

Qualitätsverbesserung von Winterweizen im Gemenge mit Winterackerbohne oder Wintererbse

Claudia Hof-Kautz¹⁾, Knut Schmidtke²⁾ und Rolf Rauber¹⁾

Beraterrundbrief: Empfehlungen anhand der Ergebnisse des Forschungsprojektes

„Erzeugung von Weizen hoher Backqualität durch Gemengeanbau mit Winterackerbohne und Wintererbse im ökologischen Landbau“

Ein Forschungsprojekt der Stiftungsprofessur Ökologischer Landbau der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH) in Kooperation mit dem Department für Nutzpflanzenwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen. Gefördert im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (Projekt BLE 03OE050)

1 Einleitung

Zur Verwertung des Weizens zu Backzwecken wird seitens der abnehmenden Hand bei ökologisch angebautem Weizen ein Proteingehalt im Korn des Weizens von mindestens 11,0 % gefordert. Viehlos wirtschaftenden Betrieben stehen schnell wirksame Stickstoff-Düngemittel nicht oder nur in geringen Mengen zur Verfügung, um über eine Düngung in späten Entwicklungsstadien des Weizens einen entsprechend hohen Kornproteingehalt zu erzeugen. So sind hier hohe Proteingehalte im Korn des Weizens vor allem über die Gestaltung der Fruchtfolge zu erreichen. Darüber hinaus besteht in einer Reihe von Fällen die Möglichkeit, über den Anbau des Weizens mit weitem Reihenabstand (> 30 cm), den Gehalt an Protein im Korn des Weizens zu erhöhen (Anbausystem Weite Reihe). Es wird hierbei davon ausgegangen, dass bei Reduzierung des Ertrages im Vergleich zur Normal Saat eine deutliche Qualitätssteigerung durch den Anbau von Weizen mit einem Reihenabstand von 40 oder 50 cm erreicht werden kann. Häufig werden zusätzlich Untersaaten mit Futterleguminosen in den Reihenzwischenraum eingesät. Allerdings ist dieses System aufgrund der großen Kompensationsfähigkeit des Weizens nicht verfahrenssicher, so dass in einigen Fällen trotz weitem Reihenabstand nicht die erforderlichen Gehalte an Protein im Korn erreicht werden. Der Anbau von Winterweizen im Gemenge mit Winterkörnerleguminosen könnte deshalb eine weitere Möglichkeit zur Erzeugung von Qualitätsbackweizen im ökologischen Landbau sein, da im Gemenge mit Körnerleguminosen stets höhere Proteingehalte im Korn des Getreides gefunden wurden. Darüber hinaus gehen häufig mit dem Gemengeanbau weitere Vorteile einher: Mehrertrag im Vergleich zu den Reinsaaten,

¹⁾ Abteilung Pflanzenbau, Department für Nutzpflanzenwissenschaften,
Georg-August-Universität Göttingen, Von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen, chof@gwdg.de
²⁾ Fachbereich Landbau/Landespflege, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH),
Pillnitzer Platz 2, 01326 Dresden, schmidtke@pillnitz.htw-dresden.de

höhere Ertragstabilität, Vermeidung eines Totalausfalls einer Kultur, Abwehr von Schädlingen und Krankheiten, Verringerung der Lagergefahr sowie der Nährstoffverluste.

Wichtige, bereits in der Praxis seit langer Zeit genutzte Gemenge sind Futterbau- (Klee- oder Luzernegrasgemenge) und Zwischenfruchtgemengen (Wickroggen, Landsberger Gemenge). Weiterhin werden Körnerfruchtgemenge mit Sommerformen wie Erbse/Hafer, Erbse/Gerste, Erbse/Hafer/Gerste und zu geringeren Anteilen Ackerbohne/Getreide, Lupine/Getreide, Linse/Nacktgerste oder Nackthafer, Körnerleguminosenmischungen, Getreidearten- oder sortenmischungen, Gemenge mit Ölfrüchten (z. B. Leindotter/Erbse, Leindotter/Getreide, Leindotter/Erbse/Getreide, Öllein/Leindotter, Öllein/Weizen, Saflor/Lupine) sowie Untersaaten in Getreide, Kartoffeln oder Ackerbohnen in der Praxis des ökologischen Landbaus angebaut und in der Forschung weiter entwickelt.

2 Durchführung des Projektes

In zwei Vegetationsperioden (2003/2004 und 2004/2005) wurden auf drei verschiedenen Standorten (Reinshof, Auenlöss, toniger Lehm, 89 Bodenpunkte (BP); Stöckendrebber, lehmiger Sand, 40-60 BP und Deppoldshausen, Muschelkalkverwitterungsboden, toniger Lehm, 38-40 BP) unterschiedliche Reinsaaten und Gemenge des Winterweizens (Sorte Bussard) mit Winterackerbohne (Sorte Hiverna) und Wintererbse (Sorte Cheyenne) angebaut. Der Weizen in Reinsaat wurde mit den Saatstärken 300 Körner/m² (100 %) und 60 Körner/m² (20 %) und jeweils mit Reihenweiten von 15, 30 und 75 cm analog zum System Weite Reihe allerdings ohne Untersaaten etabliert (Tab. 1, Bild 1 im Anhang). Die Gemenge wurden als Mischsaat, in alternierenden Reihen oder Reihen-Streifen-Saat mit einer Saatstärke des Weizens von 60 Körnern/m² und der Ackerbohne von 24 Körnern/m² oder der Erbse von 64 Körnern/m² angelegt (Bild 2 im Anhang). Zum Vergleich gab es darüber hinaus verschiedene Reinsaaten der Körnerleguminosen (Bild 3 im Anhang). Im Projekt wurden folgende Erhebungen und Berechnungen durchgeführt: Ertragsleistungen der Kulturen, Ertragskomponenten, Qualitätsanalyse des Winterweizens (Bild 10 im Anhang), N_{min}-Beprobungen (Bild 8 und 9 im Anhang), Vorfruchtwirkung zu Winterroggen, symbiotische Stickstofffixierleistung der Winterackerbohne und -erbse, Befall der Erbse mit Erbsenwickler, Lager der Erbse, Abstand Fahrenblatt zu Ähre beim Weizen sowie die Deckungsbeiträge der Bestände sowie der Vorfrucht (Weizen mit unterschiedlicher Saatstärke und Standortzuteilung sowie Gemenge und Reinsaaten der Körnerleguminosen) und Nachfrucht (Winterroggen).

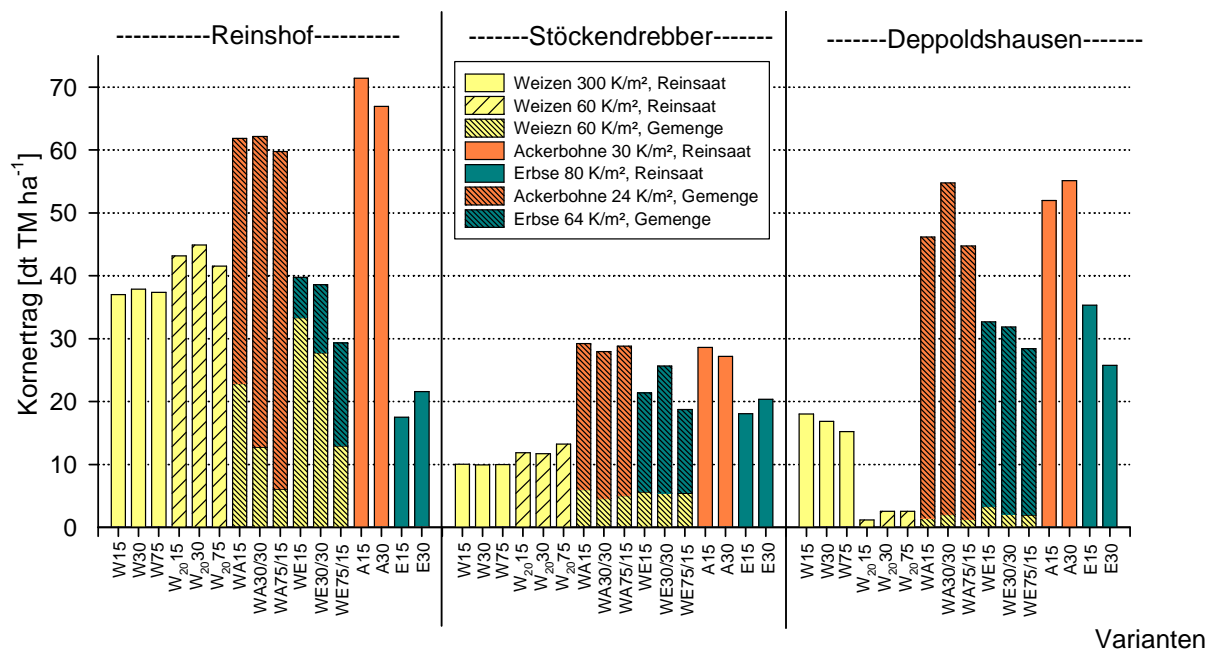
Tab. 1: Prüfglieder der Feldversuche

Variante	Abkürzung	Anbauform	Art	Reihenabstand cm	Saatstärke	
					keimfähige Körner/m ²	%
1	W15	Reinsaat	Weizen	15	300	100
2	W30	Reinsaat	Weizen	30	300	100
3	W75	Reinsaat	Weizen	75	300	100
4	W ₂₀ 15	Reinsaat	Weizen	15	60	20
5	W ₂₀ 30	Reinsaat	Weizen	30	60	20
6	W ₂₀ 75	Reinsaat	Weizen	75	60	20
8	WA15	Mischsaat	Weizen	15	60	20
			Ackerbohne	15	24	80
9	WA30/30	Abwechselnde Reihen	Weizen	30	60	20
			Ackerbohne	30	24	80
10	WA75/15	Reihen- Streifen- Gemenge	Weizen	75	60	20
			Ackerbohne	15	24	80
10	WE15	Mischsaat	Weizen	15	60	20
			Erbse	15	64	80
11	WE30/30	Abwechselnde Reihen	Weizen	30	60	20
			Erbse	30	64	80
12	WE75/15	Reihen- Streifen- Gemenge	Weizen	75	60	20
			Erbse	15	64	80
13	A15	Reinsaat	Ackerbohne	15	30	100
14	A30	Reinsaat	Ackerbohne	30	30	100
15	E15	Reinsaat	Erbse	15	80	100
16	E30	Reinsaat	Erbse	30	80	100

3 Projektergebnisse

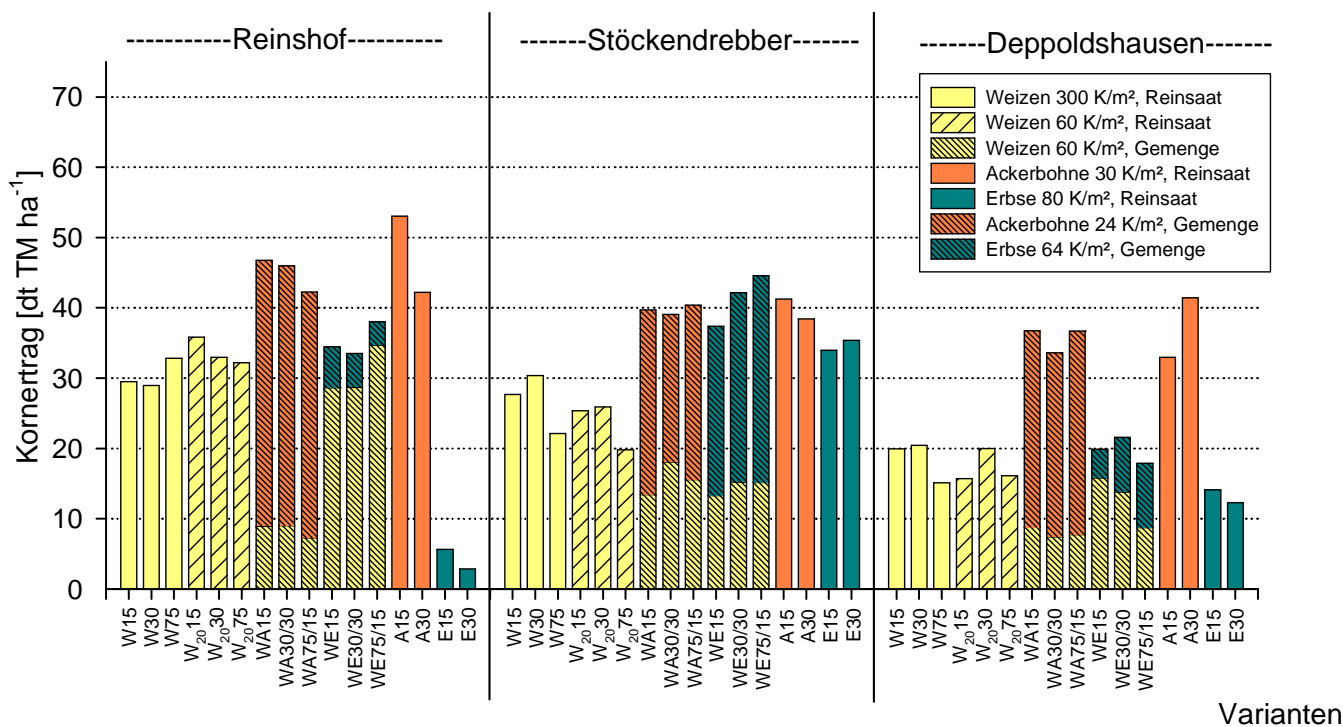
3.1 Kornerträge

Aufgrund der guten Wachstumsbedingungen in den Untersuchungsjahren 2004 und 2005, der hohen Kompensationsleistung des Weizens (Bestockung, Körner/Ähre) und der mechanischen Unkrautregulierung konnte der Weizen mit nur 20 % seiner Aussaatstärke in Reinsaat (60 Körner/m²) gleich hohe oder sogar höhere Kornerträge erzielen wie der Weizen bei normaler Saatstärke (300 Körner/m²). Eine so geringere Saatstärke des Weizens kann allerdings nicht generell empfohlen werden, da eine Gefahr eines Totalausfalls des Weizens besteht (siehe Standort Deppoldshausen im Jahr 2004, Abb. 1) und Unkräuter stärker als bei üblichen Saatstärken des Weizens reguliert werden müssen. Nur im Falle einer hohen Überwinterung des Weizens und eines effizienten Unkrautmanagements können Dünnsaaten zu den hier ermittelten Ertragsleistungen und Qualität des Korngutes führen. In Reinsaat kann die Winterackerbohne mit zum Teil sehr hohen Kornerträgen bis zu etwa 70,0 dt TM/ha (Standort Reinshof im Jahr 2004) eine attraktive Alternative darstellen. Allerdings gelingt es mit dem bisher verfügbaren Sortenspektrums der Winterackerbohne nicht, eine ausreichende Überwinterung an allen Standorten und in jedem Jahr in Deutschland sicherzustellen. Der Anbau der Wintererbse ist aufgrund der Lageranfälligkeit und der häufig einsetzenden Spätverunkrautung (Bild 6) trotz zum Teil sehr guten Erträgen mit einem höheren Risiko verbunden als der Anbau der Winterackerbohne. Die Gemenge aus Winterkornleguminosen und Winterweizen können auf Standorten mit sandigen oder sandig-lehmigen Böden absolute Mehrerträge in der Summe beider Partner erzielen, wie die Ergebnisse vom Standort Stöckendrebber zeigen. In der Regel hatten alle Gemengevarianten einen relativen Mehrertrag erbracht, so dass von einer höheren Flächenproduktivität der Gemenge im Vergleich zu den Reinsaaten gesprochen werden kann. Die Einzelerträge der Arten im Gemenge sind jedoch geringer als in Reinsaat (Abb. 1 und 2).



Varianten

Abb. 1: Kornerträge aller Prüfglieder in Rein- und Gemengesaat an den Standorten Reinshof, Stöckendrepper und Deppoldshausen im Jahr 2004 (Varianten vgl. Tab. 1)



Varianten

Abb. 2: Kornerträge aller Prüfglieder in Rein- und Gemengesaat an den Standorten Reinshof, Stöckendrepper und Deppoldshausen im Jahr 2005 (Varianten vgl. Tab. 1)

3.2 Qualität Weizen

Die Qualität des Weizens war in den Gemengen insbesondere mit der Winterackerbohne deutlich höher als in den Reinsaaten (Tab. 2). Die Konkurrenz mit der Ackerbohne war jedoch zum Teil zu hoch und führte zu kleinen Tausendkornmassen des Weizens. Mit der Erbse im Gemenge konnten ausreichende Qualitäten des Weizens bei geringeren Ertragseinbußen beim Weizen erzielt werden als im Gemenge mit der Ackerbohne.

Tab. 2: Qualitätsparameter des Weizens im Mittel der Reihenweiten über alle Standorte und Jahre

Parameter	Reinsaaten 100 %	Reinsaaten 20 %	Gemenge mit Ackerbohne	Gemenge mit Erbse
Rohprotein (%)	9,2	9,8	12,3	11,1
Feuchtkleber (%)	20,4	21,4	29,4	26,3
SDS-Sedi. (ml)*	63,5	68,0	76,5	69,7
MRMT ¹⁾ (ml je 100 g Mehl)	260,6	263,5	285,5	264,4
Fallzahl s ¹⁾	302,8	302,1	347,6	274,4

* SDS-Sedimentationswert, MRMT = Mikro-Rapid-Mix-Test = Backtest mit geringen Teigmengen; ¹⁾ durchgeführt mit Vollkornmehlen des Weizens

Die weiteren Reihenabstände des Weizens in Reinsaat sowie, insbesondere im Gemenge die Reihen-Streifen-Gemenge, zu höheren Qualitäten des Weizens (Tab. 3). Alle Untersuchungen wurden mit Vollkornmehlen durchgeführt. Aufgrund der Schalenanteile im Vollkornmehl fielen die hier ermittelten Sedimentationswerte sehr hoch und die Backvolumina sehr niedrig im Vergleich zu Test mit entsprechenden Auszugsmehlen des Typs 405 aus.

Tab. 3: Qualitätsparameter des Weizens im Mittel der Anbauformen über alle Standorte und Jahre

Parameter	15 cm Reihenabstand	30 cm Reihenabstand	75 cm Reihenabstand
Rohprotein (%)	10,2	10,3	10,9
Feuchtkleber (%)	23,3	23,8	25,8
SDS-Sedi. (ml)	67,1	68,3	72,9
MRMT ¹⁾ (ml je 100 g Mehl)	262,2	266,4	276,0
Fallzahl s ¹⁾	298,7	297,9	321,5

* SDS-Sedimentationswert, MRMT = Mikro-Rapid-Mix-Test = Backtest mit geringen Teigmengen; ¹⁾ durchgeführt mit Vollkornmehlen des Weizens

Ein Grund für eine bessere Backqualität des Weizens aus Gemengebau und hier insbesondere beim Anbau in einem Reihen-Streifen-Gemenge, war eine zeitliche (in Richtung Kornfüllungsphase) und räumliche (im Reihenzwischenraum unter den Leguminosen) Ver-

schiebung der Nutzung des mineralischen Stickstoffes im Boden. Dies zeigen die durchgeführten N_{\min} -Untersuchungen. Es wurde zudem in einigen Fällen festgestellt, dass bis zu 13, kg N/ha symbiotisch fixierter Stickstoff der Körnerleguminose im Gemenge zum Weizen transferiert und im Spross des Weizens eingelagert wurde. Dieser N-Transfer zum Weizen hat offenbar ebenfalls zur Qualitätssteigerung des Weizens aus Gemengebau beigetragen. In den Gemengen war darüber hinaus auch ein geringerer Weizenertrag im Vergleich zur Reinsaat zu verzeichnen, so dass im Gemenge für den Weizen je gebildeter Einheit Trockenmasse mehr Stickstoff zur Verfügung stand (Konzentrationseffekt). Die hohe Konkurrenz der Ackerbohne auf den Weizen hat zudem eine geringe Tausendkornmasse des Weizens hervorgerufen, so dass hier zusätzlich eine relative N-Anreicherung im Korn aufgrund geringer Stärkeeinlagerung erfolgt sein dürfte.

3.3 Vorfruchtwirkungen

Der Kornertrag des nachfolgenden Winterroggens war in der Regel nach den Leguminosenreinsaaten am höchsten: Im Mittel wurde ein Kornertrag von 33,0 dt TM/ha nach Erbse in Reinsaat und 31,0 dt TM/ha nach Ackerbohne in Reinsaat erzielt. Die Gemenge hatten aufgrund des relativ hohen Saatanteils der Leguminosen ebenfalls eine gute Vorfruchtwirkung auf den Roggen: Hier wurde ein Kornertrag des Roggens von im Mittel 30,0 dt TM/ha nach Erbse/Weizen und 28,5 dt TM/ha nach Ackerbohne/Weizen erreicht. Die geringsten Kornerträge des Roggens waren nach den Weizenreinsaaten mit im Mittel 25,1 dt TM/ha zu verzeichnen. Die Proteingehalte im Roggenkorn waren nicht durch die Vorfrucht beeinflusst worden.

3.4 Symbiotische N_2 -Fixierung, N-Transfer, N-Flächenbilanzsaldo

Bei der Ackerbohne in Reinsaat wurden zur Kornreife bis zu 279,5 kg N/ha symbiotisch fixierter Stickstoff im Spross gefunden. Gleichzeitig nahm die Winterackerbohne bis zu 167,6 kg N/ha aus dem Boden auf (Standort Reinshof im Jahr 2004). Die symbiotische N_2 -Fixierleistung der Erbse betrug bis zu 113,1 kg N/ha bei gleichzeitiger Aufnahme von bis zu 29,4 kg N/ha aus dem Boden (Standort Stöckendrebber im Jahr 2005). In den Gemengen waren die N-Menge im Spross der Leguminosen sowie die N-Menge aus der symbiotischen N_2 -Fixierleistung geringer als in Reinsaat. Hingegen war der Anteil Stickstoff aus der Luft im Spross der Leguminosen aus dem Gemenge in der Regel höher als in Reinsaat. Der Anteil Stickstoff aus der Luft im Spross der Ackerbohne betrug im Gemenge 97,8 % und in Reinsaat 83,7 %, bei der Erbse lagen die Anteile bei 97,4 % im Gemenge und 75,6 % in Reinsaat (Standort Reinshof im Jahr 2005). Hieraus wird ersichtlich, dass die Le-

guminosen im Gemenge durch die Konkurrenz des Weizens gezwungen wurden, einen höheren Anteil ihres Stickstoffbedarfes aus der symbiotischen N₂-Fixierung zu decken. Der vorhandene Stickstoff wird somit effizienter genutzt. Die absoluten Mengen an symbiotisch fixierten Stickstoffs und der N-Aufnahme aus dem Boden der Leguminose im Gemenge fielen allerdings geringer als in Reinsaat aus. Im Spross der Ackerbohne stammten maximal 238,1 kg N/ha aus der symbiotischen N₂-Fixierung und 46,7 kg N/ha aus dem Boden (Standort Reinshof im Jahr 2004). Bei der Erbse wurden maximal 88,8 kg N/ha aus der symbiotischen N₂-Fixierung und 13,0 kg N/ha aus dem Boden im Spross wieder gefunden (Standort Stöckendrebber im Jahr 2005). Tabelle 4 zeigt die mittlere symbiotische N₂-Fixierleistung und die N-Aufnahme aus dem Boden der Leguminosen, die zur Kornreife im Spross ermittelt wurde. Der Transfer symbiotisch fixierten Stickstoffs von den Leguminosen während des Wachstums zum Weizen war mittels ¹⁵N-Methoden nachweisbar. Im Jahr 2004 konnte am Reinshof in den Gemengen mit alternierenden Reihen bei der Ackerbohne ein N-Transfer in Höhe von 10,0 kg N/ha und bei der Erbse in Höhe von 13,0 kg N/ha ermittelt werden. Dies entsprach einem Anteil von 21,0 bzw. 22,0 % des Stickstoffes in der Weizensprossmasse.

Tab. 4: N-Ertrag im Spross (Korn + Stroh) der Leguminosen [kg N/ha] aus symbiotischer N₂-Fixierleistung und N-Aufnahme aus dem Boden im Mittel der Standorte und Jahre

	Ackerbohne Reinsaat	Ackerbohne Gemenge	Erbse Reinsaat	Erbse Gemenge
Boden-N	61,0	27,0	31,0	13,0
Luft-N	196,0	166,0	57,0	48,0
Gesamt-N	257,0	192,0	88,0	61,0

Die N-Flächenbilanzsalden der nicht mit Stickstoff gedüngten Bestände ergaben in der Regel ein N-Bilanzsalde in der Reihenfolge Leguminosenreinsaat > Gemenge > Weizenreinsaat. Im Mittel über die Reihenweiten, Standorten und Jahren wurden folgende N-Bilanzsalden ermittelt:

- Ackerbohne Reinsaat (+11,2 kg N/ha) > Gemenge Ackerbohne/Weizen (+0,2 kg N/ha) > Weizenreinsaat (-38,2 kg N/ha) sowie
- Erbse Reinsaat (-0,4 kg N/ha) > Gemenge Erbse/Weizen (-26,2 kg N/ha) > Weizenreinsaat (-38,2 kg N/ha).

3.5 Deckungsbeiträge

Folgende Annahmen wurden für die Berechnungen der Deckungsbeiträge getroffen: Die Verkaufspreise wurden nach Angaben der ZMP der Jahre 2005 und 2006 als lose Ware angenommen: Weizen zwischen 22,00 und 27,00 €/dt, Ackerbohne/Erbsen 22,00 bis 24,00 €/dt, Roggen 18,00 €/dt. Dazu wurden die sonstigen Leistungen addiert: 203,00 €/ha mittlere Flächenzahlung und die Beibehaltungsförderung von 137,00 €/ha. Bei den Kosten wurde auf KTBL-Daten (2006) zurückgegriffen. Im Gemenge ergibt sich neben der Reinigung ein zusätzlicher Bedarf für die Trennung in Höhe von 2,00 €/dt. Für die Unkrautregulierung wurden im Gemenge weniger Arbeitsgänge (Striegeln; Hacken) unterstellt.

Tabelle 5 zeigt die Deckungsbeiträge der Anbauformen am Beispiel eines Standortes mit schweren und leichten Bodens. Die Ackerbohngemenge kamen auf dem schweren Boden (Standort Reinshof im Jahr 2004) auf den höchsten Deckungsbeitrag. Auf sehr leichtem Boden (Standort Stöckendrebber im Jahr 2004) erbrachten die Gemenge mit Erbse den höchsten Deckungsbeitrag. Innerhalb der Ackerbohngemenge konnte keine Variante als die Beste herausgearbeitet werde. Bei den Erbsengemengen war an den Standorten Reinshof und Stöckendrebber im Jahr 2004 und 2005 immer die Mischsaat von Vorteil, während es am Standort Deppoldshausen stets die Variante mit alternierenden Reihen war. Neben den Anbau einer Fruchtart bzw. Fruchtartengemenges bezogenen Deckungsbeitrag wurde in die Bewertung der Bestände der Vorfrucht wert zu Winterroggen mit einbezogen und ein Gesamtdeckungsbeitrag über den Anbau von zwei Früchten (Vor- und Nachfrucht) anhand der ermittelten Ertragsleistungen der Früchte in den Versuchen ermittelt. Es zeigte sich, dass die Leguminosen und die Gemenge mit Leguminosen aufgrund der besseren Vorfruchtwirkung zum Roggen im Vorteil waren (Tab. 5).

Tab. 5: Deckungsbeiträge der Anbauform (DB) sowie über zwei Früchte (Anbauform + Nachfrucht Winterroggen, DB FF) in €/ha am Beispiel eines Standortes mit schwerem Boden (Standort Reinsfof (REI) im Jahr 2004) und eines Standortes mit leichtem Boden (Standort Stöckendrebber (STÖ) im Jahr 2004)

	Standort	Weizen Reinsaat	Ackerbohne/ Weizen Gemenge	Erbse/ Weizen Gemenge	Ackerbohne Reinsaat	Erbse Reinsaat
DB	schwer	+763.95	+964.73	+565.01	+661.81	+126.50
	leicht	+113.27	+335.78	+363.42	+273.47	+328.02
DB FF	schwer	+1126.03	+1488.25	+1130.57	+1219.35	+648.71
	leicht	+495.68	+879.62	+949.30	+851.34	+870.56

Bei den Reinsaat der Erbse konnte im Mittel ein geringer Deckungsbeitrag des ersten Jahres über eine höhere Vorfruchtwirkung teilweise ausgeglichen werden. Innerhalb der Gemenge resultierte der beste Deckungsbeitrag bei den Ackerbohngemengen aus dem Anbau von Reihen-Streifen-Gemengen und bei den Erbsengemengen die alternierenden Reihen.

3.6 Ökologische Leistungen (Schädlinge, Krankheiten, Lager)

Stetig steigende Anbauflächen der Körnererbsen in Deutschland führen zu höherem Auftreten einiger Leguminosenschädlinge wie z. B. dem Erbsenwickler (*Cydia nigricana* F.). Die im Rahmen des Forschungsvorhabens durchgeführten Untersuchungen zeigten keine Unterschiede zwischen dem Anbau der Erbse in Reinsaat und Gemenge aus Erbse und Weizen. Es wurden nachstehende Parameter geprüft: Zuflug des Erbsenwicklers ermittelt über Pheromonlockstofffallen (Bild 5 im Anhang), Anteil vom Erbsenwickler befallene Hülsen und vom Erbsenwickler beschädigte Körner sowie Ertragsverlust durch Fraß der Larve des Erbsenwicklers am Korn.

Pilzliche Krankheitserreger wie z. B. *Fusarium* ssp. werden unter anderem durch Regenspritzer verbreitet und gelangen so über die einzelnen Blättertaggen zur Ähre. Der Abstand des Fahnenblattes zur Ähre kann möglicherweise bei der Verbreitung von Bedeutung sein. So wurde ein größerer Abstand zwischen Fahnenblatt und Ähre des Weizens mit im Mittel 2,3 cm im Vergleich zu den Weizenreinsaat im Gemenge mit der Ackerbohne festgestellt. Im Gemenge mit der Erbse wies der Weizen gleich hohe Abstände zwischen Fahnenblatt und Ähre auf.

Erbsen können beim Anbau in Reinsaat sehr stark ins Lager gehen. Dies führt zum einen zu einem verstärkten Wachstum der Unkräuter in der Abreife und erschwert zum anderen die Beerntung der Erbsen. Im Gemenge mit Getreide kann die Erbse sich am Gemengepartner abstützen oder sich sogar mit den Ranken festhalten (Bild 6 im Anhang). Ein deutliches Lagern der Erbse trat in den hier geprüften Gemengen nicht auf. Dabei konnte sich die Erbse am besten in Mischsaat vor einem Lager schützen, während sich die Erbse in den Reihen-Streifen-Gemengen weniger gut aufrecht halten konnte (Abb. 3).

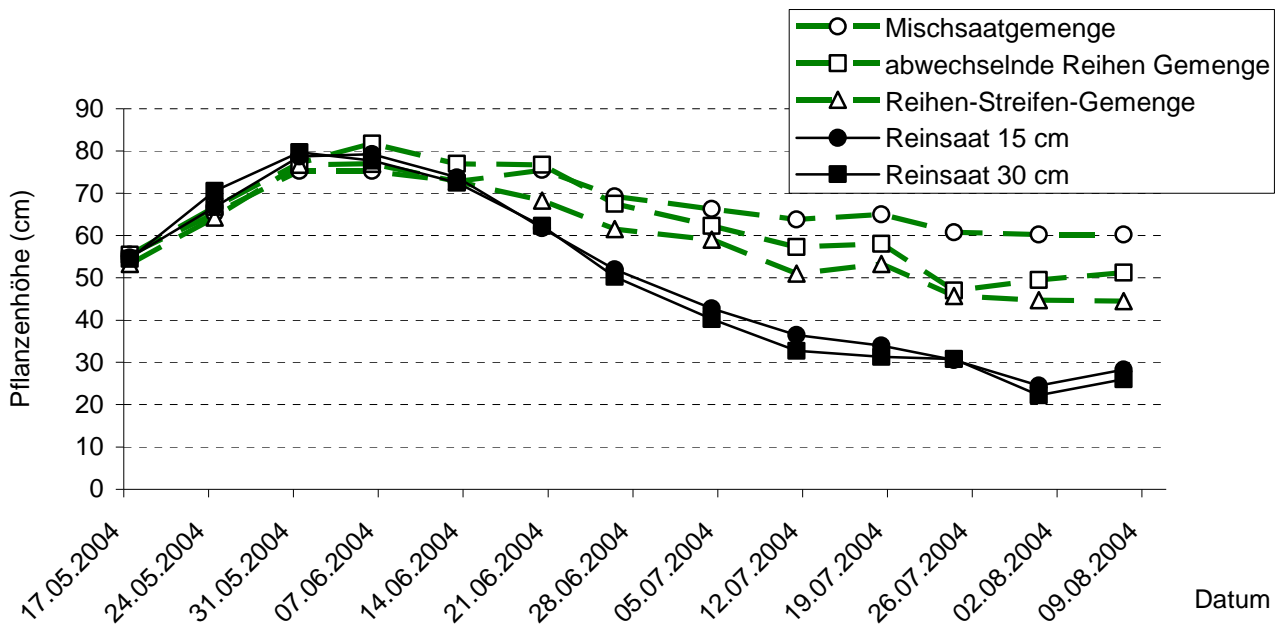


Abb. 3: Bestandeshöhe der Erbsen in Rein- und Gemengesaat am Beispiel des Standortes Stöckendrebber im Jahr 2004

4 Empfehlungen für die Praxis

Eine Reihe an Vorteilen können zum Anbau von Winterweizen im Gemenge mit einer Winterform der Ackerbohne und Erbse genannt werden:

- bessere Ausnutzung vorhandener Wachstumsfaktoren
- effizientere Nutzung des N_{\min} -Vorrates im Boden zur Qualitätssteigerung des Weizens in Kornfüllungsphase
- höhere Proteingehalte und Kornqualitäten beim Weizen
- Erweiterung der Fruchtfolge durch Anbau von Winterkörnerleguminosen
- frühere Reife der Winterkörnerleguminosen im Vergleich zu deren Sommerformen (ein bis zwei Wochen)
- Transfer symbiotisch fixierten Stickstoffs zum Weizen möglich
- verbesserte Unkrautunterdrückung
- kein Lager der Erbse in Mischsaat
- längerer Abstand zwischen Fahnenblatt und Ähre des Weizens (Gefahr des Krankheitsbefalls kann sinken)
- höhere Deckungsbeiträge möglich
- hohe Vorfruchtwirkung

Dennoch bestehen einige Schwierigkeit beim Anbau der Winterformen der Ackerbohne und Erbse: Die bunt blühende, taninhaltige Ackerbohnenart Hiverna ist derzeit die einzige zugelassene Winterackerbohne. Die Erbsensorte Cheyenne eine halbblattlose, weiß blühende Körnererbse war für das Gemenge mit Weizen im Versuch gut geeignet (Bild 4 im Anhang). Die neu zugelassene Sorte EFB 33 ist aufgrund ihres starken Wuchses (vollbeblätterte Sorte) nicht für Druschgemenge sondern eher für Gemenge oder in Reinsaat zur Biomasseerzeugung zu empfehlen. Im Gemenge (z.B. mit Winterroggen) muss die EFB 33 mit deutlich geringeren Saatstärken angebaut werden (ca. 40 kg/ha + 60 kg/ha Roggen). Die Sorten Hiverna und Cheyenne sind für einen Anbau in Deutschland nicht ausreichend winterhart, so dass sie bei starken Frösten im Winter auswintern können. Die Ackerbohnenart Hiverna kann stark bestocken, wenn der Haupttrieb abfriert. Deshalb sollte in einigen Fällen eine niedrigere Saatstärke als angegeben gewählt werden. Die hier geprüften Sorten der Winterkörnerleguminosen blühen und reifen ungleichmäßig von unten nach oben ab, so dass nicht in jedem Fall ein synchroner Verlauf der Reife beim Winterweizen und den geprüften Körnerleguminosen zu verzeichnen ist.

Saatstärke und Reihenweite müssen an den Standort und die vorhandene Technik betriebsspezifisch angepasst werden. Hinweise hierzu finden sich im Anbautelegramm (Tab. 6). Um dem Problem der Entmischung der Arten im Saatgutbehälter entgegenzuwirken, dem Anspruch der Arten an unterschiedliche Ablagetiefen gerecht zu werden und möglicherweise neue Gemengeformen (abwechselnde Reihen, Reihe-Streifen-Gemenge) auszuprobieren, sollte die Etablierung der Gemenge mit geeigneter Sätechnik durchgeführt werden. Praxisreife Lösungen zum Umbau von Sämaschinen bei nur einer Überfahrt gibt es bereits (Bild 7 im Anhang). Aber auch mit einer üblichen Drillmaschine kann durch doppelte Überfahrt dieses Ziel erreicht werden. Mit der Erbse ist zudem eine gemeinsame Aussaat möglich.

Bei einem gemeinsamen Drusch der Arten muss der Aufwand für die Trennung berücksichtigt werden. Im Vergleich zur Erbsenreinsaat bei starkem Lager, hohen Trocknungskosten oder Totalausfall lohnt sich der Gemengeanbau dennoch. Die ganzen Körner der Leguminosen lassen sich auf einer einfachen Schüttelsiebreinigung problemlos für eine Verwendung als Futterware herausreinigen. Beim Weizen ist mit Bruchstücken aufgrund der ungleichmäßigen Abreife der Körnerleguminosen zu rechnen, die sich mitunter nicht so leicht herausreinigen lassen.

Tab. 6: Anbautelegramm Gemenge

	Winterackerbohne/ Winterweizen	Wintererbse/ Winterweizen
Standort	gute Wasserführung, lehmig-tonige Böden, ab 50 BP	leichte bis mittlere Böden, sandig bis lehmiger Sand, < 50 BP
Vorfrucht	Nichtleguminose z.B. Getreide	Nichtleguminose z.B. Getreide
Nachfrucht	Winterroggen oder –triticale	Winterroggen oder -triticale
Aussaat	01. bis 25. Oktober	20. Oktober bis 10. November
Saattiefe	8 cm (AB), 3 cm (W)*	5 cm (E), 3 cm (W)
Saatstärke	ca. 30 K/m ² (AB) + 150 K/m ² (W) ca. 150 kg/ha (AB) + 65 kg/ha (W)	ca. 80 K/m ² (E) + 100 K/m ² (W) ca. 165 kg/ha (E) + 45 kg/ha (W)
TKM der Leguminosen	ca. 485 g	ca. 180 bis 210 g
Saattechnik	wenn möglich getrennt in zwei Sä- kästen oder zwei Überfahrten	gemeinsame Aussaat möglich
Sorten	zurzeit nur: Hiverna	halbblattlose Körnererbsen aus Frankreich (Cheyenne) oder Eng- land
Gemenge- form/ Reihenweite	weiterer Reihenabstand des Wei- zens je nach verfügbarer Technik 40 bis 50 cm, dazwischen 2 bis 3 Reihen AB	Mischsaat mit Mischung im Saat- gutbehälter möglich oder abwech- selnde Reihen
Bestandesfüh- rung	keine Unkrautregulierung nötig, Läuse und Blattkrankheiten der AB möglich	keine Unkrautregulierung nötig, Erbsenwicklerbefall auch im Ge- menge, Läuse möglich
Ernte	gemeinsamer Drusch	gemeinsamer Drusch
Trennung	AB-Bruchstücke im Weizen, Trom- melsiebreinigung möglich	Schüttelsieb möglich, weniger Bruchstücke der Erbse im Weizen
Nutzung	Korngut: Backweizen, Futteracker- bohne	Korngut: Backweizen, Futtererbse
Ertrag im Ver- gleich zur je- weiligen Rein- saat	39 % W + 79 % AB	61 % W + 65 % E
Qualitätsver- besserung Weizen im Vergleich zu den Reinsaa- ten	+1,1 bis +10,5 Prozentpunkte Protein +10,5 bis +37,4 Prozentpunkte Feuchtkleber +6,0 bis +55,5 ml SDS-Sedi. +24,0 bis 139,0 ml je 100 g Voll- kornmehl Backvolumen (MRMT) +10,5 bis 374,0 s Fallzahl	+0,3 bis +7,3 Prozentpunkte Prote- in +5,0 bis +33,1 Prozentpunkte Feuchtkleber 0,0 bis +41,0 ml SDS-Sedi. +16,0 bis 124,0 ml je 100 g Voll- kornmehl Backvolumen (MRMT) +1,3 bis 364,0 s Fallzahl
Deckungsbei- trag #	+13,57 bis +393,77 €/ha (W); -243,04 bis +231,22 €/ha (AB)	-392,87 bis +361,32 €/ha (W); -57,54 bis +691,98 €/ha (E)
Deckungsbei- trag über zwei Fruchtfolge- felder#	+147,40 bis +538,08 €/ha (W); -8,31 bis -758,94 €/ha (AB)	-285,34 bis +876,55 €/ha (W); +6,78 bis +523,87 €/ha (E)

* W = Weizen, AB = Ackerbohne, E = Erbse; # Differenz zu den Reinsaaten

5 Zusammenfassung

Im Gemengeanbau aus Winterweizen mit Winterkörnerleguminosen sind höhere Kornqualitäten des Weizens zu erzielen. Dabei ist mit Kornertragsverlusten der einzelnen Arten im Gemenge zu rechnen. Dennoch sind im Gemengeanbau in der Summe höhere Deckungsbeiträge möglich. Entscheidend für das Gelingen der Mischung sind die standortspezifische Wahl des Gemengepartners sowie die Höhe der Aussaatstärke. Über die Wahl der Gemengeanbauformen (Mischsaat, abwechselnde Reihen, Reihen-Streifen-Gemenge) kann für jeden Betrieb eine an den Standort und die vorhandene Technik angepasste Lösung gefunden werden. Die Nutzung des mineralischen Stickstoffs im Boden (N_{\min}) durch den Weizen kann über die Reihenweite im Gemenge zeitlich und räumlich verschoben werden und so zur Qualitätsverbesserung des Weizens beitragen. Die Konkurrenz auf den Weizen darf nicht zu hoch sein, damit die Körner ausreichend gefüllt werden. Die Winterackerbohne und –erbse müssen hinsichtlich Winterfestigkeit, Gehalt an antinutritiven Substanzen und gleichmäßiger Abreife weiter züchterisch verbessert werden. Schwierigkeiten gibt es derzeit bei der Aussaat und Ernte sowie Trennung von Körnerleguminosen-Getreide-Gemengen.

6 Weiterführende Literatur

- HOF, C & R. RAUBER, 2003: Anbau von Gemengen im ökologischen Landbau. Broschüre erstellt im Bundesprogramm Ökologischer Landbau, Göttingen & Bonn. ISBN: 3-00-011733-4.
- HOF-KAUTZ, C. & K. SCHMIDTKE, 2007: Erzeugung von Weizen hoher Backqualität durch Gemengeanbau mit Winterackerbohne und Wintererbse im ökologischen Landbau. Abschlussbericht des Projektes BLE 03OE050. Zu beziehen bei den Autoren oder unter <http://orgprints.org>

7 Bilder

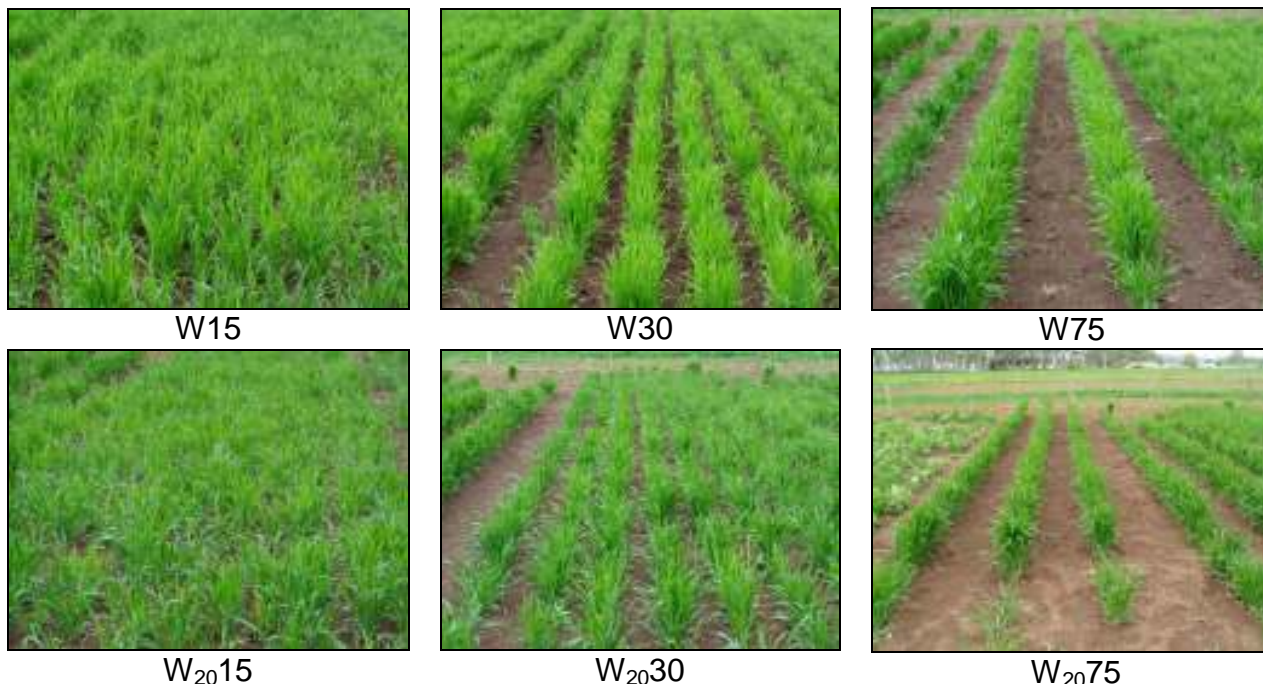


Bild 1: Weizenreinsaatvarianten: W15 = 300 Körner/m², 15 cm Reihenabstand, W30 = 300 Körner/m², 30 cm Reihenabstand, W75 = 300 Körner/m², 75 cm Reihenabstand, W₂₀15 = 60 Körner/m² (20 %), 15 cm Reihenabstand, W₂₀30 = 60 Körner/m² (20 %), 30 cm Reihenabstand, W₂₀75 = 60 Körner/m², 75 cm Reihenabstand

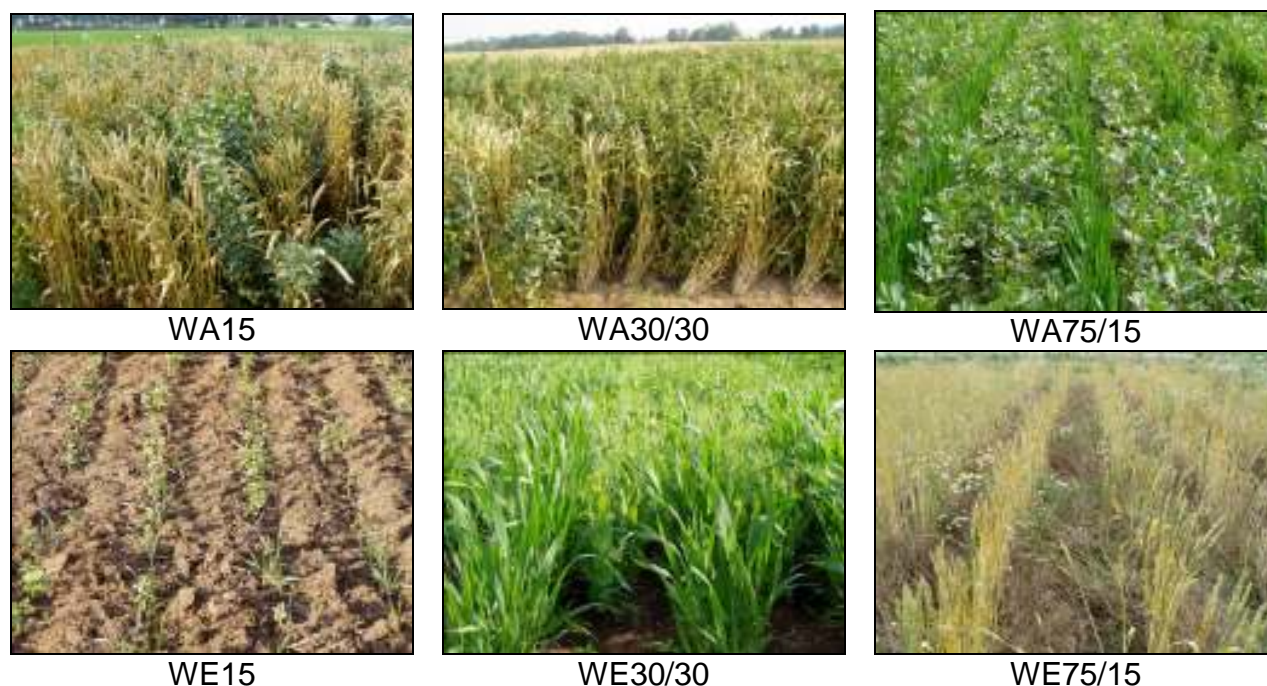


Bild 2: Gemenge: WA15 = 60 Körner/m² Weizen + 24 Körner/m² Ackerbohne, 15 cm Reihenabstand, WA30/30 = 60 Körner/m² Weizen + 24 Körner/m² Ackerbohne, 30 cm Reihenabstand, WA75/15 = 60 Körner/m² Weizen + 24 Körner/m² Ackerbohne, 75 cm Reihenabstand Weizen, 15 cm Reihenabstand Ackerbohne, WE15 = 60 Körner/m² Weizen + 64 Körner/m² Erbse, 15 cm Reihenabstand, WE30/30 = 60 Körner/m² Weizen + 64 K/m² Erbse, 30 cm Reihenabstand, WE75/15 = 60 K/m² Weizen + 64 Körner/m² Erbse, 75 cm Reihenabstand Weizen, 15 cm Reihenabstand Erbse

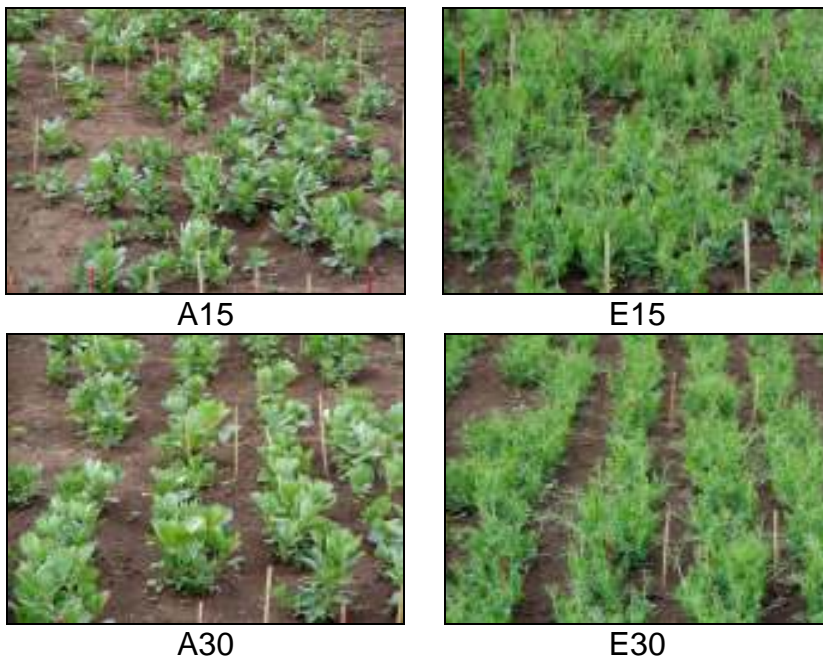


Bild 3: Leguminosenreinsaaten: A15 = Ackerbohne 30 Körner/m², 15 cm Reihenabstand, A30 = Ackerbohne 30 Körner/m², 30 cm Reihenabstand, E15 = Erbse 80 Körner/m², 15 cm Reihenabstand, E30 = Erbse 80 Körner/m², 30 cm Reihenabstand



Bild 4: Weiß blühende halbblattlose Wintererbsensorte „Cheyenne“, bunt blühende Winterackerbohnsensorte „Hiverna“



Bild 5: Monitoring des Erbsenwicklerzufluges mittel Phoromonleimfallen, Schaden des Erbsenwicklers *Cydia nigricana* F. (rechts, Quelle: http://www.landwirtschaft.sachsen.de/de/wu/organisation/untere_behoerden/landwirtschaft/roetha/inhalt_re_943_1291.html, Datum: 24.06.2004)



Bild 6: Lager der Erbse in Reinsaat (links), Ranken der Erbse halten sich im Gemenge am Weizen fest (rechts)



Bild 7: Zwei baugleiche mechanische Drillmaschinen für die Aussaat von Gemengen mit unterschiedlichen Verteilungsmustern (abwechselnde Reihen, Reihen-Streifen-Gemenge), unterstützt durch die Firma Amazone



Bild 8: Unkrautregulierung mit einer Rollhacke (links), N_{\min} -Probenahme (rechts)

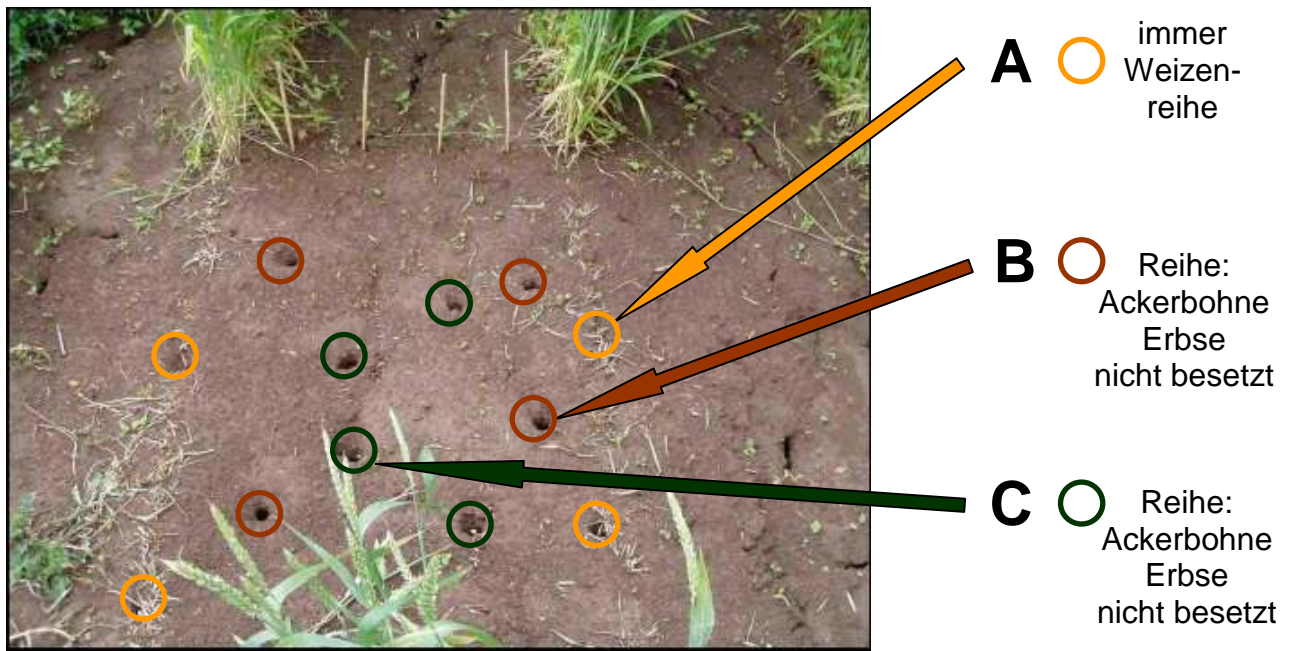


Bild 9: N_{min}-Probenahmeorte

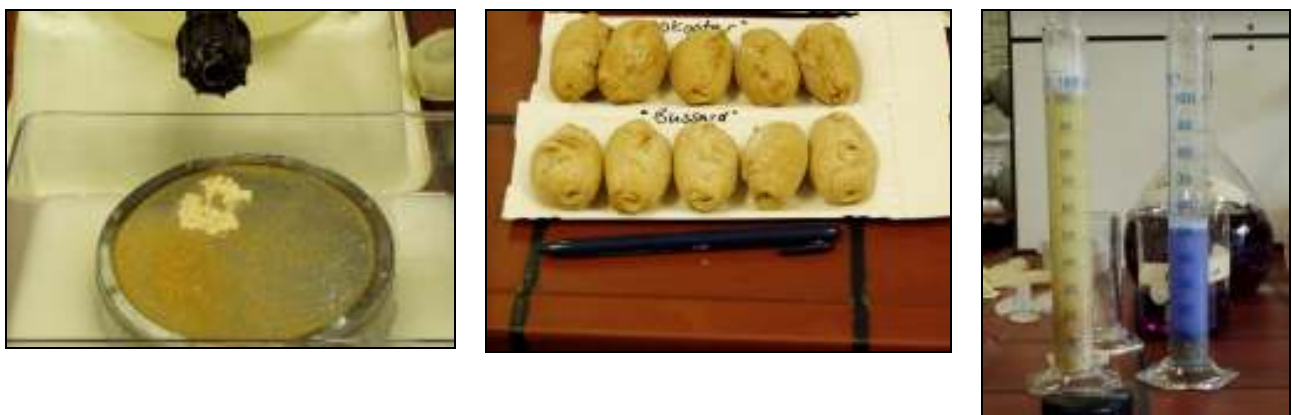


Bild 10: Qualitätsuntersuchungen beim Winterweizen: Feuchtkleber (links), Mikro-Rapid-Mix-Test (Mitte) und SDS-Sedimentationswert (rechts)