



Anbau von Gemengen im ökologischen Landbau



Vorwort

Hinter dem Begriff des Gemengeanbaus oder auch Mischfruchtanbaus verbirgt sich ein breites Spektrum an Möglichkeiten zwei oder mehrere Feldfrüchte gleichzeitig miteinander anzubauen. Dabei kann es sich um den Anbau verschiedener Arten im Gemenge, aber auch um verschiedene Sorten einer Art handeln. Häufig wird der Begriff Gemenge bei der Zusammenstellung von Arten verwendet. Bei Sorten spricht man eher von Mischungen, im Gemüsebau von Mischkulturen. Diese Broschüre geht ausschließlich auf den Anbau von Feldfrüchten für die ackerbauliche Nutzung, nicht auf Grünlandbestände ein. Dazu zählen Gemenge des Ackerfutterbaus und der Gründüngung oder Grünbrache. Diese können als Hauptfrüchte, Zwischenfrüchte und Untersaaten etabliert sein. Darüber hinaus werden Gemenge zur Nutzung des Korngutes angesprochen. Aus der Auswertung einer Vielzahl an Versuchsergebnissen werden Empfehlungen für die Praxis des ökologischen Landbaus abgeleitet. Im ersten Teil der Broschüre werden anhand von Beispielen die Eigenschaften und Besonderheiten der Gemenge dargestellt. Unter anderem werden die Prozesse der Erzielung eines Mehrertrages, der Abwehr von Krankheiten und Schädlingen oder der Verringerung von Nährstoffverlusten als Vorteile gegenüber den Reinsaaten erläutert. Der zweite Teil beschäftigt sich mit praktischen Fragen der Etablierung, Aussaat, Bestandespflege und Ernte spezieller Gemenge. Aus den verschiedenen Möglichkeiten der Kombination von Arten im Gemenge werden die gebräuchlichen und geeigneten Zusammenstellungen beschrieben. Dies kann nur eine Auswahl sein.

Diese Broschüre entstand mit der Unterstützung und Förderung durch das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau.

Impressum

Herausgeberin:

Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)

Ferdinand-Lassalle-Straße 1-5

53175 Bonn

Tel.: +49 228 6845-280

Fax: +49 228 6845-787

E-Mail: geschaeftsstelle-oekolandbau@ble.de

Internet: www.bundesprogramm-oekolandbau.de

Finanziert vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft im Rahmen des Bundesprogramms ökologischer Landbau

Erstellt vom

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Georg-August-Universität Göttingen

Abteilung Pflanzenbau

Von-Siebold-Str. 8

37075 Göttingen

Tel.: +49 551 39-4352 (-4351)

Fax: +49 551 39-4601

Internet: www.gwdg.de/~pbzhome/pflanzen.html

ISBN

Text:

Claudia Hof und Prof. Dr. Rolf Rauber
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Abteilung Pflanzenbau

Konzeption, Redaktion, Grafik, Druck:

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Druckerei....

Bilder:

HAAS, 2002: 8
HOF, 2002: Titelbild, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15,
16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25
NEUMANN, 2001: 9 (oben rechts)
PAULSEN & DAHLMANN, 2002: 22 (oben)
RAUBER, 2002: 1, 3, 13, 23
SCHMIDTKE, 1991: 26

Titelbild: Inkarnatklée als Vermehrung mit Stützfrucht
Wintergerste

1. Auflage, Göttingen 2003

Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
Einleitung	4	Spezieller Teil –	
Geschichte und Verbreitung	5	Anbauempfehlungen	30
Allgemeiner Teil –		Futterbaugemenge	30
Das Besondere von Gemengen	7	Leguminosenarten, mehrjähriger Futterbau	30
Definitionen	7	Grasarten	31
Anbauformen	8	Aussaart und Etablierung	31
Saadichte	9	Bestandspflege	33
Eigenschaften von Gemengen	10	Ernte, Ertrag und Nutzung	33
Ertragsleistungen	10	Fruchtfolge, Vorfruchtwirkung und Umbruch	34
Quantität	10	Einjährige Futterbaugemenge	
Mehrertrag	12	in Hauptfruchtstellung	35
Ertragsstabilität	13	Winterzwischenfrüchte	36
Ertragsqualität	13	Sommerzwischenfrüchte	37
Nutzung der Wachstumsfaktoren	16	Zusammenfassung Futterbaugemenge	40
Nährstoffe, Wasser	16	Körnerfruchtgemenge	42
Licht	17	Artengemenge (Erbse, Gerste und Hafer)	42
Ökologische Leistungen der Gemenge	18	Aussaart und Etablierung	42
Abwehr von Stress- und Schadfaktoren	18	Bestandspflege	43
Biotisch Stressfaktoren:	19	Ernte, Ertrag und Nutzung	43
Abwehr von Schädlingen	19	Fruchtfolge und Vorfruchtwirkung	44
Abwehr von Krankheiten	21	Weitere Körnerfruchtgemenge	45
Unkrautunterdrückung	23	Ackerbohne/Erbse	45
Abiotisch Stressfaktoren:	25	Ackerbohne/Getreide	46
Lagergefahr	25	Lupinengemenge	47
Nährstoffverluste	26	Besondere Gemenge	47
Kälte, Vertrocknen	29	Linsengemenge	47
		Getreideartengemenge	48
		Saatgutvermehrung	48
		Sortenmischung	48
		Gemenge mit Ölfrüchten	49
		Untersaaten	50
		Untersaaten in Kartoffeln	50
		Untersaaten in Ackerbohnen	51
		Zusammenfassung Körnerfruchtgemenge	52
		Stichwortverzeichnis	53
		Quellennachweis	54
		Literaturverzeichnis (Auswahl)	55



Bild 1: Rotklee gras mit Lieschgras, Quelle: RAUBER, 2002

Einleitung

Der Gemengeanbau kann im ökologischen Landbau dazu beitragen, die Diversität auf den Ackerflächen zu erhöhen und diese gezielt zu nutzen. Erst seit jüngerer Zeit erfolgt ein Anbau von Reinsaaten, welcher die gezielte Bestandesführung ermöglicht. Im ökologischen Landbau ist der Anbau von Gemengen im Ackerfutterbau sowie bei Zwischenfrüchten weit verbreitet. Dagegen haben Körnerfruchtgemenge eine eher geringe Bedeutung. Die Eigenschaften von Gemengen und ihre Besonderheiten sind zwar allgemein bekannt, im speziellen wiederum relativ unbekannt. Beispielsweise sind die folgenden Fragen zu beantworten:

Wann und warum kommt es zu einem Mehrertrag des Gemenges gegenüber den Reinsaaten?

Wie nutzen Gemengepartner die Wachstumsfaktoren Nährstoffe, Wasser und Licht?

Wie hoch ist die Bedeutung des Stickstofftransfers von einer Leguminose zu einer Nichtleguminose im Gemenge?

In welcher Weise werden Krankheiten und Schädlinge im Gemenge abgewehrt?

Gibt es eine Verbesserung der Qualität des Druschgutes durch einen Gemengeanbau von Körnerfrüchten?

Weiterhin bestehen Unsicherheiten bei der Höhe der Aussaatstärken im Gemenge, der Wahl der Arten und Sorten für einen bestimmten Standort sowie v.a. der Eignung von Arten und Sorten miteinander kombiniert zu werden. Nicht alle Fragen sind bisher beantwortet worden. So sollte z.B. die Eignung von Sorten für den ökologischen Landbau und speziell für eine Gemengekombination weiter untersucht werden. Derzeit finden Forschungsergebnisse nur unzureichend Eingang in die Praxis. Diese Broschüre mag dazu beitragen, den Praktikern Grundlagen und Beispiele zum Thema Gemengeanbau an die Hand zu geben.



Bild 2:
Wickroggen, Quelle: Hof, 2002

Geschichte und Verbreitung

Frühere Anbausysteme waren üblicherweise Gemenge aus nutzbaren Arten z.B. für die Lebensmittelerzeugung und die Verwendung als vielfältiger Rohstoff. Die Domestikation von Pflanzen in den letzten 10.000

Entwicklung von Anbausystemen und deren Eigenschaften in Bezug auf den Gemengeanbau
(Quelle: nach PLUCKNETT & SMITH, 1986)

Stadien	Eigenschaften
Sammeln	Wildpflanzen in natürlichen Gemengebeständen
Schutz von bevorzugten Arten	Wildpflanzen in natürlichen Gemengebeständen sowie in der Nähe von Behausungen
Gärtnern	gezieltes Pflanzen von Sämlingen und Wurzeln, Säen von Samen und Schneiden von Wildpflanzen
kleinbäuerliche Landwirtschaft	Bäume, Sträucher, Kräuter, Gräser normalerweise im Gemenge als Feldwechselwirtschaft
kleinbäuerliche Landwirtschaft und Marktfruchtanbau	Gemenge in den Tropen gebräuchlich, weniger in gemäßigten Breiten, Marktfrüchte häufig auf gesonderten Feldern in Reinsaat
kommerzielle Landwirtschaft	in den Tropen Gemenge noch gebräuchlich, aber auch hier Trend zu Reinsaaten

Der Anbau von Reinsaaten ist eine relativ neuzeitliche Entwicklung in der Landwirtschaft. Erst ab Mitte des 19. Jahrhunderts kam es zu einer starken Konzentration auf den Anbau von Reinsaaten durch Verbesserungen in der Pflanzenzüchtung, der Mechanisierung sowie dem Einsatz von anorganischen Düngemitteln und Pestiziden. Viele Formen des Gemengeanbaus bestehen heute noch dort, wo Ressourcen limitiert und Technologien gering entwickelt sind. Der Anbau von Getreide, Körnerleguminosen und Wurzelfrüchten im Gemenge ist für viele kleinbäuerliche Betriebe in den Entwicklungsländern von existenzieller Bedeutung. Der Anteil der Früchte, die im Gemenge angebaut werden, wird daher für einzelne Länder sehr hoch eingeschätzt. Beispielsweise werden in Nigeria 76 % des Maises als Gemenge angebaut. Bei der Hirse sind dies 90 %, bei der Erdnuss 95 % und bei der Augenbohne sogar 99 %. Häufig findet sich der Mais in Gemengen mit Hirse, verschiedenen Körnerleguminosen (v.a. Sojabohne) oder Knollenfrüchten. Gemenge aus Leguminosen und Nichtleguminosen waren vor der Industrialisierung der Landwirtschaft auch in gemäßigten Breiten bedeutend. In Nord Amerika wurden 1923 noch 57 % der Anbaufläche von Sojabohnen in Ohio in einer Kombination mit Mais bestellt. Auch in den heutigen intensiven Agrarsystemen der entwickelten Länder finden sich ver-

Jahren kann in sechs Stadien beschrieben werden, ein Prozess, der in den verschiedenen Ländern der Welt unterschiedlich weit gediehen ist.

schiedene Gemenge. So wird vom Anbau von Sortenmischungen bei Winterweizen in Russland und den Nachbarstaaten berichtet. Gemenge aus Gerste und Hafer wurden bis 1985 in Ontario, Kanada, auf ca. 300.000 ha pro Jahr angebaut. In der Bundesrepublik Deutschland wurden 1975 noch 327.000 ha mit Gemengen verschiedener Getreidearten bestellt. Das entsprach einem Anteil von ca. 6 % der Getreideanbaufläche. Hierbei handelte es sich v.a. um Sommermenggetreide aus Gerste und Hafer (300.000 ha) und Wintermenggetreide aus Weizen und Roggen (27.000 ha). Bis zum Jahr 2001 ging der Anteil dieser Getreidegemenge auf 35.000 ha zurück (Abb. 1).

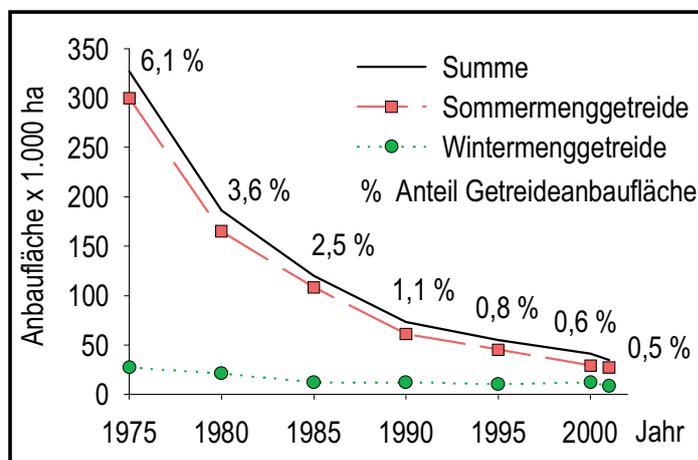


Abb. 1: Entwicklung des Anbaus von Getreideartengemengen in der Bundesrepublik Deutschland (ab 1990 mit den neuen Bundesländern, Quelle: nach STATISTISCHE JAHRBÜCHER ÜBER ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORST 1985 bis 2002)

In den 80-er Jahren wurde der Anbau von Getreide in Sortenmischungen neu aufgegriffen. In der ehemaligen DDR erzielte man große Erfolge beim Anbau von Gerstensortenmischungen für Brauzwecke. Sowohl für die Nutzung als Futterweizen wie auch als Backweizen wurden 1993 in Bayern ca. 20.000 ha mit Sortenmischungen von Winterweizen angebaut. Für den ökologischen Landbau wurden genauere Zahlenmaterialien innerhalb eines Projektes der AGÖL (2003) zusammengestellt, aus denen auch die Anbauflächen verschiedener Gemenge hervorgehen (Abb. 2). Diese Daten stammen von Öko-Kontrollstellen, welche 44 % der ökologisch bewirtschafteten Anbaufläche in Deutschland erfassen. Sie sind auf die gesamte ökologisch bewirtschaftete Ackerfläche des Jahres 1998 hochgerechnet worden, die nach SÖL (2003) ca. 202.000 ha betrug. Bei den Körnerleguminosen-Getreide-Gemengen handelt es sich zu folgenden Anteilen um die Gemenge:



Bild 3: Körnererbse im Gemenge mit Hafer, Quelle: RAUBER, 2002

Erbse/Hafer	34,5 %
Erbse/Hafer/Gerste	32,5 %
Erbse/Gerste	28,7 %
Resele Gemenge *	3,3 %
Ackerbohne/Hafer	1,3 %

* vorwiegend Nutzung als Gründüngung oder Silage

Unter den Sommermenggetreiden ist hauptsächlich Hafer im Gemenge mit Gerste zu verstehen. Die Leguminosen-Gemenge umfassen Gemenge aus Ackerbohnen, Erbsen, Lupinen und/oder Wicken. Klassische Futterbaugemenge (Klee gras) ohne Bracheflächen nehmen einen hohen Anteil der Ackerfläche ein.

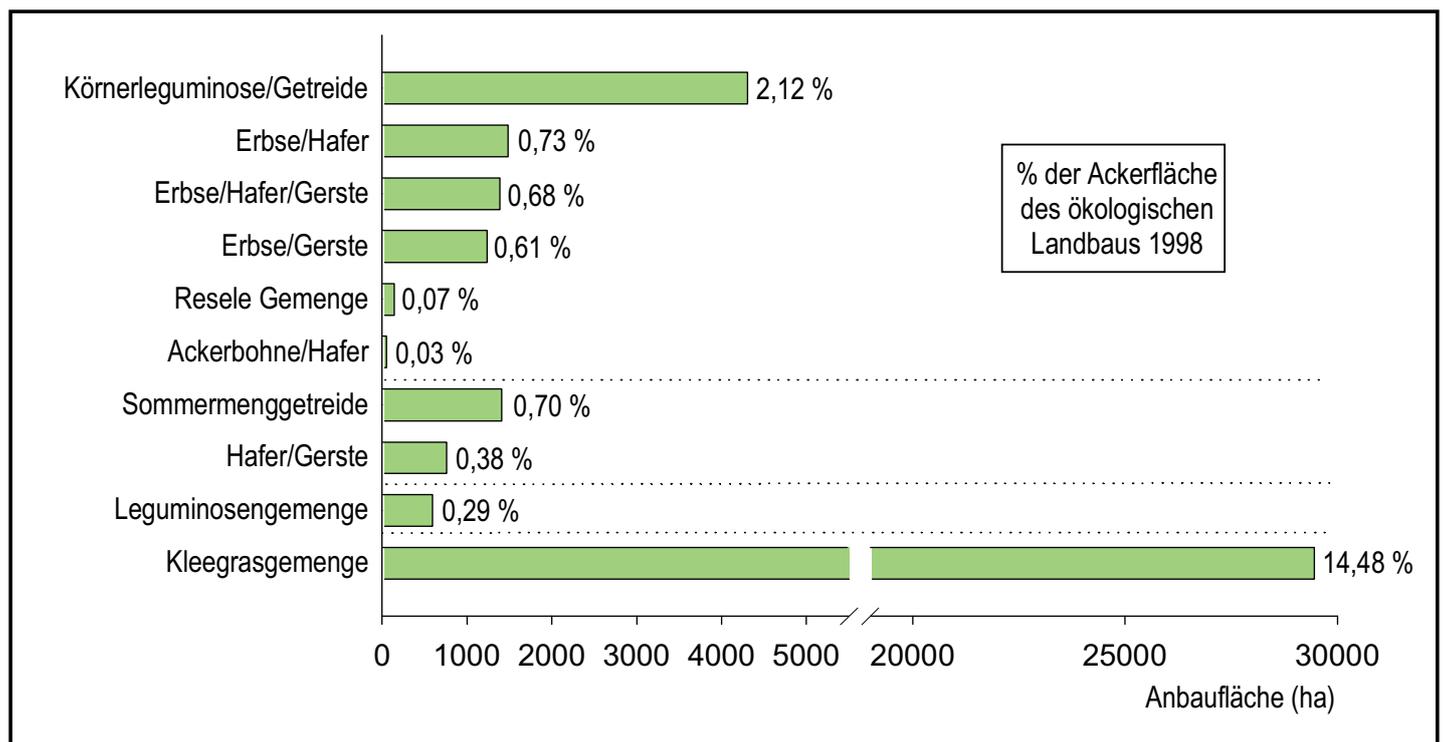


Abb. 2: Gemengeanbau im ökologischen Landbau in Deutschland 1998 (Quelle: nach AGÖL, 2003)

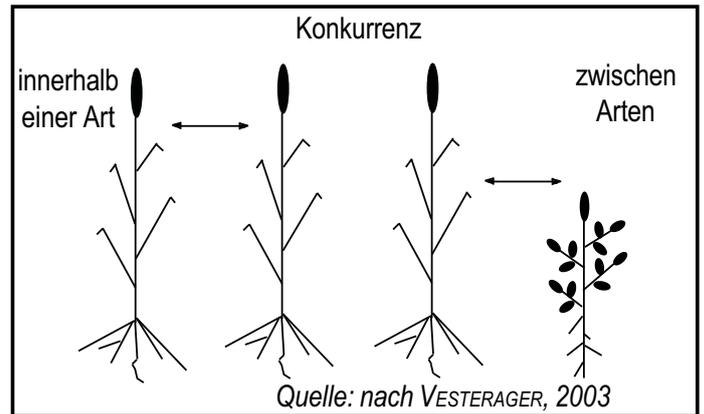
Allgemeiner Teil - Das Besondere von Gemengen

Definitionen

Natürliche Pflanzenbestände sind Gemengebestände, die sich aus längerfristigen Selektionsprozessen durch Anpassung an den Standort und die Wachstumsbedingungen entwickelt haben. Im Zuge zunehmender Industrialisierung der Landwirtschaft werden ackerbauliche Feldfrüchte heutzutage überwiegend als **Rein-saaten** angebaut. Diese arten- oder sortenreinen Bestände weisen eine hohe **Uniformität** auf. Im Gegensatz dazu kann der Gemengeanbau einen Beitrag zur **Diversifizierung** im Ackerbau leisten.

Ein **Gemenge** besteht aus zwei oder mehreren Feldfrüchten, die zur gleichen Zeit auf einer Fläche angebaut werden. Gegenüber Reinbeständen kommt es zu veränderten Bedingungen in einem Gemengebestand. Die Feldfrüchte im Gemenge treten miteinander in Beziehung. Solche Beziehungen oder **Interaktionen** können z.B. die Beschattung einer Frucht durch eine andere, die Nährstoffbereitstellung einer Frucht für eine andere, die Bildung toxischer oder fördernder Substanzen einer Frucht mit Wirkung auf eine andere oder auch die Abwehr bzw. Akkumulation von Schad- bzw. Nutzorganismen im Gemenge sein.

Zwei oder mehrere Feldfrüchte können miteinander sehr gut **existieren**, wenn die Ansprüche an die Wachstumsfaktoren z.B. Wasser, Nährstoffe und Energie zeitlich und/oder räumlich unterschiedlich sind. So können die Ressourcen **komplementär** genutzt werden, wenn beispielsweise zeitliche und/oder räumliche Unterschiede im Lichtbedarf oder Wachstum (Energienutzung), in der Wasserstressempfindlichkeit oder Durchwurzelungstiefe (Wassernutzung) sowie in der Größe des Wurzelsystems oder der Möglichkeit zur symbiotischen Stickstofffixierung (Nährstoffnutzung) der Arten im Gemenge bestehen. Durch eine komplementäre Nutzung der Wachstumsfaktoren ist es im Gemenge möglich, eine Ertragsreduzierung oder einen Ertragsausfall einer Art durch das Wachstum einer anderen Art zu **kompensieren**. Wenn zwei Pflanzen zur gleichen Zeit am gleichen Ort ein und denselben Wachstumsfaktor bean-



spruchen, sich also ihre **Nischen** überschneiden, tritt **Konkurrenz** zwischen den beiden Pflanzen ein. Die **intraspezifische** Konkurrenz beschreibt die Konkurrenz zwischen Pflanzen der selben Art, während die **interspezifische** Konkurrenz Pflanzen aus unterschiedlichen Arten betrachtet. Zwei Arten werden koexistieren, wenn ihre interspezifische Konkurrenz kleiner ist als ihre jeweilige intraspezifische Konkurrenz, d.h. wenn sich die Arten gegenseitig weniger Konkurrenz machen, als sie sich innerhalb der Art selbst beeinflussen. Bei ähnlichem Ressourcenbedarf aber unterschiedlicher Konkurrenzfähigkeit zweier Arten wird die schwächere Art unterdrückt. Wenn dieser Prozess zu stark wird, ist der Anbau eines solchen Gemenges nicht empfehlenswert. Im Vegetationsverlauf treten Effekte der komplementären Nutzung von Wachstumsfaktoren und der Konkurrenz im Gemenge zugleich auf. Hieraus ergibt sich der **Mischeffekt** (ME), der sich aus dem gemessenen Wert eines Faktors z.B. Ertrag im Gemenge abzüglich dem Erwartungswert ($EW = \text{arithmetische Mittel der Erträge der Reinsaaten}$) errechnet. Ist der Mischeffekt positiv (z.B. beim Ertrag) bzw. negativ (z.B. bei Krankheiten) spricht man von einem Vorteil des Gemenges gegenüber den Reinsaaten.

Uniformität	Gleichförmigkeit
Diversifizierung	Abwechslung, Veränderung, Vermischtes
Interaktionen	Wechselbeziehungen
komplementär	sich gegenseitig ergänzen
Kompensation	Ausgleichen
Konkurrenz	Wettbewerb, Rivalität
Koexistenz	Nebeneinander bestehen
Nische, ökologische	Ansprüche an Ernährung, Konkurrenten, Feinde u.a. Umweltfaktoren (funktionale Beziehungen), weniger der Lebensraum (Habitat) gemeint

Anbauformen

Zwischen den verschiedenen Anbauformen (Tab. 1) variieren die Kontakte der Partner eines Gemenges. Bei der gemischten Saat haben die Partner größtmöglichen Kontakt zueinander. Hier könnte man die größten positiven Effekte im Gemenge erwarten. Allerdings werden diese, gerade weil der Kontakt der Partner sehr eng ist, durch z.B. Konkurrenzeffekte möglicherweise wieder

aufgehoben, so dass es unter Umständen sinnvoller sein kann eine andere Anordnung zu wählen. Diese zufällige Verteilung erreicht man beispielsweise durch das gemeinsame Drillen einer Saatgutmischung im Säbehälter. Über die Reihen- und Streifenanordnung bis hin zum gestaffelten Anbau nehmen die Kontakte zwischen den Partnern ab.

Tab. 1: Anbauformen von Feldfrüchten (Quelle: nach ANDREWS & KASSAM, 1976)

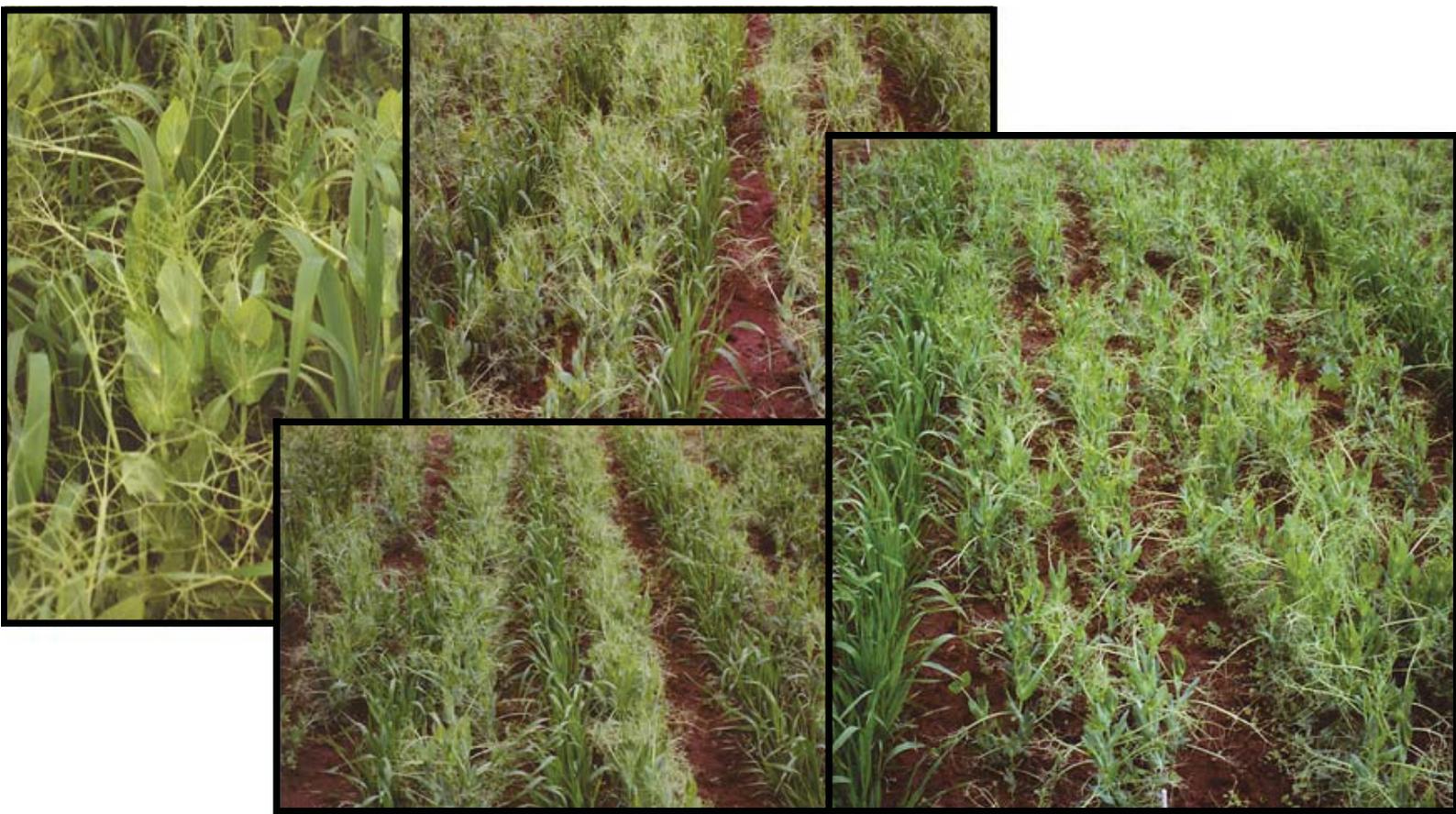
Anbauform	Erläuterung
Gemengeanbau	zwei oder mehrere Früchte gleichzeitig auf dem selben Feld
• Gemischte Saat	keine spezielle Anordnung der Früchte, breitwürfig oder gemischt in Reihen gesät
• Saat in Reihen	mindestens eine Frucht in Reihe gesät
• Saat in Streifen	unabhängige Bearbeitung der Früchte in den Streifen möglich
• Gestaffelte Saat	Gemenge nur während eines bestimmten Entwicklungszyklus; z.B. Untersaat, Unterpflanzung oder „Bicropping“

Abwechselnde Reihen ergeben häufig technische oder ökonomische Schwierigkeiten insofern, als dass mehrfach überfahren oder die Drillmaschine mit einem zweiten Säbehälter nachgerüstet werden muss. Andererseits eröffnet sich die Möglichkeit bei Mehrfachüberrollung die Komponenten quer (gekreuzt) zueinander auszusäen. Der Streifenanbau kann in Arbeitsbreite der Ma-

schinen erfolgen, so dass komponentenspezifische Maßnahmen möglich werden. Die Kontakte zwischen den Mischungspartnern ergeben sich beim Streifenanbau nur noch in den Randbereichen.

Bei der gestaffelten Saat sind die Kontakte zwischen den Komponenten zeitlich begrenzt.

Bild 4: Anbauformen am Beispiel von Körnererbse im Gemenge mit Hafer; oben links: gemischt; oben Mitte: Doppelreihe Erbse und eine Reihe Hafer; unten Mitte: wechselnde Reihen; unten rechts: Streifen Erbse und eine Reihe Hafer, Quelle: Hof, 2002



Saadichte

Neben dem Verteilungsmuster der Gemegepartner hat auch die Saadichte einen Einfluss auf die Höhe des Kontaktes zwischen den Partnern. Ausgehend von den Reinsaatstärken der Partner wird zwischen substitutiven und additiven Modellen unterschieden (Abb. 3). Beim substitutiven Muster (auch als Verdrängungsserie bezeichnet) wird ein Anteil (%) der Reinsaatstärke eines Partners durch den gleich hohen Anteil (%) der Reinsaatstärke des anderen Partners ersetzt, so dass die Summe im Gemenge relativ wieder 100 % ergibt. Eine Getreidesortenmischung wird z.B. häufig als Mischung mit jeweils 50 % der Reinsaatstärken angebaut, d.h. bei 300 Pflanzen/m² in Reinsaat werden jeweils 150 Pflanzen/m² im Gemenge substituiert. Bei Artengemengen sind die Reinsaadichten oft verschieden. Ein substitutives Gemenge verschiedener Arten könnte

beispielsweise wie folgt aussehen: Ausgehend von den jeweiligen Reinsaatstärken (Hafer 300 und Erbse 80 Pfl./m²) wird ein Gemenge aus 33 % Hafer (100 Pfl./m²) und 67 % Erbsen (53 Pfl./m²) zusammengestellt. Bei einem klassischen additiven Gemenge werden gleich hohe Aussaadichten wie bei den entsprechenden Reinsaaten genutzt. Beide Reinsaadichten addieren sich somit. Ebenfalls als additiv sind Gemenge zu bezeichnen, deren Gesamtsaadichte größer 100 % liegt, z.B. eine Zusammenstellung aus 75 % plus 75 % oder 100 % plus 80 % der jeweiligen Reinsaatstärken beider Partner. In Versuchen wird häufig das substitutive Muster verwendet.

Die Schwierigkeiten bei der Bewertung von Ertragsvorteilen des Gemenges gegenüber den Reinsaaten sind vor allem in der Wahl der Reinsaadichten gegeben.

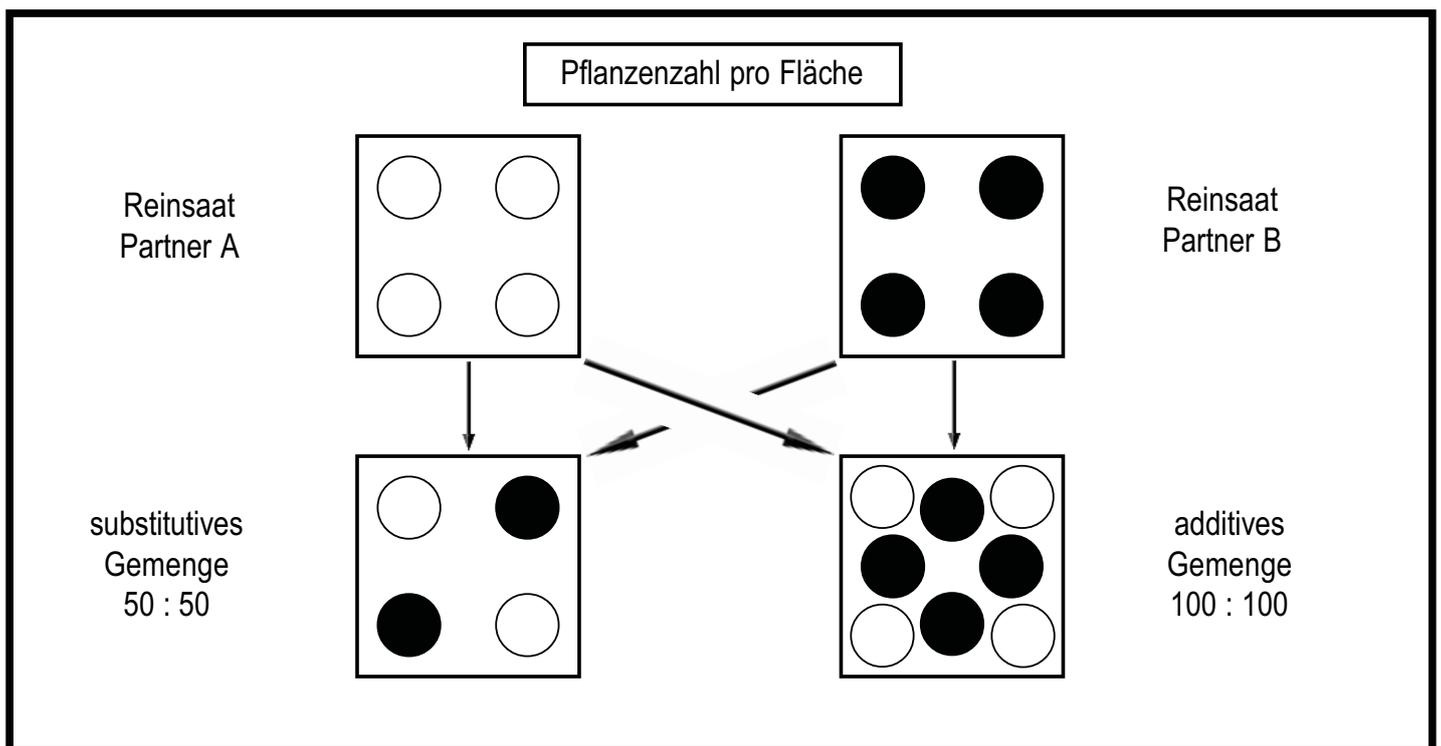


Abb. 3: Saadichtemuster im Gemenge (Quelle: nach SNAYDON, 1991)

In substitutiven Gemengen hat eine Art mehr Standraum zur Verfügung als in ihrer Reinsaat, so dass die intraspezifische Konkurrenz geringer sein wird. In additiven Gemengen könnte die Gesamtdichte zu hoch sein und die Komponenten unterschiedlich in ihrer Konkurrenzfähigkeit beeinflussen. Eine optimale Dichte für ein

Gemenge wird vermutlich zwischen beiden Saatmustern zu suchen sein. Für die Praxis bedeutet dies, dass der Mehrertrag eines Gemenges mindestens einen höheren Aufwand an Saatstärke kompensieren muss, um eine betriebswirtschaftliche Alternative zu bieten.

Eigenschaften von Gemengen

Die Eigenschaften von Gemengen sind in Tabelle 2 zusammengefasst. In den folgenden Kapiteln werden

diese mit Hilfe von Beispielen näher erläutert. Zudem soll gezeigt werden, unter welchen Bedingungen diese Vorteile gegenüber Reinsaaten zustande kommen.

Tab. 2: Eigenschaften von Gemengen (Beispiele)

- gleich hohe oder höhere Erträge im Vergleich zu den Reinsaaten
- bessere Ertragsstabilität
- bessere Ertragsqualität
- Nährstoffmobilisierung, Bereitstellung von Nährstoffen für einen Gemengepartner
- vollständigere Nutzung von verfügbaren Vegetationszeiträumen
- effizientere Nutzung der Wachstumsfaktoren Licht, Wasser und Nährstoffe in Raum und Zeit
- Erhöhung der Biodiversität
- Abwehr von Krankheiten und Schädlingen
- Kompensation biotischer und abiotischer Stressfaktoren
- Unkrautunterdrückung
- Minderung von Nährstoffverlusten über Bodenerosion oder Auswaschung
- Minderung der Lagergefahr durch Stützfruchtwirkung

Ertragsleistungen

Quantität

Von großem Interesse ist in nahezu allen Untersuchungen die Höhe der absoluten Erträge sowohl in den Reinsaaten wie auch im Gemenge. Hier zeigt sich, dass die Einzelerträge der Arten oder Sorten im Gemenge häufig geringer sind als ihre Reinsaaten, da einerseits die Aussaatstärke reduziert ist und andererseits Konkurrenzeffekte wirken. Beispielsweise reduziert sich der Korn-

ertrag der Erbse von 46 dt/ha in Reinsaat auf 13 dt/ha im Gemenge mit Hafer. Auch der Kornertrag des Hafers ist von 52 dt/ha in Reinsaat auf 41 dt/ha im Gemenge vermindert. Der Gesamtertrag des Gemenges aus Erbse und Hafer ist in diesem Fall sowohl für den Kornertrag (54 dt/ha) als auch für den Gesamtertrag (116 dt/ha) höher als beide Reinsaaten (Abb. 4).

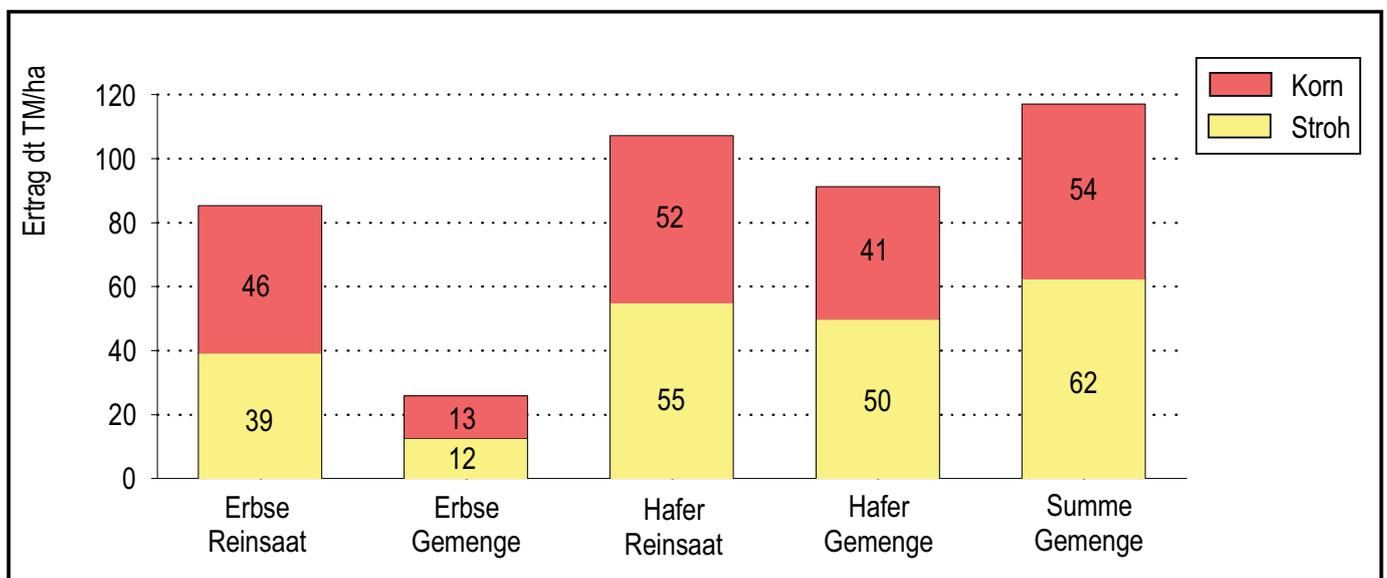


Abb. 4: Korn- und Stroherträge von Erbse und Hafer in Rein- und Gemengesaat (Mittelwerte über zwei Jahre und zwei Erbsensorten; Saatstärke: 67 % Erbse und 33 % Hafer der jeweiligen Reinsaatstärke; Versuche im ökologischen Landbau, Standort Reinshof, Göttingen, Boden: Auenlehm; Quelle: nach RAUBER et al., 2000)

Der Hafer ist in diesem Gemenge der eindeutig stärkere Konkurrent. Obwohl er im Gemenge mit nur 33 % seiner Reinsaatstärke angebaut wurde, erreicht er ca. 85 % seines Reinsatertrages. Dagegen kann die Erbsen mit 67 % ihrer Reinsaatstärke nur ca. 30 % ihres Reinsatertrages realisieren. Getreide ist als starker Konkurrent bekannt. Durch eine schnellere Jugendentwicklung kann Getreide eine Leguminose stärker beschatten. Außerdem besitzt Getreide im Vergleich zu

Leguminosen eine hohe Konkurrenzfähigkeit um Bodennährstoffe. Beim Stickstoff (N)-Ertrag wird häufig kein absoluter Mehrertrag im Gemenge erzielt. Der N-Ertrag ergibt sich aus dem Ertrag und der N-Konzentration. Da die N-Konzentration in Leguminosen höher ist als in Nichtleguminosen und die Leguminosen einen stärkeren Ertragsrückgang im Gemenge aufweisen, sind häufig die N-Erträge der Leguminosenreinsaat höher als die Gesamt-N-Erträge im Gemenge (Abb. 5).

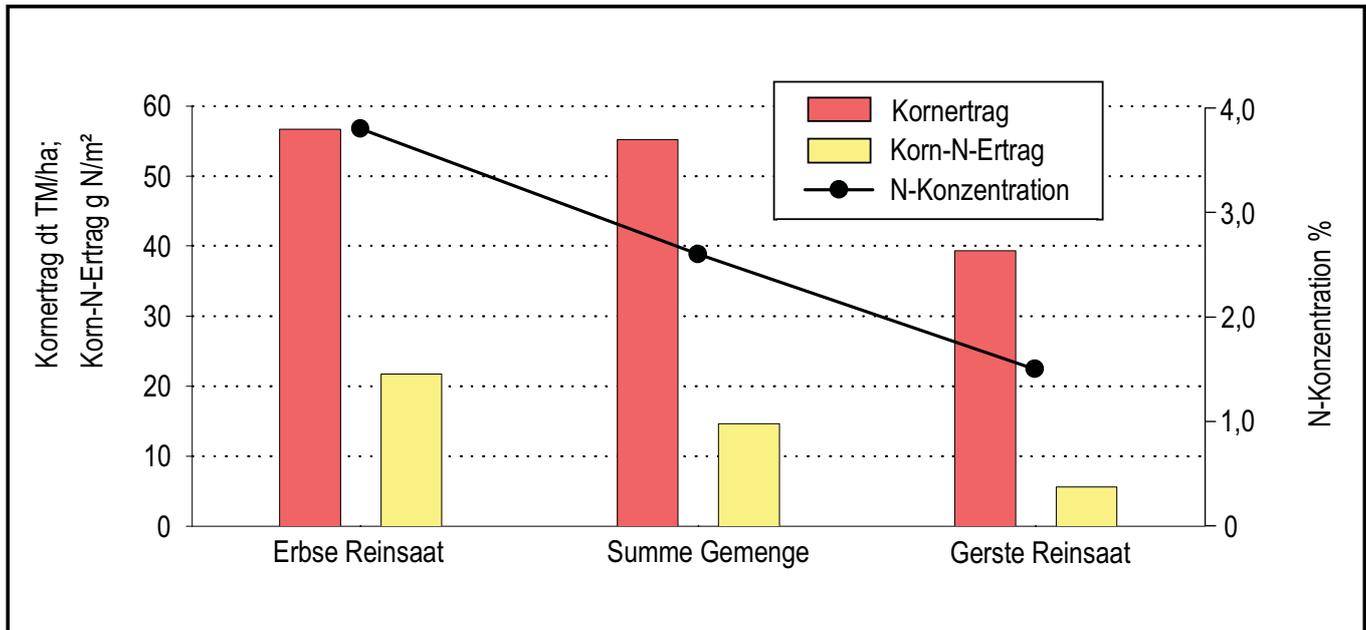


Abb. 5: Kornertrag, Korn-N-Ertrag und Korn-N-Konzentration von Erbse und Gerste in Rein- und Gemengesaat (Mittel aus vier Jahren, Saatstärke jeweils 50 % der Reinsaatstärke, ohne N-Düngung, Standort Dänemark, Boden: sandiger Lehm; Quelle: nach JENSEN, 1996)

Aufgrund der Schwierigkeiten, die Ertragshöhe von Wurzelmassen im Boden zu erfassen, gibt es nur wenige Untersuchungen, die sich damit beschäftigen. Die Wurzelmassen im Boden können von nicht zu unterschätzender Höhe sein. Futter- und Zwischenfrüchte leisten einen besonderen Beitrag zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Mit ihren Wurzelmassen und Wurzelrückständen fördern sie die Lockerung des Bodens, die Lebendverbauung der Bodenkrümel, die Ergänzung des Humusvorrates und die Bereitstellung von Pflanzennährstoffen. Beispielsweise entspricht eine organische Wurzelmasse von 33 dt/ha des Landsberger Gemenges einer Menge von ca. 200 dt/ha verrottetem Stallmist für die Humusreproduktion. Die Wurzelmassen von Zwischenfrüchten können 33 % bis 50 % der oberirdischen Biomasse erreichen (Abb. 6).

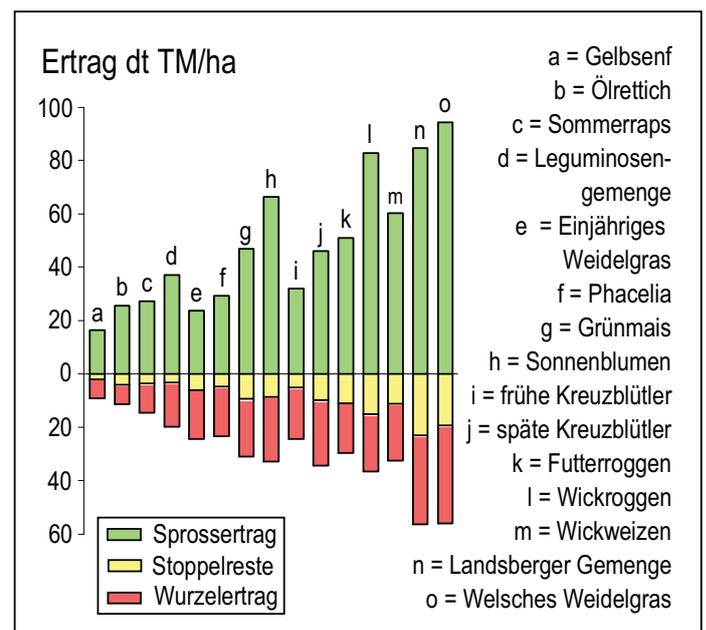


Abb. 6: Oberirdische Sprossmassen, Stoppelreste und Wurzelmassen verschiedener Zwischenfrüchte (Quelle: nach KÖNEKAMP, 1957)

Mehrertrag

Ein Mehrertrag kommt dann zustande, wenn vorhandene Wachstumsfaktoren eines Standortes durch die Partner im Gemenge ergänzend genutzt werden oder wenn Stress- und Schadfaktoren im Gemenge besser abgewehrt werden als in den Reinsaaten. Die Bewertung eines Mehrertrages kann auf verschiedene Weise erfolgen. Entweder man erwartet von einer Hauptfrucht die gleiche Ertragshöhe in Rein- und Gemengesaat plus einen zusätzlichen Ertrag einer zweiten Frucht im Gemenge (z.B. bei Untersaaten), oder das Gemenge soll in der Summe des Ertrages höher liegen als die beste Reinsaat. Des Weiteren wird auch dann von einem Mehrertrag gesprochen, wenn das Gemenge einen höheren Ertrag erreicht als das Mittel der Reinsaaten (Mischeffekt) der beteiligten Partner (häufig bei Getreidesortenmischungen). In einer Zusammenfassung von verschiedenen Untersuchungen an 344 Gemengen wurde ein Vergleich der Biomasseerträge oberirdischer Pflanzenmassen von Gemengen mit den Reinsaaten zweier Partner vorgenommen. Dies waren vor allem verschiedene Grasarten aber auch Gemenge mit Weizen, Roggen, Gerste, Reis oder Lein sowie Leguminosen-Nichtleguminosen-Gemenge. Überwiegend lagen die Gesamterträge im Gemenge über dem Erwartungswert, dem Mittel der Reinsaaten. Nur in wenigen Fällen waren die Gemenge schlechter als die schlechteste der beiden Reinsaaten (Abb. 7).

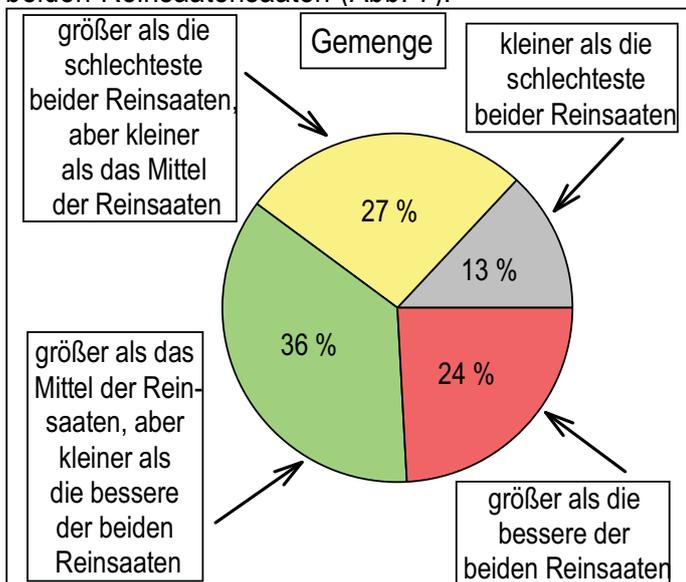


Abb. 7: Ertrag von Gemengen im Vergleich zu den Reinsaaten (Auswertung von 344 Gemengen, Quelle: nach TRENATH, 1974)

Was ist der RYT-Wert (Relativ Yield Total, Relativer Gesamtertrag) bzw. LER-Wert (Land Equivalent Ratio, Flächenäquivalenzverhältnis)?

Dies sind häufig verwendete Werte in Untersuchungen. Sie beschreiben relative Erträge von Gemengen im Verhältnis zu den Reinsaaten, damit eine Vergleichbarkeit von Versuchsergebnissen gegeben ist. Prinzipiell sind diese Werte numerisch gleich groß. Es wird der Gemengeertrag (G) in das Verhältnis zum Reinsaatenertrag (R) der jeweiligen Partner gesetzt:

$$\text{RYT} = \text{LER} = \frac{G_1}{R_1} + \frac{G_2}{R_2}$$

Die Interpretation dieser beiden Werte ist allerdings verschieden. So trifft der LER-Wert eine Aussage darüber, wie viel Anbaufläche durch das Gemenge im Vergleich zu den Reinsaaten beansprucht wird. Ein LER-Wert von beispielsweise 1,22 besagt, dass für den gleich hohen Ertrag des Gemenges eine 1,22 mal größere Fläche der Reinsaaten nötig wäre. Dies bezieht sich auf den Gesamtertrag beider Partner im Gemenge. Ein Ertragsvorteil des Gemenges ist somit bei einem LER-Wert größer eins, ein Ertragsnachteil bei kleiner eins gegeben. Der RYT-Wert wird für die Bewertung einer komplementären Nutzung von Wachstumsfaktoren herangezogen. Er gibt, sofern er größer eins ist, einen relativen Mehrertrag des Gemenges an.

RYT > 1	komplementäre Nutzung der Wachstumsfaktoren (Nährstoffe, Wasser und Licht), geringe bis mittlere Konkurrenz, relativer Mehrertrag des Gemenges
RYT = 1	keine komplementäre Nutzung, intensive und vollständige Konkurrenz um alle Wachstumsfaktoren
RYT < 1	keine komplementäre Nutzung, intensive und vollständige Konkurrenz um alle Wachstumsfaktoren sowie zu starke Konkurrenz eines Partners mit unterdrückender Wirkung auf einen anderen oder zusätzlich schädigende Effekte (z.B. Allelopathie), relativer Minderertrag des Gemenges

Quellen: nach DE WIT, 1960 und MEAD & WILLEY, 1980

Ertragsstabilität

Gerade bei Getreidesortenmischungen wird die Stabilität der Erträge betont, da es hier häufig nicht zu einem Mehrertrag aber eben zu einer zuverlässigeren Realisierung des zu erwartenden Ertrages kommt. Das heißt, Gemenge sind in der Regel in der Lage, Ertragsausfälle durch v.a. frühe Schädigung eines Partners durch einen anderen auszugleichen. Ein Gemenge ist mindestens stabiler im Ertrag als die schlechtere Reinsaat und zum Teil auch stabiler als die beste Reinsaat.

In verschiedenen Gemengen sowie in den Reinsaaten von Ackerbohne und Erbse wurde die Umweltvarianz (s_{xi}^2) der Kornerträge bestimmt. Je geringer dieser Wert ist, desto höher ist die Ertragsstabilität. Die Ackerbohnenreinsaaten zeigten immer die größten Ertragschwankungen, während die Gemenge ertragsstabiler waren und sich das Gemenge aus 25 % Reinsaatstärke

der Ackerbohne (10 Pfl./m²) und 75 % der Reinsaatstärke der Erbse (60 Pfl./m²) sogar ertragsstabiler als die Erbsenreinsaat erwies (Abb. 8).

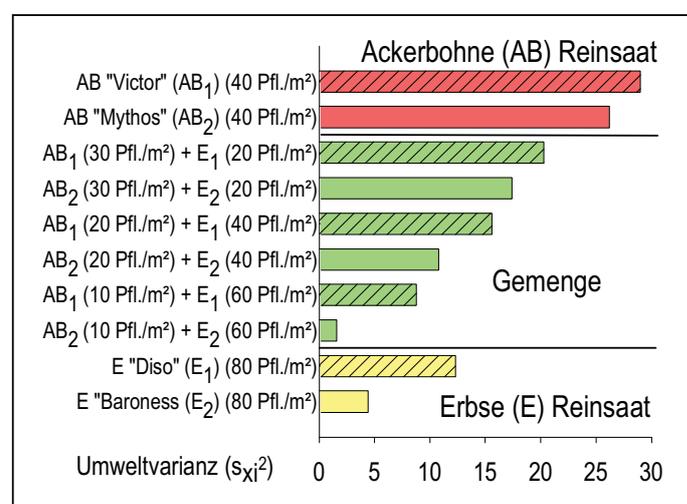


Abb. 8: Umweltvarianzen der Kornerträge von Ackerbohnen und Erbsen in Rein- und Gemengesaat verschiedener Sorten, Standort Reinshof, Göttingen, Boden: Auenlehm; (Quelle: nach STELLING, 1997)

Ertragsqualität

Neben höheren und sichereren Erträgen trägt ein Gemenge im Futterbau aus Leguminosen (z.B. Luzerne oder Rotklee) und Nichtleguminosen (Grasarten) zur Produktion sich qualitativ ergänzender Trockenmassen bei. Eiweißreiche Leguminosen kombiniert mit kohlenhydratreichen Nichtleguminosen führen zu einem Ausgleich von Protein und Energie. Gegenüber Leguminosenreinsaaten kommt es zur Abnahme unerwünschter Stoffe z.B. Östrogene im Gemenge, zur Verringerung der Blähgefahr sowie einer verbesserten Siliereignung, da die Grasarten den Anteil Leguminosen quasi verdünnen. Auch bei der Betrachtung von Körnerfruchtgemengen zur Silagegewinnung können im Gemenge höhere Gesamterträge und häufig eine ausgeglichene Qualität erzielt werden. Im Gemenge aus Erbse und Gerste beispielsweise liegen die Gehalte an Protein und Rohfaser häufig zwischen beiden Reinsaaten. Im Vergleich zu der Gerstenreinsaat erhöht sich somit der Rohproteingehalt, während die Rohfaseranteile gesenkt werden. Außer der verbesserten Qualität von Gemengen zur Futternutzung gibt es einige wenige Beispiele zur Verbesserung der Kornqualität durch einen Gemengeanbau.

In Versuchen auf ökologisch bewirtschafteten Flächen mit Linsensorten und Nacktgerste in Rein- und Gemengesaat konnte für beide Arten in der Regel eine Erhöhung der **Tausendkornmassen** (TKM) im Gemenge festgestellt werden. Damit erhöht sich die Qualität vermarktbarer Körner für die menschliche Ernährung. Die Linsen sind noch wenig züchterisch bearbeitet. In Reinsaat setzen sie viele Hülsen an, so dass das Druschgut ungleichmäßig in der Kornfärbung und im Anteil an reifen und unreifen Körnern erscheint. Im Gemenge werden durch die Konkurrenz mit der Gerste weniger Hülsen angesetzt und diese besser gefüllt. Dass auch die Nacktgerste mit einer Erhöhung der Tausendkornmasse im Gemenge reagiert ist für Getreide eher selten zu finden. Normalerweise ist die Tausendkornmasse relativ konstant bei einer bestimmten Sorte unter gegebenen Umweltbedingungen.

	TKM (g), Mittel über vier Linsensorten, verschiedene Standorte und Jahre		
	2000 ¹⁾	2000 ²⁾	2001 ²⁾
Linse Reinsaat (150 Pfl./m ²)	36,1	36,5	39,5
Linse Gemenge (120 Pfl./m ²)	37,0	40,3	38,5
Nacktgerste Reinsaat (300 Pfl./m ²)	39,9	40,0	41,5
Nacktgerste Gemenge (60 Pfl./m ²)	42,0	44,1	46,5

¹⁾ Standort Schönhagen, Boden: Rendzina auf Muschelkalk

²⁾ Standort Reinshof, Göttingen, Boden: Auenlehm

Quellen: nach NEUMANN, 2001 und HOF, 2002

Primäres Ziel beim Anbau von Getreidesortenmischungen ist die Unterdrückung von Krankheiten (v.a. Mehltau) im Gemenge sowie die Erhaltung von Krankheitsresistenzen der Sorten. Die Schwierigkeit besteht in der Akzeptanz solcher Sortenmischungen, da die Abnehmer von Backweizen oder Braugerste in der Regel sortenreine Partien verlangen. Die Qualität des Korn gutes von Weizen- oder Gerstensortenmischungen ist häufig gleich hoch oder höher als das Mittel der Reinsaaten. Beispielsweise erhöhte sich die Volumenausbeute des Gebäcks im Backtest (Rapid-Mix-Test, RMT) bei verschiedenen Sortenmischungen von Winterweizen gegenüber dem Mittel der Reinsaaten und war teilweise sogar höher als die beste Sorte in Reinsaat.

Gebäckvolumen im Rapid-Mix-Test (RMT) zwei verschiedener Sortenmischungen von Winterweizen, Mittel über drei Jahre und verschiedene Standorte in Bayern; (Quellen: nach RAMGRABER et al., 1990 und BUNDESSORTENAMT, 1998)

Gemenge aus Futtersorten			Gemenge aus Qualitätssorten		
Sorte Reinsaat	Backqualitätsgruppe alt (neu)	RMT (ml)	Sorte Reinsaat	Backqualitätsgruppe alt (neu)	RMT (ml)
Kronjuwel	B 4	613	Urban	A 9 (E)	743
Bert	B 4	587	Farmer	A 7	717
Apollo	C 2 (C)	565	Rektor	A 9 (E)	721
Basalt	B 5	627	Markant	A 7	705
Erwartungswert des Gemenges		598			722
Gemenge aller vier Sorten zu gleichen Anteilen in der Saatmischung		632			732

Bekannt ist die Verbesserung der Qualität von Getreide im System „Weite Reihe“ nach STUTE, das bereits Anfang der 90-er Jahre entwickelt wurde. Seitdem sind vielfältige Möglichkeiten praktiziert worden. Durch die Erhöhung der Reihenweite und die Verringerung der Saatstärke soll die Einsaat einer Untersaat ermöglicht werden. Neben einer Marktfrucht wird gleichzeitig mit der Untersaat der Vorfruchtwert für das folgende Jahr erzeugt. Dieses System wird v.a. beim Weizen zur Verbesserung der Backqualität genutzt. Jede Reihenweite größer als der übliche Drillreihenabstand von 10 bis 15 cm kann als Weite Reihe bezeichnet werden.

Weite Reihe

Effekte: Stickstoff ist im ökologischen Landbau limitiert. Normale Saat von Backweizen erreicht häufig nur unzureichende Qualitäten. Bei der Weiten Reihe können die Vorräte zwischen den Reihen zur Kornfüllungsphase genutzt werden: Da weniger Pfl./m² angestrebt werden, hat die Einzelpflanze mehr Stickstoff zur Verfügung. Veränderungen der Fruchtfolge sind möglich (z.B. mehrmals Weizen hintereinander mit Kleeuntersaat).

Untersaat: Im System Weite Reihe ist das Gelingen einer Untersaat unerlässlich zur Nutzung des Lichtangebotes und der Unkrautunterdrückung. Weitere Vorzüge einer Untersaat sind Bodenbedeckung, Humusaufbau sowie Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Die Untersaat sollte zur sicheren Etablierung gedrillt werden. Der Saattermin ist abhängig vom Unkrautdruck und sollte möglichst früh liegen. Bei mehrmaligem Hacken ist die Saat bis Mai möglich.

Beispiel für Untersaaten (Betrieb Stute, Steimbke):

Die **1. Untersaat** wird in der selben Reihe wie der Weizen gleichzeitig mit dem Sommerweizen 2-3 cm tief oder mit zwei getrennte Säkästen flacher direkt über dem Weizen platziert. So ist das Hacken zwischen den Reihen möglich (mit Hohlschutzscheiben für die Untersaat). Als Arten wurde eine Mischung aus Persischem Klee, Gelbklee, Rotklee, Schwedenklee, Hornklee, Serradella und Luzerne verwendet (Σ ca. 25 kg/ha). So kann nach dem Hacken die **2. Untersaat** im Mai zwischen die Reihen gesät werden (Mischung aus Rübsen, Sonnenblume, Malve und Lupine). Häufig wird auch Weißklee als Untersaat ausgebracht.

Unkrautregulierung: Blindstriegeln, Hacken, spezieller Reihenmulcher

Reihenweiten: Einzelreihen 27; 37,5; 40; 50 oder 54 cm, Doppelreihen 40/10; 37,5/12,5; 75/15 oder 81/27 cm

Reihenweite bei Weite Reihe (Beispiel)

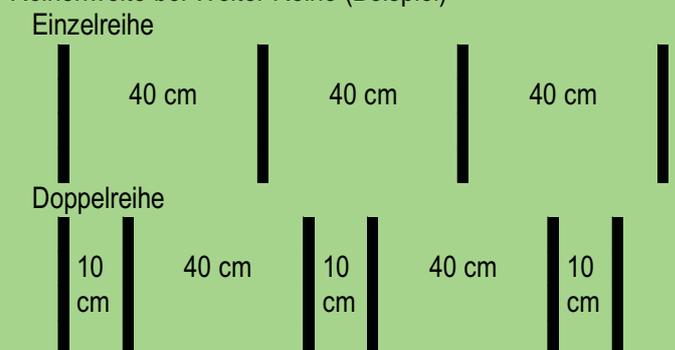


Bild 5: Untersaat in der selben Reihe bei Gerste, Quelle: Hof, 2002

Bild 6: „Weite Reihe“ mit Untersaat bei Winterweizen,
Quelle: Hof, 2002



Weizen: Empfohlen werden 65 bis 75 % der ortsüblichen Saatstärke (ca. 150 kg/ha). Zum Teil werden aber auch Reinsaatstärken ausgesät (bis 400 Pfl./m²).

Ertrag und Qualität: In der Regel ist der Ertrag des Weizens um 10 bis 15 % gegenüber der Normsaat verringert, während sich die Qualität um 10 bis 20 % verbessert. Eiweißgehalte von 11 bis 12 % in der TM und Feuchtklebergehalte größer 23 % sind relativ sicher zu erreichen. Abhängig ist dies v.a. vom Jahr und den verwendeten Sorten. Auf guten Böden mit ausreichender Wasserversorgung können die Erträge durch die Kompensationsfähigkeit des Weizens genauso hoch sein wie bei Normsaat. Dann stellen sich allerdings keine oder nur geringe Qualitätsverbesserungen ein.

Grenzen: Wenn ausschließlich Getreide in der Fruchtfolge verwendet wird, können sich Wurzelunkräuter (v.a. Quecke) in diesem System verstärkt ausbreiten. Zudem können Krankheitsprobleme wie die Schwarzbeinigkeit vermehrt auftreten. Weiterhin sind auch Auflaufschäden evtl. verursacht durch bodenbürtige Pilze (*Fusarium* spp.) beobachtet worden. Unklar ist bisher, ob der Abbau des Getreidestrohs und/oder der Untersaaten phytotoxische Substanzen freisetzt, welche im nachfolgenden Getreide zur Reduktion der Erträge führen können.

Neben den Hack- oder Mulchsystemen in Weite Reihe gibt es neuere Untersuchungen zu einer Variante des Systems Weite Reihe, dem sogenannten Bicropping. Dieses System beschreibt eine Reihendirektsaat von Winterweizen in einen bereits bestehenden mehrjährigen Weißkleebestand. Auch hier ist das Ziel eine Erhöhung der Kornqualitäten des Weizens im ökologischen Landbau. Weitere Vorteile sind eine ganzjährige Bodenbedeckung, Bodenruhe durch Verzicht auf das Pflügen, Verringerung der Nährstoffverluste, Einsparung von Energie- und Maschinenkosten sowie zusätzliche Stickstoff-Fixierung durch den Weißklee. Erste Ergebnisse zeigen, dass der Ertrag des Weizens durch eine Reihenfrässaat stark vermindert wird um mehr als 75 % gegenüber normaler Saat und Umbruch mit dem Pflug. Der Rohproteingehalt kann dagegen auf bis zu 14,3 % bei 36 cm Reihenweite im System Bicropping verbessert werden.

Bicropping, Standort Lindhof, Kiel, Boden: lehmiger Sand bis sandiger Lehm; (Quelle: nach NEUMANN et al., 2002)

Saattechnik	Reihenweite cm	Korn-ertrag dt/ha	Rohprotein- gehalt %
Reihen- frässaat	12	9,3	13,0
	36	8,6	14,3
Normalsaat	12	43,9	10,4
	36	41,5	10,8

Ebenfalls zu Verbesserung der Qualität des Weizens im ökologischen Landbau ist der Anbau von Sommerweizen in 2,5 m großen Streifen im Wechsel mit Grünbrachestreifen verschiedener Futterleguminosen speziell für viehlose Betriebe entwickelt worden. Empfohlen wird, die Grünbrachestreifen bereits im Herbst anzulegen und die Streifen jährlich zu wechseln, so dass die Vorfruchtwirkung genutzt werden kann. In Abhängigkeit von den Sommerweizensorten werden durch den eingebrachten Mulch Unkräuter gefördert. Eine Erhöhung von Blatt- und Ährenkrankheiten wurde nicht festgestellt. In den Randbereichen der Streifen waren die Kornerträge höher als im Kernbereich der Streifen. Insgesamt konnten gleich hohe oder höhere Erträge mit verbesserten Kornproteingehalten sowie weiterer Qualitätsmerkmale erzielt werden.

Streifenmulch, Varianten: 1) kein Mulch, 2) 100 dt FM (ca. 75 kg N/ha) im Mai, 3) 200 dt FM (ca. 150 kg N/ha) im Mai, 4) 100 dt FM im Mai und 100 dt FM im Juni/Juli (ca. 150 kg N/ha), Mittel aus 2 Jahren, Standort Wiesengut bei Hennef, Auenboden aus lehmigem Sand bis sandigem Schluff) (Quelle: nach SCHULZ-MARQUARDT et al., 1995)

Variante	Korn- ertrag dt/ha	Protein- gehalt %	Sedimenta- tionswert	Back- volumen, RMT ml
1)	42,8	11,1	36,5	656
2)	44,4	11,5	41	668
3)	46,1	12,5	47,5	693
4)	45,2	12,6	50,5	695

Nutzung der Wachstumsfaktoren

Nährstoffe, Wasser

Im Gemenge können die Wachstumsfaktoren (Nährstoffe, Wasser und Licht) oft effizienter genutzt werden, indem die Gemengepartner diese zu verschiedenen Zeitpunkten oder in verschiedenen räumlichen Dimensionen unterschiedlich stark beanspruchen.

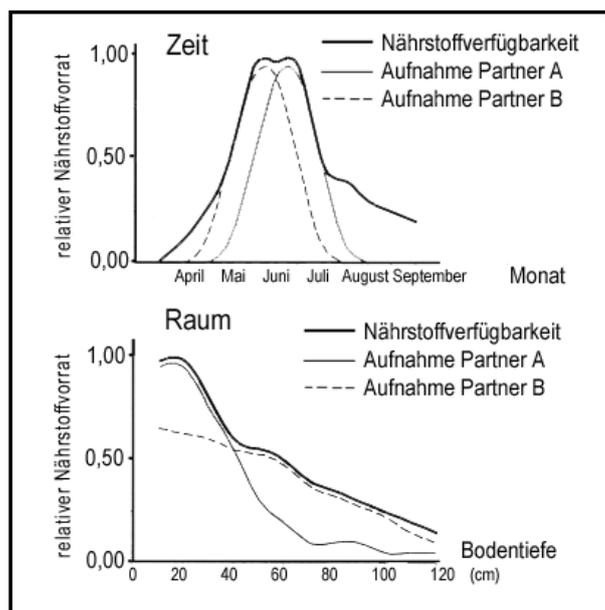


Abb.9: Nährstoffnutzung zweier Partner im Gemenge (Quelle: nach HAUGGAARD-NIELSEN & ANDERSEN, 2000)

Der Ertragsvorteil eines Gemenges aus Körnerleguminosen und Getreide ist vermutlich durch folgende Effekte zu erklären: Das Getreide entwickelt sich schneller als die Körnerleguminose und kann in frühen Entwicklungsstadien auf einen größeren Anteil Bodenvolumen zurückgreifen. Dadurch wird der vorhandene Bodenstickstoff ausgeschöpft. In der Anfangsentwicklung kompensiert das Getreide die langsamere Entwicklung der Leguminose. In späteren Entwicklungsstadien kann die Körnerleguminose durch ihre symbiotische N_2 -Fixierung den begrenzten Bodenstickstoff kompensieren, so dass das Gesamtwachstum des Gemenges ähnlich hoch ist, wie das der Reinsaat der Leguminose. Das Abschöpfen des Bodenstickstoffs durch das Getreide führt dazu, dass die Leguminose einen höheren Anteil Stickstoff aus der Luft fixiert. Der Vorrat an Boden- und Luftstickstoff wird somit im Gemenge effizienter genutzt, wenn auch die Gesamtstickstofffixierungsleistung der Leguminose im Gemenge geringer ist (Abb.

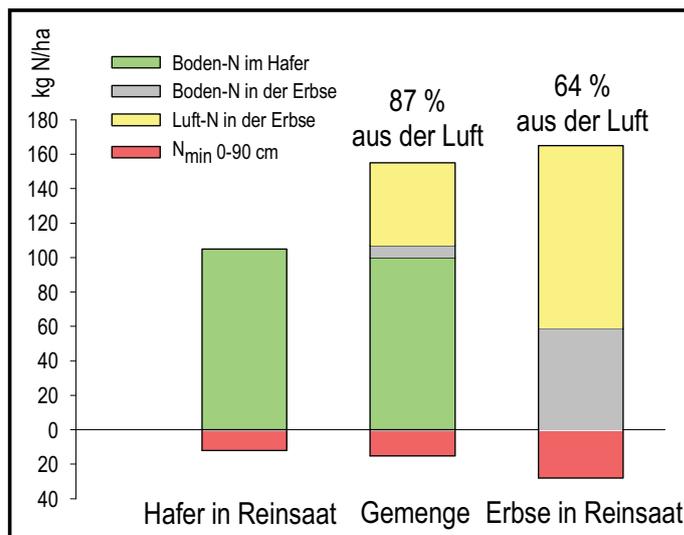


Abb. 10: Stickstoffaufnahme aus Boden und Luft, N_{min} -Werte im Boden sowie Anteil der N_2 -Fixierung der Erbse zur Reife (Mittel über zwei Jahre und vier Erbsensorten, Versuch im ökologischen Landbau, Standort Reinshof, Göttingen, Boden: Auenlehm; Quelle: nach SCHMIDTKE, 1997)

10). Außerdem scheinen sich die Partner im Gemenge anders zu verhalten, als sie dies in Reinsaat tun würden. Im Gemenge kann möglicherweise mehr Bodenvolumen zur Verfügung stehen, sofern beispielsweise eine Art im Gemenge tiefer wurzelt als in Reinsaat.

Gemenge	Effekt	Quelle, nach
Erbse/ Gerste	Gerste wurzelt schneller und tiefer als in Reinsaat, beide Arten zeigen im Gemenge schnelleres Seitwärtswachstum der Wurzeln als in Reinsaat	HAUGGAARD-NIELSEN et al., 2001
Weißklee oder Rotklee/ Welsches Weidelgras	Gras wurzelt tiefer im Gemenge als in Reinsaat	BOLLER & NÖSBERGER, 1988

Aus diesen Beispielen wird ersichtlich, dass die Partner eines Gemenges auf die Gegenwart des anderen Partners reagieren. Vom Verhalten einer Art in Reinsaat kann folglich nicht auf das Verhalten im Gemenge geschlossen werden. Normalerweise ist der Ertragsvorteil des Gemenges eher von der Leguminose als vom Getreide abhängig. Es gilt daher die Konkurrenzfähigkeit der Leguminose, welche dem Getreide in der Regel unterlegen ist, zu fördern z.B. durch höhere Aussaatstärken und eine zurückhaltende Stickstoffdüngung.

Es ist bekannt, dass Leguminosen auf hohe Bodenstickstoffgehalte sowie Stickstoffdüngung mit einer Reduzierung der symbiotischen N_2 -Fixierung reagieren. Eine zusätzliche mineralische Stickstoffdüngung reduziert den Anteil der Leguminose im Gemenge und verringert oftmals die Höhe des Mehrertrages gegenüber den Reinsaaten.

Relativer Mehrertrag der Gemenge aus Erbse und Gerste, Standort Dänemark, Boden: sandiger Lehm; Quelle: nach JENSEN, 1996	
ohne N-Düngung	12 bis 31 %
50 kg N/ha	0 bis 13 %

Mehrertrag durch Nährstofftransfer?

Im Gemenge aus Leguminosen und Nichtleguminosen kann möglicherweise zusätzlicher Stickstoff für die Nichtleguminose bereitgestellt werden, sofern der **symbiotisch fixierte Stickstoff** noch während der Vegetation von der Leguminose zur Nichtleguminose übertragen wird. Dieser N-Transfer erfolgt auf verschiedenen Wegen:

- Ausscheidung löslicher N-Verbindungen aus den Leguminosenwurzeln oder durch Auswaschung aus den Blättern über Niederschlag
- Absterben und Abbau von Pflanzenresten der Leguminose (Blätter, Wurzeln, Knöllchen)

Ein N-Transfer von schnell verfügbaren löslichen N-Verbindungen ist in der Regel nicht nachweisbar. Außerdem benötigt der Abbau von Pflanzenresten über die Mineralisation Zeit, so dass in Gemengen aus Körnerleguminosen und Getreide überwiegend kein N-Transfer während einer Vegetation festzustellen ist. In mehrjährigen Futterbaugemengen hingegen lässt sich ein N-Transfer v.a. über das Absterben und den Abbau von Pflanzenresten der Leguminosen bestimmen, wenn auch nur in geringen Mengen:

Beispiel: Luzerne-Gras-Gemenge, Standort Ottawa, Kanada, Boden: sandiger Lehm (Quelle: nach BURITY et al., 1989)

Nutzungsjahr	N-Transfer	
	Anteil an der jährlichen N_2 -Fixierung %	kg N/ha
1	5	5
2	7	20
3	8	19

Einige Untersuchungen befassen sich mit der Mobilisierung von **Phosphor** durch Leguminosen und der möglichen Bereitstellung im Gemenge für eine Nichtleguminose. Mittels Ausscheidungen von Säuren durch Leguminosen wie z.B. bei Rotklee, Luzerne und Lupinen wird die Löslichkeit des Phosphates im Boden erhöht. Die Besonderheit bei Lupinen besteht darin, dass diese Säuren verstärkt in bestimmten Bereichen der Wurzeln abgegeben werden. Diese Bereiche zeichnen sich durch eine hohe Ansammlung von Wurzeln und Wurzelhaaren mit kammförmiger Struktur, sogenannten Proteoidwurzeln aus, welche allerdings nur bei der Weißen Lupine verstärkt zu finden sind:

Quelle: nach EGLE, 2002	Proteoidwurzeln	Wurzellänge m/Pflanze
Weißer Lupine	vorhanden	9-10
Gelbe Lupine	schwach ausgeprägt	5-7
Blaue Lupine	praktisch nicht vorhanden	3-5

Im Gemenge aus Weißer Lupine und Sommerweizen war die Lupine in der Lage, dreimal mehr Phosphat zu lösen, als sie selber benötigte. Der Weizen konnte direkt von der Bereitstellung profitieren, so dass insbesondere auf einem phosphorarmen Boden ein Mehrertrag des Gemenges erzielt wurde. Der Weizen hatte im Gemenge genau dort die höchsten Wurzellängen, wo auch die Lupine am stärksten den Boden durchwurzelte.

Ertrag von Weißer Lupine und Sommerweizen in Rein- und Gemengesaat (Quelle: nach HORST & WASCHKIES, 1987)		Sprossstrockenmasse g/Gefäß		
P-arter Boden	Wurzeln im Gefäß	Weizen	Weißer Lupine	Summe
	getrennt	20,3	33,2	53,5
	gemischt	37,7	28,5	66,2

Licht

Neben einer effizienteren Nutzung von Nährstoffen und Wasser durch gleichmäßigere Ausschöpfung des vorhandenen Bodenvolumens oder einer zeitlichen Abfolge der Nutzung durch die Partner eines Gemenges kann auch das Lichtangebot im Gemenge durch räumliche (in verschiedenen Etagen des Bestandes) und zeitliche Effekte intensiver genutzt werden (Abb. 11).

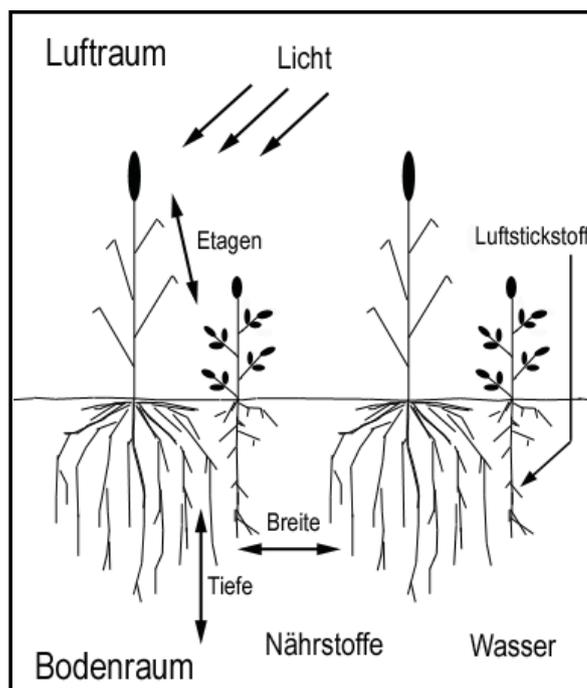


Abb. 11: Nutzung von Wachstumsfaktoren im Gemenge (Quelle: eigene Darstellung)

Im Gegensatz zu anderen Wachstumsfaktoren gibt es für Licht keinen Vorrat. Das aktuelle Lichtangebot muss sofort genutzt werden, anderenfalls geht dieser Wachstumsfaktor verloren. Es ist anzunehmen, dass Beziehungen bestehen zwischen dem Lichtdurchlass bis zum Boden und der Lichtaufnahme der Arten. Danach nahm in einem Gemenge aus Erbse und Hafer zu Beginn der Vegetationszeit der Hafer mehr Licht auf als die Erbsen. In der zweiten Hälfte der Vegetationszeit drehten sich die Verhältnisse um und die Erbsen nahmen dann mehr Licht auf als der Hafer. Die Lichtaufnahme im Gemenge war zu jedem Zeitpunkt höher als mindestens eine der beiden Reinsaaten (Abb.12). In der Summe wurde also das einfallende Licht effizienter genutzt.

Vermutlich ist dies ein Grund für einen Ertragsvorteil im Gemenge.

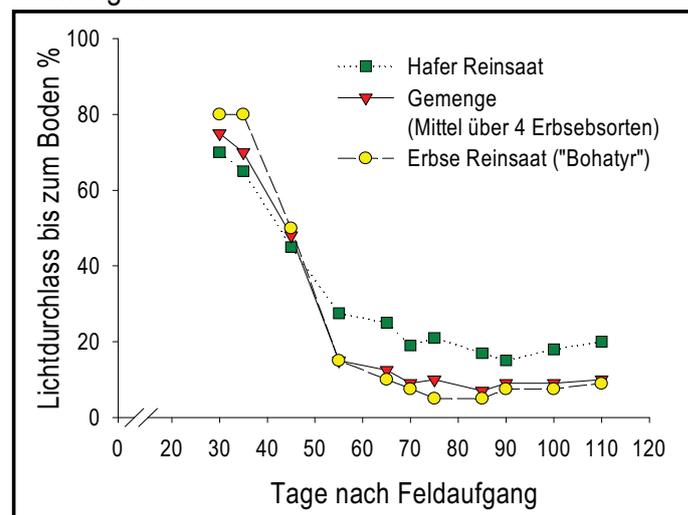


Abb. 12: Lichtdurchlass bis zum Boden von Erbsen und Hafer in Rein- und Gemengesaat, Versuch im ökologischen Landbau, Standort Reinshof, Göttingen, Boden: Auenlehm (Quelle: nach KIMPEL-FREUND et al., 1998)

Ökologische Leistungen der Gemenge

Abwehr von Stress- und Schadfaktoren

Der Anbau von Gemengen verschiedener Arten oder Sorten erhöht die Biodiversität gegenüber Reinsaaten. Im Vergleich zu natürlichen Ökosystemen ist diese Diversität allerdings nur als marginal zu bewerten. Dennoch ist sie entscheidend für die Eigenschaften von Gemengen ein Pufferpotential zu bieten, welches in sortenreinen Feldfruchtbeständen oft geringer sein wird. Eine höhere Pflanzendiversität im Gemenge kann die biologische Aktivität im Boden (Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit) erhöhen und trägt zur Nützlingsförderung bei. Ein bekanntes Gemengebeispiel ist der Ackerrandstreifen, welcher ein wichtiges Rückzugsg-

biet für räuberische Insekten darstellt. Es finden sich nur wenige Informationen über die Abwehr von Krankheiten und Schädlingen sowie zur Unkrautunterdrückung im Vergleich zu agronomischen und physiologischen Daten der Gemenge. Allgemein besteht aber eine weitgehende Übereinstimmung darin, dass eine höhere Artendiversität im Gemenge viele Pflanzenschutzprobleme reduziert. In Tabelle 3 sind mögliche Wege zur Reduzierung dieser Pflanzenschutzprobleme durch die Wahl der Arten und die Anordnung im Gemenge zusammengefasst, die im Anschluss näher erläutert werden.

Tab. 3: Beispiele zu Eigenschaften von Feldfrüchten und biotischer Schadfaktoren sowie zeitliche und räumliche Anordnung der Gemenge zur Bewertung potentieller Entwicklung von Pflanzenschutzproblemen (Quelle: nach FRANCIS, 1989)

hohe Gefahr des Auftretens von Krankheiten, Schädlingen oder Unkräutern	geringe Gefahr	hohe Gefahr des Auftretens von Krankheiten, Schädlingen oder Unkräutern	geringe Gefahr
Eigenschaften der Feldfrucht		Eigenschaften der biotischen Schadfaktoren (Krankheiten, Schädlinge und Unkräuter)	
geringe Konkurrenzfähigkeit anfällige Sorte	hohe Konkurrenzfähigkeit resistente Sorte	unspezialisierte Erreger und Schädlinge	spezialisierte Erreger und Schädlinge
keine Ausscheidung von abwehrenden Stoffen	Ausscheidung von abwehrenden Stoffen	stickstoffbevorzugende Unkräuter	nicht stickstoffbevorzugende Unkräuter
zeitliche Anordnung		räumliche Anordnung	
einjährige Systeme	mehnjährige Systeme	großes, konzentriertes Angebot an Wirtsgewebe	kleines, nicht konzentriertes Angebot an Wirtsgewebe
keine Untersaat	mit Untersaat	einheitlicher Bestand	diverser Bestand
einseitige Fruchtfolge	vielfältige Fruchtfolge	große Flächen	kleine Flächen

Biotische Stressfaktoren

Abwehr von Schädlingen

Gemenge sind in der Lage den Befall von Schädlingen zu reduzieren. Dies gilt jedoch nicht in jedem Fall. In einer zusammenfassenden Auswertung von 198 Gemengen wurde bei 105 Gemengen (53 %) ein geringeres Auftreten von Schädlingen im Vergleich zu den Reinsaaten festgestellt. In 39 Gemengen (20 %) variierten die Reaktionen, während 18 Gemengen keine Unterschiede zwischen Rein- und Gemengesaat aufzeigten. Das Auftreten von Schädlingen war in 36 Gemengen (18 %) sogar höher als in den Reinsaaten.

Deutlich herausgearbeitet wurde, dass es sich bei der Reduktion von Schädlingen im Gemenge vor allem um spezialisierte Schädlinge handelt z.B. Läusearten, die sich also vorzugsweise von einem Wirt ernähren. Unspezialisierte Schädlinge z.B. Drahtwürmer, die sich von verschiedenen Wirtspflanzen ernähren können, treten im Gemenge häufiger auf als in Reinsaaten. Diese Effekte sind verstärkt in mehrjährigen als in einjährigen Anbausystemen zu beobachten (Abb. 13).

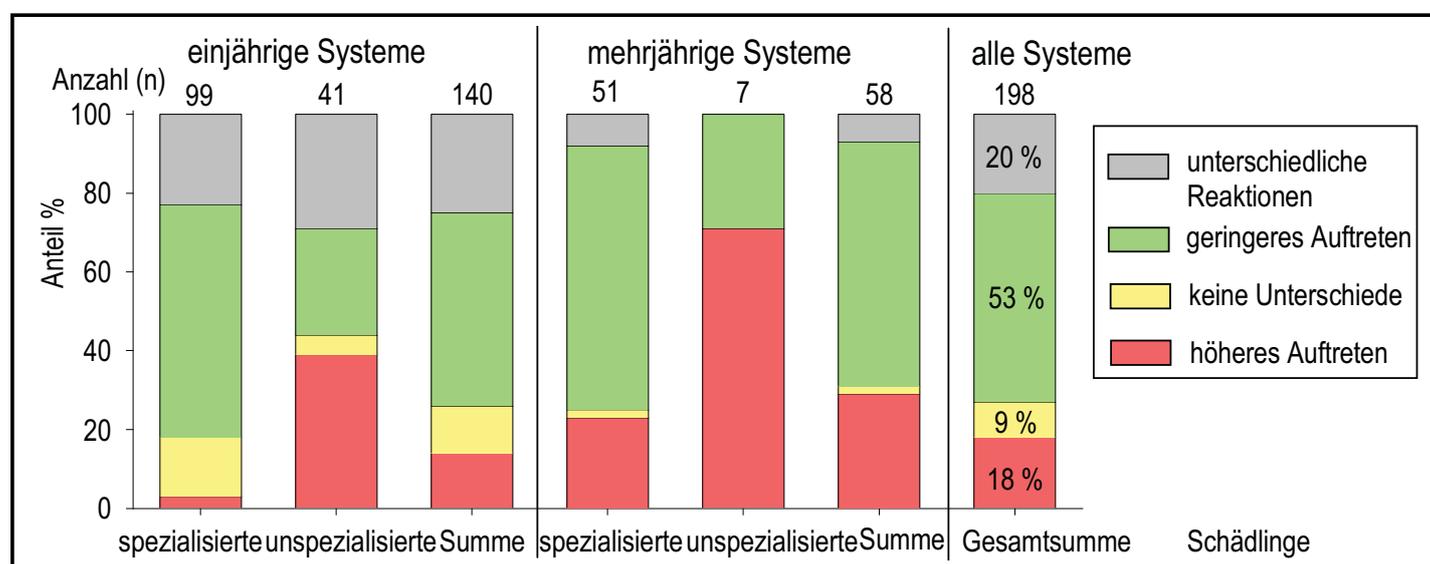


Abb. 13: Verteilung der Häufigkeit des Auftretens von spezialisierten und unspezialisierten Schädlingen im Gemenge im Vergleich zu den Reinsaaten (Quelle: nach Risch et al., 1983)

Es werden verschiedene mögliche Mechanismen beschrieben, warum Schadinsekten im Gemenge in geringerem Ausmaß auftreten können als in Reinsaat. Diese Mechanismen sind in zwei Gruppen einteilbar: erstens die Beeinflussung der Schädlinge in ihrem Wirtfindungsverhalten und zweitens die Beeinflussung in der Entwicklung ihrer Population und dem Überleben. Die Beeinflussung der Schädlinge in ihrem Wirtfindungsverhalten kann in unterschiedlicher Weise erfolgen. So wird eine Wirtspflanze möglicherweise geschützt durch die Anwesenheit einer anderen Pflanzenart oder –sorte (Bedeckung, Täuschung, Verschleierung). Beispielsweise sind auflaufende Keimlinge bei pflugloser Bearbeitung durch Stoppeln geschützt. Einige Schadinsekten bevorzugen einen bestimmten Hintergrund. Sie

orientieren sich an Farben und/oder den Strukturen eines Bestandes. Läuse finden einen blanken Boden als Hintergrund attraktiver als einen mit Unkräutern bewachsenen. Die Anwesenheit einer Nichtwirtspflanze kann attraktive Anreize überdecken oder vermindern, so dass die Schädlinge ihre Orientierung verlieren (Maskierung, Verdünnung). Durch die Ausscheidung bestimmter Stoffe verschiedener Pflanzen kann das Wirtfindungsverhalten gestört werden (Abschreckung). Bekannte Beispiele gibt es hierfür im Gemüsebau. Lauch oder Zwiebeln in Mischkultur mit Möhren halten Zwiebelfliege und Möhrenfliege fern. Die Ausscheidungen von Tagetes und Ringelblume mindern den Befall von Nematoden bei Erdbeeren und Kartoffeln.

Auch die weitere Beeinflussung der Schädlinge in ihrer Entwicklung der Population und ihrem Überleben können auf unterschiedliche Weise erfolgen. Die verschiedenen Feldfrüchte können die Ausbreitung über das Gemenge mechanisch Abblocken z.B. bei der Kombination anfälliger und resistenter Arten und Sorten durch Besiedlung der Nichtwirtspflanze (mechanische Barriere). Im Gemenge sind die Distanzen von einer Wirtspflanze zur nächsten höher, die der Schädling überwinden muss. Außerdem kann es an Anreizen fehlen, die die Schadinsekten im Bestand festhalten. Wenn ein Schädling erfolglos eine Nichtwirtspflanze befällt, verlässt er den Bestand möglicherweise schneller, als wenn er ein reiches Angebot an Wirtspflanzen hätte. Aber dies kann auch zu einem verstärkten Suchverhalten führen.

Eine weitere Einschränkung der Ausbreitung von Schädlingen im Bestand kann die Veränderung der Wirtspflanzeigenschaften sein. Beispielsweise hat eine Wirtspflanze im Gemenge eine schlechtere Nahrungsqualität für Läuse, wenn durch die Konkurrenz um

Nährstoffe die Stickstoffkonzentration im Pflanzensaft geringer ist. Die kleinklimatischen Bedingungen im Gemengebestand sind anders als in einem Reinbestand, so dass dadurch die Insektenentwicklung gestört sein kann. Insektenbefallende Pilze können durch eine höhere Luftfeuchte im Bestand gefördert werden, aber auch Schadpilze. Nicht zuletzt können im Gemenge natürliche Feinde stärker vorkommen als in Reinsaat. In der Regel wirken mehrere dieser Mechanismen zusammen, so dass sich nicht immer ein Erfolg im Sinne des Landwirtes herausstellt. Die beschriebenen Vorgänge können nicht nur auf Schädlinge, sondern auch auf Nützlinge wirken.

Beeinflussung von Schadinsekten als Resultat zweier Hauptwirkungen (Quelle: nach ROOT, 1973)

Ressourcen-Konzentrations-Hypothese	Reinsaat bietet gleichmäßig konzentrierte Nahrungsquelle und fördert Schädlinge stärker als diverser Gemengebestand
(natürliche) Feind-Hypothese	Nützlinge überleben tendenziell besser in diversen Gemengebeständen als in Reinsaat

Schädling	Wirt	Gemenge	Beispiele	Effekt	Quellen, nach
Traubenkirschlaus	Hafer	verschiedene Hafersorten	Traubenkirschlaus überträgt Gelbverzwergungsvirus (BYDV), Läusebewegung im Gemenge höher (Wirtsfindung), dadurch Zeit für effektive Übertragung des Virus zu kurz; Gemenge etwas geringerer Befall		KARJALAINEN & PELTONEN-SAINIO, 1993
Traubenkirschlaus	Hafer	Hafer und Ackerbohne	höhere Dichte und Vermehrung der Laus aufgrund höherem Anfangsbefall im Gemenge, weitere Ausbreitung aber geringer da größere Abstände zwischen den Wirtspflanzen		HELENIUS, 1989
Mehlige Kohlblattlaus und Grüne Pfirsichblattlaus	Brokkoli	Brokkoli mit/ohne Untersaat (verschiedene Kleearten)	geringere Anzahl beider Läusearten mit Untersaat als ohne Untersaat v.a. zu Beginn der Vegetation; Vermehrung der Läuse mit Untersaat aber z.T. höher, vermutlich weil Nützlich (Brackwespe) die Läuse schwerer finden konnte		COSTELLO & ALTIERI, 1995
Mehlige Kohlblattlaus	Rosenkohl	Rosenkohl mit/ohne Untersaat (Dt. Weidelgras)	Dichte der Läuse aufgrund geringeren Wirtsfindungsverhalten mit Untersaat deutlich reduziert, Unterschiedliche Anzahlen der Gegenspieler Brackwespe und Schwebfliege		VIDAL, 1997
Grünstreifige Kartoffelblattlaus und Grüne Pfirsichblattlaus	Kartoffeln	Kartoffeln mit/ohne Untersaat (Dt. Weidelgras)	generell geringere Anzahl Läuse mit Untersaat, vermutlich aufgrund Förderung natürlicher Feinde, da Ausgangsbefall mit und ohne Untersaat gleich hoch war		MCKINLAY, 1985

Abwehr von Krankheiten

Zum Teil ähnliche Gründe wie bei der Reduzierung von Schädlingen im Gemenge können auch die Ausbreitung von Krankheiten beeinflussen. Im Gemenge ist die räumliche Distanz zwischen den Wirtspflanzen höher, die ein krankheitserregender Pilz zu überwinden hat. Außerdem kann die Ausbreitung von Krankheiten durch resistente Pflanzen im Gemenge begrenzt sein. Diese fungieren als Barriere. Inwieweit die Pflanzenarchitektur hierauf Einfluss nimmt, ist bisher wenig untersucht. Es lässt sich aber vermuten, dass bei höher wachsenden resistenten Pflanzen mit größeren waagerechten Blättern und möglichst kleineren anfälligen Pflanzen die genannten Effekte zustande kommen. Ein Krankheitserreger, dessen Sporen auf einem Wirtsgenotyp nicht virulent sind, kann eine Resistenzreaktion bei dieser Pflanze hervorrufen (induzieren), die dann auch gegen virulente Krankheitserreger wirkt. Weiterhin kann die Konkurrenz zwischen den Wirtspflanzen eines Gemenges einen Effekt auf die Anfälligkeit haben. Im Gemenge findet möglicherweise eine Selektion in der Wirtspopulation auf konkurrenzfähigere und/oder resistentere Genotypen statt. Wechselwirkungen zwischen den Krankheitserregerrassen wie z.B. die Konkurrenz um verfügbares Wirtsgewebe kann ebenfalls die Schwere

der Krankheit reduzieren. Zu unterscheiden sind auch hier spezialisierte und nicht spezialisierte Krankheitserreger. Sogenannte einfache Rassen krankheitserregender Pilze besitzen eine hohe Spezialisierung auf einen bestimmten Wirt oder sogar auf einen bestimmten Genotyp. Diese Rassen sind unfähig sich auf anderen Wirten zu entwickeln. Im Gemenge können diese Krankheiten, wie z.B. Mehltau, gut reduziert werden. Zudem können vorhandene Resistenzen einer Sorte länger genutzt werden, da das Risiko eines Resistenzverlustes geringer ist. Eine Krankheitsreduzierung im Gemenge kann anscheinend mit der Anzahl der Generationen des Pilzes pro Jahr zusammenhängen. Getreidemehltau durchläuft etwa 10 bis 20 Generationen während einer Epidemie. Im Gemenge scheinen Erreger, die sich stark vermehren, besser eingeschränkt zu werden als sich weniger stark vermehrende Erreger. Des Weiteren wird eine Reduzierung insbesondere derjenigen Krankheitserreger beschrieben, die von außen in den Bestand kommen z.B. Mehltau oder Rost. Bei diesen luftbürtigen Erregern können die beschriebenen Barriereeffekte durch anfällige und resistente Pflanzen im Gemenge sowie die räumlichen Distanzeffekte besonders wirken. So gut wie keine Reduktionseffekte durch den Gemengeanbau kann man bei Krankheiten erwarten, die bodenbürtig sind oder durch Stoppelreste übertragen werden z.B. parasitärer Halmbruch. Ein Gemenge kann in diesem Fall vor allem durch Kompensation ausfallender Pflanzen einen Vorteil gegenüber Reinsaaten bieten, insbesondere bei frühem Befall.



Bild 7: Im Gemüsebau sind klassische Kombinationen bekannt. Porree oder Knoblauch reduzieren den Befall u.a. vor Pilzerkrankungen wie Grauschimmel bei Erdbeeren. *Quelle: Hof, 2002*

Relativ gut ist die Krankheitsreduzierung in Sortenmischungen von Getreide dokumentiert. Häufig werden in diesen Mischungen Blattkrankheiten (Mehltau, Blatt-

und Spelzenbräune, Rostarten) stark reduziert, während z.B. der Halmbruch einen höheren Befall im Vergleich zum Mittel der Reinsaaten erreichen kann (Abb. 14).

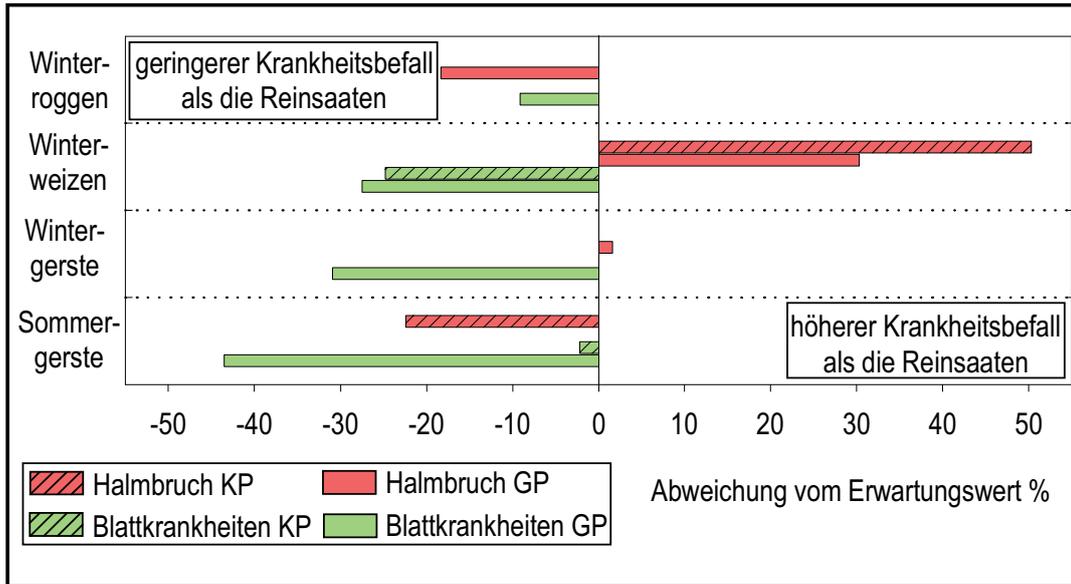


Abb. 14: Überblick über die Sortenversuche 1984 bis 1986, Krankheitsbefall (51 Werte) der Sortenmischungen relativ zum Mittel der Reinsaaten, KP = Kleinpazelle, GP = Großpazelle an mehreren Standorten bei Köln, Ladenburg, Bad Kreuznach, Stuttgart-Hohenheim und Unsleben (Unterfranken), (Quelle: nach GIEFFERS & HESSELBACH, 1988)

In der ehemaligen DDR wurden Sortenmischungen der Sommergerste zu Brauzwecken angebaut. Dadurch konnte die bekämpfungswürdige Fläche bei der Sommergerste von 70 % im Jahr 1977 auf ca. 11 % in den Jahren 1988-1990 gesenkt werden. Dies war möglich, da in der selben Zeit der Anteil Gemengeanbau an der Sommergerstenfläche von ca. 10 % im Jahr 1984 auf ca. 90 % im Jahr 1990 anstieg. So konnte auch der Fungizidaufwand stark reduziert werden. Während 1984 noch 39 % der Gesamtanbaufläche mit Fungiziden gegen Mehltau behandelt wurden, waren dies im Jahr 1989 nur noch 19 %.

Quelle: nach HARTLEB & SKADOW, 1990

Zu Reduzierung von Krankheiten in Gemengen verschiedener Arten liegen nur wenige Untersuchungen vor.

Im ökologischen Kartoffelanbau kann die Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary) hohe Ertragsverluste verursachen. Derzeit werden im Rahmen eines EU-Projektes verschiedene Strategien als Alternative zum Kupfereinsatz untersucht. Hierbei handelt es sich um Sortenmischungen im Damm, abwechselnde Reihen/Dämme verschiedener Sorten sowie der Streifenanbau von Kartoffeln mit anderen Kartoffelsorten oder den Nachbarkulturen Klee gras, Sommerweizen, Hafer oder Brache. Erste Ergebnisse aus England und Deutschland zeigen, dass in Sortenmischungen mit anfälligen und weniger anfälligen Sorten der Befall reduziert werden kann. Allerdings wird bei der Kombination von hoch anfälligen Sorten zum Teil der Befall der anderen Sorte eher erhöht. Außerdem reagieren Kartoffeln empfindlich auf die Konkurrenz durch andere Sorten oder Arten (z.B. Weizen). Für eine Vermarktung von Speisekartoffeln ist eine Sortenmischung im Damm ungeeignet, so dass eher alternierende Reihen oder Streifen Möglichkeiten eröffnen.

Quellen: nach FINCKH & BEUERMANN, 2002 und FINCKH et al., 2003

Beispiele von Krankheitsreduzierung (-vermehrung) in Artengemengen		
Gemeinde	Krankheit	Quellen, nach
Weizen und Roggen	Reduzierung von Blattkrankheiten v.a. Mehltau und Roste	TRÄNKNER & WELTZIEN, 1989
Ackerbohnen oder Erbsen mit Getreide	Reduzierung von Mehltau um 60 bis 70 % gegenüber dem Erwartungswert	GACEK et al., 1996
Ackerbohne und Weizen	Reduzierung der Schokoladenfleckenkrankheit bei der Ackerbohne, jedoch Erhöhung von Mehltau beim Weizen mit steigendem Ackerbohnenanteil	BULSON et al., 1997

Unkrautunterdrückung

Die Unkrautkontrolle ist eines der wichtigsten Probleme im ökologischen Landbau. Neben einer abwechslungsreichen Fruchtfolge (z.B. Wechsel von Sommer- und Winterungen) sowie der mechanischen Unkrautbekämpfung kann auch der Gemengeanbau einen Beitrag zur Unkrautregulierung leisten. Durch die Beikräuter im Gemenge entsteht ein System, in dem mindestens drei Arten miteinander in Wechselwirkungen treten. Die häufig angesprochenen ökologischen Funktionen von Beikräutern wie z.B. die Erhöhung der genetischen Vielfalt, die Anlockung von Nützlingen sowie der Schutz vor Bodenerosion und Nährstoffverlusten können im Gemenge durch die Partner übernommen werden. Verschiedene Mechanismen hemmen die Keimung und das Wachstum von Unkräutern. Diese Mechanismen wirken sowohl in Reinsaaten als auch in Gemengen verschiedener Feldfrüchte. Die Konkurrenz um Licht durch Beschattung ist bedeutsam bei der Unkrautreduzierung.

Hierbei ist nicht nur die Beschattung des Bodens von Wichtigkeit, sondern auch der Lichteinfall in den verschiedenen Etagen eines Bestandes. Daneben sind Sorteneigenschaften von Getreide wie eine waagerechte Blatthaltung, schnelle Jugendentwicklung, starke Bestockung sowie hohe Lichtaufnahme entscheidend für eine hohe Unkrautunterdrückung. Im ökologischen Landbau können Getreidebestände mitunter sehr licht sein. Hier kann durch eine Untersaat eine Erhöhung der Pflanzendichte erzielt werden. Untersaaten werden überwiegend zwischen den Reihen einer Hauptfrucht etabliert. Durch eine hohe Bodenbedeckung unterdrücken sie nicht nur die Unkräuter, sie schützen auch vor Bodenerosion sowie Nährstoffauswaschung und bringen Stickstoff in das System, wenn Leguminosen zum Einsatz kommen. In 25 vorliegenden Un-

tersuchungen zu Untersaaten in Gemüse, Getreide, Kartoffeln und Mais wurden die Unkräuter effektiv durch die Untersaaten unterdrückt. Um eine hohe Bodenbedeckung zu erreichen, sollte die Untersaat möglichst früh in den Deckfruchtbestand etabliert werden. Andererseits muss die Konkurrenz der Untersaaten zur Hauptfrucht beachtet werden, um keine Ertragsverluste in Kauf nehmen zu müssen. Späteres Etablieren einer Untersaat ermöglicht zudem eine längere mechanische Unkrautbekämpfung durch das Striegeln oder Hacken.

Beispiel: Reduzierung der Unkrautbiomasse durch Untersaaten in Kartoffeln (erfasst Ende September, Einsaat der Untersaaten Mais und Sonnenblume Ende Mai bis Mitte Juni 1999, Senf Ende Juli 1999, Mittel über vier (drei bei Senf) Standorte; *Quelle: nach HAAS, 2002*)

Untersaat	Unkrautbiomasse (dt TM/ha)
ohne	21,3
Mais	9,1
Sonnenblume	7,9
Gelbsenf	4,3



Bild 8: Untersaaten in Kartoffeln
(*Quelle: HAAS, 2002*)

Die Konkurrenz im Wurzelraum um Nährstoffe und Wasser wird allerdings als der wichtigere Faktor bei der Unkrautreduzierung angesehen. Vor allem in frühen Entwicklungsphasen scheint die Nährstoffkonkurrenz entscheidend zu sein.

Neben diesen Konkurrenzeffekten kann bei einigen Pflanzenarten die Ausscheidung chemischer Stoffe eine Rolle spielen. Dies wird allgemein als Allelopathie bezeichnet. Solche chemischen Stoffe können fördernd oder hemmend wirken. Hemmende Wirkungen sind beispielsweise bei Weizensorten, Reis, Roggen, Hafer und Gurke nachgewiesen worden. Diese Stoffe können von lebenden Pflanzenteilen oder durch den Abbau abgestorbener Pflanzenreste freigesetzt werden. Für ein Gemenge ist dies insofern entscheidend, als dass diese Substanzen nicht nur unkrautunterdrückende Wirkungen haben können, sondern auch auf den Gemengepartner wirken. Weniger bekannt und untersucht ist die Unkrautunterdrückung in Körnerfruchtgemengen. Aber auch hier zeigt sich, dass ein Gemenge in der Lage ist Unkräuter besser zu unterdrücken als mindestens eine der beiden Reinsaaten, das heißt als die schwächer unkrautunterdrückende Art (häufig die Leguminosen-

reinsaat). Unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus wurden verschiedene Gemenge aus Winterackerbohnen und Winterweizen untersucht. Es wurden jeweils 25, 50, 75 und 100 % der empfohlenen Reinsaatstärke (Weizen = 250 Pfl./m²; Ackerbohne = 25 Pfl./m²) als Reinsaaten sowie in allen möglichen Kombinationen im Gemenge angebaut. Bei den erfassten Unkrautbiomassen handelte es sich v.a. um den Gemeinen Erdrauch und andere Arten (Ackerkratzdistel, Kriechender Hahnenfuß, Ampferarten, Klatschmohn, Knöterich, Klettenlabkraut, Einjährige Risppe und Gemeine Quecke). In den Reinsaaten der Ackerbohnen waren die Unkrautbiomassen immer höher als in den Reinsaaten des Weizens. Dies begründet sich hauptsächlich in der sehr viel geringeren Pflanzendichte und der schwachen Konkurrenz der Ackerbohne um bodenbürtigen Stickstoff. Mit steigender Dichte von Ackerbohne, Weizen oder beider Arten im Gemenge nahm die Unkrautbiomasse ab. Alle Gemengekombinationen hatten immer geringere Unkrautbiomassen als die Ackerbohnenreinsaaten. Gemenge mit 75 oder 100 % Weizenanteil zeigten gleich hohe oder geringere Unkrautbiomassen als die beste Weizenreinsaat (Abb. 15).

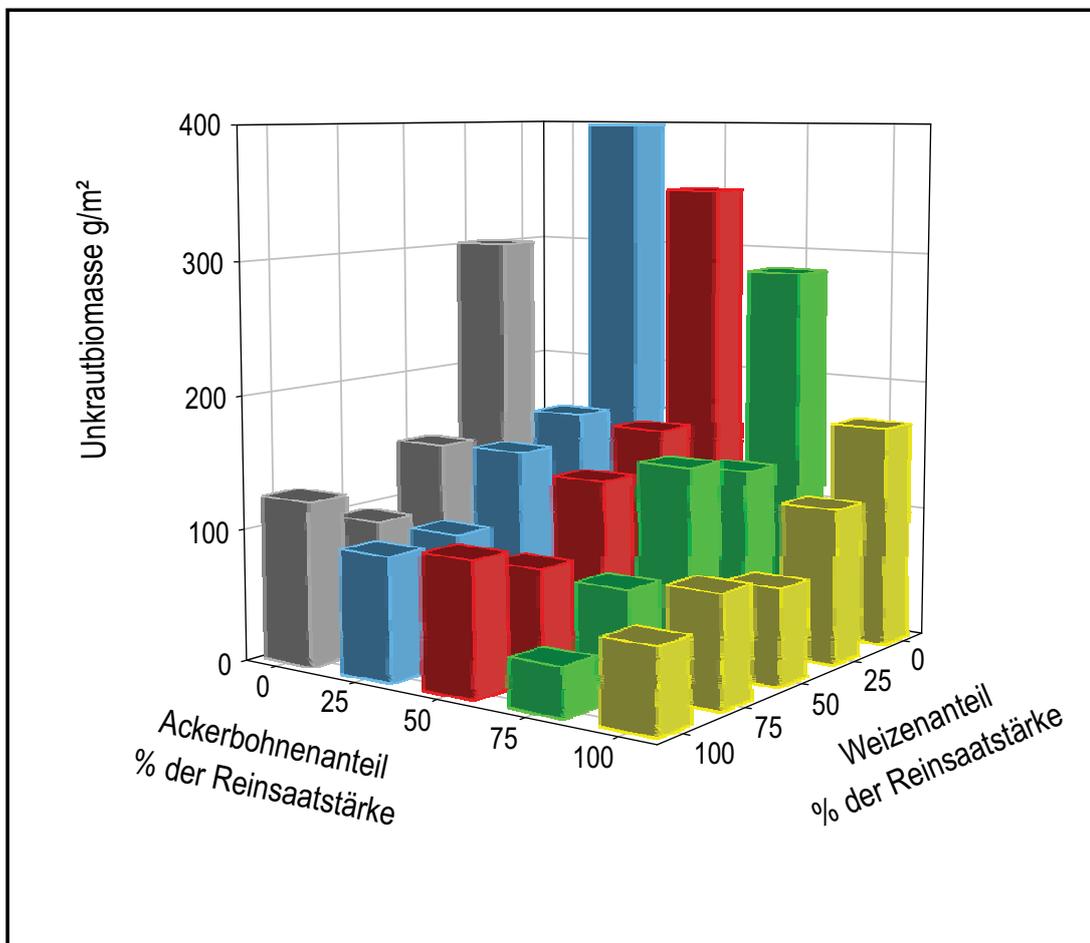


Abb. 15:
Gesamte Unkrautbiomasse in verschiedenen Reinsaat- und Gemengesaatens von Ackerbohne und Weizen (Reinsaatstärken: Ackerbohne 25 Pfl./m², Weizen 250 Pfl./m², Versuch im ökologischen Landbau, Standort Pangbourne (Berkshire), England, Boden: toniger Lehm; Quelle: nach BULSON et al., 1997)

Abiotische Stressfaktoren

Lagergefahr

Lager wird häufig durch einen abiotischen Faktor z.B. Wind oder Niederschlag ausgelöst. Ursachen für das Lagern sind aber auch in den Arten- und Sorteneigenschaften wie der Standfestigkeit, der Resistenz gegenüber Wurzel- und Stängelerkrankungen, der Pflanzhöhe sowie –dichte und dem Reifezeitpunkt und außerdem in der Höhe der Stickstoffdüngung zu suchen. Durch das Lagern können hohe Ertragsverluste auftreten. In Sortenmischungen von Getreide kann es zu verminderter aber auch zu erhöhter Lagerneigung gegenüber dem Erwartungswert kommen. Eine geringere Lagerneigung kann möglicherweise einen Mehrertrag erklären, allerdings ist dies nicht in jedem Fall gegeben.

Beispielsweise wurden in Hafersortenmischungen etwas bessere Standfestigkeiten der Gemenge verzeichnet, die sich jedoch nicht auf den Ertrag auswirkten. Sowohl zum Rispschieben als auch zur Reife konnten überwiegend geringere Lagerneigungen gegenüber dem Erwartungswert festgestellt werden. Die negativen oder positiven Werte beschreiben die Abweichung vom Erwartungswert. Negative Werte beschreiben also eine geringere Lagerneigung eines Gemenges gegenüber den Reinsaaten. Ein Wert von $-0,5$ im Gemenge bedeutet eine um 0,5 Boniturnoten verbesserte Standfestigkeit im Vergleich zum Erwartungswert der Reinsaaten (Abb. 16).

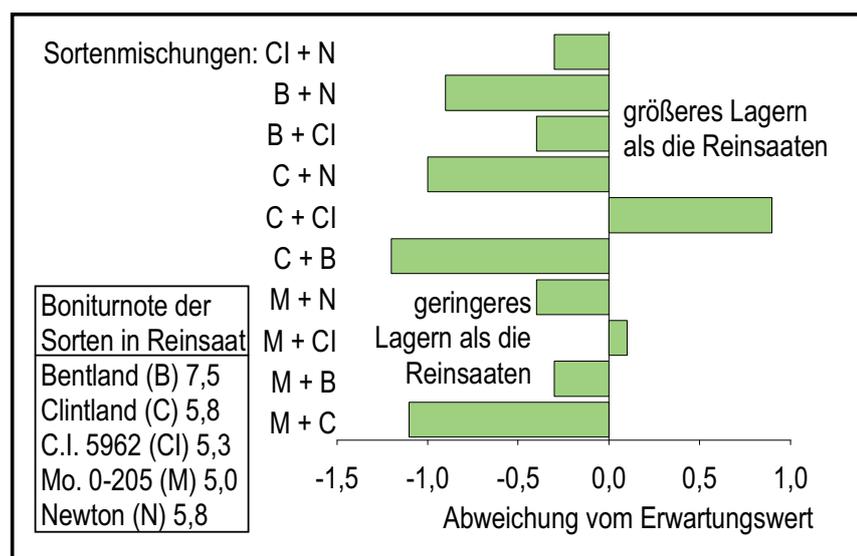


Abb. 16: Vergleich von Hafersorten im Gemenge gegenüber dem Erwartungswert der Reinsaaten bezüglich der Lagerneigung zum Zeitpunkt der Reife (0 = aufrechte Pflanzen/kein Lager, 9 = vollständiges Lager, Standort Lafayette, Indiana, USA; Quelle: nach PATTERSON et al., 1963)

Körnerleguminosen sind im ökologischen Landbau als einheimische Proteinträger für die Fütterung der Nutztiere von Bedeutung. Gemenge aus Erbsen normalbeblätterter und halbblattloser Sorten verzögern das Lagern durch verbesserte Standfestigkeit der halbblattlosen Sorte im Vergleich zur lageranfälligen normalbeblätterten Sorte. Im Gemenge aus Körnerleguminosen und Getreide kann das Getreide als Stützfrucht dienen. Bei Erbsen wird von einer geringen Lagergefahr im Gemenge mit Hafer oder Roggen berichtet. Dabei ist die Gefahr des Herunterziehens und Lagerns der Hauptfrucht Getreide möglich, aber in der Regel nicht gegeben, da Getreide der stärkere Konkurrent ist. Die Erbse ist in der Lage, sich um eine Nichtleguminose

mit ihren Ranken zu schlingen, während z.B. die Linse sich eher abstützt. Im Gemenge aus Leindotter und Erbsen stützt der relativ standfeste Leindotter die Erbse. Bei Ackerbohne und Erbse kann die Ackerbohne Stützfrucht für die Erbse sein. In einer Untersuchung mit zwei kurzwüchsigen, sehr standfesten, mittelfrüh reifenden Ackerbohnenarten, die jeweils im Gemenge mit einer der zwei halbblattlosen, langwüchsigen, mittelspät reifenden Erbsensorten angebaut wurden, verringerte sich das Lagern der Erbsen, je höher der Ackerbohnenanteil im Gemenge war. Bei Saatanteilen von größer oder gleich 50 % der Ackerbohnenreinsaat trat kein Lager der Erbsen im Gemenge auf (Abb. 17).

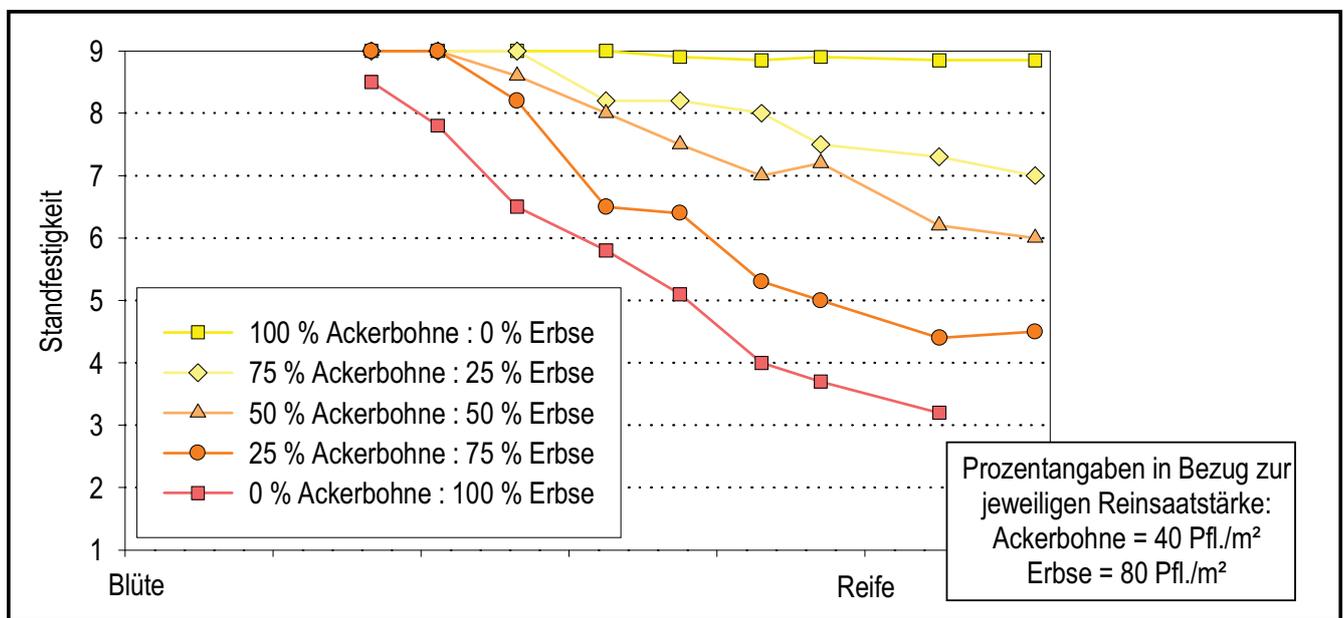


Abb. 17: Verlauf des Lagerns von Ackerbohne in Reinsaat (100:0) und Erbse in Reinsaat (0:100) sowie der Gemenge beider Arten im Zeitverlauf (1 = wenig standfest, 9 = sehr standfest, Standort Reinshof, Göttingen, Boden: Auenlehm; Quelle: nach STELLING, 1997)

Nährstoffverluste

Umweltschädliche Nährstoffverluste entstehen durch oberflächlichen Abfluss von Bodenmaterial (Erosion) oder durch Auswaschung aus dem Boden und Eintrag in das Grundwasser. Bei der Erosion werden die an den Bodenteilchen anhaftenden Nährstoffe mit dem Wind oder durch Wasserabfluss ausgetragen. Über diesen Weg gelangen Phosphate hauptsächlich in die Oberflächengewässer und tragen dort zur Eutrophierung bei. Die im Bodenwasser löslichen Nährstoffe wie z.B. Nitrat sind v.a. auswaschungsgefährdet. Diese Stoffe belasten in erster Linie das Grundwasser. Der Grenzwert für Nitrat beträgt laut Trinkwasserverordnung 50 mg/l. Der Richtwert liegt bei 25 mg/l. Der Eintrag aus der Landwirtschaft beträgt ca. 60 % des Phosphates und bis zu 90 % des Nitrates in den Flüssen Deutschland. Gerade im ökologischen Landbau ist der Verlust von Stickstoff zu vermeiden und dieser in der Fruchtfolge zu halten (Schattenpreis im ökologischen Landbau von 1 kg N beträgt 5 bis 15 €). Gemenge in Form von Untersaaten oder Zwischenfrüchten können sowohl die Erosions- als auch die Auswaschungsverluste mindern. Besonders bei Hackfrüchten (Mais, Kartoffeln, Ackerbohnen oder Gemüse) sind hohe Nährstoffverluste zu erwarten. In diesen Früchten kann durch eine früh etablierte Untersaat, die bis in den Herbst und/oder über Winter aufwächst, eine hohe Bodenbedeckung erreicht werden. Dies verhindert den Oberflächenabfluss und somit den Bodenverlust.

Maßnahmen im ökologischen Kartoffelbau zur Minderung der Bodenerosion:

- Auswahl einer blattreichen, schnellwachsenden Sorte (z.B. Linda)
- Vorkeimen – durch das Vorkeimen haben die Pflanzen einen Entwicklungsvorsprung, der Anfang Juni mit einer Bodenbedeckung von 43 % im Vergleich zu ohne Vorkeimen 17 % messbar wird. Dies minderte die Erosion um 16 %.
- Eine Untersaat von Gelbsenf* auf die Kartoffeldämme im Juli/August vor oder beim Schlegeln der Kartoffeln konnte die Erosion ebenfalls vermindern.

Ein großes Problem sind die Nitratgehalte im Boden nach Kartoffeln sowohl bei konventionellen (integrierten) Systemen wie auch im ökologischen Landbau. Untersaaten in Kartoffeln können die Nitratgehalte im Boden deutlich senken.

Beispiel: N_{min}-Gehalte zum Zeitpunkt der Kartoffelernte in 0 bis 90 cm Tiefe mit und ohne Untersaat von Gelbsenf (kg N_{min}/ha)

Standort	ohne Gelbsenf	mit Gelbsenf
lehmiger Sand	141	68
lehmiger Sand	170	55
schluffiger Lehm	216	71

Quelle: nach KAINZ et al., 1997

* Gefahr der Förderung der Eisenfleckigkeit bedenken; Eisenfleckigkeit wird verursacht durch das Tabak-Rattle-Virus, welches durch freilebende Nematoden übertragen wird. Diese Nematoden können durch Gelbsenf, Raps, Phacelia oder Rübsen begünstigt werden. Allerdings gilt dies insbesondere auf leichten Standorten und wenn diese Früchte vorher angebaut wurden, da die Knolleninfektion früh über den Boden erfolgt.

Maßnahmen zur Minderung hoher Restnitratwerte nach **Ackerbohnen** im ökologischen Landbau:

- Verringerung der Reihenweite der Ackerbohne
- Gemenge mit Getreide
- Untersaaten
- Stoppelsaaten

Beispiel: Reduzierung der Restnitratgehalte gegenüber der Reinsaat (55 cm Reihenweite) von Ackerbohnen (44 bis 93 kg N_{min}/ha) im November in 0 bis 90 cm Tiefe, Mittel über drei Jahre und verschiedene Standorte (Wiesengut bei Hennef, Boden: lehmiger bis sandiger Schluff (Auenböden) und Klein-Altendorf bei Bonn, Boden: tiefgründiger Löß

Anbauform	Reduzierung um	
	kg N _{min} /ha	%
Reinsaat 27,5 cm Reihenweite	11,2	13,8
Gemenge mit Sommergerste oder Hafer	31,0	48,0
Untersaat mit Gelbsenf oder Örettich	56,8 bis 83,0	75,0 bis 90,0
Untersaat mit Welschem Weidelgras	39,4 bis 59,6	52,0 bis 64,4
Stoppelsaat mit Gelbsenf oder Örettich	26,4 bis 80,3	28,6 bis 83,7
Stoppelsaat mit Welschem Weidelgras	max. 20,7	max. 22,6

Durch Minderung der Reihenweite der Ackerbohne in Reinsaat konnte eine gleichmäßigere Wurzelverteilung erreicht werden, so dass der vorhandene Stickstoff zwischen den Reihen besser verwertet wurde. Unterschiedliche Effekte zeigten sich bei der Wahl des Aussaattermins der Untersaaten. Während das Gras effizienter bei früherer Saat war, bestand bei den Brassicaceen (Gelbsenf oder Örettich) ein höheres Risiko bei früher Etablierung. Durch die Konkurrenz mit der Ackerbohne starb der Gelbsenf zum Teil sogar ab. Örettich war etwas konkurrenzstärker. Die Effizienz der Stoppelsaaten scheint witterungsabhängiger als bei den Untersaaten zu sein. Die Brassicaceen konnten aufgrund ihrer Spätsaatverträglichkeit die N_{min}-Werte besser reduzieren als das Gras.

Quelle: nach KÖPKE & JUSTUS, 1995

Zwischenfrüchte haben eine hohe Bedeutung bei der Reduzierung der Auswaschungsgefahr von Stickstoff insbesondere im ökologischen Landbau.

Beispiel: Stickstoffaustrag innerhalb von zwei Jahren, Standorte bei Hennef, Auenböden;
Quelle: nach SCHLÜTER et al., 1997

konventionelle Wirtschaftsweise	199 kg N/ha
ökologische Wirtschaftsweise mit Zwischenfrüchten	52 kg N/ha

Die Nitratwerte sind bei nichtlegumenen Zwischenfrüchten im allgemeinen niedriger als bei Leguminosen. Zwischenfruchtgemenge aus Leguminosen und Nichtleguminosen erreichen zum Teil aber ähnlich geringe Nitratgehalte im Vergleich zur Nichtleguminose.

Beispiel: Stickstoffaustrag in der ersten Versickerungsperiode (kg N/ha) bei verschiedenen Zwischenfrüchten im ökologischen Landbau, Sandstandort mit ca. 35 Bodenpunkten, Mittel über Nutzungsvarianten und Umbruchzeitpunkt; Quelle: nach KÖNIG, 1995

Zwischenfrucht	kg N/ha
Raps	25
Erbse/Hafer	54
Grobleguminosengemenge	71
Wickroggen	39
Persischer Klee	60
ohne Zwischenfrucht	62

Von entscheidender Bedeutung ist allerdings der Umbruchzeitpunkt. So wurden bei Herbstumbruch im Mittel 64 (Schnittnutzung) bis 80 (Gründüngung) kg N/ha ausgewaschen. Dagegen lagen die Werte bei Frühjahrsumbruch im Mittel nur bei 35 (Schnittnutzung) und 36 (Gründüngung) kg N/ha.

Unter etablierten Beständen ist die Auswaschungsgefahr gering. Dies gilt insbesondere für mehrjährige Futterbaugemenge.

Beispiel: bestehendes Rotkleeegrasgemenge	Quelle, nach
N _{min} -Gehalte zwischen 7,6 bis 20,7 kg N/ha in 0 bis 120 cm Tiefe	SCHMIDTKE & RAUBER, 1993
allerdings hohes Potential an organisch gebundenen Stickstoff (117 bis 177 kg N/ha), Gefahr einer Auswaschung bei hohem Rotkleeanteil nicht völlig auszuschließen	MEINSEN & WEGENER, 1992

Bei Körnerfruchtgemengen gibt es nur wenige Untersuchungen zur Höhe der Stickstoffgehalte im Boden. Körnerleguminosen-Getreide-Gemenge sind aber häufig in der Lage den Stickstoffvorrat des Bodens ebenso gut auszuschöpfen wie eine Getreidereinsaat. Die Gefahr einer Auswaschung ist damit deutlich niedriger als bei Reinsaaten von Körnerleguminosen. Deutlich wird dies in der Untersuchung von Nacktgerste und Linsen

in Rein- und Gemengesaat. Obwohl die Nacktgerste nur mit 20 % ihrer Reinsaatstärke angebaut wurde, kann das Gemenge die N_{\min} -Werte beträchtlich senken. Vor allem in den unteren Bodenschichten 60 bis 90 und 90 bis 120 cm werden im Gemenge die Stickstoffvorräte des Bodens besser ausgeschöpft als die Reinsaat der Linsen (Abb. 18).

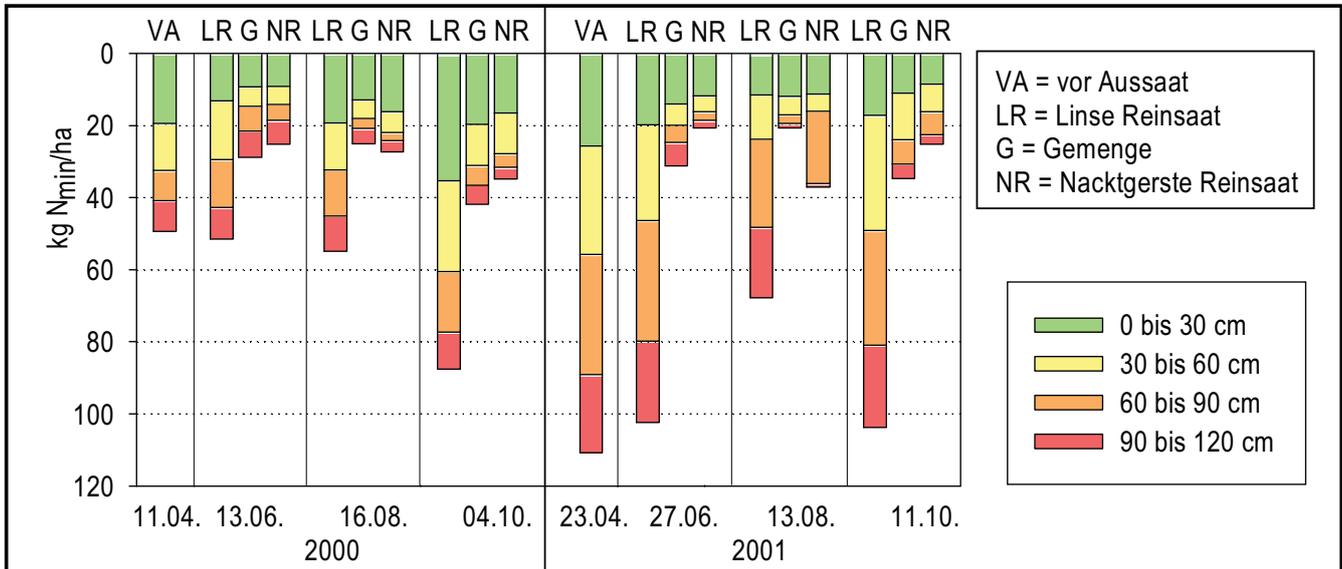


Abb. 18: N_{\min} -Mengen unter Linsen und Nacktgerste in Rein- und Gemengesaat (Saatstärken: Linse Reinsaat 150; Nacktgerste Reinsaat 300; Linse Gemenge 120, Nacktgerste Gemenge 60 Pfl./m², Standort Reinshof, Göttingen, Boden: Auenlehm; Quellen: nach NEUMANN, 2001 und Hof, 2002)



Bild 9: Linsen im Gemenge mit Nacktgerste; oben rechts: Quelle: NEUMANN, 2001, oben links und unten: Quelle: Hof 2002

Kälte, Vertrocknen

Durch die unterschiedlichen Eigenschaften der Partner eines Gemenges können die Stressfaktoren Kälte oder Vertrocknen kompensiert werden. Vorstellbar sind Eigenschaften wie arten- oder sortenspezifische Kälte- oder Dürresistenz, ein höherer Wuchs sowie abschirmende Blattflächen. Hierzu sind nur wenige Beispiele zu finden. Im Gemenge aus sechs verschiedenen Winterweizensorten überlebten in einem kalten Winter nur die kälteresistenteren Sorten. Alle sechs Sorten wur-

den zu gleichen Anteilen (16,67 %) ausgesät (Abb. 19). Das Gemenge kompensiert somit einen möglichen Ertragsausfall der anfälligen Sorten gegenüber dem Anbau der Reinsaat dieser Sorte. Die ertragreichen Winterweizensorten besitzen nicht immer die beste Winterhärte. Das Gemenge aus winterharten und weniger winterharten Sorten mindert so die Verluste in einem strengen Winter.

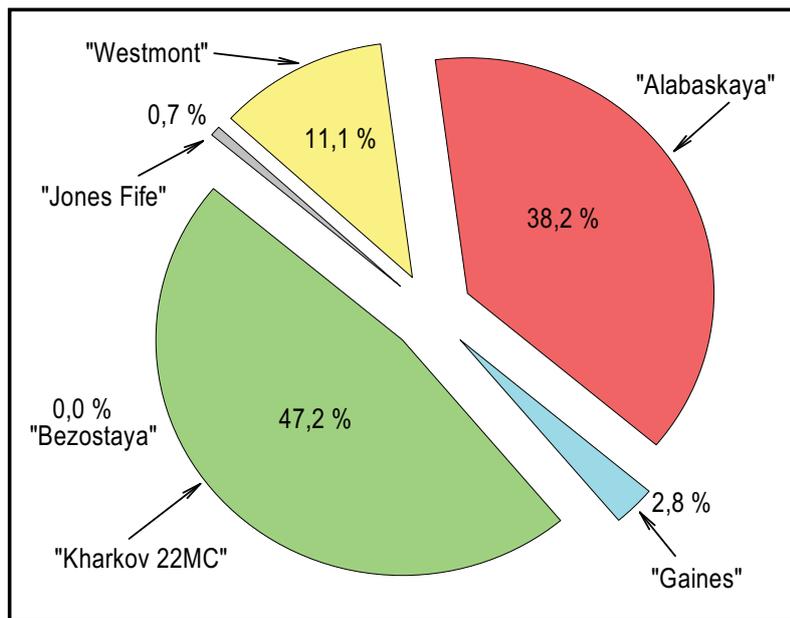


Abb. 19: Anteile der Sorten von Winterweizen im Korngut nach einem Auswinterungsjahr, Ansaat aller sechs Sorten zu gleichen Anteilen in der Saatgutmischung, Standorte Lethbridge und Cardston in Alberta, Kanada (Quelle: nach THOMAS & SCHALJE, 1997)

Zusätzlich zu kompensatorischen Effekten werden auch Schutzeffekte beschrieben. In Polen wurde bei kälteempfindlichen Wintergerstensorten eine bessere Überlebensfähigkeit dieser Sorten beim Anbau im Gemenge mit kältetoleranteren Sorten beobachtet. Sommerweizensorten werden in der Schweiz zum Teil bereits im späten Herbst gesät, um eine bessere Qualität zu erzielen. Eine Möglichkeit diese Sorten vor Frost zu schützen ist der Gemengeanbau. Bei gemeinsamer Ansaat im Herbst von einer Sommerweizensorte („Kolibri“) und einer Winterweizensorte („Zenith“) zu gleichen Anteilen in der Saatmischung war die Überlebensfähigkeit der Pflanzen im Gemenge wie auch der Ertrag gegenüber der Reinsaat der Sommergerstensorte deutlich erhöht (Tab. 4).

Tab. 4: Anzahl der überlebenden Pflanzen/m² und Ertrag (dt/ha) der Sommerweizensorte „Kolibri“ und der Winterweizensorte „Zenith“ in Reinsaat und Gemenge bei Aussaat im Herbst, Standort Schweiz (Quelle: nach MAILLARD & VEZ 1983)

	Reinsaat Kolibri	Gemenge Kolibri + Zenith	Reinsaat Zenith
Pflanzen/m ²	100	375	400
Ertrag dt/ha	8	43	65

Ein Gemenge aus Getreide und tiefwurzelnden Futterleguminosen kann den Wasserstress für die Früchte vermindern. Neben der komplementären Nutzung des Wassers in verschiedenen Bodenschichten wird von einer Windbremsung durch höhere Pflanzen berichtet, die die Verdunstung (Evaporation) des Wassers von der Bodenoberfläche vermindern. Eine gute Bodenbedeckung durch verschiedene Gemenge kann die unproduktive Verdunstung von Wasser ebenfalls reduzieren.

Spezieller Teil - Anbauempfehlungen

Futterbaugemenge

Bei den Futterbaugemengen in Hauptfruchtstellung haben die Gemenge im ökologischen Landbau einen Anteil von 80 bis 100 %. Die Leguminosen als eiweißreiche Futterpflanzen mit in der Regel tiefreichenden Wurzelsystemen ergänzen dabei die Gräser, die energiereicher sind und eher ein flaches aber intensives Wurzelsystem aufweisen. Die Klee-grasgemenge senken die Gefahr von Kleemüdigkeit in der Fruchtfolge sowie die Gefahr von Blähungen bei der Verfütterung von Leguminosenreinsaaten an Wiederkäuer. Im folgenden werden die Grundzüge der Zusammenstellung von Futterbaugemengen aufgezeigt, die sich nach den Standortansprüchen der verwendeten Pflanzenarten sowie dem Konkurrenzvermögen der Grasarten richten. Vielfältige Alternativen bieten vorgefertigte Mischungen verschiedener Saatgutfirmen. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass es kein idealtypisches Gemenge gibt. Allgemeine Anforderungen an die verwendeten Sorten und das Zusammenstellen der Mischung sind:

- **Leguminosen:** Standorteignung, Weidefähigkeit, Trockenheitsresistenz, Resistenz gegenüber Kleekrebs, Winterhärte, Ertragsstärke, schnelle Jugendentwicklung
- **Grasarten:** Futterwert, Zuckergehalt, Fähigkeit zur Narbenbildung, Konkurrenzvermögen gegenüber Leguminosen, Reifezeitpunkt

Leguminosenarten, mehrjähriger Futterbau

Vorrangig wird im ökologischen Landbau ein Rotklee-grasgemenge mit verschiedenen Grasarten angebaut. Der Rotklee ist eine zwei- bis dreijährige relativ konkurrenzstarke Pflanzenart.

Standortansprüche des Rotklee:

Klima: eher feucht, kühl-gemäßigte Temperaturen
Boden: bevorzugt humose, tiefgründige Lehmböden mit mäßigem Kalkgehalt, aber auch lehmige Sande und schwere Tonböden, ungeeignet sind Moore und stark saure, staunasse und sehr arme Sandböden

Häufig findet sich auch die Beisat von Weißklee in diesem Gemenge. Weißklee als mehrjährige, ausdauernde und trittfeste Pflanzenart kann mittels seiner oberirdischen Kriechtriebe (Stolone) Lücken im Bestand füllen.

Standortansprüche des Weißklee:

Klima: von mäßig-feucht bis sehr feucht, gemäßigte Temperaturen

Boden: alle Böden, außer sehr trockene

Luzernegrasgemenge sind im ökologischen Landbau seltener anzutreffen. Dieses Gemenge findet sich nur auf ausgesprochenen Luzernestandorten. Die Luzerne ist eine mehrjährige, ausdauernde und winterharte Pflanzenart. Aufgrund ihres über der Bodenoberfläche stehenden Wurzelkopfes, aus dem neue Seitentriebe austreten, ist Luzerne in der Regel nicht trittfest und sollte auch nicht zu tief geschnitten werden. Mit ihrer tiefreichenden Pfahlwurzel erschließt die Luzerne Wasser aus bis zu mehreren Metern Tiefe.

Standortansprüche der Luzerne:

Klima: gemäßigt bis eher warm, nicht zu feucht

Boden: tiefgründige, kalkreiche Lösslehme, auch Sandstandorte, die für Rotklee nicht mehr geeignet sind, bis hin zu Muschelkalkverwitterungsböden; nicht auf extrem leichten oder schweren, nasskalten, versauerten, staunassen und verdichteten Böden

Oftmals werden im ökologischen Landbau auch Luzernegrasgemenge in Kombination mit Rotklee und/oder Weißklee angebaut. Weitere Leguminosen, die in diesen Gemengen als Mischungspartner eine untergeordnete Rolle spielen, sind Schwedenklee, Hornklee und Gelbklee.

Standortansprüche

Schwedenklee/Bastardklee: geringe Ansprüche an Boden und Klima, winterhart, staunässeverträglich, als Partner auf nassen, schweren Tonböden geeignet

Hornklee: relativ anspruchslos, ausdauernd, winterhart, trockenresistent, nicht konkurrenzstark

Gelbklee/Hopfenklee: warme, mäßig trockene Lagen, winterhart, kalkreiche, schwere und trockene Böden, eher selten, nicht konkurrenzstark

Grasarten

Häufigster Vertreter als Gemengepartner sind die Grasarten Deutsches und Welsches Weidelgras. Zum Deutschen und/oder Welschem Weidelgras kommen in verschiedenen Kombinationen die Grasarten Bastard-

weidelgras, Wiesenschwingel, Wiesenschweidel, Wiesenlieschgras oder Knaulgras hinzu. Einige Eigenschaften, Standortansprüche und Konkurrenzfähigkeit dieser Gräser zeigt Tabelle 5.

Tab. 5: Eigenschaften verschiedener Grasarten des mehrjährigen Futterbaus (Quellen: nach DIEPENBROCK et al., 1999 und GEISLER, 1980)

Grasart	Charakteristik	Standortansprüche		Konkurrenzvermögen
		Klima	Boden	
Deutsches Weidelgras	Untergras, ausdauernd, früh bis spät	luftfeucht, niederschlagsreich	alle insbesondere gute Böden	stark verdrängend
Welsches Weidelgras	Obergras, einjährig, überwintert bis zweijährig, sehr früh	luftfeucht, niederschlagsreich	fast alle Böden, anspruchsvoller aber anpassungsfähig	sehr stark verdrängend
Bastardweidelgras (Bastard aus Deutschem Weidelgras x Welschem Weidelgras)	Mittelgras, zwei- bis mehrjährig, früh	luftfeucht	fast alle Böden	stark verdrängend
Wiesenschwingel	Obergras, ausdauernd, mittelfrüh	luftfeucht, niederschlagsreich	mittlere bis gute Böden	mittel stark verdrängend
Wiesenschweidel (Bastard aus Wiesenschwingel x Welschem Weidelgras)	Obergras, zwei- bis mehrjährig, früh	luftfeucht, niederschlagsreich	fast alle Böden	mittel stark verdrängend
Wiesenlieschgras	Obergras, ausdauernd, mittelfrüh bis spät	frisch bis feucht	mittlere bis gute Böden	gering verdrängend
Knaulgras	Obergras, ausdauernd, sehr früh	feucht, aber trockenheitstolerant	alle, auch leichte Böden	sehr stark verdrängend
Glatthafer	Obergras, ausdauernd, früh	warme, nicht zu nasse Gebiete	gute Böden	mittel stark verdrängend

Aussaat und Etablierung

Als Ansaatverfahren eignet sich bei den Futterbaumengen die Blank- oder Untersaat. Bei der Blanksaat erfolgt im ökologischen Landbau zumeist eine

Bodenbearbeitung mit dem Pflug einerseits zur Unkrautbekämpfung und andererseits um eine gute und sichere Etablierung dieser Gemenge zu ermöglichen.

Ansaatverfahren	Vorteile	Nachteile
Untersaat (mit Deckfrucht)	<ul style="list-style-type: none"> frühe Saat geringerer Saatgutbedarf Bodenruhe, keine zusätzliche Bodenbearbeitung bereits bestehender Bestand schützt vor Nährstoffauswaschung nach Ernte der Deckfrucht kein Verlust im Ansaatjahr 	<ul style="list-style-type: none"> Konkurrenz durch die Deckfrucht kann zu lückigen Beständen, Mindererträgen oder gar Totalausfällen der Untersaaten führen keine Bekämpfung von Rhizom- und Wurzelunkräutern
Blanksaat (ohne Deckfrucht)	<ul style="list-style-type: none"> keine Konkurrenz durch eine Deckfrucht Bekämpfung von Rhizom- und Wurzelunkräutern durch den Pflug vor Aussaat möglich Bekämpfung von Unkräutern durch Schröpfschnitt im Herbst bei früher Sommerblanksaat kein Verlust im Ansaatjahr bei Sommerblanksaat 	<p>Sommerblanksaat (Juli bis Ende August)/Stoppelsaat</p> <ul style="list-style-type: none"> Schwierigkeiten der Etablierung bei Trockenheit und zu spät räumenden Kulturen mit der Folge lückiger Bestände höherer Saatgutbedarf <p>Frühjahrsblanksaat (März/April)</p> <ul style="list-style-type: none"> geringe Erträge im Ansaatjahr geringeres Ansaatrisiko als Sommerblanksaaten Verunkrautung bei langsamer Jugendentwicklung der Leguminosen

Für eine sichere Etablierung der Futterbaugemeinde ist das Drillen der Feinsämereien in ein feinkrümeliges Saatbett mit einer flachen Ablagetiefe von 1 bis 2 cm zu empfehlen. In der derzeitigen Praxis werden diese Gemenge zu etwa 45 % aller Fälle als Untersaat bzw. zu etwa 55 % als Blanksaat etabliert. Bei häufig gleichzeitiger Etablierung der Untersaat mit einer Deckfrucht im Frühjahr (z.B. Sommergerste oder Hafer) erfolgt die Ablage bei ca. 3 cm Tiefe. Ein späteres Ausbringen der Untersaat in die Deckfrucht ermöglicht die für den ökologischen Landbau wichtige mechanische Unkrautbekämpfung z.B. mit dem Striegel (Blindstriegeln und ab dem 3- bis 4 Blattstadium des Getreides). In diesem Fall kann die Untersaat gleichzeitig mit der letzten Unkrautbekämpfungsmaßnahme (z.B. Striegel mit aufgebautem pneumatischen Sägerät) oder kurz danach eingebracht werden. Weniger konkurrenzkräftige Grasarten können bereits im Herbst in eine Wintergetreide-deckfrucht untergesät werden. Für die Futterleguminosen kann dies im Herbst schon zu spät sein, so dass die Saat der Leguminosen erst im Frühjahr erfolgt. Dadurch wird das Gras gefördert, denn die Futterleguminosen (v.a. Rotklee) sind aufgrund der Stickstoffknappheit des Systems bei gemeinsamer Ansaat meist dominierender als die Grasarten.

Die Saatstärke der Komponenten ist je nach Zusammenstellung der Mischung und in Abhängigkeit vom Standort sowie der Nutzung geringer als die jeweiligen Reinsaaten. Dabei sind v.a. die artspezifischen kritischen Saatstärken zu beachten.

Beispiele für die kritische Saatstärke kg/ha

Quellen: nach KLAPP, 1971 und NÖSBERGER & OPITZ VON BOBERFELD, 1986

Deutsches Weidelgras	3 bis 10
Wiesenschwingel	ca. 15
Knautgras	4 bis 20
Wiesenlieschgras	4 bis 20
Glatthafer	25
Weißklee	ca. 5
Schwedenklee	15
Hornklee	20

Im Gemenge sollten diese nicht überschritten werden, damit eine Art nicht dominierend wird. Das heißt, es muss unbedingt die Konkurrenzfähigkeit der einzelnen Arten bei der Zusammenstellung für ein Gemenge be-

Eignung der Arten für die Zusammenstellung, Beispiele	
Standort:	
trocken	Luzeerne + Glatthafer + Knautgras
feucht	Rotklee + Weißklee + Dt./W. Weidelgras
mittlere Lagen	Rotklee + Luzeerne + Weißklee + Dt./W. Weidelgras + Wiesenschwingel + Knautgras + Lieschgras
Nutzung:	
überjährig, (Aussaart im Sommer, Nutzung im nächsten Sommer)	Rotklee + Dt./W. Weidelgras
zweijährig, (Aussaart im Frühjahr, Nutzung im Ansaatjahr und im Folgejahr)	Luzeerne + Dt./W. Weidelgras + Wiesenschwingel + Wiesenlieschgras + Knautgras
mehrfährig, (Aussaart im Frühjahr/Sommer, Nutzung mehr als zwei Jahre)	Rotklee + Luzeerne + Schwedenklee + Weißklee + Gelbklee + Dt./W. Weidelgras + Wiesenschwingel + Wiesenlieschgras

achtet werden. Bei Rotklee und Luzeerne gibt es Hinweise darauf, dass bereits eine Aussaatstärke von 8 bis 12 kg/ha ausreicht, um die volle Konkurrenzfähigkeit der Arten zu realisieren.

Zum Teil werden auch Kräutermischungen zu den mehrjährigen Klee- und Luzernegrasgemengen empfohlen. Durch eine nur geringe Beigabe von 1 bis 5 kg/ha Kräutermischung kann nicht nur die Vielfalt der Fütterung erhöht, sondern auch die Gesundheit, Fruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit der Tiere durch Ergänzung von Mineral- und Wirkstoffen verbessert werden. Hier finden sich Arten wie Wiesenkümmel, Spitzwegerich, Kleiner Wiesenknopf, Wilde Möhre, Sauerampfer, Wegwarte, Schafgabe, Gemeine Pastinake, Wilde Petersilie und Kleine Bibernelle.

Arten	Beispiele für Aussaatstärken (kg/ha)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rotklee	8	10	6	-	8	2	6	6	9
Weißklee	4	-	4	-	4	3	3	2	-
Luzeerne	-	-	-	25	-	7	-	6	-
Hornklee	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Schwedenklee	-	-	-	-	1	1	-	-	-
Gelbklee	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Dt. Weidelgras	5	5	11	-	4	-	6	2	7
W. Weidelgras	10	15	7	-	-	-	-	1	7
Bastardweidelgras	-	-	7	-	-	-	-	-	12
Wiesenschwingel	4	-	-	-	7	7	11	5	-
Wiesenlieschgras	4	-	-	-	5	5	5	4	-
Knautgras	-	-	-	3	-	4	-	2	-
Glatthafer	-	-	-	5	-	-	-	-	-
Summe	35	30	35	33	31	31	31	28	35

Bestandspflege

In der Regel sind keine Pflegemaßnahmen in Futterbaugemengen erforderlich. Dennoch kann der Bestand durch gezielte Maßnahmen geführt werden. Ein Schröpschnitt im Herbst dient der Unkrautregulierung aber auch der Verminderung der Auswinterungsgefahr, damit der Bestand nicht zu üppig in den Winter geht. Luzerne sollte nicht zu kurz in den Winter gehen, um einen raschen Wiederaustrieb im Frühjahr zu gewährleisten. Ein zeitiger erster Schnitt im Frühjahr fördert die Leguminosen, ein später Schnitt die Grasarten. Allgemein fördert aber eine hohe Schnitthäufigkeit den Ertragsanteil der Grasarten. Ebenfalls gefördert werden die Grasarten durch eine Stickstoffdüngung. Gut verrotteter Stallmist oder Kompost werden für die Futterbaugemenge empfohlen. 10 bis 20 m³ Gülle zum ersten Schnitt sind ebenfalls gebräuchlich, allerdings nur dann zu empfehlen, wenn der Bestand wenig Leguminosen enthält.

Ernte, Ertrag und Nutzung

Im ökologischen Landbau werden diese Gemenge zu ca. 65 % futterbaulich in den viehhaltenden Betrieben genutzt. Dabei werden die Futterbaugemenge mindestens überjährig, meistens zweijährig angebaut. Eine eher geringere Nutzungszeit haben diese Gemenge in viehlosen Betrieben. Vor allem hier werden sie als Grün-

düngung oder Grünbrache genutzt (ca. 35 %). Bei der Futternutzung können drei bis vier Schnitte im Jahr erzielt werden. Die Erträge liegen zwischen 300 bis 650 dt FM/ha und Jahr bzw. 60 bis 130 dt TM/ha und Jahr. Bei der Werbung von Heu wie auch bei hohen Leguminosenanteilen im Gemenge können hohe Bröckelverluste von 25 bis 40 % an Trockenmasse auftreten. Die Silagebereitung von Futterbaugemengen stellt zumeist kein Problem dar. Nur bei hohen Leguminosenanteilen und niedrigen Trockensubstanzgehalten können Schwierigkeiten auftreten. Das Anwelken auf 30 bis 35 % Trockensubstanz, sorgfältiges Zerkleinern, ausreichendes Verdichten und der Einsatz zugelassener Silierhilfsmittel können dem entgegenwirken. Im ökologischen Landbau werden bei Klee-grasgemengen hohe Erträge mit guten Qualitäten erzeugt. Beim ersten Schnitt sollte die Silierreife möglichst früh erkannt werden, um ein energiereiches Futter mit mindestens 6,3 MJ NEL/kg TM zu gewinnen. Weiter entwickelte Weidelgraspflanzen zeigen den Zeitpunkt vor Erscheinen der ersten Ähren an. Die Tabelle 6 gibt den Ertrag und die Qualität im ersten Aufwuchs vor Erscheinen der ersten Ähren wieder. Bis zum Sichtbarwerden der ersten Ähren innerhalb einer Woche kann der Energiegehalt um 0,2 bis 0,8 MJ NEL/kg TM vor allem in grasbetonten Beständen zurückgehen.

Tab. 6: Ertrag im ersten Aufwuchs von Klee-gras sowie Qualität vor Sichtbarwerden der ersten Ähren der Grasarten auf Betrieben des ökologischen Landbaus in Nordrhein Westfalen (Quelle: nach LEISEN 2002)

Jahr	Anzahl Flächen		Ertrag dt TM/ha	Rohfaser % TM	Rohprotein % TM	nXP, nutzbares Protein am Darm g/kg TM	RNB, Stickstoffbilanz im Pansen	Energie MJ NEL/kg TM
2002	7	Mittel	30,1	21,4	18,5	147	7,0	6,7
		max.	41,0	24,3	24,5	155	14,5	6,9
		min.	17,0	18,6	15,0	142	0,5	6,4
2001	4	Mittel	37,4	20,6	15,0	144	0,7	6,8
		max.	44,3	21,7	18,1	148	5,1	6,9
		min.	30,5	19,5	12,2	137	-2,5	6,5
2000	2	Mittel	37,7	23,0	17,2			6,6
		max.	50,2	23,3	19,3	nicht ermittelt		6,7
		min.	25,1	21,4	14,5			6,6

Fruchtfolge, Vorfruchtwirkung und Umbruch

In der Fruchtfolge stehen die Futterbaugemeinde nach einer abtragenden Frucht, meistens Getreide. Hier kann die Etablierung als Untersaat in die Getreidedeckfrucht erfolgen.

Maßnahmen zu Verminderung der Konkurrenz der Getreidedeckfrucht gegenüber den Untersaaten

- Auswahl von Getreidearten oder –sorten mit geringer Beschattung und früher Abreife
- Nutzung der Deckfrucht zur Ganzpflanzensilage (GPS), auch Gemeinde als Deckfrucht möglich
- reduzierte Aussaatstärke der Getreidedeckfrucht
- Drillreihenabstand der Deckfrucht vergrößern
- Drillen der Deckfrucht in Nord-Süd Ausrichtung
- Stickstoffdüngung vermindern

Nachfrüchte sind dementsprechend anspruchsvolle Feldfrüchte, insbesondere Weizen oder Hackfrüchte wie Kartoffeln oder Mais. Das sind die Feldfrüchte, die einen hohen Nährstoffbedarf haben und wirtschaftlich interessant sind. Als Grundlage der Fruchtfolge des ökologischen Landbaus haben Futterbaugemeinde eine hohe Vorfruchtwirkung. Wichtig ist hierbei der Eintrag von Stickstoff über die N_2 -Fixierung der Leguminosen in das System. Des Weiteren fördern diese Gemeinde die Bodengare, Bodenaktivität und den Humusaufbau. Sie sind Gesundungsfrucht in einer weiten Fruchtfolge. Bei richtiger Bestandesführung können sowohl Samen- als auch Wurzelunkräuter bekämpft werden. Der Umbruch dieser Gemeinde erfolgt je nach Folgefrucht im Herbst, d.h. bis Anfang Oktober vor Winterweizen. Folgt eine Sommerung dann wird auf leichteren Böden im Frühjahr bis Ende April umgebrochen. Auf schwereren Böden kann die Frostgare durch einen Umbruch bereits im November/Dezember genutzt werden.

Nach Herbstumbruch können Nitratverluste zur Sickerwasserperiode insbesondere auf leichten Standorten auftreten. Der Winterweizen nimmt zudem nur wenig Stickstoff vor Winter auf. Diese Gefahr kann beispielsweise durch einen Umbruch mit dem Pflug ohne vorherige Stoppelbearbeitung („heiler Umbruch“) verringert werden, allerdings kann es dadurch zu Mattenbildung im Boden kommen.

Quelle: nach HEß et al., 1992

Maßnahmen zur Verminderung der Nitratauswaschungsfahr nach Umbruch von Futterbaugemeinden

- Verschiebung des Umbruchzeitpunktes in den Spätherbst, Winter oder Frühjahr
- Reduzierung der Bodenbearbeitungsintensität, „heiler Umbruch“
- Anbau von Zwischenfrüchten im Spätsommer mit hoher Stickstoffaufnahme vor Winter, z.B. Senf
- Einsaat der Nachfrucht zeitnah nach dem Umbruch
- Reduzierung der Stickstoffmengen in den Ernterückständen: Schneiden oder Beweiden direkt vor dem Umbruch
- weites C/N-Verhältnis in den Ernterückständen durch Förderung der Grasarten im Futterbaugemeinde



Bild 10: Luzernegras, Quelle: Hof, 2002

Einjährige Futterbaugemenge in Hauptfruchtstellung

Als einjährige Futterleguminosen werden der Persische Klee und der Alexandriner Klee im Gemenge mit Einjährigem Weidelgras als klassische einjährige Futterbaugemenge verwendet. Diese Gemenge finden sich auf fast allen Böden insbesondere auf mittelschweren Böden mit besserer Wasserversorgung.

Standortansprüche:

Persischer Klee: leichte bis schwerere Böden, ausreichende Wasserversorgung, optimal wärmere Lagen, keine zu sandige, trockene, nasse und kalte Böden, nicht winterhart

Alexandriner Klee: höhere Ansprüche an Wärme und Feuchte als der Persische Klee, leicht bis mittelschwere Böden, keine zu sandigen, sauren Böden, nicht winterhart

Einjähriges Weidelgras: luftfeucht, niederschlagsreich, nährstoffreiche, mittlere Lehm Böden, Obergras, nicht winterhart

Die Aussaat erfolgt im März/April mit einer empfohlenen Aussaatstärke von bis zu je 20 kg/ha Persischem Klee und einjährigem Weidelgras sowie 4 bis 15 kg/ha Alexandriner Klee.

Arten	Beispiele für Aussaatstärken (kg/ha)					
	1	2	3	4	5	6
Persischer Klee	10	12	20	10	12	8
Alexandriner Klee		4		15		3
Einjähriges Weidelgras	15	12	7		13	
Welsches Weidelgras		12	3	5		
Hafer						70
Sonnenblume						2
Buchweizen						8
Summe	25	40	30	20	25	97

Neben der Nutzung für den Futterbau zur Frischverfütterung, Heu- oder Silagebereitung finden sich diese Arten auch in Gründüngungs- oder Grünbrachegemengen.

Auf leichten Böden kann Serradella im Gemenge mit Gras in Hauptfruchtstellung zur Futternutzung angebaut werden. In der Regel findet sich Serradella als Untersaat in Getreide (z.B. Roggen), nur vereinzelt im Hauptfruchtanbau mit Gras oder im Gemenge mit Lupinen.

Standortansprüche der Serradella: schwach saure, humose Sandböden, Staunässe empfindlich, geringer Wärmeanspruch, einjährig

Die Aussaatstärke der Serradella beträgt 25 kg/ha im Gemenge mit 10 kg/ha Einjährigem Weidelgras.



Bild 11: Persischer Klee im Gemenge mit Einjährigem Weidelgras, *Quelle: Hof, 2002*



Bild 12: Serradella Untersaat in Roggen, *Quelle: Hof, 2002*

Winterzwischenfrüchte

Die bekanntesten Gemenge für den Winterzwischenfruchtbau sind das Landsberger Gemenge und der Wickroggen. Das Landsberger Gemenge setzt sich aus den Arten Winterwicke, Inkarnatklée und Welsches Weidelgras zusammen. Winterwicke findet sich normalerweise auch im Wickroggen kombiniert mit Grünroggen. Hier kann auch die Pannonische Wicke die Winterwicke ersetzen.

Standortansprüche:

Winterwicke (= Zottelwicke): bevorzugt Sand mit ausreichend Kalk, winterfest, ein- bis zweijährig

Pannonische Wicke (= Ungarische Wicke): trocken, warm, sandige bis tonige, kalkhaltige Böden, spätfrostempfindlich

Inkarnatklée: mittlere bis leichte Böden, ausreichend Kalk, keine schweren, nassen Böden oder arme Sandböden, einschnittig, nicht sehr winterhart, anfällig gegen Kleekrebs

Die Aussaat erfolgt im Spätsommer, Mitte August bis September. Im Frühjahr können die Gemenge einmal geschnitten werden. Danach folgt im ökologischen Landbau eine Sommerung, da die Leguminosen v.a. Inkarnatklée in der Regel nicht nachwachsen. Die Gemenge lassen sich relativ gut silieren, erreichen hohe und frühe Erträge und können auch als erstes Grünfutter im Frühjahr gefüttert werden. Die empfohlenen Aussaatstärken schwanken beim Landsberger Gemenge für jede Art um 20 kg/ha.

Art	Beispiele Aussaatstärke kg/ha							
Winterwicke	30	25	20	19	21	20	20	20
Inkarnatklée	20	15	20	18	12	15	10	15
Welsches Weidelgras	20	15	20	17 ¹⁾	18 ¹⁾	20	30	20
Summe	70	55	60	66	60	55	60	55

¹⁾ tetraploide Sorte, ²⁾ diploide Sorte

Empfehlungen beim Wickroggen reichen von 5 bis 80 kg/ha Winterwicke und 70 bis 130 kg/ha Grünroggen.

Art	Beispiele Aussaatstärke kg/ha				
Winterwicke	10-15	50	60	5	80
Grünroggen	120	70	80	130	80
Summe	130-135	120	140	135	160

Auf besseren Böden kann anstelle des Roggens 150 bis 180 kg/ha Weizen gesät werden. Weniger bekannt ist das Wickgras mit einer Saatstärke von ca. 40 kg/ha Winterwicke und 20 kg/ha Welschem Weidelgras.



Bild 13: Landsberger Gemenge, Quelle: RAUBER, 2002

Für eine spätere Saat sind Gemenge mit Ölrettich oder winterharten Kreuzblütlern wie Winterraps und Winterrüben zu empfehlen.

Weitere Beispiele für Winterzwischenfruchtgemenge

Arten	Saatstärke kg/ha	Bemerkung
Thyrower Gemisch		
Winterwicke	40	überwinternd,
Winterrüben	12	Futter
Knautgras	12	
	Σ 64	
Golzower Gemisch		
Winterwicke	40	überwinternd,
Winterraps	12	Futter
Bastardweidelgras	25	
	Σ 77	

Sommerzwischenfrüchte

Bei den Sommerzwischenfrüchten gibt es eine Vielfalt an Möglichkeiten Gemenge zusammenzustellen. Abhängig ist diese Zusammenstellung von den Standortgegebenheiten, der Nutzung und der Etablierung als Unter- oder Stoppelsaat. Häufig dienen Sommerzwischenfrüchte dem Zweck der Gründüngung. Sie können aber auch futterbaulich genutzt werden. Neben der Nutzung als Grünbrache oder Gründüngung sowie als Grünfutter oder zur Heu- und Silagebereitung werden verschiedene Gemenge für die Wildäsung oder als Bienenweide angebaut. Oft können die Nutzungsrichtungen kombiniert werden. Zwischenfrüchte sollten schnell wachsend und Unkraut unterdrückend sein. Durch eine gute Bodenbedeckung und Durchwurzelung verhindern sie Nährstoffverluste durch Auswaschung und Erosion. Zu empfehlen ist eine Zusammenstellung aus Tief- und Flachwurzlern wie z.B. Lupine und Serradella. Außerdem fördern sie das Bodenleben, die Bodengare und die Bodenstruktur. Eine Kombination aus Leguminosen und Nichtleguminosen wie z.B. Sommerwicke im Gemenge mit Einjährigem Weidelgras oder Futterraps ermöglicht das Konservieren von Stickstoff durch die Aufnahme der Nichtleguminosen sowie einen zusätzlichen Stickstoffeintrag aus der N_2 -Fixierung der Leguminose.

Beispiele für spätsaatverträgliche Zwischenfruchtgemenge

Arten	Saatstärke kg/ha	Bemerkung
Ölrettich	10	teilweise
Welsches Weidelgras	12,5	abfrierend,
Winterwicke	27,5	Futter
	Σ 50	
Saat-Platterbse/Futtererbse	20	
Sommerwicke	15	
Persischer Klee	6	abfrierend
Buchweizen	15	
Phacelia	0,5	
	Σ 56,5	
Futtererbse	10	
Sommerwicke	8	
Ölrettich	2	abfrierend,
Gelbsenf	5	späte Saat
Phacelia	0,5	
	Σ 25,5	

Bild 15: Zwischenfrucht Saat-Platterbse im Gemenge mit Gelbsenf,
Quelle: Hof, 2002

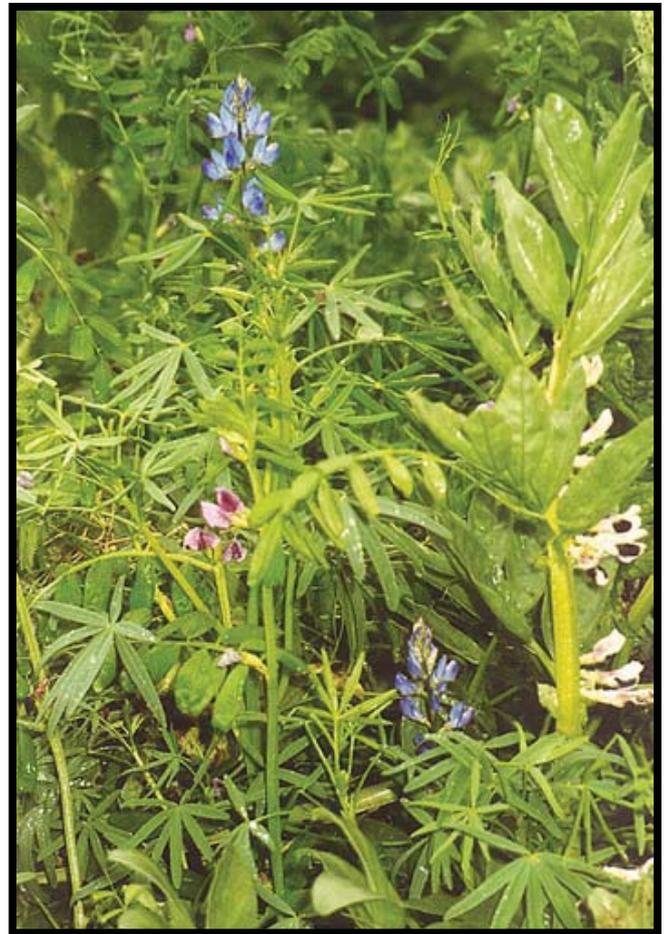
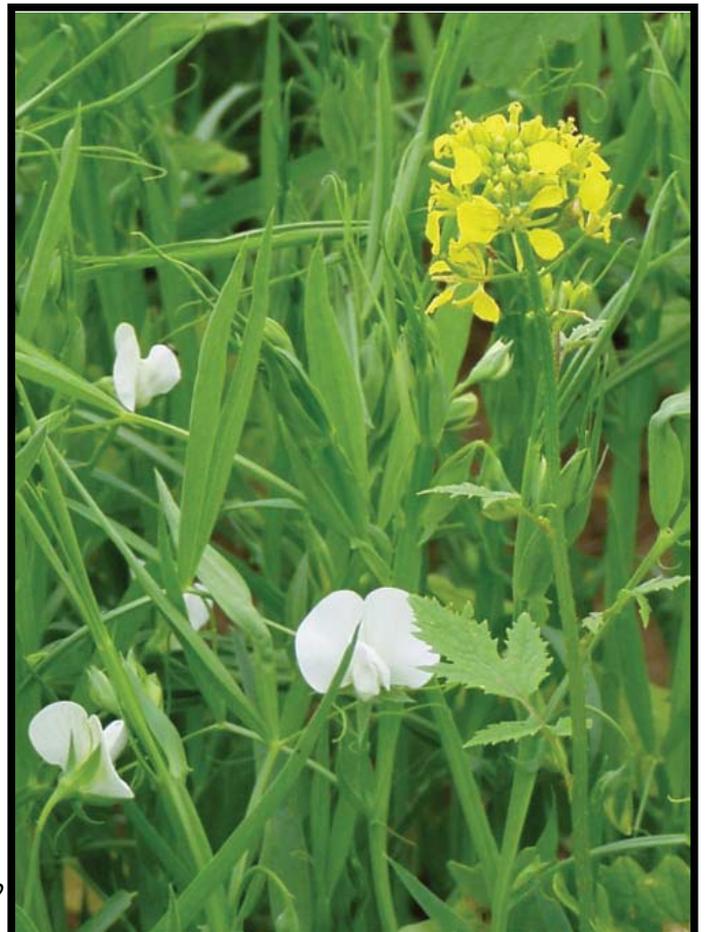


Bild 14: Gründüngungsgemenge aus Blauer Lupine, Ackerbohne, Futtererbse und Sommerwicke, Quelle: Hof, 2002

Standortansprüche der Sommerwicke (= Saatwicke):
geringe Ansprüche, aber keine zu kalte, nasse oder verdichtete Böden, nicht winterfest, Gründüngungs- bzw. Grünfutterpflanze



Beispiele für Gemenge als Sommerzwischenfrucht bzw. Sommerhauptfrucht (*Quellen: verschiedene*)

Gemenge	Saatstärke kg/ha			Standort	Nutzung	Bemerkung
Sommerwicke	60	35	30	fast alle, optimal mittlere, bessere Böden, ausreichend Wasser	Gründüngung mit Hafer zur Futternutzung	für leguminosenarme Fruchtfolgen, abfrierend
Futtererbse	90	95	30			
Ackerbohne	-	15	60			
Σ	150	145	120			
Einjähriges Weidelgras	25			mittlere bis bessere Böden, auch lehmige und humose Sande, ausreichend Wasser und Nährstoffe	schnelles Futter	für leguminosenreiche Fruchtfolgen
Futterraps	2					
	Σ	27				
Sommerwicke	20			fast alle, optimal mittlere, bessere Böden, ausreichend Wasser	Futter	Kombination Leguminose und Nichtleguminose
Futtererbse	35					
Ackerbohne	25					
Ölrettich	2					
Sonnenblume	7					
	Σ	89				
Gelbe Süßlupine	80	60		leichte Böden, ausreichend Feuchte	Futter, Gründüngung	Kombination aus Flach- und Tiefwurzlern
Serradella	15	15				
Einjähriges Weidelgras	-	12				
	Σ	95	87			
Blaue Lupine	17,5			fast alle, leichte bis mittel schwere Böden, ausreichend Wasser	Gründüngung	<i>CAMENA SAMEN, 2002:</i> „Bio 44 % - Lauener Aktivhumusmischung“, Bodengesundung, Stickstoffsammlung, Bienenfutter
Futtererbse	14,0					
Sommerwicke	16,8					
Persischer Klee	10,5					
Alexandrinischer Klee	3,5					
Serradella	5,6					
Phacelia	1,4					
Futtermalve	0,7					
	Σ	70				
Alexandrinischer Klee	5			mittlere bis bessere Böden	Gründüngung, mit Hafer zur Futternutzung	<i>BSV, 2003:</i> „SZF 3 – Zwischenfrucht-mischung/Meliorations-gemenge, teilabfrierend“, ähnlich „Evangelische Mischung“
Persischer Klee	4					
Winterwicke	10					
Sommerwicke	14					
Sonnenblume	1					
Phacelia	1					
Buchweizen	15					
	Σ	50				
Phacelia	2,80	4,0		alle Böden, alle Lagen, außer trockene Sande	Bienenweide	„Tübinger Mischung“, hohe Artenvielfalt, von Mai bis Oktober blühend, für Brachen, kleiner Flächen, Randstreifen, einjährig
Buchweizen	1,75	2,5				
Gelbsenf	0,49	0,7				
Koriander	0,42	0,6				
Ringelblume	0,35	0,5				
Schwarzkümmel	0,35	0,5				
Ölrettich	0,21	0,3				
Kornblume	0,21	0,3				
Malve	0,21	0,3				
Dill	0,14	0,2				
Boretsch	0,07	0,1				
	Σ	7	10			

Zwischenfrüchte bereichern die Fruchtfolge des ökologischen Landbaus und stellen Nährstoffe für die Folgefrüchte bereit. Blühende Arten im Gemenge locken Nützlinge an. Der Saatzeitpunkt von Sommerzwischenfrüchten als Stoppelsaat liegt zwischen Juli und Septem-

ber je nach Vorfrucht. Die vorgestellten Gemenge können auch gezielt als einjährige Hauptfrucht ab Mitte April angebaut werden. Abfrierende Gemenge können bis in den späten Herbst Nährstoffe konservieren und wachsen in der Folgefrucht nicht durch.

Bei der Ermittlung von Saatstärken im Gemenge ist darauf zu achten, welche Anteile angegeben werden. Vorsicht ist bei Prozentangaben geboten! Dies können Gewichtsanteile der Gesamtmischung oder Anteile von Reinsaatstärken sein. Saatgutfirmen geben häufig eine Empfehlung für die Aussaatstärke des Gemenges an. Die Prozentangaben der einzelnen Arten beziehen sich auf die Gewichtsanteile an dieser Gesamtsumme.

Beispiel: *Quelle: nach BAYERISCHE FUTTERSATBAU BSV GmbH, 2003;*

„SZF 5 – Zwischenfruchtmischung für späte Aussaat, abfrierend“

Arten	Gewichtsanteil %	Saatstärke kg/ha
Futtererbse	34	8
Sommerwicke	34	8
Ölrettich	7	2
Gelbsenf	18	5
Phacelia	7	2
Summe	100	25

Zur eigenen Zusammenstellung von Mischungen kann von den Reinsaatstärken der Gemengepartner ausgegangen werden. Diese Anteile in Prozent der Reinsaatstärke entsprechen dann nicht den Gewichtsanteilen in der Aussaatmischung.

Beispiel:

Quelle: nach HAMPL, 1996

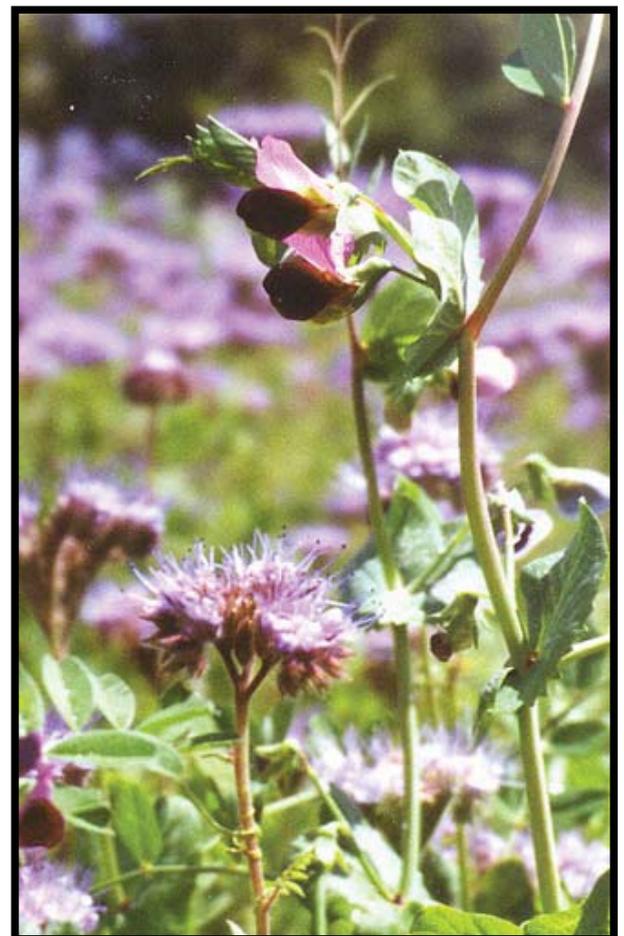
Arten	Anteil von der Reinsaat %	Saatstärke der Reinsaat kg/ha	Saatstärke im Gemenge kg/ha	Gewichtsanteile im Gemenge %
Futtererbse	30	150	45	51
Sommerwicke	30	80	24	27
Buchweizen	20	65	13	15
Alexandrinischer Klee	20	33	6,6	7
Summe	100		88,6	100

Bild 16: Sommerzwischenfruchtmischung aus Serradella, Sommerwicke, Futtererbse und Phacelia, *Quelle: Hof, 2002*



Einige sommerjährige Gemenge sind als Besonderheit unter bestimmten Namen bekannt geworden:

Arten	Saatstärke kg/ha	Nutzung
Resele Gemenge		
Ackerbohne	200	Silage
Sonnenblume	12	
Futtererbse	12	
Hafer (Mais)	15	
Σ	239	
Preuschen Gemenge		
Saat-Platterbse	10	Grünfutter, auch mehrjährig nutzbar
Inkarnatklee	10	
Winterwicke	10	
Luzerne	8	
Rotklee	5	
Johannisroggen	10	
Deutsches Weidelgras	5	
Welsches Weidelgras	5	
Wehrlose Trespe	5	
Knautgras	4	
Kräuter	1	
Phacelia	1	
Σ	74	
Hohenheimer Gründüngungsmischung		
verschiedene Lupinen	7,50	Gründüngung, Grünbrache
Sommerwicke	16,25	
Sommerraps	0,75	
Gelbsenf	0,50	
Σ	25	



Zusammenfassung Futterbaugemenge

Nr.	Art	botanischer Name	Rein- saat- stärke kg/ha	Tausend- kornmasse g (TKM)	Nutzungszeit So = nicht winterhart Wi = winterhart A = ausdauernd	Standort, bevorzugt	Eignung zur Untersaat ++ sehr gut, + gut - schlecht -- sehr schlecht	Nutzungs- art Fu = Futter GD = Grün- düngung Bi = Bienen- weide	Eignung im Gemenge insbesondere mit Nr.
Leguminosen									
1	Rotklee	<i>Trifolium pratense</i> L.	15-20	1,7-2,2	A	alle, feucht, kühl	+	Fu	2,3,4,5,24,25,26,27,28,29,30
2	Luzerne	<i>Medicago</i> spp.	18-35	1,8-2,7	A	tiefgründig, kalkhaltig, trocken	+	Fu	1,3,6,7,24,25,26,27,28,29,30
3	Weißklee	<i>Trifolium repens</i> L.	10	0,5-0,8	A	alle, feucht	++	Fu	1,2,24,25,26,27,28,29,30
4	Gelbklee	<i>Medicago lupulina</i> L.	15-20	1,2-2,3	A	alle	++	Fu, GD	1,29,30,25,3,6,10,8,27,28
5	Schwedenklee	<i>Trifolium hybridum</i> L.	8-15	0,6-0,9	A	alle, feucht, kühl	+	Fu, GD, Bi	1,27,28,25,30,3,4,6
6	Hornklee	<i>Lotus corniculatus</i> L.	10-20	1-1,3	A	kalkhaltig, trocken	+	Fu, GD, Bi	2,1,3,25,27,28,29,30,4,40,41
7	Gelber Steinklee	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	15-30	1,8-2,3	A	alle	+	(Fu), GD, Bi	2,30,4, Kräuter
8	Erklee	<i>Trifolium subterraneum</i> L.	20-30	5-10	So	alle, warm	++	Fu, GD	16,18,39,11,40,1,5,27,25
9	Espartette	<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.	120-180	20-25	A	kalkhaltig, trocken	+	Fu, GD, Bi	6,30,29,4,24,2
10	Persischer Klee	<i>Trifolium resupinatum</i> L.	16-30	0,8-1,5	So	leicht-mittel, warm, feucht	-	Fu, GD, Bi	11,31,25,38,39,33,40,41,37
11	Alexandriener Klee	<i>Trifolium alexandrinum</i> L.	25-40	2,6-3,2	So	leicht-mittel, warm, feucht	--	Fu, GD, Bi	10,31,25,16,1,37,39,18,3,40, 38
12	Serradella	<i>Ornithopus sativus</i> Brot.	25-50	4-7	Wi	leicht, feucht	+	Fu, GD	23,1,4,3,5,31,40,36, Roggen
13	Inkarnatklee	<i>Trifolium incarnatum</i> L.	25-40	3-4	Wi	mittel, kalkhaltig	--	Fu, GD	14,25,31,24,8,18,39,1,3,21,22
14	Winterwicke	<i>Vicia villosa</i> Roth	80-140	30-60	Wi	leicht-mittel, feucht	+	Fu, GD	13,25,Roggen,33,35,26,30,40
15	Pannonische Wicke	<i>Vicia pannonica</i> Crantz			Wi	alle, trocken, kalkhaltig		Fu, GD	13,25,Roggen
16	Sommerwicke	<i>Vicia sativa</i> L.	70-125	30-90	So	mittel-besser, kalkhaltig, feucht, kühl		Fu, GD	8,19,20,21,22,31,32,34,35,36, 39,40,41,42
17	Linse	<i>Lens culinaris</i> Medik.	60-110	20-80	So	kalkhaltig, trocken	+	Fu, GD	So:-gerste,16,18,19
18	Saat-Platterbse	<i>Lathyrus sativus</i> L.	100	60-120	So	mittel, kalkhaltig, feucht, warm	+/-	Fu, GD	14,10,11,38,39,13,1,2,24,25, 30,40,16, Roggen

19	Futtererbse	<i>Pisum sativum</i> L., ssp. <i>speciosum</i> , früher <i>P. arvense</i>	120-180	80-200	So ¹⁾	leicht-mittel, feucht, warm	+/-	Fu, GD	16,20,1,2,25,30,31, Getreide, 34,38,21
20	Ackerbohne	<i>Vicia faba</i> L., var. <i>minor</i>	180-240	200-650	So ¹⁾	mittel, kalkhaltig	+/-	Fu, GD	16,19,20,24,25,32,34,35,36
21	Blaue Lupine	<i>Lupinus angustifolius</i> L.	100-180	100-200	So	leicht-mittel, warm	-	Fu, GD	19, Getreide, 20,13,16,32,36
22	Weißer Lupine	<i>Lupinus albus</i> L.	120-230	200-800	So	leicht-mittel	-	Fu, GD	19,38,12,16,31,32, Mais
23	Gelber Lupine	<i>Lupinus luteus</i> L.	100-190	50-180	So	leicht, sauer	+/-	Fu, GD	19,16,12,31,38,39,36,34
Grasarten									
24	Deutsches Weidelgras	<i>Lolium perenne</i> L.	25-40	2,0	A	gut, feucht	+	Fu	1,2,3,20
25	Weiches Weidelgras	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	40	2,3-3,8	Wi	fast alle, feucht	+	Fu	1,2,3,4,5,6,8,10,11,20,21,33,35
26	Bastardweidelgras	<i>Lolium hybridum</i> Hausskn.	35-40	2,0	Wi	fast alle, feucht	+	Fu	1,2,3
27	Wiesenschwingel	<i>Festuca pratensis</i> Huds.	35	1,8-2,0	A	mittel-gut, feucht	+	Fu	1,2,3,5,6,8
28	Wiesenlieschgras	<i>Phleum pratense</i> L.	15-18	0,5	A	mittel-gut, feucht	++	Fu	1,2,3,5,6
29	Glatthafer	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Beauv.	25-40	2,8-3,5	A	mittel-gut, warm, trocken	+/-	Fu	3,4,6,24,27,28,30,1
30	Knaulgras	<i>Dactylus glomerata</i> L.	20	1,0-1,3	A	alle	++	Fu	1,2,3,4,5,6,7,24,25,26
31	Einjähriges Weidelgras	<i>Lolium multiflorum</i> Lam., ssp. <i>Westenwoldicum</i>	40	2,0-3,0	So	gut, feucht	+	Fu, GD	10,11,32,34
Kreuzblütler									
32	Sommerraps	<i>Brassica napus</i> L., ssp.	4-6-10	2,5-4,5	So	mittel-gut			19,20,31,16
33	Winterraps	<i>oleifera</i>	6	4,0-6,5	Wi	gut			25,14
34	Sommerrüben	<i>Brassica campestris</i> L., ssp.	8	1,5-3,5	So	mittel, feucht	--	Fu, GD	19,20,40,23,38,31,16
35	Winterrüben	<i>oleifera</i>		2,0-4,0	Wi	mittel, kühl			25,14
36	Gelbsenf	<i>Sinapis alba</i> L.	20	5-10	So	alle, leicht-mittel			12,21,22,14,16,18,19,20
37	Ölrettich	<i>Rhaphanus sativus</i> L., var. <i>oleiformis</i>	18-24	8-20	So	alle, leicht-mittel	--	Fu, GD, Bi	38,20,16,19,40,39,12,21,31,36,42,18
sonstige									
38	Sonnenblume	<i>Helianthus annuus</i> L.	10-40	30-180	So	mittel, warm	--	(Fu), GD, Bi	41,39,40,10,11,37,19,34,8,21,12
39	Buchweizen	<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench	40-90	15-20	So	leicht, sauer	-	(Fu), GD, Bi	40,37,41,Hafer,38,11,16,19,18,20,21,22
40	Phacelia/ Büschelschön	<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth	10	2-3	So	mittel, feucht, warm	-	(Fu), GD, Bi	16,19,34,39,37,12,23,10,11,31,13,41,38
41	Malve	<i>Malva meluca</i> Graebn., <i>Malva sylvestris</i> L.	5-20	7	Wi	mittel	-	(Fu), (GD), Bi	40,39,37,38,10,6,11,16,18,19,20, Hafer
42	Ackerspörgel	<i>Spergula arvensis</i> L.	15-25	0,4-1,0	So	leicht, warm, feucht	+	Fu, GD	39,16,19,12,36,37,40

¹⁾ auch winterharte Erbsen- und Ackerbohnsensorten

Körnerfruchtgemenge

Artengemenge (Erbse, Gerste und Hafer)

Im ökologischen Landbau haben Körnerfruchtgemenge eher eine geringere Bedeutung als die Gemenge im Futterbau. Sie nehmen einen Anteil von durchschnittlich 5 % (2 bis 15 %) der gesamten Ackerbaufläche ein. Hierbei handelt es sich in der Regel um ein Gemenge aus Erbse und Sommergerste, Erbse und Hafer oder Erbse und Sommergerste und Hafer. In der Praxis wird zumeist dann der Hafer anstelle der Gerste eingesetzt, wenn die Eigenschaften des Bodens einen Anbau von Sommergerste erschweren (leichte oder nasse Böden).

Standortansprüche:

Erbse: optimal sandig-lehmige bis schluffig-lehmige Böden, pH-Wert 5 bis 7, keine staunassen, verdichteten Böden, spätsaatverträglich, ausreichend Wasser zur Keimung, Blüte sowie Hülsenfüllung

Sommergerste: mittlere bis bessere Böden, gute Wasserführung

Hafer: leichte bis mittlere Böden, gute Wasserversorgung

Unterschiedlichen Standort- und Witterungsverhältnissen kann im Gemenge besser begegnet werden, wenn sich die Partner an diese anpassen. Die Zusammensetzung von Erbse und Getreide ist als besonders günstig zu bewerten, da beispielsweise tief und flach wurzelnde Arten kombiniert werden, eine Ergänzung von eiweiß- und energiereichen Futtermitteln erfolgt und das Getreide als Stützfrucht für die Erbse dient. Die Erbse kann sich am Getreide hochranken, so dass noch ein stehender Bestand zur Druschreife vorhanden ist. Zudem unterdrücken diese Gemenge Unkräuter in der Regel besser als die Erbsenreinsaaten. Bei der Auswahl der Sorten ist auf eine gleichzeitige Abreife zu achten, das heißt z.B. eine frühreife Hafersorte zu verwenden.

Aussaat und Etablierung

Die Bodenbearbeitung zur Anlage dieser Gemenge erfolgt üblicherweise mit dem Pflug. Eine gute Saatbettbereitung ist zu empfehlen. Die Aussaat kann auf warmen Standorten früh im März erfolgen. Erbsen sind aber auch spätsaatverträglich. Ebenso empfiehlt sich ein An-

walzen der Saaten, um den Bodenschluss zu sichern. Normalerweise werden diese Arten gemeinsam ausgedrillt mit einer Mischung im Saatgutbehälter. Um der Erbse gerecht zu werden, sollte eine Ablagetiefe von 3 bis 5 cm gewählt werden. Erbsen und Getreide eignen sich vergleichsweise gut für eine gemeinsame Aussaat. Dennoch ist darauf zu achten, dass sich die Arten während des Drillens nicht im Saatgutbehälter entmischen. Eine getrennte Saat der Arten ist weniger üblich, da dies einen Mehraufwand bedeutet. Allerdings könnten bei der getrennten Saat die unterschiedlichen Ablagetiefen berücksichtigt und dem Entmischen vorgebeugt werden, beispielsweise durch das Nachrüsten mit einem zweiten Saatgutbehälter sowie entsprechenden Sävorrichtungen. Wichtiger wird dies bei Arten mit sehr unterschiedlichen Korngrößen. Es gibt Hinweise, dass die Erträge in getrennt ausgesäten Gemengen mit abwechselnden Reihen höher sind als bei einer gemeinsamen Mischsaat in einer Reihe.

Die Empfehlungen zur Höhe der Aussaatstärken schwanken stark. Da allgemein gilt, dass im Gemenge aus Körnerleguminosen und Getreide die Leguminose der konkurrenzschwächere Partner ist, muss im Gemenge die Saatstärke der Leguminose möglichst hoch angesetzt werden. Ein Ertragsvorteil des Gemenges stellt sich dann ein, wenn das Getreide ausreichend den Bodenstickstoff nutzt und die Leguminose möglichst hohe N_2 -Fixierleistungen im Gemenge erbringt. Das Getreide kann aufgrund hoher Konkurrenzfähigkeit und starkem Bestockungsvermögen auch bei sehr geringen Saatstärken im Gemenge ein ausreichendes Wachstum v.a. in den frühen Entwicklungsstadien zeigen. Die Leguminosen, die in der Regel eine langsame Jugendentwicklung haben, kompensieren dann in späteren Entwicklungsstadien den limitierten Bodenstickstoffvorrat mittels ihrer N_2 -Fixierung. Das heißt für eine Empfehlung aus der bisherigen Forschung zu den Saatstärken im Gemenge, dass für die Erbse Bestandesdichten von 60 bis 70 Pfl./m² im Gemenge angestrebt

Ernte, Ertrag und Nutzung

werden sollten. Abhängig von der Tausendkornmasse der Erbse entspricht dies einer Saatstärke von 160 bis 190 kg/ha. In Reinsaat werden die Erbsen mit durchschnittlich 70 bis 90 Pfl./m² angebaut (ca. 200 bis 250 kg/ha), so dass die Saatstärke der Erbse im Gemenge mit 75 bis 85 % der üblichen Reinsaatstärke anzusetzen ist. Dagegen sollte die Saatstärke des Getreides stark reduziert werden auf 50 bis 90 Pfl./m² (ca. 25 bis 45 kg/ha). Dies bedeutet bei einer Saatstärke von 300 bis 400 Pfl./m² (ca. 145 bis 190 kg/ha) in Reinsaat einen Anteil zwischen 15 bis 25 % der üblichen Aussaatstärke des Getreides. Zudem gibt es Hinweise darauf, dass die Vorteile des Gemenges maximiert werden können, wenn die Leguminose im Gemenge in ihrer Saatstärke nicht reduziert wird.

Faustregel für die Saatstärke im Gemenge aus Erbse und Getreide: ca. **80 %** der ortsüblichen Reinsaatstärke der Erbse und ca. **20 %** der ortsüblichen Reinsaatstärke des Getreides

In der Praxis liegt die derzeitige Empfehlung allerdings bei einer Saatstärke im Gemenge aus Erbsen und Getreide von jeweils 50 % der ortsüblichen Reinsaatstärke. Dies liegt sicherlich nicht zuletzt darin begründet, dass die Saatgutkosten der Erbse im Vergleich zu Getreide sehr viel höher sind und der erhoffte Mehrertrag im Gemenge diese ausgleichen muss. Zudem wird befürchtet, dass mit zunehmendem Erbsenanteil die Lagergefahr steigt.

Bestandespflege

In der Regel sind keine Pflegemaßnahmen in Körnerfruchtgemengen nötig. Dennoch kann wie bei Getreide eine mechanische Unkrautbekämpfung durch Striegeln (Blindstriegeln sowie ab dem 3- bis 4 Blattstadium) und Hacken (bei weiteren Reihenabständen) erfolgen. Eine Stickstoffdüngung ist nicht zu empfehlen, da diese, wie auch zu hohe N_{\min} -Werte im Boden, den Vorteil des Gemenges reduziert, indem dadurch die Konkurrenzfähigkeit des Getreides eher noch gefördert und die Leguminose in der Stickstoff-Fixierung begrenzt wird.

Die Körnerleguminosen-Getreide-Gemenge werden im ökologischen Landbau überwiegend als Korngut gedroschen und als Kraftfuttermischung verwendet. Nur ein geringer Prozentsatz findet für die Beerntung als ganze Pflanze zur Ganzpflanzensilierung (GPS) Verwendung. Von diesen Verwendungsrichtungen hängt der Zeitpunkt der Beerntung ab. So wird das Korngut Ende Juli bis Mitte August gedroschen, während die GPS-Nutzung zu einem früheren Zeitpunkt der Teigreife stattfindet. Wenn auf trockenen Standorten zur Kornausbildung nicht genügend Wasser vorhanden ist, kann es sinnvoll sein, die GPS-Nutzung der Kornnutzung vorzuziehen. Der gemeinsame Drusch ist normalerweise unproblematisch, es sei denn die Arten reifen allzu unterschiedlich ab. Für Futterzwecke ist die Trennung des Korngutes nicht nötig. Allerdings können je nach Jahr verschieden hohe Anteile der Arten im Druschgut geerntet werden. Das heißt, diese Anteile sind eigentlich nicht sicher vorhersehbar und dementsprechend schwanken auch die Futterwerte der Mischungen.



Bild 17: Körnererbse im Gemenge mit Sommergerste,
Quelle: Hof, 2002

Ertragsanteile im Korngut

Dass diese **Vorhersage** im Einzelfall durchaus möglich ist, zeigt eine Untersuchung an verschiedenen Erbsensorten im Gemenge mit Hafer über zwei Jahre, die auf einem tiefgründigen Auenlehmboden mit hohem Nährstoffgehalt auf ökologisch bewirtschafteter Fläche angebaut wurden. Mit Hilfe von Modellrechnungen und den tatsächlich ermittelten Erträgen konnte gezeigt werden, dass der zu erwartende maximale Körnertrag des Gemenges sich bei einer nur geringen Schwankung der Saatstärke im Gemenge von 13 bis 16 % der Reinsaatstärke des Hafers einstellt. Die Saatstärke der Erbse im Gemenge betrug 83 bis 87 % ihrer Reinsaatstärke. Ungefähr bei diesen Aussaatstärken mit den maximalen Körnerträgen ist auch ein Erntegut zu erwarten, welches ca. 50 : 50 Gewichtsanteile beider Arten enthält: Saatstärke des Hafers ca. 11 bis 13 % und der Erbse ca. 87 bis 89 % der jeweiligen Reinsaatstärke. Das heißt der maximale Ertrag wie auch die 50 : 50 Ernte ist theoretisch auf diesem Standort bei ca. 39 Pfl./m² Hafer (13 % von 300 Pfl./m²) und 70 Pfl./m² Erbse (87 % von 80 Pfl./m²) zu erreichen.

Quelle: nach RAUBER et al., 2000

Die Erträge dieser Gemenge liegen beim Korngut zwischen 25 bis 60 dt TM/ha (Ø 38 dt TM/ha), beim Schnittgut zwischen 60 bis 70 dt TM/ha. Gemenge aus Erbse und Sommergerste sind in der Regel ertragssicherer als Erbsenreinsaat.

Körnerträge (dt/ha) von Erbse und Gerste

(Standort Futterkamp, Schleswig-Holstein, Boden: sandiger Lehm; Quelle: nach HOCHMANN, 2000 und 2001)

Arten	Sorten		Saatstärke Körner/m ²	1997	1998	1999	2000
Erbse	Eiffel	Gemenge	50	61,3	54,6	54,7	37,3
Sommergerste	Bessi		180				
Erbse	Eiffel	Reinsaat	80	56,3		43,9	
Anteil Erbse im Erntegut %				48	46	47	
Anteil Gerste im Erntegut %				52	54	53	

Dieser Gemenge lassen sich für die GPS-Nutzung relativ gut silieren, wobei die Erträge und Energiegehalte unter denen des Mais liegen, während die Proteingehalte je nach Erbsenanteil im Gemenge steigen.

Ertrag und Futterqualität von Erbsen im Gemenge mit Sommergerste oder Hafer bei der GPS-Nutzung

(Versuch im ökologischen Landbau, Standort Mildstedt, Schleswig-Holstein; Quelle: nach HOCHMANN, 2000, 2001 und 2002; ¹) Mittel aus sechs verschiedenen Gemengen)

Arten	Saatstärke Körner/m ²	TM %			Rohfaser % TM			Rohprotein % TM			NEL MJ/kg			dt TM/ha		
		1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Erbse/ Sommergerste ¹)	50/100	26,9	27,1	29,3	28,6	24,2	26,0	15,5	8,2	11,8	5,4	5,9	5,7	115	77,8	93,7
Erbse/Hafer	50/200	29,1	31,9	31,4	31,2	26,0	28,6	12,3	6,6	9,3	5,1	5,6	5,4	104	91	101

Fruchtfolge und Vorfruchtwirkung

In der Fruchtfolge finden sich die Gemenge aus Erbse mit Sommergerste und/oder Hafer häufig nach den Getreidearten Weizen, Dinkel oder Triticale mit anschließender Zwischenfrucht. Die Wahl der Nachfrucht orientiert sich nach der Nutzungsrichtung. Ist eine Körnernutzung vorgesehen, folgt zumeist weniger anspruchsvolles Getreide, z.B. Roggen. Bei früherer Beerntung des Gemenges zur Nutzung als Ganzpflanzensilage wird als Nachfrucht häufig Klee gras möglicherweise schon als Untersaat in dem Gemenge etabliert. Es ist anzunehmen, dass die Vorfruchtwirkung der Körner-

fruchtgemenge geringer als bei den Reinsaat der Leguminosen, jedoch höher als bei den Reinsaat der Getreide ist. Hierzu gibt es nur wenige Untersuchungen.

Vorfruchtwirkung von Körnerfruchtgemengen auf den nachfolgenden Hafer, Versuch im ökologischen Landbau, zwei Standorte bei Bonn
(Quelle: nach JUSTUS & KÖPKE 1991)

Vorfrucht (1989)	Körnertrag des Hafers dt/ha (1990)
Ackerbohne Reinsaat	44
Hafer Reinsaat	33,8
So.-Gerste Reinsaat	
Ackerbohne + Hafer	34,7
Ackerbohne + So.-Gerste	38,4

Weitere Körnerfruchtgemenge

Ackerbohne/Erbse

Der Anbau eines Gemenges aus Ackerbohne und Erbse ist grundsätzlich möglich. Allerdings sollten länger wüchsige, später reifende Erbsensorten mit früh reifenden Ackerbohnsorten kombiniert werden. Trotz späterer Ernte ist so ein gemeinsamer Drusch verlustarm durchzuführen. Auf tanninarmer Sorten ist zu achten. Bei einem Saatanteil von größer/gleich 50 % der Reinsaatstärke der Ackerbohne ist kein Lager der Erbse zu erwarten. Das Gemenge reduziert den Befall der Ackerbohne mit der Schwarzen Bohnenlaus, welche in Ackerbohnenreinsaaten großen Schaden anrichten kann. Allerdings treten im Gemenge ebenfalls Schwarze Bohnenlaus wie auch Blattrandkäfer auf. Die Ertragsanteile im Erntegut entsprechen zumeist nicht den Saatanteilen. Hier gibt es große Schwankungen zwischen den Jahren und Sorten. Beispielsweise fand sich in einem



Bild 18:
Ackerbohne im
Gemenge mit
Futtererbse,
Quelle: Hof, 2002

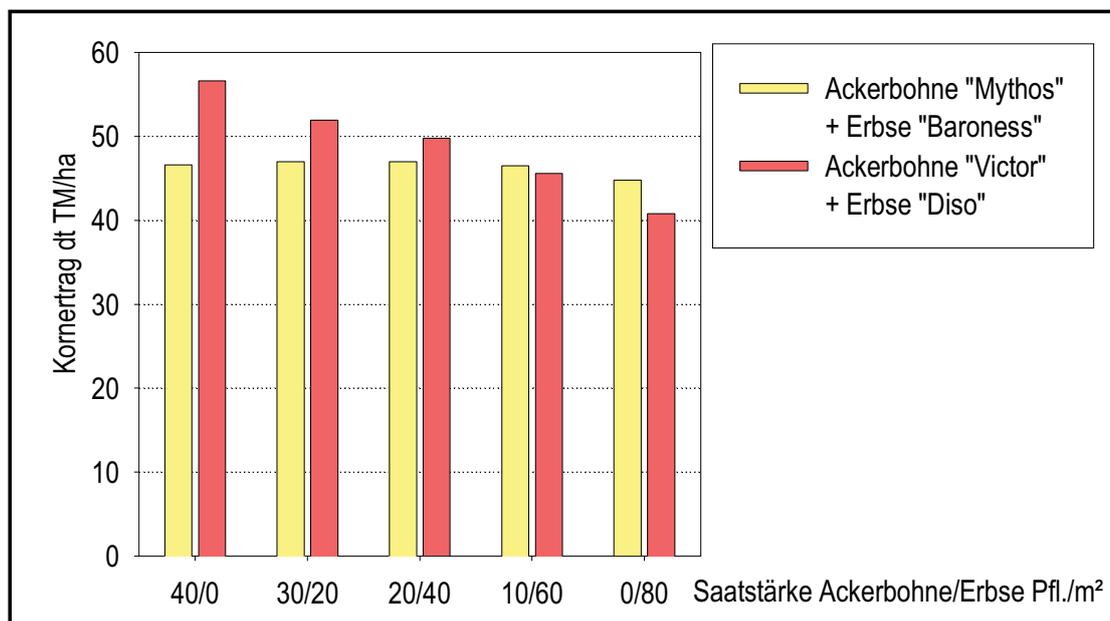


Abb. 20: Kornertrag von Erbse und Ackerbohne in Rein- und Gemengesaat (Mittel aus 4 Jahren, Standort Reinshof, Göttingen, Boden: Auenlehm; Quelle: nach STELLING, 1997)

vierjährigen Versuch meist ein höherer Erbsenanteil im Gemenge aus der Ackerbohnsorte „Mythos“ mit der Erbsensorte „Baroness“ und ein höherer Ackerbohnenanteil bei der Ackerbohnsorte „Victor“ mit der Erbsensorte „Diso“. Kühle feuchte Witterung zur Blüte, Hülsenbildung und Hülsenfüllung begünstigt den Ackerbohnenanteil, trocken warme hingegen den Erbsenanteil. Die Kornerträge liegen häufig zwischen den Reinsaaten (Abb. 20).

Anbautelegramm:

Aussaat:	gemeinsam, 4 bis 6 cm tief, Ende März
Saatstärke:	je 50 % der ortsüblichen Reinsaatstärke Erbse 50 Pfl./m ² (ca. 130 kg/ha) Ackerbohne 20 Pfl./m ² (ca. 90 kg/ha)
Sorten:	späte, lang wüchsige Erbsen frühreife Ackerbohnen
Standort:	mittlere bis gute Böden
Nutzung:	Korngut
Ertrag:	kann stark schwanken zwischen den Jahren, tendenziell sicherer als Reinsaaten Kornertrag Σ 28 bis 71 dt/ha

Ackerbohne/Getreide

Ackerbohne eignet sich je nach Standort im Gemenge mit Hafer, Sommergerste oder auch bei Winterackerbohnen mit Winterweizen. Da die Ackerbohne relativ spät reift, sollten ebenfalls später reifende Getreidesorten bzw. früher reifende Ackerbohnen im Gemenge verwendet werden. Außerdem ist eine getrennte Aussaat zu empfehlen, da die optimale Saattiefe für die Ackerbohne bei 6 bis 8 cm Tiefe liegt, die des Getreides hingegen nur bei 2 bis 3 cm.

Eine mittlere Ablagetiefe als Kompromiss ist dennoch möglich. Allerdings ermöglicht die getrennte Aussaat auch eine andere räumliche Verteilung. So ist im Gemenge aus Ackerbohne mit Gerste festgestellt worden, dass die Anordnung in abwechselnden Reihen aufgrund der besseren Verteilung der Pflanzen auf dem Feld und geringerer Kontakte zwischen den Mischungspartnern, d.h. in diesem Fall scheinbar geringere Konkurrenzeffekte, zu deutlich höhere Kornerträgen führte als bei einer gemeinsamen Saat in der selben Reihe. Dies ist keine allgemeingültige Aussage. Beispielsweise nutzten in anderen Untersuchungen die Arten Erbse im Gemenge mit Gerste oder Weizen die verschiedenen Bodenvolumina bei Aussaat in der selben Reihe und bei gekreuzter Saat besser als bei abwechselnden Reihen.

Die optimale Saatstärke im Gemenge kann in der Summe auch höher liegen als die der Reinsaaten. Der höchste Kornertrag wurde beispielsweise in einem Gemenge aus Winterackerbohne und Winterweizen bei einer Saatstärke von jeweils 75 % der ortsüblichen Reinsaatstärke erzielt. Bei hohen Ackerbohrendichten wird vereinzelt von einer Erhöhung der Mehltauanfälligkeit des Weizens oder auch der Sommergerste berichtet. Anscheinend begründet sich dies in einem höheren Stickstoffgehalt (% N) in den Getreidepflanzen, da in der

Anbautelegramm:

Aussaat:	getrennt, Ackerbohne 7 bis 8 cm tief, Getreide 2 bis 3 cm tief, Ackerbohne möglichst früh, Getreide auch später, in abwechselnden Reihen oder überkreuz drillen
Saatstärke:	je 50 % (bis 75 %) der ortsüblichen Reinsaatstärke Ackerbohne 35 Pfl./m ² (ca. 150 kg/ha) Getreide: Hafer 180 Pfl./m ² (ca. 65 kg/ha) So.-Gerste 150 Pfl./m ² (ca. 70 kg/ha) Wi.-Weizen 190 Pfl./m ² (ca. 90 kg/ha)
Sorten:	frühreife, kurz wüchsige Ackerbohnen spätreifes, lang wüchsiges Getreide
Standort:	mittlere bis gute Böden (Gerste, Weizen) leichte bis mittlere Böden (Hafer)
Nutzung:	Korngut, (GPS)
Ertrag:	kann stark schwanken zwischen den Jahren, tendenziell sicherer als Reinsaaten Kornertrag Σ 38 bis 61 dt/ha

Regel im Gemenge mit steigendem Anteil der nicht anfälligen Komponente der Mehltaubefall zurück geht.

Bild 19: Ackerbohne im Gemenge mit Hafer, *Quelle: Hof, 2002*



Lupinengemenge

Gemenge mit Lupinen finden sich auf leichten Sandböden bis mittleren Böden. Für den ökologischen Landbau gewinnen Lupinen zunehmend an Bedeutung, da sie deutlich höhere Rohproteingehalte (Mittelwerte: Gelbe Lupine 43,9 %, Weiße Lupine 37,6 % und Blaue Lupine 34,9 % in der TM) als Erbsen (Mittelwert: 25,9 % in der TM) und Ackerbohnen (Mittelwert 29,9 % in der TM) enthalten. Die Höhe und Zusammensetzung der essentiellen Aminosäuren ist zum Teil höher als bei Ackerbohne und Erbse, so dass bitterstoffarme Sorten für die Fütterung v.a. von Milchvieh und Mastschweinen interessant sind. Bezüglich der Anthraknose-Krankheit besitzt die Blaue Lupine eine Toleranz, während die Weiße wie auch die Gelbe Lupine anfällig sind. Reinsaat von Lupinen können stark verunkrautet sein. Lupinen eignen sich im Gemenge mit Getreide v.a. Roggen und Hafer, aber auch Sommergerste sowie mit Erbsen.

Anbautelegramm:	
Aus- saat:	gemeinsam, 3 cm tief, März oder getrennt in abwechselnden Reihen
Saat- stärke:	Lupinen: 50 bis 90 % der ortsüblichen Reinsaatstärke, 30 bis 70 Pfl./m ² (ca. 65 bis 200 kg/ha), mit Getreide höher, mit Erbse niedriger ansetzen Getreide/Erbse: 10 bis 50 % der ortsüblichen Reinsaatstärke So.-Roggen 60 Pfl./m ² (ca. 22 kg/ha), So.-Gerste 75 Pfl./m ² (ca. 35 kg/ha), Hafer 75 Pfl./m ² (ca. 28 kg/ha), Erbse 40 Pfl./m ² (ca. 110 kg/ha)
Sorten:	frühreife Lupinen, spätreifes Getreide
Stand- ort:	leichte bis mittlere Böden (Blaue Lupine, Weiße Lupine mit Gerste oder Erbse) leichte, saure Böden (Gelbe Lupine mit Roggen, Blaue Lupine mit Hafer) keine pH-Werte über 7, v.a. Gelbe Lupine < 6,5 (Gefahr von Kalkchlorose)
Nut- zung:	Korngut, GPS: bei Silage Aussaatstärke Lupine geringer, Getreide höher z.B. 60 kg/ha Lupine + 110 kg/ha Sommerroggen
Ertrag:	Kornertrag Σ 43 dt/ha



Besondere Gemenge

Linsengemenge

Die Linse ist ein wertvoller Proteinlieferant (Rohproteingehalte 23 bis 35 % in der TM). Sie eignet sich im Gemenge mit Sommergerste/Nacktgerste oder Hafer. Hier kann sie sich am Getreide abstützen, während die Gefahr des Lagerns in Linsenreinsaat sehr hoch ist. Ähnlich wie bei Erbsen werden im Gemenge Unkräuter besser unterdrückt als in den Linsenreinsaat. Die Standortansprüche der Linse sind sehr gering. Da die Linse ein schwacher Konkurrent im Gemenge mit Getreide

ist, sollte die Aussaatstärke der Linse eher höher liegen und die des Getreides stark zurückgenommen werden. Sofern Abnehmer vorhanden sind, könnte die Linse für die menschliche Ernährung eine interessante Vermarktungsmöglichkeit im ökologischen Landbau sein.

Anbautelegramm:	
Aus- saat:	gemeinsam, 2 bis 3 cm tief, März
Saat- stärke:	Linse: 70 bis 90 % der ortsüblichen Reinsaatstärke, 105 bis 135 Pfl./m ² (ca. 55 bis 75 kg/ha) Getreide: 10 bis 30 % der ortsüblichen Reinsaatstärke So.-Gerste 30 bis 90 Pfl./m ² (ca. 15 bis 40 kg/ha) Hafer 30 bis 90 Pfl./m ² (ca. 10 bis 30 kg/ha) auf besseren Böden Getreide geringer, Linse höher ansetzen
Sorten:	großsamige, ertragreichere Hellerlinsen
Stand- ort:	leichte bis mittlere, kalkreiche, flachgründige Böden, trockene Lagen, auch gute Böden möglich, keine Staunässe und Kälte
Nut- zung:	Korngut, (GPS)
Ertrag:	Kornertrag Σ 20 bis 35 dt/ha

Bild 20:
Gelbe Lupine (oben) oder Weiße Lupine (unten) im Gemenge mit Sommergerste,
Quelle: Hof, 2002

Getreideartengemenge

Gemenge aus verschiedenen Getreidearten sind eher selten anzutreffen. Sie sind für Futterbauzwecke durchaus geeignet. Durch den Anbau verschiedener Getreidearten im Gemenge können Standortunterschiede ausgeglichen werden. Zu erwarten ist, dass eine Krankheitsreduktion stärker stattfindet als in Sortenmischungen, da die Unterschiede zwischen den Partnern größer sind. Die Getreidearten können gemeinsam gedrillt werden. Üblicherweise werden gleiche Anteile an der Gesamtsaatstärke von 300 bis 400 Pfl./m² der Arten im Gemenge verwendet.

	Beispiele		
	1. Partner	2. Partner	3. Partner
1	Winterweizen	Winterroggen	
2	Winterweizen	Wintertriticale	
3	Hafer	Sommergerste	
4	Hafer	Sommergerste	Sommerroggen

Saatgutvermehrung

Die Produktion von Saatgut im Gemenge zur Verwendung als Gemengesaatgut ist nicht zu empfehlen, da sich die Arten durch Konkurrenz entmischen können. Die genaue Kennzeichnung der Anteile muss möglich sein. In der Regel werden einzeln zertifizierte Komponenten zu bekannten Anteilen beispielsweise bei Futterbaumischungen zusammengestellt. Dennoch ist der Anbau von Gemengen zur Saatgutvermehrung von Einzelkomponenten sinnvoll. Kleinkörnige Leguminosen können mit Getreidestützfrüchten vermehrt werden, da so die Lagergefahr sinkt und der gemeinsame Drusch sowie die Trennung unproblematisch ist.

Aussaatbeispiel: Inkarnatklee mit Stützfrucht Wintergerste (Betrieb Jürgen Kramer in Hassel)

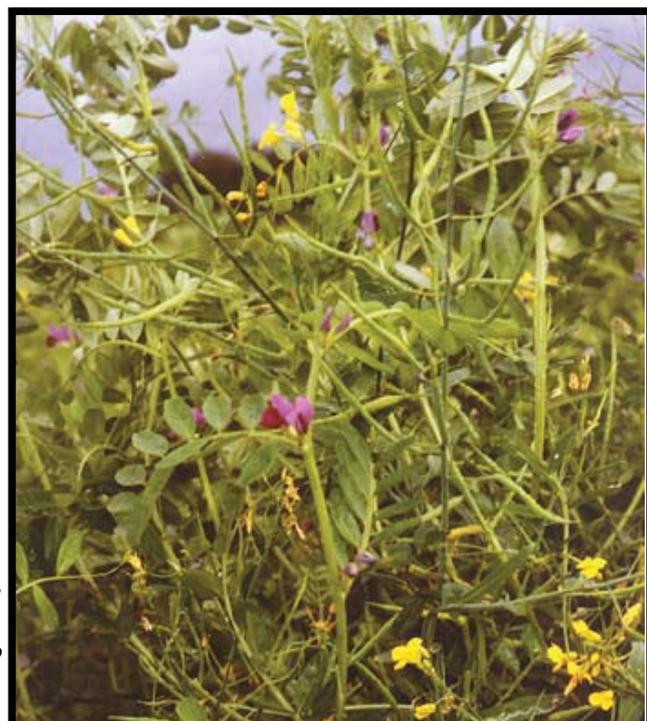
- überwinternde Leguminose kann gemeinsam mit Wintergetreide im Herbst (September/Oktober) gedrillt werden
- Ablagetiefe 2 bis 3 cm, Saatgutmischung im Säbehälter
- übliche Saatstärke: Klee 14 kg/ha, Wintergerste 120 kg/ha
- „Weite Reihe“ als Doppelreihe 11 zu 33 cm, Gründe: 1. Klee bekommt mehr Licht und wächst in den Reihenzwischenraum, 2. Unkrautbekämpfung mit der Hacke möglich
- Verwendung: Klee als Saatgut, Wintergerste als Schweinefutter

	weitere Beispiele	
	Vermehrungsfrucht	Stützfrucht
1	Serradella	Sommerroggen
2	Winterwicke	Winterroggen
3	Sommerwicke	Sommerraps

Sortenmischung

Im ökologischen Landbau wird vereinzelt Backweizen in Sortenmischungen angebaut. Sortenmischungen reduzieren v.a. den Befallsdruck durch Rost und Mehltau. Die Abnahme dieser Sortenmischungen durch die Mühlen muss vor der Aussaat gesichert sein, da in der Regel Mischungen als Futtergetreide eingestuft werden. Gerade bei niedrigerem Stickstoffinput erreichen Mischungen einen Proteingehalt über dem Erwartungswert. Zudem sind Sortenmischungen ertragsstabiler und erreichen im Durchschnitt 1 bis 3 % höhere Erträge als das Mittel der verwendeten Reinsaaten. Die Eignung der Sorten muss für den ökologischen Landbau noch ermittelt werden. Prinzipiell werden eher Sorten gleicher Qualitätseigenschaften und mit unterschiedlichen Resistenzen zu gleichen Anteilen an der Gesamtsaatstärke von 300 bis 400 Pfl./m² miteinander kombiniert. Bisher gibt es keine eindeutigen Empfehlungen, ob zwei, drei oder vier Sorten zusammengestellt werden sollen. Der Erfolg der Mischungen hängt vielmehr von der Eignung der Sorten miteinander kombiniert zu werden sowie von Krankheitsdruck bzw. der Anzahl verschiedener Resistenzen ab. Auch bei der Braugerste können Sortenmischungen interessant sein, sofern Abnehmer gefunden werden. Sortenmischungen bei anderen Getreidearten wie Roggen oder Hafer sowie bei Leguminosen sind weniger bekannt. Aber auch hier könnte eine höhere Ertragsstabilität und Krankheitsreduktion ein Ergebnis des Gemengeanbaus sein. Neuere standfeste aber durch eine langsamere Jugendentwicklung konkurrenzschwache halbblattlose Erbsensorten können in Mischung mit vollbeblätterten Sorten eine bessere Unkrautunterdrückung gewährleisten.

Bild 21:
Sommerwicke
als
Saatgut-
vermehrung
mit Sommer-
raps,
Quelle:
Hof,
2002



Gemenge mit Ölfrüchten

In der Interessengemeinschaft Mischfruchtanbau werden bereits seit 1988 Anbauversuche von Gemengen mit Ölfrüchten durchgeführt. Diese Initiative ging vom Arbeitskreis Ökologischer Lebensmittelhersteller, der Brauerei Neumarkter Lammsbräu und dem Institut für Energie und Umwelttechnik in Bayern aus. Sowohl auf Betrieben in der Praxis als auch auf Versuchsflächen mit wissenschaftlicher Begleitung werden Getreide bzw. Eiweißpflanzen mit Ölfrüchten, insbesondere Leindotter gemischt. Ziel war es einen zusätzlichen Ertrag aus Ölfrüchten zu gewinnen, ohne den Ertrag der Hauptfrüchte Getreide oder Erbse zu schmälern. Anbauempfehlungen liegen für die Gemenge Sommergerste-Leindotter, Sommerweizen-Leindotter, Hafer-Leindotter und Futtererbse-Leindotter vor. Der Leindotter hat sich als geeignete Ölfrucht erwiesen, da er verschiedene Vorteile zeigt, wie z.B. eine schnelle Jugendentwicklung (Verminderung der Frühverunkrautung), eine vergleichsweise geringe Konkurrenzfähigkeit gegenüber der Hauptfrucht, eine gleichmäßige Abreife und einen relativ festen Sitz der Samen in den Schötchen (geringere Ernteverluste) sowie einen guten Stützfruchteffekt für die Erbse. Für die Hauptfrüchte sollten die üblichen Reinsaatstärken gewählt werden. Zusätzlich werden 3 bis 5 kg/ha Leindotter ausgesät. Als Ansaatverfahren wird eine getrennte Aussaat der Arten empfohlen, da es zur Entmischung der Saaten im Saatgutbehälter kommen kann. Sofern die Arten in einem Arbeitsgang bei getrennter Aussaat ausgebracht werden sollen, muss eine entsprechende Nachrüstung mit einem zweiten Behältnis erfolgen. Dies wird von einigen Firmen bereits angeboten. Eine spätere Saat des Leindotters ist ebenfalls möglich, z.B. während der letzten mechanischen Unkrautbekämpfungsmaßnahme mit dem Striegel und einer zusätzlichen Sävorrichtung. Die Beerntung der Gemenge und die Trennung der Arten werden als relativ problemlos beschrieben. Auch eine gemeinsame Lagerung bei einem Restfeuchtegehalt unter 14 % ist möglich. Vorteilhafter ist aber die sofortige Trennung der Arten zur Erhaltung der Qualität. Die Erträge der Hauptfrüchte erreichen nach bisherigen Erfahrungen im Mittel die Höhe der Reinsaatstärken, so dass der Ertrag des Leindotters zusätzlich hinzukommt. Für die Erträge des Leindotters im Gemenge werden Werte zwischen 0,2 bis 8,0 dt/ha angegeben. In der Regel wurden die höheren Erträge des Leindotters im Gemenge mit der Erbse festgestellt, welche dem Leindotter mehr Raum (weitere Reihenabstände) zur Verfügung stellt und vermutlich eine geringere Konkurrenz als Getreide ausübt. Der Leindotter wird nach der Trennung zu Öl gepresst, welches hauptsächlich für die Nutzung als Treibstoff (Biodiesel) Verwendung findet. Ein Ertrag des Leindotters von ca. 2,5 dt/ha entspricht einer Menge an Pflanzenöl von 80 Litern/ha, welche für die Bestellung, Pflege und Ernte eines Hektars ausreichend ist. Trotz erheblicher Schwierigkeiten bei den rechtlichen Rahmenbedingungen für einen Gemengeanbau mit Leindotter werden die positiven Erfahrungen hervorgehoben. Die Schwierigkeiten umfassen vor allem zwei Problempunkte: Zum einen ist der Leindotter nicht in der Liste der Kulturpflanzen aufgeführt, für die im Rahmen

der EU-Stützungsregelung Flächenausgleichszahlungen geleistet werden. Zum zweiten werden Saaten, Früchte und daraus gewonnene Erzeugnisse des Leindotters derzeit in der Futtermittelverordnung unter unerwünschte Stoffe aufgeführt. Der aus der Ölpresung gewonnene Leindotterkuchen kann daher nicht als Futtermittel in Verkehr gebracht werden, obwohl er für die Fütterung von Wiederkäuern, Schweinen sowie Hühnern aufgrund hoher Eiweißgehalte (ca. 35 %) eine Alternative in der ökologischen Fütterung darstellen könnte. Zur Zeit muss der Leindotterkuchen auf dem eigenen Betrieb verwertet werden (z.B. als Futtermittel: bei Milchvieh ist eine tägliche Aufnahme von bis zu 1 kg Trockenmasse des Leindotterkuchens möglich oder als Düngemittel). Die Interessengemeinschaft bemüht sich derzeit um eine Änderung in der Futtermittelverordnung.

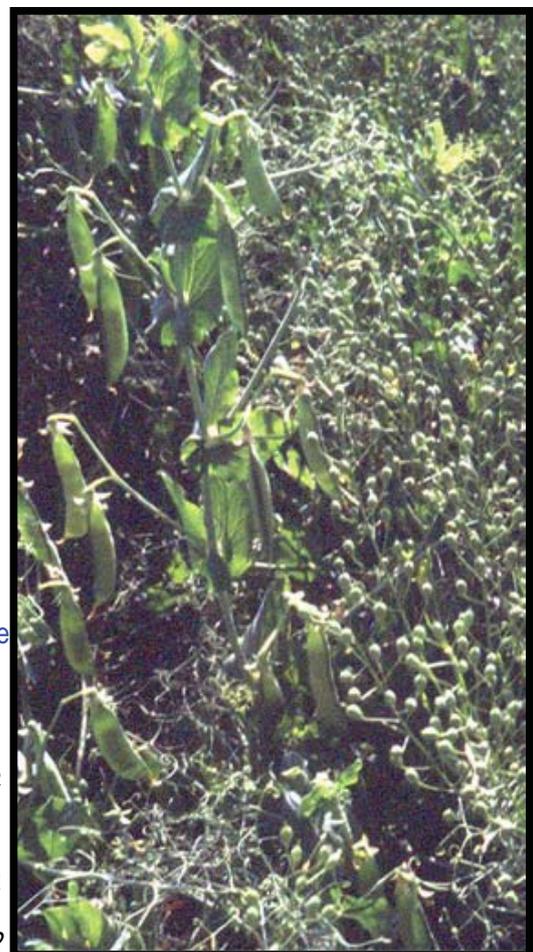
Weiterhin werden die Ölfrüchte Öllein oder Raps im Gemenge mit Sommerweizen oder Erbsen getestet.

Kontakt:
Interessengemeinschaft
Mischfruchtanbau
Margret Stephan
Erlen-Straße 29b
85416 Langenbach
Tel.: 08761-752135
Fax: 08761-752134

Internet:

www.mischfruchtanbau.de

Bild 22:
oben: Leindotter,
Quelle: PAULSEN &
DAHLMANN, 2002,
unten: Öllein im
Gemenge mit
Erbse,
Quelle: Hof, 2002



Untersaaten

Neben der Etablierung überjähriger oder mehrjähriger Futterbaugemenge als Untersaat gibt es weitere Möglichkeiten verschiedene Arten als Untersaat zu nutzen. Die Reduzierung von Nährstoffverlusten in Hackfrüchten (Kartoffeln, Mais, Ackerbohnen) durch Untersaaten ist primäres Ziel. Daneben können Untersaaten zur Unkrautunterdrückung (außer Wurzelunkräuter) beitragen. Leguminosenuntersaaten in Getreide, Raps oder Mais sollen neben der Konservierung von Stickstoff im Boden einen Beitrag durch N_2 -Fixierung zur Stickstoffversorgung der Hauptfrucht leisten. Die Saatstärke der Hauptfrucht muss nur wenig bzw. nicht zurückgenommen werden. Für die Untersaat sind nur geringe Saatstärken anzusetzen.

Beispiele Untersaat (Saatstärke kg/ha)	Hauptfrucht
Serradella (30)	Roggen
Weißklee (3-5) + Dt. Weidelgras (10) oder Wiesenlieschgras (5-7)	Getreide, Mais oder Ackerbohnen
Dt. Weidelgras (3) + Knautgras (5) oder Rotschwingel (5) oder Wiesenlieschgras (5-7)	Ackerbohnen, Mais
Weißklee (3)	Raps

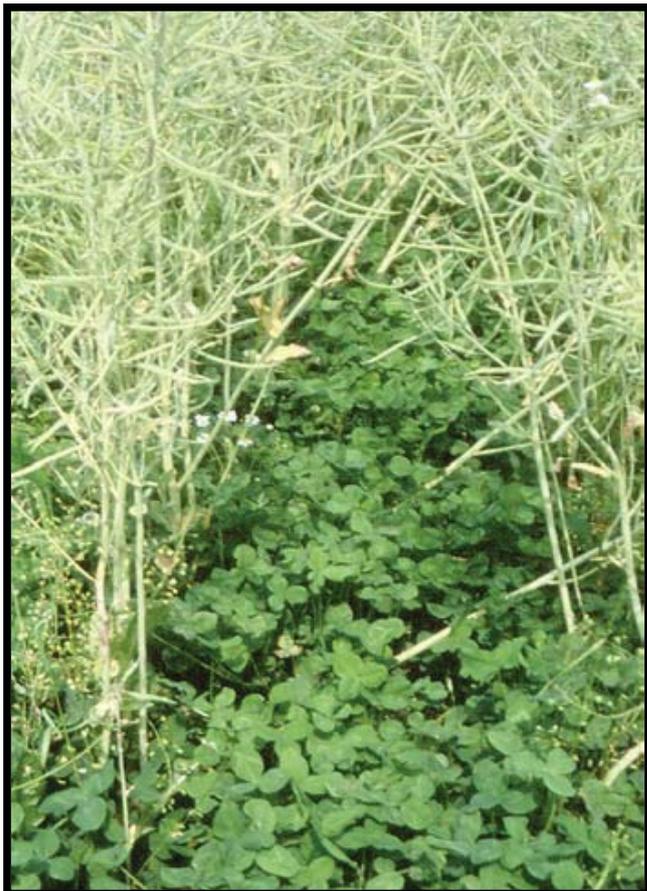


Bild 23:
Weißklee-
untersaat in
Raps,
Quelle:
RAUBER,
2002

Untersaaten in Kartoffeln

In einem Versuch wurden verschiedene Untersaaten in Kartoffeln zur Verringerung der Nitratauswaschung nach Kartoffeln getestet. Als geeignet für die frühe Aussaat im Juni in die Dammschale wurden die Arten Sonnenblume und Mais, für eine spätere Saat Ende Juli der Gelbsenf (oder evtl. Buchweizen) eingeschätzt. Für die Drillsaat in die Dammschale bei großflächigem Anbau müssen geeignete Maschinen mit entsprechender Reihenweite des Dammanstandes entwickelt werden. Einfacher ist dagegen die Saat des Gelbsenfes mit einem Düngestreuer. Bei der Rodung werden die Untersaaten zerstört oder müssen vorher abgeschlegelt werden, um die Beerntung nicht zu behindern (Mais, Sonnenblume). Sinnvoll wäre eine Nutzung z.B. der Maisuntersaat als Futterpflanze, wobei die heutige Technik dies noch nicht ermöglicht. Die so zerkleinerten oder umgefahrenen Untersaatpflanzen werden in der Regel schnell vor Winter abgebaut (Senf). Die Sonnenblume ermöglicht dagegen aufgrund ihres höheren C/N-Verhältnisses in der Biomasse eine verzögerte Mineralisation des gebundenen Stickstoffs im Aufwuchs über den Winter. Die Suche nach Arten, die bei der Kartoffelernte nicht zerstört werden bzw. wiederaufwachsen (z.B. Ölrettich) wie auch die Möglichkeit der Abfuhr des Stickstoffs von der Fläche durch Beerntung der Untersaat (Mais) muss weiter entwickelt werden, um die Nitratauswaschungsfahr nach Kartoffeln zu minimieren.

Untersaatvarianten in Kartoffeln; Quelle: nach Haas, 2002		
	Saatstärken kg/ha (Pfl./m ²)	Saattechnik
Sonnenblume	(8-12)	Einrad-Handsäugerät in Dammschale drillen
Mais	(8-12)	
Gelbsenf	20	Breitsaat, Drillmaschine ohne Bodenkontakt nach Abschlegeln der Kartoffeln
Buchweizen	25	
Sorghumhirse (Sudangras)	20	
Winterraps	10	
Phacelia	10	
Einjähriges Weidelgras	40	

Untersaaten in Ackerbohnen

Bei Ackerbohnen eignen sich vor allem nichtlegume Untersaaten wie z.B. Weidelgrasarten, Ölrettich, Gelbsenf oder Raps zur Bindung des Restnitrates v.a. zwischen den Reihen nach der Ernte. Versuche zeigen, dass Ölrettich und Senf höhere Stickstoffmengen binden als Welsches Weidelgras. Das Welsche Weidelgras muss relativ früh in die Ackerbohnen untergesät werden, möglichst zur oder kurz nach der Ackerbohnenaussaat. Zu frühe Saat der Kreuzblütler birgt die Gefahr des Überwachsens der Ackerbohne und somit eine Ertragsreduktion. Zu empfehlen ist die Saat zu einem letzten Unkrautregulierungstermin. Senf reagiert auf Beschattung und Wasserstress empfindlich. Bei zu früher Saat können Totalausfälle einer solchen Untersaat auftreten. Bei späterer Etablierung ist das Risiko geringer, da die Ackerbohnen einen relativ frühen Blattfall zeigen. Ölrettich besitzt eine höhere Toleranz gegen Wassermangel und Beschattung durch die Ackerbohne.

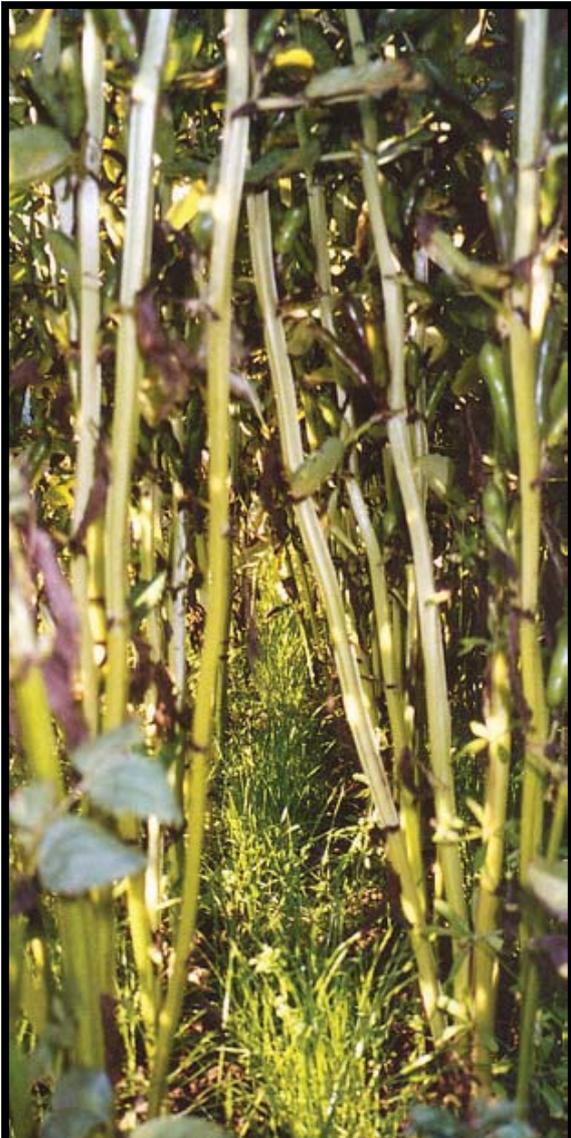


Bild 24:
Grasunter-
saat in
Acker-
bohnen,
Quelle:
HoF, 2002



Bild 25:
Erbse im
Gemenge
mit
Sommer-
weizen,
Quelle:
HoF, 2002

Weitere Beispiele und Möglichkeiten

Gemenge	Effekt	Nutzung
Weizen mit Untersaaten in „Weiter Reihe“, „Bicropping“ oder „Streifenmulch“	Qualitätsverbesserung des Korngutes	Marktfrucht (Korngut)
Erbse mit Sommerweizen Erbse mit Triticale	Ertragsstabilität, Kombination eiweißreicher und energiereicher Früchte	Ganzpflanzensilage, Korngut für Futterzwecke
Erbse, Ackerbohne, (Weizen) und Hafer	Ertragsstabilität, Kombination eiweißreicher und energiereicher Früchte	Ganzpflanzensilage, Korngut für Futterzwecke
Ackerbohne oder Sonnenblumen mit Mais und Kleeunter Saat	Kombination eiweißreicher und energiereicher Früchte, Reduzierung von Nährstoffverlusten (z.B. N_{min})	Ganzpflanzensilage
Untersaaten in Lupinen	Reduzierung von Nährstoffverlusten (z.B. N_{min})	Korngut für Futterzwecke
Leguminosengemenge (z.B. Linsen mit Ackerbohnen)	Symbiotische N_2 -Fixierung	Gründüngung

Zusammenfassung Körnerfruchtgemenge

Nr.	Art	botanischer Name	Reinsaatstärke		Tausend- korn masse g (TKM)	Saatstärke Gemenge Beispiel		Standort, bevorzugt	Nutzung Kö = Körner, GPS SA = Saat- gutvermehrung	Eignung im Gemenge insbesondere mit Nr.
			Pfl./m ²	kg/ha		Pfl./m ²	kg/ha			
Leguminosen										
1	Körnererbse	<i>Pisum sativum</i> L. cv. <i>sativum</i>	70-90 Ø 80	110-340 Ø 220	150-350 Ø 250	65	175	80	Kö, GPS	11, 18, 2, 13, 3, 4, 20, 21, 22, 23
2	Ackerbohne	<i>Vicia faba</i> L. var. <i>minor</i>	30-60 Ø 50	110-390 Ø 220	350-600 Ø 400	35	150	75	Kö	18, 11, 1, 4, 7, 19
3	Weißer Lupine	<i>Lupinus albus</i> L.	50-60 Ø 55	220-340 Ø 220	220-530 Ø 370	45	180	80	Kö	11, 18, 1
4	Blaue Lupine	<i>Lupinus angustifolius</i> L.	80-90 Ø 85	90-200 Ø 135	105-210 Ø 150	70	110	80	Kö	11, 18, 1
5	Gelbe Lupine	<i>Lupinus luteus</i> L.	80-90 Ø 85	95-160 Ø 130	110-165 Ø 140	70	105	80	Kö	15, 18, 9
6	Linse	<i>Lens culinaris</i> Medik	150	80	50	120	65	80	Kö, GPS	11, 18
7	Sommerwicke	<i>Vicia sativa</i> L.	150	Ø 95	Ø 60	120	75	80	GPS, SA	11, 23
8	Winterwicke	<i>Vicia villosa</i> Roth	150	Ø 66	Ø 40	150	66	100	SA	16, 15
9	Serradella	<i>Ornithopus sativus</i> Brot.	400-800	25-50	4-7/3-4	600	40	100	SA	15
10	Inkarnatkiee	<i>Trifolium incarnatum</i> L.	600	25-40	3-4	600	35	100	SA	11
Getreide										
11	Sommergerste	<i>Hordeum vulgare</i> L.	290-370	140-180	45	75	35	20	Kö, GPS	1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 13, 15, 18, 11, 20, 21
12	Wintergerste		300-400	160-215	50	175	95	50	Kö, GPS	14, 16, 17, 12
13	Sommerweizen		300-400	130-170	40	175	75	50	Kö, GPS	11, 20, 13, 1
14	Winterweizen	<i>Triticum aestivum</i> L.	375-450	180-220	45	210	100	50	Kö, GPS	12, 16, 17, 14
15	Sommerroggen	<i>Secale cereale</i> L.	250-350	90-125	33	60	22	20	Kö, GPS	5, 8, 9, 11, 18, 15
16	Winterroggen		280-360	100-130	33	160	60	50	Kö, GPS	8, 12, 14, 17, 16
17	Triticale	<i>Triticosecale</i> Wittm.	300-400	140-185	43	175	80	50	Kö, GPS	12, 14, 16, 17
18	Hafer	<i>Avena sativa</i> L.	280-390	100-140	33	75	28	20	Kö, GPS	1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 15, 20, 21, 18
19	Mais	<i>Zea mays</i> L.	8-13	17-55	200-400	8	30	80	GPS	2, 22
Ölfrüchte										
20	Leindotter	<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz	Ø 260	3-6	0,8-1,6	260	3-5	100	Kö	1, 11, 13, 18
21	Öllein	<i>Linum usitatissimum</i> L.	200-400	8-30	4-8	300	20	100	Kö	13, 1
22	Sonnenblume	<i>Helianthus annuus</i> L.	4-8	2,5-7	60-80	1	1	20	Kö	19, 1
23	Raps	<i>Brassica napus</i> L.	40-80	2-6	5-7	60	4	100	Kö	1, 13

Stichwortverzeichnis

	-Seite-		-Seite-		-Seite-
A					
abiotisch.....	25	Hohenheimer		Raum.....	9, 16, 18
abwechselnde Reihen.....	8	Gründungsmischung.....	39	Relativvertrag.....	12
Ackerbohne.....	27, 45, 51	Hornklee.....	30	Resele Gemenge.....	6, 39
Ackerspörgel.....	41	Humus.....	11, 34	Roggen.....	47, 48, 50
additiv.....	9	Inkarnatklee.....	36	Rotklee.....	30
Alexandriener Klee.....	35	interspezifisch/intraspezifisch.....	7	Rübsen.....	41
Allelopathie.....	12, 24	K			
Anbauformen.....	8	Kälte.....	29	Saatdichte/Saatstärke.....	9, 32, 52
Anthraknose.....	47	Kartoffeln.....	22, 26, 50	Saatgutvermehrung.....	48
Arten.....	40, 52	Knautgras.....	31	Saat-Platterbse.....	40
Auswaschung.....	26	Koexistenz.....	7	Saatwicke.....	37
B					
Bastardweidelgras.....	31	Kömererbse.....	42	Schädlinge.....	19
Bienenweide.....	38	Kömerfrüchte.....	42	Schwedenklee.....	30
Bicropping.....	15	Kompensation.....	7	Serradella.....	35
Biodiversität.....	18	komplementär.....	7	Sommerwicke.....	37
biotisch.....	18, 19	Konkurrenz.....	7, 34	Sonnenblume.....	41
Blanksaat.....	31	Korntrag.....	10, 44	Sortenmischung.....	13, 22, 48
Blaue Lupine.....	17, 47	Kräutermischung.....	32	Stabilität.....	13
Bodenerosion.....	26	Krankheiten.....	21	Standort.....	40, 41, 52
botanischer Name.....	40, 41, 52	Kreuzblütler.....	41	Steinklee.....	40
Buchweizen.....	41	L			
C, D, E, F					
Definitionen.....	7	Lager.....	25	Stickstoffdüngung.....	17, 33, 43
Deutsches Weidelgras.....	31	Landsberger Gemenge.....	36	Stoppelsaat.....	27, 31, 37
Einjähriges Weidelgras.....	35	Leindotter.....	25, 49	Streifen.....	8, 22
Entmischung.....	42, 49	Licht.....	17	Streifenmulch.....	15
Erbse.....	42	Linse.....	13, 28, 47	Stress.....	18
Erdklee.....	40	Luzerne.....	30	Stützfrucht.....	25, 42, 48
Ertrag.....	10	M, N			
Erwartungswert.....	7	Mais.....	26, 52	substitutiv.....	9
Esparsette.....	40	Malve.....	41	sympiotische N ₂ -Fixierung.....	16, 17
Fruchtfolge.....	34, 44	Mehltau.....	21	T	
Futterbaugemenge.....	30	Mehrertrag.....	12	Tausendkornmasse.....	13, 40, 52
Futtererbse.....	38	Mischeffekt.....	7, 12	Thyrower Gemisch.....	36
G					
gekreuzt.....	8	Mischkultur.....	2, 19	Triticale.....	48
gestaffelt.....	8	Nährstoffe.....	16	U, V, W	
Gelbe Lupine.....	17, 47	Nährstofftransfer.....	17	Umbruch.....	27, 34
Gelbklee.....	30	Nährstoffverluste.....	26	Unkraut.....	23
Gelbsenf.....	41, 50	natürliche Gemenge.....	7	Untersaat.....	14, 23, 26, 31, 50
gemischt.....	8	Nische.....	7	Vertrocknen.....	29
Gemüse.....	19, 21	N _{min}	26, 34	Vorfruchtwirkung.....	34, 44
Gerste.....	42	O			
Geschichte.....	5	Ölfrüchte.....	49, 52	Wachstumsfaktoren.....	16
Getreide.....	42, 52	Öllein.....	49, 52	Wasser.....	16, 29
Glatthafer.....	31	Ölrettich.....	41	Weißer Lupine.....	17, 47
Golzower Gemisch.....	36	P, Q			
GPS.....	34, 43	Pannonische Wicke.....	36	Weißklee.....	30, 50
Grasarten.....	31	Persischer Klee.....	35	Weite Reihe.....	14
Grünbrache/Gründüngung.....	37	Phacelia.....	41	Weizen.....	46, 48, 51
H, I, J					
Hackfrüchte.....	23, 26, 50	Phosphor.....	17	Welsches Weidelgras.....	31
Hafer.....	42	Preuschen Gemenge.....	39	Wickroggen.....	36
K					
L					
M, N					
O					
P, Q					
R					
S					
T					
U, V, W					
X, Y, Z					
		Qualität.....	13, 33, 44	Zeit.....	16
		quer.....	8	Zottelwicke.....	36
		R			
		Raps.....	41, 49, 50	Zwischenfrucht.....	36

Quellennachweis

- AGÖL, 2003: Projekt zur Sicherung gentechnikfreier Pflanzenzüchtung für den Ökologischen Landbau. www.agoel.de/projekte/saatgut.htm, besucht am 20. Februar 2003.
- ANDREWS, D.J. & A.H. KASSAM, 1976: The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. In: STELLY, M. (ed.): Multiple cropping. ASA Special Publication Number 27, 1-10.
- BAYERISCHE FUTTERSATBAU, BSV, GmbH, 2003: Mischungen, Einzelsaaten, Kräuter für den ökologischen Landbau. Saatgutkatalog. Ismaning.
- BOLLER, B. & J. NÖSBERGER, 1988: Influence of dissimilarities in temporal and spatial N-uptake pattern on ¹⁵N-based estimates of fixation and transfer of N in ryegrass-clover mixtures. *Plant and Soil* 112, 167-175.
- BULSON, H.A., R.W. SNAYDON & C.E. STOPES, 1997: Effects of plant density on intercropped wheat and field beans in an organic farming system. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 128, 59-71.
- BUNDESSORTENAMT, 1998: Beschreibende Sortenliste. Getreide, Mais, Ölfrüchte, Leguminosen (großkörnige), Hackfrüchte (außer Kartoffeln). Landbuch Verlagsgesellschaft mbH, Hannover.
- BURITY, H.A., T.C. TA, M.A. FARIS & B.E. COULMAN, 1989: Estimation of nitrogen fixation and transfer from alfalfa to associated grasses in mixed swards under field conditions. *Plant and Soil* 114, 249-255.
- CAMENA SAMEN, 2002: Saaten für den biologischen Landbau, Frühjahr 2002. Saatgutkatalog. Lauenau.
- COSTELLO, M.J. & M.A. ALTIERI, 1995: Abundance, growth rate and parasitism of *Brevicoryne brassicae* and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) on broccoli grown in living mulches. *Agriculture Ecosystems and Environment* 52, 187-196.
- DE WIT, C.T., 1960: On competition. *Versl. Landbouwk. Onderzoek. No. 66.8.*, Wageningen, 1-82.
- DIEPENBROCK, W., G. FISCHBECK, K.-U. HEYLAND & N. KNAUER, 1999: Spezieller Pflanzenbau. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 3. Auflage.
- EGLE, K., 2002: Untersuchungen zum Phosphor-, Kupfer-, Zink- und Cadmium-Aneignungsvermögen von drei Lupinenarten und Weidelgras unter Berücksichtigung wurzelbürtiger organischer Säuren. Dissertation, Universität Göttingen.
- FINCKH, M.R. & H. BEUERMANN, 2002: Prävention der Kraut- und Knollenfäule ohne Kupfer – Möglichkeiten durch Diversifikation? Berichte der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Tagung in Kleinmachnow 28. Juli 2001, 68-72.
- FINCKH, M.R., D. ANDRIVON, L. BØDKER, H. BOUWS-BEUERMANN, R. CORBIERE, D. ELLISECHE, S. PHILIPPS & M.S. WOLFE, 2003: Diversifikationsstrategien für das Management der Kraut- und Knollenfäule der Kartoffel. Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Wien, 141-144.
- FRANCIS, C.A., 1989: Biological efficiencies in multiple-cropping systems. *Advances in Agronomy* 42, 1-42.
- GACEK, E.S., M.R. FINCKH, M. HUREJ, D. PARYLAK, H.J. CZEMBOR & M.S. WOLFE, 1996: The use of cultivar and species mixtures for restriction of diseases, weed infestation and other pests. *Proceedings of the 9th European and Mediterranean Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference 2.-6. September 1996*, Lunteren, Netherlands. 4.1, 302., zitiert nach AUFHAMMER, W., 1999: Mischbau von Getreide und anderen Körnerfruchtarten. Ein Beitrag zur Nutzung von Biodiversität im Pflanzenbau, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- GEISLER, G., 1980: Pflanzenbau. Ein Lehrbuch – Biologische Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- GIEFFERS, W. & J. HESSELBACH, 1988: Krankheitsbefall und Ertrag verschiedener Getreidesorten im Rein- und Mischbau. V. Vergleichender Überblick der Sortenmischungen mit Gerste, Weizen und Roggen 1984-1986. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 95, 203-209.
- HAAS, G., 2002: Grundwasserschutz im Organischen Landbau. Untersaaten in Kartoffeln zur Minderung hoher Restnitratmengen im Boden. Schriftenreihe Institut für Organischen Landbau, Bonn, Verlag Köster, Berlin.
- HAMPL, U., 1996: Gründung. Leopold Stocker Verlag, Graz-Stuttgart.
- HARTLEB, H. & K. SKADOW, 1990: Erfahrungen mit dem Anbau von Sortenmischungen bei Sommergerste in der DDR. Arbeitstagung der „Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtleiter“ innerhalb der Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter, gehalten vom 20.-22. November 1990 an der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irnding, 275-282.
- HAUGGAARD-NIELSEN, H. & M.K. ANDERSEN, 2000: Intercropping grain legumes and cereals in organic cropping systems. *Grain Legumes No. 30*, Special Report Organic Farming, 18-19.
- HAUGGAARD-NIELSEN, H., P. AMBUS & E.S. JENSEN, 2001: Temporal and spatial distribution of roots and competition for nitrogen in pea-barley intercrops – A field study employing ³²P technique. *Plant and Soil* 236, 63-74.
- HELENIUS, J., 1989: The influence of mixed intercropping of oats with field beans on the abundance and spatial distribution of cereal aphids (*Homoptera, Aphididae*). *Agricultural Ecosystem and Environment* 25, 53-73.
- HER, J., A. PIORR & K. SCHMIDTKE, 1992: Grundwasserschonende Landwirtschaft durch Ökologischen Landbau? Dortmunder Beiträge zur Wasserforschung; Institut für Wasserforschung GmbH und Dortmunder Stadtwerke AG, Dortmund.
- HOCHMANN, J., 2000, 2001 und 2002: Ökologischer Landbau 1999, 2000 und 2001. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Rendsburg, Osterröndfeld.
- HOF, C., 2002: Ertragsbildung und Konkurrenz von Linsen (*Lens culinaris* Med.) und Nacktgerste (*Hordeum vulgare* var. nudum) in Rein- und Gemengesaat. Bachelorarbeit, Universität Göttingen.
- HORST, W.J. & C. WASCHKIES, 1987: Phosphatversorgung von Sommerweizen (*Triticum aestivum* L.) in Mischkultur mit Weißer Lupine (*Lupinus albus* L.). *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* 150, 1-8.
- JENSEN, E.S., 1996: Grain yield, symbiotic N₂ fixation and interspecific competition for inorganic N in pea-barley intercrops. *Plant and Soil* 182, 25-38.
- JUSTUS, M. & U. KÖPKE, 1991: Ackerbohnen: Anbauverfahren zur Reduzierung von Nitratverlusten und Steigerung der Vorfruchtwirkung. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 4, 331-334.
- KAINZ, M., G. GERL & K. AUERSWALD, 1997: Verminderung der Boden- und Gewässerbelastung im Kartoffelbau des ökologischen Landbaus. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 85, 1307-1310.
- KARJALAINEN, R. & P. PELTONEN-SAINIO, 1993: Effect of oat cultivar mixtures on disease progress and yield reduction caused by yellow dwarf virus. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 100, 58-68.
- KIMPEL-FREUND, H., K. SCHMIDTKE & R. RAUBER, 1998: Einfluss von Erbsen (*Pisum sativum* L.) mit unterschiedlichen morphologischen Merkmalen in Reinsaat und Gemenge mit Hafer (*Avena sativa* L.) auf die Konkurrenz gegenüber Unkräutern. *Pflanzenbauwissenschaften* 2, 25-36.
- KLAPP, E., 1971: Wiesen und Weiden. Eine Grünlandlehre. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- KÖNEKAMP, A.H., 1957: Die Rolle von Klee und Gras bei der Humusversorgung der Böden. *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau* 104, 89-102.
- KÖNIG, U.J., 1995: Optimierung des N-Umsatzes beim Leguminosen-Zwischenfruchtanbau. Beiträge zur 3. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Kiel, 181-184.
- KÖPKE, U. & M. JUSTUS, 1995: Reduzierung von Nitratverlusten beim Anbau von Ackerbohnen. *Forschungsberichte Institut für Organischen Landbau, Bonn*.
- LEISEN, E., 2002: Praxisnahe Methode zur Einschätzung der frühen Siliereife auf Grünland und Klee gras beim 1. Aufwuchs auf Öko-Betrieben, Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Münster.
- MAILLARD, A. & A. VEZ 1983: La culture de mélange de variétés de blé. *Rev. Suisse Agric.* 15, 195-198, zitiert nach FINCKH, M.R., E.S. GACEK, H. GOYEAU, C. LANNOU, U. MERZ, C.C. MUNDT, L. MUNK, J. NADZIAK, A.C. NEWTON, P.C. DE VALLAVIEILLE & M.S. WOLFE, 2000: Cereal variety and species mixtures in practice, with emphasis on disease resistance. *Agronomie* 20, 813-837.
- MCKINLAY, R.G., 1985: Effect of undersowing potatoes with grass on potato aphid numbers. *Annals of applied Biology* 106, 23-29.
- MEAD, R. & R.W. WILLEY, 1980: The concept of a „Land Equivalent Ratio“ and advantages in yields from intercropping. *Experimental Agriculture* 16, 217-228.
- MEINSEN, C. & M. WEGENER, 1992: Zum Stickstoff-Reproduktionsvermögen von einjährigen, zweijährigen und dreijährigen Rotklee gras-Gemengen. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 5, 233-236.
- NEUMANN, A., 2001: Ertragsbildung und symbiontische Stickstoff-Fixierleistung von Linse (*Lens culinaris* Med.) in Reinsaat und Gemenge mit Nacktgerste (*Hordeum vulgare* var. nudum). Diplomarbeit, Universität Göttingen.
- NEUMANN, H., R. LOGES & F. TAUBE, 2002: Bicropping – eine Alternative zum „Weite Reih“-System im ökologischen Winterweizenanbau? 45. Jahrestagung der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften vom 26. bis 28. September 2002, Berlin, Poster.
- NÖSBERGER, J. & W. OPITZ VON BOBERFELD, 1986: Grundfutterproduktion. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- PATTERSON, F.L., J.F. SCHAFFER, R.M. CALDWELL & L.E. COMPTON, 1963: Comparative standing ability and yield of variety blends of oat. *Crop Science* 3, 558-560.
- PLUCKNETT, D.L. & N.J.H. SMITH, 1986: Historical perspectives on multiple cropping. In: FRANCIS, C.A.: Multiple cropping systems. Macmillan, New York, 20-39.
- RAMGRABER, L., F. STRAB & G. ZIMMERMANN, 1990: Untersuchungen zur Qualität von Sortenmischungen bei Winterweizen. *Landwirtschaftliches Jahrbuch* 67, 543-548.
- RAUBER, R., K. SCHMIDTKE & H. KIMPEL-FREUND, 2000: Konkurrenz und Ertragsvorteile in Gemengen aus Erbsen (*Pisum sativum* L.) und Hafer (*Avena sativa* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science* 185, 33-47.
- RISCH, S.J., D. ANDOW & M.A. ALTIERI, 1983: Agroecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions and new research directions. *Environmental Entomology* 12, 625-629.
- ROOT, R., 1973: Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats. The fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological Monograph* 43, 95-124; zitiert nach VANDERMEER, J., 1989: The Ecology of Intercropping. Cambridge University Press.

Literaturverzeichnis (Auswahl)

- SCHLÜTER, W., A. HENNING & G.W. BRÜMMER, 1997: Nitrat-Verlagerung in Auenböden unter organischer und konventioneller Bewirtschaftung – Messergebnisse, Modellierung und Bilanzen. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 160, 57-65.
- SCHMIDTKE, K., 1997: Stickstoff-Fixierleistung und N-Flächenbilanz beim Anbau von Erbsen (*Pisum sativum* L.) unterschiedlichen Wuchstyps in Reinsaat und Gemengesaat mit Hafer (*Avena sativa* L.). Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 10, 63-64.
- SCHMIDTKE, K. & R. RAUBER, 1993: Einfluß des Rotkleeanteils in Rotklee-Gras-Gemengen auf Stickstofffixierung und N-Fractionen im Boden. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 6, 13-16.
- SCHULZ-MARQUARDT, J., M. WEBER & U. KÖPKE, 1995: Streifenanbau mit Sommerweizen im Wechsel mit Futterleguminosen zur Erzeugung von Qualitäts-Backweizen im Organischen Landbau. Beiträge zur 3. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Kiel, 109-112.
- SNAYDON, R.W., 1991: Replacement or additive designs for competition studies? Journal of Applied Ecology 28, 930-946.
- STATISTISCHE JAHRBÜCHER ÜBER ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORST 1985 bis 2002. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup.
- STELLING, D., 1997: Dry peas (*Pisum sativum* L.) grown in mixtures with faba beans (*Vicia faba* L.) – A rewarding cultivation alternative. Journal of Agronomy and Crop Science 179, 65-74.
- STIFTUNG ÖKOLOGIE UND LANDBAU (Hrsg.), 2003: Jahrbuch Öko-Landbau 2003. SÖL, Bad Dürkheim.
- THOMAS, J.B. & G. B. SCHAALJE, 1997: Winter survival and competition in a mixture of winter wheat cultivars. Crop Science 37, 732-738.
- TRÄNKNER, A. & H.C. WELTZIEN, 1989: Untersuchungen an Artenmischungen von Winterweizen und Winterroggen I. Die Entwicklung von Blattkrankheiten in Freilandversuchen ohne Pflanzenschutzbehandlungen. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 96, 11-18.
- TRENBATH, B.R., 1974: Biomass productivity of mixtures. Advances in Agronomy 26, 177-210.
- VESTERAGER, J., 2003: www.kursus.kvl.dk/shares/ipns/300_materials/Slits/19-N2Fix-Intercrop%20of%20Legume-non-Legume.pdf besucht, am 04. April 2003.
- VIDAL, S., 1997: Factors influencing the population dynamics of *Brevicoryne brassicae* in undersown brussels sprouts. Biological Agriculture and Horticulture 15, 285-295.
- AUFHAMMER, W., 1999: Mischanbau von Getreide und anderen Körnerfruchtarten. Ein Beitrag zur Nutzung von Biodiversität im Pflanzenbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- BECKER-SCHOELL AG, 2002: Saatgutkatalog. Neckartailfingen.
- BRUNS, A. & S. BRUNS, 1986: Mischkultur-Scheibe. Biologische Pflanzen-Zusammenstellung auf einen Blick. Kösel Verlag, München.
- DEUTSCHE SAATVEREDLUNG, 2002: DSV-Sortenkatalog 2002/2003. Lippstadt.
- FiBL, 2000: Gründung: Schlüssel zum erfolgreichen Biogemüsebau. Merkblatt FiBL, Frick/Schweiz.
- FRANKE, W., 1993: Mischkulturen. BLV Verlagsgesellschaft mbH, München.
- HEITFUSS, R., K. KÖNIG, A. OBST & M. RESCHKE, 1993: Pflanzenkrankheiten und Schädlinge im Ackerbau. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main.
- HYDRO AGRI DÜLMEN GMBH, 1993: Faustzahlen für die Landwirtschaft und Gartenbau. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup.
- LÜTKE ENTRUP, N., 2001: Zwischenfrüchte im umweltgerechten Pflanzenbau. aid 1060, Bonn, Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen.
- LÜTKE ENTRUP, N & J. OEHMICHEN, 2000: Lehrbuch des Pflanzenbaues. Band 2: Kulturpflanzen. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen.
- NEUERBURG, W. & S. PADEL, 1992: Organisch-biologischer Landbau in der Praxis. Umstellung, Betriebs- und Arbeitswirtschaft, Vermarktung, Pflanzenbau und Tierhaltung. BLV Verlagsgesellschaft mbH, München.
- NORDEUTSCHE SAAT- UND PFLANZGUT AG, 2002: NSP-Sortenratgeber 2002/03. Saatgut aus ökologischem Landbau. Neubrandenburg.
- SCHUMACHER, U. (Hrsg.), 2002: Milchviehfütterung im ökologischen Landbau. Bioland Verlagsgesellschaft GmbH, Mainz, Stiftung Ökologie und Landbau, Bad Dürkheim.
- SNEYD, J., 1995: Alternative Nutzpflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- VAN DEN BERGH, J.P., 1968: An analysis of yields of grasses in mixed and pure stands. Agricultural Research Reports 714, Wageningen, 1-71.

Copyright © Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) 2003

Bild 26: aufwachsende Luzerneuntersaat in Getreidestoppeln (Quelle: SCHMIDTKE, 1991)



Dank

Herzlich danken möchten wir allen, die zum Entstehen und Gelingen dieser Broschüre beigetragen haben, insbesondere:

- den Beratern des ökologischen Landbaus und Vertretern von Saatgutfirmen, die an der Befragung zum Anbau von Gemengen im ökologischen Landbau teilgenommen haben,
- allen Betrieben, die es uns ermöglicht haben, Fotos ihrer Gemengebestände zu fertigen,
- denjenigen Beratern, Praktikern und Kollegen, die zur Korrektur der vorliegenden Broschüre beigetragen haben,
- Herrn Dr. Knut Schmidtke für sein Engagement, seine zahlreichen Anregungen, Kommentare und wertvollen Diskussionsbeiträge,
- dem Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) für die finanzielle Unterstützung im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau



Bundesministerium für
Verbraucherschutz, Ernährung
und Landwirtschaft



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT
GÖTTINGEN



Herausgeberin:
**Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer
Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft
und Ernährung (BLE)**

Ferdinand-Lassalle-Straße 1-5
53175 Bonn

Tel.: +49 228 6845-0

Fax: +49 228 6845-787

E-Mail: geschaeftsstelle-oekolandbau@ble.de

Internet: www.bundesprogramm-oekolandbau.de

**Finanziert vom Bundesministerium für Verbraucherschutz,
Ernährung und Landwirtschaft im Rahmen des
Bundesprogramms ökologischer Landbau**

Erstellt vom

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Georg-August-Universität Göttingen

Abteilung Pflanzenbau

Von-Siebold-Str. 8

37075 Göttingen

Tel.: +49 551 39-4352 (-4351)

Fax: +49 551 39-4601

Internet: www.gwdg.de/~pbzhome/pflanzen.html

ISBN