteile	Nachteile
geringe Ansprüche an Standort (bei ausreichender Wasserversorgung auch Anbau auf Sandböden)	geringe Konkurrenzkraft gegen Unkräuter
hohe Qualität des Öles (hoher Gehalt an Alpha-Linolensäure)	hoher Anspruch an die Qualität der Rohware für den Lebensmittelbereich
diätetisches Lebensmittel	für industrielle Nutzung keine Ökoqualität notwendig

2.5 Weißer Senf (*Sinapis alba*), Brauner Senf oder Sareptasenf (*Brassica juncea*), Schwarzer Senf (*Brassica nigra*)

Insgesamt sind über 40 Senfarten bekannt. Für die Speisesenfherstellung und als Gewürz sind für Mitteleuropa besonders der Weiße Senf, der Braune Senf (auch als Sareptasenf bezeichnet) und der Schwarze Senf geeignet. Der Schwarze Senf dient auch als Heilpflanze. Die für die speiseverarbeitende Industrie in Deutschland benötigten Senfkörner stammen heute überwiegend aus Importen vor allem aus Kanada, Ungarn und Holland. In den neuen Bundesländern wurden bis zum Jahr 1989 ca. 1 200 Hektar Sareptasenf und 5 000 Hektar Weißer Senf angebaut. Nach 1990 kam der Anbau völlig zum Erliegen. Mittlerweile zeichnet sich besonders für den ökologischen Anbau eine Wiederaufnahme des Anbaus ab. Senfhersteller suchen Anbauer und fördern den Anbau mit Abnahmeverträgen. Ein weiterer Bereich des Anbaus ist die Saatguterzeugung, da der Weiße Senf bzw. Gelbsenf als Zwischenfrucht angebaut wird und durch sein schnelles Wachstum sehr verbreitet ist. Spezielle Hinweise zum Anbau können unter www.tll.de/ainfo/pdf/senf0705.pdf und www.smul.sachsen.de/lfulg abgerufen werden.

Botanik

Die drei Senfarten weisen sehr ähnliche Merkmale auf (Tab. 32), die Verwandtschaftsverhältnisse zeigt Abbildung 8. Der Weiße Senf unterscheidet sich von den beiden Brassicaarten durch die borstige Behaarung der kantigen Stängel und Blattunterseiten. Die Schoten sind ebenfalls behaart und stehen fast rechtwinklig zum Stängel. Der Samen ist gelb. Die Bezeichnung Weißer Senf ist aus dem wissenschaftlichen Artnamen abgeleitet. In der Praxis wird er meistens aufgrund der leuchtend gelben Blüten als Gelbsenf bezeichnet.

Ölgehalt und -qualität

Der Ölgehalt der Samen liegt zwischen 22 und 42 Prozent und variiert damit stark. Die Fettsäurezusammensetzung der drei Arten ist unterschiedlich. Der Anteil an Erucasäure ist hoch und kann 30 bis 45 Prozent betragen. Das als Nebenprodukt anfallende Senföl wird in der chemischen Industrie als Rohstoff für Gleit- und Schmiermittel genutzt.

Ansprüche an Boden und Klima

Die drei in Deutschland anbauwürdigen Senfarten weisen ähnliche Anbauansprüche auf. Als Pflanzen des gemäßigten Klimas sind warme, mäßig feuchte Bedingungen am günstigsten. Der Braune Senf stellt etwas höhere Ansprüche an die Temperatur als die anderen beiden Arten. Optimal wachsen sie auf Böden, die sich schnell erwärmen, aber auch in der Wachstumsperiode gleichmäßig Wasser zur Verfügung stellen. Außerdem sollten die Böden ausreichend mit Nährstoffen und Kalk versorgt sein, sodass Muschelkalkverwitterungsböden, Lößlehme und schwere alluviale Böden für den Anbau geeignet sind. Sehr trockene Böden und Standorte mit Staunässe scheiden für den Anbau aus.

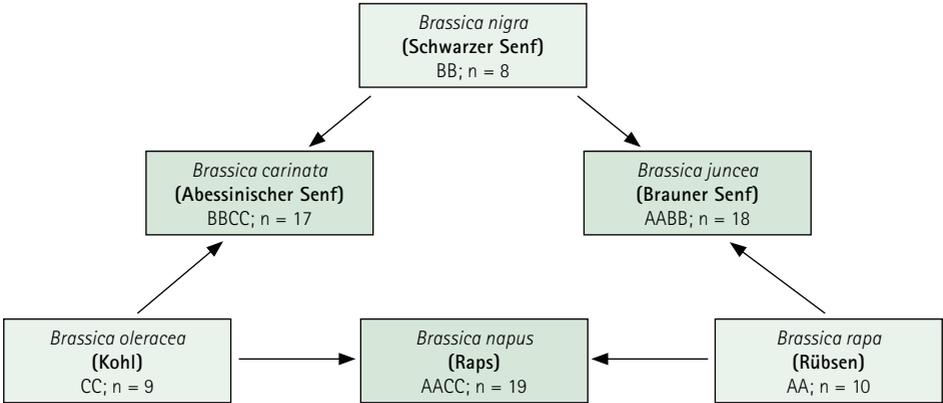
Fruchtfolge

In der Fruchtfolge steht der Senf meistens nach Getreide. Er verfügt über ein hohes Nährstoffaufschließungsvermögen und hat daher selbst einen geringen Vorfruchtwert.

Sorten

Für den Anbau stehen Sorten für Weißen Senf, bekannt auch als Gelbsenf, und Sareptasenf zur Verfügung. Die Ertragsleistungen von Sareptasenf liegen deutlich unter denen von Gelbsenf und die Ertragsschwankungen und auch das Anbauisiko sind deutlich höher. Das höhere Ertragspotenzial von Gelbsenf beruht auf einem besseren Schotenansatz, einer höheren Platzfestigkeit und

Abbildung 8 Verwandtschaftsverhältnisse in der Gattung Brassica



Quelle: ABEL (2006)

Tabelle 32 Botanische Merkmale der Senfarten

Merkmale	Weißer Senf <i>(Sinapis alba)</i>	Schwarzer Senf <i>(Brassica nigra)</i>	Sareptansenf bzw. Brauner Senf <i>(Brassica juncea)</i>
Heimat	vermutlich im Mittelmeerraum, in Deutschland seit dem Mittelalter eingeführt	ursprüngliche Heimat nicht eindeutig bekannt, von den Römern nach Mitteleuropa gebracht	im asiatischen Raum als eine Kreuzung aus Schwarzem Senf und Rübsen entstanden, in Deutschland erst seit dem 20. Jahrhundert angebaut
Wuchshöhe	30 – 150 cm	bis 190 cm	bis 150 cm
Blätter	grasgrün, gestielt; unterseits borstig behaart, eiförmig länglich, leierförmig – fiederteilig	grasgrün, gestielt; im unteren Bereich fiederlappig – fiederteilig mit 2 – 4 Lappen, im oberen Bereich spießförmig und schwach behaart	grasgrün, gestielt; im unteren Bereich leierförmig – fiederteilig, im oberen Bereich länglich – spitz und schwach behaart
Stängel	gerillt und mit Borsten besetzt	im oberen Bereich behaart, im unteren Bereich kahl, blau-grünlich verfärbt	siehe Schwarzer Senf
Blüte	schwefelgelb, 8 – 12 mm	intensiv gelb, 6 – 9 mm	hellgelb, 10 mm
Schoten	2 – 4 cm, Schotenklappen borstig behaart, 3 deutlich sichtbare Längsnerven	1 – 2,2 cm, Schotenklappen nicht behaart, vierkantig, von linearer Form, Schoten sind an den Stängel angedrückt	3 – 6 cm, Schotenklappen nicht behaart, Einschnürungen in der Schote
Samen	4 – 6 Samen/Schote, gelbe Samen	4 – 10 Samen/Schote, dunkelrotbraune Samen	4 – 10 Samen/Schote, braune Samen

Quelle: HEGI (o. J.), OBERDORFER (1990)

einer höheren TKM als Folge einer intensiven züchterischen Bearbeitung. Bei Sareptasenf und Schwarzem Senf fehlen diese Aktivitäten. Der Anbau von Senf wurde für Sachsen in Pommritz vorgenommen. Die erreichten Erträge lagen bei 24 dt/ha.

Aussaat

Senf braucht ein festes und feuchtes Saatbett und sollte möglichst früh ausgesät werden (ab Ende März), da sich dann kräftigere Pflanzen ausbilden. Zum Keimen benötigt Senf Temperaturen um 2 bis 3 °C, Nachtfröste bis -6 °C können problemlos überstanden werden. Die Pflanzen sind sehr schnellwüchsig. Von der Aussaat bis zur Fruchtreife vergehen ungefähr 100 bis 120 Tage.

Die Saatmenge liegt zwischen 8 und 10 kg/ha bei einer Saattiefe von 1 bis 2 cm. Der Anbau erfolgt mit der Getreidedrillmaschine in Reihenabständen von 12 bis 14 cm. Es werden 50 bis 60 Pflanzen/m² angestrebt.

Bestandesführung

Senf verfügt über eine sehr schnelle Jugendentwicklung. Der Weiße und Braune Senf beschattet bei engem Saatabstand schon bald nach der Keimung mit seinen Blättern den Boden und unterdrückt aufkeimende Unkräuter. In der Regel sind keine Unkrautregulierungsmaßnahmen notwendig. Eine gute Nährstoffversorgung ist Voraussetzung für eine optimale Pflanzenentwicklung. Daher sollte eventuell eine organische Düngung vor der Saat eingeplant werden.

Krankheiten und Schädlinge

An Schädlingen können Kohlerdföhe (*Phyllotreta* ssp.), Rapsglanzkäfer (*Meligethes aeneus*) und die Rübsenblattwespe (*Athalia rosae*) zu Ertragsausfällen führen. In Sachsen führte das Auftreten der Rübsenblattwespe zu starken Ertragsverlusten.

Ernte

Die Mähdruscheignung ist durch die Standfestigkeit, den festen Schotensitz und die Platzfestigkeit der Schoten sehr gut. Auch bei Überständigkeit treten kaum Verluste auf.

Qualitätsanforderungen

Die senfverarbeitende Industrie stellt hohe Anforderungen an die Qualität der Senfsaat (Tab.33). Für eine hohe Mehlausbeute in der Senfverarbeitung ist der Schalenanteil der Senfkörner von Bedeutung. Um den Schalenanteil möglichst gering zu halten, ist eine hohe TKM der Saat erforderlich. Dies lässt sich unter anderem durch eine optimale Ernährung sowie eine gleichmäßige Abreife des Senfbestandes regulieren. Der Ölgehalt und der Anteil an Erucasäure im Fettsäurespektrum sind weitestgehend in den Sorten genetisch fixiert.

Tabelle 33 Qualitätsanforderungen an Senfsaaten

Parameter	Einheit	Weißer Senf (<i>Sinapis alba</i>)	Sareptasenf oder Brauner Senf (<i>Brassica juncea</i>)
Besatz	%	< 2	< 2
Besatz anorganisch	%	< 0,5	< 0,5
Fremdsenfsaat	%	< 1	< 1
Wassergehalt	%	5 – 10	5 – 10
Tausendkornmasse (TKM)	g	> 5	> 2
Schalenanteil	%	< 15	keine Angabe
Aschegehalt	%	4,5 – 5,5	4,5 – 5,5
Eiweißgehalt	%	keine Angabe	< 33
Ölgehalt	%	25 – 40	25 – 40
Erucasäure im Öl	%	> 5	> 5
Allylsenföl	%	keine Angabe	> 0,9
Radioaktivität 137 Cs / 134 Cs	Bq/kg	< 10	< 10

Quelle: www.tll.de/ainfo/pdf/senf0403.pdf

Bewertung der Anbaumöglichkeiten für Senf

Vorteile	Nachteile
relativ anspruchslos, schnellwüchsig	Anbau nur mit Anbauverträgen
hohe Konkurrenzkraft gegen Unkräuter	hohe Anforderungen an die Qualität
Anbau zur Vermehrung als Zwischenfrucht	Anbau von Sareptasenf und Schwarzem Senf schwieriger

Erfahrungsbericht Anbau Weißer Senf

Wir bauen den Weißen Senf für die Senfherstellung im Vertragsanbau auf ca. fünf Hektar an. Auf unseren Lehmböden mit durchschnittlichen Ackerzahlen von 45 passt der Senf gut in unseren Betrieb. Er dient als Blattfrucht zur Auflockerung der Fruchtfolge und er ist eine anspruchslose Kultur, sodass er nach Getreide wie Winterroggen oder Hafer in abtragender Stellung stehen kann.

Nach der Getreideernte erfolgt die Stoppelbearbeitung und teilweise säen wir auch Phacelia als Zwischenfrucht. Danach wird im Herbst gepflügt und im Frühjahr erfolgt dann die Saatbettbereitung und die Aussaat mit der Drillmaschine in Abhängigkeit von der Witterung im Zeitraum April bis Anfang Mai. Wir verwenden die tschechische Gelbsenssorte 'Zlata' und die Aussaatstärke liegt bei 12 bis 15 kg/ha. Nach dem Auflaufen bilden die Pflanzen schnell eine Rosette und erreichen so eine gute Bodenbedeckung, sodass wir keine Unkräuter bekämpfen müssen. Die Arbeitsgänge beschränken sich daher auf die Aussaat und die Ernte.

Neben dem Hauptfruchtanbau kann Senf auch als Zweitfrucht, beispielsweise nach Gemüseerbsen angebaut werden und dies wird von einigen anderen Betrieben praktiziert. Die Aussaat sollte dann bis spätestens Mitte Juni erfolgen. Die Schwierigkeit der späten Aussaat besteht darin, dass gute Bedingungen für die Ausreife vorhanden sein müssen. Andernfalls kann sich die Ernte bis weit in den Oktober verzögern und die Erntebedingungen werden dann immer unsicherer. Für den Zweitfruchtanbau bietet sich auch eine pfluglose Bestellung an.

Krankheiten und Schädlinge spielten bisher keine große Rolle. Uns ist aber bekannt, dass es in einigen Betrieben zu einem stärkeren Auftreten der Rübsenblattwespe kam.

Die Senfernte erfolgt in der Regel von Ende Juli bis Mitte August. Der Senf ist stabiler hinsichtlich des Ausfalls als der Raps und der Drusch ist auch ohne Rapstisch gut möglich. Die erzielten Erträge liegen zwischen 10 und 20 dt/ha und das Erntegut muss eine Feuchte von 9 Prozent aufweisen. Zur Trocknung steht in unserem Betrieb ein Satz Trockner zur Verfügung. Für die Vermarktung muss das Erntegut getrocknet, aber nicht gereinigt sein. Es sollte aber keine grünen Körner enthalten.

Wir vermarkten den Senf an die Naturland Markt GmbH über Abnahmeverträge und es ist weiterhin eine Nachfrage nach Verbandsware vorhanden.

2.6 Leindotter (*Camelina sativa* (L.) Crantz.)

Der Leindotter gehört zu den ältesten heimischen Kulturpflanzen. Es wird davon ausgegangen, dass der Leindotter als sekundäre Kulturpflanze aus dem Lein hervorging. Viele Funde liegen aus den nördlichen Küstenregionen Mitteleuropas aus der Eisenzeit vor. Im Mittelalter ging der Anbau zurück und blieb bis zur Neuzeit auf einem geringen Niveau.

Günstige Eigenschaften des Leindotters wie seine Anspruchslosigkeit an Boden und Klima, der relativ geringe Nährstoffbedarf und seine Eignung für den Mischfruchtanbau führten in den letzten Jahren zu Anbauversuchen im ökologischen Landbau. Bisher scheiterte der praktische Anbau vor allem daran, dass die Presskuchen nicht verfüttert werden durften. Nach Änderung der EU-Richtlinie mit Veröffentlichung im Amtsblatt am 25. Juli 2008 ist der Leindotter aber von der Liste der unerwünschten Futtermittel gestrichen worden und ein Einsatz in der Tierernährung ist möglich.

Botanik

Die zu den Kreuzifern gehörende Pflanze erreicht eine Höhe von 50 bis 100 cm und sie ist durch eine dünne spindelförmige Wurzel gekennzeichnet. Sie wächst zunächst eintriebig und verzweigt sich erst im oberen Drittel. Der Stängel kann glatt oder behaart sein und die Blätter sind pfeilförmig und spitz zulaufend. Die einzelnen Triebe tragen endständige, traubige Blütenstände mit hell- bis dunkelgelben Blüten. Die Blüten sind klein und unscheinbar. Es ist eine Fremdbefruchtung durch Insekten möglich, jedoch herrscht Selbstbefruchtung vor. Die Früchte sind birnenförmige Schötchen mit 8 bis 16 gelb-orange bis rötlich gefärbten Samen. Die durchschnittliche TKM beträgt 1 bis 1,7 g. Es gibt Sommer- und Winterformen.

Ölgehalt und -qualität

Der Ölgehalt der Samen liegt zwischen 28 und 42 Prozent. Der mittlere Gehalt ist mit ca. 35 Prozent etwas niedriger als der von Raps und Sonnenblumen. Das Öl hat einen angenehmen, erbsigen Geschmack und wird in einigen Ländern wie in Frankreich in der Gourmetküche verwendet. Eine Verwendung ist auch in der pharmazeutischen, kosmetischen und chemischen Industrie sowie zur Nutzung als Treibstoff möglich. Der Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren ist mit über 50 Prozent sehr hoch und das Verhältnis von Alpha-Linolensäure zu Linolsäure ist für die menschliche Ernährung sehr günstig. Der Gehalt an Erucasäure ist im Vergleich zu anderen Arten und ÖO-Raps höher. Er liegt aber unter dem Grenzwert für Lebensmittel von 5 Prozent (Erucasäureverordnung). Ebenfalls hoch ist der Gehalt an Eicosensäure, über deren ernährungsphysiologische Wirkung wenig bekannt ist (MATTHÄUS 2004):

◆ Ungesättigte Fettsäuren:

α-Linolensäure (Omega-3-Fettsäure)

32 – 40 Prozent

Linolsäure (Omega-6-Fettsäure) 5 – 20 Prozent

Ölsäure (Omega-9-Fettsäure) 10 – 17 Prozent

Eicosensäure 14 – 16 Prozent

Erucasäure 2 – 4 Prozent

◆ Gesättigte Fettsäuren:

Palmitinsäure 5 Prozent

Stearinsäure 2 Prozent.

Ansprüche an Boden und Klima

Leindotter ist eine anspruchslose Pflanze, die sehr schnellwüchsig ist und über eine gute Trockentoleranz verfügt. Daher ist der Anbau auch auf Sandböden möglich. Durch die Anpassungsfähigkeit an extreme Umweltbedingungen verfügt er über eine hohe Ertragsstabilität. Auf lehmigem Sand ist Leindotter im Ertragspotenzial gegenüber anderen Sommerölfrüchten (Sommerraps, Sommerrüben, Weißer Senf, Öllein) überlegen.

Fruchtfolge

Leindotter ist nicht selbstverträglich und sollte nicht nach anderen Kruziferen stehen. Es muss auch beachtet werden, dass die Anbauanteile von den Kruziferen insgesamt in der Fruchtfolge nicht zu hoch sind. Ansonsten bestehen keine besonderen Ansprüche an die Fruchtfolge und alle anderen Kulturen eignen sich als Vorfrüchte. Jedoch sollte er nicht nach Früchten stehen, die die hohe N_{\min} -Mengen im Boden hinterlassen.

Sorten

In osteuropäischen Ländern sind einige Sorten zugelassen. Auch für Deutschland stehen für den Anbau einige Sorten zur Verfügung.

Aussaat

Die Spätfrostverträglichkeit ist gut, sodass die Aussaat Ende März bis Anfang April erfolgen kann. Auf die Saatbettqualität muss besonders geachtet werden, da die TKM nur ca. 1 g beträgt. Deshalb benötigt der Leindotter ein sehr feinkrümeliges Saatbett und eine gute Rückverfestigung (Walzen), um eine flache Aussaat und den Anschluss an das Bodenwasser zu gewährleisten. Die Aussaatmenge liegt bei 4 bis 6 kg/ha bei Reihenabständen von 12 bis 40 cm. Es sollte eine Pflanzendichte von 400 Pflanzen/m² angestrebt werden.

Bestandesführung

Zwar ist die Bodenbedeckung beim Leindotter etwas höher als beim Lein, seine Jugendentwicklung ist aber ebenfalls langsam und seine Massentwicklung setzt erst im Verlauf des Frühjahrs ein. Um mechanische Pflegemaßnahmen durchführen zu können, ist ein Anbau in weiteren Reihenabständen notwendig.

Gemengeanbau

Ziel eines Gemengeanbaus ist es, einen zusätzlichen Ertrag an Ölfrüchten zu gewinnen, ohne den Ertrag von den Hauptfrüchten wie Getreide und Erbsen zu schmälern. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Erwartung an eine verbesserte Unkrautunterdrückung und eine höhere Standfestigkeit der Bestände, vor allem bei Erbsen. Der Leindotter eignet sich für einen Gemengeanbau aufgrund folgender Eigenschaften:

- geringe Konkurrenzkraft gegenüber den Hauptfrüchten
- gleichmäßige Abreife und
- ein relativ fester Sitz der Samen.

Eine Voraussetzung für den Gemengeanbau ist, dass die Abreife zum etwa gleichen Zeitpunkt erfolgt und die Ernteprodukte relativ einfach getrennt werden können. In Untersuchungen von STUMM (2006) wurden jedoch keine Vorteile einer Gemengesaat von Hafer mit Leindotter ermittelt. Der Wirkungsgrad der Unkrautunterdrückung konnte in Kichererbsen-Leindotter-Gemengen um 54 bis 64 Prozent verbessert werden (ACKERMANN & SAUCKE 2005). Die Erbsenerträge wurden nur unwesentlich beeinträchtigt. Bezüglich der Befallswerte mit Erbsenblattlaus und Erbsenblattwickler waren keine signifikanten Unterschiede zwischen Reinsaat- und Gemengevarianten zu verzeichnen.

Mischungen von Erbsen mit Leindotter werden auch in der Praxis am häufigsten angebaut. Bei einer üblichen Saatstärke der Körnerleguminosen (70 bis 90 K/m² bei Erbsen) liegt die Saatstärke des Leindotters bei 3 bis 5 kg/ha. Als Aussaatverfahren wird eine getrennte Aussaat der Arten empfohlen, da es zur Entmischung der Saaten im Saatgutbehälter kommen kann und die Saattiefe bei Erbsen bei 4 bis 5 cm liegt und bei Leindotter bei 2 cm. Die Erbsen können mit der Sämaschine und der Leindotter kann z. B. mit einem

Exaktdüngerstreuer ausgebracht werden. Für einzelne Sämaschinen werden auch Untersäkästen angeboten, damit die Aussaat in einem Arbeitsgang erfolgen kann. Die Beerntung wird als unproblematisch eingeschätzt. Eine Trennung der Arten sollte aber nach der Ernte erfolgen. Die Erträge des Leindotters im Gemenge bei einer Breitsaat liegen bei bis zu 8 dt/ha (HOF 2003). Weitere Informationen können bei der Interessengemeinschaft Mischfruchtanbau unter: www.mischfruchtanbau.de bezogen werden.

Krankheiten und Schädlinge

Der Leindotter gilt, nicht zuletzt wegen seines geringen Anbauumfanges, als gesund. Es ist bekannt, dass er zwei Phytoalexine bildet, die in direktem Zusammenhang mit der Resistenz gegen die Stängel- und Wurzelfäule (*Rhizoctonia solani*) und die Alternaria-Blattfleckenkrankheit (*Alternaria brassicae*) stehen. Gegen die Wurzelhals- und Stängelfäule (*Leptosphaeria maculans*) besteht ebenfalls eine Resistenz. Es können aber Krankheiten auftreten, die auch beim Anbau anderer Ölfrüchte vorkommen, wie der Falsche Mehltau, die Grauschimmelfäule und die Weißstängeligkeit. Bei den Schädlingen treten meistens die gleichen wie im Rapsanbau auf.

Ernte

Die Mähdruschreignung ist gut. Bedingt durch eine hohe Stand- und Ausfallfestigkeit kann der Drusch bei ca. 9 Prozent Feuchte erfolgen. Sogar bei Überständigkeit treten kaum Vorernteverluste auf, da die Schötchen platzfest sind. Die Verwendung eines Rapsvorsatzes und eines Seitenschneidwerkes ist empfehlenswert. Die Schnitthöhe sollte so hoch wie möglich eingestellt werden.

Einsatz der Presskuchen als Futtermittel

Leindotterpresskuchen besitzt einen Futterwert, der einen Einsatz in der Fütterung von Schweinen, Geflügel und Wiederkäuern möglich macht. Der Proteingehalt beträgt 35 bis 40 Prozent in der Trockenmasse. Der Methionin- und Cystingehalt liegt auf dem Niveau von Raps- und Sojaeweiß, der Lysingehalt liegt jedoch deutlich niedriger. Aufgrund seiner Zusammensetzung wird er von Wiederkäuern besser vertragen als von Schweinen und Geflügel, sodass vorrangig ein Einsatz in der Wiederkäuerfütterung erfolgen sollte (BÖHME & FLACHOWSKI 2005). Die Einsatzgrenzen in Futtermischungen sind einzuhalten (siehe Kap. 1.1).

Bewertung der Anbaumöglichkeiten für Leindotter

Vorteile	Nachteile
geringe Ansprüche an Standort und tolerant gegenüber Trockenheit	für menschliche Ernährung werden andere Öle genutzt
Anbau auch auf Sandböden möglich	Vermarktungswege sind neu zu erschließen
Einsatz als Partner im Mischanbau	Trennung der Partner beim Mischfruchtanbau
Sorten für Deutschland vorhanden	

2.7 Ölmohn (*Papaver somniferum* L.)

Wegen des sehr geringen Anbauumfanges gilt Ölmohn als Nischenkultur. Genotypen, die nur 0,03 Prozent Morphin enthalten, können für landwirtschaftliche Zwecke angebaut werden. Die Fettsäurezusammensetzung bedingt einen hohen Ernährungswert. Aber nur ein geringer Ernteanteil wird zu Öl gepresst, da hier billigere Rohstoffe mit vergleichbarer Ölqualität zur Verfügung stehen, wie z. B. Sonnenblumen und Saffor. Vielmehr findet der Mohn in der Speise- und Backwarenindustrie Verwendung. Die Schwierigkeiten für einen ökologischen Anbau liegen vor allem in der langsamen Jugendentwicklung und der geringen Unkrautunterdrückungskraft.

Botanik

Der Mohn gehört zur Familie der Mohngewächse und ist die einzige landwirtschaftlich genutzte Art der Familie. Er bildet eine kräftige Pfahlwurzel mit Seitenwurzeln. Die Jugendentwicklung verläuft relativ langsam und der sich entwickelnde Stängel ist kräftig, meistens kahl und teilweise grob beharrt. Die Wuchshöhe beträgt 1 bis 1,6 m. An den Verzweigungen im oberen Drittel bilden sich die Blüten, die im Durchmesser 8 bis 10 cm groß und weiß, rot, blau oder violett gefärbt sind. Neben der Insektenbestäubung kommt auch die Windbestäubung vor. In der Fruchtkapsel bilden sich bis zu 2000 Samen. Hinsichtlich der Samenfarbe wird in Weiß-, Grau- und Blaumohn unterschieden. Vom Mohn gibt es Winter- und Sommerformen.

Ölgehalt und -qualität

Der Ölgehalt der Samen liegt zwischen 40 und 45 Prozent. Die Hauptfettsäure des Mohns ist die Linolsäure und die Fettsäurezusammensetzung stellt sich wie folgt dar:

◆ Ungesättigte Fettsäuren:

Linolsäure (Omega-6-Fettsäure) 60 – 75 Prozent
Ölsäure (Omega-9-Fettsäure) 10 – 22 Prozent

◆ Gesättigte Fettsäuren:

10 – 12 Prozent.

Ansprüche an Boden und Klima

Der Mohn benötigt für seinen Anbau tiefgründige und humose Böden sowie warme Klimatalagen mit mittleren Niederschlägen. Böden ab 40 Bodenpunkte, die sich im Frühjahr schnell erwärmen, sind besonders geeignet. Auf Bodenverdichtungen und Verschlämmungen reagiert der Mohn empfindlich. Der pH-Wert sollte 6,5 bis 7 betragen.

Fruchtfolge

Geeignete Vorfrüchte sind Zuckerrüben und Futterleguminosen. Kartoffeln sollten aus phytosanitären Gründen ausscheiden, weil der Mohn in der Keimung und in seiner Jungpflanzenentwicklung nach der Vorfrucht Kartoffel gehemmt bzw. gestört wird. Der Mohn gedeiht recht gut nach Getreide, wenn der Acker unkrautfrei ist und sich in guter Kultur befindet. Nach Getreide besteht auch die Möglichkeit, den bodenverbessernden und krankheitsentseuchenden Zwischenfruchtanbau zu nutzen. Der Mohn selbst ist eine gute Vorfrucht für das Getreide, da er den Boden gut beschattet und durchwurzelt. Des Weiteren hinterlässt er den Boden in guter Gare. Die Anbaupause für Mohn beträgt drei bis vier Jahre.

Sorten

Die Wintermohnsorten 'Zeno' und 'Zeno 2002' aus Österreich und die Sommermohnsorte 'Mieszko' aus Polen sind in Deutschland zugelassene morphinararme Sorten. Die Wuchshöhe beträgt ca. 0,8 bis 1 m und die sich nach der Blüte bildenden Samen haben eine TKM von 0,4 bis 0,5 g. Der Anbau von Mohn ist nur mit betäubungsmittelrechtlicher Erlaubnis der Bundesopiumstelle in Bonn zulässig (siehe Kap. 2. 2).

Aussaat

Wintermohn wird Anfang bis Mitte September gesät, er sollte vor Winter das 4-Blatt-Stadium erreichen. Die Sommerform sollte ab Mitte März bis Anfang April gesät werden. Das Temperaturminimum für die Keimung beträgt +3 °C. Leichte Fröste werden von den Pflanzen ohne Schaden vertragen. Die Saatbettbereitung muss sehr sorgfältig und bei abgetrockneten Bodenverhältnissen durchgeführt werden. Auf die ausreichende Rückverfestigung des Saatbettes ist zu achten, da die Kornablagertiefe nur 0,5 bis 1 cm betragen darf. Eine Bestandesdichte von 40 bis 50 Pflanzen/m² wird angestrebt, woraus sich Saatstärken von 0,3 bis 0,4 kg/ha ergeben. Einzelkornsämaschinen, wie sie im Gemüsebau verwendet werden, sind für die Aussaat besonders geeignet. Bei Nutzung der konventionellen Drilltechnik wird meistens nicht die Einhaltung der geringen Saattiefe ermöglicht, wodurch der Feldaufgang abnehmen kann. Die Aussaatmenge sollte dann ca. 1 kg/ha betragen. Diese geringen Saattiefmengen sind sehr schwer auszubringen. Deshalb wird eine Streckung des Saatgutes empfohlen, z. B. mit abgetötetem Mohnsamen oder Weizengrieß. Auf jeden Fall muss auf eine flache Saat geachtet werden. Gegebenenfalls kann vor und nach der Saat gewalzt werden. Um den Bestand hacken zu können, sind Reihenweiten von 30 bis 45 cm notwendig.

Bestandesführung

Die Jugendentwicklung verläuft sehr langsam und die Pflanzen sind konkurrenzschwach gegenüber Unkräutern. Ein Striegeln ist meistens nach dem Auflaufen erforderlich. Sobald die Reihen sichtbar sind, kann gehackt werden. Auf gut strukturierten, biologisch aktiven Böden wird der Stickstoffbedarf über die Mineralisierung des Bodens gedeckt. Auf leichteren Böden kann eine organische Düngung zur Herbstfurche oder eine Düngung vor der Saat erfolgen. Von einer direkten

Düngung in den Bestand wird abgeraten, weil der Mohn leicht zum Lagern neigt und eine zu hohe N-Mineralisierung aus dem Dünger zu Reifeverzögerungen führen kann.

Vor dem Mohnanbau ist der Boden stets auf einen ausreichenden Schwefelgehalt zu untersuchen, denn Getreide hinterlässt dem Mohn häufig zu wenig Schwefel. Es sollte mehr als 1 mg verfügbarer Schwefel je 100 g Boden vorhanden sein. Sehr 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.

Krankheiten und Schädlinge

Mohn ist eine bisher relativ gesunde Kulturart. Die in Raps und Sonnenblumen auftretenden Krankheiten *Sclerotinia sclerotiorum* und *Botrytis cinera* können ebenfalls den Mohn befallen. Dies muss bei der Fruchtfolgeplanung beachtet werden und die Anbaupausen von drei bis vier Jahren sollten eingehalten werden. Weitere Krankheiten sind die durch einen Pilz hervorgerufene Wurzelbrand- und Blattdürre (*Dendryphion penicillatum*) und der Falsche Mehltau (*Peronospora asborescens*). Die tierischen Schädlinge wie der Mohnkapselrüssler (*Ceutorhynchus macula alba*) und die Mohn gallmücke (*Dasineura papaveris*) sind kaum von Bedeutung. Dagegen können Schäden durch Erdraupen und Schnecken auftreten. Bei Zunahme des Mohnanbaus in Deutschland ist mit einem verstärkten Auftreten von Schädlingen und Pilzkrankheiten zu rechnen.

Ernte

Der heute zum Anbau kommende Schließmohn fällt nicht aus, sodass die volle Ausreife der Samen für die Ernte abgewartet werden kann. Der Mohn ist erntereif, wenn seine Pflanzen und Kap-

seln trocken sind, die Samen lose in den Kapseln liegen und eine blaugraue Farbe angenommen haben. Der Mohn wird mit dem Mährescher geerntet. Dies geschieht in Deutschland meistens 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 Prozent) vorgenommen werden. Hierdurch werden Verluste und Verletzungen der Mohnsamen vermieden, denn kleinste Haarrisse an den Samen führen zu Ölaustritt und Oxidation des Öls. Das Erntegut ist zu reinigen und bedarf einer Nachrocknung mit einer Zielfeuchte von 7 bis 8 Prozent. Im Mohnanbau sind Erträge von 12 bis 22 dt/ha zu erwarten.

Qualitätsanforderungen

Die Feuchte sollte maximal 8 Prozent und Kornbeschädigungen maximal 2 Prozent sowie der Schwarzbesatz höchstens 1 Prozent betragen. Der hohe Gehalt an ungesättigten Fettsäuren führt leicht zu Fettsäureveränderungen und damit zur Genussuntauglichkeit. Deshalb ist eine große Sorgfalt bei der Ernte, Vorlagerung und Vorratshaltung notwendig.

Bewertung der Anbaumöglichkeiten für Ölmohn

Vorteile	Nachteile
Verwendung in der Speise- und Backwarenindustrie	geringe Konkurrenzkraft gegen Unkräuter
hohe Qualität des Öles (hoher Gehalt an Linolsäure)	es stehen billigere Rohstoffe wie Sonnenblume und Saflor zur Verfügung
	hoher Anspruch an die Qualität der Rohware für den Lebensmittelbereich

2.8 Saflor (*Carthamus tinctorius* L.)

Ursprünglich wurde Saflor wegen seines Gehalts an Farbstoffen angebaut, die aus den Blütenblättern gewonnen werden. Er wird daher auch als Färberdistel, Falscher Safran, aber auch als Öldistel bezeichnet. Seine Bedeutung als Ölpflanze erlangte er erst in neuerer Zeit. Hauptanbauländer sind Mexiko und Indien. In Europa wird er in Tschechien, Ungarn, Spanien und Portugal angebaut. Deutschland ist ein Importland für Safloröl (Distelöl).

Ein ökologischer Anbau von Saflor in sommerwarmen Regionen wird als problemlos eingeschätzt. Dazu liegt eine umfangreiche Studie vor (Anonym 2005; www.terra-fusca.de). Informationen zum Anbau und zu Sorten gibt auch die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft unter www.tll.de/ainfo/.

Botanik

Saflor gehört zur Familie der Korbblütler und ist eine einjährige, aufrechte, distelartige Pflanze mit einer Vegetationszeit von 110 bis 150 Tagen. Er bildet einen kräftigen Stängel und eine Pfahlwurzel aus, die bis in Tiefen von 250 cm wächst. Die Wuchshöhe beträgt 80 bis 130 cm. Die endständigen Blütenköpfe variieren in der Größe und besitzen 20 bis 150 Blüten, von denen jede ein Samenkorn produzieren kann. Saflor bildet wie die Sonnenblume Samen aus, die einen hohen Schalenanteil von 35 bis 45 Prozent besitzen.

Ölgehalt und -qualität

Der Ölgehalt der Samen liegt bei 21 bis 27 Prozent (herkömmliche Sorten) und der Proteingehalt bei 11 bis 18 Prozent (CLAUPEIN & REINBRECHT 2005). Saflor ist die Pflanze mit dem höchsten Anteil an Linolsäure (bis 80 Prozent) im Fettsäurespektrum sowie einem hohen Gehalt an Tocopherol (Vitamin E) und Phospholipiden (Lecithin). Das Öl wird daher als hochwertiges Salatöl verwendet. Zum Erhitzen eignet es

sich nicht. Der Absatz kann über die Direktvermarktung und den Naturkosthandel besonders unter Bezug auf die Regionalität erfolgen. Die Normal Sorten weisen folgende Fettsäurezusammensetzung auf:

- ◆ Ungesättigte Fettsäuren:
 - α-Linolensäure (Omega-3-Fettsäure) < 5 Prozent
 - Linolsäure (Omega-6-Fettsäure) 63 – 79 Prozent
 - Ölsäure (Omega-9-Fettsäure) 14 – 24 Prozent
- ◆ Gesättigte Fettsäuren: < 10 Prozent.

Ansprüche an Boden und Klima

Saflor wächst bevorzugt in gemäßigt warmen Regionen mit sommertrockenem Mittelmeerklima. Das geeignete Anbauggebiet in Deutschland entspricht in etwa dem der Sonnenblume. Für Standorte, an denen die Sonnenblume aufgrund einer zu kurzen Vegetationsperiode nicht ausreifen kann, bietet sich der Saflor als Alternative an. Die Frosttoleranz während des Rosettenstadiums liegt bei -7°C , in späteren Wachstumsstadien sterben die Pflanzen bei Frost ab. Obwohl er relativ trockenheitsverträglich ist, braucht er genügend Wasser in der Keimphase und zur Samenbildung. Lehmgige Sand-, sandige Lehm- und Lössböden sind für den Anbau am besten geeignet. Die relative anspruchslosigkeit, die gute Konkurrenzfähigkeit gegenüber Unkräutern und die Möglichkeit des Anbaus im pH-Bereich von 5 bis 8 sind die Vorzüge des Saflors. Bevorzugte Standorte in Deutschland liegen in Thüringen, Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg.

Fruchtfolge

Es bestehen keine speziellen Ansprüche an die Vorfrucht. Wegen des nicht allzu hohen Stickstoffbedarfes sollten Leguminosen nicht als Vorfrucht genutzt werden. Auch Sonnenblumen oder andere Korbblütler sollten als Vorfrucht ausscheiden. Die Anbaupause beträgt bei Saflor vier bis fünf Jahre.

Sorten

Saflor wurde in den letzten 50 Jahren in Mitteleuropa kaum züchterisch weiterentwickelt. In der EU sind einige Sorten registriert, die in Spanien, Italien, Ungarn und Tschechien zugelassen sind. Für den Anbau können Sorten wie 'Sabina' (Tschechien) und 'Bendelebener Stamm' genutzt werden. Die Sorten aus Spanien und Italien zeigten beim Anbau in Deutschland eine hohe Anfälligkeit gegenüber Krankheiten. In Thüringen gibt es lokal angepasste Dornburger Herkünfte. Ähnlich wie bei den Sonnenblumen gibt es auch bei Saflor Sorten mit einem veränderten Fettsäuremuster, die sogenannten High-oleic-Sorten. Sie verfügen über einen höheren Ölsäuregehalt (mindestens 40 Prozent) am Gesamtölgehalt.

Aussaat

Die Aussaat sollte Ende März bis Anfang April erfolgen. Dazu kann die Getreidedrillmaschine verwendet werden. Das Keimtemperaturminimum beträgt 5 bis 7 °C. Bei einer TKM von 26 bis 32 g beträgt die Saatstärke 60 bis 80 Körner/m² (30 bis 40 kg/ha) bei einer Saattiefe von 2 bis 3 cm.

Bestandesführung

Für den ökologischen Anbau sind Reihenweiten von 30 bis 45 cm zu wählen, damit der Einsatz von Hackgeräten bis zum Bestandesschluss möglich ist. Eine organische Düngung wird nicht empfohlen, damit die Abreife nicht verzögert wird.

Krankheiten und Schädlinge

Die Köpfchenfäule (*Botrytis cinerea*) ist bei Saflor die wichtigste Krankheit und kann zum Totalausfall führen (Tab. 34). Weiterhin können Fusarium-Fußkrankheiten, Fusarium-Welke, Alternaria-Blattfleckenkrankheit, *Sclerotinia sclerotiorum*, Verticillium-Welke und der Echte Mehltau (*Erysiphe* spp.) auftreten. Besonders im Jugendstadium können Rost (*Puccinia carthami*) und Nematoden, die die Wurzelfäule (*Phytophthora drechsleri*) hervorrufen, Schäden verursachen.

Tabelle 34 Pilzliche Krankheiten

Saflor		
Schaderreger	Schadbild/Verbreitung	Bedeutung und Gegenmaßnahmen
Köpfchenfäule <i>Botrytis cinerea</i>	Bildung von grauen Myzelrasen, die ganze Körbchen überziehen (Köpfchenfäule). Der Befall bewirkt ein Verdorren der Blütenkörbe und beeinträchtigt die Samenausbildung. Damit sind hohe Ertragsausfälle verbunden. Feuchte Witterungsbedingungen während der Blüte begünstigen das Krankheitsgeschehen.	<ul style="list-style-type: none">■ Anbau nicht in windgeschützten feuchten Lagen■ Verwendung von gesundem Saatgut
Safflorrost <i>Puccinia carthami</i>	Die Infektion kann sowohl vom Saatgut als auch von Pflanzenrückständen im Boden her erfolgen. Der Befall äußert sich durch das Auftreten von schwarzbraunen bis schwarzen Rostpusteln zuerst an den unteren Blättern; später stellt sich der Befall auf den oberen Blättern und auf dem Blütenkörbchen ein.	<ul style="list-style-type: none">■ weite Fruchtfolge■ Verwendung von gesundem Saatgut■ Sorten- bzw. Artenwahl

Bewertung der Anbaumöglichkeiten für Saflor

Vorteile	Nachteile
gutes Speiseöl	Klimaanspruch (warme Regionen)
Anbau auf Marginalstandorten, geringer Nährstoffbedarf	Ölertrag zu gering
gute Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern	Sorten für Deutschland kaum vorhanden
gute Mähdruschfähigkeit	Pflanzenschutz
Nutzung als Farbstoff	

Ernte (Samenernte für die Ölgewinnung)

Wenn die Blütenköpfe, Blätter und Stängel trocken und braun sind und sich die Blütenköpfchen zwischen den Fingern leicht ausreiben lassen, kann vorsichtig gedroschen werden. Dies erfolgt mit einem gewöhnlichen Mähdrescher ohne Sonderausstattung mit folgenden Einstellungen: reduzierte Trommeldrehzahl, erweiterter Korb, geringer Haspeleinsatz. Die Kornfeuchte sollte 9 Prozent betragen, ansonsten muss eine Trocknung erfolgen. Nach der Ernte können restliche Stängelteile und taube Körner mit einer Siebreinigung entfernt werden. Die Samenerträge des Saflors schwanken sehr. Es können zwischen 5 und 30 dt Samen/ha geerntet werden.

2.9 Sojabohne (*Glycine max* (L.) Merr.)

Die Sojabohne ist sowohl eine eiweiß- als auch eine ölliefernde Pflanze. Ihr Anbau ist im mittel- und ostdeutschen Gebiet risikoreich, da es aufgrund ungenügender Abreife zu Totalausfällen kommen kann. In klimatisch günstigen Regionen in Süd- und Südwestdeutschland liegen z. T. gute Anbauerfahrungen vor.

Sojabohnen werden auch im Naturkostbereich zu Öl und Lecithin verarbeitet. Daneben hat sich in den letzten Jahren die Erzeugung von Tofu etabliert, sodass in bestimmten Regionen, wie im Schwarzwald, ein Vertragsanbau erfolgt. Für Öko-Futtersoja besteht kein offizieller Markt (Angaben zum Futterwert: www.lfl.bayern.de/ite/schwein). Spezielle Hinweise zum Anbau und zu Sortenfragen gibt der Deutsche Sojafördering unter www.ltz-bw.de.

Botanik

Die Sojabohne gehört zur Familie der Hülsenfrüchte und ist eine alte Kulturpflanze, die bereits vor 5000 Jahren in China angebaut wurde. Sie bildet eine tiefe Pfahlwurzel aus und erreicht Wuchshöhen zwischen 50 und 80 cm. Der Stängel und die dreiteiligen Blätter sind meistens stark behaart. Die Sojabohne ist überwiegend Selbstbefruchter und eine Kurztagspflanze (kritische Tageslänge 13 bis 14 Stunden). Daher ist die Blüten- und Ertragsbildung in den bei uns vorherrschenden Langtagsbedingungen z. T. verzögert. Die Vegetationszeit beträgt 150 bis 180 Tage. Neben einem hohen Eiweißgehalt von ca. 40 Prozent zeichnet sie sich durch einen Ölgehalt von ca. 18 bis 20 Prozent aus. Die Hauptfettsäuren sind die Linolsäure (48 bis 52 Prozent) und die Ölsäure (23 bis 32 Prozent).

Ansprüche an Boden und Klima

Der Wärmeanspruch der Sojabohne ist hoch. Gute Bedingungen sind in Gebieten mit Weinbauklima gegeben. Der pH-Wert des Bodens sollte 6,5 bis

7 betragen. Tiefgründige, mittelschwere, humose Böden sind am besten geeignet. Der Anbau kann auch auf leichteren Böden erfolgen, wenn sie über eine gute Wasserführung verfügen. Auf Sandböden sollte eine Beregnungsmöglichkeit vorhanden sein. Prinzipiell ist ein Anbau dort möglich, wo Körnermais der mittelfrühen Reife-Gruppe angebaut wird.

Die Pflanzen mögen es warm und feucht, aber nicht heiß. Optimale Temperaturen für das Wachstum liegen um 20 °C. Gegenüber kühleren Temperaturen sind die Pflanzen empfindlich, so in der Auflaufphase und zur Blütezeit. Niedrige Nachttemperaturen zur Blüte (< 8 °C) können zu einem Abstoßen der Blüten bzw. zu einem Aufplatzen der Hülsen führen. Weiterhin benötigen sie zur Blüte und in der Kornfüllungsphase von Mitte Juli bis Anfang August ausreichend Wasser. Daher besteht bei starker Sommertrockenheit die Gefahr von Ertragsseinbußen. Für eine gute Ausreife ist ein milder und sonniger Herbst erforderlich.

Fruchtfolge

Die Sojabohne bereichert als Leguminose die Fruchtfolge und kann gut vor oder nach Getreide angebaut werden, auch ein Anbau vor Kartoffeln ist möglich. Bei Soja tritt bisher keine Leguminosenmüdigkeit auf. Ihr Vorfruchtwert ist aber geringer als der von Ackerbohnen und Erbsen. Da Sojabohnen spät geerntet werden (Mitte September bis Anfang Oktober), ist als Nachbau oft keine Winterung mehr möglich. Für den Anbau sollten Flächen ausgewählt werden, die nur schwach unkrautet sind.

Sorten

Die von den Pflanzen benötigten Temperatursummen variieren stark und sind sortenabhängig. Die internationale Klassifizierung basiert auf 13 Reifegruppen. Für einen Anbau in Deutschland sind sehr frühe und frühe Sorten zu verwenden:

- Reifegruppe 00 = früh
(Temperatursumme 1 600 °C)
- Reifegruppe 000 = sehr früh
(Temperatursumme 1 450 °C).

Landessortenversuche werden für Sachsen in Salbitz durchgeführt. Die durchschnittlichen Erträge der Jahre 2005 bis 2007 lagen zwischen 16 und 33 dt/ha. Dreijährig erreichte die Sorte 'Merlin' die besten Erträge. Die Ölgehalte schwankten von 17,5 bis 19,9 Prozent und die Gehalte an Rohprotein von 31,6 bis 42,1 Prozent.

Impfung des Saatgutes

Der erstmalige Anbau erfordert eine Impfung mit Rhizobien (*Bradyrhizobium japonicum*), da die Bakterien in unseren Böden nicht vorkommen und fehlende Inokulationen Ertragsseinbußen bis 40 Prozent verursachen können. Die zu verwendenden Präparate enthalten lebende, stabilisierte Knöllchenbakterien. Sie sind licht- (UV-Strahlung) und wärmeempfindlich. Als Kontaktimpfung wird das Saatgut vor der Saat mit dem Impfmittel vermischt, z. B. mit dem Präparat HiStick. Ebenfalls kann eine Bodenimpfung direkt in die Saatreihe erfolgen. Das Impfmittel wird dann vermischt mit Granulat in einem Granulatstreuer als Zusatzgerät zur Sämaschine ausgebracht. Saatgutfirmen liefern auch auf Anfrage geimpftes Saatgut. Das Rhizobium hält nur auf schwach sauren Böden mehrere Jahre, sodass in der Regel beim erneuten Sojaanbau eine wiederholte Impfung erfolgen sollte.

Bodenbearbeitung

Bei einer Getreidevorfrucht ist nach deren Ernte eine Stoppelbearbeitung vorzunehmen, um Unkraut und Ausfallgetreide zur Keimung anzuregen und bekämpfen zu können. In der Regel folgt die Herbstfurche mit einer Tiefe von 20 bis 25 cm. Sobald im Frühjahr der Boden befahrbar ist, ist die Saatbettbereitung vorzunehmen. Eine Unkrautbekämpfung vor der Saat ist mit Egge, Schleppe und Striegel möglich.

Aussaart

Die optimale Keimtemperatur beträgt 10 °C und ist höher als bei der Sonnenblume. Bis zum 15. Mai sollte die Aussaat abgeschlossen sein, da sich sonst die Ernte bis weit in den Oktober verschieben kann. Die Aussaat erfolgt am besten als Einzelkornsaat in 2 bis 4 cm Bodentiefe.

Der Reihenabstand sollte an die Hacktechnik angepasst werden und kann bis 50 cm betragen. Die Saatstärke liegt bei 60 bis 70 Körnern/m². Die Aussaatmenge ist gemäß der TKM (130 bis 220 g) und der Keimfähigkeit zu ermitteln (Formel siehe Kap. 2.1). Der angestrebte Feldaufgang sollte 50 bis 60 Pflanzen/m² betragen.

Bestandesführung

Nach dem Keimen durchläuft die Jungpflanze eine Phase, deren Dauer vor allem von der Temperatur abhängt. Bei kühler Witterung entwickelt sich der Bestand nur sehr langsam. Die jungen Sojapflanzen sind aber wenig empfindlich gegen Spätfröste und robuster als Lupinen. Die Unkräuter müssen vor der Saat und in den Wochen nach der Saat bekämpft werden. Ein mehrmaliger Einsatz von Striegel und Hacke ist dazu notwendig. Acht Tage nach der Aussaat erfolgt das Blindstriegeln und nach weiteren sieben bis zehn Tagen kann mit Hohlenschutzscheiben gehackt werden. Danach erfolgt das Hacken ohne Schutz mit leichtem Anhäufeln. Bei einer Wuchshöhe von 5 bis 12 cm kann wieder gestriegelt werden. Sojabohnen sind attraktiv für Feldhasen, Wildtiere und Vögel, ggf. sind bei Kleinflächen Schutznetze bzw. Maschendrahtzäune zu verwenden.

Krankheiten und Schädlinge

Die kleine Anbaufläche schützt die Kultur vor wichtigen Krankheiten. Es kann ein Befall mit *Sclerotinia* auftreten und daher sind Anbaupausen von mindestens vier Jahren sinnvoll. Die Anbauanteile von Raps, Sonnenblumen und Sojabohnen sollten 25 Prozent der Fruchtfolge nicht überschreiten.

Ernte

Der Erntzeitpunkt ist wenige Tage nach dem vollständigen Blattfall erreicht. Dann klappern die Bohnen in den Hülsen, wenn sie geschüttelt werden. Die optimale Kornfeuchte zur Ernte beträgt 14 bis 18 Prozent. Bei später Ausreife und verspäteter Ernte muss auch bei höheren Wassergehalten gedroschen werden. Das Erntegut ist ggf. sofort bei 50 °C zu trocknen, die Körner dürfen aber keine Temperaturen von über 30 °C erreichen. Zur mittelfristigen Lagerung müssen die Feuchtegehalte in der gesamten Partie weniger als 12 Prozent betragen, damit es zu keiner Schimmelbildung kommen kann.

Qualitätsanforderungen:

Folgende Mindestanforderungen müssen für den Handel erfüllt sein:

- 14 Prozent Feuchte
- 2 Prozent Besatz.

Für die Verwendung als Speisesoja bestehen spezifische Anforderungen an die Qualität, wie Rohproteingehalt, heller Nabel und großes Korn. Diese Sorten (Hochproteinsorten) eignen sich gleichzeitig wegen des niedrigeren Fettgehaltes besser zur Verwertung in der Fütterung. Folgende Qualitäten werden für die Lebensmittelverarbeitung gefordert:

- 40 Prozent Rohproteingehalt in der TM für Sojavollfettmehl
- 41 – 46 Prozent Rohproteingehalt bei Eiweißlöslichkeit >90 Prozent für Tofu.

Dazu kommen noch spezielle Anforderungen der Verarbeiter.

Bewertung der Anbaumöglichkeiten für Sojabohnen

Vorteile	Nachteile
Bereicherung der Fruchtfolge	Anbau auf spezielle Gebiete begrenzt
2-fache Nutzung (Eiweiß, Öl)	sehr starker Einfluss der Witterung auf die Ertragsbildung; Niederschläge in der Kornfüllungsphase notwendig
hohe Qualität des Öles (hoher Gehalt an Linol- u. Ölsäure)	geringe Konkurrenzkraft gegen Unkräuter; hoher Bekämpfungsaufwand

3.10 Weitere Arten

Neben den bisher vorgestellten Arten können noch weitere Ölpflanzen speziell für einen kleinflächigen Anbau in Betracht kommen (Tab. 35). Für den ökologischen Anbau bieten sich solche Nischenkulturen vor allem dann an, wenn eine Verwertung als Nahrungsmittel und für den pharmazeutischen Bereich erfolgen kann. Dazu müssen vielfach noch Absatzwege erschlossen werden.

Das Öl der **Nachtkerze** (*Oenothera Biennis* L.) enthält γ -Linolensäure und findet in der pharmazeutischen und kosmetischen Industrie Verwendung. Die Pflanzen sind relativ anspruchslos und gedeihen am günstigsten auf lehmigen Sanden und sandigen Lehmen in milden, warmen Gebieten. Bei einjährigem Anbau sollte die Aussaat so früh wie möglich erfolgen mit Saatstärken von 3 bis 4 kg/ha, einer Saattiefe von 0,5 bis 1 cm (Lichtkeimer) und Reihenabständen von 20 bis 40 cm.

Tabelle 35 **Anbauwürdige Pflanzenarten für verschiedene Bereiche (Ertragsangaben und Angaben zum Ölgehalt aus konventionellem Anbau in Thüringen)**

Pflanzenart	Ertrag (dt/ha, 91 % TM ¹)	Ölgehalt (% TM)	Hauptfettsäure	Hauptfettsäure (% i. Öl)
technische Öle				
Krambe	26,5	38	Erucasäure	60
Leindotter	15,0	40	α -Linolensäure	36
Ringelblume	16,5	20	Calendulasäure	62
Koriander	15,0	18	Petroselinsäure	55
technische Öle und Speiseöle				
Öllein alter Typ	18,5	42	α -Linolensäure	55
Öllein Edible	21,5	43 – 45	Linolsäure	70 – 75
Safflor neuer Typ	23,0	> 40	Ölsäure	74
Iberischer Drachenkopf	15,5	38	α -Linolensäure	67
Speiseöle (teilweise pharmazeutische Nutzung)				
Nachtkerze	10,5	26	γ -Linolensäure	> 10
Safflor alter Typ	30,0	25	Linolsäure	80
Mohn	12,5	47	Linolsäure	65
Schwarzkümmel	12,5	40	Linolsäure	60
Hanf	5,0	30	Linolsäure	55
Senfherstellung				
Gelbsenf	20,0	30	Ölsäure	55

¹ Trockenmasse

Quelle: www.tll.de/ainfo/pdf/aoel0403.pdf (geändert)

Die Reihenabstände richten sich nach der Technik zur Unkrautregulierung, die notwendig ist, da die Pflanzen eine langsame Jugendentwicklung zeigen. Ein weiteres Anbauprob­lem ist die ungleichmäßige Abreife und der Ausfall der Samen. Weitere Anbauinformationen zur Nachtkerze sind unter www.tll.de/ainfo/pdf/n8ke0809.pdf abrufbar. Schwarzkümmel wird ebenfalls im pharmazeu­tischen und kosmetischen Bereich sowie als Nah­rungsergänzungsmittel eingesetzt. Das Öl enthält neben einem hohen Anteil ungesättigter Fettsäu­ren auch ätherische Öle. Im Handel sind haupt­­sächlich türkische und ägyptische Ware anzu­treffen.

Schwarzkümmel (*Nigella sativa* L.) wurde frü­her auch in Deutschland angebaut, so in den Gegenden um Erfurt und Ulm. An der Thüringer Landesanstalt wurden Anbauversuche angelegt. Auf warmen Standorten sind Erträge von 10 bis 15 dt/ha möglich. Die Aussaat sollte ebenfalls so zeitig wie möglich erfolgen, mit Saatstärken von 15 kg/ha, einer Saattiefe von 1 bis 2 cm und Reihenabständen von 13,5 bis 30 cm. Die Unkrautregulierung kann mit Hacken und Striegeln durchgeführt werden. Weitere Empfehlungen enthält die Webseite:

www.tll.de/ainfo/pdf/kuem0208.pdf.

Hanf (*Cannabis sativa* L.) wird hauptsächlich zur Fasernutzung angebaut. Untersuchungen zur kombinierten Faser- und Körnernutzung liegen auch aus Thüringen vor:

www.tll.de/ainfo/pdf/hanf0107.pdf.

3 Literaturverzeichnis

- ABEL, ST. (2006): Resynthetisierter Raps als Modell zur Untersuchung der fixierten Heterosis bei allopolyploiden Pflanzen. Diss., Göttingen.
<http://www.webdoc.sub.gwdg.de/diss/2006/abel>
- ACKERMANN, K. & H. SAUCKE (2005): Einfluss des Gemengepartners Leindotter auf Unkrautbesatz, Schädlingsbefall und Ertrag in Körnererbsen. Beitr. 8. Wiss.-Tagung Ökol. Landbau, Kassel, 74 – 75
- ALBERT, E.; FÖRSTER, F.; ERNST, H.; KOLBE, H.; DITTRICH, B.; LABER, H.; HANDSCHAAK, M.; KRIEGHOFF, G.; HEIDENREICH, T.; RIEHL, G.; HEINRICH, S. & W. ZORN (2007): Umsetzung der Düngeverordnung. Hinweise und Richtwerte für die Praxis. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- ANDERSSON, G. & G. OLSSON (1961): Raps, Rübsen. In: KAPPERT, H. & W. RUDOLF (Hrsg.): Handbuch der Pflanzenzüchtung. Bd. 5, Paul Parey Verlag Berlin, Hamburg, 1 – 66
- ANONYM (1992): Leinsamen als nachwachsender Rohstoff. Angewandte Wissenschaft, Heft 412, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup
- ANONYM (2005): Marktpotential von Safflorerzeugnissen aus ökologischem Landbau in Deutschland.
<http://www.terra-fusca.de>
- AUGUSTINUSSEN, E. (1987): The influence of nitrogen fertilization on growth and development of winter oilseed rape. Tidsskr. Planteavl 91, 301 – 311
- BEHRENS, T. (2002): Stickstoffeffizienz von Winterraps in Abhängigkeit von der Sorte sowie einer in Menge, Zeit und Form variierten Stickstoffdüngung. Diss., Göttingen
- BISCHOFF, J. (2007): Optimierung des Rapsanbaus in Trockengebieten durch Einzelkornsaat. Raps 25, 3, 128 – 131
- BÖHM, H. (2007): Rapsanbau im ökologischen Landbau. Auswirkungen von Vorfrucht, Reihenabstand und Untersaat mit Weißklee auf den Ertrag. Beitr. 9. Wiss.-Tagung Ökol. Landbau, Band 1, Verlag Dr. Köster, Berlin, 109 – 112
- BÖHME, H. & G. FLACHOWSKI (2005): Zur Eignung von Leindotterpresskuchen als Futtermittel für Schweine, Wiederkäuer, Geflügel. Landbauforschung Völknerode 55, 3, 157 – 162
- CLAUPEIN, W. & C. REINBRECHT (2004): Vergleich der Anbaueignung verschiedener Ölpflanzenarten und -sorten für den ökologischen Landbau unter den Aspekten der Speiseölgewinnung und Eiweißquelle. Bericht, Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim.
<http://www.orgprints.org/4844>
- CRAMER, N. (1990): Raps – Anbau und Verwertung. Verlag Ulmer, Stuttgart
- DIEPENBROCK, W. (1999): Das Ertragspotential von Winterraps. Raps 17, 166 – 169
- GEISLER, G. & A. STOY (1987): Untersuchungen zum Einfluss der Bestandesdichte auf das Ertragspotential von Rapspflanzen (*Brassica napus* L. var. *napus*). J. Agron. Crop Sci. 159, 323 – 340
- GENEAU, C.; SCHLATTER, C. & C. DANIEL (2009): Ausbreitung des Rapsglanzkäfers innerhalb eines Feldes und in der Landschaft. Beitr. 10. Wiss.-Tagung Ökol. Landbau, Band 1, Verlag Dr. Köster, Berlin, 304 – 307
- GRUBER, H. & W. VOGT-KAUTE (2007): Anbaubedeutung und Ökonomie von Ölsaaten im ökologischen Landbau. Landbauforschung Völknerode, SH 309, 39 – 46
- GRUBER, S. (2005): Durchwuchs – Ende in Sicht? Raps 23, 3, 141 – 143
- HEGI, G. (o. J.): Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Österreich und der Schweiz. IV. Band, 1. Hälfte: Dicotyledones II. Teil
- HEYLAND, K.-U.; HANUS, H. & E. R. KELLER (2006): Ölfrüchte, Faserpflanzen, Arzneipflanzen und Sonderkulturen. Verlag Ulmer, Stuttgart
- HOF, C. & R. RAUBER (2003): Anbau von Gemengen im ökologischen Landbau. Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bonn
- HUGGER, H. (1989): Sonnenblumen – Züchtung, Anbau, Verarbeitung. Verlag Ulmer, Stuttgart
- HUMPISCH, G. (2002): Gesunderhaltung von Raps. Raps, 20, 3, 154 – 156

- HUMPISCH, G. (2004): Auf Gedeih und Verderb. Neue Landwirtschaft 12, 38 – 39
- JACOBSEN, E. E. (1995): Trocknen und Lagern von Rapssaat. Die Mühle und Mischfutter-Technik, 132, 49, 821 – 822
- KÖHLER, B. & H. KOLBE (2007): BEFU – Teil Ökologischer Landbau. Broschüre, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- KTBL (2006): KTBL-Datensammlung Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07. Darmstadt
- KÜHNE, ST.; BURTH, U. & P. MARX (2006): Biologischer Pflanzenschutz im Freiland. Ulmer, Stuttgart
- LAP (Landesanstalt für Pflanzenbau Forchheim) (2001): Untersuchungen über die Fettsäure- und Tocopherolgehalte von Pflanzenölen. Informationen für die Pflanzenproduktion, SH 1, Eigenverlag LAP, Forchheim
- LIETH, H. (1975): Measurement of caloric values. In: H. LIETH & R. WHITTAKER (Hrsg.): Primary Productivity of the biosphere. Springer-Verlag, New York
- LUDWIG, T. (2009): (mündliche Mitteilung) Institut für Strategien und Folgeabschätzung im Pflanzenschutz, Julius-Kühn-Institut (JKI), Kleinmachnow
- MAKOWSKI, N. (2007): Nicht zu oft Raps einplanen. Bauernzeitung 48, 32, 14 – 15
- MATTHÄUS, B. (2004): Leindotteröl – ein altes Pflanzenöl mit neuer Zukunft? Ernährungsumschau 51, 1, 12 – 16
- MATTHÄUS, B. (2006): Optimierung der Rapslagerung. Raps 24, 3, 162 – 165
- MATTHÄUS, B. (2007): Qualitätsparameter von Ölsaaten aus ökologischen Rein- und Mischfruchtanbausystemen. Landbauforschung Völknerode, SH 309, 60 – 68
- MATTHÄUS, B. & L. BRÜHL (2005): Nutzung und Qualitätsaspekte von Pflanzenölen als Speiseöl. Dezentrale Ölsaatenverarbeitung. KTBL-Schrift 427, KTBL, Darmstadt, 71 – 83
- NUSS, H. & B. ULBER (2007): Rapsstängelrüssler- und Kohltriebrüsslerbefall. Raps 4, 25, 163 – 165
- OBERSDORFER, E. (1990): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 6. Aufl., Ulmer, Stuttgart
- PASDA, G. & W. DIEPENBROCK (1990): Die physiologische Ertragsanalyse der Sonnenblume. Teil I. Fat Sci. Technol. 92, 297 – 310
- PAULSEN, H. M. & G. RAHMANN (2004): Wie sieht der energieautarke Hof mit optimierter Nährstoffbilanz im Jahr 2025 aus? Landbauforschung Völknerode, SH 274, 57 – 73
- PAULSEN, H. M. & M. SCHOCHOW (2007): Anbau von Mischkulturen mit Ölpflanzen zur Verbesserung der Flächenproduktivität im ökologischen Landbau – Nährstoffaufnahme, Unkrautunterdrückung, Schaderregerebefall und Produktqualitäten. Landbauforschung Völknerode, SH 309, 13 – 32
- PAULSEN, H. M.; WEISSMANN, F.; FISCHER, K.; HALLE, I.; MATTHÄUS, B.; BAUER, M.; PSCHIEDL, M. & W. VOIGT-KAUTE (2005): Leindotterpresskuchen in ökologischen Futterrationen: Stand der Forschung. Beitr. 8. Wiss.-Tagung, Ökol. Landbau, Kassel, 387 – 388
- PERETZKI, F. (1993): Gülle zu Winterraps. SuB Heft 8, III-4 – III-6
- SCHÖNE, F. & G. REINHOLD (2005): Verwendungsmöglichkeiten der Presskuchen. Dezentrale Ölsaatenverarbeitung. KTBL-Schrift 427, KTBL, Darmstadt, 85 – 98
- SCHÖNHAMMER, A. (2006): Konsequenzen der pfluglosen Bodenbearbeitung für die Unkrautbekämpfung. Raps – Anbau und Verwertung einer Kultur mit Perspektive. Landwirtschaftsverlag, Münster, 175 – 178
- SCHULZ, R. R. (2007): Mit Kraft in den Winter. Bauernzeitung 31, 29–31
- SCHUSTER, W. (1992): Ölpflanzen in Europa. DLG-Verlag, Frankfurt/Main
- SIELING, K. & H. SCHRÖDER (1996): Ertrag, N-Entzug und N-Verwertung von Winterraps nach mineralischer und Gülle-N-Düngung (Ergebnisse aus dem SFB 192). Mitt. Ges. f. Pflanzenbauwiss. 9, 163 – 164

Anhang

- STEINBACH, P. (2005): Bundesweites Verticillium-Monitoring. Raps 23, 1, 20 – 26
- STEINHÖFEL, O. & I. LIPPMANN (2005): Futterrationsbeispiele für Ökobetriebe: Rinder, Schweine, Geflügel. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden
- STUMM, C. (2006): Gemengeanbau von Hafer und Leindotter. <http://www.leitbetriebe.oekolandbau.nrw.de>
- ULBER, B. & ST. KÜHNE (2006): Schädlingsbefall an Raps in Rein- und Mischfruchtanbau im ökologischen Landbau. Landbauforschung Völkenrode, SH 309, 13 – 32
- WÄGNER, W. (1998): Vergleich der Leistungsfähigkeit und der Stickstoffnutzungseffizienz ölreicher Körnerfruchtarten (Winterraps, Öllein, Sonnenblumen) in Abhängigkeit von der Anbauintensität. Diss., Gießen
- WAHMHOFF, W. (2000): Integrierter Rapsanbau. Initiativen zum Umweltschutz 16, E. Schmidt Verlag, Berlin
- WEIHER, N.; KÜHNE, ST.; BÖHM, H.; HEIMBACH, U.; HOFFMANN, H. & E. MOLL (2007): Regulierung von Rapschädlingen im Ökologischen Landbau mit neem- und pyrethrumhaltigen Pflanzenschutzmitteln sowie Sonnenblumenöl. Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 59, 9, 211 – 216
- WIDMANN, B. A. (2005): Hintergründe und Zielsetzung der dezentralen Ölsaatenverarbeitung. Dezentrale Ölsaatenverarbeitung. KTBL-Schrift 427, KTBL, Darmstadt, 71 – 83
- ZORN, W.; MARKS, G.; HESS, H. & W. BERGMANN (2007): Handbuch zur visuellen Diagnose von Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Spektrum Akademischer Verlag Elsevier, München



Abbildung 1 Winterrapsbestand



Abbildung 2 Rapssamen



Abbildung 3 (oben)
Sonnenblume (Mitte Juli)

Abbildung 4 **Sonnenblumen,
Anbau in weiter Reihe**



Abbildung 5
Sonnenblumensamen



Abbildung 6 Zwischenfruchtgemenge aus Futtererbse und Gelbsenf



Abbildung 7 **Öllein**

Abbildung 8 **Ölleinkapseln**

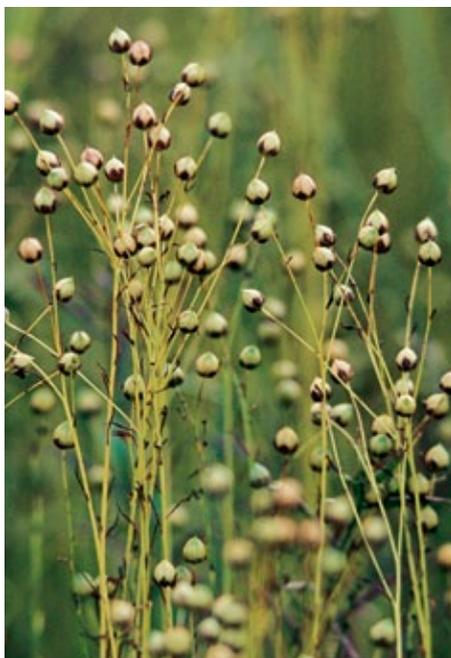




Abbildung 9 Leindottersamen

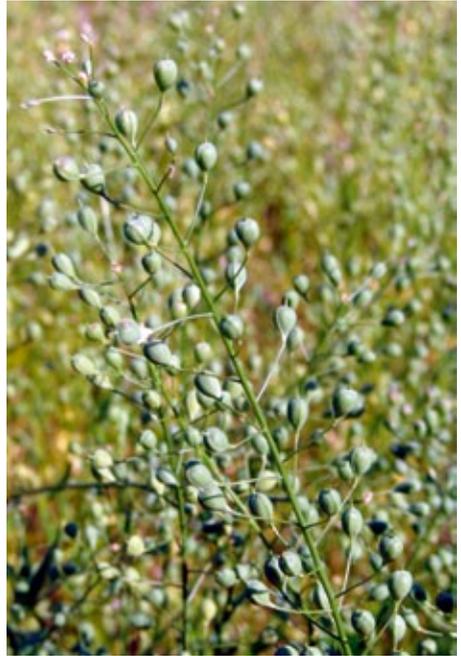


Abbildung 10 Leindotter (Ende Juni)



Abbildung 11 Saflorsamen



Abbildung 12 Saflor



Abbildung 13 **Ölmohn (Mitte Juni)**

Abbildung 14 **Mohnkapseln**





Abbildung 15 **Hanfsamen**

Abbildung 16 **Hanf (Ende Juni)**

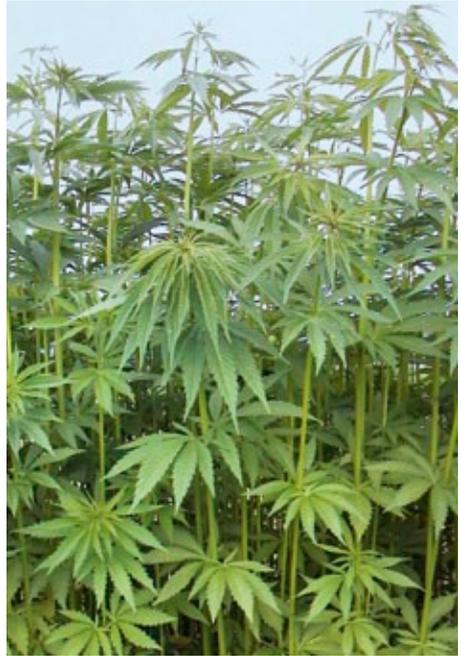


Abbildung 17 **Nachtkerzensamen**

Abbildung 18 **Nachtkerze**

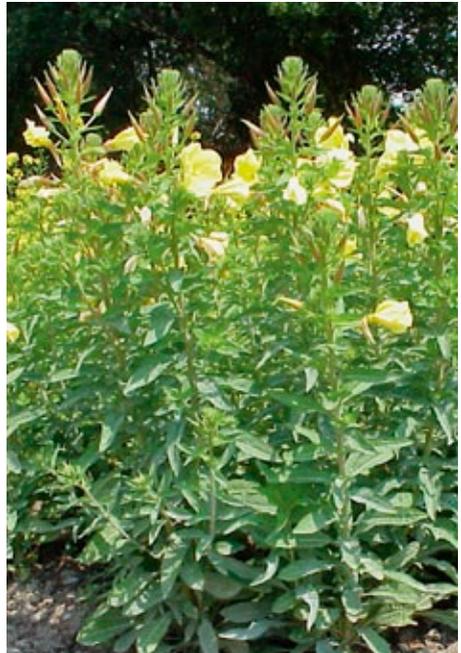




Abbildung 19 Soja

Abbildung 20 Schwarzkümmel



Quellen:

Titelbild, Abb. 1,3

Dr. W. Karalus, LfULG, Abteilung Pflanzliche Erzeugung,
Nossen

Abb. 2,5,9-13, 15-18

Dr. M. Grunert, LfULG, Abteilung Pflanzliche Erzeugung,
Leipzig

Abb. 4

Thomas Pfretzschner, LfULG, Abteilung A03,
Außenstelle Plauen

Abb. 6-8

Portal: www.oekolandbau.de

Abb. 14,20

Andrea Biertümpfel, Thüringer Landesanstalt
für Landwirtschaft, Dornburg

**Herausgeber:**

Sächsisches Landesamt für Umwelt,
Landwirtschaft und Geologie
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: + 49 351 2612-0
Telefax: + 49 351 2612-1099
Ansprechpartner: Martina Schuster
Telefon: + 49 341 9174-194
Telefax: + 49 341 9174-189
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Redaktion:

Referat 71 | Pflanzenbau, Nachwachsende Rohstoffe

Titelseite:

Wolfgang Karalus (LfULG)

Gestaltung und Satz:

Sandstein Kommunikation GmbH

Druck:

Union Druckerei Dresden GmbH

Redaktionsschluss:

1. Januar 2010

Auflagenhöhe:

500 Exemplare

Papier:

Gedruckt auf 100% Recycling-Papier

Bezug:

siehe Herausgeber

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung.

Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.