

Gemengeanbau

- Nutzen, Chancen und Risiken -

Prof. Dr. Klaus-Peter Wilbois

Gliederung

- » Gemengeanbau als Lösung globaler Probleme?
- » Allgemeines zum Gemengeanbau
- » Ökologische Auswirkungen
- » Häufige Kombinationen
- » Vorteile und Nachteile
- » Absatzprobleme
- » Saatstärken und Saatzeitpunkte
- » Stickstoffdüngung im Gemengebau?
- » Aussaat
- » Mischungsverhältnisse
- » Winterleguminosen im Gemenge
- » Ernte

Gemengeanbau



Foto: KP Wilbois



Foto: KP Wilbois



Foto: KP Wilbois



Quelle: www.oekolandbau.de

Gemengeanbau als mögliche Lösung globaler Probleme? (I)

Metastudie aus den Niederlanden*:

- » Extensive Landwirtschaftssysteme (Ökolandbau) und intensive Landwirtschaftssysteme mit hohem Nährstoffinput
- » Ergebnisse zeigen, dass der Gemengeanbau auch im intensiven (konventionellen) Pflanzenbau zu höheren Erträgen pro Fläche führen kann
- » Gemenge liefert pro Hektar durchschnittlich rund 1,5 Tonnen mehr Ertrag im Vergleich zum Anbau der gleichen Pflanzen in Reinkultur

* Li, Chunjie; Hoffland, Ellis; Kuyper, Thomas W.; Yu, Yang; Zhang, Chaochun; Li, Haigang et al. (2020): Syndromes of production in intercropping impact yield gains. In: *Nature plants* 6 (6), S. 653–660. DOI: 10.1038/s41477-020-0680-9.

Gemengeanbau als mögliche Lösung globaler Probleme? (II)

Metastudie aus den Niederlanden:

- » Eingesetzte Düngermenge kann durch den Anbau von Gemengen um bis zu 36 Prozent gesenkt werden
 - » Überwiegender Einsatz von Leguminosen als Mischungspartner in Gemengen
 - » Leguminosen binden, wenn sie im Gemenge mit Nicht-Leguminosen angebaut werden, nachweislich mehr Stickstoff als in Reinkultur
- » Gemengeanbau als eine effiziente und nachhaltige Möglichkeit, den steigenden Nahrungsmittelbedarf einer wachsenden Weltbevölkerung zu decken
- » Gleichzeitige Verringerung der negativen Umweltauswirkungen der klassischen Landwirtschaft

Allgemeines zu Gemengeanbau (I)

Bewährt haben sich Gemenge aus Leguminosen und Nichtleguminosen

- » Erbsen mit Gerste
- » Ackerbohnen mit Hafer
- » Wicken mit Roggen
- » Wintererbsen mit Triticale
- » Rotklee mit Gras

Weitere Formen des Gemengeanbaus etablieren sich zunehmend

- » Erbsen mit Leindotter
- » Phaseolus-Bohnen mit Mais
- » Andenlupine mit Mais
- » Sojabohne mit Weizen

 Körnerernte oder Ganzpflanzensilierung zur Fütterung

Quendt, 2020

Allgemeines zu Gemengeanbau (II)

- » Gemenge dienen als Haupt- oder Zwischenfrucht zur Körner- oder Grünfütterernte
- » Auch zwei Hauptkulturen in einem Jahr sind im Gemengeanbau umsetzbar:
 - » Wintererbsen-Triticale-Gemenge als Ganzpflanzensilage mit nachfolgendem Mais
 - » Saat des Wintererbsen-Triticale-Gemenges Ende September
 - » Ernte im darauffolgenden Jahr Anfang/Mitte Mai als ganze Pflanze
 - » Anbau von Mais oder einer anderen späten Sommerkultur
 - » Aber: Ausreichende Wasserversorgung (!) muss auch in den Sommermonaten gewährleistet sein

Quendt, 2020

Erbsen-Hafer-Gemenge



Erbsen-Triticale-Gemenge



Erbsen-Gerste-Gemenge



Quelle: Quendt, 2020

Ackerbohnen-Hafer-Gemenge



Quelle: Quendt, 2020

Ökologische Auswirkungen (I)

Gemengeanbau hat zahlreiche positive ökologische Effekte:

- » Gemengeanbau führt zu strukturreicheren Ackerbeständen
- » Schaffung von zusätzliche Rückzugsmöglichkeiten und Nahrungsquellen für Insekten
- » Weitestgehender Verzicht auf mechanische oder chemische Maßnahmen zur Unkrautregulierung möglich, da der Unkrautdruck in Gemengen in der Regel deutlich geringer ist
- » Förderlich für Bodenbrüter wie Kiebitz, Feldlerche und Fasan sowie junge Feldhasen

Ökologische Auswirkungen (II)

- » Trotz der guten Unkrautunterdrückung führt der Gemengeanbau jedoch nicht zu einer Veränderung der Wildkrautzusammensetzung → Somit werden auch seltene und schützenswerte Wildkrautarten nicht verdrängt
- » Nützlinge werden durch die strukturreichen Bestände und das zusätzliche Nahrungsangebot gefördert und können damit verstärkt zu einer natürlichen Regulation von Schädlingen beitragen (**funktionelle Biodiversität**)
- » Im Gemengeanbau von Leguminosen und Nicht-Leguminosen besteht außerdem eine deutlich geringere Nitratauswaschungsgefahr als in Leguminosen-Reinbeständen

Geeignete Kombinationen (I)

Leguminosen mit Getreide

- » Bei den Druschfrüchten am häufigsten Gemenge aus Erbsen und Getreide
- » Gerste, Hafer, Triticale und (Futter)weizen als Partner (Erntereife beider Partner beachten)
- » Getreidepflanzen dienen in Mischungen mit Erbsen in erster Linie als Stützfrucht
 - Verbesserung der Standfestigkeit der Leguminosen
 - Reduktion der Spätverunkrautung
 - Getreide als Risikoabsicherung (Ertragsausfall bei den Leguminosen)

Geeignete Kombinationen (II)

Weitere Leguminosen mit Getreide

- » Ackerbohnen gedeihen am besten mit Hafer, vertragen sich aber auch mit Triticale sehr gut
- » Linsen sollten aufgrund der geringen Konkurrenzfähigkeit gegenüber Unkraut im Gemenge angebaut werden
- » Linsen können mit verschiedenen Getreiden/Pseudogetreiden kombiniert werden, bewährt ist die Mischung mit Gerste (geringere Konkurrenz)
- » Lupinen lassen sich auch gut im Gemenge mit Getreide anbauen

Geeignete Kombinationen (III)

Leguminosen mit Getreide

	Mischungsverhältnis	Ertrag Linsen t/ha		Lager	
		Linsen	Stützfrucht	Linsen	Stützfrucht
L./Nacktgerste	3:1	1,40	1,66	6	6
L./Weizen	3:1	1,35	2,79	4	1
L./Hafer	1:3	0,72	3,77	1	1
L./Öllein	1:1	1,34	0,96	6	6
L./Buchweizen	3:1	1,84	0,94	6	6

(9 = starkes Lager, 1 = kein Lager)

Gruber, 2014

Geeignete Kombinationen (IV)

Gemenge mit Kreuzblütlern

- » Eher seltener zu finden
- » Leindotter als beliebter Mischungspartner
 - » Durch die bodennah ausgebildete Blattrosette wird das Keimen vieler Samenunkräuter verhindert
 - » Konkurrenzschwache Arten wie Erbse, Linse, Soja oder Sommergerste eignen sich daher besonders im Gemengeanbau, um sie vor Verunkrautung zu schützen
 - » Neben der guten Bodenbedeckung werden auch entwicklungshemmende Stoffe vermutet, die von der Pflanzenwurzel des Leindotters ausgeschieden werden
 - » Senf als weiterer Kreuzblütler der hierzulande in Gemengen mit Leguminosen angebaut wird

Geeignete Kombinationen (V)

Mais-Bohnen-Gemenge

- Aktuell (mittlerweile seltener) vor allem im konventionellen Anbau
- Diese Form des Misanbaus wurde schon von den Maya und Azteken vor einigen Tausend Jahren praktiziert
- Pflanzenarten Mais und Bohne ergänzen sich ideal
 - Mais profitiert als stickstoffbedürftige Pflanze von der Fähigkeit der Ackerbohne, Luftstickstoff fixieren zu können
 - Stangenbohne hingegen findet in der standfesten Maispflanze den nötigen Halt, um emporzuranken
- Auch in der Wiederkäuerration harmonisieren diese beiden Arten
 - Stangenbohne mit ihrem hohen Eiweißgehalt führt dazu, dass der sonst übliche Energieüberhang in der Maissilage abgeschwächt wird und weniger eiweißreiches Kraftfutter ergänzt werden muss

Vorteile des Gemengeanbaus

- » Geringeres Anbaurisiko
- » Bessere Standfestigkeit und Ernte der Körnerleguminosen
- » Weniger Spätverunkrautung
- » Bessere Unkrautunterdrückung (engere Reihenabstände und bessere Bodenbedeckung)
- » Höhere Ertragsstabilität dank der Risikoverteilung auf zwei/mehrere Kulturen
- » Effizientere Nutzung von Nährstoffen, Wasser und Licht
- » Im Durchschnitt der Jahre 5 – 15 % höhere Gesamterträge
- » Teilweise bessere Abwehr oder Ablenkung von potenziellen Schaderregern
- » Beitrag zu einer höheren Biodiversität und Landschaftsqualität

Nachteile des Gemengeanbaus

- » Meist Separierung erforderlich bei der Abgabe an eine Sammelstelle
- » Geringere Qualität (z.B. Hektolitergewicht) des Getreides aufgrund fehlender Düngung oder suboptimalen Erntezeitpunkt der Mischungspartner möglich
- » Keine beliebige Kombination der Mischungspartner aufgrund unterschiedlicher Abreifezeitpunkte
- » Mögliche Einschränkungen in der Fruchtfolgegestaltung (z.B. Fußkrankheiten im Getreide, „Leguminosenmüdigkeit“)
- » Mischung des Saatgutes erforderlich oder Verwendung einer Sämaschine mit mehreren Säkästen
- » Kompromisse bezüglich Saatzeitpunkt und Saattiefe erforderlich
- » Anspruchsvolle Einstellung des Mähdreschers
- » Geringerer Proteinertrag der Körnerleguminosen pro Hektar als bei erfolgter Reinsaat

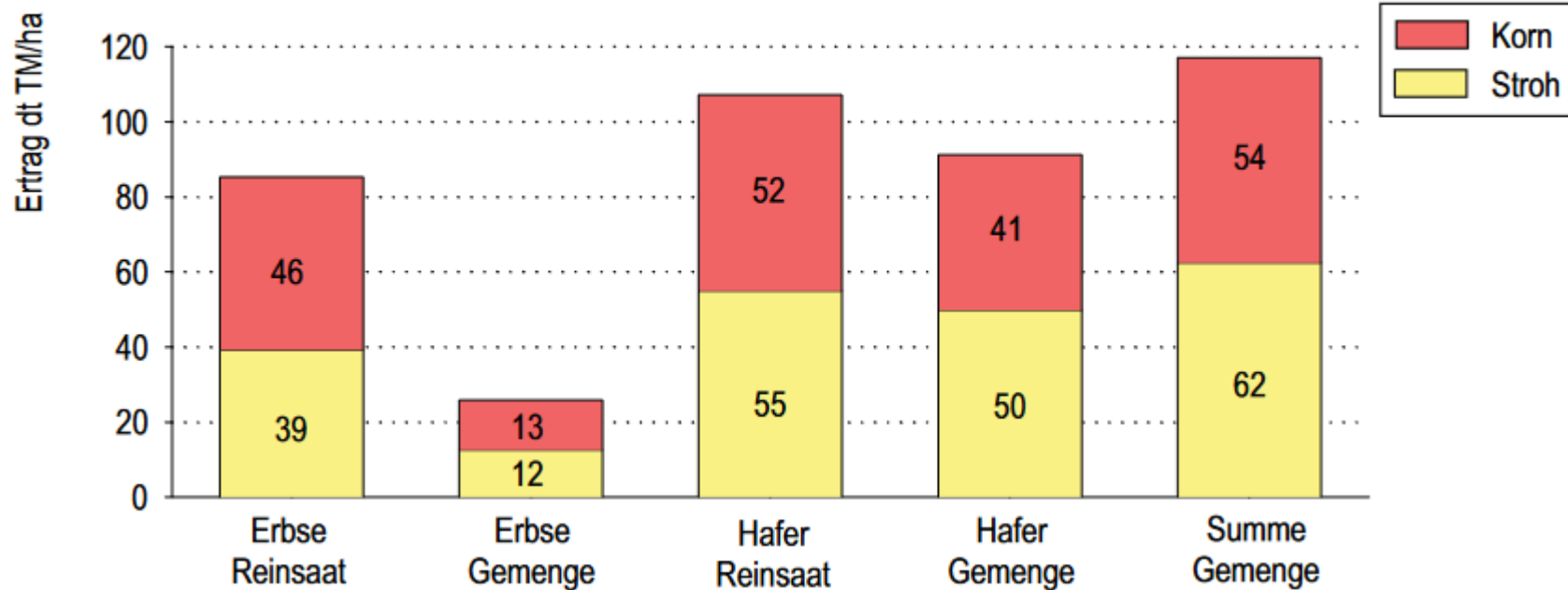
Mögliche Absatzprobleme bei Gemengen

- » Häufige Verwendung als hofeigenes Futter (siliert oder als Kraftfuttermischung)
 - » keine Probleme bei der Verwendung
- » Problematisch kann ggf. der Verkauf an Futtermühlen oder andere Abnehmer sein
 - » Zuweilen ist eine Sortierung der Ernte erforderlich
 - » Nicht alle Futtermühlen sind auf die Anlieferung von Mischung ausgelegt
 - » Gemengepartien mit unterschiedlicher und unklarer Zusammensetzung können ggf. abgelehnt oder nur ungern angenommen werden

Saatstärken und Saatzeitpunkte (I)

- Einstieg in den Gemengeanbau meist über ein sog. **substitutives Gemenge**
 - Gemengepartner werden zunächst mit jeweils der Hälfte ihrer normalen Aussaatstärke im Gemenge ausgesät
- Weitere Variationen:
 - Gemengepartner mit 30 % und die eigentliche Hauptfrucht mit 70 % der üblichen Aussaatstärke drillen
 - Zweck des Gemenges und Standort bestimmen, welcher Gemengepartner stärker betont wird

Der Gesamtertrag in Gemengen ist höher



Hof et al. 2003

Saatstärken und Saatzeitpunkte (II)

Additives Gemenge

- Anteilssumme beider Gemengepartner kann auch 100 Prozent der für jeden einzelnen Partner optimalen Aussaatmenge übersteigen
- Aussaatstärke der Gemengepartner wird über die Anzahl keimfähiger Körner pro Quadratmeter errechnet
- Für eine optimale Gemengezusammensetzung ist von einer bloßen Schätzung der Aussaatmenge in kg/ha abzuraten



Quelle: www.bioaktuell.ch

Quendt, 2020

Saatstärken und Saatzeitpunkte (III)

Grundsätzlich müssen Saat- und Erntezeitpunkt der Gemengepartner zusammenpassen (abhängig von bodenklimatischen Bedingungen)

- Bspw. ein spätreifender Hafer mit einer Ackerbohne und eine frühe Gerste mit Erbsen

Aussaatzeitpunkt richtet sich nach der Leguminose und dem Bodenzustand

- Gemenge mit Ackerbohnen wird eher früh und ein Gemenge mit Erbsen eher spät gesät
- Saat bei ungünstigen Bodenverhältnissen sollte vermieden werden
- Auf Anbaupausen achten

Saatstärken und Saatzeitpunkte (IV)

- Ackerbohnen + Hafer:
 - Ackerbohnen werden in der Regel in Reinsaatstärke von 40K/m² ausgesät
 - Beim Hafer sollten Saatstärken zwischen 20 Prozent (60 Kö./m²) und 50 Prozent (150 Kö./m²) der normalen Aussaatstärke ins Gemenge eingebracht werden
 - Optimale Saattiefe der Ackerbohne liegt bei 6 bis 8 cm
 - Optimale Saattiefe des Getreides liegt bei 2 bis 3 cm, deshalb getrennte Aussaat empfehlenswert
-  Praxis: Mittlere Ablagetiefe auf drei bis vier Zentimeter

Quendt, 2020

Stickstoffdüngung im Gemengebau?

- Körnerleguminosen: Körnerleguminosen im Gemenge mit Getreide brauchen keine Stickstoffdüngung
- N-Düngung behindert die Stickstofffixierungsleistung der Knöllchenbakterien
- Übermäßige Förderung des Getreide-Wachstums
- Phosphor und Kalium sollten bei Bedarf jedoch nachgedüngt werden



Quelle: www.oekolandbau.de

Herbst- oder Frühljahrsausaat?

- Herbstaussaaten haben stark an Bedeutung zugenommen
- Vorteil gegenüber der Frühljahrsausaat:
 - Blütenbildung erfolgt vor den evtl. Trockenperioden
 - Pflanzen leiden weniger unter Blattlausbefall
- Nachteil gegenüber der Frühljahrsausaat:
 - Auswinterungsschäden durch ggf. lang anhaltende Kahlfröste
 - Ab 600 m NN ist deshalb Frühjahrssaat i.d.R vorzuziehen
 - Saat kann ab Ende Februar erfolgen, wenn der Boden gut abgetrocknet ist
 - Im Frühjahr ertragen Erbsen oder Bohnen Spätfröste bis -4°C

Aussaat

- Mischung des Saatgutes in einem separaten Behälter bevor es in die Sämaschine gefüllt wird
- Überprüfung der Homogenität der Mischung
- Mischungen können mit einer normalen Getreidesämaschine ausgesät werden
- Saattiefe beträgt ca. 3 und 4 cm
- Es ist auch möglich, die Erbsen und Ackerbohnen als Einzelkorn tiefer zu säen und das Getreide in 3 cm zu drillen
- Reihenabstand ist wie beim Getreide normalerweise 12,5 cm

Mischungsverhältnisse (Additive Mischungen)

Mischung	Erbsen	Ackerbohne	Gerste	Triticale	Hafer	Wintermischung/Sommermischung
EE-G	80 %		40 %			WS
EE-G	100 %		20 %			WS
FE-T	80 %			40 %		W
AB-H		80 %			40 %	WS
AB-T		80 %		40 %		W

EE= Eiweißerbse, FE= Futtererbse, G= Gerste, T= Triticale, AB= Ackerbohne, H= Hafer

Dierauer, 2013

Winterleguminosen im Gemenge

■ Grünfutter oder Silage-Nutzung:

- » Wintererbsen im Gemenge mit Getreide (Roggen, Weizen, Triticale):
 - 15-40 keimfähige Körner Wintererbsen pro Quadratmeter
 - 200-300 Körner Wintergetreide pro Quadratmeter

■ Körnernutzung:

- » Möglichst hoher Erbsenkornenertrag, Gemengepartner nur Stützfunktion:
 - 20-60 Körner/m² Erbsen und 100-250 Körner/m² Getreidegemengepartner
- » Typisches Gemenge zur Körnernutzung
 - 50 Körnern/m² langwüchsige Wintererbse und 125 Körnern/m² Wintertriticale
- » Rankende, langwüchsige Erbse:
 - 40 Körnern/m² Wintererbse und 100 Körner/m² Triticale

Winterleguminosen im Gemenge

- ➔ Je besser der Standort und je mehr Niederschläge, desto weniger Wintererbsen werden gesät!
- ➔ Eine frühe Aussaat führt zu einer stärkeren Bestandsentwicklung
 - ➔ Aussaatmenge kann bei einer frühen Saat reduziert werden
 - ➔ Erhöhung der Aussaatmenge bei einer späteren Saat



Ernte von Mischkulturen

- » Ernte vom Körnererbsen-Getreide-Gemengen muss auf die Körnererbsen ausgerichtet sein
- » Zeitpunkt richtet sich nach der Abreife der Körnererbsen und einem möglichst tiefen Feuchtigkeitsgehalt
- » Erbsen sollten bei der Ernte möglichst trocken sein, damit keine oder nur geringe Trocknungskosten anfallen
- » Maximale Feuchtigkeit liegt bei 13,5 %
- » Toleranzwert für Schwarzbesatz liegt bei 0,5 %



Dierauer, 2013



Kulturen im Gemenge

Besonderheiten und Herausforderungen

Bewährte Mischungen (Beispiele)

Mischung	Saatstärke in % einer Reinsaat		Unkrautunterdrückung	Abreifezeitpunkt	Standfestigkeit	Protein-ertrag	Winterhärte
	Körnerleguminosen	Getreide					
Körnererbse (weiß)-Gerste	80	40	+(+)	+++	++	+	+
Körnererbse (bunt)-Triticale	40	70	+++	+	+	+	+++
Ackerbohne-Hafer	80	40	++	++	++	++	+
Ackerbohne-Triticale	80	40	+(+)	++	++	++	++
Blaue Lupine-Hafer	80	40	+(+)	++	++	+++	-

Kulturdaten

Kulturdaten						
Termin	So-Körner-EE	Wi-Körner-EE	So-Ackerbohne	Wi-Ackerbohne	Blaue Süßlupine	Soja
Saatgutimpfung	nein	nein	nein	nein	ja	ja
Saat	März–April	10. Okt.–10. Nov.	März	10. Okt.–10. Nov.	März–April	Mai
Blüte	E. Mai–M. Juni	M. Mai–E. Mai	Mai–Juni	Mai	Mai–Juni	Juli
Ernte	E. Juli–E. Aug. (2–3 Wo. nach Wi-Körner-EE)	M. Juli–A. Aug. (wie Gerste)	M. Aug.–A. Sept. (wie So-Weizen)	M. Aug. (1 Wo. nach Wi-Weizen)	M. Aug.–A. Sept.	E. Sept.–Okt.
Kulturdauer	125–130 Tage	240–270 Tage	150–180 Tage	285–315 Tage	140–170 Tage	130–150 Tage

Quelle: Dierauer et al., 2017

Weißblühende Körnererbse-Gerste-Gemenge

- Bisher ertragsstabilste Mischung
- Gleichmäßige Abreife (Winter- und Sommerform)
- Weißblühende Körnererbsen, gleichmäßige und schnelle Abreife, größere Körner im Vergleich zu buntblühenden Körnererbsen
- Gerste reduziert die Lageranfälligkeit
- Verbesserung der Beerntbarkeit
- Reduzierung der Spätverunkrautung
- Gerste als Risikoabsicherung bei Ertragsausfall der Erbsen z.B. Trockenheit, Blattlausbefall, Auswinterungsschäden, übermäßige Feuchtigkeit
- Striegeln nur bei hohem Unkrautdruck notwendig

Weißblühende Körnererbse-Triticale-Gemenge

- Alternative zu Gerste im Gemenge
- Gute Erträge
- Bessere Standfestigkeit als Gerste
- Triticale meist sehr dominant
- Tendenziell verzögerte Abreife zu den Erbsen
- Anteile Mischungsverhältnis äquivalent zu jenem im Gemenge mit Gerste

Buntblühende Futtererbse-Triticale-Gemenge

- Buntblühende Futtererbse ist konkurrenzstark und wuchskräftig
- benötigt kräftige Stützfrucht
- Drusch auch bei mittelstarker Lagerung noch gut möglich
- Verzicht auf Unkrautregulierung
- Gute Winterhärte und hohe Unkrautunterdrückung
- Ungleichmäßigere Abreife im Vergleich zu weißblühenden Körnererbsen
- Kleinere Körner
- Hohe Tanningehalte → ggf. Futtermenge bei Monogastrier begrenzen
- Verwendung oft als GPS

Futtererbse-Triticale-Gemenge



Ackerbohne-Hafer-Gemenge

- Herbstsaat führt zu einer gleichmäßigeren Abreife der Mischungspartner
- Hafer dient nicht als Stützfrucht → rasche Bodenbedeckung
- Striegeln ist nur bei sehr hohem Unkrautdruck notwendig
- N-Düngung fördert den Hafer, hemmt aber die N-Fixierung der Ackerbohne
- Qualität des Hafers meist ungenügend (fehlende Düngung)
- Sortenwahl: Standfestigkeit der Ackerbohne beachten

Ackerbohne-Triticale-Gemenge

- Beliebte Mischung
- Triticale ist weniger dominant als der Hafer
 - Ggf. aber schlechtere Unkrautunterdrückung
- Triticale ist nicht fruchtfolgeneutral
- Triticale kommt ohne zusätzliche Düngung besser zurecht als Futterweizen
- Ertrag der Triticale ist in dichten Ackerbohnenbeständen niedriger als beim Gemenge mit Hafer

Blaue Lupine-Hafer-Gemenge



Quelle: Dierauer et al., 2017

Blaue Lupine-Hafer-Gemenge

- Lupine bevorzugt leichte bis mittelschwere Böden ($\text{pH} < 6,5$)
- Saatgut impfen
- Hafer als bester Mischungspartner hinsichtlich der Abreife
- Winterharte Lupinen (in Deutschland praktisch nicht im Anbau) reifen nur schlecht ab

Körnererbse(-Gerste)-Leindotter



Quelle: Dierauer et al., 2017

Körnererbse(-Gerste)-Leindotter

- Leindotter besitzt eine geringe Stützwirkung
- Guter Schutz vor Unkraut in konkurrenzschwachen Kulturen (Körnererbsen, Linsen, Sommergerste)
- Entwicklung des Leindotters stark von der Witterung abhängig
- Leindotter meist als 3. Komponente in Körnererbse-Gerste-Gemenge

Linse-Hafer-Gemenge



Linse-Hafer-Gemenge

- Linse ist auf Stützfrucht angewiesen → Lagergefahr
- Ungleichmäßige Abreife der Linsen
- Erntegut muss meistens getrocknet werden
- Reinsaatmenge: - grünen Linsen: ca. 88 kg/ha
 - schwarze Linsen: ca. 55-65 kg/ha
- Linsenanbau in Gemenge: Mischverhältnis 80/40

Saatwicke-Hafer



Foto: KP Wilbois

Saatwicke-Hafer-Gemenge

- Wicke ist trockenheitstolerant und wächst auf fast allen Böden
- Nur die Zottelwicke ist frosthart
- Saatwicke reift langsam ab → Anbau mit Hafer
- Bitterstoffe in den Körnern limitieren den Einsatz in der Fütterung
- Meist als Vorfrucht vor für stickstoffbedürftige Hauptkulturen
- Saatmenge entspricht der von Lupinen
- Vorsicht: Wicken können auch in der Folgekultur noch durchwachsen