



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Angewandte Pflanzen-
wissenschaften und Pflanzenbiotechnologie



**Wintererbse (*Pisum sativum* ssp. *sativum*):
Produktionskriterien und Versuchsergebnisse im
Biologischen Landbau unter pannonischen
Klimabedingungen**

Diplomarbeit

vorgelegt von

Elisabeth Neuner

Studienrichtung: Landwirtschaft

Betreuung:

Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Peter Liebhard

Dr. Wilfried Hartl, Bio Forschung Austria

Wien, Dezember 2010

Danksagung

Auf diesem Wege möchte ich mich bei allen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit in verschiedenster Weise unterstützt haben.

Ein besonderer Dank gilt Herrn Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Peter Liebhard für die Betreuung der Diplomarbeit an der BOKU und für die Ermutigung zum Abschließen der Arbeit.

Ebenfalls bedanke ich mich herzlich bei Herrn Dr. Wilfried Hartl für die Betreuung der Arbeit sowie die fachliche Unterstützung.

Allen Mitarbeitern der Bio Forschung Austria, die mich auf vielfache Weise, sei es bei den Beprobungen oder bei Fragen, unterstützt haben und mir mit Rat zur Seite standen, möchte ich herzlich danken.

Herrn Karl Strohmayer danke ich für den Anbau sowie die Ermöglichung der Beprobungen auf seinem Feld.

Ebenso Herrn Friedrich Platz und den Mitarbeitern der AGES Außenstelle Großnondorf für die sehr gute Zusammenarbeit.

Für die fachliche Unterstützung zu Wintererbsen bin ich Herrn Dipl.-Ing. Werner Vogt-Kaute dankbar.

Ein großer Dank an Herrn Dipl.-Ing. Gerhard Sigl für seine Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Herrn Gerhard Hof bin ich für die Vermittlung von Fachwissen, Einblicke in seinen Bio-Betrieb sowie die Diskussionsbereitschaft sehr dankbar.

Meinen Studienkollegen und Freunden danke ich für die schöne Studienzeit und die Ermutigungen in der langen Schlussphase.

Danke an Florian für die Unterstützung und die fachliche Hilfe.

Meiner Schwester Katharina danke ich für das Korrekturlesen der Diplomarbeit.

Der größte Dank gebührt meinen Eltern, die mir mein Studium ermöglicht haben und mich immer unterstützten. Meinem Papa, der mein Interesse an der Landwirtschaft weckte, bin ich für seine unendliche Geduld ewig dankbar.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung	6
1.1. Einleitung	6
1.2. Problem- und Fragestellung	8
1.3. Zielsetzung.....	9
2. Ausgewählte Literatur	10
2.1. Probleme im Körnerleguminosen Anbau	10
2.1.1. Züchtung	12
2.2. Botanische Besonderheiten	13
2.3. Wintererbse.....	16
2.3.1. Sorten	17
2.3.2. Fruchtfolge	19
2.3.3. Winterhärte	20
2.3.4. Herbstsaat.....	23
2.3.5. Frühjahrsanbau von Wintererbsen.....	24
2.3.6. Nährstoffbedarf und Düngung.....	25
2.3.7. Krankheiten und Schädlinge	25
2.3.8. Ernte.....	25
2.3.9. Ertrag	26
2.4. Wintererbse in Mischkultur (Gemenge) mit Wintergetreide.....	26
2.5. Winterackerbohne	27
2.6. Tierische Schaderreger	28
3. Material und Methoden	29
3.1. Versuchsstandorte, Bewirtschaftung und Klima	29
3.1.1. Platt	29
3.1.2. Senning.....	30
3.2. Versuchsdurchführung	30
3.2.1. Standort Platt.....	30
3.2.2. Standort Senning	33
3.3. Methoden.....	34
3.3.1. Pflanzenbauliche Parameter	34
3.3.2. Nitratstickstoffgehalt (NO ₃ -N kg/ha) im Boden.....	36
3.3.3. Proteingehalt im Korn	36
3.3.4. Befall mit Gestreiftem Blattrandkäfer (<i>Sitona lineatus</i> L.)	36
3.3.4.1. Befall an den Blättern	36
3.3.4.2. Befall an den Wurzelknöllchen (Knöllchenbakterien).....	38
3.3.5. Befall von Erbsenblattlaus (<i>Acyrtosiphon pisum</i> H.)	41
3.3.6. Befall mit Erbsenwickler (<i>Cydia nigricana</i> Steph.) und Erbsenkäfer (<i>Bruchus pisorum</i> L.).....	42

3.4. Statistische Auswertung.....	43
4. Ergebnisse.....	44
4.1. Sorten-, Termin- und Saatstärkenversuch, Standort Platt (2007/2008)	44
4.1.1. Feldaufgang.....	44
4.1.2. Befall mit Blattrandkäfer.....	45
4.1.2.1. Befall an den Blättern	45
4.1.2.2. Befall durch Blattrandkäferlarven an den Wurzelknöllchen	51
4.1.3. Blattlausbefall	55
4.1.4. Trieblänge, Bestandshöhe und Lagerneigung.....	57
4.1.5. NO ₃ -Stickstoffgehalt im Boden und ausgewählte Erträge.....	60
4.1.6. Kornerträge	62
4.1.7. Befall mit Erbsenwickler (<i>Cydia nigricana</i> Steph.) und Erbsenkäfer (<i>Bruchus pisorum</i> L.).....	65
4.2. Demonstrationsversuch, Standort Senning (2007/2008)	68
4.2.1. Feldaufgang.....	68
4.2.2. Befall mit Blattrandkäfer.....	68
4.2.2.1. Befall an den Blättern	68
4.2.2.2. Befall durch Blattrandkäferlarven an den Wurzelknöllchen (Knöllchenbakterien)	72
4.2.3. Blattlausbefall	75
4.2.4. Bestandshöhen und Triebängen	77
4.2.5. Biomasseerträge und Proteingehalt.....	78
4.2.6. Nitrat-Stickstoffgehalt (NO ₃ -N kg/ha) im Boden und Kornertrag.....	79
4.2.7. Befall mit Erbsenwickler (<i>Cydia nigricana</i> Steph.) und Erbsenkäfer (<i>Bruchus pisorum</i> L.).....	81
5. Diskussion.....	84
5.1. Anbaueignung von unterschiedlichen Wintererbsensorten bzw. Genotypen im Biologischen Landbau im pannonischen Klimagebiet.....	84
5.1.1. Winterhärte	84
5.1.2. Saattermin	85
5.1.3. Pflanzenwachstum und Beikrautunterdrückung	86
5.1.4. Standfestigkeit.....	87
5.1.5. Kornertrag und Nitratstickstoffgehalt im Boden	88
5.2. Anfälligkeit der Wintererbsen auf Schädlingsbefall durch Blattrandkäfer, Blattläuse, Erbsenwickler und Erbsenkäfer	94
5.2.1. Schäden durch Blattrandkäfer	94
5.2.1.1. Befall an den Blättern	94
5.2.1.2. Befall durch Blattrandkäferlarven an den Knöllchen.....	96
5.2.2. Schäden durch Blattläuse	97
5.2.3. Schäden durch Erbsenkäfer und Erbsenwickler	98
6. Schlussfolgerung und Ausblick	100
7. Zusammenfassung	102
8. Abstract	104
9. Quellenverzeichnis.....	105
10. Abbildungsverzeichnis	112

11. Tabellenverzeichnis	114
12. Abkürzungsverzeichnis.....	117
13. Anhang – Ausgewählte Literatur.....	118
13.1. Ergebnisse von Wintererbsen-Versuchen.....	118
13.1.1. Wintererbsenversuche in Deutschland	118
13.1.1.1. Versuche in Hebenshausen im Jahr 2001/2002.....	118
13.1.1.2. Feldversuche in Hebenshausen und Frankenhausen im Jahr 2002/2003.....	120
13.1.1.3. Versuchsergebnisse in Waldböckelheim im Jahr 2004/2005	123
13.1.2. Versuchsergebnisse in Österreich im Jahr 2006/2007.....	123
13.1.3. Wintererbsenversuchsergebnisse in Norditalien.....	126
13.2. Wintererbse zur Gründüngung.....	127
13.2.1. Versuchsergebnisse aus der Schweiz	127
13.2.2. Versuchsergebnisse aus den USA	129
13.3. Wintererbse in Mischkultur (Gemenge) mit Wintergetreide.....	131
13.3.1. Gemengeversuche in Deutschland im Jahr 2005/2006.....	131
13.3.2. Vergleich von Wintererbsen und einer Sommererbse im Gemenge und in Reinsaat (Deutschland) ...	131
13.3.2.1. Vorfruchtwirkung und Stickstoffhaushalt	133
13.3.2.2. Bestimmung der N-Fixierungsleistung.....	134
13.3.2.3. Gemengeversuche in Österreich im Jahr 2008/2009.....	135
13.3.3. Gemengeversuche in den USA.....	140
13.3.4. Wintererbse und Winterackerbohne im Gemenge mit Winterweizen in Deutschland.....	143
13.4. Tierische Schaderreger	146
13.4.1. Gestreifter Blattrandkäfer (<i>Sitona lineatus</i> L.).....	146
13.4.2. Grüne Erbsenblattlaus (<i>Acyrtosiphon pisum</i> H.).....	149
13.4.3. Erbsenwickler (<i>Cydia nigricana</i> Steph.).....	153
13.4.4. Erbsenkäfer (<i>Bruchus pisorum</i> L.)	155

1. Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung

1.1. Einleitung

Körnerleguminosen stellen einen unverzichtbaren Bestandteil in der Fruchtfolge von vielen biologisch wirtschaftenden Betrieben dar (VOGT-KAUTE, 2005, s.p.). Durch ihre Fähigkeit Luftstickstoff zu binden, helfen sie das Stickstoffangebot nachfolgender Nichtleguminosen zu erhöhen. Darüber hinaus wirken sie humusmehrend. Durch ihre Fähigkeit Mineralstoffe, insbesondere Phosphat, aufzuschließen und durch ihre gute Durchwurzelung in obere Bodenschichten zu befördern, tragen sie zur Erhaltung und Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit bei (BÖHM, 2009, 14).

Ebenfalls in der Tierfütterung nehmen Körnerleguminosen eine wichtige Funktion als Proteinlieferanten ein (BÖHM, 2009, 14). Bei dem erwarteten Anstieg der biologischen Tierproduktion (PADEL et al., 2003 zitiert in ANNICCHIARICO und FILIPPI, 2007, 194) ist mit einem steigenden Bedarf an proteinhaltigen Futtermitteln zu rechnen. „Dem steigenden Bedarf an eiweißhaltigen Futtermitteln in der biologischen Tierhaltung stehen abnehmende inländische Produktionsmengen gegenüber“ (KROMP et al., 2009, 5). Durch die Frühjahrssaussaat eines Großteils der Körnerleguminosen, wie Sommererbsen und Ackerbohnen, liegt das Feld im Winter davor meist brach. Dadurch besteht eine hohe Gefahr von Bodenerosion und Stickstoffverlagerung bzw. Auswaschung (URBATZKA, 2003, 1). Der Anbau von winterharter, normalblättriger Erbse würde dies reduzieren und unterdrückt zudem auch effektiv das Beikraut (GRAß et al., 2004, 12). Die Wintererbsen tragen auch zu einer Erweiterung der Kulturpflanzenvielfalt bei (URBATZKA, 2003, 2).

In Frankreich hat der Anbau von Wintererbsen schon seit langer Zeit Tradition (URBATZKA, 2002, 13). Im Jahr 2003 wurden bereits etwa 17.000 ha Wintererbsen angebaut, was auch zur Entwicklung neuer, moderner halbblattloser (semi-leafless) und einiger normalblättriger Sorten führte (URBATZKA, 2003, 1). Die neuen halbblattlosen Sorten weisen aber in Deutschland meist eine zu geringe Winterhärte auf. In Deutschland wurden bis vor einigen Jahren Wintererbsen in geringem Umfang zu Versuchszwecken angebaut. Daraus erfolgte die Zulassung der alten vollblättrigen Sorte EFB 33 als EU-Sorte (GRAß et al., 2006, 8).

Die Sorte EFB 33 wird seit 1990 auf den Versuchsflächen der Universität Kassel in Hebenshausen regelmäßig angebaut. Bisher gab es keine Probleme bezüglich einer ausreichend hohen Winterhärte (URBATZKA, 2002, 25).

Blatttypen werden aufgrund ihrer größeren Biomasse und des damit verbundenen stärkeren Beikrautunterdrückungsvermögens gegenüber Halbblatttypen im Biologischen Landbau

bevorzugt (GRAß et al., 2004, 12). Ein Nachteil der Blatttypen ist die geringe Standfestigkeit und die damit verbundene Lagerneigung, die zu Problemen bei der Ernte führen kann. Aufgrund dessen werden die Wintererbsen zur Körnernutzung oftmals im Gemenge mit Winterroggen oder -triticale angebaut (GRAß et al., 2004, 12; GRAß et al., 2006, 8f).

Durch die Stützfunktion des Wintergetreides für die Wintererbse könnte zudem der Ertrag der Wintererbse verbessert werden (MURRAY und SWENSEN, 1985, 913). Sommererbsen sind gegenüber Krankheiten und Schädlingen relativ empfindlich (VOGT-KAUTE, 2005, s.p.). So verhindert z.B. der Fraß der Larven des gestreiften Blattrandkäfers (*Sitona lineatus* L.) an den Bakterienknöllchen eine optimale Stickstoffbindung und setzt damit den Wert der Leguminosen innerhalb der Fruchtfolge herab (BERGER et al., 1999, 95). Durch den deutlichen Wachstumsvorsprung der Wintererbsen im Frühjahr könnten diese auch unempfindlicher gegen Fraßschäden des gestreiften Blattrandkäfers (*Sitona lineatus*) sein (URBATZKA, 2002, 22).

Im Jahr 2006/2007 wurden erste Versuche an der Bio Forschung Austria mit der Sorte EFB 33 in Reinsaat und im Gemenge mit Winterweizen bzw. Triticale in Platt im Weinviertel/ Niederösterreich durchgeführt (KROMP et al., 2009, 81ff). Davon ausgehend folgten weitere Versuche im Jahr 2007/2008 die Thema dieser Diplomarbeit sind.

Die vorliegende Diplomarbeit ist Teil des Projektes „Nachhaltige Regulation von Schaderregern im biologischen Anbau von ausgewählten Körnerleguminosen“ (Nr. 1395) der Bio Forschung Austria und der österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES).

1.2. Problem- und Fragestellung

Im biologischen Anbau von Körnerleguminosen in Österreich kommt es häufig zu Ertragsschwankungen. Dem steigenden Bedarf nach Eiweiß-Futtermitteln in der biologischen Tierhaltung stehen abnehmende heimische Produktionsmengen gegenüber (KROMP et al., 2009, 5). Diese Abnahme war in der österreichischen Landwirtschaft allgemein zu beobachten. Im Jahr 2006 wurden in der österreichischen Landwirtschaft auf einer Fläche von 32.650 ha Körnererbsen angebaut (BMLFUW, 2007, 30). Im Jahr 2008 ging die Anbaufläche auf ca. 22.300 ha zurück (BMLFUW, 2009, 40). Auch die durchschnittlichen Erntemengen verringerten sich auf 27,5 dt/ha im Jahr 2006 und auf 20,3 dt/ha im Jahr 2008 (BMLFUW, 2007, 40, und BMLFUW, 2009, 40). Aus den angeführten Daten ist ersichtlich, dass nicht nur die Anbaufläche drastisch zurückging, sondern auch die Flächenproduktivität.

In der biologischen Landwirtschaft reduzierte sich die Anbaufläche der Körnererbse von fast 10.000 ha im Jahr 2004 auf rund 4.000 ha im Jahr 2009 (WALDENBERGER, 2010, 14). Alleine von 2008 auf 2009 verringerte sich die biologisch bestellte Körnererbsenanbaufläche um 2.750 ha. Auch die Bio-Ackerbohnenfläche verminderte sich um 20% auf etwa 2.000 ha im Jahr 2009. Dagegen erhöhte sich die Anbaufläche von Bio-Soja auf knapp 3.000 ha (WALDENBERGER und SCHNEIDER, 2009, 2f).

Aufgrund der genannten Probleme mit Krankheiten und Schädlingen sowie mangelnder Unkrautunterdrückung (besonders beim Anbau von halbblattlosen Körnererbsen) und daraus resultierender Ertrags- und Flächenrückgänge, wurde an der Bio Forschung Austria die Wintererbse als mögliche Alternativ-Körnerleguminose im pannonischen Klimaraum geprüft.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit werden folgende Fragestellungen untersucht:

- Welche Wintererbsen- Sorten sind insbesondere für den biologischen Landbau zum Anbau im kontinentalen Klimagebiet geeignet.
- Welche Anfälligkeit haben die Wintererbsen in Bezug auf Blattrandkäfer- und Blattlausbefall sowie Erbsenwickler- und Erbsenkäferbefall.
- Gibt es Unterschiede zwischen Blatttypen und Halbblatttypen (semi-leafless) im Schädlingsbefall und auch in der Anbaueignung.
- Können die Blatttypen Sorten aufgrund der starken Lagerneigung als Reinsaat angebaut werden, oder ist der Anbau im Gemenge zu bevorzugen.

1.3. Zielsetzung

Die Anbaueignung von derzeit angebotenen Wintererbsensorten in Bezug auf Winterhärte, Standfestigkeit, Unkrautunterdrückung und Kornertrag soll im pannonischen Klimagebiet Österreichs beurteilt werden. Aufgrund der hohen Anfälligkeit einiger Körnerleguminosen auf Krankheiten und Schädlingsbefall sollen im weiteren mögliche Unterschiede im Blattrandkäfer- und Blattläusebefall erhoben werden. Die genannten offenen Fragen sollen durch mehrortige Feldversuche bearbeitet werden.

2. Ausgewählte Literatur

2.1. Probleme im Körnerleguminosen Anbau

Die Mangelsituation von Bio-Futtermitteln in Österreich wird mit Importen aus europäischen (z.B. Italien) und außereuropäischen Ländern (z.B. China) gedeckt (KROMP et al., 2009, 11). Der Rückgang im Anbau von Körnerleguminosen ist aber nicht nur in Österreich zu beobachten, sondern in den meisten Ländern der Europäischen Union (BÖHM, 2009, 15). Die Körnerleguminosen Gesamtanbaufläche etwa in der Bundesrepublik Deutschland hat sich von ca. 211.700 Hektar im Jahr 1999 um 60 Prozent auf 84.400 Hektar im Jahr 2008 vermindert (BÖHM, 2009, 15).

Das knappe Angebot an Körnerleguminosen in Deutschland wird durch Importe von ausländischen Proteinträgern, vor allem Sojabohnen aus China, Südamerika und südeuropäischen Ländern, auf den deutschen Markt geprägt (BÖHM, 2009, 14). „Damit wird das für den ökologischen Landbau sehr wichtige Prinzip der Regionalität – mit kurzen Wegen und regionalen Austauschbeziehungen – verletzt“ (BÖHM, 2009, 14). Auch nach VOGT-KAUTE (2008, 9) konkurrieren die einheimischen Eiweißfuttermittel im Biologischen Landbau mit dem Import von Soja bzw. Sojapresskuchen. Ein beträchtlicher Teil des Bedarfes an ökologischen Eiweißkomponenten wird durch Importe gedeckt. Dennoch ist die Nachfrage nach einheimischen Körnerleguminosen höher als das Angebot. Das zeigen auch die hohen Preise mit über 40 €/dt in der Ernte 2008 in Deutschland (VOGT-KAUTE, 2008, 8).

In Österreich liegt der geschätzte Bedarf bei 30.000 t Körnererbse und Ackerbohne. Dieser Bedarf kann nur etwa zur Hälfte durch das Inlandsaufkommen gedeckt werden (WALDENBERGER, 2010, 15). „Das hat dazu geführt, dass diese „Eiweißlücke“ durch [...] importierte Presskuchen gefüllt werden muss“ (WALDENBERGER, 2010, 15). Wenn Erbse oder Ackerbohne als Eiweißkraftfutter teurer sind als Sonnenblumenkuchen, dann sind sie in der Futterration nicht konkurrenzfähig, da Sonnenblumenkuchen einen höheren Rohproteingehalt aufweist. Daher werden Körnerleguminosen, selbst wenn verfügbar, nur in kleinen Mengen ins Futter eingemischt (WALDENBERGER, 2010, 15).

Die Gründe für den Rückgang der Anbauflächen liegen unter anderem in einem hohen Krankheitsdruck, besonders bei Erbsen (BÖHM, 2009, 16). Dadurch sind entsprechende Anbaupausen der jeweiligen Kultur und auch teilweise zu anderen Leguminosen einzuhalten (ZWINGEL, 2009b, 27 und BÖHM, 2009, 16). SASS (2009, 26), von der Norddeutschen Pflanzenzucht, führt den Flächenrückgang bei Körnerleguminosen in erster Linie auf die fehlende Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu Hauptackerfrüchten zurück. Zusätzlich gibt es

phytosanitäre Probleme. Auch SCHMIDTKE (2009, 19) nennt bodenbürtige Schaderreger als mögliche Ursache für die Ertragsrückgänge beim Anbau von Körnerleguminosen. Nach KAHNT (2009, 22) wird durch (nur in der obersten Bodenschicht) eingearbeiteten Stallmist, bei dem die Nährstoffe noch nicht vollständig mineralisiert sind, die biologische Aktivität erhöht. Dadurch werden Krankheitserreger und Schädlinge reduziert, was gesündere Pflanzen zur Folge hat.

Zu einem erfolgreichen Anbau von Körnerleguminosen können neben einer kulturartengerechten Fruchtfolgegestaltung eine gezielte organische Düngung und der Gemengeanbau mit Nichtleguminosen beitragen. Körnerleguminosen decken ihren Bedarf an Stickstoff nahezu vollständig über die Symbiose mit Knöllchenbakterien. „So sollten die Körnerleguminosen nach nichtlegumen Vor- und Vorvorfrüchten angebaut werden, die dem Boden hohe Mengen an Stickstoff entziehen und möglichst wenig mineralisierten Stickstoff für die Nachfrucht hinterlassen“ (SCHMIDTKE, 2009, 20). Zwischenfrüchte vor Körnerleguminosen sollten zum Zeitpunkt der Einarbeitung ein möglichst weites C/N-Verhältnis in der Biomasse aufweisen.

Organische Dünger, die ein weites C/N-Verhältnis aufweisen wie z.B. Getreidestroh, Grünschnittgut, aber auch strohreicher Mist (Pferdemist), können zur Immobilisation von Stickstoff führen. Untersuchungen von EVANS et al. (1997 zitiert in SCHMIDTKE, 2009, 20) in Australien zeigten, dass die Einarbeitung von Stroh zu einer geringeren Stickstoffaufnahme der Erbse aus dem Boden führte, bei gleichzeitigem deutlichen Anstieg der symbiotischen Stickstofffixierung. „Um eine hohe Stickstoffassimilation bei Leguminosen zu erreichen, ist es wichtig, dass den Pflanzen ausreichend Phosphor und Kali zur Verfügung stehen“ (KAHNT, 2009, 23). Dabei verweist KAHNT (2009, 23) auf die Wichtigkeit von Bodenanalysen. Auch nach VÖLKE (2008, 5) behindern ungeeignete pH-Werte oder eine sehr schlechte Phosphorversorgung des Bodens den Knöllchenansatz. Dadurch wird die spätere Nährstoffbereitstellung behindert und führt zu Mindererträgen. Eine sehr gute organische Versorgung des Bodens, kann bei der Erwärmung im Frühjahr Stickstoffschübe zur Folge haben, wodurch die Knöllchenbildung behindert wird und in weiterer Folge auch das Unkrautwachstum fördert (VÖLKE, 2008, 5).

Reinsaaten von Körnerleguminosen verunkrauten vor allem in der Abreifephase sehr häufig. Der Grund hierfür liegt in der unzureichenden Nutzung des Vorrates an mineralisierten Stickstoff im Boden, wodurch dieser den stickstoffbedürftigen Unkräutern zur Verfügung steht. Durch den Anbau im Gemenge mit Nichtleguminosen, wie Getreide, wird der verfügbare Stickstoff frühzeitig und effizient genutzt, sodass aufgrund von Stickstoffmangel

im Boden das Wachstum nichtlegumer Unkräuter im Gemenge stark eingeschränkt wird. Zusätzlich wird das Sonnenlicht effizienter genutzt (SCHMIDTKE, 2009, 21).

2.1.1. Züchtung

Aufgrund der Flächenreduktion von Körnerleguminosen sieht BÖHM (2009, 16) in Deutschland die Züchtungsarbeit zunehmend gefährdet, da sich die hohen Züchtungskosten immer weniger amortisieren. Großen Forschungsbedarf sieht er in der Verbesserung der Proteingehalte und in der Proteinqualität sowie in der Krankheits- und Schädlingsresistenz. Aufgrund der abnehmenden Erträge, vor allem bei Erbsen, sind auch Fruchtfolgeuntersuchungen unter Einbeziehung legumer Zwischenfrüchte notwendig. Zusätzlich sollen weiterhin die Anbausysteme in Abhängigkeit von den standortspezifischen Bedingungen optimiert werden (BÖHM, 2009, 17). Auch KAHNT (2009, 23) nennt als bedeutenden Forschungsbedarf die Züchtung geeigneter Sorten, die sowohl krankheitsresistent als auch für die tierische oder menschliche Ernährung verwendbar sind. VOGT-KAUTE (2008, 8) nennt die Züchtung widerstandsfähiger Sorten, die an die Gegebenheiten des Biologischen Landbaus angepasst sind, als große Herausforderung. Diese Sorten sollen besonders den höheren Leguminosenanteilen in der Fruchtfolge des Biologischen Landbaus gerecht werden. Bei den bisherigen Zuchtzielen standen Ertrag und Standfestigkeit im Mittelpunkt (VOGT-KAUTE, 2008, 9).

Für SASS (2009, 26) von der Norddeutschen Pflanzenzucht ist jedoch eine kostendeckende Züchtung von Körnerleguminosen derzeit äußerst schwierig, da die Anbauflächen kontinuierlich reduziert wurden und der Anteil an Nachbauseaatgut ständig steigt: „Nach internen Berechnungen liegt dieser in Deutschland derzeit bei über 50 Prozent“ (SASS, 2009, 27). Nach SASS (2009, 27) und VOGT-KAUTE (2008, 9) wurden in den letzten Jahren viele Zuchtprogramme vorzeitig beendet. Bei Erbsen gibt es EU-weit nur noch etwa drei vollwertige Programme (SASS, 2009, 27). Ein Zuchtprogramm für Körnererbsen läuft in Deutschland. Für SASS (2009, 27) scheint diese Anzahl im Verhältnis zu den wenigen aktuellen europäischen Anbauflächen beinahe hoch. Nach VOGT-KAUTE (2008, 9) hingegen werden die Körnerleguminosen mit dem Einstellen der Züchtung noch schwächer in der Wettbewerbsfähigkeit, da weder Ertrag noch andere Eigenschaften verbessert werden. Nach einigen Jahren werde es kaum noch neue Sorten geben. Bei Erbsen wird dieser Verlust frühestens in fünf Jahren sichtbar werden (VOGT-KAUTE, 2008, 9f). „Sorten mit relativ hohen Flächenanteilen werden [...] auch darüber hinaus [...] im Rahmen der Erhaltungszüchtung fortgeführt“ (VOGT-KAUTE, 2008, 10). Bei Erbsen gibt es in der EU-Liste nur halbblattlose Sorten, mit Ausnahme der Sorte Grana (VOGT-KAUTE, 2008, 10).

Als alternative Möglichkeiten für die Erhaltung und Nutzung von Körnerleguminösen Saatgut nennen URBATZKA et al. (2009, 29) das Zurückgreifen auf Ressourcen in Genbanken als auch ältere Land- oder Regionalsorten. Eine weitere Möglichkeit ist die Erhaltung und Weiterentwicklung von interessanten Körnerleguminösen durch bäuerliche Initiativen.

An der Universität Kassel wird seit 1985 die buntblühende Wintererbse EFB 33 (früher Firma Nungesser, heute Saatgutfirma SIS, Italien), ein Blatttyp in der Erhaltungszüchtung, geführt und vermehrt. In Verbindung mit diesen Versuchen erwarb die Naturland Marktgeseellschaft im Jahr 2003 die Vermarktungsrechte an der Sorte EFB 33 für den deutschsprachigen Raum. Die Vermehrungs- und Anbauflächen stiegen daraufhin in Deutschland stark an. Diese Wintererbsensorte wird hauptsächlich als Druschfrucht im Gemengeanbau anstelle von Sommererbsen genutzt (URBATZKA et al., 2009, 30). „Als Zuchtziele sind neben einer verbesserten Winterhärte beispielsweise eine kürzere Pflanzenlänge zur Erhöhung der Standfestigkeit, ein determiniertes Blühverhalten für gleichmäßigere Abreife sowie ein [höheres Tausendkorngewicht anzuführen]. [Im vergangenen Jahrzehnt] wurde die züchterische Bearbeitung der Winterkörnererbse mit unterschiedlichen Ansätzen von der Getreidezüchtung Darzau im Wendland und der Universität Kassel in Kooperation mit der Universität Göttingen begonnen. In beiden Fällen ist eine Finanzierung durch die öffentliche Hand oder über Stiftungen nötig, da aus Eigenmitteln eine Züchtung fast nicht finanzierbar ist“ (URBATZKA et al., 2009, 30).

2.2. Botanische Besonderheiten

Die Gattung *Pisum* L. gliedert sich unter anderem in *Pisum sativum* L., der Kulturerbse. Innerhalb von *Pisum sativum* L. gibt es 3 Unterarten. Eine dieser Unterarten ist *Pisum sativum* L. ssp. *sativum*, die weiß- und buntblühende Kulturformen umfaßt (BROUWER, 1976, 496ff).

Folgende Convarietäten sind *Pisum sativum* L. ssp. *sativum* zugeordnet:

convar. *axiphium* Alef. em. C. O. Lehm. = *P. sativum* ssp. *saccaratum* Alef. – Zuckערerbse, Zuckerschoten

convar. *medullare* Alef. em. C. O. Lehm. – Markererbse, Runzelererbse

convar. *medullo-saccharatum* (Koern.) C. O. Lehm. – Zuckermarkererbse

convar. *sativum* – Trockenspeiseerbse, Saat- oder Speiseerbse,

convar. *speciosum* (Dierb.) Alef. (früher *P. arvense* L.) – Futtererbse, Felderbse, Peluschke (BROUWER, 1976, 499ff).

Die **Zucker- und Markerbsen** werden als Gemüse in unreifem Zustand genutzt. Reife Samen bleiben beim Kochen hart (BROUWER, 1976, 502). „Markerbsen schrumpfen mit zunehmender Reife ein, sodaß kantige Formen entstehen“ (SPERBER et al., 1988, 56).

Die **weißblühende Saat- oder Speiseerbse** hat wegen ihres höheren Trockensubstanzgehaltes im Vergleich zu Markerbsen eine kürzere Nutzungszeit als Grünpflückerbse und Konservenerbse. Die reifen Samen sind als Trockenspeiseerbsen zu nutzen (BROUWER, 1976, 503). Außerdem wird sie auch in der tierischen Ernährung eingesetzt (FREYER et al., 2005, 145). Diese wird allgemein als Körnererbse bezeichnet.

Futtererbsen oder Peluschken haben bunte Blüten (BROUWER, 1976, 503). Sie sind dunkelsamig und werden als Flächenbegrünung im Zwischenfruchtanbau, als Ganzpflanzensilage und zur tierischen Ernährung verwendet. Durch ihren starken vegetativen Wuchs können sie sich besser gegen Beikräuter durchsetzen als die Körnererbse und gewinnen dadurch als Gemegepartner im Biologischen Landbau zunehmend an Bedeutung (FREYER et al., 2005, 145ff).

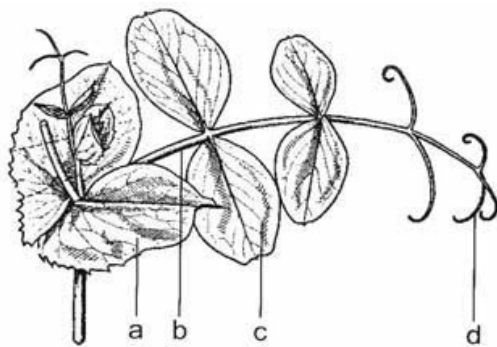
Tabelle 1: Unterscheidungsmerkmale von Körnererbse und Futtererbse (Quelle: SPERBER et al., 1988, 56)

Körnererbse (conv. sativum)	Futtererbse (conv. speciosum)
gelbe oder grüne Kornfarbe	Kornfarbe ist meist bräunlich (einfarbig, getüpfelt oder geflammt)
großkörnig (TKG: 200-500g)	kleinkörnig (TKG: 120-200g)
weiße Blüten	rosa-violette Blüten, in der Blattachsel ein rot-violetter Fleck
kurzwüchsig	höher wachsend
früher reifend	später reifend
bitterstofffrei	bitterstoffhältig

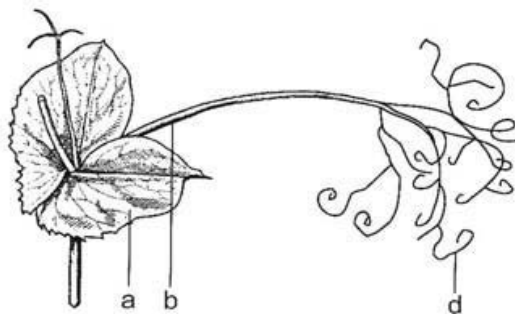
Sorten für die Körnernutzung haben Stängellängen zwischen 65 und 100 cm. Die Futtererbsen (conv. *speciosum*) haben Pflanzenlängen von über 160 cm. Es gibt Blatt-, halbblattlose- und blattlose Typen. Bei den halbblattlosen Typen (semi-leafless) sind die Fiederblättchen vollständig durch Rankenfiedern ersetzt. Die Reduzierung der Blattfläche führt kaum zu einer Minderung der Photosyntheseleistung, da alle anderen grünen Organe die Assimilationsleistung der Fiederblättchen kompensatorisch übernehmen können. Durch

die Reduktion der Blattoberfläche soll die Transpirationsfläche vermindert und die Standfestigkeit durch die Verrankung im Bestand verbessert werden (DIEPENBROCK et al., 1999, 229).

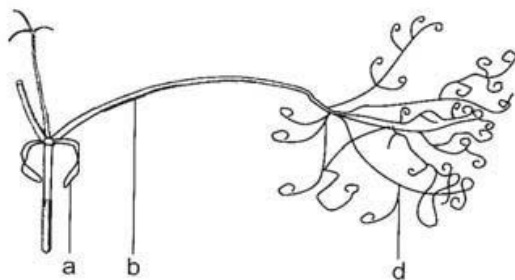
Blattlose Formen weisen stark reduzierte Nebenblätter auf, wodurch fast nur noch Ranken gebildet werden. Dieser Typ ist den anderen Blattformen im Ertrag unterlegen (DIEPENBROCK et al., 1999, 229).



Blatttyp



Halbblattlos



Blattlos

Abbildung 1: Blattmorphologie der Erbse (*Pisum sativum* L.) Blatttyp (oben), Halbblattlos (mitte), Blattlos (unten); a=Stipel, b= Blattachse; c=Fiederblättchen, d=Ranken

Quelle: DIEPENBROCK et al., 1999, 239 zitiert in PIETSCH et al. (2006, 2) verändert

Vorteile der **Blatttypen** sind die bessere Bodenbedeckung, die hohe Konkurrenzkraft gegenüber Beikräutern und die höhere Photosyntheseleistung. Nachteile sind die mangelnde Standfestigkeit und dadurch bedingt frühzeitiges Lagern. Außerdem gestaltet

sich der Drusch als schwierig da der Bestand in der Reife in sich zusammenfällt. Die Blatttypen haben außerdem einen höheren Wasserbedarf (FREYER et al., 2005, 153; PIETSCH et al., 2006, 2).

Bei den **Halbblattlosetypen** ist aufgrund der besseren Standfestigkeit die Ernte einfacher. Dazu kommt eine bessere Ertragsstabilität. Durch die bessere Belüftung ist ein geringerer Krankheitsbefall zu erwarten. Durch die geringere Blattmasse ist allerdings die Gefahr der Spätverunkrautung höher. Außerdem werden höhere Saatenmengen benötigt (FREYER et al., 2005, 153; PIETSCH et al., 2006, 2). Halbblattlose Erbsen werden folgend als Halbblatttypen bezeichnet.

2.3. Wintererbse

Die Winterformen der Erbsen sind nach SCHEIBE (1953) und KLAPP (1967 beide zitiert in URBATZKA, 2002, 4) unter beiden Convarietäten (*Pisum sativum ssp. sativum* convar. *sativum* und convar. *speciosum*) zu finden. Die Wintererbsen werden auch als Wechselerbsen bezeichnet, da sie nicht wie Wintergetreide eine Vernalisation benötigen um in die generative Phase einzutreten. Es handelt sich in der Regel um frosthärtere Sommerformen (KLAPP, 1954; DIECKMANN, 1968 beide zitiert in URBATZKA, 2002, 4).

Wintererbsen werden bereits im „Handbuch des Hülsenfruchterbaues und Futterbaues“ von BECKER-DILLINGEN (1929, 50) beschrieben. Die Wintererbse wird unter den Futtererbsen mit der botanischen Bezeichnung var. *arvense* f. *hiemale* und auf Englisch „gray winter pea“ genannt. Die Wintererbse hat eine Wuchshöhe von 60-100 cm und leicht gebogene Hülsen mit 4,5-5 cm. Die Samen sind graugrün oder braun, einfarbig oder mit kleinen, feinen Punkten übersät. Der Nabel ist schwarz und sie hat ein Tausendkorngewicht von 80-120 g (BECKER-DILLINGEN, 1929, 50). Nach FRUWIRTH (1914, 198) werden die Wintererbsen 60-80 cm hoch und der größte Korndurchmesser liegt bei 5,5-6 mm. Alle anderen Angaben stimmen mit denen von BECKER-DILLINGEN (1929) überein.

BECKER-DILLINGEN (1929, 50) beschreibt die Wintererbse als widerstandsfähiger und ertragreicher als die Kleine Felderbse sowie als besser geeignet für trockene und schwerere Böden. Auch BÖHM und ALVERMANN (2009, 22) und BÖHM (2009, 16) nennen Wintererbsen als mögliche Anbaualternative auf Standorten mit schweren Böden, auf denen eine zeitgerechte Bestellung im Frühjahr meist aufgrund hoher Bodenfeuchte problematisch ist.

Die Erträge von Sommererbsen sind sehr stark von der Menge und Verteilung der Niederschläge im Frühjahr abhängig (UZUN und ACIKGÖZ, 1998 zitiert in VOCANSON und JEUFFROY, 2008, 748).

Ein wesentlicher Grund für den Anbau von Wintererbsen in Frankreich ist die um zwei bis drei Wochen frühere Blüte vor den Sommererbsen. Dadurch wird versucht, Trockenstress und hohen Temperaturen auszuweichen. Die Empfindlichkeit der Erbsen gegenüber Wasserstress in der Samenbildung wird auch von LECOEUR und GUILIONI (1998 zitiert in VOCANSON und JEUFFROY, 2008, 748) beschrieben. Nach JEUFFROY et al. (1990 zitiert in VOCANSON und JEUFFROY, 2008, 748) führen hohe Temperaturen während der Samenbildung zur Samenabstoßung und in weiterer Folge zu Ertragseinbußen. Auch nach ANON (1995 zitiert in KNOTT und BELCHER, 1998, 454), leiden Erbsen in der sensiblen Phase der Blüte unter Trockenstress und hohen Temperaturen. Aufgrund der früheren Blüte der Wintererbsen wird dem auszuweichen versucht.

Wintererbsen sind aufgrund ihrer längeren Wachstumsperiode und dem früheren Wachstums- und Blühbeginn im Frühjahr von Hitze- und Wasserstress weniger betroffen im Vergleich zu Sommererbsen (CHEN et al., 2006, 1655). Auch BÖHM (2009, 16) nennt die frühere Blüte als Vorteil der Wintererbsen gegenüber den Sommerformen vor dem Blattlausbefall.

Im Herbst (Winter) angebaute Erbsen haben eine größere Fähigkeit Seitentriebe zu bilden im Vergleich zu im Frühjahr gesäten Erbsen (KNOTT und BELCHER, 1998, 452). Wintererbsen sind vielseitig nutzbar, und können als Grünfutter, Energiepflanze, zur Gründüngung bei Beginn der Blüte oder als Körnerfrucht angebaut werden (URBATZKA, 2002, 57).

2.3.1. Sorten

Bei der Sorte EFB 33 handelt es sich um einen buntblühenden Blatttypen (ZWINGEL, 2009a, 21). Die Sorte wird seit 1990 auf den Versuchsflächen der Universität Kassel, in Hebenshausen regelmäßig angebaut. „Hierbei gab es weder Probleme mit der Winterfestigkeit noch mit Krankheiten. Sie hat einen massigen Wuchs bis über zwei Meter“ (URBATZKA, 2003, 4). Bei dieser wüchsigen, langstrohigen Wintererbse mit guter Unkrautunterdrückung ist ein standfester Partner erforderlich (ZWINGEL, 2009a, 21). Diese in der Praxis vorhandene Sorte, kann zur Körnernutzung mit Roggen als Stützfrucht angebaut werden. Versuche wurden auch mit Triticale und Raps angelegt (BÖHM und ALVERMANN, 2009, 24).

In der „Beschreibenden Sortenliste des Bundessortenamtes Deutschland“ aus dem Jahr 2007, wird die Sorte EFB 33 als für den Ökolandbau geeignet eingestuft. Die Sorte Arkta, von der es keine Angaben über die Anbaueignung im Ökologischen Landbau gibt, ist ebenfalls als Wintererbse eingetragen (VOGT-KAUTE, 2008, 19).

Für die Schweiz sind auf der Liste der empfohlenen „Eiweisserbsensorten“ (2008) die Winter-Körnererbsensorten Isard, Cherokee und als neue Sorten Cartouche und Enduro (provisorisch) beschrieben. Nach HILTBRUNNER et al., (2008, 1) weisen die genannten Sorten weisen eine gute Kälteresistenz und einen guten Kornertrag auf. Allerdings gibt es von den Sorten Cartouche und Enduro nur geringe Erfahrungen. Die Erntbarkeit wird bei Enduro als gut und bei den anderen als mittel bis gut eingestuft. Die beiden Sorten Cheyenne und Iceberg wurden aus der Liste genommen (HILTBRUNNER et al., 2008, 1f).

Bei der französischen Sorte Cheyenne handelt es sich um einen Halbblatttyp. Die Anmeldung erfolgte 1997. Die Sorte Cheyenne wird als Vergleichssorte herangezogen. Die Frostresistenz der Sorte Lucy ist vom Saatzeitpunkt abhängig. Bei der Wahl des richtigen Saattermins hat sie eine gute Frostresistenz von bis zu -16 °C. In der Picardie (im Norden Frankreichs) und der Champagne (im nordöstlichen Frankreich) ist der Anbau von Anfang bis Mitte November ratsam. Im Südwesten wird der Anbau ab Ende November bis Mitte Januar empfohlen (GAE SEMENCES, s.a., s.p.).

Tabelle 2: Eigenschaften von ausgewählten französischen Sorten (Quelle: nach GAE SEMENCES, http://www.gae-semences.com/htm/gamme_pois_hiver.htm)

Sorte:	Cheyenne	Lucy	Cherokee	Apache
Frostresistenz:	Gut	Gut, ca. -16° C *	8 Ausgezeichnet (>Cheyenne)	6, Gut wie Cheyenne
Ø TKG (in g):	Ø 190	Ø 185	Ø 170 Gering	170
Kornfarbe:	Gelb	Gelb	Gelb	Gelb
Beginn der Blüte	Mittel-spät	Ca. 1 Tag vor Cheyenne	Cheyenne	Frühreif, ca. 4 Tage vor Lucy
Höhe (in cm):	80	Recht kurz	44 (zur Ernte)	50 (zur Ernte)
Standfestigkeit	Gut	Gut	Gut	Gut
Reife:		Cheyenne	5 Mittel-frühreif	Cheyenne

Ø Proteingehalt (in %):	Gut	21,8	22,3	23,4
Jahr der Anmeldung:	1997	2001	2004	2004

*Frostresistenz von -16°C bei optimalem Sätermin

Nach CHARLES (2001B) zitiert in URBATZKA (2003, 4) sind sich die Sorten Cheyenne, Iceberg und Spirit in Bezug auf Ertrag, Standfestigkeit und Qualität sehr ähnlich. Dabei zählen vor allem die Sorten Cheyenne und Spirit zu den am meisten angebauten Wintererbsen in Frankreich (CARROUÉE, 2002A zitiert in URBATZKA, 2003, 4). Die Sorte Assas wird im Gemenge vor allem mit Triticale von Bio-Betrieben in Frankreich aufgrund ihrer guten Beikrautunterdrückung auf mehreren tausend Hektar angebaut (CARROUÉE, 2002B zitiert in URBATZKA, 2003, 4).

2.3.2. Fruchtfolge

Wie bei Sommer-Körnererbsen sollen bei Wintererbsen wegen der Fußkrankheiten Anbaupausen von mindestens 6 Jahren eingehalten werden (SCHMUTZ und BÖHLER, 2002, 1). Auch BECKER-DILLINGEN (1929, 55) rät Anbaupausen von mindesten 4-6 Jahren einzuhalten, da die Erbse mit sich selbst unverträglich ist.

HARTL et al. (2007, 23) nennen sechs bis neun Jahre als notwendige Anbaupause bei Körnererbse und fünf bis sechs Jahre bei Peluschke. Aufgrund der großen Bedeutung der Leguminosen im Biologischen Landbau ist eine gezielte Planung und Abwechslung der Leguminosenart in der Haupt- und Zwischenfruchtfolge notwendig. Durch die Abwechslung und weite Stellung der einzelnen Leguminosenarten in der Fruchtfolge kann nicht nur der Krankheitsdruck, sondern oft auch der Befall mit Schädlingen, wie zum Beispiel Blattläuse, Erbsenwickler, Erbsenkäfer oder auch Blattrandkäfer, unter einem kritischen Niveau gehalten werden (HARTL et al., 2007, 23).

Nach VOGT-KAUTE (2008, 3) ist die Anfälligkeit von Erbsen und anderen Leguminosen gegenüber Fußkrankheiten wesentlich höher einzustufen als in der Literatur dargestellt. Gravierende Ertragsdepressionen können infolge keiner Verlängerung der Anbaupause auftreten. „Die Literaturangaben zu den notwendigen Anbauabständen spiegeln die Realitäten des Öko – Landbaus mit seinen Haupt- und Zwischenfrüchten überhaupt nicht wieder. Es gibt Vermutungen, dass die buntblühenden und damit tanninhaltigen Sorten etwas toleranter gegenüber diesen Fruchtfolgekrankheiten sein könnten“ (VOGT-KAUTE, 2008, 3). Auch nach SCHMIDTKE (2009, 19) dienen Bitterstoffe vielfach der Abwehr von Schaderregern wie

bodenbürtigen Pilzen und pflanzenfressenden Insekten. Bitterstofffreie Körnerleguminosen werden daher oft frühzeitig und stark befallen. Für KAHNT (2009, 23) sind ebenfalls Körnerleguminosensorten mit Bitterstoffen oder anderen antinutritiven Stoffen in der Regel widerstandsfähiger und sollten daher im Zwischenfruchtanbau eingesetzt werden. Auch VÖLKEL (2008, 1) nennt die steigende Anfälligkeit bei Erbsen und Bohnen gegenüber den bekannten Krankheiten wie z.B. Ascochyta, Fusarium, Rhizoctonia, Viruskrankheiten und Lager als eine Folge der Reduzierung des Bitterstoffgehaltes. Zusätzlich sollten die Körnerleguminosen nach der Aussaat nicht in feuchtem und kaltem Boden liegen, da dadurch eine Infektion begünstigt wird (VÖLKEL, 2008, 2).

Die Leguminosen sind je nach Art mehr oder weniger selbstunverträglich, weshalb die Beachtung und Einhaltung von Fruchtfolgeregeln entscheidend ist. Außerdem zeigt sich nun zunehmend, dass die Erreger der einzelnen Krankheiten sich auch auf anderen Leguminosen halten bzw. von dort aus infizieren können (ZWINGEL, 2009b, 27). Die Erreger des Ascochyta-Komplexes (Fuß- und Brennfleckenkrankheit) können bis zu zehn Jahre im Boden überleben. Diese Flächen sind auf Jahre für den Erbsenanbau nicht mehr zu nutzen. Zusätzlich können diese Erreger auch andere Leguminosen befallen, sodass etwa Erbsen und Wicken nicht zusammen in einer Fruchtfolge stehen sollten (BÖHM, 2009, 16; SCHMIDTKE, 2009, 19). Nach SCHMIDTKE (2009, 19) sollten bei Fruchtfolgen mit Körnererbsen neben Wicken- auch Lupinenarten in der Haupt- und Zwischenfruchtfolge gemieden werden, da diese Arten ebenfalls von *Mycosphaerella pinodes* und *Phoma medicaginis*, welche dem Ascochyta-Komplex angehören, befallen werden können. Auch bei nicht befallenen Erbsen empfiehlt SCHMIDTKE (2009, 19) Anbaupausen von fünf bis sieben Jahren.

2.3.3. Winterhärte

Über die Winterhärte von Wintererbsen werden sehr unterschiedliche Angaben gemacht. „Sie schwanken von Absterben in milden Wintern (ZADE, 1993 zitiert in URBATZKA, 2002, 7) bis zu einer Frosthärte von -33° Celsius“ (BECKER-DILLINGEN, 1929 zitiert in URBATZKA, 2002, 7). Nach SOKOLOV und TURZEVA (1932 zitiert in BROUWER, 1976, 527) liegt die Kältefestigkeit bei ungefähr -15 °C bei typischen Wintererbsen wie bei winterhartem Getreide.

„Nach Ansicht mehrerer Autoren leidet die Wintererbse nicht nur unter Frost, sondern ist auch empfindlich gegenüber dem Wechsel zwischen Frost und Tauwetter im Nachwinter“ (FRUWIRTH, 1914 u. 1921; KLAPP, 1967 beide zitiert in URBATZKA, 2002, 7).

Wintererbsen können zwar Fröste bis zu - 33°C unbeschadet aushalten, wintern aber trotzdem häufig aus, da sie den öfteren Wechsel zwischen Frost und Tauwetter nicht ertragen. Der Anbau von Wintererbsen ist im südlichen Österreich und Ungarn diesbezüglich sicher, in Ost- und Norddeutschland wird keine Gewähr übernommen (BECKER-DILLINGEN, 1929, 41). Die Gefahr von Wechselfrösten im Frühjahr ohne Schneebedeckung, die große Schäden verursachen können, wird auch von MARKARIAN und ANDERSEN (1966 zitiert in BROUWER, 1976, 528) und KLAPP (1967 zitiert in BROUWER, 1976, 528) genannt.

Das günstigste Stadium zur Überwinterung ist das Zwei- bis Vierblattstadium (GRAB, 2002 und LICHTENHAHN, 2002 zitiert in URBATZKA, 2002, 49). Dies entspricht dem BBCH-Stadium 12-14 nach der BBCH-Codierung für Erbse (*Pisum sativum* L.) (WEBER und BLEIHOLDER, 1990 zitiert in MEIER, 2001, 142; FELLER et al., 1995b zitiert in MEIER, 2001, 142).

Nach CHARLES (2001 zitiert in URBATZKA, 2003, 31) liegt das optimale Entwicklungsstadium zur Überwinterung für die modernen Sorten wie z.B. Cheyenne im 3-4 Blattstadium, in welchem sie Temperaturen von -8 bis -15 °C aushalten. Von CALIER (2002 zitiert in URBATZKA, 2003, 31) wird die Empfindlichkeit ab dem 5-Blattstadium aufgrund des Beginns des Stadiums der Blüteninitialisierung bei den modernen Wintererbsen bestätigt, da diese weder eine Vernalisation benötigen noch photoperiodisch sensibel sind. Ein früher Saattermin mit warmem Herbstwetter kann vor oder während des Winters zum Verlust der Frosthärte führen.

Die Sorte EFB 33 wurde seit 1990 auf den Versuchsflächen der Universität Kassel in Hebenshausen regelmäßig angebaut. Dabei gab es keine Probleme mit der Winterhärte. (URBATZKA, 2002, 25). Lediglich im Winter 2002/2003 kam es bei extremen Witterungsverhältnissen mit Kahlfrösten, zum ersten Mal seit 20 Jahren am Standort Hebenshausen, zu deutlichen Schäden an der Sorte EFB 33. Zusätzlich gab es bis Mitte April starke Wechselfröste, wobei die Tages- und Nachttemperatur bis zu 20 °C differierte (URBATZKA, 2003, 30). Die modernen EU-Sorten waren bereits Anfang März 2003 fast vollständig ausgewintert (URBATZKA, 2003, 16).

Im Jahr 2002/2003 winternten in Deutschland insgesamt etwa 320.000 ha aus (LINDLOFF, 2003 zitiert in URBATZKA, 2003, 30). An Winterungen waren Wintergerste, Winterraps und Winterweizen betroffen (URBATZKA, 2003, 30).

Die Sorte Cheyenne winternte wie im Winter 2002/2003 auch im harten Winter 2005/2006 im Gegensatz zu den normalblättrigen Wintererbsen bis auf wenige Pflanzen aus (URBATZKA et al., 2007, 126).

Die Sorte Assas hatte im Winter 2005/2006 und 2006/2007 mit der Sorte Cheyenne Ausfälle aufgrund der klimatischen Bedingungen am Standort Frankenhausen zu verzeichnen. Folglich zeigen diese beiden Sorten für diese klimatischen Bedingungen nicht ausreichende Winterhärte (URBATZKA et al., 2008, 2).

Bei einem Versuch von „Naturland“ wurden die Sorten EFB 33 und Assas, beide Blatttypen, mit jeweils 40 Korn/m² in Kombination mit Winterroggen (150 K./m²) und der halbblattlose Typ Iceberg an 20 Betrieben in Deutschland ausgesät. Im Winter 2002 herrschten auf allen Betrieben harte Fröste, sowohl mit als auch ohne Schneedecke. Von März bis in den April hinein fügten Phasen mit Wechselfrösten und trockenen Ostwinden den geschwächten Pflanzen fast noch mehr Schaden zu als die Hauptfrostphase. Die Aussaat im Dezember führte in zwei Betrieben zu einem Totalausfall (VOGT-KAUTE, 2004, 3f).

Aufgrund vorliegender Ergebnisse überwintert die Sorte EFB 33 am sichersten. Vor dem Winter wurden durchschnittlich 53 Pflanzen gezählt. Am 10. März 2003 waren es 41,6 Pflanzen und am 10. Mai, 36 Pflanzen, was eine Überwinterung von 68 % bedeutet. Bei der Sorte Assas überwinterten bis zum 10. März knapp die Hälfte der Pflanzen und bis zum 10. Mai mit knapp 10 Pflanzen 20 %. Bei der Sorte Iceberg überwinterten im März 51 % und im Mai waren es mit knapp 4 Pflanzen 4 % (VOGT-KAUTE, 2004, Anhang 3).

Im Norden von Frankreich wird der Anbau von handelsüblichen Wintererbsen erst ab Mitte November empfohlen, um die Winterhärte aufrechtzuerhalten (BIARNÈS et al., 2004 zitiert in VOCANSON und JEUFFROY, 2008, 748). Neue Wintererbsensorten können auch Anfang Oktober in Frankreich gesät werden (ETÉVÉ et al., 2004 zitiert in VOCANSON und JEUFFROY, 2008, 748). Die neuen Sorten werden auch „Hr“ genannt und besitzen ein einfaches dominantes Gen, „Hr“ (LEJEUNE-HÉNAUT et al., 1999 zitiert in VOCANSON und JEUFFROY, 2008, 748).

Bei einem Versuch in Frankreich in Grignon und Estrées-Mons, in den 2 Jahren 2002-2003 und 2003-2004, wurden unter anderem verschiedene Anbautermine mit verschiedenen Sorten getestet. Der Anbau erfolgte zu 3 Terminen Anfang bis Mitte Oktober, im November und als Vergleich im Frühjahr. Es wurden die 2 kommerziellen Wintererbsen Cheyenne und Dove, eine Winter-Photo-reaktive Linie „Hr 200“ sowie die kommerzielle Sommererbse Baccara getestet. An beiden Standorten Grignon und Estrées-Mons gab es im Winter 2002/2003 bei beiden Herbstanbauterminen 16 und 21 Tage mit mittleren Temperaturen unter 0 °C. In Grignon wurden die Sorten Baccara, Cheyenne und Dove des frühen Anbautermins wegen eines übermäßigen Frostschadens nicht gewertet. Am Standort Estrées-Mons hatten alle getesteten Sorten des frühen Anbautermins und auch zusätzlich die Sommererbse Baccara beim späten Anbau im November einen hohen Frostschaden.

Die Sorten Baccara und Cheyenne konnten auch beim späten Anbau im November wegen hohen Frostschäden nicht gewertet werden. Beim späten Anbau im Herbst ist die Gefahr der Bodenverdichtung aufgrund des feuchten Bodens erhöht. Im Winter 2003/2004 gab es bei beiden Herbstanbauterminen mit 4 und 7 Tagen mit mittleren Temperaturen unter 0°C an beiden Standorten keine Frostschäden (VOCANSON und JEUFFROY, 2008, 748-752).

2.3.4. Herbstsaat

Nach BECKER-DILLINGEN (1929, 50) sollen die Wintererbsen im Zeitraum von September bis Oktober ausgesät werden. Für eine gute Überwinterung sollte der Anbau möglichst früh erfolgen, sodass sich kräftige Rosetten bilden können (MARKARIAN und ANDERSEN, 1966; KLAPP, 1967 beide zitiert in BROUWER, 1976, 528).

An der Universität Kassel am Standort Frankenhausen wurden Versuche über den optimalen Saatzeitpunkt von Wintererbsen in Reinsaat zur Grünnutzung bzw. zur Körnernutzung mit Roggen zu 3 Terminen (Mitte September, Ende September/Anfang Oktober, und Mitte Oktober) durchgeführt. Zur Grünnutzung war der Anbau Mitte September zu empfehlen. Beim Anbau im Gemenge zur Körnernutzung erwies sich vorläufig nach zweijährigen Ergebnissen der Anbau Ende September/Anfang Oktober als günstig. Zu diesem Termin war der Roggen nicht zu stark entwickelt, hatte aber auch noch eine ausreichende Stützfunktion (SCHÜLER et al., 2008, 2 u. 95).

HEBEISEN und CHARLES (2003, 15), empfehlen die Aussaat in der Schweiz in den meisten Anbauregionen ab Mitte Oktober. Vor dem Winter sollten nicht mehr als 4 Blätter entwickelt sein. Die Saattiefe sollte bei 4 bis 5 Zentimeter liegen. Bei Sommer- und Wintererbsen sollte mit 80 bis 100 Körnern/m² eine Bestandsdichte von 60-80 Pflanzen/m² angestrebt werden. Der Anbau von Winter-Körnererbsen in der Schweiz ist für HEBEISEN und CHARLES (2003, 18) bei unbefriedigenden Sommer-Körnererbsenerträgen, bei schweren Böden die im Frühjahr nicht rechtzeitig bearbeitet werden können und bei leichten Böden die nach der Bearbeitung zu stark austrocknen, vorzuziehen. Abzuraten ist der Anbau von Wintererbsen in frostgefährdeten Lagen oder in stark zu Erosion und Verschlammung neigenden Böden.

Auch im Merkblatt über „Eiweißerbsen“ des FiBL (Forschungsinstitut für Biologischen Landbau) wird der Anbau von Mitte Oktober bis 10. November empfohlen. Wintererbsen sollen in Lagen tiefer als 700 m über dem Meeresspiegel angebaut werden. Als Standorte sind jene zu empfehlen, wo Wintergerste noch gut gedeiht. Der Anbau von Wintererbsen ist in Lagen mit häufigem Wassermangel von Ende Mai bis Juli zu empfehlen. Als Saatstärke

werden 70-100 Körner je m² empfohlen. Die Wintererbsen haben eine Kulturdauer von 270-285 Tagen (SCHMUTZ und BÖHLER, 2002, 1).

In Frankreich wird der Anbau je nach Region mit einer Saatstärke von 60 bis 90 Korn/m² empfohlen (ANON, 1995 zitiert in KNOTT und BELCHER, 1998, 454). Bei Versuchen in der Nähe von Peterborough im Osten von England mit der Sorte Rafale wurde eine optimale Pflanzenanzahl von 75-80 Pflanzen/m² ermittelt (KNOTT und BELCHER, 1998, 449). Der geeignete Saattermin um sichere Erträge bei der Sorte Rafale zu erzielen, war nach drei Versuchsjahren (1993-1996) Mitte November. In einzelnen Jahren kann es jedoch für den Anbau Mitte November besonders auf schweren Böden zu feucht sein. Der Anbau im Oktober führte bei Versuchen in England und Frankreich zu einzelnen bis größeren Frostschäden (KNOTT und BELCHER, 1998; VOCANSON und JEUFFROY, 2008).

Die größte Gefahr beim Wintererbsenanbau in Frankreich sind Krankheiten. Die Anfälligkeit für Krankheiten und Frostschäden durch Spätfröste hängen teilweise vom Sätermin ab (ANON, 1996 zitiert in KNOTT und BELCHER, 1998, 449). Für HEENAN (1994 zitiert in VOCANSON und JEUFFROY, 2008, 757) steigt durch den Anbau im frühen Herbst die Gefahr für Frostschäden und die Anfälligkeit für Krankheiten ist erhöht. Darüber hinaus ist der Unkrautdruck erhöht (RASMUSSEN, 2004 zitiert in VOCANSON und JEUFFROY, 1998, 757). Aufgrund der fortgeschrittenen Entwicklung sind die Oktober gesäten Erbsen anfälliger für Spätfrost im April während dem Blühbeginn. Diese Erfahrungen wurden in England und auch in Frankreich von ANON (1996 zitiert in KNOTT und BELCHER, 1998, 454) gemacht. Nach FREYER et al. (2005, 97) liegt der Aussaattermin bei Wintererbsen Ende September.

2.3.5. Frühjahrsanbau von Wintererbsen

TREVINO und MURRAY (1975 zitiert in HENEISE und MURRAY, 1980) zeigten, dass die „Austrian winter field pea“ keine Vernalisation benötigt um zur Blüte zu gelangen. Allerdings reduziert die Vernalisation die Tage bis zur ersten Blüte. Im Frühjahr angebaute Wintererbsen brauchen daher keine Vernalisation. Der Blühbeginn erfolgt aber erst nach den im Herbst angebauten Erbsen.

Aufgrund von Winterschäden, bodenbürtigen Krankheiten und verringerter Vitalität wurde die „Austrian winter field pea“ [*Pisum sativum* spp. *Arvense* (L.) *Poir.*] bei Versuchen in Idaho im Frühjahr 1976 angebaut. Dabei wurde der Einfluss von verschiedenen Reihenabständen, 18 cm wie üblich, 36 cm und abwechselnd 18 und 36 cm an 2 Standorten untersucht. Die Wintererbsensorte Fenn erzielte bei einem Reihenabstand von 18 cm um durchschnittlich 29 und 43 % höhere Erträge als die Erbsen mit einem Reihenabstand von 18-36-18 cm und 36

cm beim Frühljahrsanbau. Der Kornertrag der im Frühjahr angebauten Wintererbsen lag durchschnittlich bei von Hand gejädeten Versuchen bei 2196 kg/ha, bei nicht gejädeten Versuchen lag der durchschnittliche Ertrag am Standort Grangeville bei 2078 kg/ha. Die im Frühjahr angebauten Wintererbsen erzielten nur ein Drittel bis zur Hälfte des Ertrages im Vergleich zu im Herbst angebauten Wintererbsen mit einem Ertrag von durchschnittlich 4126 kg/ha. Die im Frühjahr angebauten Wintererbsen blühten um 2 bis 3 Wochen später und sie waren dadurch höheren Temperaturen und verringerter Feuchtigkeit während der Blüte und Hülsenbildung ausgesetzt. Diese Faktoren limitierten den Ertrag der Wintererbsen mehr als die Probleme, die durch den Winter verursacht wurden (HENEISE und MURRAY, 1980, 369f).

2.3.6. Nährstoffbedarf und Düngung

Der Nährstoffbedarf von Erbsen ist bescheiden. In aktiven Böden kann die Bedarfsdeckung mit dem Einarbeiten einer Gründüngung gedeckt werden. „Die Eiweisserbsen beschaffen sich den Stickstoff über die N-Fixierung der Knöllchenbakterien. Eine N-Düngung verzögert die Knöllchenbildung“ (SCHMUTZ und BÖHLER, 2002, 2).

2.3.7. Krankheiten und Schädlinge

Eine allzu frühe Saat fördert verschiedene Fuß- und Welkekrankheiten wie Fusarium, Anthracnose, Botrytis und bakterielle Welkekrankheiten. Vor allem Winter-Körnererbsen werden von den genannten Fuß- und Welkekrankheiten befallen. Aufgrund des früheren Blühens ist die Blattlausbesiedlung bei Wintererbsen meist schwächer (HEBEISEN und CHARLES, 2003, 16f). In Frankreich leiden zeitig gesäte Wintererbsen mehr unter Krankheiten als spät gesäte (SAMSON, 1996 zitiert in KNOTT und BELCHER 1998, 454).

2.3.8. Ernte

Der Erntezeitpunkt bei Wintererbse liegt in der Schweiz im Juli, zwei bis drei Wochen vor Sommererbsen (SCHMUTZ und BÖHLER, 2002, 1). Auch nach HEBEISEN und CHARLES (2003, 15) sind die Winter-Körnererbsen um 2 Wochen früher erntereif als die Sommer-Körnererbsen. Die Winter-Körnererbsen werden meist noch vor dem Getreide geerntet.

2.3.9. Ertrag

In der Schweiz erreichen die Winter-Körnererbsen Erträge von ca. 38 dt/ha, wobei große Schwankungen von 30 bis 65 dt/ha vorliegen (SCHMUTZ und BÖHLER, 2002, 1). Am Versuchsstandort Nyon erreichten die Sorten Iceberg, Spirit und Cheyenne in den 3 Versuchsjahren von 1999 bis 2002 einen Ertrag von etwa 50 dt/ha bei 13 % Wassergehalt (HEBEISEN und CHARLES, 2003, 16). Die Proteingehalte der Winter-Körnererbsen liegen eher im unteren Bereich der Sommererbsen, die Gehalte von 23 bis 25 % aufweisen.

„Die Erträge von Körnerleguminosen variieren standort- und witterungsabhängig in einem breiten Spektrum“ (FREYER et al., 2005, 101f). Die Kornträge von Körnererbsen liegen bei ungünstigen Bedingungen bei 10 dt TM/ha. Bei günstigen Bedingungen sind Erträge von bis zu 40 dt TM/ha möglich. Bei anderen Körnerleguminosen, wie Wicken, liegt das Ertragsniveau zwischen 10-25 dt TM/ha; bei Platterbsen können bis zu 30 dt TM/ha erreicht werden. Ackerbohnen können bei ungünstigen Bedingungen Erträge von 10 dt TM/ha erzielen, bei günstigen Bedingungen sind Erträge von 50 dt TM/ha möglich (FREYER et al., 2005, 101f).

2.4. Wintererbse in Mischkultur (Gemenge) mit Wintergetreide

Gemenge sind in Regionen besonders beliebt, wo Erbse in Reinsaat unsichere Erträge bringt. „Die wichtigste Vorbedingung aller Mengsaaten ist das gleichzeitige Reifen“ (BECKER-DILLINGEN, 1929, 59). Auf schweren bis mittelschweren Böden kann nach BECKER-DILLINGEN (1929, 61) die Wintererbse mit Winterroggen oder eventuell Winterweizen angebaut werden. Bei der Drillsaat wird 120-135 kg/ha Wintererbse mit 25-40 kg/ha Winterroggen oder 50-80 kg/ha Winterweizen empfohlen. Bei der Breitsaat werden 130-150 kg/ha Wintererbse mit 30-55 kg/ha Winterroggen oder 60-110 kg/ha Winterweizen genannt (BECKER-DILLINGEN, 1929, 61).

Nach FRUWIRTH (1914, 200) soll beim Gemengeanbau ungefähr 1/5 der angegebenen Saatgutmenge an Getreide genommen werden. Als Gemengepartner ist bei der Wintererbse der Weizen dem Roggen vorzuziehen.

HOF-KAUTZ et al. (s.a., 1f) nennen als Vorteile des Gemengeanbaus von Winterweizen mit Winterkörnerleguminosen höhere Proteingehalte im Korn des Getreides, Mehrertrag im Vergleich zu Reinsaaten, eine höhere Ertragsstabilität sowie die Vermeidung eines Totalausfalls einer Kultur und die Abwehr von Schädlingen und Krankheiten. Außerdem werden durch den Gemengeanbau die Lagergefahr sowie Nährstoffverluste verringert (HOF-

KAUTZ et al., s.a., 2). Im Gemenge wurden jedoch geringere Einzelerträge der Arten erzielt (HOF-KAUTZ et al., s.a., 4).

Weitere ausgewählte Ergebnisse von Wintererbsen-Versuchen in Reinsaat, im Gemenge sowie zur Gründüngung befinden sich im Anhang Kap. 13.1-3.

2.5. Winterackerbohne

Nach BECKER-DILLINGEN (1929, 147) gehören die Winterpferdebohnen auch zu den kleinkörnigen Ackerbohnen. Sie eignen sich aufgrund unzureichender Winterhärte nicht für den Anbau in Deutschland und in Österreich. In den Mittelmeerländern wird die Winterackerbohne großflächig angebaut (BECKER-DILLINGEN, 1929, 138).

Wesentlicher Nachteil von Ackerbohnen und Erbsen sind die Ertragsunsicherheit, die in der Praxis häufig beklagt wird (BROUWER, 1976, 784). Die mehrjährigen Untersuchungen von BROUWER (1976, 784) und auch des Bundessortenamtes zeigten, dass unter günstigen Anbauverhältnissen und bei richtiger pflanzenbaulicher Disposition keine extremen Ausschläge, wie in der Praxis oft berichtet, erzielt wurden. Die Sommerformen der Ackerbohnen weisen oftmals eine geringe Trockentoleranz auf.

In Gebieten mit starker Sommertrockenheit wie z. B. im südlichen Frankreich wird versucht diesem Problem durch den Anbau von Winterackerbohnen zu entgehen (BROUWER, 1976, 797).

Winterformen der Ackerbohne verzweigen sich bei Herbstsaat stark. Im Frühjahr ausgesäte Winterformen waren großteils nur eintriebig oder wiesen unterentwickelte Seitentrieben auf. „Im Herbst ausgesäte Sommerackerbohnen waren, sofern sie den Winter überstanden, stark verzweigt“ (BROUWER, 1976, 727).

Bis 1976 befanden sich unter den deutschen Ackerbohnenarten keine winterharten Ackerbohnen (BROUWER, 1976, 784). Der Anbau ist bisher auf England, teilweise Dänemark (BROUWER, 1976, 784) und auch auf die mediterrane Zone in Frankreich, beschränkt (LECHNER, 1959 zitiert in BROUWER, 1976, 797).

So konnte bei 5-jährigen Versuchen von BROUWER (1976, 797) mit englischem Winterackerbohnenzuchtmaterial am Standort Hohenheim nur in einem Jahr ein normaler Ertrag geerntet werden. In drei Jahren winterete sie fast vollständig aus. „Typische Sommerackerbohnen hatten in keinem Winter eine Überlebenschance“ (BROUWER, 1976, 797).

„Eine wirklich winterfeste Ackerbohne, die mitteleuropäischen Winterverhältnissen gewachsen ist, würde sehr wahrscheinlich einen wichtigeren Schritt zur Verbesserung der Ertragssicherheit bedeuten“ (BROUWER, 1976, 797).

VOGT-KAUTE (2008, 4 u. 20) bewertet die Winterhärte der einzig in Deutschland zugelassenen Winterackerbohnsorte Hiverna als begrenzt.

2.6. Tierische Schaderreger

Der Schädlingsbefall durch gestreiften Blattrandkäfer (*Sitona Lineatus* L.), grüne Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphon pisum* Harris), Erbsenwickler (*Cydia nigricana* Steph.) und Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum* L.) wird im Anhang 13.4 näher beschrieben.

3. Material und Methoden

Aufbauend auf den erfolgreichen Anbau der Sorte EFB 33 in Reinsaat wie auch im Gemenge wurden im Jahr 2007/2008 weitere Versuche mit Wintererbsen an zwei Standorten von der Bio Forschung Austria durchgeführt. Diese werden in der vorliegenden Arbeit beschrieben.

3.1. Versuchsstandorte, Bewirtschaftung und Klima

3.1.1. Platt

Der Exaktparzellenversuch in Platt im Bezirk Hollabrunn (Weinviertel, NÖ) befand sich auf Flächen des Versuchszentrums der AGES (Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit), Versuchsstation Großnondorf. Diese Region liegt im pannonischen Klimagebiet. Die jährliche Durchschnittstemperatur liegt bei 8,7 °C und die jährliche durchschnittliche Niederschlagsmenge bei 508 mm. Die tiefste Temperatur im Winter 2007/08 lag bei -12,1 °C (siehe Abbildung 2) (AGES-ZENTRUM VERSUCHSWESEN, s.a., s.p.).

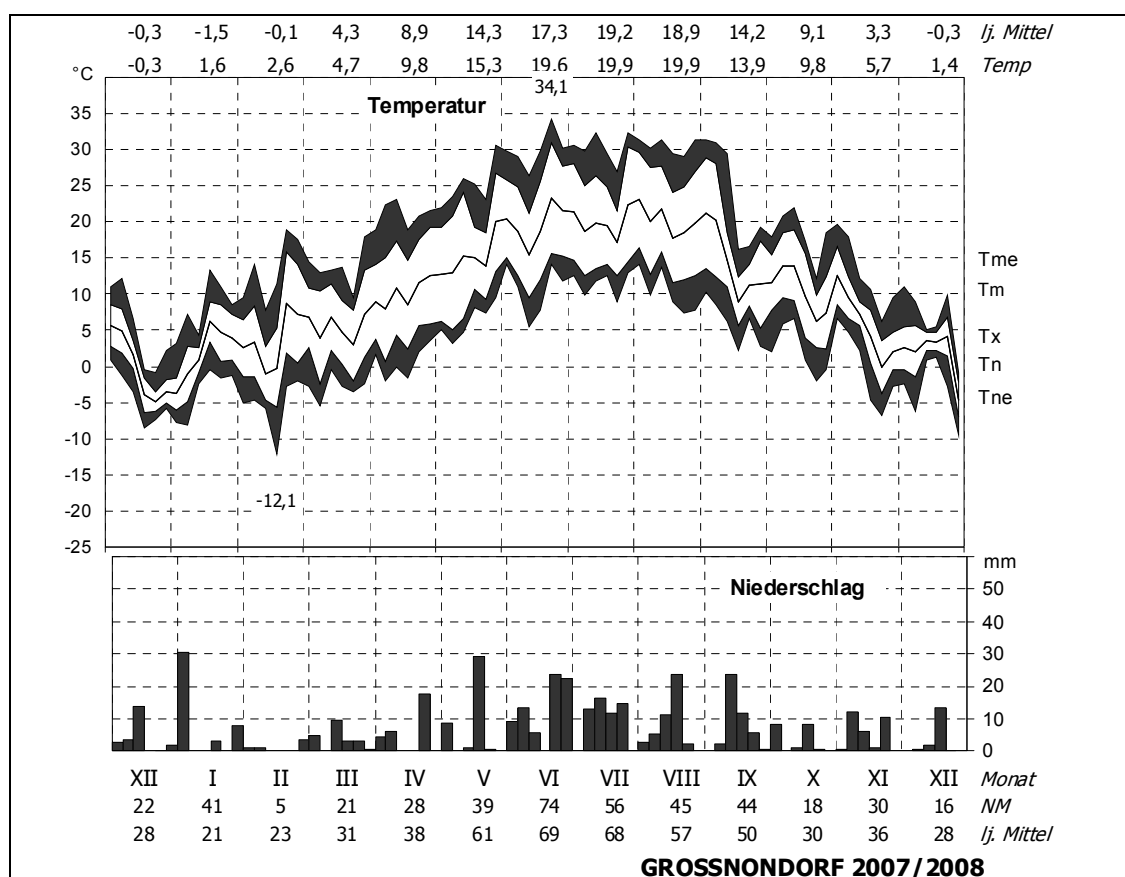


Abbildung 2: Wetterdaten an der Versuchsstation Großnondorf 2007/2008
Quelle: AGES-ZENTRUM VERSUCHSWESEN, (<http://www.ages.at/index.php?id=7284>)

Das Feld „Junge Haide“ liegt auf einem leichten Südhang. Der Bodentyp ist ein Tschernosem, die Bodenform ein sandiger Lehm. Der pH-Wert liegt bei 7,6 und der Humusgehalt bei über 4 %. Der Standort ist ein hochwertiges Ackerland mit einer Ackerzahl von 87 (PLATZ, 2008).

Die Versuchsfläche wurde konventionell bewirtschaftet. Beim vorliegenden Wintererbsenversuch wurden keine Pflanzenschutzmittel eingesetzt. Die einmalige Beikrautbekämpfung erfolgte manuell. Es wurden nur 54 kg/ha P_2O_5 /ha gedüngt; mineralische Stickstoffdüngung erfolgte keine.

Die Bodenbearbeitung erfolgte mittels Pflug, wobei die Bearbeitungstiefe bei 25-30 cm lag. Die Anlage des Versuches wurde von den Mitarbeitern der AGES Versuchsstation Großnondorf unter der Leitung von Friedrich Platz durchgeführt. Die Aussaat und Ernte erfolgten mittels Parzellensämaschine und Parzellenmähdrescher.

Die Vorfrüchte waren 2007 Wintergetreide, 2006 Sommergerste, 2005 Körnermais, 2004 Wintergetreide, 2003 Hirse, 2002 Körnermais und 2001 Sommergerste. Beim Wintergetreide wurden Erträge zwischen 6 und 7 t/ha erzielt (PLATZ, 2008).

3.1.2. Senning

Der Standort Senning liegt ebenfalls im Weinviertel (Bezirk Korneuburg), in der Nähe von Stockerau. Senning liegt auf 230 m Meereshöhe. Die jährliche durchschnittliche Niederschlagsmenge beträgt 578 mm. Das Feld wird seit 2001 biologisch bewirtschaftet. Die Bodenbearbeitung erfolgte pfluglos. Als Alternative zum Pflug wurde ein Grubber (Type Wenz) eingesetzt; die Bearbeitungstiefe lag bei 5-8 cm. Während der gesamten Kulturdauer des Versuches erfolgte keine Beikrautbekämpfung. Vorfrüchte waren 2007 und 2006 Winterweizen, 2005 und 2004 Luzerne und 2003 Sommergerste. Im Jahr 2006 wurde als Zwischenfrucht Körnererbse mit Ölrettich und Phacelia angebaut.

3.2. Versuchsdurchführung

3.2.1. Standort Platt

Der Parzellenversuch mit 4 Wiederholungen beinhaltete einen Wintererbsen-Sortenversuch mit 11 Sorten bzw. Genotypen, einen Zeitstufen-Anbauversuch mit 6 Terminen, einen Saatstärken-Vergleich mit 3 Saatstärken (jeweils mit der Sorte EFB 33), sowie einen Winterackerbohnen-Sortenversuch mit 2 Sorten.

Der **Wintererbsen- und Winterackerbohnen-Sortenversuch** beinhaltete folgende Sorten bzw. nicht in die Sortenliste eingetragene Genotypen, die jedoch im Weiteren unter Sorten zusammengefaßt werden:

Tabelle 3: Wintererbsen- und Winterackerbohnsorten in Platt, 2007/2008

Nr. (Variante)	Sorte	Kultur	Typ
1	Champagne	Wintererbse	B
2	Cheyenne	Wintererbse	HB
3	USA-Stamm	Wintererbse	B
4	Griechisch	Wintererbse	B
5	Unrra	Wintererbse	B
6	Colorado	Wintererbse	HB
7	Lucy	Wintererbse	HB
8	Münchner/Tiroler	Wintererbse	B
9	Arkta	Wintererbse	B
10	Picar	Wintererbse	B
11	Population Ramsthal	Winterackerbohne	
12	Hiverna	Winterackerbohne	
13	EFB 33	Wintererbse	B
Mantel	Sirius (Peluschke)	Sommererbse	B

B= Blatttyp; HB= Halbblatttyp

Es wurden jeweils 80 keimfähige Körner/m² (= K./m²) Wintererbsen, mit Ausnahme am Saatstärkenversuch, angebaut. Die Winterackerbohnen wurden mit einer Saatstärke von 30 keimfähigen K./m² angebaut. Bis auf den Anbautermin-Versuch wurden alle Versuche am 15. Oktober 2007 gesät.

Beim **Zeitstufen-Anbauversuch** wurde die Sorte EFB 33 an folgenden Terminen angebaut: 19. Oktober, 31. Oktober, 05. November, 13. November und 20. November 2007 sowie 26. Februar 2008. Zwischen den Anbauterminen sollte jeweils eine Woche liegen. Der zweite Anbautermin am 31. Oktober 2007, hatte sich aufgrund schlechten Wetters verschoben.

Für den **Saatstärkenversuch** wurde die Sorte EFB 33 (Nr. 13) mit 3 verschiedenen Saatstärken angebaut.

Tabelle 4: Wintererbsen Saatstärkenversuch von 32 bis 48 keimfähige Körner/m² (2007/2008)

Variante (Nr.)	kg/ha	Körner/m ²
A	60,96	48
B	50,8	40
C	40,6	32

Tabelle 5: Versuchsanlage Standort Platt

		Saatstärkenversuch Wintererbsen			Sortenversuch Winterbohne			Sortenversuch Wintererbse													Terminversuch Wintererbse (alle Sorte 13)								
	Block D	Mantel = B	C	A	B	Mantel = B	Mantel = WW	12	12	Mantel = WW	Mantel = 13	13 statt 6	8	10	1	2	13	3	5	4	7	9	Mantel = 13	19.10.2007	31.10.2007	05.11.2007	13.11.2007	20.11.2007	26.02.2008
	Block C	Mantel = B	B	C	A	Mantel = B	Mantel = WW	12	11	Mantel = WW	Mantel = 13	10	3	13	5	13 statt 6	8	4	9	1	2	7	Mantel = 13	19.10.2007	31.10.2007	05.11.2007	13.11.2007	20.11.2007	26.02.2008
	Block B	Mantel = B	C	A	B	Mantel = B	Mantel = WW	12	12	Mantel = WW	Mantel = 13	13	7	2	9	1	4	6	8	5	10	3	Mantel = 13	19.10.2007	31.10.2007	05.11.2007	13.11.2007	20.11.2007	26.02.2008
	Block A	Mantel = B	A	B	C	Mantel = B	Mantel = WW	11	12	Mantel = WW	Mantel = 13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	13	Mantel = 13	19.10.2007	31.10.2007	05.11.2007	13.11.2007	20.11.2007	26.02.2008

Tabelle 5 zeigt die Anordnung der Varianten. Beim Wintererbsen Sortenversuch wurde die Variante 6 aufgrund von Saatgutmangel nur in 2 Wiederholungen (Block A und B) angebaut. Ebenso war die Variante 11 bei den Winterackerbohnen nur in 2 Wiederholungen (Block A und C) vertreten.

Alle oben genannten Varianten außer dem Terminversuch wurden randomisiert angeordnet.

Der Zeitstufen-Anbauversuch wurde aufgrund unvorhersehbarer schlechter Wetterbedingungen und daraus resultierender schwieriger Anbaubedingungen in allen Varianten nicht randomisiert angebaut.

Die Netto-Parzellengröße lag bei 10 m² mit einer Breite von 1,25 m und einer Länge von 8 m. Als Mantel um den Versuch und zwischen den Wiederholungen wurde die Sorte Sirius angebaut.

3.2.2. Standort Senning

Bei diesem Demonstrationsversuch wurden nebeneinander 9 verschiedene Varianten ohne Wiederholungen auf 12 m breiten Streifen (Ausnahme Variante 7: 18 m breit) über die gesamte Schlaglänge angebaut. Die Arten- und Sortenvarianten beinhalteten verschiedene Winterkörnerleguminosen, wie Wintererbsen (Sorte EFB 33), Winterwicken (Zottelwicke, Pannonische Winterwicke) und eine Winterackerbohne (Sorte Hiverna) in Mischungen mit Winterroggen bzw. Winterweizen oder in Reinsaat. Zusätzlich wurden noch die Anbaetermine gestaffelt.

Tabelle 6: Winterkörnerleguminosen-Demonstrationsversuch Senning 2007/08

	Varianten, Arten und Saatstärke	Anbaetermin
1	Zottelwicke (90 kg/ha) + Winterroggen (35 kg/ha)	1. Okt. 2007
2	Pannonische Wicke (90 kg/ha) + Winterroggen (35 kg/ha)	1. Okt. 2007
3	Winterroggen (90/75 kg/ha)	1. Okt. 2007
4	EFB 33 (64 kg/ha) + Winterroggen (35 kg/ha)	1. Okt. 2007
5	EFB 33 (124 kg/ha, 86 Korn/m ²)	1. Okt. 2007
6	EFB 33 (82 kg/ha, 57 Korn/m ²) + Winterackerbohne (103 kg/ha, 23 Korn/m ²)	12. Okt. 2007
7	EFB 33 (135 kg/ha)	12. Okt. 2007
8	EFB 33 (64 kg/ha) + Winterweizen Capo (70 kg/ha)	12. Okt. 2007
9	EFB 33 (124 kg/ha)	18. Okt. 2007

Zusätzlich wurde bei Variante 5 am 01. November 2007 auf einer Fläche von 1,5 m x 1,5 m die Sorte EFB 33 ausgesät.

Die Bonitierungen auf dem Feld erfolgten innerhalb einer ausgewählten Fläche, auf einer Länge von ca. 40 m, bei allen Varianten.

3.3. Methoden

Ab Mitte März 2008 wurden beide Versuche in regelmäßigen Abständen bonitiert.

Folgende Parameter wurden erhoben:

- Feldaufgang
- Entwicklungsstadium
- Anzahl der Leguminosen-Seitentriebe
- Lagerneigung
- Trieblänge
- Bestandshöhe
- Flächenanteil an Beikraut (Senning)
- Ertrag
- Nitratstickstoffgehalt im Boden
- Proteingehalt im Korn
- Schädlingsbefall durch gestreiften Blattrandkäfer (*Sitona Lineatus* L.), grüne Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphon pisum* Harris), Erbsenwickler (*Cydia nigricana* Steph.) und Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum* L.)

3.3.1. Pflanzenbauliche Parameter

Feldaufgang:

Zur Bestimmung des Feldaufganges wurden in Platt Ende März die aufgelaufenen Pflanzen je 3 x 0,5 m² pro Parzelle ausgezählt. In Senning wurden Kleinparzellen von 0,5 m² je Variante ausgezählt. Das Auszählen auf der vorgegebenen Fläche war aufgrund des teilweise lückigen Bestandes erforderlich.

Entwicklungsstadium:

Die Entwicklungsstadien der Pflanzen wurden bei jeder Bonitur nach der BBCH-Codierung für Erbsen bestimmt (WEBER und BLEIHOLDER, 1990 zitiert in MEIER, 2001, 142ff; FELLER et al., 1995b zitiert in MEIER, 2001, 142ff). Da es keine eigene Skala für Wintererbsen gibt, wurde die Skala für „Sommererbsen“ verwendet.

Seitentriebe:

Die Anzahl an Seitentrieben der Leguminosen wurde, solange es das Pflanzenwachstum zuließ, erhoben.

Lagerneigung:

Die Lagerneigung wurde nach einer Skala von eins bis neun beurteilt, wobei 1 keine und 9 zu 100 % lagernde Pflanzen, bedeutet (URBATZKA, 2003, 10).

Trieblänge:

Im Rahmen der „Knöllchenbonitur“ wurde in Platt an jeweils einer Pflanze je bonitiertem Block, vom längsten Trieb, die Länge gemessen. Da die Pflanzen ausgegraben werden mußten, war ein exaktes Messen möglich, was im Bestand äußerst schwierig gewesen wäre. Zusätzlich wurde die Pflanzenlänge von den Mitarbeitern der AGES am 27. Juni 2008 gemessen.

Bestandshöhe:

An beiden Standorten wurde die Bestandshöhe zur Vollblüte der Blatttypen, anfangs Juni sowie in Senning auch Ende Juni, erfasst. Dabei wurde in Platt die mittlere Bestandshöhe je Parzelle erfasst, was aufgrund der einheitlichen Höhe leicht möglich war. In Senning wurden die Bestandshöhen in einer „Messspanne“ (niedrigster bis höchster gemessener Wert) aufgrund der viel größeren Fläche und des unterschiedlichen Bestands erfasst.

Durch die Gegenüberstellung von Bestandshöhen und Triebängen konnte das Ausmaß der Lagerung verdeutlicht werden.

Beikraut:

Der Anteil an Beikraut wurde in Senning subjektiv abgeschätzt. Zusätzlich wurde eine Artbestimmung der meist vertretenen Beikräuter durchgeführt.

Ertrag:

In Platt erfolgte die Ernte mittels Parzellenmähdrescher durch die Mitarbeiter der AGES. In Senning wurde die gesamte Biomasse von 1 m² je Variante (bei Wintererbsen) und von 2 m² bei den Winterwicken geerntet. Dabei wurden die verschiedenen Gemengepartner und auch das Unkraut getrennt erfaßt. Die Nutzpflanzen wurden anschließend mittels Parzellenmähdrescher gedroschen.

3.3.2. Nitratstickstoffgehalt (NO₃-N kg/ha) im Boden

An beiden Versuchsstandorten Platt und Senning wurden im Frühjahr (Ende März) Bodenproben mit jeweils 8 Einstichen als Mischprobe entnommen. Am Standort Platt wurden nach der Ernte, am 03. August 2008, von ausgewählten Sorten Bodenproben mit jeweils 6 Einstichen je Parzelle entnommen. Am Standort Senning erfolgte die Bodenprobenentnahme zur Ernte am 11. Juli 2008. Die Proben wurden jeweils bis zu einer Tiefe von 90 cm genommen, unterteilt in 0 bis 30 cm, 30 bis 60 cm und 60 bis 90 cm. Der Stickstoffgehalt wurde mittels Reflektquant (RQflex von Merck) oder Continuous Flow Analyzer (CFA) von den Mitarbeitern der Bio Forschung Austria ermittelt.

3.3.3. Proteingehalt im Korn

Der Stickstoffgehalt wurde mittels Kjeldahlanalyse von Mitarbeitern der Bio Forschung Austria bestimmt. Anschließend erfolgte die Umrechnung auf den Proteingehalt (in % TS).

3.3.4. Befall mit Gestreiftem Blattrandkäfer (*Sitona lineatus* L.)

3.3.4.1. Befall an den Blättern

Es wurden bei beiden Versuchsstandorten jeweils 4 Blattrandkäfer-Befallsbonituren im Zeitraum von Ende März bis Ende Mai, im Abstand von zwei bis drei Wochen, durchgeführt. Ein genauer Zeitplan der Bonituren befindet sich in Tabelle 7. Der Blattrandkäferbefall wurde durch die Anzahl der Kerben je Pflanze, die typisch für den Fraß des Käfers sind, festgestellt.



Abbildung 3: Kerben an den Blättern, verursacht durch den Fraß des Gestreiften Blattrandkäfers, 29. April 2008, Standort Platt

Die **erste Blattrandkäfer-Befallsbonitur** erfolgte auf beiden Standorten zeitgleich mit der Feldaufgangsbonitur, bei der in Platt auf einer Fläche von 3 mal 0,5 m² je Parzelle die aufgelaufenen Pflanzen gezählt wurden. Innerhalb der vorgegebenen Flächen wurden die Pflanzen, die einen Blattrandkäferbefall aufwiesen, gezählt. Bei dieser Bonitur wurde die Kerbenanzahl nach Anlehnung an die Skala von DORÉ und MEYNARD (1995, 49f) erhoben. Die Skala unterteilt den Kerbenbefall in 6 Stufen, wobei 0 = kein Befall, 1 = weniger als 5 Kerben je Pflanze, 2 = 5 und 6 Kerben, 3 = 7, 8 und 9 Kerben, 4 = 10 bis 13 Kerben, 5 = 14 und mehr Kerben je Pflanze. Das Ergebnis von z.B. 3 x 1 bedeutet, dass 3 Pflanzen einen Befall von Stufe 1 aufweisen.

Bei den weiteren Blattrandkäfer-Befallsbonituren wurde die genaue Kerbenanzahl, ohne Einstufung in die Skala, notiert. Dies ist bei größerer Kerbenanzahl genauer, da die Kerben ohnehin gezählt wurden.

Ab der **zweiten Blattrandkäfer-Befallsbonitur** wurde bei beiden Standorten anstatt der ganzen Pflanze jeweils ein Trieb einer Pflanze bonitiert. Das Zählen der Kerben auf der gesamten Pflanze war aus hohen Zeitaufwandsgründen nicht möglich. Die Triebe wurden zufällig und gleichmäßig auf die Parzelle verteilt, ausgesucht. Die beurteilten Triebe wurden bei jeder Bonitur neu ausgewählt.

Am Standort Platt wurden bei der zweiten Bonitur bei drei Trieben je Parzelle die Kerben (0 = noch nicht vollständig entfaltetes Blatt, 1 = erstes vollständig entfaltetes Blatt und 2 = zweites vollständig entfaltetes Blatt) von oben einzeln erfasst und am restlichen Trieb zusammengezählt. Die Kerben wurden jeweils auf einzelnen ausgewählten Blättern erfasst,

um anschließend (je nach Notwendigkeit) entweder einzeln oder gesamt ausgewertet werden zu können.

Am Standort Senning wurden bei der zweiten Bonitur die Kerben am 0, 1, 2, 3 Blatt und am restlichen Trieb zusammen erfasst. Je Variante wurden 20 Triebe bonitiert.

Bei der **dritten Blattrandkäferbonitur** wurde in Platt bei 10 Trieben je Parzelle das 0, 1, 2 und 3 Blatt einzeln bonitiert und der restliche Trieb zusammen erfasst.

In Senning wurden bei der dritten Bonitur am 07. Mai 2008 bei 15 Trieben je Variante das 0, 1, 2, 3, 4 und 5 Blatt von oben bonitiert.

Die **vierte und letzte Blattrandkäferbonitur** erfolgte am 13. und 14. Mai am Standort Platt und am 23. Mai 2008 am Standort Senning. Aufgrund des fortgeschrittenen Entwicklungsstadiums wurden die Kerben nur bei bestimmten Blattetagen, oben und in der Mitte, bonitiert. Das Zählen der Kerben an unteren Blattetagen war aufgrund der fortgeschrittenen Bestandshöhe und des teilweise stark rankenden Bestandes nicht möglich bzw. hätte zu enormen Beschädigungen der Pflanzen geführt. In Platt wurde bei 3 Blöcken an 10 Trieben ausgewählter Sorten von Blatt- und Halbblatttypen das 2. und 4. Blatt, in Senning bei 20 Trieben das 1., 4., und 5. Blatt bonitiert.

3.3.4.2. Befall an den Wurzelknöllchen (Knöllchenbakterien)

Um den Schaden der Larven des Blattrandkäfers an den Rhizobien (Knöllchen) feststellen zu können, wurden am 01. Juni bei jeweils 5 Pflanzen im Wintererbsen Sortenversuch (aus Block B und C) die Wurzelballen spatentief entnommen. Diese wurden im Labor gewaschen und anschließend die Knöllchen unter dem Binokular bonitiert (siehe Abbildung 4). Dadurch konnte beurteilt werden, wie viele Knöllchen durch die Larven des Blattrandkäfers beschädigt (an- bzw. ausgefressen) oder unbeschädigt (intakt) waren. Bei den unbeschädigten Knöllchen wurde der Zustand der Knöllchen aufgrund dessen Farbe beurteilt. Rot bzw. Rosa bedeutet aktiv, grün absterbend und weiße Knöllchen wurden als noch jung und noch nicht aktiv beurteilt.

Am Standort Platt waren bei den Wintererbsen alle Knöllchen ähnlich groß, so dass keine Unterteilung in große und kleine Knöllchen vorgenommen werden musste. Falls es gelegentlich ein größeres Knöllchen gab, wurde es je nach Größe für 2 bis 3 „normale“ Knöllchen gezählt.

Am Standort Senning gab es deutlich mehr aggregierte Knöllchen, sodass diese extra notiert wurden und anschließend als 3 „normale“ Knöllchen gezählt wurden.



Abbildung 4: Wurzeln mit Knöllchen von 5 Wintererbsenpflanzen des Genotyps „USA-Stamm“, Sortenversuch Platt, 03. Juni 2008

Tabelle 7: Zeitplan der Blattrandkäfer-Befallsbonitur

Zeitraum/Datum	Standort	Maßnahme	Anmerkung
21. und 26.03.2008	Platt	Bodenproben Feldaufgang 1.Blattrandkäfer (=BK)- Bonitur	3 x 0,5 m ² je Parzelle nach Anlehnung an Skala von Doré und Meynard (1995, 49f)
28.03.2008	Senning	Bodenproben Feldaufgang 1. BK-Bonitur	0,5 m ² je Variante nach Anlehnung an Skala von Doré und Meynard (1995, 49f)
15.04.2008	Platt	2. BK-Bonitur	0, 1, 2 Blatt von oben einzeln u. Kerben am restl. Trieb zusammen; 3 Triebe je Parzelle des WE- Sortenversuchs
21.04.2008	Senning	2. BK-Bonitur	Kerben am 0, 1, 2, 3. Blatt u. restl. Trieb zusammen bei 20 Trieben je Variante
28. und 29.04.2008	Platt	3. BK-Bonitur	0, 1, 2, 3 Blatt u. restl. Trieb zusammen bei 10 Trieben je Parzelle (Block B, C vom WE Sortenversuch)
07.05.2008	Senning	3. BK-Bonitur	1, 2, 3, 4, 5 Blatt bei 15 Trieben je Variante
13. und 14.05.2008	Platt	4. BK-Bonitur	2 und 4 Blatt von oben, 10 Triebe je bonitierte Parzelle (Block A, B, C) von ausgewählten Wintererbsen
23.05.2008	Senning	4. BK-Bonitur	1, 4, und 5 Blatt von oben bei 20 Trieben je Parzelle
03. und 04.06.2008	Platt	Knöllchenbonitur	5 Pflanzen bei WE-Sortenversuch Block B, C
11.06.2008	Senning	Knöllchenbonitur	5 Pflanzen je Variante

WE = Wintererbse, BK = Blattrandkäfer

3.3.5. Befall von Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphon pisum* H.)

Je bonitierter Parzelle wurde der Befall an 10 zufällig ausgewählten Pflanzen erhoben. Zusätzlich wurde die Anzahl an großen (adulten) und kleinen (juvenilen) Blattläusen geschätzt sowie die Anzahl an geflügelten Blattläusen erfasst. Außerdem wurden Schwebfliegenlarven, Marienkäferlarven, parasitierte Blattläuse und Erbsenkäfer notiert.

Ebenfalls wurde der Befall durch Erbsenblattläuse an das Boniturschema von FREYER et al. (2006, 11f) angelehnt, an die Gegebenheiten angepasst und nach folgender Einteilung optisch beurteilt:

0 = kein Befall

1 = einzelne Läuse in den Triebspitzen

2 = 5 -15 Läuse in den Triebspitzen

3 = Hälfte der Triebspitze von Blattläusen befallen

4 = ganze Triebspitze befallen

5 = von der Triebspitze bis zur obersten Blattetage befallen

6 = von oberster (= 0) Blattetage bis Blatt 1 (=zweite Blattetage von oben)

7 = Blattläuse bis zu Blatt 2

8 = Blattläuse bis zu Blatt 3, usw...

Am Standort Senning erfolgte die erste Blattlausbonitur am 23. Mai 2008. Dabei wurde die Anzahl der Blattläuse geschätzt. Bei der nächsten Bonitur am 08. Juni wurde der Befall an 20 Trieben je Parzelle erhoben. Eine weitere Bonitur fand am 23. Juni statt.

Am Standort Platt erfolgte die erste Blattlausbonitur am 31. Mai 2008 sowie am 01. und 02. Juni. Bei der nachfolgenden Blattlausbonitur am 17. und 18. Juni war ein Zusammenbruch der Blattlauskolonien erkennbar. Dabei wurde der Blattlausbefall am gesamten Trieb, an den Hülsen, und falls noch vorhanden an den Blüten, geschätzt.

In Senning war am 23. Juni ebenfalls ein Zusammenbruch der Blattlauskolonien erkennbar. Das gleiche Boniturschema wie in Platt wurde angewendet.

3.3.6. Befall mit Erbsenwickler (*Cydia nigricana* Steph.) und Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum* L.)

Um den Erbsenwicklerbefall beurteilen zu können, wurden am Standort Platt vom Sortenversuch 20 Hülsen je Parzelle und am Standort Senning 30 Hülsen je Variante bei der Ernte entnommen. Von jedem Trieb wurden zwei Hülsen, jeweils vom unteren und oberen Teil der Pflanze, entnommen. In Senning gingen bei der Variante 8 zwei Hülsen verloren. In Platt wurden je Parzelle zwischen 18 und 20 Hülsen ausgewertet. Bei den meist kleineren Hülsen war die Anzahl der Körner nicht mehr erkennbar, da sie vollständig vom Erbsenwickler vernichtet wurden. Daher konnte die Kornanzahl/Hülse nicht bestimmt werden. Bei der Parzelle 1 D wurden aufgrund der geringen Hülsenzahl nur 8 Hülsen entnommen.

Die Hülsen wurden bei Zimmertemperatur zwischengelagert und zwischen Ende Oktober und Ende November ausgewertet. Dabei wurden die Ergebnisse je einzelner Hülse notiert. Es wurde der Befall der Körner durch Erbsenwickler oder Erbsenkäfer erfasst.

Die vom Erbsenwickler geschädigten sowie die offensichtlich unbeschädigten Körner je Parzelle/Variante wurden anschließend in Petrischalen aufgehoben (bei Zimmertemperatur gelagert) und neuerlich am 05. April 2009 auf Erbsenkäferbefall ausgewertet. Bei der Auswertung im Frühjahr war anzunehmen, dass alle Käfer die Erbsen bereits verlassen hatten bzw. das „Fenster“, unter dem sich der Erbsenkäfer befand, deutlich erkennbar war.

Nützlinge wie Schlupfwespen, die sich bei den Hülsen befanden, wurden ebenfalls gezählt.



Abbildung 5: Winter-Körnererbse mit blau-grauem „Fenster“, hinter dem sich der Erbsenkäfer befindet, 28. November 2008

3.4. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mit SAS 9.2 und SAS Enterprise Guide 4.2. Als statistisches Verfahren wurde eine Varianzanalyse herangezogen, wobei ein lineares Modell, am Standort Platt (Faktor Sorte, Termin oder Saatstärke und Faktor Block) und am Standort Senning (Faktor Variante), unterstellt wurde.

War die Varianzhomogenität nicht erfüllt, so wurden Rangwerte vergeben oder eine Logarithmus Transformation durchgeführt. Die Nullhypothese lautet, dass der jeweilige Faktor keinen Einfluss auf den geprüften Parameter hat. Das Signifikanzniveau der Varianzanalyse bezieht sich auf eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha=0,05$. Als Post-Hoc Test wurde bei signifikanten Faktoren ein Tukey-Test durchgeführt.

Die Dateneingabe sowie die Erstellung von Diagrammen erfolgten mit den Tabellenkalkulationsprogrammen Excel 2003 bzw. 2007.

4. Ergebnisse

4.1. Sorten-, Termin- und Saatstärkenversuch, Standort Platt (2007/2008)

4.1.1. Feldaufgang

Den geringsten Feldaufgang ergab der USA-Stamm mit knapp 50 Pflanzen/m² von 80 angebauten keimfähigen Körnern/m² (= kf. K./m²). Bei den Sorten EFB 33, Lucy und Arkta standen zwischen 63 und 68 Pflanzen/m². Alle anderen Sorten hatten mit über 70 Pflanzen/m² eine hohe Bestandsdichte. Bei den Ackerbohnen gab es teilweise Lücken im Bestand.

Die Erbsen, die ab dem 3. Termin, am 05. November 2007, angebaut wurden, waren Ende März noch nicht vollständig aufgelaufen. Während bei späterer Zählung bei den Terminen vom 19. und 31. 10. sowie 05. 11. über 60 Pflanzen/m² standen, gab es bei denen vom Saattermin am 13. und 20.11. ungleichmäßige Bestände mit großteils nur unter 40 Pflanzen/m² - vermutlich aufgrund zu feuchter Witterung beim Anbau.

Beim Saatstärkenversuch wurden bei der Variante A 48 kf. K./m² angebaut. Dabei wurde ein mittlerer Feldaufgang von 43 Pflanzen/m² ermittelt (Tabelle 8). Bei der Variante B standen 38 Pflanzen von 40 ausgesäten kf. K./m². Bei der Variante C wurde bei einer Saatstärke von 32 Korn/m² ein mittlerer Feldaufgang von 35 Pflanzen/m² erzielt. Bei allen Varianten gab es mit 8-10 Pflanzen pro m² eine große Standardabweichung. Diese konnte im teilweise uneinheitlichen Bestand auch beobachtet werden.

Tabelle 8: Feldaufgang (Pflanzen/m²) des Saatstärkenversuchs am Standort Platt

Saatstärke	Anbau Korn/m ²	Feldaufgang Pflanzen/m ²	
		MW	STABW
A	48	43	9
B	40	38	10
C	32	35	8

Im Versuchsjahr 2007/2008 kam es aufgrund des milden Winters mit einem Tiefstwert von -12 °C zu keinen Auswinterungsschäden (siehe Abbildung 2). Daher ist mit Ausnahme der Sorte EFB 33 keine abschließende Beurteilung über die Winterhärte der einbezogenen Sorten möglich.



Abbildung 6: Zustand der Wintererbsen am 31. März 2008, linkes Foto Blatttyp, rechtes Foto Halbblatttyp

4.1.2. Befall mit Blattrandkäfer

4.1.2.1. Befall an den Blättern

1. Blattrandkäfer-Befallsbonitur

Ende März 2008 wurden erste Fraßspuren des Blattrandkäfers an den Pflanzen gesichtet. Bei dieser Blattrandkäfer-Bonitur wurde der Befall nach Anlehnung an die Skala von DORÉ und MEYNARD (1995, 49f) erhoben. Dabei wurde im Sortenversuch jeweils nur ein sehr geringer Befall mit weniger als 5 Kerben je Pflanze festgestellt, was einer 1 auf der Skala entspricht. Anschließend wurde der Anteil der befallenen Pflanzen (von einer Fläche von 3 x 0,5 m² je Parzelle) ermittelt. Einen mittleren Befall mit 1 bis 4 Kerben je Pflanze hatten zwischen 2,6 und 7,6 % der getesteten Wintererbsen Sorten.

Da auch nach der Vergabe von Rangwerten keine Varianzhomogenität erzielt wurde, konnten die Daten nicht statistisch verrechnet werden.

Der Großteil der Pflanzen des Sorten- und Saatstärkenversuches befanden sich zu diesem Zeitpunkt im BBCH-Stadium 15 bis 16. Die Sorte Lucy war im Stadium 13-14 und die Sorte Münchner/Tiroler im Stadium 17.

Die Sorten Cheyenne, Lucy und Arkta hatten neben dem Haupttrieb erst 2 Seitentriebe. Alle anderen Sorten hatten 3 bis 4 Seitentriebe.

2. Blattrandkäfer-Befallsbonitur

Bei der zweiten Blattrandkäfer-Befallsbonitur am 15. April 2008 wurde die genaue Anzahl der Kerben ohne Einstufung in eine Skala gezählt. Die Varianzhomogenität konnte auch nach der Vergabe von Rängen nicht erzielt werden. Daher konnten die Daten nicht statistisch verrechnet werden. Der durchschnittliche Blattrandkäferbefall lag zwischen knapp 8 und 12 Kerben je Trieb (siehe Abbildung 9).

Am 15. April hatten die Erbsenpflanzen vom Sorten- und Saatstärkenversuch (im BBCH-Stadium 17/37-19/39) insgesamt drei bis vier Triebe.



Abbildung 7: Zustand der Wintererbse am 13. April 2008, linkes Foto Blattryp, rechtes Foto Halbblatttyp, Standort Platt

3. Blattrandkäfer-Befallsbonitur

Bei der dritten Blattrandkäfer-Befallsbonitur am 28. April 2008 befanden sich die Wintererbsen im BBCH-Stadium 19/39 – 21/41 und wiesen zwei bis vier Triebe auf. Wie in Tabelle 9 ersichtlich, gab es statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Sorten, den beiden bonitierten Blöcken und auch eine Wechselwirkung zwischen Block und Sorte.

Tabelle 9: Ergebnisse der Varianzanalyse von der dritten Blattrandkäfer-Befallsbonitur, am 28. April 2008; lineares Modell; Faktor Sorte, Faktor Block + Wechselwirkung

Quelle	DF	Typ III SS	Mittleres Quadrat	F-Statistik	Pr > F
Block	1	564.480000	564.480000	7.63	0.0063
Sorte	9	2075.020000	230.557778	3.12	0.0016
Block*Sorte	9	1622.420000	180.268889	2.44	0.0122

Tabelle 10: Mehrfacher Gruppenvergleich der dritten Blattrandkäfer-Befallsbonitur, am 28. April 2008

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.			
Tukey Gruppierung	Mittelwert	N	Block
A	22.460	100	B
B	19.100	100	C

Am stärksten befallen war die Sorte EFB 33 mit 28 Kerben je Trieb. Den geringsten Befall hatte die Sorte Champagne mit ca. 16 Kerben je Trieb (siehe Tabelle 11, Abbildung 8 und Abbildung 9). Der Befall der Sorte EFB 33 unterschied sich auch signifikant von den Sorten Münchner/Tiroler, Picar und Champagne. Die Sorte Colorado war nur in einem der geprüften Blöcke dabei und wurde deshalb nicht in die statistische Auswertung einbezogen.

Tabelle 11: Ergebnisse des mehrfachen Gruppenvergleichs der Kerben je Trieb von der dritten Blattrandkäfer-Befallsbonitur, am 28. April 2008

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.				
Tukey Gruppierung		Mittelwert	N	Sorte
	A	28.050	20	EFB33
	A			
B	A	23.500	20	USA-Stamm
B	A			
B	A	22.000	20	Lucy
B	A			
B	A	21.100	20	Cheyenne
B	A			
B	A	20.800	20	Griechisch
B	A			
B	A	20.600	20	Arkta
B	A			
B	A	20.400	20	Unrra
B				
B		17.900	20	Muenchner/Tiroler
B				
B		17.250	20	Picar
B				
B		16.200	20	Champagne

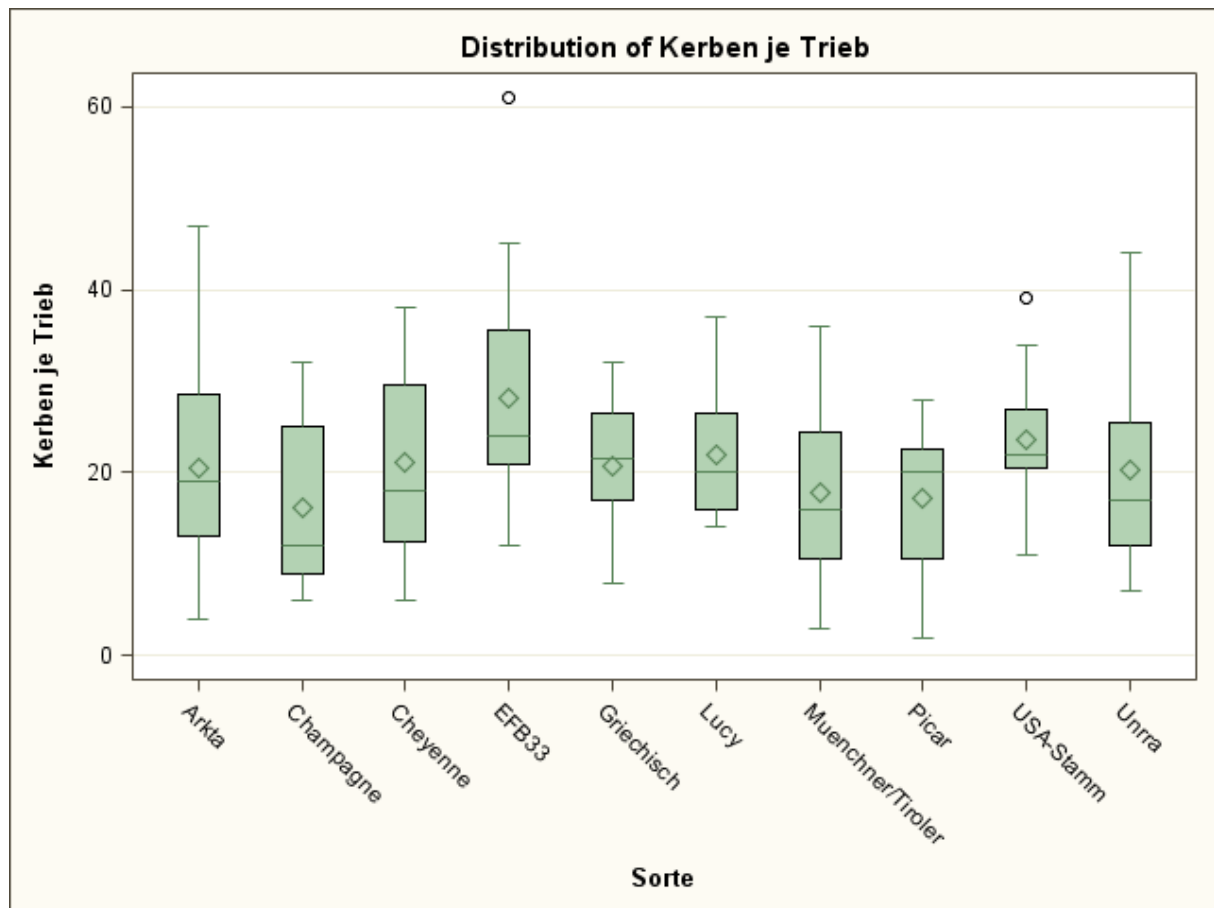


Abbildung 8: Boxplotdarstellung der Kerben je Trieb, dritte Blattrandkäfer-Befallsbonitur Ende April 2008, Standort Platt

Vergleich des Blattrandkäferbefalls vom 15. und 28. April 2008

In Abbildung 9 ist die mittlere Kerbenanzahl je Leguminosen-Trieb der beiden Boniturtermine Mitte und Ende April 2008 vergleichend dargestellt. Der Saatstärken- und Ackerbohnenversuch wurde nur am 28. April 2008 bonitiert. Der hier im Vergleich zum Sortenversuch deutlich höhere Befall könnte auf die Einwanderung der Blattrandkäfer aus einem dem Versuch vorgelagerten, ca. 5 m breiten Klee grasstreifen, zurückzuführen sein.

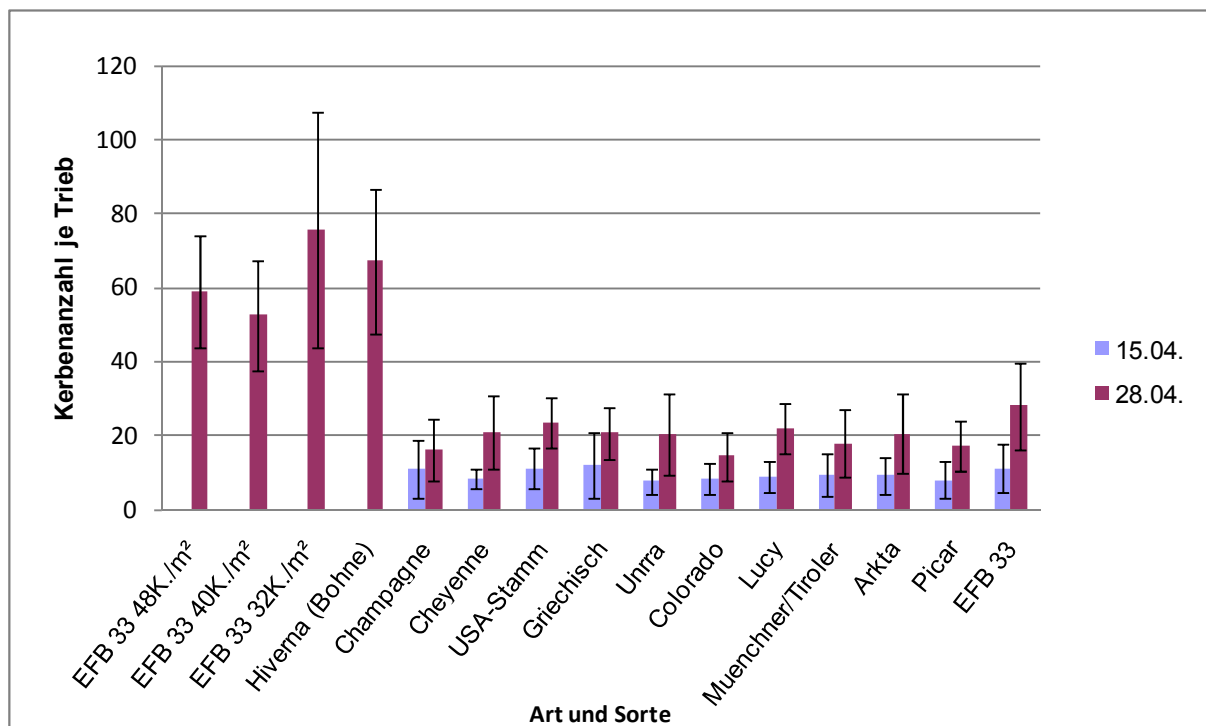


Abbildung 9: Vergleich der mittleren Kerbenanzahl je Leguminosen-Trieb am 15.04. (blau), und 28.04.2008 (violett) vom Wintererbsen-Saatstärkenversuch (n=10), von der Ackerbohne Hiverna (n=20) und vom WE-Sortenversuch (15.04., n=12 und 28.04. n=20, ausgenommen Sorte Colorado) [MW, STABW], Standort Platt

Die Erbsen im Saatstärkenversuch bzw. die Ackerbohnen wiesen durchschnittlich zwischen 50 bis 75 Kerben je Trieb, die Erbsen im Sortenversuch maximal 28 Kerben je Trieb, auf. Eine Zunahme des Befalls von der zweiten Bonitur am 15. April zur dritten Bonitur am 28. April 2008 war bei allen Sorten zu beobachten.

4. Blattrandkäfer-Befallsbonitur

Am 13. und 14. Mai 2008 wurde der Blattrandkäfer-Befall an ausgewählten Erbsenpflanzen des Sortenversuches sowie an den beiden Ackerbohnen Sorten untersucht (Abbildung 10). Aufgrund der fortgeschrittenen Wuchsgröße mit Bestandshöhen zwischen 50 und 80 cm war das Zählen der Kerben nur noch am 2. und 4. voll entfalteten Blatt von oben möglich.

Die Blatttypen befanden sich zu diesem Zeitpunkt im BBCH-Stadium 48-56 und hatten zwei bis vier Triebe. Die Pflanzen der Halbblatttypen Cheyenne und Lucy waren bereits in Blüte (BBCH-Stadium 62-63) und wiesen zwei bis drei Triebe auf (siehe Abbildung 11). Aufgrund fehlender Varianzhomogenität konnten die Daten des Wintererbsen Sortenversuches nicht statistisch ausgewertet werden.

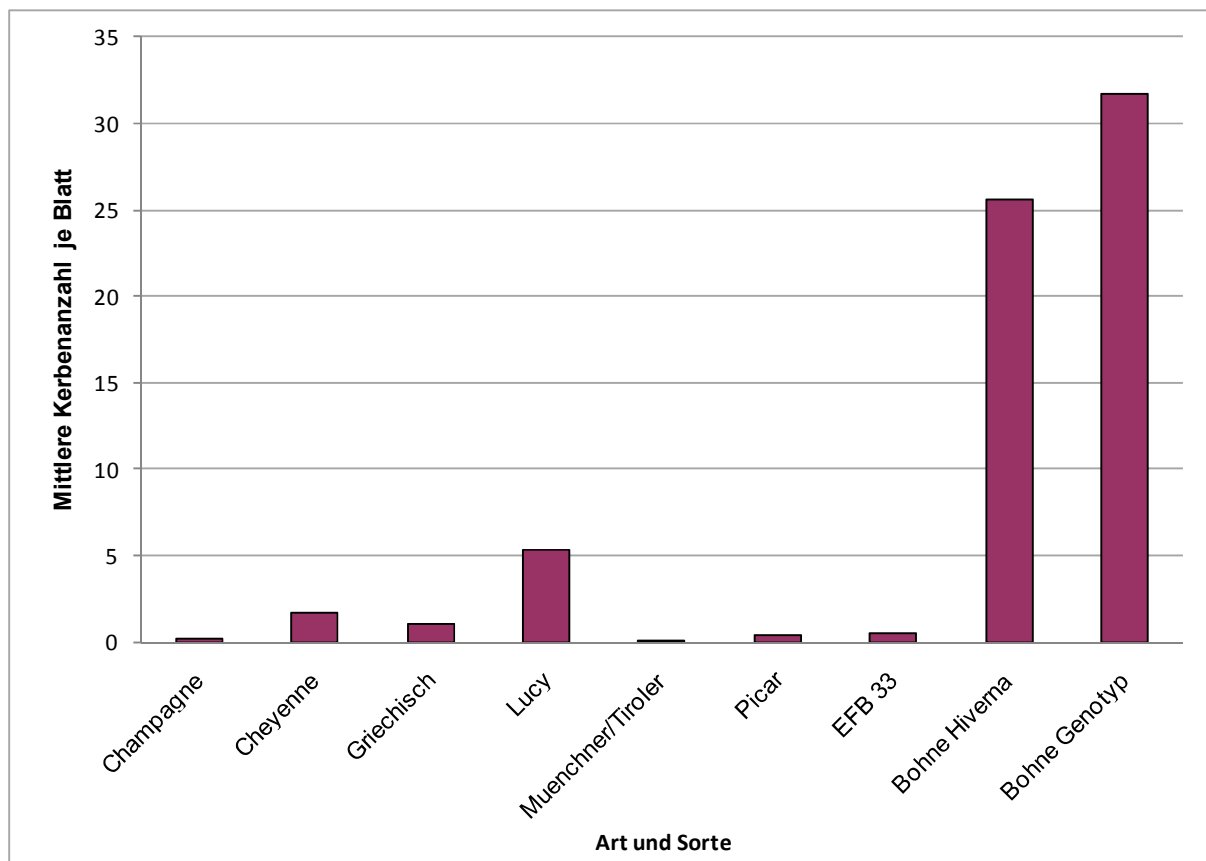


Abbildung 10: Mittlere Kerbenanzahl je Blatt von den untersuchten Blättern zwei und vier von ausgewählten Wintererbsen Sorten (n=30) und den beiden Winterackerbohnsorten Hiverna (n=20) und dem Genotyp Pop. Ramsthal (n=10), erhoben am 13. und 14. Mai 2008, Standort Platt

Die Blatttypen wiesen mit maximal einer Kerbe je untersuchtem Blatt fast keinen Befall auf. Der Halbblatttyp Lucy zeigte mit durchschnittlich 5 Kerben je untersuchtem Blatt einen leichten Befall. Ein weiterer Halbblatttyp, die Sorte Cheyenne, war mit durchschnittlich 1,6 Kerben je Blatt geringer befallen als die Sorte Lucy. Da kein weiterer Halbblatttyp untersucht wurde, kann keine Aussage über einen möglichen stärkeren Befall der Halbblatttypen aufgrund ihres Pflanzen-Habitus gemacht werden. Die Ackerbohnenblätter waren mit mindestens 25 Kerben je Blatt deutlich stärker befallen als die Wintererbsen. An der restlichen Pflanze war ebenfalls ein deutlicher Befall festzustellen. Auch an den Blättern der Erbsen in Bodennähe war ein starker Befall zu sehen.



Abbildung 11: Wintererbsen-Versuch am 14. Mai 2008, weiß blühende Sorte Lucy und Cheyenne (in Block B), Standort Platt

4.1.2.2. Befall durch Blattrandkäferlarven an den Wurzelknöllchen

Die Anzahl an Wurzelknöllchen sowie ihr Befall durch Blattrandkäfer-Larven wurden am 03. Juni 2008 an jeweils 5 Wurzeln von 2 Wiederholungen (Block B und C) untersucht. Zu diesem Zeitpunkt waren die Blatttypen und die Sorte Colorado in Vollblüte bzw. in abgehender Blüte (BBCH-Stadium 65 bis 67). Die Sorten Cheyenne und Lucy waren bereits abgeblüht und befanden sich im Makrostadium 7, im Entwicklungszustand der Fruchtentwicklung.

Tabelle 12: Erhobenes Entwicklungsstadium der Wintererbsenpflanzen am 03. Juni 2008, Standort Platt

Sorte	BBCH-Stadium	BBCH-Stadium von-bis
Champagne	65	65-67
Cheyenne	74	73-75
USA-Stamm	65	64-65
Griechisch	65	65
Unrra	65	65-67
Colorado	67	67
Lucy	72	72-73
Muenchner/Tiroler	66	65-67
Arkta	65	65
Picar	66	65-67
EFB 33	66	65-67

Wie in Tabelle 13 ersichtlich, gab es einen signifikanten Einfluss der Sorten auf die durchschnittliche Knöllchenanzahl. Zwischen den beiden untersuchten Blöcken konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Allerdings gab es bei der Wechselwirkung zwischen Sorte und Block einen signifikanten Einfluss. Die Sorte Colorado war nur in einem der geprüften Blöcke dabei und konnte deshalb nicht in die statistische Auswertung einbezogen werden.

Tabelle 13: Ergebnisse der Varianzanalyse der Anzahl der Knöllchenbakterien; lineares Modell, Faktor Sorte, Faktor Block + Wechselwirkung

Quelle	DF	Typ III SS	Mittleres Quadrat	F-Statistik	Pr > F
Sorte	9	4673.290000	519.254444	4.67	<.0001
Block	1	7.290000	7.290000	0.07	0.7986
Sorte*Block	9	2788.010000	309.778889	2.79	0.0068

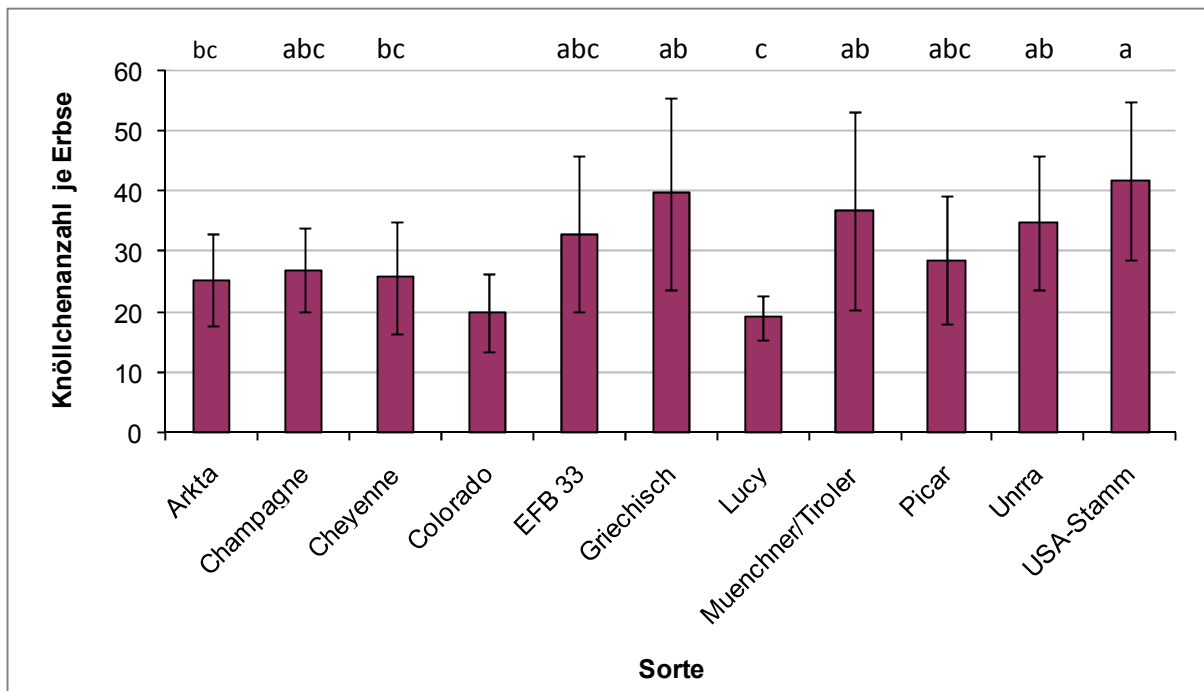


Abbildung 12: Mittlere Knöllchenanzahl je Erbsenpflanze, Wintererbsen-Sortenversuch Standort Platt am 03. Juni 2008 [MW, STABW, n=10, ausgenommen Sorte Colorado (n=5)]; Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden, die Sorte Colorado wurde nicht in die Varianzanalyse einbezogen

Die Sorten Lucy und Colorado hatten mit ca. 20 Wurzelknöllchen je Erbsenpflanze die schwächste Nodulation. Die höchste mittlere Knöllchenanzahl wiesen die Sorten Münchner/Tiroler, Griechisch und der USA-Stamm mit etwa 40 Knöllchen/Pflanze, bei allerdings großer Streuung, auf (Abbildung 12). Obwohl sich die meisten Sorten noch in Blüte befanden, waren nur mehr wenige Knöllchen rot bzw. rosa, d.h. noch Luftstickstoff fixierend. Der überwiegende Anteil der Wurzelknöllchen war durch die Larven des Blattrandkäfers durch Befraß geschädigt (siehe Abbildung 13).

Die Sorte sowie die Wechselwirkung von Sorte und Block ergaben einen hoch signifikanten Einfluss auf den Anteil der befallenen Knöllchen (in %). Auch der Faktor Block zeigte einen signifikanten Einfluss. Die Sorten EFB 33, Champagne, Lucy, Griechisch und Picar unterschieden sich signifikant von den Sorten Cheyenne und Münchner/Tiroler.

Tabelle 14: Ergebnisse der Varianzanalyse des Anteils der befallenen Knöllchen (in %); lineares Modell, Faktor Sorte, Faktor Block + Wechselwirkung

Quelle	DF	Typ III SS	Mittleres Quadrat	F-Statistik	Pr > F
Sorte	9	4784.012989	531.556999	6.36	<.0001
Block	1	397.467551	397.467551	4.76	0.0321
Sorte*Block	9	4908.242358	545.360262	6.53	<.0001

Tabelle 15: Ergebnisse des mehrfachen Gruppenvergleichs des Anteils der befallenen Knöllchen (in %)

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.			
Tukey Gruppierung	Mittelwert	t	N Block
A	82.525	50	C
B	78.538	50	B

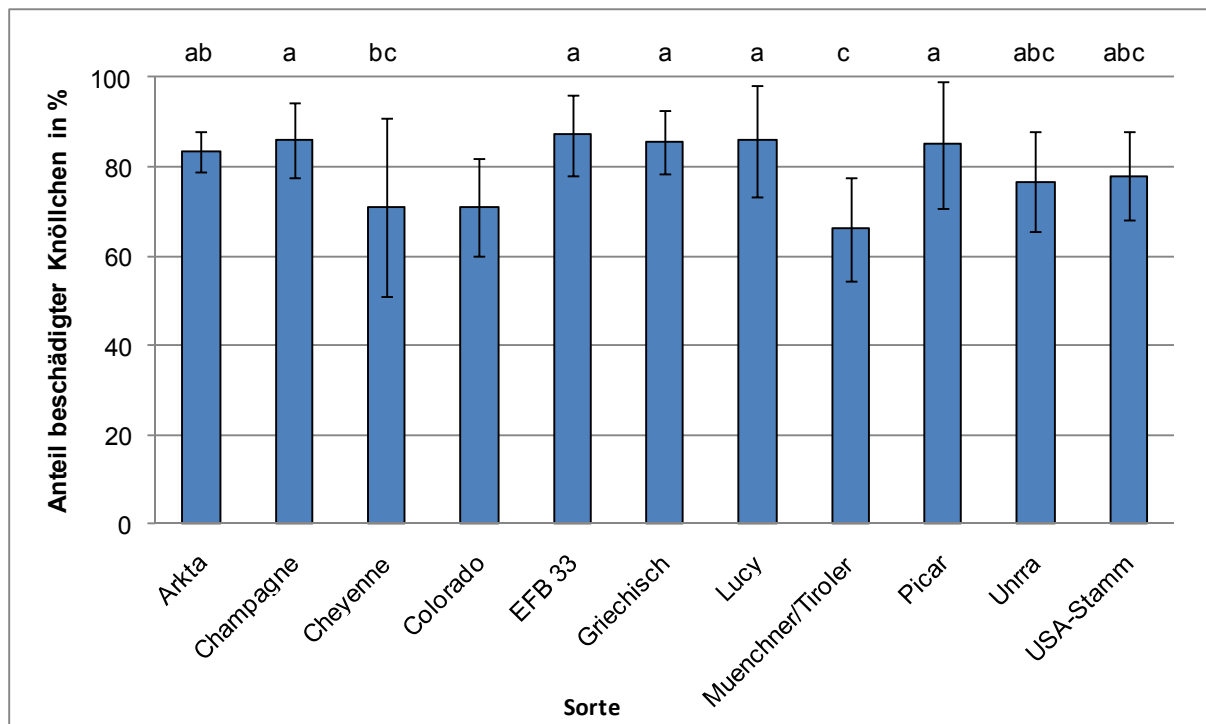


Abbildung 13: Mittlerer Anteil der beschädigten Knöllchen (in %) des Wintererbsen-Sortenversuchs am 03. Juni 2008, Standort Platt; Ergebnisse des mehrfachen Gruppenvergleichs; Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden, die Sorte Colorado wurde nicht in die Varianzanalyse einbezogen

Die meisten Sorten hatten Anfang Juni 2008 über 80 % geschädigte Knöllchen. Allerdings gab es auch hier oftmals eine große Streuung im Befall (siehe Abbildung 14). Die Sorten Cheyenne, Colorado und Münchner/Tiroler hatten mit ca. 30 % die meisten intakten Knöllchen.

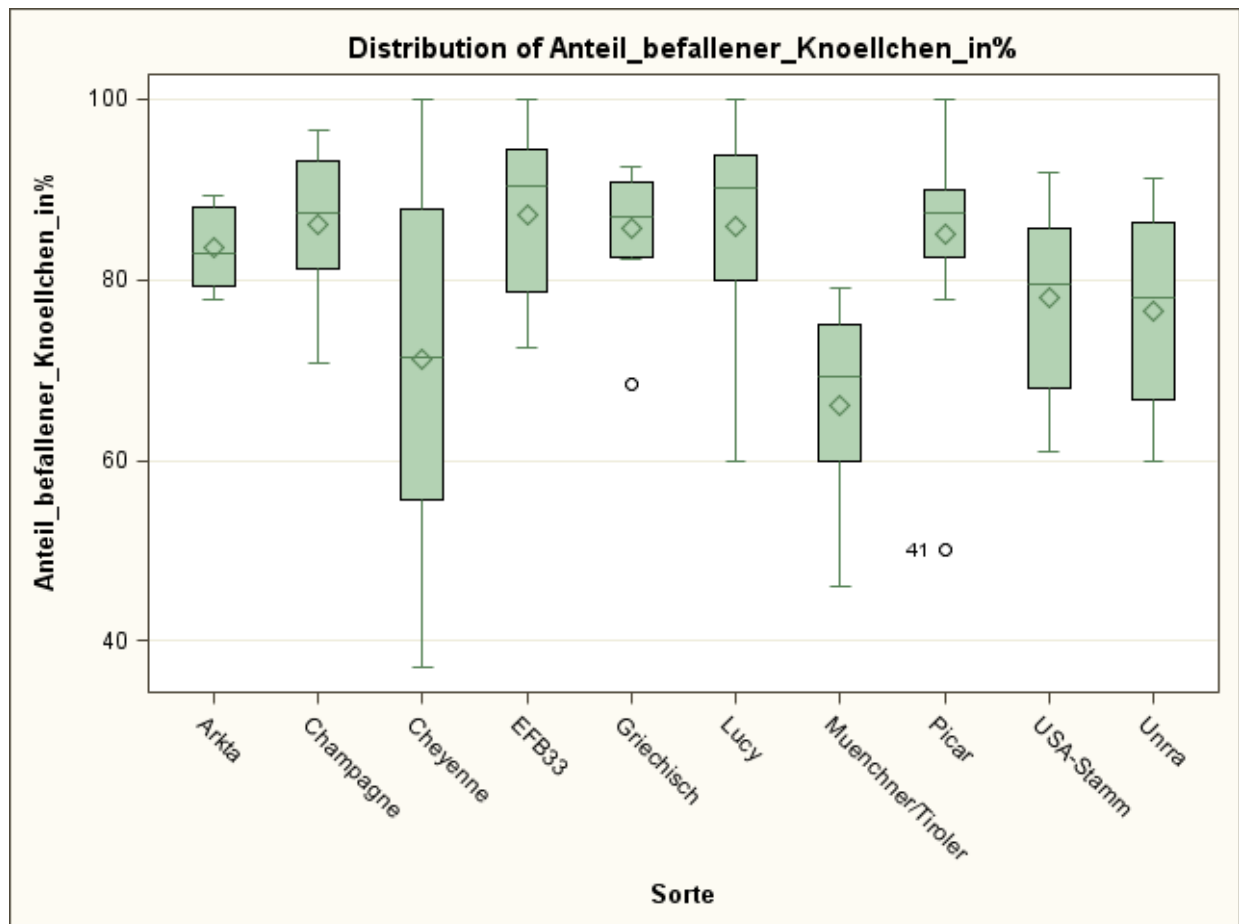


Abbildung 14: Boxplotdarstellung des Anteils der befallenen Knöllchen (in %)

4.1.3. Blattlausbefall

Mitte Mai 2008 wurden im Bestand die ersten Blattläuse gefunden. Ende Mai 2008 war bereits ein starker Befall vorhanden (siehe Abbildung 15 und Abbildung 16).



Abbildung 15: Blattlausbefall bei Wintererbse, am 31. Mai 2008, Standort Platt

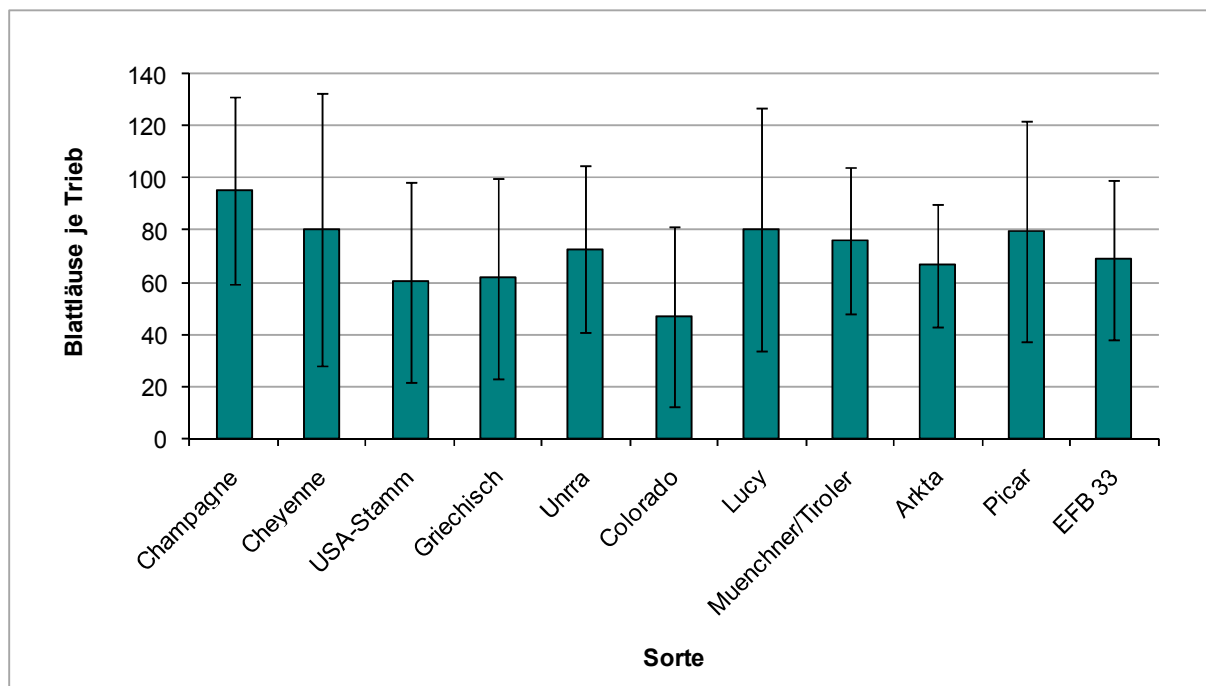


Abbildung 16: Mittlere Anzahl an Blattläusen je Trieb, des Wintererbsen-Sortenversuchs (n=30, Sorte Colorado n=20) am 31.05./02.06.2008, Standort Platt [MW, STABW]

Die höchste Blattlauszahl wurde bei der Sorte Champagne mit 95 Blattläusen je Trieb gezählt. Den geringsten Befall wies die Sorte Colorado mit knapp 50 Blattläusen je Trieb auf.

Ein Großteil der Sorten war mit 60 bis 80 Blattläusen je Trieb befallen. Innerhalb der einzelnen Sorten gab es starke Schwankungen im Befall. Da auch mit der Vergabe von Rangwerten keine Varianzhomogenität erzielt wurde, konnte keine statistische Verrechnung durchgeführt werden.

Zum gleichen Termin (31. Mai bzw. 02. Juni 2008) erfolgte auch die Einschätzung des Blattlausbefalls am Trieb (Tabelle 16). Dabei hatten die Sorten einen Befall zwischen 4,3 und 5,6 nach der angeführten Skala. Demzufolge war die ganze Triebspitze bis zum ersten Blatt von oben befallen. Aufgrund nicht vorhandener Varianzhomogenität konnte keine statistische Verrechnung durchgeführt werden.

Zu diesem Zeitpunkt waren die Bestände innerhalb der Blatttypen sehr unterschiedlich. So war ein kleiner Teil der Sorten noch in abgehender bzw. am Ende der Blüte, während die Pflanzen der restlichen Sorten sich bereits im Makrostadium der Fruchtentwicklung (BBCH-Stadium 71 bis 72) befanden. Die Halbblatttypen Cheyenne und Lucy waren bereits im BBCH-Stadium 76 bis 80 und der Genotyp Colorado im Stadium 74 bis 76.

Tabelle 16: Einschätzung des Blattlausbefalls durch Skalenwerte (0 = kein Befall, 1 = einzelne Läuse in den Triebspitzen, 2 = 5 -15 Läuse in den Triebspitzen, 3 = Hälfte der Triebspitze von Blattläusen befallen, 4 = ganze Triebspitze befallen, 5 = von der Triebspitze bis zur obersten Blattetage befallen, usw.), Standort Platt

Sorte	Mittelwert	Standardabweichung
Champagne	5,6	0,7
Cheyenne	5,3	0,8
USA-Stamm	4,3	1,6
Griechisch	4,5	1,1
Unrra	4,8	0,9
Colorado	4,7	1,3
Lucy	5,6	0,9
Muenchner/Tiroler	5,4	0,9
Arkta	4,9	0,8
Picar	5	1,3
EFB 33	4,7	1,2

4.1.4. Trieblänge, Bestandshöhe und Lagerneigung

Die Erbsenpflanzen der Blatttypen hatten am 03. Juni 2008 eine mittlere Trieblänge zwischen 125 und 160 cm, während die Halbblatttypen Cheyenne und Lucy eine Trieblänge und gleichzeitig Bestandshöhe zwischen knapp 80 und 93 cm aufwiesen (siehe Abbildung 17). Am längsten war der violett blühende Halbblatttyp Colorado mit 175 cm Wuchshöhe.

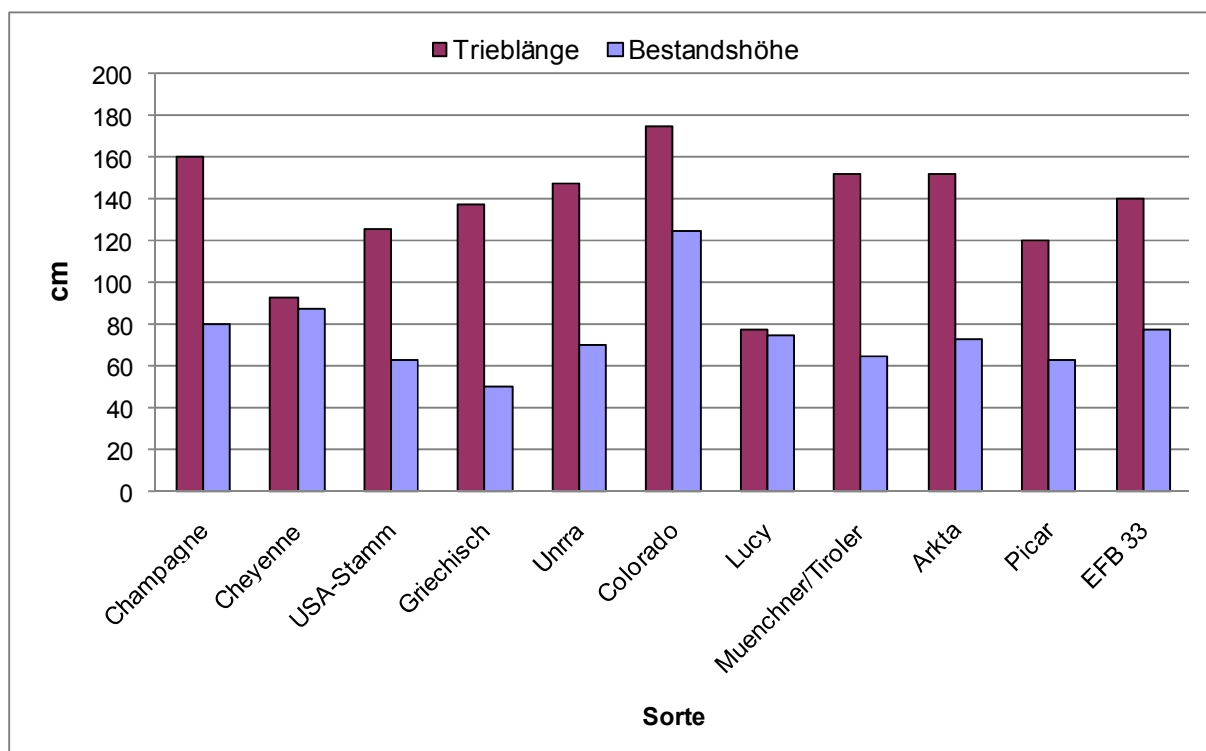


Abbildung 17: Trieblänge und Bestandshöhe (in cm), Wintererbsen-Sortenversuch [MW, n=2], 03. Juni 2008, Standort Platt

Bei der ebenfalls am 03. Juni erhobenen Lagerneigung war eine Voraussetzung für die Varianzanalyse, die Varianzhomogenität (Homoskedastizität), nicht erfüllt. Dadurch konnten die Daten nicht statistisch verrechnet werden.

Bereits zu diesem Zeitpunkt hatten alle Blatttypen eine Lagerneigung von mindestens 6, auf einer 9-teiligen Skala, wobei 1 = keine Lager und 9 = 100 % Lager. Dies wirkte sich in Bestandshöhen zwischen 50 und 85 cm aus.

Die Halbblatttypen Cheyenne und Lucy erhielten den Boniturwert 1 und lagerten somit nicht. Der weitere Halbblatttyp Colorado zeigte eine mittlere Lagerneigung von 2,3.

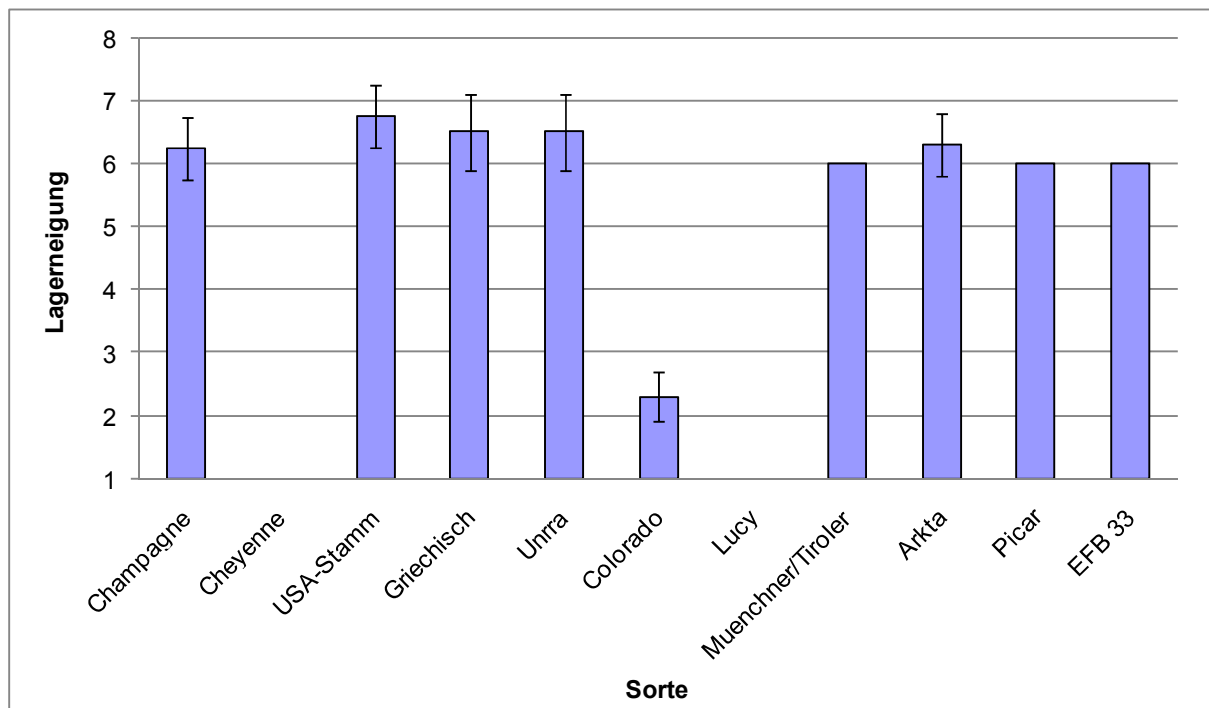


Abbildung 18: Lagerneigung (von 1-9, wobei 1 = kein Lager, 9 = 100 % Lager), Wintererbsen-Sortenversuch am 03.06.2008, Standort Platt [MW, STABW, n=4; ausgenommen Sorte Colorado, n=2]



Abbildung 19: Zustand des Wintererbsen Sortenversuches am 31. Mai 2008, mit den violett blühenden Blatttypen

Am 27. Juni 2008 wurde die Pflanzenlänge gemessen (von den Mitarbeitern der AGES). Der Großteil der Wintererbsen war zu diesem Zeitpunkt ungefähr im BBCH-Stadium 81. Die Blatttypen hatten eine mittlere Länge zwischen 140 und 160 cm (PLATZ, 2008). Bei den Sorten bzw. Genotypen USA-Stamm, Griechisch, Unrra, Picar und EFB 33 war eine leichte Zunahme in der Länge um bis zu 20 cm im Vergleich zur Bonitur vom 03. Juni 2008 festzustellen.

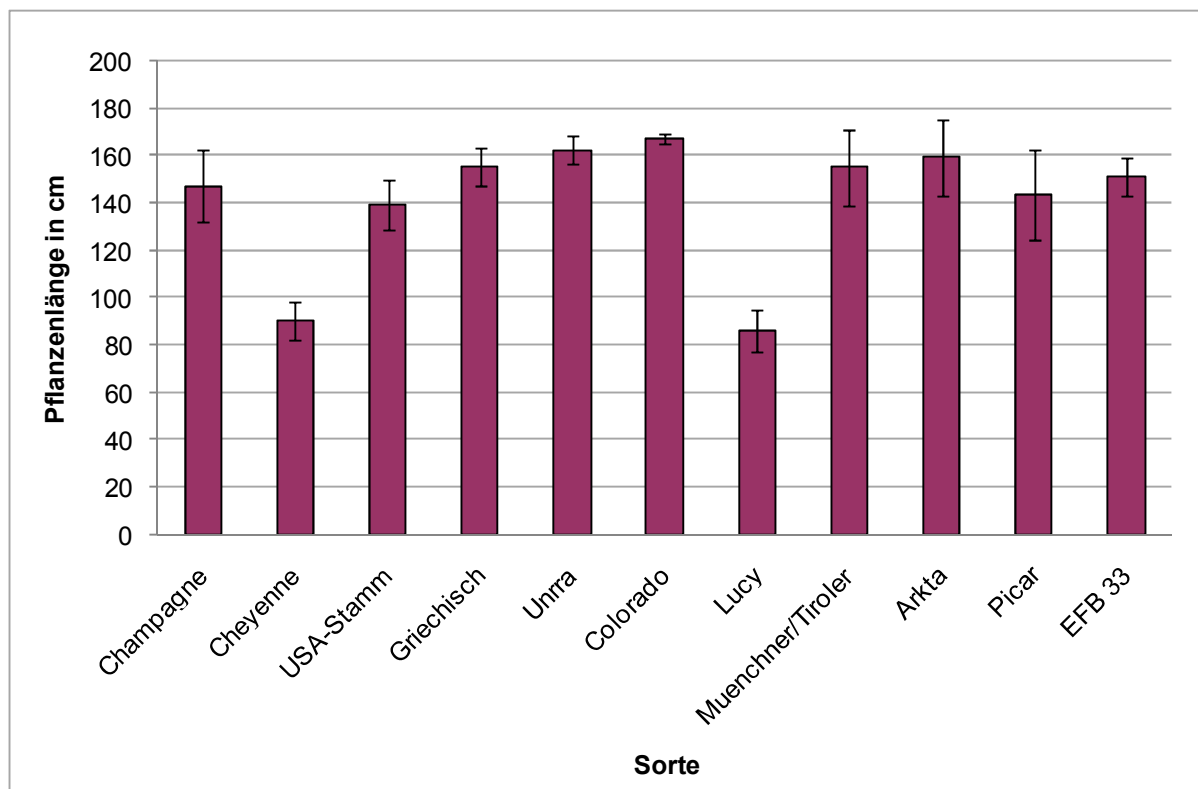


Abbildung 20: Pflanzenlänge (in cm) der Wintererbsen im Sortenversuch am 27. Juni 2008, Standort Platt [4 WH, MW, STABW, n=4; ausgenommen Sorte Colorado, n=2]

Da auch nach Transformation keine Varianzhomogenität erreicht wurde, konnten die Daten nicht statistisch verrechnet werden.

4.1.5. NO_3 -Stickstoffgehalt im Boden und ausgewählte Erträge

Bei der Frühjahrsbeprobung Ende März wurde ein Gesamtstickstoffgehalt von über 150 kg/ha $\text{NO}_3\text{-N}$ festgestellt.

Die Wintererbse der Sorte Cheyenne hinterließ bei einem mittleren Ertrag von 2500 kg/ha 90 kg/ha $\text{NO}_3\text{-N}$ nach der Ernte. Die beiden Ackerbohnen „Genotyp und Hiverna“ hinterließen bei mittleren Kornerträgen von 2320 und 2840 kg/ha etwa 60 kg/ha $\text{NO}_3\text{-N}$ (in einer Tiefe von 0-90 cm). Bei den Wintererbsen Blatttypen Arkta und EFB 33 sowie beim Halbblatttyp Colorado blieb der gemessene NO_3 -Stickstoffgehalt im Vergleich zum Frühjahr gleich. Bei diesen drei Wintererbsensorten und auch beim USA-Stamm war eine Rückverlagerung von NO_3 -Stickstoff aus tieferen Bodenschichten in die oberste Bodenschicht festzustellen.

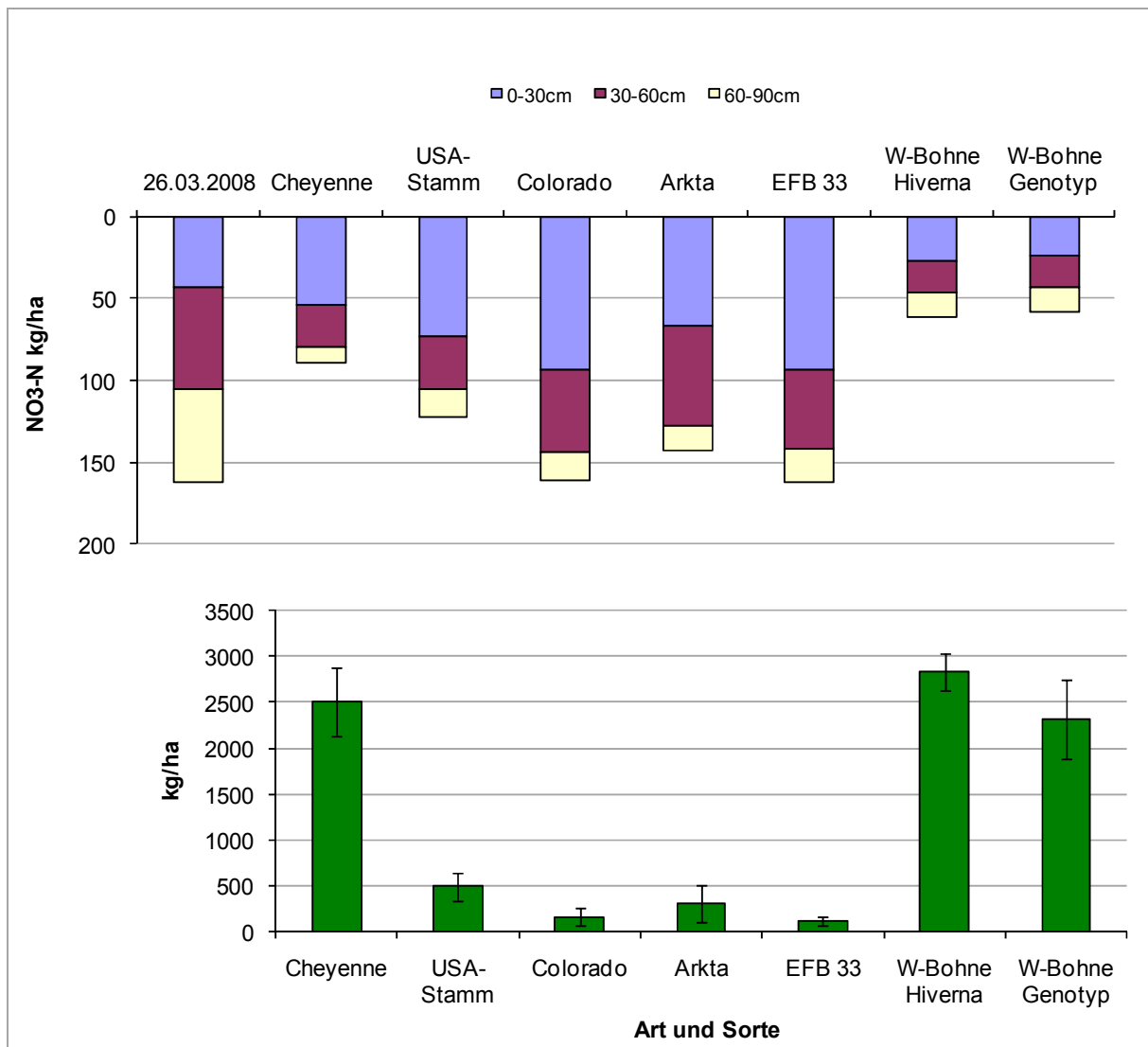


Abbildung 21: Nitrat-Stickstoffgehalt ($\text{NO}_3\text{-N}$ kg/ha) im Boden (Bodentiefe 0 bis 30 cm, 30 bis 60 cm, 60 bis 90 cm) Ende März (Mischprobe) und am 03. August 2008 [4 WH, MW, STABW, n=4, ausgenommen W-Erbse Colorado und W-Bohne Genotyp (n=2)] sowie Kornerträge (in kg/ha, bei 86 % TM) bei ausgewählten Sorten, Standort Platt

Die statistische Verrechnung der Nitratstickstoffgehalte nach der Ernte im Boden von 0 bis 90 cm Tiefe wurde bei den Wintererbsen EFB 33, Arkta, USA-Stamm, Cheyenne sowie der Winterackerbohne Hiverna durchgeführt. Dabei gab es statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Sorten. Die Sorten EFB 33 und Arkta unterschieden sich signifikant von der Winterackerbohnen sorte Hiverna (siehe Tabelle 18). Zwischen den Wiederholungsblöcken wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt.

Tabelle 17: Ergebnisse der Varianzanalyse der Nitratstickstoffgehalte im Boden (0 bis 90 cm) zur Ernte von den Wintererbsen EFB 33, Arkta, USA-Stamm, Cheyenne sowie der Winterackerbohne Hiverna; lineares Modell; Faktor Sorte, Faktor Block

Quelle	DF	Typ III SS	Mittleres Quadrat	F-Statistik	Pr > F
Sorte	4	26055.04524	6513.76131	8.03	0.0022
Block	3	1168.13788	389.37929	0.48	0.7021

Tabelle 18: Ergebnisse des mehrfachen Gruppenvergleichs der Nitratstickstoffgehalte im Boden nach der Ernte am 03. August 2008

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.					
Tukey	Gruppierung		Mittelwert	N	Sorte
	A		162.34	4	EFB 33
	A				
B	A		142.41	4	Arkta
B	A				
B	A	C	123.06	4	USA-Stamm
B		C			
B		C	89.72	4	Cheyenne
		C			
		C	61.89	4	W-Bohne Hiverna

4.1.6. Kornerträge

Sortenversuch

Die Ernte erfolgte am 15. Juli 2008 mittels Parzellendrescher. Zuvor wurden die Parzellen von den Mitarbeitern der AGES, Außenstelle Groß Nondorf, gescheitelt. Zu diesem Zeitpunkt lagerten die Wintererbsenbestände mit Ausnahme der beiden Halbblattypen Cheyenne und Lucy fast vollständig.

Bei den Kornerträgen gab es statistisch hoch signifikante Unterschiede zwischen den Sorten. Zwischen den Blöcken konnten keine Unterschiede festgestellt werden.

Tabelle 19: Ergebnisse der Varianzanalyse des Kornertrages - Wintererbsen Sortenversuch; lineares Modell, Faktor Sorte, Faktor Block

Quelle	DF	Typ III SS	Mittleres Quadrat	F-Statistik	Pr > F
Sorte	9	11.37172981	1.26352553	22.09	<.0001
Block	3	0.40214906	0.13404969	2.34	0.0953

Die französischen Wintererbsensorten Cheyenne und Lucy erzielten mit 2510 und 2060 kg/ha die höchsten Kornerträge. Diese beiden Sorten unterscheiden sich signifikant von den restlichen Sorten. Die Sorte Colorado war aufgrund Saatgutmangels nur in 2 Wiederholungen vertreten und konnte daher nicht in die statistische Auswertung einbezogen werden. Der „USA-Stamm“ erzielte mit knapp 500 kg/ha das beste Ergebnis aus der Gruppe der Blatttypen. Dieser Genotyp unterschied sich signifikant von den Sorten Champagne, Unrra, Münchner/Tiroler, Picar und EFB 33. Dahinter folgten die Sorten Arkta und Griechisch mit ca. 300 kg/ha. Die restlichen Blatttypensorten und auch der Halbblatttyp Colorado erzielten Erträge von nur unter 200 kg/ha.

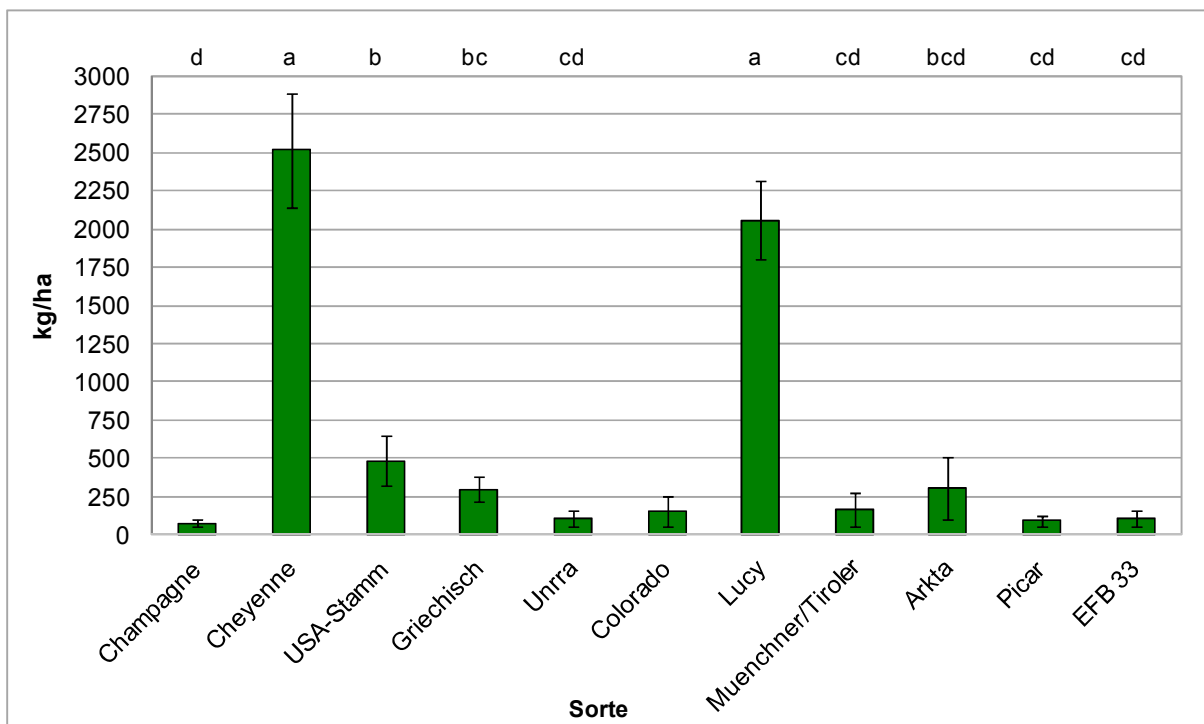


Abbildung 22: Wintererbsen-Kornertrag (kg/ha) bei 14 % Wassergehalt, Sortenversuch 2008, Standort Platt [4 WH, MW, STABW, n=4; ausgenommen Sorte Colorado, n=2) unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede]

Saatstärkenversuch

Beim Saatstärkenversuch der Sorte EFB 33 waren die Unterschiede zwischen den Varianten beim Feldaufgang geringer als erwartet. Zusätzlich gab es mit 8 bis 10 Pflanzen/m² eine große Standardabweichung. Im Kornertrag konnten, wie in Tabelle 20 ersichtlich, keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Saatstärken und Blöcken festgestellt werden.

Tabelle 20: Ergebnisse der Varianzanalyse des Kornertrages - Wintererbsen
Saatstärkenversuch; lineares Modell, Faktor Saatstärke, Faktor Block

Quelle	DF	Typ III SS	Mittleres Quadrat	F-Statistik	Pr > F
Parzelle	2	27611.33177	13805.66589	1.10	0.3926
Block	3	87379.60076	29126.53359	2.31	0.1756

Wie auch beim Sortenversuch wurden auch bei den Saatstärken geringe mittlere Kornerträge von nur 45 bis 150 kg/ha erzielt. Die große Standardabweichung ist unter anderem auf 2 Varianten in unterschiedlichen Blöcken zurückzuführen; sie brachten keinen Ertrag.

Tabelle 21: Mittelwert und Standardabweichung des Saatstärkenversuchs, Standort Platt

Ausprägung von Saatstärke	N	Ertrag (kg/ha) bei 86 % TM	
		Mittelwert	Std.abweichung
Anbau von 48 Korn/m ²	4	150.944186	162.663859
Anbau von 40 Korn/m ²	4	143.752674	157.204315
Anbau von 32 Korn/m ²	4	45.783372	55.881734

Anbau-Zeitstufenversuch

Vom Anbau-Terminversuch wurden alle 4 Wiederholungen eines Saattermins aufgrund des geringen Kornertrags zusammen gedroschen. Bei den unterschiedlichen Saatterminen wurden ebenfalls nur geringe mittlere Kornerträge zwischen 26 und 70 kg/ha geerntet.

Tabelle 22: Mittlerer Kornertrag (kg/ha) - Saattermin

Saattermin	Ertrag kg/ha
19.10.	59
31.10.	26
05.11.	39
13.11.	50
20.11.	31
26.02.	70

4.1.7. Befall mit Erbsenwickler (*Cydia nigricana* Steph.) und Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum* L.)

Die Auszählung und Auswertung je Hülse und die anschließende Berechnung des Anteils an geschädigten Körnern durch Erbsenwickler oder Erbsenkäfer hat sich aufgrund der großen Streuung als nicht optimal erwiesen. Deshalb wurde der Anteil der befallenen Körner durch Erbsenwickler oder Erbsenkäfer von den gesamten Körnern je Sorte errechnet.

In den 77 bis 80 ausgewerteten Hülsen (Champagne 67 Hülsen, Sirius 38 Hülsen) wurden auch große Unterschiede in der Anzahl der Erbsenkörner je Hülse festgestellt. Die Sorte Colorado hatte mit 4,1 Körner je Hülse die geringste Anzahl. Die höchste Erbsenkornzahl je Hülse und auch im Ertrag die höchsten Wintererbsenkornträge ergaben die Sorten Lucy und Cheyenne sowie die Sommererbse Sirius mit 5,7 bis 5,9 Körner. Die Sorte Arkta hatte im Mittel 5,4 Körner/Hülse, gefolgt von Picar mit 5,1 Körner/Hülse. Alle übrigen Wintererbsensorten hatten 4,4 bis 4,8 Körner/Hülse.

In Abbildung 24 ist der Befall der Erbsenkörner (in %) durch Erbsenwickler (*Cydia nigricana* Steph.) oder Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum* L.) dargestellt. Körner, die von beiden Organismen gleichzeitig geschädigt waren (siehe Abbildung 23, linkes Foto), wurden in Abbildung 24 nur als Wicklerbefallen miterfasst. Der gesamte Erbsenkäferbefall, inklusive jener Körner die gleichzeitig auch vom Wickler befallen waren, wird in Tabelle 23 dargestellt. Bei den verschiedenen Sorten waren zwischen 5 und 20 % der Körner gleichzeitig von Erbsenwickler und Erbsenkäfer geschädigt.



Abbildung 23: Winter-Körnererbsen - Standort Platt; linkes Foto: Erbse mit „blau-grauem Fenster“, hinter dem sich der Erbsenkäfer befindet sowie Kotkrümel nach Befraß durch Raupen des Erbsenwicklers; rechtes Foto: Erbsen nach dem Verlassen der Erbsenkäfer

Wie in Abbildung 24 ersichtlich, zeigte ein Großteil der Sorten einen sehr hohen Anteil (66 bis 83 %) durch den Erbsenwickler befallener Körner, mit Ausnahme der Halbblattypen Lucy und Cheyenne mit 29 bzw. 35 % geschädigter Körner.

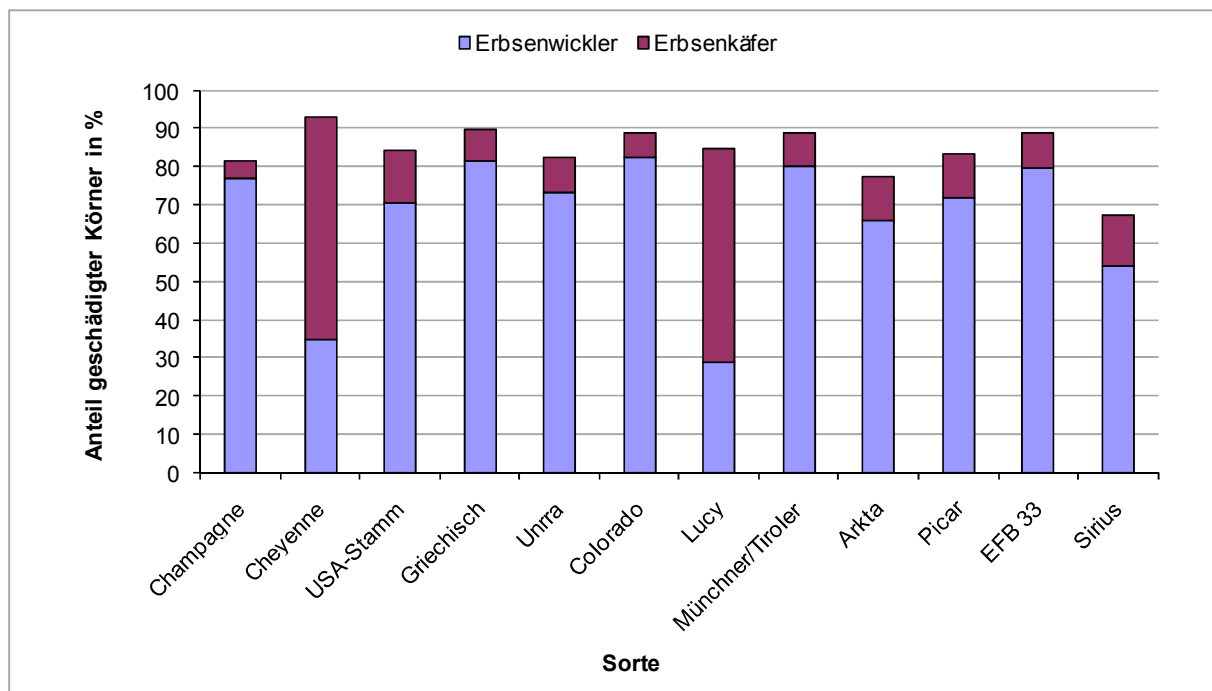


Abbildung 24: Anteil von Erbsenwickler oder Erbsenkäfer geschädigter Körner (in % je Sorte), Sortenversuch Standort Platt, Auswertung Ende November 2008

Zwischen 13 und 24 % der Körner der Blatttypen hatten einen Erbsenkäferbefall. Auch die Halbblatttypen Lucy und Cheyenne wiesen einen Erbsenkäferbefall von 67 und 80 % auf.

Die vom Erbsenwickler geschädigten sowie die offensichtlich unbeschädigten Körner wurden anschließend in Petrischalen bei Zimmertemperatur aufgehoben und neuerlich Anfang April auf Erbsenkäferbefall ausgewertet. Zwischen 1 und 4 % der Körner hatten zu diesem Zeitpunkt einen Erbsenkäferbefall. In Tabelle 23 ist zusätzlich der gesamte Befall des Erntegutes mit Erbsenkäfer dargestellt.

Tabelle 23: Anteil (in %) von Erbsenkäferbefallener Körner. Festgestellter Befall bis Ende November 2008 bzw. Anfang April 2009

Sorte	bis Ende November festgestellter Befall am Erntegut durch Erbsenkäfer (in %)	Im April festgestellter Befall an den im Nov. scheinbar ungeschädigten Körner durch Erbsenkäfer (in %)	Gesamtbefall
Champagne	13,0	3,4	16,4
Cheyenne	80,1	2,4	82,5
USA-Stamm	20,2	0,6	20,8
Griechisch	13,9	1,3	15,3
Unrra	15,5	0,6	16,1
Colorado	24,4	2,5	26,9
Lucy	67,5	2,6	70,1
Münchner/Tiroler	24,0	0,6	24,6
Arkta	18,4	3,5	21,9
Picar	19,2	3,2	22,4
EFB 33	20,4	0,8	21,2
Sirius	22,0	1,3	23,3

Nützlinge

An und in den Hülsen wurden auch Schlupfwespen (Ichneumonidae) festgestellt, die nicht näher bestimmt wurden. In den Hülsen der Halbblatttypen Cheyenne und Lucy wurden die höchsten Zahlen an Schlupfwespen festgestellt. Die Sorte Lucy zeigte mit 53 Schlupfwespen deutlich mehr als die Sorte Cheyenne mit 24.

Bei den Pflanzen der Blatttypen hatte die Sorte Arkta mit 27 die meisten Schlupfwespen. Bei den anderen Sorten wurden gesamt zwischen 7 und 16 Schlupfwespen je Sorte gefunden.

Tabelle 24: Summe der Schlupfwespen je Sorte, 4 Blöcke, Standort Platt

Sorte	Summe Schlupfwespen
Champagne	7
Cheyenne	24
USA-Stamm	16
Griechisch	8
Unrra	4
Colorado	11
Lucy	53
Münchner/Tiroler	9
Arkta	27
Picar	10
EFB 33	10
Sirius	14

4.2. Demonstrationsversuch, Standort Senning (2007/2008)

4.2.1. Feldaufgang

In der Anbausaison 2007/2008 wurden verschiedene Winterkörnerleguminosenarten (Winterwicken, Wintererbsen und Winterackerbohne) im Gemenge mit Winterroggen und Winterweizen in verschiedenen Varianten und zu verschiedenen Anbauterminen als Demonstrationsversuch von einem Landwirt angelegt. Tabelle 25 zeigt den Feldaufgang.

Tabelle 25: Feldaufgang (Pflanzen/m²), Standort Senning, 2008

Variante, Fruchtart und Stützfrucht (Saattermin)	Leguminose Pflanzen/m ²	Stützfrucht Pflanzen/m ²
1. Zo.Wi+WR (1.10.)	112	80
2.Pan.Wi+WR (1.10.)	82	72
3. W.-Roggen		86
4. EFB 33+WR (1.10.)	30	46
5. EFB 33 (1.10.)	60	
6 EFB33+Ackerbohne (12.10.)	30	14 (Bohne)
7. EFB 33 (12.10.)	86	
8. EFB 33+WW (12.10.)	38	90
9. EFB 33 (18.10.)	96	

Abkürzungen: Zo.Wi = Zottelwicke (*Vicia villosa*), Pan.Wi = Pannonische Winterwicke (*Vicia pannonica*), WR = Winterroggen, WW = Winterweizen

Der Saattermin 01. Oktober 2007 ergab bei der optischen Beurteilung des Beikraut-Deckungsgrades bei den Varianten 1 bis 5 ca. 40 % Vogelmiere (*Stellaria media*), sowie weitere 5 % mit Ehrenpreis (*Veronica*), Gewöhnliche Besenrauke (*Descurainia sophia*) und Acker-Stiefmütterchen (*Viola arvensis*). Bei den späteren Saatterminen waren jeweils ca. 15 bis 20 % Vogelmiere (*Stellaria media*) vertreten. Bei den Varianten 8 und 9 waren zusätzlich noch ca. 15 % Ehrenpreis sowie 3 % andere Beikräuter vorhanden. In weiterer Folge traten in allen Varianten nesterweise Disteln auf.

4.2.2. Befall mit Blattrandkäfer

4.2.2.1. Befall an den Blättern

Am 28. März 2008 waren bei allen Varianten mit Ausnahme der Winterackerbohne nur einzelne Kerben an den Blättern vorhanden.

Die Winterwicken- und die Wintererbsenpflanzen waren Ende März im BBCH-Stadium 15-16.

Bei der nächsten Erhebung am 21. April 2008 waren die beiden Wickenarten so gut wie gar nicht befallen (siehe Abbildung 25). Die Wintererbse EFB 33 im Gemenge mit Winterroggen sowie die Wintererbsen und Winterackerbohne im Gemenge waren mit max. 18 Kerben je Trieb am stärksten befallen. Die Wintererbsen und -wicken befanden sich zu diesem Zeitpunkt im BBCH-Stadium 16-19 und wiesen durchschnittlich drei Triebe auf.

Da auch nach „Logarithmus Transformation“ die Varianzhomogenität als eine Voraussetzung für die Varianzanalyse nicht erfüllt war, konnten die Daten nicht statistisch verrechnet werden.

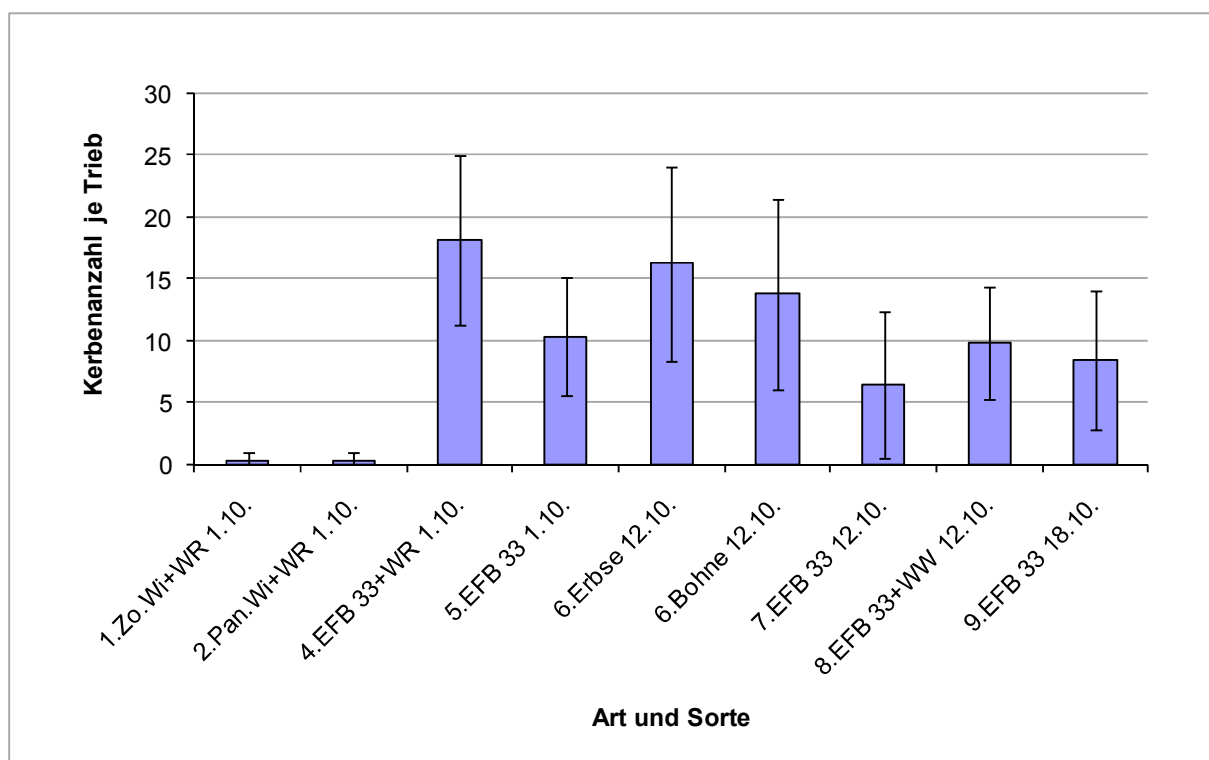


Abbildung 25: Mittlere Kerbenanzahl je Leguminosen-Trieb (n=20) Demonstrationsversuch Standort Senning, am 21. April 2008

Am 07. Mai 2008 wurde die Kerbenanzahl an den obersten 5 Blättern ermittelt. Dabei wurde ein Anstieg des Befalls festgestellt (siehe Abbildung 26). Die Pflanzen der beiden Wickensorten zeigten nach wie vor keinen Blattrandfraß. Den stärksten Befall wies die Winterackerbohne mit durchschnittlich 36 Kerben an 5 Blättern auf. Die Varianzhomogenität wurde nach der „Logarithmus Transformation“ der Daten erreicht. Die Varianzanalyse ergab einen hoch signifikanten Einfluss der Varianten auf den Befall.

Die beiden Wickensorten unterschieden sich signifikant von allen anderen Varianten (Arten bzw. Sorten). Die beiden Wintererbsensorten in Reinsaat (Variante 9 und 7), mit Anbau am 18. und 12. Oktober 2007, zeigten einen Befall von unter 15 Kerben (an den 5 untersuchten Blättern). Sie unterschieden sich ebenfalls signifikant von allen anderen Varianten, mit Ausnahme der Reinsaat, mit Anbau am 01. Oktober 2007 (Variante 5).

Tabelle 26: Ergebnisse der Varianzanalyse - Blattrandkäferbefall am 07. Mai 2008; Logarithmus Transformation; Einfache ANOVA, Faktor Variante

Quelle	DF	Anova SS	Mittleres Quadrat	F-Statistik	Pr > F
Variante	8	42.27991106	5.28498888	111.82	<.0001

Tabelle 27: Ergebnisse des mehrfachen Gruppenvergleichs - Blattrandkäferbefall am 07. Mai 2008

Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.				
Tukey Gruppierung		Mittelwert	N	Variante
	A	1.53487	15	6.W-Bohne
	A			
B	A	1.44015	15	4.EFB33+WR
B	A			
B	A	1.40964	15	6.EFB33
B	A			
B	A	1.36046	15	8.EFB33+WW
B				
B	C	1.28161	15	5.EFB33
	C			
D	C	1.03250	15	7.EFB33
D				
D		0.97203	15	9.EFB33
	E	0.02007	15	2.Pan.Wi+WR
	E			
	E	0.00000	15	1.ZoWi+WR

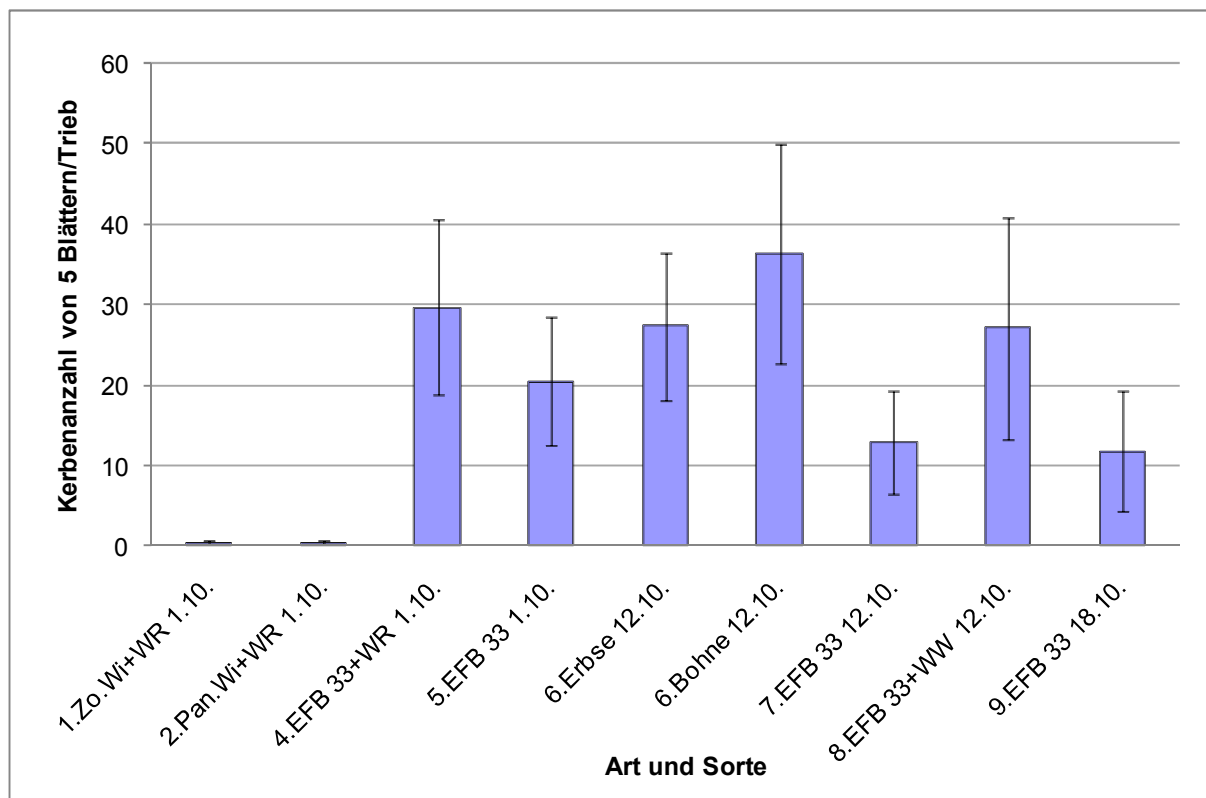


Abbildung 26: Mittlere Kerbenzahl an den obersten 5 Blättern je Leguminosen-Trieb (n=15) des Demonstrationsversuchs, Standort Senning, am 07. Mai 2008

Am 23. Mai 2008 konnte der oberirdische Befall, aufgrund der fortgeschrittenen Größe mit Bestandshöhen der Leguminosen zwischen 50 und 90 cm, nur mehr am 1., 4. und 5. Blatt von oben beurteilt werden. Die Wickenpflanzen waren nach wie vor ohne nennenswerten Befall und auch die Wintererbsen waren an den oberen Blättern nur leicht befressen, mit max. 5 Kerben je bonitiertem Blatt. Die Winterackerbohne wurde vom Blattrandkäfer, mit einer mittleren Anzahl von 11 Kerben je Blatt, bevorzugt befallen (siehe Abbildung 27). Da die Varianzhomogenität als eine Voraussetzung für die Varianzanalyse nicht erfüllt war, konnten die Daten nicht statistisch verrechnet werden.

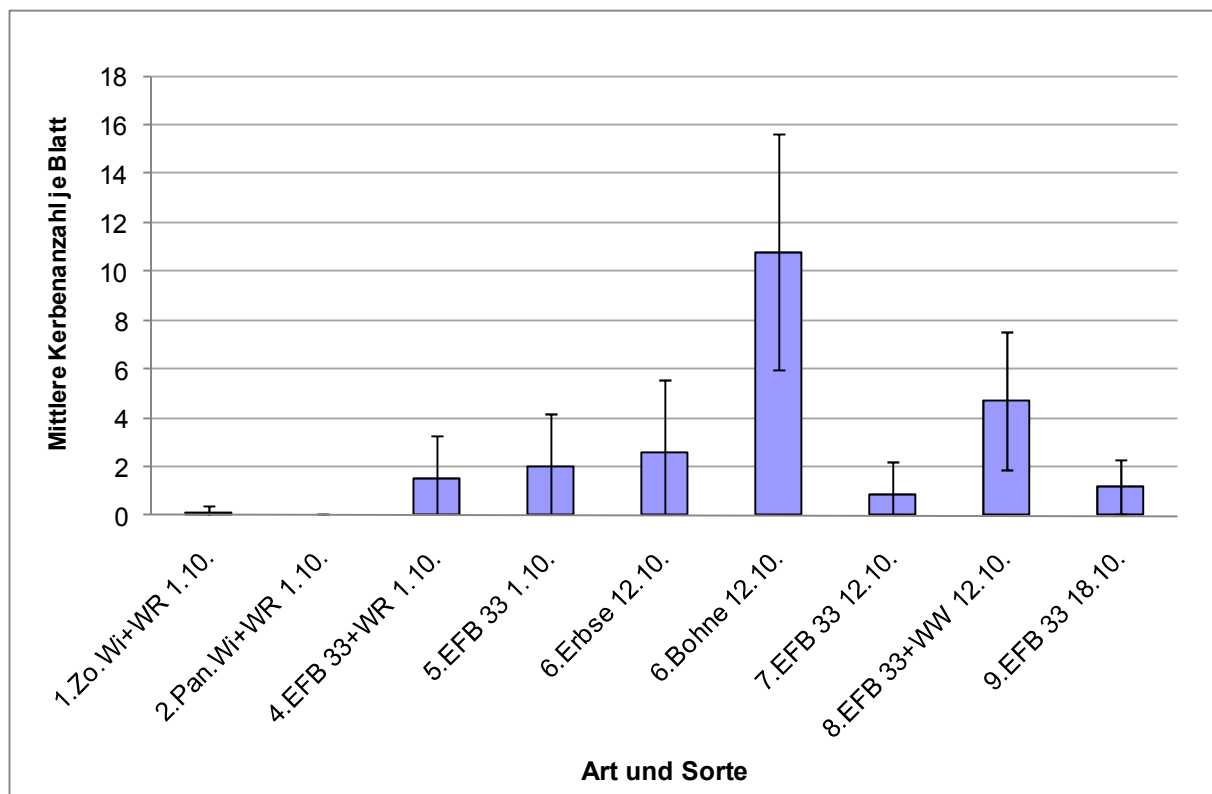


Abbildung 27: Mittlere Kerbenanzahl je Blatt der bonitierten Blätter 1., 4. und 5. je Leguminosen-Trieb (n=20) des Demonstrationsversuchs, Standort Senning, am 23. Mai 2008

4.2.2.2. Befall durch Blattrandkäferlarven an den Wurzelknöllchen (Knöllchenbakterien)

Die Anzahl der Wurzelknöllchen sowie der Fraßschaden durch die Blattrandkäferlarven wurden am 11. Juni 2008 an 5 Leguminosenpflanzen je Variante erhoben. Aggregierte Knöllchen wurden als 3 „normal“ große Knöllchen gezählt.

Die Winterackerbohne wies mit durchschnittlich 80 Knöllchen je Pflanze die höchste Nodulation auf. Die hohe Knöllchenanzahl ist teilweise auch durch die größeren Knöllchen der Ackerbohne bedingt. Bei fast allen Leguminosen wurde eine große Streuung in der Knöllchenanzahl festgestellt.

Die starke Streuung in der Knöllchenanzahl ist zum Teil methodisch bedingt und auf die extrem trockenen Bodenbedingungen, zum Beprobungstermin, zurückzuführen. Dadurch wurde die unbeschädigte Entnahme der Wurzeln aus dem Boden äußerst erschwert.

Die Varianzanalyse ergab einen signifikanten Einfluss der Varianten auf die Knöllchenanzahl. Die Ackerbohne mit den meisten Knöllchen unterschied sich signifikant von der Pannonischen Winterwicke im Gemenge mit Winterroggen (Variante 2) und der

Wintererbse in Reinsaat (mit Anbau am 12. Oktober, Variante 7) mit durchschnittlich 26 bzw. 20 Knöllchen.

Der Wintererbsen-Entwicklungszustand befand sich zu diesem Zeitpunkt in Vollblüte bzw. abgehender Blüte (BBCH-Stadium 65-67). Auch am Standort Senning war ein Großteil der intakten Knöllchen an den Wintererbsenpflanzen nicht mehr aktiv. Bei den beiden Wicken- und der Ackerbohnsensorte gab es im Vergleich zu den Wintererbsen mehr aktive, stickstofffixierende Knöllchen. Bei der Zottelwicke waren durchschnittlich 20 % (0 bis 40 % je Wurzel) der intakten Knöllchen rot/rosa. Die Pannonische Winterwicke hatte von 13 bis 35 % rote/rosa Knöllchen je Wurzel mit einem Mittelwert von 25 %. Auch bei der Winterackerbohne gab es mit einem Anteil von 12 bis 68 % eine starke Schwankung. Der Mittelwert der roten/rosa Knöllchen lag bei 31 %.

Tabelle 28: Ergebnisse der Varianzanalyse; Anzahl an Wurzelknöllchen; Einfache ANOVA, Faktor Variante

Quelle	DF	Anova SS	Mittleres Quadrat	F-Statistik	Pr > F
Variante	8	11781.24444	1472.65556	2.78	0.0167

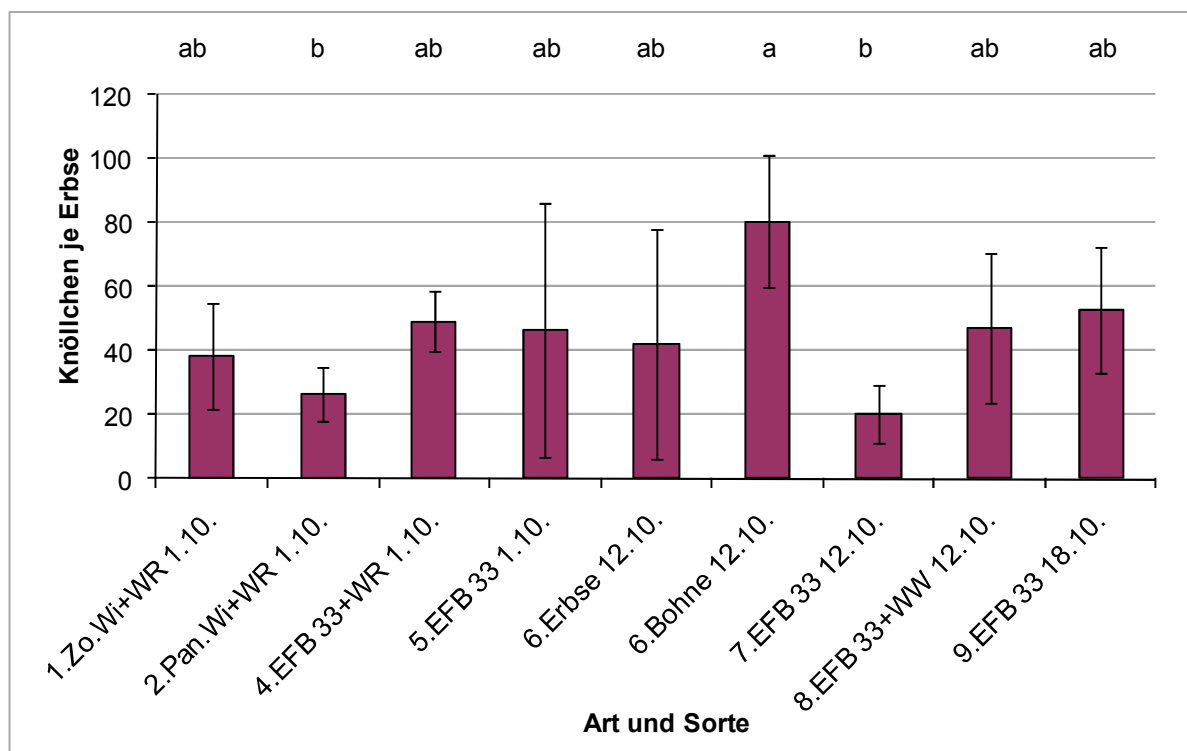


Abbildung 28: Mittlere Anzahl an Wurzelknöllchen je Leguminosenpflanze (n=5), Standort Senning am 11. Juni 2008 [MW; STABW; unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede, p=0,05]

Die Pannonische Winterwicke und die Winterackerbohne hatten mit knapp 80 und 60 % den höchsten Anteil an intakten Knöllchen, obwohl die Ackerbohne bei den Erhebungen am 07. und 23. Mai 2008 am stärksten von adulten Blattrandkäfern befallen war. Die Wickenpflanzen wiederum waren an den Blättern kaum befallen, zeigten aber einen Befraß der Wurzelknöllchen durch die Käferlarven zwischen 20 und 60 %. Die Wurzelknöllchen an den Wintererbsenpflanzen wurden mit mindestens 70 % am stärksten geschädigt. Abbildung 29 zeigt den mittleren Anteil der beschädigten Knöllchen (in %).

Die Varianzanalyse ergab einen hoch signifikanten Einfluss zwischen den Varianten auf den Anteil an beschädigten Knöllchen (siehe Tabelle 29). Die Wintererbse mit Anbau am 18. Oktober 2007 mit 95 % an beschädigten Knöllchen unterschied sich signifikant von den Varianten Zottelwicke mit knapp 60 %, der Winterackerbohne mit 40 % und der Pannonischen Winterwicke mit 24 % an beschädigten Knöllchen (siehe Abbildung 29).

Tabelle 29: Ergebnisse der Varianzanalyse; Anteil an beschädigten Wurzelknöllchen; Einfache ANOVA, Faktor Variante

Quelle	DF	Anova SS	Mittleres Quadrat	F-Statistik	Pr > F
Variante	8	23733.70300	2966.71288	10.46	<.0001

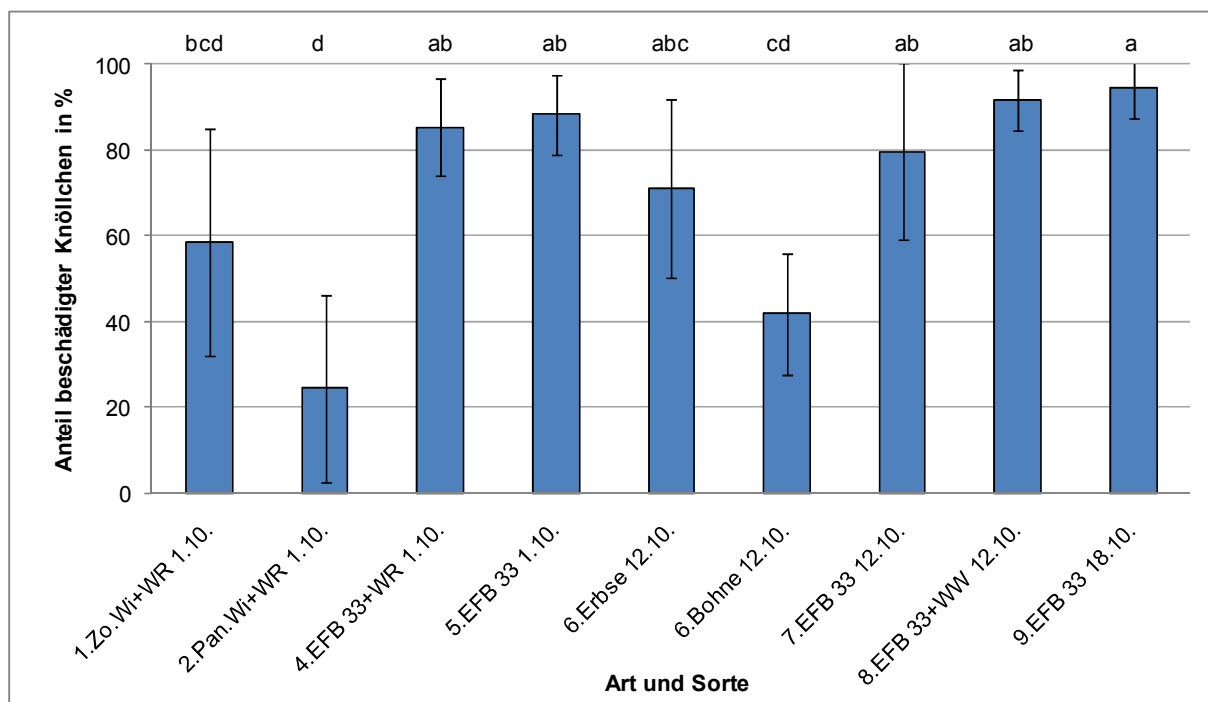


Abbildung 29: Mittlerer Anteil an beschädigten Knöllchen (in %), Standort Senning am 11. Juni 2008; Ergebnisse des mehrfachen Gruppenvergleichs, Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden

4.2.3. Blattlausbefall

Am 23. Mai 2008 wurde im Rahmen der Blattrandkäferbonitur ein geringer Blattlausbefall mit den ersten vereinzelt Blattlauskolonien beobachtet.

Bei den Blattlausbefalls-Erhebungen am 08. und 23. Juni 2008 waren die Pflanzen der beiden Wickensorten kaum befallen. Auch die Wintererbsen im Gemenge mit Winterroggen bzw. mit Winterweizen hatten im Vergleich zu den Reinsaaten einen geringeren Befall. Am 08. Juni 2008 wurde bei dem Gemenge mit Winterroggen bzw. mit Winterweizen ein mittlerer Befall von 6 bzw. 13 Blattläusen je bonitiertem Trieb festgestellt.

Den stärksten Befall hatte bei beiden Terminen mit 64 bzw. 43 Blattläusen je Trieb die Wintererbsen Variante in Reinsaat, Anbau am 12. Oktober 2007. Am 23. Juni 2008 war bereits eine Abnahme des Blattlausbefalls durch den Zusammenbruch der Kolonien feststellbar.

Vom Bonitierungstermin 08. Juni 2008 wurde auch nach einer „Logarithmus Transformation“ die Varianzhomogenität als eine Voraussetzung für die Varianzanalyse nicht erfüllt. Deshalb konnten die Daten nicht statistisch verrechnet werden.

Die Ergebnisse der Varianzanalyse des Blattlausbefalls vom 23. Juni 2008 sind in Tabelle 30 dargestellt. Es gab einen hoch signifikanten Einfluss der Varianten auf den Befall. Die Wintererbse in Reinsaat (Anbau am 12. Oktober) mit dem höchsten Befallsgrad unterschied sich mit Ausnahme der Reinsaat (Anbau am 01. Oktober) signifikant von allen anderen Varianten. Zwischen den beiden Wickensorten, mit dem geringsten Befall, und den Wintererbsen im Gemenge mit Winterroggen bzw. mit Winterweizen und der Bohne und der Erbsen Reinsaat (Anbau am 18. Oktober) gab es keine signifikanten Unterschiede (siehe Abbildung 30).

Die Winterackerbohnenpflanzen, die sehr unterschiedlich von der Schwarzen Bohnenlaus (*Aphis fabae*) befallen waren, wurden nicht mit dem Erbsenblattlausbefall verglichen.

Tabelle 30: Ergebnisse der Varianzanalyse; Blattlausbefall am 23. Juni 2008; Einfache ANOVA, Faktor Variante

Quelle	DF	Anova SS	Mittleres Quadrat	F-Statistik	Pr > F
Variante	7	19053.15185	2721.87884	10.87	<.0001

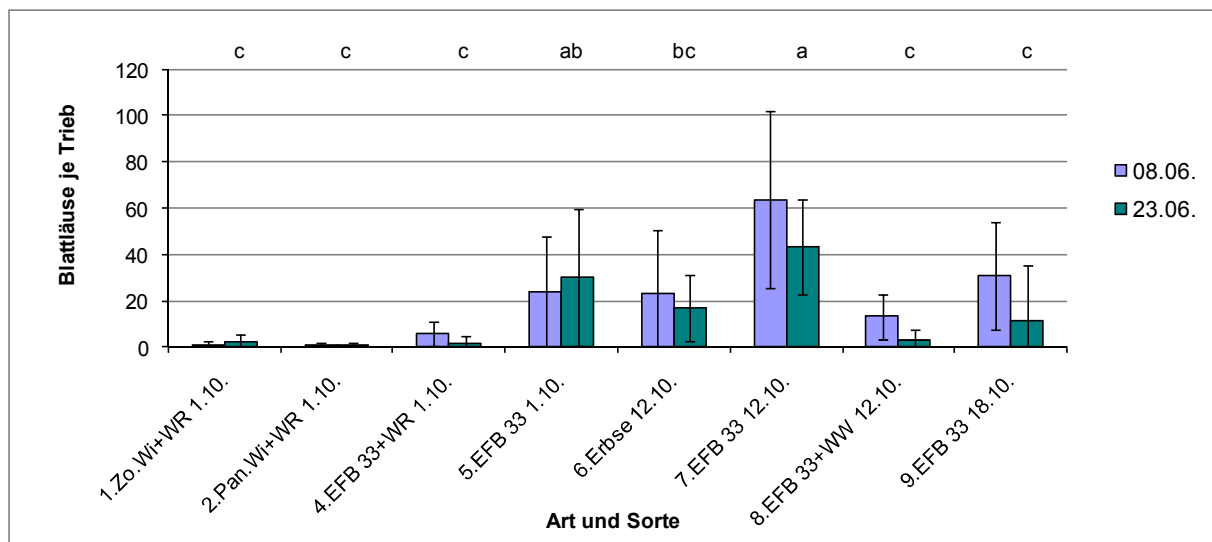


Abbildung 30: Mittlere Anzahl an Blattläusen je Trieb am 08. (=blaue Balken) und 23. Juni 2008 (=grüne Balken) des Demonstrationsversuches Standort Senning; statistische Verrechnung der Daten vom 23. Juni [Einfache ANOVA, unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede]

Am 08. Juni 2008 erfolgte zusätzlich auch die Einschätzung der Lage der Blattläuse am Trieb. In der Abfolge Wicken, die fast keinen Befall hatten, waren die Wintererbsen im Gemenge mit Winterroggen am schwächsten befallen. Die Blattläuse befanden sich überwiegend in den Triebspitzen. Auch bei den Wintererbsenpflanzen im Gemenge mit Winterweizen waren 5 bis 15 Blattläuse je Pflanze in den Triebspitzen vorzufinden. Bei der am stärksten befallenen Wintererbse in Reinsaat mit Anbau am 12. Oktober 2007 verteilten sich die durchschnittlich 64 Blattläuse je Trieb bis zur obersten Blattetage.

Tabelle 31: Einschätzung des Ausmaßes des Blattlausbefalls am 8. Juni 2008 durch Skalenwerte (0 = kein Befall, 1 = einzelne Läuse in den Triebspitzen, 2 = 5 -15 Läuse in den Triebspitzen, 3 = Hälfte der Triebspitze von Blattläusen befallen, 4 = ganze Triebspitze befallen, 5 = von der Triebspitze bis zur obersten Blattetage befallen, usw.)

Variante (Anbau)	Mittelwert	Standardabweichung
1. Zo.Wi+WR (1.10.)	0,2	0,4
2. Pan.Wi+WR (1.10.)	0,3	0,5
4. EFB 33+WR (1.10.)	1,4	0,9
5. EFB 33 (1.10.)	2,7	1,8
6. Erbse (12.10.)	2,6	1,8
7. EFB 33 (12.10.)	4,9	0,7
8. EFB 33+WW (12.10.)	2,1	0,9
9. EFB 33 (18.10.)	3,4	1,6

Am 23. Juni 2008 waren zwischen 40 und 70 % der Blattläuse aufgrund eines Pilzbefalls bereits am absterben. Bei den beiden stärker befallenen Varianten 5 (Wintererbse EFB 33, Anbau am 1. Okt. 2007) und 7 (EFB 33, Anbau am 12. Okt. 2007) waren die Blattläuse an der gesamten Pflanze zu finden. Auch die Hülsen waren mittel bis stark befallen, während bei den anderen Varianten kein oder nur ein geringer Befall an den Hülsen zu beobachten war. Bei vielen Varianten waren die Triebspitzen und die darin befindlichen Blüten gelblich oder bereits vertrocknet.

4.2.4. Bestandshöhen und Triebhöhen

Am 08. Juni 2008 hatten die Wintererbsenpflanzen der Varianten 5 bis 7 und 9 Bestandshöhen zwischen 85 und 100 cm (bei Triebhöhen zwischen 125 bis 150 cm). Die Wintererbsen im Gemenge mit Winterroggen hatten eine Bestandshöhe zwischen 100 bis 115 cm (bei Triebhöhen von 125 bis 140 cm). Im Gemenge mit Winterweizen hatten die Wintererbsenpflanzen eine Bestandshöhe von 115 bis 130 cm (bei Triebhöhen zwischen 145 bis 150 cm).



Abbildung 31: Zustand der Wintererbse EFB 33 im Gemenge mit Winterweizen, 08. Juni 2008, Standort Senning

Bei der Pannonischen Winterwicke lag die Bestandshöhe zwischen 100 und 105 cm. Bei der Zottelwicke wurden Bestandshöhen zwischen 110 bis 130 cm gemessen. Am 08. Juni befanden sich die Wintererbsen- und Winterwickenpflanzen in Vollblüte.

Am 23. Juni 2008 befanden sich die Wintererbsenpflanzen im Entwicklungsstadium 74. Innerhalb der Varianten gab es sehr uneinheitliche Bestandshöhen. Die Wintererbsenpflanzen in Variante 5 hatten Triebhöhen von etwa 145 cm bei Bestandshöhen zwischen 50 und 90 cm. Der größte Teil des Bestandes war 70 cm hoch. Die Winterackerbohnen wiesen eine Bestandshöhe von 90 cm auf. Der Wintererbsenbestand dieser Variante hatte eine Höhe zwischen 10 und 90 cm, wobei der größte Teil 40 bis 50 cm hoch war. Bei der Reinsaat Variante 7 mit Anbau am 12. Oktober 2007 wurden Triebhöhen zwischen 150 bis 160 cm gemessen (bei Bestandshöhen zwischen 15 und 80 cm).

Bei der Variante 9 mit Anbau am 18. Oktober 2007 wurden Triebhöhen zwischen 170 bis 190 cm gemessen. Die Bestandshöhe lag zwischen 40 und 90 cm, wobei der Großteil 80 bis 90 cm hoch war.

Im Gemenge mit Winterroggen lag die Bestandshöhe bei 80 bis 120 cm. Die Wintererbsen im Gemenge mit Winterweizen waren 155 bis 160 cm hoch. Die Bestandshöhen lagen zwischen 40 und 110 cm, wobei der größte Teil der Pflanzen 100 bis 110 cm lang war.

Die Zottelwicke hatte eine Bestandshöhe von 125 bis 140 cm. Der Bestand der Pannonischen Winterwicke war 80 bis 110 cm hoch.

4.2.5. Biomasseerträge und Proteingehalt

Auf dem gesamten Feld traten immer wieder Nester von Ackerkratzdisteln auf. Um den Einfluss der Disteln auf den Kulturpflanzenertrag auszuschließen, wurden die Distelnester bei der Versuchsbeerntung ausgeschlossen. Besonders beim Roggen in Reinsaat und im Gemenge mit Wintererbse kam es zu einem hohen Distelbesatz mit einem Gesamtpflanzen-Biomasseertrag von 1200 bzw. 1500 kg/ha TM Distel (siehe Tabelle 32). Der (generell herrschende) hohe Disteldruck im Versuchsfeld wurde im Vergleich der Varianten am besten von der Zottelwicke unterdrückt, gefolgt von der Pannonischen Winterwicke. Am Feld und auch bei den Ergebnissen (siehe Tabelle 32) zeigte sich, dass der Unkrautdruck bei dem früheren Anbau am 01. Oktober 2007 deutlich höher war als bei den späteren Anbauterminen.

Die höchsten Biomasseerträge erzielte die Wintererbse im Gemenge mit Winterweizen mit knapp 9000 kg/ha TM, während der Roggen mit knapp 2700 kg/ha TM die niedrigste Biomasse aufwies (siehe Tabelle 32).

Tabelle 32: Gesamtpflanzen-Biomasseerträge kg TM/ha der Nutzpflanzen, von diversen Unkrautarten und Ackerkratzdistel sowie Nutzpflanzen-Proteingehalt im Korn in % TS (n=1)

Fruchtart, Gemenge, Sorte		Saat-termin	Gesamtpflanzen - Biomasse (TM kg/ha)				Protein in % TS	
Leguminose	Stützfrucht		Nutz-pflanzen	Unkraut	Distel	Gesamt-Biomasse	Legmuminose	Stützfrucht
Zottelwicke	Roggen	1. Okt.	6882	514	150	7546	25,4	12,2
Pann.Wicke	Roggen		5418	1028	189	6635	25,1	
/	Roggen		2679	91	1200	3970	/	
Wintererbse	Roggen		7465	117	1522	9104	24,5	
Wintererbse	/		4368	1176	0	5544	26	
Wintererbse	W-ackerbohne	12. Okt.	7089	0	0	7089	27,5	29,4 Ackerbohne
Wintererbse	/		7961	0	0	7961	28,3	
Wintererbse	Winterweizen		8975	0	691	9666	25,2	
Wintererbse	/	18. Okt.	5767	0	418	6185	26,7	
Wintererbse	/	1. Nov.	3023	430	108	3561	27,3	

Den höchsten Proteingehalt in der Gesamtpflanzen-Biomasse ergab die Winterackerbohne mit 29,4 %, bei allerdings niedrigem Ertrag von 240 kg/ha. Der Gemengepartner Wintererbse zeigte einen Proteingehalt von 27,5 % auf. Die Wintererbsen in Reinsaat wiesen zwischen 26 und 28 % Protein auf, die Wicken 25 %. Der Roggen hatte bei einem niedrigen Ertrag von nur 830 kg/ha zusätzlich auch noch einen sehr niedrigen Proteingehalt von nur 8,2 %.

4.2.6. Nitrat-Stickstoffgehalt (NO₃-N kg/ha) im Boden und Kornertrag

Ende März waren im Bodenprofil von 0 bis 90 cm knapp 120 kg/ha NO₃-N enthalten. Am wenigsten Stickstoff zur Ernte hinterließ der Roggen in Reinsaat mit knapp 40 kg/ha NO₃-N bei einem Ertrag von 880 kg/ha bei 86 % TM (siehe Abbildung 33).

Die Zottelwicke im Gemenge mit Roggen brachte einen Gesamtertrag von 2340 kg/ha bei einem Rest - Nitratstickstoffgehalt von ca. 50 kg/ha NO₃-N. Auch hier war ein starker Rückgang des Nitratstickstoffgehalts zu beobachten, der teilweise auf den Entzug durch den Ertrag zurückzuführen ist.

Eine Ausnahme ergab die Variante Wintererbse mit Roggen: Bei einem Ertrag von 1800 kg/ha Wintererbse mit 1300 kg/ha Roggen war zur Ernte am 11. Juli 2008 noch ein Rest-Nitratstickstoffgehalt von 100 kg/ha NO₃-N im Boden (von 0 bis 90 cm Tiefe) enthalten. Außerdem konnte eine deutliche Erhöhung in der obersten 30 cm Bodenschichte, auf über 60 kg/ha, beobachtet werden. Die Rückführung des Stickstoffs von tieferen Bodenschichten

in die obersten 0 bis 30 cm war mit Ausnahme der Zottelwicke bei allen anderen Leguminosen Varianten zu beobachten.

Die Wintererbsen im Gemenge mit Winterweizen ergaben Erträge von 1530 kg/ha Erbsen und 850 kg/ha Winterweizen. Mit knapp 60 kg/ha Rest-Nitratstickstoff in den Bodenschichten 0 bis 60 cm wurde bei dieser Variante weniger Stickstoff hinterlassen als bei Wintererbse im Gemenge mit Roggen.

Die Wintererbsen in Reinsaat ergaben beim Saattermin am 01. und 18. Oktober 2007 einen Ertrag von 840 bzw. 1340 kg/ha Erbse. Den höchsten Ertrag erzielte der Saattermin am 12. Oktober 2007 mit knapp 2000 kg/ha. Zu berücksichtigen ist, dass es sich um einen Praxisversuch ohne Wiederholungen handelt. Bei einem Kleinparzellenversuch (auf einer Fläche von 2,25 m²) mit Saattermin am 01. November 2007 wurde ein Ertrag von nur 430 kg/ha erzielt.

Wie die angeführten Ergebnisse zeigen, kam es bei „Wintererbse vom Blatttyp“ in Reinsaat zu einer deutlich höheren Lagerung (Abbildung 32).



Abbildung 32: Wintererbse in Reinsaat zur Ernte Mitte Juli 2008, im Hintergrund Distelnest, Standort Senning

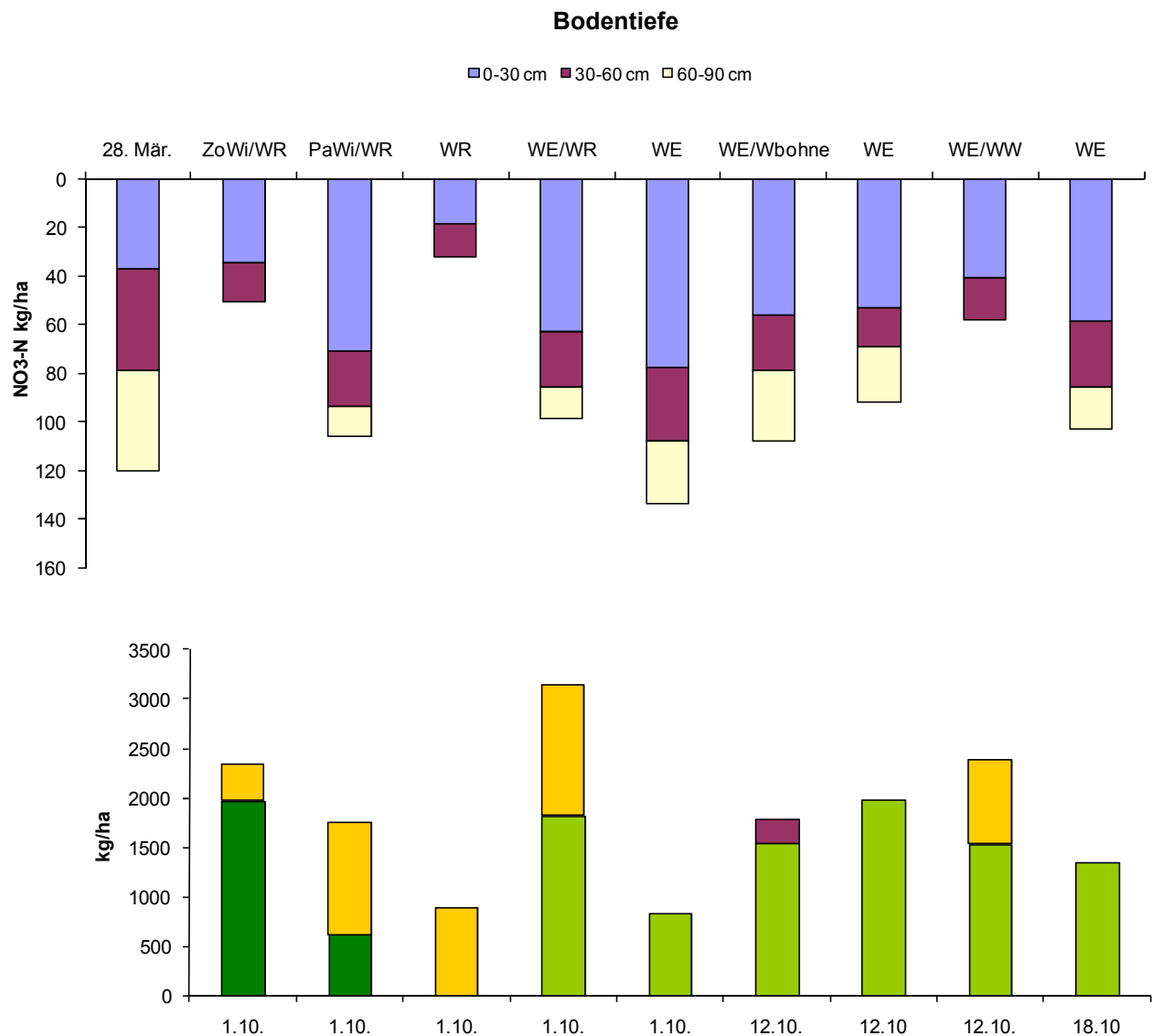


Abbildung 33: Nitrat-Stickstoffgehalt (NO₃-N kg/ha) im Boden (in Bodentiefe von 0 bis 30 cm, 30 bis 60 cm, 60 bis 90 cm) Ende März (Mischprobe) und am 11. Juli 2008 zur Ernte sowie Kornerträge in kg/ha bei 86 % TM (Leguminosen in grün, Getreide in orange und Winterackerbohne in violett) des Demonstrationsversuchs Standort Senning im Jahr 2008

4.2.7. Befall mit Erbsenwickler (*Cydia nigricana* Steph.) und Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum* L.)

Die Auszählung und Auswertung je Hülse und die anschließende Berechnung des Anteils an befallenen Körnern durch Erbsenkäfer oder Erbsenwickler hat sich wie auch bei den Erbsen vom Versuchsstandort Platt aufgrund der großen Streuung als nicht optimal erwiesen.

Der Anteil an Erbsenwickler- oder Erbsenkäferbefall wurde von den Körnern der 30 geernteten Hülsen je Variante ermittelt. In den 30 Erbsen- und Wickenhülsen waren

zwischen 140 und 162 Körner vorhanden. Der Mittelwert lag bei 153 Körnern, was eine mittlere Kornzahl/Hülse von 5,1 ergibt. 89 Winterackerbohnenkörner waren in 30 entnommenen Hülsen enthalten, was eine mittlere Kornzahl/Hülse von 2,97 ergibt.

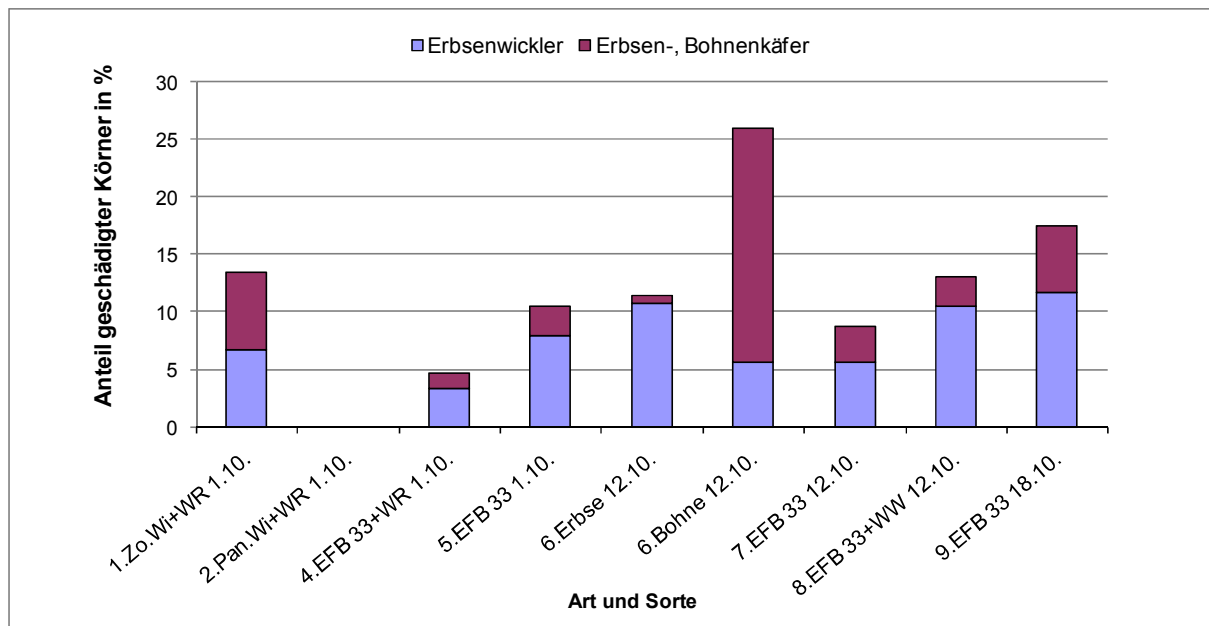


Abbildung 34: Anteil von Erbsenwickler oder Erbsen-, Bohnenkäfer geschädigter Körner (in %; von 30 Hülsen) des Demonstrationsversuches in Senning, Auswertung Ende November 2008

In Abbildung 34 ist der Befall der Körner mit Erbsen- und Bohnenkäfer oder Erbsenwickler dargestellt. Körner die von beiden Organismen gleichzeitig geschädigt waren, wurden in dieser Abbildung nur als Wicklerbefallen miterfasst. Der gesamte Erbsen- oder Bohnenkäferbefall (inklusive jener Körner, die gleichzeitig auch wicklerbefallen waren) ist in Tabelle 33 dargestellt. Im Vergleich zum Versuchsstandort Platt, waren hier nur sehr wenige Körner von beiden Schadorganismen befallen.

Die Winterackerbohne wies bei der Auswertung Ende November mit 20 % Befall durch den Bohnenkäfer die höchste Anzahl geschädigter Körner auf. Bei den übrigen Varianten war der Befall geringer und lag bei max. 7 % (bei der Zottelwicke - Variante 1).

Am stärksten vom Erbsenwickler befallen, war die Erbse im Gemenge mit der Bohne, gefolgt von der Erbse im Gemenge mit Winterweizen sowie die am 18. Oktober gesäte Erbse. Der Schädigungsgrad lag zwischen 10 und 12 %.

Die vom Erbsenwickler geschädigten sowie die offensichtlich unbeschädigten Körner wurden anschließend in Petrischalen bei Zimmertemperatur aufgehoben und neuerlich Anfang April auf Erbsenkäferbefall ausgewertet.

In Tabelle 33 ist der gesamte Befall des Erntegutes mit Erbsen- oder Bohnenkäfer dargestellt.

Tabelle 33: Anteile (in %) von Erbsen-,Bohnenkäferbefallenen Körner. Festgestellter Befall bis Ende November 2008 bzw. Anfang April 2009

Variante, Fruchtart und Stützfrucht	bis Ende November festgestellter Befall am Erntegut durch Erbsen-, Bohnenkäfer (in %)	Im April festgestellter Befall an den im Nov. scheinbar ungeschädigten Körner durch Erbsen-, Bohnenkäfer (in %)	Gesamtbefall
1.Zo.Wi+WR 1.10.	6,7	0,0	6,7
2.Pan.Wi+WR 1.10.	0,0	0,0	0,0
4.EFB 33+WR 1.10.	1,3	6,0	7,4
5.EFB 33 1.10.	2,6	3,9	6,5
6.Erbse 12.10.	0,7	7,1	7,9
6.Bohne 12.10.	20,2	0,0	20,2
7.EFB 33 12.10.	4,3	7,4	11,7
8.EFB 33+WW 12.10.	3,1	6,8	9,9
9.EFB 33 18.10.	6,5	3,2	9,7

Bei der Auszählung Ende November war, mit Ausnahme der Winterackerbohne, nur ein leichter Befall vorhanden. Bei der Auszählung im nachfolgenden Frühjahr wurden mit Ausnahme bei Winterackerbohne und Winterwicke mehr Erbsenkäfer gefunden als im Herbst. Der Befallsgrad war nach wie vor leicht.

5. Diskussion

5.1. Anbaueignung von unterschiedlichen Wintererbsensorten bzw. Genotypen im Biologischen Landbau im pannonischen Klimagebiet

5.1.1. Winterhärte

Der Auswinterungsgrad ist regional sehr hoch und daher ist die Winterfestigkeit der jeweiligen Fruchtart und Sorte entscheidend. Im Versuchsjahr 2007/2008 kam es aufgrund des milden Winters mit einem Tiefstwert von -12 °C an den beiden Versuchsstandorten Platt und Senning zu keinen Auswinterungsschäden. Nach diesem Versuchsjahr ist keine abschließende Beurteilung bezüglich Winterhärte der angebauten Sorten möglich.

Im nachfolgenden Winter 2008/2009 lag die tiefste Temperatur bei -15 °C, ohne Schneebedeckung. Bei dem Wintererbsen-Versuch 2008/2009 der Bio Forschung Austria überwinternten fast alle Sorten, darunter Blatttypen und Halbblatttypen. Bei der Sorte Lucy überwinternten nur 53 % (KROMP et al., 2009, 108). Trotz der erzielten Überwinterungsrate erlitten die französischen Halbblatttypen Cheyenne, Lucy, Isard, Apache und Cherokee Schäden, die durch den uneinheitlichen Bestand mit maximalen Bestandshöhen von 30 cm und sehr geringe Erträge sichtbar wurden (KROMP et al., 2009, 111f).

Nach URBATZKA et al. (2002, 2 und 2008, 2) sowie GRAß et al. (2006, 8) zeigen die neuen Halbblatttypen-Sorten unter deutschen Verhältnissen eine nicht ausreichende Winterhärte. Die geprüften französischen Wintererbsensorten Cheyenne, Spirit und Assas hatten Auswinterungsschäden an mehreren Umwelten (URBATZKA, 2009, 262). Die Sorte Cheyenne winternte im harten Winter 2005/2006 wie auch in der Vegetationsperiode 2002/2003 bis auf wenige Pflanzen aus (URBATZKA, 2003 und URBATZKA et al., 2007, 126). Die mangelnde Winterhärte bei der Sorte Cheyenne ist durch die fehlende photoperiodische Sensibilität begründet (URBATZKA, 2009, 262).

Bei der alten Sorte EFB 33, einem Blatttyp, gab es bei regelmäßigen Versuchen seit 1990 an der Universität Kassel in Hebenshausen keine Probleme mit der Winterhärte (URBATZKA, 2002, 25). Dies wurde auch in den drei Versuchsjahren im Weinviertel/Niederösterreich bestätigt (KROMP et al., 2009, 8f).

Ähnlich wie die französischen Sorten (in zwei Jahren) reagierte auch die Winterackerbohne der Sorte Hiverna. Im milden Winter 2007/2008 erzielte sie trotz eines uneinheitlichen

Bestandes durch die zahlreichen Seitentriebe einen hohen Ertrag. Die starke Verzweigung der Ackerbohnen bei Herbstaussaat wird bereits von BROUWER (1976, 727) beschrieben.

Unter österreichischen Standortbedingungen winternten im Jahr 2008/2009 die Sorte Hiverna sowie die beiden anderen geprüften Winterackerbohnen bis auf wenige Pflanzen vollständig aus (KROMP et al., 2009, 108f).

Auch VOGT-KAUTE (2008, 4, 20) nennt die Winterhärte, bei der einzig in Deutschland zugelassenen Winterackerbohnen Sorte Hiverna, als begrenzt. Bis 1976 befanden sich unter den deutschen Sorten keine winterharten Ackerbohnen (BROUWER, 1976, 784).

5.1.2. Saattermin

Für die Winterhärte der Wintererbse ist der Saattermin mitentscheidend. Vor Eintritt des Winters sollen nicht mehr als 4 Blätter entwickelt sein (HEBEISEN und CHARLES, 2003, 15). Auch GRAß (2002 zitiert in URBATZKA, 2002, 49) und LICHTENHAHN (2002 zitiert in URBATZKA, 2002, 49) nennen das Zwei- bis Vierblattstadium als günstigstes Stadium zur Überwinterung.

Je nach Anbauregion und Klimaraum soll die Wintererbse von September bis Oktober angebaut werden. HEBEISEN und CHARLES (2003, 15) sowie SCHMUTZ und BÖHLER (2002, 1) empfehlen die Aussaat in den meisten Anbauregionen der Schweiz ab Mitte Oktober.

In der Region Universität Kassel hat sich vorläufig nach zweijährigen Ergebnissen eine Aussaat im Gemenge zur Körnernutzung Ende September/Anfang Oktober als günstig erwiesen (SCHÜLER et al., 2008, 2 u. 95).

Am Standort Platt stellte sich bei verschiedenen Säterminen im Jahr 2007/2008 die Saat von Mitte bis Ende Oktober für die Pflanzenentwicklung am günstigsten heraus, allerdings bei einem milden Winter. Beim Anbau im November waren die Erbsen Ende März noch nicht vollständig aufgelaufen. Während bei den Terminen vom 19. und 31. Oktober sowie 05. November über 60 Pflanzen standen, gab es bei denen vom 13. und 20. November ungleichmäßige Bestände mit großteils unter 40 Pflanzen/m².

Beim Praxisversuch in Senning wurde die Wintererbse EFB 33 in Reinsaat sowie in verschiedenen Gemengen zu 3 Terminen am 01., 12. und 18. Oktober angebaut. Dabei gab es bei den Varianten mit Saat am 1. Oktober einen deutlich höheren Anteil an Unkräutern im Vergleich zu den späteren Saatterminen. Auch in Bezug auf die Erträge hat sich für die Wintererbse EFB 33 in Reinsaat der Anbau am 12. und 18. Oktober als optimaler Termin herausgestellt. Im Gemenge mit Roggen wurden beim Anbau am 01. Oktober ebenfalls gute Erträge erzielt.

Bei weiteren Versuchen an der Bio Forschung Austria im Weinviertel im pannonischen Klimagebiet erfolgte der Anbau der Wintererbsen im Gemenge mit Winterweizen am 21. Oktober 2008 (KROMP et al., 2009, 88).

Nach den vorliegenden Ergebnissen im pannonischen Klimagebiet ist für die Wintererbse der Saattermin Mitte Oktober (wie bei Winterweizen üblich) optimal.

5.1.3. Pflanzenwachstum und Beikrautunterdrückung

Die zwei französischen Halbblatttypen Cheyenne und Lucy kamen bereits am 14. Mai 2008 (Stadium 62-63) zur Blüte, während die Blatttypen erst zwei Wochen später so weit waren.

Ähnliches wurde auch am Versuchsstandort Hebenshausen an der Universität Kassel Standort Witzenhausen beobachtet. Die Sorten Cheyenne und Spirit blühten bereits Mitte Mai, während die Sorte EFB 33 erst Ende Mai zu blühen begann (URBATZKA, 2002, 39). Die Sorte EFB 33 erreichte nach der Blüte eine Länge von 195 cm. Die anderen Vergleichssorten Cheyenne und Spirit waren nur 60 cm lang (URBATZKA, 2002, 41).

Auch beim Sortenversuch in Platt gab es deutliche Unterschiede. Die Blatttypen hatten am 3. Juni 2008 eine mittlere Trieblänge zwischen 125 und 160 cm, während die Halbblatttypen Cheyenne und Lucy eine Trieblänge und gleichzeitig Bestandshöhe zwischen knapp 80 und 93 cm aufwiesen. Am längsten waren die Pflanzen vom violett blühenden Halbblatttyp Colorado mit 175 cm. Im pannonischen Klimagebiet mit geringeren Niederschlägen kommt es zu einem kürzeren Pflanzenwachstum im Vergleich zum Standort Hebenshausen.

Das Längenwachstum der Erbsen im Jahr 2007/2008 wurde unter anderem auch durch die günstige Niederschlagsverteilung erhöht. Zusätzlich war der Boden am Standort Platt sehr fruchtbar und durch den relativ hohen Nitratstickstoffgehalt wurde die Biomassebildung ebenfalls begünstigt.

Im folgenden Jahr (2009) erreichten die Blatttypen im Weinviertel auf einem deutlich weniger tiefgründigeren Boden und aufgrund geringer Niederschläge im Mai insgesamt Pflanzenlängen von nur 80 bis 100 cm (KROMP et al., 2009, 112).

Der Wintererbsenversuch 2007/2008 in Platt wurde auf einer konventionell bewirtschafteten Fläche angelegt. Obwohl im Versuchsjahr 2007/2008 keine Pflanzenschutzbehandlungen durchgeführt wurden, war am Sortenversuch generell ein geringer Beikrautdruck zu beobachten. Dadurch konnten keine Unterschiede in der Beikrautunterdrückung zwischen Blatttypen und Halbblatttypen erhoben werden.

Blatttypen werden aufgrund ihrer höheren Biomasse und des damit verbundenen stärkeren Beikrautunterdrückungsvermögens gegenüber Halbblatttypen im Biologischen Landbau bevorzugt (GRAß et al., 2004, 12). In Versuchen von URBATZKA (2002, 41) konnte die hohe Unkrautunterdrückung der hochwachsenden Wintererbsen Blatttypen bestätigt werden.

Beim Demonstrationsversuch am Standort Senning, auf einer biologisch bewirtschafteten Fläche, war von den Wintererbsen nur der Blatttyp der Sorte EFB 33 vertreten. Es konnten dadurch keine Unterschiede in der Unkrautunterdrückung zwischen Blatttypen und Halbblatttypen erhoben werden.

Am Standort Senning konnte bei den späteren Saatterminen ein geringeres Auftreten an herbstkeimenden Beikräutern im Vergleich zum ersten Saattermin am 1. Oktober 2007 beobachtet werden. Der generell herrschende hohe Disteldruck im Versuchsfeld Senning wurde im Vergleich der Varianten am besten von der Zottelwicke unterdrückt, gefolgt von der Pannonischen Winterwicke.

5.1.4. Standfestigkeit

Aufgrund der günstigen Ergebnisse der Wintererbse EFB 33 in Reinsaat im Jahr 2006/2007 mit einem mittleren Kornertrag von 1500 kg/ha an der Bio Forschung Austria (KROMP et al., 2009, 90) wurden die nachfolgenden Versuche (2007/2008) am Standort Platt ebenfalls ohne Stützfrucht angebaut, dadurch wurde auch die Vergleichbarkeit der Sorten erleichtert.

Aus der Literatur empfiehlt URBATZKA (2002, 52 und 55) den Anbau von Blatttypen im Gemenge mit Getreide als Stützfrucht. Auch GRAß et al. (2004, 12 und 2006, 8f) nennen als einen Nachteil der Blatttypen die geringe Standfestigkeit und die damit verbundene hohe Lagerneigung, die zu Problemen bei der Ernte führen kann. Aufgrund dessen werden die Wintererbsen zur Körnernutzung oftmals im Gemenge mit Winterroggen oder -triticale angebaut.

Die vorliegenden Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen in der Literatur. Bereits zur Vollblüte Anfang Juni 2008 lagerten die Blatttypen mit Bestandshöhen zwischen 50 und 85 cm bei Pflanzenlängen zwischen 125 und 160 cm deutlich stärker.

Zur Ernte lagerten die Blatttypen bereits vollständig, was sich negativ auf den Ertrag auswirkte. Deshalb ist, wie in der Literatur angeführt, der Anbau mit einer Stützfrucht vorzuziehen.

Auch MURRAY und SWENSEN (1985, 914) nutzten die Stützfunktion des Wintergetreides für die Wintererbse. Die Ergebnisse aus drei Versuchen zeigen, dass bei Wintererbsen im

Gemenge mit 25 % Winterweizen oder –gerste höhere oder zumindest gleiche Wintererbsenerträge wie bei Wintererbsen in Reinsaat erwartet werden können.

Bei nachfolgenden Wintererbsen-Versuchen an der Bio Forschung Austria im Jahr 2008/2009 von Gemenge mit Winterweizen als Stützfrucht und mit einer Saatstärke von 40 Korn/m² Wintererbse und 45 Korn/m² Winterweizen war eine deutlich geringere Lagerneigung zu beobachten (KROMP et al., 2009, 88).

5.1.5. Kornertrag und Nitratstickstoffgehalt im Boden

Am Standort Hebenshausen (Deutschland) erzielten die Wintererbsen Herkünfte in Reinsaat trotz vollständigem Lager zur Ernte mittlere Erträge von 35,6 dt/ha (URBATZKA, 2003, 25).

Die Ergebnisse an der Bio Forschung Austria zeigen, dass im pannonischen Klimagebiet aufgrund der geringeren Niederschläge und der höheren Durchschnittstemperatur oftmals deutlich geringere Erträge zu erwarten sind.

In Platt (Niederösterreich) erzielte der USA-Stamm mit knapp 500 kg/ha den höchsten Kornertrag unter den Blatttypen; alle lagerten zur Ernte vollständig. Die übrigen Sorten bzw. Genotypen unter den Blatttypen erbrachten Erträge unter 300 kg/ha. Neben der starken und auch frühzeitigen Lagerneigung dürfte auch der starke Blattlaus- und Erbsenwicklerbefall der Blatttypen ein Grund für die niedrigen Kornerträge gewesen sein. Bei einem Großteil der Wintererbsenpflanzen waren zwischen 60 und 80 Blattläuse je Trieb vorhanden. Die Blatttypen wurden gerade zur Blüte, in einem besonders sensiblen Entwicklungsstadium, stark geschädigt.

Die frühere Blütezeit der Wintererbsen gegenüber den Sommerformen wird in der Literatur in verschiedener Hinsicht als Vorteil genannt. Nach ANON (1995 zitiert in KNOTT und BELCHER, 1988, 454) und CHEN et al. (2006, 1655) kann dadurch Trockenstress und hohen Temperaturen ausgewichen werden bzw. mit diesen besser umgegangen werden. BÖHM (2009, 16) nennt die frühere Blüte als Vorteil im Blattlausbefall. Bei den Blatttypen war keine frühere Blüte im Vergleich zur Sommererbse Sirius, die als Mantel im Versuch stand, bzw. auch im Vergleich zu anderen Sommererbsen in der Umgebung feststellbar. Möglicherweise trifft dies nur auf die französischen Halbblatttypen zu, die deutlich früher blühten.

Da die Blüte zum selben Zeitpunkt wie bei den Sommerformen erfolgte, konnte bei den Wintererbsen Blatttypen kein Vorteil im Blattlausbefall festgestellt werden (siehe 5.2.2).

Neben dem starken Blattlausbefall und der starken Lagerneigung waren bei den Blatttypen und dem Genotyp Colorado zwischen 66 -83 % der Körner durch Erbsenwickler geschädigt.

Die Halbblatttypen Cheyenne und Lucy hatten mit etwa 30 % einen deutlich geringeren Befall. Dafür hatten über 50 % einen Erbsenkäferbefall.

Am Standort in Platt wurde bei der Frühjahrsbeprobung bis 90 cm Bodentiefe Ende März ein NO_3 -Stickstoffgehalt von über 150 kg/ha NO_3 -N festgestellt. Für Leguminosen war der Standort daher weniger geeignet. Bei ausgewählten Varianten, darunter bei der Sorte Cheyenne, wurde bei einem mittleren Ertrag von 2500 kg/ha im Boden noch 90 kg/ha NO_3 -N zur Ernte vorgefunden. Die zwei Winterackerbohnen Genotyp und Hiverna hatten mit einem mittleren Ertrag von 2320 und 2840 kg/ha in einer Tiefe von 0 bis 90 cm etwa 60 kg/ha NO_3 -N hinterlassen. Dieser Rückgang dürfte teilweise auf den Entzug durch den Ertrag zurückzuführen sein.

Bei den Wintererbsen-Blatttypen Arkta und EFB 33 sowie beim Halbblatttyp Colorado blieb der NO_3 -Stickstoffgehalt im Vergleich zum Frühjahr gleich. Bei diesen drei Wintererbsen und auch beim USA-Stamm war eine Rückführung von NO_3 aus tieferen Bodenschichten in die oberste Bodenschicht festzustellen. Zwischen den geprüften Sorten EFB 33, Arkta, USA-Stamm, Cheyenne sowie der Ackerbohne Hiverna gab es statistisch signifikante Unterschiede im Boden in einer Tiefe von 0 bis 90 cm. Die Sorten EFB 33 und Arkta unterschieden sich signifikant von der Winterackerbohne Hiverna.

Beim Praxisversuch in Senning wurden bei den Wintererbsen in Reinsaat mit Anbau am 01., 12. und 18. Oktober 2007 Erträge von 840, knapp 2000 und 1340 kg/ha bei 86 % Trockenmasse erzielt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich um einen Demonstrationsversuch ohne Wiederholungen handelt; unter Praxisbedingungen werden meist nur Erträge bis zu 1500 kg/ha erreicht. Dennoch waren die Erträge deutlich höher als am Standort Platt, bei teilweise auch geringerer Lagerneigung und Schädlingsbefall.

Mit Ausnahme der Reinsaat Variante 7, mit Saattermin am 12. Oktober 2007, war in Senning ebenfalls ein geringerer Blattlausbefall als in Platt. Auch der Erbsenwicklerbefall war in Senning mit einem Anteil von maximal 12 % deutlich geringer als in Platt, bei dem die Sorte EFB 33 einen mittleren Anteil von fast 80 % geschädigter Körner aufwies. Möglicherweise war am Standort Senning durch die biologische Bewirtschaftung eine größere Anzahl an Nützlingen vorhanden, dadurch konnte ein starker Befall vermieden werden.

Am Standort Senning war Ende März im Boden von 0 bis 90 cm Tiefe ein Nitratstickstoffgehalt von knapp 120 kg/ha NO_3 -N vorliegend. Für Leguminosen war dieser Standort aufgrund des hohen Stickstoffangebotes nicht optimal. Ein weiteres Anzeichen für den hohen Nährstoffversorgungsgrad des Bodens war die Ackerkratzdistel, die nesterweise auftrat und ein Problem auf dem Feld darstellte. Durch die große Biomassemenge der

Winterkörnerleguminosen wurde versucht die Disteln zu unterdrücken, was der Zottelwicke am besten gelang.

Ein stärkerer Rückgang des Nitratstickstoffgehalts im Boden zur Ernte war teilweise auf den Entzug durch höhere Erträge zurückzuführen. Auch umgekehrt war bei einem geringen Ertrag oftmals ein höherer Nitratstickstoffgehalt im Boden vorhanden. Mit Ausnahme des Roggens in Reinsaat, der nur knapp 40 kg/ha $\text{NO}_3\text{-N}$ hinterließ, bei einem Kornertrag von 880 kg/ha bei 86 % TM, allerdings mit einer hohen Distel Biomasse. Zusätzlich wies der Roggen einen niedrigen Proteingehalt von nur 8,2 % in der TS auf. Eine positive Ausnahme war die Wintererbse im Gemenge mit Roggen. Bei einem Kornertrag von gesamt über 3000 kg/ha war zur Ernte am 11. Juli 2008 ein Nitratstickstoffgehalt von 100 kg/ha $\text{NO}_3\text{-N}$ im Boden (von 0 bis 90 cm Tiefe) enthalten. Die höchste Distelbiomasse wurde in den Varianten Roggen in Reinsaat und auch beim Roggen im Gemenge mit Wintererbse vorgefunden. Da es sich um einen Praxisversuch ohne Wiederholungen handelte, können keine eindeutigen Schlüsse gezogen werden.

Bei Wintererbsen Gemenge mit Roggen bzw. Winterweizen wurden im Vergleich zu den Reinsaaten höhere Gesamterträge und auch eine höhere oberirdische Biomasse erzielt.

Die Zottelwicke erzielte im Vergleich zur Pannonischen Winterwicke einen höheren Leguminosen Ertrag. Als Nachteil der Zottelwicke ist die Ausbildung von hartschaligen Samen, wodurch sich diese Art als problematisches Beikraut etablieren kann, zu nennen. Daher bevorzugen Gemüsebaubetriebe eher die Pannonische Winterwicke. Die Zottelwicke hatte im Vergleich zur Pannonischen Winterwicke eine höhere Biomasse und kann daher die Distel besser unterdrücken (HARTL, 2009). Allgemein gab es bei den Wintererbsen mehr Lücken im Bestand, verglichen mit den beiden Winterwickensorten. Dadurch wurde die Distel begünstigt. Die Wintererbse könnte dennoch eine Alternative für bestimmte Betriebe sein, im Besonderen für jene Betriebe, die keine Zottelwicke anbauen möchten und in denen es keine Probleme mit Disteln gibt.

Ein Gemenge von Winterackerbohne und Wintererbse hat sich als nicht optimal erwiesen, da es große zeitliche Unterschiede in der Abreife gibt. Das gleichzeitige Reifen stellt die wichtigste Vorbedingung von Gemengen dar (BECKER-DILLINGEN, 1929, 59).

Wie in der Literatur angeführt und auch von den eigenen Ergebnissen bestätigt, ist der Anbau von Wintererbsen Blatttypen mit einer Stützfrucht vorzuziehen.

GRAB et al. (2004, 12; 2006, 8f) nennen Winterroggen oder -triticale als oftmalige Gemeindepartner zur Körnernutzung. Nach BECKER-DILLINGEN (1929, 61) kann auf schweren bis mittelschweren Böden Wintererbse mit Winterroggen oder eventuell Winterweizen

angebaut werden. Bei den Versuchen von URBATZKA (2009, 262) und URBATZKA et al. (2008, 1) an der Universität Kassel, am Standort Frankenhausen, in den Jahren 2003/04-2006/07, wurde Roggen als Gemengepartner verwendet.

Im pannonischen Klimagebiet haben sich als geeignete Gemengepartner Winterweizen bzw. Triticale herausgestellt, da diese zu einem ähnlichen Zeitpunkt wie die Wintererbsen, etwa Mitte Oktober, angebaut werden (KROMP et al., 2009, 90 u. 111f). Im Vergleich dazu werden in den genannten Gebieten in Deutschland die Wintererbsen bereits Ende September bzw. Anfang Oktober angebaut, dadurch wird der Roggen bevorzugt. Nach HARTL (2009) ist der Roggen zu konkurrenzstark, wodurch es zur Unterdrückung der Wintererbsen kommen kann.

Bei den Versuchen von URBATZKA (2009, 261ff) wurden mit winterharten Genotypen mit 40 Korn/m² Wintererbsen im Gemenge, vor allem am Standort Frankenhausen, höhere Erbsenkornenerträge erzielt. Mit niedrigerer Wintererbsen Saatstärke von 20 K./m² konnten fast immer höhere mittlere Gesamterträge, als bei einer doppelten Erbsen Saatstärke, an beiden Standorten (Frankenhausen und Waldhof) in den 3 bzw. 2 Versuchsjahren erzielt werden.

Ähnliche Ergebnisse konnten auch bei den ersten Wintererbsen Versuchen, mit der Sorte EFB 33, an der Bio Forschung Austria, beobachtet werden. Bei einer Wintererbsen Saatstärke von 40 K./m² mit 150 K./m² Winterweizen bzw. 120 K./m² Triticale wurden Gemenge Gesamterträge von 3100 kg/ha mit Winterweizen bzw. 3800 kg/ha mit Triticale erzielt. Bei halber Erbsen Saatstärke wurden im Gemenge mit Winterweizen 3800 kg/ha und im Gemenge mit Triticale 4200 kg/ha gesamt geerntet.

Bei einer niedrigeren Saatstärke der Erbsen konnten sowohl bei Winterweizen als auch bei Triticale höhere Gesamterträge erzielt werden. Die Anteile der Gemengepartner waren dabei in etwa gleich bzw. war der Anteil des Winterweizens leicht erhöht. Bei den Varianten mit höherer Erbsensaatstärke waren die Erbsen anteilmäßig mit bis zu 61 % stärker vertreten (KROMP et al., 2009, 90).

Nach URBATZKA et al. (2008, 2) sind die Kornenerträge von Wintererbsen Blatttypen im Gemenge von der Vorfrucht und von den Wetterbedingungen im Herbst, sowie von der konsequenten Stickstoffverfügbarkeit, abhängig. Bei einem hohen Stickstoffangebot wurden hohe Winterroggen Erträge von 4 bis 7 t/ha (bei 86 % TM) und eher niedrige Wintererbsen Erträge erzielt. Bei einem niedrigen Stickstoffniveau erbrachten dieselben

Wintererbsengenotypen Erträge zwischen 2,5 und 4 t/ha mit zusätzlich ca. 1,5 bis 3 t/ha Roggen in Frankenhausen (im Jahr 2004 und 2005).

Die normalblättrigen Wintererbsen in Reinsaat erzielten Erträge zwischen 1 bis über 2 t/ha, wobei diese ab Blühende vollständig lagerten (URBATZKA et al., 2008, 2f; URBATZKA, et al., 2007, 126). Bei hohem Nitratstickstoffgehalt im Boden lagerten die Blatttypen am Standort Platt ebenfalls sehr stark. Möglicherweise trugen die hohen Stickstoffgehalte im Boden an diesem Standort ebenfalls zu den schlechten Erträgen bei.

Auch bei Erhebungen der Bio Forschung Austria an biologisch bewirtschafteten Praxisflächen führte nur ein niedriger Boden-Nitratstickstoffgehalt im Frühjahr zu einem „Mindest-Ertrag der Reinsaaten“ trotz starker Lagerneigung der Winterleguminosen (KROMP et al., 2009, 126).

Nach KROMP et al. (2009, 123) war möglicherweise die falsche Stellung der Leguminosen in der Fruchtfolge mit zu hohem Nitratstickstoffgehalt im Boden die Ursache für die geringen Erträge. Dadurch wurde die Bildung der Knöllchenbakterien verringert und möglicherweise auch die Blattlausbefall-Anfälligkeit erhöht.

Ein weiterer Vorteil des Gemengeanbaues ist die Minimierung des Risikos der Nitratauswaschung, sowie der Verringerung von Nährstoffverlusten (URBATZKA et al., 2009, 263; HOF-KAUTZ et al., s.a., 2).

Einige der geprüften Sorten bzw. Genotypen wurden in der nachfolgenden Anbausaison mit einer Saatstärke von 40 Korn/m² Wintererbse mit 45 Korn/m² Winterweizen (Sorte Bitop) ebenfalls im Weinviertel angebaut (KROMP et al., 2009, 88). Da der Ertrag der Wintererbse im Vordergrund stand und das Getreide im Gemenge überwiegend als Stützfrucht dienen sollte, wurde eine niedrigere Saatstärke bei Getreide – zur Erreichung eines höheren Erbsen Kornertrages – gewählt (NEUNER et al., 2009, 186). Nach FRUWIRTH (1914, 200) soll beim Gemengeanbau ungefähr 1/5 der angegebenen Saatgutmenge an Getreide genommen werden. Außerdem wird als Gemengepartner der Wintererbse der Weizen dem Roggen vorgezogen.

Die erzielten Kornerträge der Wintererbsen zwischen 1066 und 1560 kg/ha im Gemenge zeigen die Anbaueignung von vielen der geprüften Sorten im pannonischen Klimagebiet des Weinviertels auf (KROMP et al., 2009, 111f). Mit Ausnahme der französischen Sorten wurden Gemenge-Gesamterträge von über 2000 bis knapp 2500 kg/ha erbracht. Die höchsten Gesamterträge gab es bei den Sorten bzw. Genotypen Griechisch gefolgt von Unrra und Arkta. Die französischen Sorten, die 2008 die besten Erträge unter den geprüften Sorten erzielten, erreichten bei der Ernte 2009 nur sehr geringe Erträge (KROMP et al., 2009, 111f).

Die Anbaueignung der angeführten französischen Sorten im pannonischen Klimagebiet ist daher begrenzt.

Die Sommererbsen Sirius und Livioletta (beide Futtererbsen) erzielten am gleichen Standort Erträge von über 1550 und 1700 kg/ha (KROMP et al., 2009, 111). Bei vielen Versuchen von URBATZKA et al. (2008 und URBATZKA, 2009) erzielten die Wintererbsen vergleichbare oder höhere Erträge als die Sommererbsen.

Im pannonischen Klimagebiet wurden bei den bisherigen Versuchen niedrigere oder bestenfalls vergleichbare Erträge mit im Frühjahr angebauten Peluschkern erzielt. Bei Gemengeanbau kommt noch der Ertrag der Stützfrucht hinzu. Im Weiteren stellt sich auch die Frage, wie das Gemenge in der Fruchtfolge bewertet wird. Die Wintererbse stellt nach bisherigen Ergebnissen eine Alternative zu den Winterwicken dar (HARTL, 2009).

HOF-KAUTZ et al. (s.a., 1f) nennen als Vorteile des Gemengeanbaus von Winterweizen mit Winterkörnerleguminosen höhere Proteingehalte im Korn des Getreides sowie eine höhere Ertragsstabilität. Aufgrund der Konkurrenz mit den Körnerleguminosen kommt es zu einem Rückgang des Weizen Ertrages (HOF-KAUTZ, 2007, 4). Auch MURRAY und SWENSEN (1985, 914ff) nennen eine hohe Konkurrenzkraft der Wintererbse. Diese zeigt sich auch darin, dass die Winterweizenerträge um über 80 % sinken, wenn der Wintererbsen Anteil von 0 auf 75 % erhöht wird. Im Vergleich dazu sinken die Wintererbsen Erträge nur um etwa 45 %, wenn der Winterweizenanteil im Gemenge von 0 auf 75 % erhöht wird.

Ein Nachteil ist die anschließende Trennung der Gemengepartner. In Versuchen von HOF-KAUTZ et al. (s.a., 9) wurden für die Trennung der Gemengearten 2 €/dt verrechnet. Zusätzlich lassen sich Weizenbruchstücke aufgrund der ungleichmäßigen Abreife der Körnerleguminosen nicht so leicht heraus reinigen (HOF-KAUTZ et al., s.a., 12). Deshalb ist die Vermarktung als Gemenge sinnvoll, um anschließend als Futtermittel verwertet zu werden. Außerdem werden dadurch zusätzliche Kosten für die Trennung eingespart.

Bestimmte Leguminosen-Getreidegemenge konnten an einzelnen Bio-Übernahmestellen abgeliefert werden, wobei der Proteingehalt ähnlich wie bei Getreide gemessen wurde. Dadurch war eine proteingehaltsbezogene Bezahlung möglich (NEUNER et al., 2010, 31).

5.2. Anfälligkeit der Wintererbsen auf Schädlingsbefall durch Blattrandkäfer, Blattläuse, Erbsenwickler und Erbsenkäfer

5.2.1. Schäden durch Blattrandkäfer

Die Schadensschwelle durch Fraßschäden an den Blättern liegt bei mehr als 10% abgefressener Blattfläche durch den Käfer (BERGER et al., 1999, 94f). Die durch die Larven an den Knöllchen verursachten Schäden sind meist bedeutender (HÖHSL, 2009, 37).

5.2.1.1. Befall an den Blättern

Bei den ersten zwei Blattrandkäferbonituren Ende März und Mitte April 2008 am Standort Platt war der Befall an den Blättern generell gering. Der Saatstärkenversuch und die Winterackerbohnen am Standort Platt, die nur Ende April bonitiert wurden, wiesen im Vergleich zum Sortenversuch einen fast doppelt so hohen Befall auf. Hier könnte der deutlich höhere Befall auf einen vor der Versuchsfläche liegenden Klee grasstreifen zurückzuführen sein, wodurch der angrenzende Saatstärken- und Winterackerbohnenversuch deutlich höher geschädigt wurde.

Die Möglichkeit des Einwanderns von Blattrandkäfern von anderen Leguminosenfeldern wird auch von HEINZE (1983 zitiert in SCHMIEDL, 1993, 41) erwähnt. Deshalb soll zu Leguminosenfeldern, besonders zu Luzerne und Klee, ein räumlicher Abstand eingehalten werden (HEINZE, 1983 zitiert in SCHMIEDL, 1993, 41).

Auch von KIENEGGER et al. (2005, 29) wird als vorbeugende Maßnahme im Biologischen Landbau eine möglichst große zeitliche und räumliche Distanz der Leguminosen in der Fruchtfolge (z.B. 6 Jahre bei Körnererbse) genannt. Auch wegen Fußkrankheiten sollten nach SCHMUTZ und BÖHLER (2002, 1) bei Erbsen allgemein Anbaupausen von mindestens 6 Jahren eingehalten werden. HARTL et al. (2007, 23) fordern 6 bis 9 Jahre als notwendige Anbaupause bei Körnererbse und 5 bis 6 Jahre bei Peluske. Auch SCHMIDTKE (2009, 19) empfiehlt Anbaupausen von 5 bis 7 Jahren.

In dem angeführten Versuch war bereits bei einer geringen Fläche und einem geringen Klee grasanteil im Vergleich zum Feldanbau ein höherer Befall der Wintererbsen im Saatstärkenversuch und der Winterackerbohne erkennbar. Aufgrund eines benachbarten Klee- oder Luzernefeldes ist besonders im Randbereich ein stärkerer Befall zu erwarten. Bei einer weiteren Blattrandkäferbonitur am 28. April 2008 wurde ein Anstieg des Befalls im Vergleich zu Mitte April festgestellt. Bei der letzten Blattrandkäferbonitur am 13. und 14. Mai 2008 wurde aufgrund der fortgeschrittenen Pflanzenentwicklung der Befall nur noch am 2. und 4. vollentfalteten Blatt von oben erhoben. Der Befall an diesen Blättern war allgemein sehr gering. Die Ackerbohnen hingegen wurden mit mindestens 25 Kerben je bonitiertem

Blatt deutlich stärker befallen als die Wintererbsen, wobei an der restlichen Pflanze ebenfalls ein deutlicher Befall festzustellen war.

Am Standort Senning waren am 21. April 2008 die Wintererbsen-Sorte EFB 33 im Gemenge mit Winterroggen sowie die Wintererbsen und Winterackerbohnen im Gemenge mit max. 18 Kerben je Trieb am stärksten befallen. Die zwei Winterwickenbestände waren kaum befallen.

Eine geringere Blattschädigung bei Gemengen, wie sie von HELENIUS und RONNI (1989 zitiert in SCHMIEDL, 1993, 40) und von BALIDDAWA (1984 zitiert in SCHMIEDL, 1993, 40) bei Ackerbohnen-Hafer Mischkulturen beobachtet wurde, konnte am Standort Senning bei den Gemengen mit Wintererbsen und Roggen bzw. Winterweizen und mit Winterackerbohnen nicht festgestellt werden. Eher traf dies auf die Winterwicken im Gemenge mit Roggen zu.

Bei der weiteren Befallserhebung am 07. Mai 2008 waren die Wintererbsen und die Winterackerbohnen im Gemenge an den fünf obersten Blättern am stärksten befallen. Die zwei Wickenbestände, die keinen Befall hatten, unterschieden sich signifikant von allen anderen Varianten.

Bei der Erhebung am 23. Mai 2008 hatte die Winterackerbohne mit einer mittleren Anzahl von 11 Kerben je Blatt den stärksten Befall. Auch am Standort Senning war die Winterackerbohne stets bei den am stärksten befallenen Varianten. Wie die Ergebnisse von den zwei Standorten zeigen, werden Winterackerbohnen auch im fortgeschrittenen Stadium, insbesondere an den obersten Blättern, aufgrund ihrer Futterqualität stärker befallen.

Nach BERGER et al. (1999, 94) tritt der gestreifte Blattrandkäfer an allen Leguminosen, bevorzugt in erster Linie an Erbse und in zweiter Linie an Ackerbohne, sofort nach dem Auflaufen im zeitigen Frühjahr auf. Der bevorzugte Befall von Erbse und Ackerbohne konnte in den Versuchen ebenfalls beobachtet werden. Im fortgeschrittenen Entwicklungsstadium wurde an beiden Versuchsstandorten die Winterackerbohne bevorzugt befallen. Auch KIENEGGER et al. (2005, 29) nennen als Hauptnahrungspflanze Erbse, Ackerbohne und Wicke. Wie am Standort Senning zu beobachten war, bevorzugten die Käfer Erbse und Ackerbohne im Vergleich zur Wicke.

HÖHSL (2009) untersuchte die Arten- und Sortenabhängigkeit des Blattrandkäfer- und Erbsenblattlausbefalls auf Körnerleguminosen im Wald- und Weinviertel. In diesen Erhebungen wurden Sommerwicke und Platterbse weniger stark von Blattrandkäfern befallen als Körnererbse und Peluschke. Demnach werden Sommer- und Winterwicken weniger stark vom Blattrandkäfer befallen im Vergleich zu den Sommer- und Winterformen der Erbsen.

5.2.1.2. Befall durch Blattrandkäferlarven an den Knöllchen

Mit durchschnittlich 20 bis 50 Wurzelknöllchen je Erbsenpflanze war die Nodulierung bei vielen Sorten am Standort Platt und auch bei den EFB 33 Varianten am Standort Senning eher gering. Innerhalb der Sorten bzw. Varianten gab es sehr häufig starke Schwankungen in der Nodulierung. Die teilweise geringe Knöllchenanzahl könnte auf den hohen Nitratstickstoffgehalt im Boden zurückzuführen sein. Dadurch wird die maximal mögliche Stickstoff- Fixierungsleistung nicht erreicht.

Am Standort Senning dürften die starken Schwankungen in der Knöllchenanzahl zum Teil methodisch bedingt und auf die extrem trockenen Bodenbedingungen zum Beprobungstermin zurückzuführen sein. Eine unbeschädigte Entnahme der Wurzeln aus dem Boden war nur äußerst erschwert möglich. Am Standort Senning waren bei der Erhebung am 11. Juni 2008 bei Wicke und bei Ackerbohne mehr aktive, stickstofffixierende Knöllchen im Vergleich zur Wintererbse vorhanden. Zum Zeitpunkt der Beprobung waren bei der Wintererbse an beiden Standorten viele Knöllchen nicht mehr aktiv. Möglicherweise erreichten diese zu einem früheren Zeitpunkt den Höhepunkt der Stickstofffixierung. Bei KROMP et al. (2009) wurden bei den Erbsen bereits am 23. April 2009 zahlreiche stickstofffixierende Knöllchen beobachtet, während Ende Mai deutlich weniger aktive vorhanden waren.

Anfang Juni 2008 wurde bei vielen Wintererbsenpflanzen an den zwei Standorten Platt und Senning mit über 80 % beschädigter Knöllchen eine sehr hohe Schädigung durch die Larven des Blattrandkäfers festgestellt. Die Sorten bzw. Genotypen Cheyenne, Colorado und Münchner/Tiroler hatten mit ca. 30 % die meisten intakten Knöllchen. Allerdings gab es starke Schwankungen im Befallsgrad innerhalb der Varianten. Auch bei den Versuchen von HÖHSL (2009, 37) im Jahr 2008 auf einer biologisch bewirtschafteten Fläche im Weinviertel waren bei verschiedenen geprüften Erbsensorten über 80 % der Knöllchen beschädigt. Allerdings gab es allgemein eine deutlich höhere Knöllchenzahl.

Die fixierte Stickstoffmenge durch die Knöllchen vor dem Befall mit Blattrandkäferlarven bleibt offen. Weitere Untersuchungen über den Verlauf des Befalls durch Blattrandkäferlarven und auch die Höhe der Stickstofffixierung sind erforderlich.

Bei Versuchen von AWADALLA (1988, 61f), in den Jahren 1985 und 1986, wurde die größte Menge befallener Knöllchen zwischen dem 01. Juni und 01. Juli festgestellt. Der erste Befall an den Erbsen wurde in zwei Jahren am 20. Mai beobachtet. Bei der Ackerbohne wurden die ersten Schäden an den Wurzelknöllchen in beiden Jahren Anfang Juni festgestellt.

Die Winterwickebestände am Standort Senning waren an den Blättern kaum befallen. Bei der Zottelwicke wurden dennoch durchschnittlich knapp 60 % und bei der Pannonischen

Winterwicke 24 % beschädigte Knöllchen ermittelt. Die Winterackerbohne, die am stärksten an den Blättern befallen war, hatte hingegen nur 40 % beschädigte Knöllchen, während bei den meisten Wintererbsen über 80 % der Knöllchen beschädigt waren. Möglicherweise wurden, wie auch bei AWADALLA (1988, 61f) beobachtet, die Ackerbohnen etwas später befallen, wodurch sie bei der Beprobung am 11. Juni 2008 einen geringeren Befall aufwiesen.

Eine Ursache für den extrem unterschiedlichen ober- und unterirdischen Befall konnte nicht gefunden werden. Dazu hätte eine größere Anzahl an Leguminosenwurzeln untersucht werden müssen, was aufgrund des zeitlichen Aufwands nicht möglich war. Der oberirdische Befall war im Vergleich zur Schädigung an den Knöllchen als gering einzustufen.

Auch nach BERGER et al. (1999, 95) schwächt der Fraß der Larven nicht nur die Pflanzen und mindert den Ertrag, er verhindert auch eine optimale Stickstoffbindungsleistung und setzt den Wert der Leguminosen in der Fruchtfolge herab.

5.2.2. Schäden durch Blattläuse

Bei stärkerem Blattlausbefall werden Blätter und Triebspitzen deformiert und der Ansatz von Blüten und Früchten wird gestört, was bei Massenbefall erhebliche Ertragsausfälle verursachen kann (BERGER et al., 1999, 102f). Auch in Platt sind Triebspitzen und Blüten „vertrocknet“ bzw. abgestoßen worden. Eine frühe oder späte Aussaat soll den Befall durch Grüne Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphon pisum* H.) vermindern können (BERGER et al., 1999, 103). Auch BÖHM (2009, 16) nennt die frühere Blüte als Vorteil der Wintererbsen gegenüber den Sommerformen bezüglich Blattlausbefall.

Der starke Blattlausbefall am Standort Platt zur Blüte war neben der Lagerung mitverantwortlich für den geringen Kornertrag bei den Blatttypen und beim Halbblatttyp Colorado.

Durch den Anbau der Wintererbsen und somit durch die frühere Aussaat wurde auch eine frühere Blüte im Vergleich zu den Sommerformen erwartet. Die frühere Blüte konnte im Versuchsjahr 2008 nur bei den französischen Halbblatttypen Cheyenne und Lucy beobachtet werden. Eine meist schwächere Blattlausbesiedlung, aufgrund des früheren Blühens bei Wintererbsen, wie sie von HEBEISEN und CHARLES (2003, 16) genannt wurde, konnte bei den beiden Halbblatttypen am Versuchsstandort Platt nicht beobachtet werden.

Mit durchschnittlich 80 Blattläusen je Trieb, bei großer Standardabweichung, war bei den Sorten Cheyenne und Lucy ebenfalls eine starke Blattlausbesiedlung vorhanden. Die französischen Halbblatttypen, die sich zum Zeitpunkt des starken Befalls Ende Mai/ Anfang

Juni bereits im Makrostadium der Fruchtentwicklung befanden, wurden in einem weniger sensiblen Stadium geschädigt. Bei den übrigen Blatttypen und dem Halbblatttyp Colorado war die Blütezeit annähernd gleich wie bei den Erbsen Sommerformen.

Am Versuchsstandort Senning gab es allgemein nur einen geringeren Blattlausbefall. Möglicherweise war dies auf eine höhere Anzahl an natürlichen Gegenspielern zu einem frühen Zeitpunkt zurückzuführen. Die zwei Winterwickenbestände mit Roggen als Gemengepflanze waren bei den Erhebungen am 08. und 23. Juni 2008 kaum befallen.

Auch bei einem Sommer-Körnerleguminosen Vergleich in Reinsaat hatten die beurteilten Sommerwicken Toplesa und Ebena und die Platterbse den niedrigsten Blattlausbefall im Vergleich zu den Körnererbsen und Peluschken (HÖHSL, 2009, 53).

Die Wintererbse im Gemenge mit Winterroggen bzw. mit Winterweizen hatte am 08. Juni 2008 im Vergleich zu den meisten Reinsaaten einen geringeren Befall, mit nur 6 bis 13 Blattläusen je Trieb. Ein signifikant geringerer Blattlausbefall in Gemengen konnte nicht eindeutig bestätigt werden, da es zwischen den beiden Wicken im Gemenge mit dem geringsten Befall und den Wintererbsen im Gemenge mit Winterroggen bzw. mit Winterweizen und der Ackerbohne und auch der Erbsen Reinsaat mit Anbau am 18. Oktober keine statistisch signifikanten Unterschiede gab.

5.2.3. Schäden durch Erbsenkäfer und Erbsenwickler

Das Erntegut der Blatttypen-Erbsensorten vom Wintererbsen Sortenversuch am Standort Platt wies mit einem Befall zwischen 66 und 83 % beschädigter Körner durch den Erbsenwickler einen hohen Schädigungsgrad auf. Die Halbblatttypen Lucy und Cheyenne wurden mit 29 bzw. 35 % geschädigter Körner deutlich geringer befallen. Die Ursache für den deutlich geringeren Befall könnte in der um fast 2 Wochen früheren Blüte im Vergleich zu den anderen Sorten liegen. Nach METCALF (1993 zitiert in VISOTSCHNIG, 1998, 10) und GRATWICK (1992 zitiert in VISOTSCHNIG, 1998, 10) ist der Anbau früher Sorten, die bereits vor Mitte Juli abreifen, eine vorbeugende Maßnahme gegen den Erbsenwicklerbefall. Die Falter fliegen nur blühende Pflanzen an. Als weitere vorbeugende Maßnahme wird ein möglichst weiter Abstand zu den vorjährigen Erbsenfeldern empfohlen, da die Falter kaum weiter als 2 bis 3 km fliegen können (BERGER et al., 1995, 106; SEIDEL et al., 1986 zitiert in VISOTSCHNIG, 1998, 10). Am Standort Senning war ein deutlich geringerer Erbsenwicklerbefall bei der Sorte EFB 33, von maximal 12 %, vorhanden. Am Standort Platt waren bei der Sorte EFB 33 etwa 80 % der beurteilten Körner beschädigt.

Am Standort Platt war der Erbsenkäferbefall mit 5 bis 14 % relativ gleichmäßig über alle Blatttypen verteilt. Die Halbblatttypen Cheyenne und Lucy wiesen hingegen einen Befall von über 50 % auf. Die erste Auszählung des Erbsenkäferbefalls erfolgte erst im Zeitraum Ende Oktober bis Ende November, um möglichst alle Käfer zu erfassen. Die Käfer verlassen nach KÄHRER und GROSS (2002, 94) ab etwa 16 °C und nach BIDDLE und CATTLIN (2007, 96) ab etwa 20 °C das Überwinterungsquartier.

Von den Hülsen, die nach der Ernte bis zur Auszählung im November und auch danach bei Zimmertemperatur gelagert wurden, konnten Anfang April an den aufgehobenen Körnern, die im November scheinbar ungeschädigt waren, noch immer einzelne Erbsenkäfer gefunden werden. Ein Vollständiges verlassen der Käfer durch die Lagerung bei Zimmertemperatur konnte aufgrund der Ergebnisse nicht bestätigt werden.

Allgemein war bei Körnererbsen mit hellem Korn ein Käferbefall durch die „blau-grauen Fenster“ einfacher festzustellen. Bei den Peluschken war dies aufgrund der dunkleren Kornfarbe nicht so eindeutig. Durch drücken der Erbsen wurden teilweise die „Fenster“ geöffnet, wodurch ein möglicher Befall besonders bei den Peluschken besser beurteilt werden konnte.

Am Standort Senning waren die Winterackerbohnen mit 20 % Befall durch Bohnenkäfer am stärksten befallen.

Bei den anderen Varianten war der Befall geringer und lag bei max. 7 % bei der Zottelwicke. Nach der Auszählung im Frühjahr 2009 stieg der Befall auf max. 12 % bei den Wintererbsen.

6. Schlussfolgerung und Ausblick

Die einjährigen Ergebnisse mit mildem Winter 2007/2008 ermöglichten keine abschließende Beurteilung bezüglich der Anbaueignung und Winterhärte der angeführten Wintererbsen und Winterackerbohnen.

Die französischen Halbblatttypen, die im Vergleich zu den Blatttypen eine deutlich frühere Blüte und 2008 höhere Erträge erzielten, wurden im nachfolgenden Winter 2008/2009 bei einem Tiefstwert von -15 °C geschädigt und ergaben nur geringe Erträge (KROMP et al., 2009, 111f). Die derzeit angebotenen französischen Sorten sind für Standorte mit pannonischem Klima nicht ausreichend winterhart.

Kornerträge von nur max. 500 kg/ha am Standort Platt zeigten, dass die Kornerträge von Wintererbsen Blatttypen in Reinsaat aufgrund der starken Lagerneigung nicht ausreichend hoch sind. Mit Winterweizen als Stützfrucht konnten bei Versuchen im Jahr 2008/2009 Wintererbsenerträge bei den Blatttypen zwischen 1060 und 1560 kg/ha erzielt werden (KROMP et al., 2009, 111f). Im Gemengeanbau, bei Optimierung des Erbsen Kornertrages, wird nach vorliegenden Ergebnissen der Bio Forschung Austria eine geringere Saatstärke < 150 Korn/m² bei Winterweizen, < 120 Korn/m² bei Triticale und ca. 40 Korn/m² bei Wintererbsen empfohlen. Die Saatstärken im Gemenge sind an die jeweiligen Standorte und deren Gegebenheiten anzupassen. Zur Optimierung bei der Auswahl der Sorten und Saatstärken bei den Gemengepartnern sind bezüglich der gemeinsamen Reife weitere Versuche erforderlich. Ein Vorteil des Gemengeanbaues ist die Verminderung der Nitratauswaschung sowie der Nährstoffverluste (URBATZKA, 2009, 263; HOF-KAUTZ et al., s.a., 2). Somit tragen diese Gemenge aktiv zum Bodenschutz bei. Die Verwertung als Gemenge wäre am sinnvollsten, da bei einer Trennung der Partner zusätzliche Kosten entstehen. Daher ist die direkte Verwertung im tierhaltenden Betrieb oder ein Verkauf des Gemenges an Mischfutterbetriebe anzustreben.

Ein Anbau von Leguminosen neben mehrjährigen Kleebeständen kann besonders in den Randbereichen zu einem stärkeren Befall mit dem gestreiften Blattrandkäfer (*Sitona lineatus* L.) führen. Neben dem räumlichen Abstand ist zur Vermeidung von Fruchtfolgekrankheiten beim Wintererbsenanbau auch ein entsprechender Abstand in der Haupt- und Zwischenfruchtfolge zu anderen Körnerleguminosen einzuhalten. Nach SCHMUTZ und BÖHLER (2002, 1) sollen bei Erbsen Anbaupausen von mindestens 6 Jahren, nach SCHMIDTKE (2009, 19) 5 bis 7 Jahre und nach HARTL et al. (2007, 23) 6 bis 9 Jahre bei Körnererbsen und 5 bis 6 Jahre bei Peluschken, eingehalten werden. Ist der Anbau von

Körnererbsen geplant, sollten nach SCHMIDTKE (2009, 19) Wicken- und Lupinenarten in der Haupt- und Zwischenfruchtfolge vermieden werden.

Bei Auftreten von Blattrandkäfern ist die Schädigung an den Blättern im Vergleich zur Schädigung an den Knöllchen durch die Larven sehr gering. Bei den Wintererbsen kommt es aufgrund der fortgeschrittenen Entwicklung schon früher zur Stickstofffixierung. Daher ist möglicherweise zum Zeitpunkt des Auftretens der Blattrandkäferlarven die Verminderung der Stickstofffixierung nicht mehr so bedeutend. Weitere Untersuchungen über die Stickstofffixierung und den Verlauf des Blattrandkäferbefalls sind erforderlich.

Die Winterwicken wurden im Vergleich zu den Wintererbsen deutlich geringer von Blattrandkäfern und Blattläusen geschädigt. Eine im Vergleich zu Sommerformen der Erbsen frühere Blüte wurde bei den Wintererbsen Blatttypen nicht beobachtet. Dadurch kam es bei Wintererbsen in der Blüte zu einem ebenso starken Befall mit Blattläusen und Erbsenwicklern. Im Ertrag erzielten die Wintererbsen im Versuchsjahr 2007/2008 meist niedrigere Erträge als die Sommerformen. Dennoch kann der Anbau von Wintererbse auf Betrieben, in denen der Anbau von Zottelwicke wegen des Auftretens von hartschaligen Samen problematisch ist, eine Alternative darstellen.

Eine Bewertung der Anbaueignung spezieller Sorten im pannonischen Klima ist erst nach mehrjährigem Anbau und weiterer Prüfung der Sorten möglich.

7. Zusammenfassung

An der Bio Forschung Austria wurde aufgrund von Problemen mit Krankheiten und Schädlingen sowie geringer Unkrautunterdrückung von halbblattlosen Körnererbsen die Wintererbse als mögliche Alternativ-Körnerleguminose im pannonischen Klima geprüft.

Im Jahr 2007/2008 wurde die Anbaueignung von Wintererbsen im pannonischen Klimagebiet Österreichs untersucht. In einem randomisierten Exaktparzellenversuch in Platt, im Bezirk Hollabrunn (Niederösterreich), wurden 11 Wintererbsen auf ihre Anbaueignung in Bezug auf Winterhärte, Standfestigkeit, Schädlingsbefall und Korntrag beurteilt. Außerdem wurde ein Saatstärkenversuch sowie ein Zeitstufen-Anbauversuch jeweils mit der Sorte EFB 33 durchgeführt.

Zusätzlich wurden in einem Demonstrationsversuch in Senning, im Bezirk Korneuburg, verschiedene Winterkörnerleguminosen wie Wintererbsen (Sorte EFB 33), Winterwicken (Zottelwicke, Pannonische Winterwicke) und eine Winterackerbohne (Sorte Hiverna) in Mischungen mit Winterroggen bzw. Winterweizen oder in Reinsaat bei verschiedenen Anbauterminen bewertet.

Nach dem milden Winter 2007/2008 mit einem Tiefstwert von nur -12 °C, überwinterten alle einbezogenen Sorten an den beiden Versuchsstandorten in Platt und Senning, vollständig. Daher war nach diesem Versuchsjahr keine Beurteilung der Winterhärte der angebauten Sorten möglich. Nach den vorliegenden Ergebnissen ist im pannonischen Klimagebiet an beiden Versuchsstandorten, der Saattermin von Wintererbsen Mitte Oktober, wie bei Winterweizen üblich, optimal.

Bei Auftreten des gestreiften Blattrandkäfers (*Sitona lineatus* L.) waren die oberirdischen Schäden im Vergleich zu den Schäden durch die Larven an den Knöllchen, mit oftmals über 80 % beschädigter Knöllchen, gering einzustufen.

Die Blüte der Wintererbsen Blatttypen erfolgte annähernd zur gleichen Zeit wie bei den Sommerformen. Am Standort Platt kam es während der Blüte zu einem starken Blattlausbefall (*Acyrtosiphon pisum* H.). Die Blatttypen am Standort Platt wiesen zusätzlich zwischen 66 bis 83 % beschädigte Körner durch den Erbsenwickler (*Cydia nigricana* Steph.) auf. Die Halbblatttypen blühten um fast 2 Wochen früher als die Blatttypen, sie wiesen einen starken Erbsenkäferbefall (*Bruchus pisorum* L.) auf. Am Versuchsstandort Senning kam es nur zu einem geringen Blattlaus- und Erbsenwicklerbefall. Die Winterwicken wurden im Vergleich zu den Wintererbsen deutlich geringer von Blattrandkäfern und Blattläusen geschädigt.

Am Standort Platt erreichte der Genotyp USA-Stamm mit knapp 500 kg/ha den höchsten Kornertrag unter den geprüften Blatttypen. Der Anbau von Blatttypen in Reinsaat ist aufgrund starker Lagerneigung nicht ertragssicher (bereits zur Blüte wurden Pflanzenlängen zwischen 125 und 170 cm erreicht). Daher ist der Anbau der Blatttypen im Gemenge mit Winterweizen bzw. -Triticale als Stützfrucht vorteilhaft.

Die französischen Halbblatttypen Cheyenne und Lucy erzielten 2007/08 mit 2500 und 2060 kg/ha die höchsten Kornerträge. Im folgenden Jahr bei Wintertemperaturen mit einem Tiefstwert von -15 °C wurden hingegen nur geringe Erträge erzielt. Diese Sorten sind für pannonische Standorte daher nicht ausreichend winterhart.

Am Demonstrationsversuch Senning wurden bei Wintererbsen auch in Reinsaat mit Kornerträgen von mindestens 840 bis knapp 2000 kg/ha deutlich höhere Kornerträge erzielt als am Standort Platt. Aber auch in Senning ist ein Gemengeanbau vorteilhafter.

Die Wintererbsen in Reinsaat ergaben im Kornertrag meist niedrigere Erträge als die Sommerformen. Dennoch kann der Anbau von Wintererbsengemenge für einzelne Betriebe und auf speziellen Standorten eine Alternative zu Winterwicke darstellen, besonders wenn eine Verwertung am eigenen Betrieb oder ein Verkauf an Mischfutterproduzenten möglich ist. Das Wintererbsengemenge könnte teilweise die Nachfrage nach heimischem Eiweißkraftfutter in der biologischen Tierhaltung decken.

8. Abstract

Susceptibility to diseases and pests as well as low resistance to weeds have decreased yields and thus cultivation of semi-leafless spring peas in the area with pannonic climate conditions in Austria. Therefore, winter peas (*Pisum sativum* ssp. *sativum*) were tested as alternative grain-legume at two locations in Lower Austria in the year 2007/2008.

In a plot experiment in Platt, district Hollabrunn, 11 winter pea varieties or genotypes were tested for their cultivation suitability with regard to winter hardiness, stability, pest infestation and grain yield. Here, the French semi-leafless types Cheyenne and Lucy showed the highest grain yields with 2500 and 2060 kg/ha. Due to the mild winter with lowest temperatures of only -12 °C, the winter hardiness of the tested varieties could not be assessed. Grain yields of only up to 500 kg/ha were achieved by the regular leaf types in single cropping. Because of their tendency to laying down, the cultivation of regular leaf types in single cropping has not proved profitable.

At the demonstration experiment at the location in Senning, district Korneuburg, the winter pea variety EFB 33 (regular leaf type) achieved grain yields between at least 840 to almost 2000 kg/ha. In Senning, different winter grain legumes in single and mixed cropping at different dates of seeding were examined. Here, the cultivation of regular leaf types in mixture with winter wheat is suggested to be advantageous as support crop. Winter peas can be grown alternatively instead of winter vetch.

Mid-October has been proved at both locations as the ideal seeding date for winter peas under these climate conditions.

Final conclusions about the cultivation suitability of winter pea varieties under pannonic climate conditions can only be drawn after several years of experience. Further examination will be necessary to optimize the mixture relationship in mixed cropping and especially for the achievement of similar maturity.

9. Quellenverzeichnis

- AGES (s.a.): Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum*). Ackerbohnenkäfer (*Bruchus rufimanus*). http://www.ages.at/uploads/media/kaefer_ke_ab.pdf; (11.06.2009).
- AGES-ZENTRUM VERSUCHSWESEN (s.a.): Versuchsstation Großnondorf. Klimadiagramm, <http://www.ages.at/index.php?id=7284>; (10.03.2010).
- ANNICCHIARICO, P. und FILIPPI, L. (2007): A Field Pea Ideotype for Organic Systems of Northern Italy. *Journal of Crop Improvement*, Vol. 20(1/2), 193-202.
- AULD, D. L., BETTIS, B. L., DIAL, M. J. und MURRAY, G. A. (1982): Austrian Winter and Spring Peas as Green Manure Crops in Northern Idaho. *Agronomy Journal*, Vol. 74, November-December 1982, 1047-1050.
- AWADALLA, S. (1988): Untersuchungen über Biologie und Ökologie des Blattrandkäfers, *Sitona Lineatus* (L.) (Coleoptera : Curculionidae). Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien, 32-34, 57, 61-62, 76, 79.
- BECKER-DILLINGEN, J. (1929): Handbuch des Hülsenfruchterbaues und Futterbaues; auf praktisch-wissenschaftlicher Grundlage unter besonderer Berücksichtigung der Pflanzenzüchtung. Verlag Parey, Berlin, 41, 50, 55, 59, 61, 68, 138, 147.
- BERGER, H., CATE, P., KURTZ, E. und ZWATZ, B. (1999): Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge im Eiweiß- und Ölpflanzenbau. 3. erweiterte Auflage, Verlag Jugend & Volk, Wien, 93-95, 102-103, 105-106.
- BIDDLE, A. J. und CATTILIN, N. D. (2007): Pests, Diseases, and Disorders of Peas and Beans. A Colour Handbook, Verlag Manson, London, 90, 96-97, 103.
- BMLFUW (2007): Grüner Bericht 2007. 48. Auflage, Wien, 30, 40.
- BMLFUW (2009): Grüner Bericht 2009. 50. Auflage, Wien, 40.
- BÖHM, H. (2009): Körnerleguminosen in Bedrängnis. *Zeitschrift Ökologie & Landbau*, Heft 152, 4/2009, 14-17.
- BÖHM, H. und ALVERMANN, G. (2009): Feldtag zur Bodenfruchtbarkeit am Institut für Ökologischen Landbau in Trenthorst. *Naturland Nachrichten*, 04/August 2009, 22, 24.
- BROUWER, W. (1976): Handbuch des speziellen Pflanzenbaues. Band II, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 496-499, 502-503, 527-528, 636-637, 727, 784, 797.

- CHEN, C., MILLER, P., MUEHLBAUER, F., NEILL, K., WICHMANN, D. und MCPHEE, K. (2006): Winter Pea and Lentil Response to Seeding Date and Micro- and Macro-Environments. *Agronomy Journal*, Vol. 98, November-December 2006, 1655.
- DIEPENBROCK, W., FISCHBECK, G., HEYLAND, K-U. und KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau. 3. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 229, 239.
- DORÉ, T. und MEYNARD, J. M. (1995): On-farm analysis of attacks by the pea weevil (*Sitona lineatus* L.; Col., Curculionidae) and the resulting damage to pea (*Pisum sativum* L.) crops. *J. Appl. Ent.* Vol. 119, 49-50.
- FREYER, B., PIETSCH, G., HRBEK, R. und WINTER, S. (2005): Futter- und Körnerleguminosen im Biologischen Landbau. 1. Auflage, Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, 97, 101-102, 145-147, 153.
- FREYER, B., PIETSCH, G., STARZ, W., WAGENTRISTL, H. und GABLER, C. (2006): Optimierung von Körner- und Futtererbsenanbau und –verwertung unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus im pannonischen Klimagebiet. Endbericht Projekt-Nr.: 1290, Universität für Bodenkultur, Wien, 11-12.
- FRUWIRTH, C. (1914): Anbau der Hülsenfrüchte. 2. Auflage, Verlag Parey, Berlin, 198, 200.
- GAE SEMENCES (s.a.): Pois d'hiver. Liste des variétés de pois d'hiver; Lucy, Cheyenne, Cherokee, Apache, http://www.gae-semences.com/htm/gamme_pois_hiver.htm; (12.03.2009).
- GRAß, R., SCHÜLER, C. und URBATZKA, P. (2004): Die Wiedererntedeckung der Wintererbse. *Zeitschrift Bioland*, Heft 4, 12.
- GRAß, R., URBATZKA, P. und SCHÜLER, C. (2006): Wintererbsenanbau in der Praxis. *Zeitschrift Bioland*, Heft 3, 8-9.
- HARTL, W., HOFER, M. und VOGT-KAUTE, W. (2007): Weniger ist mehr. *Bio Austria Zeitschrift*, Ausgabe 4/2007, 23.
- HARTL, W. (2009): Mündliche Mitteilung. *Bio Forschung Austria*, Wien.
- HEBEISEN, T. und CHARLES, R. (2003): Anbau von Sommer- und Wintereiweisserbsen. *Zeitschrift Agrarforschung* 10 (1), http://www.agroscope.admin.ch/data/publikationen/ch_cha_03_pub_3874_d.pdf; (15.02.2009), 15-18
- HENEISE, H. K. und MURRAY, G. A. (1980): Effect of Rowspacing on Yield of Spring Planted Austrian Winter Field Pea. *Agronomy Journal*, Vol. 72, March-April, 369-370.

- HILTBRUNNER, J., CHARLES, R. und GAUME, A. (2008): Liste der empfohlenen Eiweisserbsensorten für die Ernte 2008, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Schweizerische Eidgenossenschaft, http://www.db-acw.admin.ch/pubs/ch_cha_08_tap_RSA_40_1_liste_pois_d.pdf; (15.02.2009).
- HOFFMANN, G. M. und SCHMUTTERER, H. (1999): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. 2. erweiterte und ergänzte Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 581-583.
- HOF-KAUTZ, C., HOCHMUTH, C., SCHMIDTKE, K. und RAUBER, R. (2007): Wirkung des Gemengeanbaus mit Winterkörnerleguminosen sowie der Standraumzuteilung auf Kornertrag und Backqualität von Winterweizen. Beitrag zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, http://orgprints.org/9510/1/9510_Hof-Kautz_Vortrag.pdf; (15.02.2009), 1-4.
- HOF-KAUTZ, C., SCHMIDTKE, K. und RAUBER, R. (s.a.): Qualitätsverbesserung von Winterweizen im Gemenge mit Winterackerbohne oder Wintererbse. Beraterrundbrief: Empfehlungen anhand der Ergebnisse des Forschungsprojektes „Erzeugung von Weizen hoher Backqualität durch Gemengeanbau mit Winterackerbohne und Wintererbse im ökologischen Landbau“. (Projekt BLE 03OE050), http://orgprints.org/15172/1/15172-03OE050-htw_dresden-schmidtke-2006-beraterrundbrief.pdf; (15.02.2009), 1-2, 4-5, 7-12, 14.
- HÖHSL, B. (2009): Untersuchungen zur Sorten- und Artenabhängigkeit des Blattrandkäfer (*Sitona lineatus*) und Erbsenblattlausbefalls (*Acyrtosiphon pisum*) auf Körnerleguminosen im biologischen Landbau. Diplomarbeit, Universität Wien, 14-15, 36-40, 53-54, 56-58, 62-63.
- KAHNT, G. (2009): „Körnerleguminosen sind ein wichtiger Faktor im Ökolandbau“, Interview mit Günter Kahnt durch Minou Yussefi-Menzler. Zeitschrift Ökologie & Landbau, Heft 152, 4/2009, 22-23.
- KAHRER, A. und GROSS, M. (2002): Gemüseschädlinge; Erkennung, Lebensweise, Bekämpfung. 1. Auflage, Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, 91-95.
- KIENEGGER, M., KROMP, B., LETHMAYER, C. und HARTL, W. (2005): Immer mehr Schäden durch Blattrandkäfer. Bio Ernte Austria Zeitschrift, 01/2005, 28-29.
- KNOTT, C.M. und BELCHER, S. J. (1998): Optimum sowing dates and plant populations for winter peas (*Pisum sativum*). Journal of Agricultural Science, Vol. 131, 449, 452, 454.
- KOLLER, M., GONZALES, A. und ALLEMANN, P. (2008): Mit später Zwischenfrucht düngen. Zeitschrift bioland Heft 9, 8-9.

- KOLLER, M. und GONZALES, A. (2008): Düngen mit Erbsen als Vorfrucht. Zeitschrift bioaktuell, 7/2008, 10-11.
- KROMP, B., FRAUENSCHUH, E.M., NEUNER E., DIETHART, I., HARTL, W., ABLEIDINGER, C., DIETHART, M., LETHMAYER, C., STEFFEK, R., HAUSDORF, H. und ALTENBURGER, J. (2008): Nachhaltige Regulation von Schaderregern im biologischen Anbau von ausgewählten Körnerleguminosen. Forschungsprojekt Nr. 1395, 2. Zwischenbericht, Wien, 10-12.
- KROMP, B., HARTL, W., NEUNER, E., PUTZ, B., DIETHART, I., HÖHSL, B., FRAUENSCHUH, E.M., ABLEIDINGER, C., DIETHART, M., LETHMAYER, C., STEFFEK, R., HAUSDORF, H., ALTENBURGER, J., BLÜMEL, S., PLATZ, F. und KLINGER, F. (2009): Nachhaltige Regulation von Schaderregern im biologischen Anbau von ausgewählten Körnerleguminosen. Forschungsprojekt 1395, Endbericht 2009, Wien, 5, 8, 9, 11, 81-83, 87-91, 108-114, 123, 126.
- LETHMAYER, C., HAUSDORF, H., KAHRER, A. und BLÜMEL, S. (2005): Was tun gegen Erbsenblattläuse? Bio Ernte Austria Zeitschrift, Ausgabe 02/2005, 43.
- MEIER, U. (2001): Entwicklungsstadien mono- und dikotyler Pflanzen; BBCH Monografie. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. 2. Auflage, Berlin und Braunschweig, 142-145.
- MURRAY, G. A. und SWENSEN, J. B. (1985): Seed Yield of Austrian Winter Field Peas Intercropped with Winter Cereals. Agronomy Journal, Vol. 77, November – December 1985, 913-916.
- NEUNER, E., HARTL, W. und LIEBHARD, P. (2009): Wintererbse (*Pisum sativum*) in Rein- und Mischkultur im Biologischen Landbau unter semiariden Produktionsbedingungen. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Band 21, 52. Jahrestagung, 01.-03.09.2009, Halle/Saale, 186.
- NEUNER, E., KROMP, B. und HARTL, W. (2010): Wie es gehen kann. Bio Austria Zeitschrift, 01/2010, 31.
- PIETSCH, G., FREYER, B. und HRBEK, R. (2006): Merkblatt Erbse. Institut für Ökologischen Landbau, Universität für Bodenkultur; Bio Austria, 2.
- PLATZ, F. (2008): Schriftliche Mitteilung. Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Großnondorf.
- SASS, O. (2009): Ohne Input kein Fortschritt. Zeitschrift Ökologie & Landbau, Heft 152, 04/2009, 26-27.

- SAUCKE, H., BALASUS, A. und KRATT, A. (2007): Untersuchungen zur Paarstörung des Erbsenwicklers (*Cydia nigricana*) mit Sexualpheromonen. 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, Stuttgart, 20.-23.03.2007, 306.
- SAUCKE, H., BREDE, U., RAMA, F., KRATT, A., LORENZ, N. und ZIMMERMANN, O. (2003): Perspektiven ökologischer Regulierungsverfahren für den Erbsenwickler (*Cydia nigricana*, Lep. Tortricidae) in Saat- und Gemüseerbsen mit Sexual-Pheromonen und Granuloseviren. 7. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität für Bodenkultur, Wien, 24.-26.02.2003, 129, 132.
- SCHMIDTKE, K. (2009): Schlüsselfaktoren im Anbau von Körnerleguminosen. Zeitschrift Ökologie & Landbau, Heft 152, 4/2009, 19-21.
- SCHMIEDL, J. (1993): Untersuchungen über Auftreten, Schadwirkung und Bekämpfung des gestreiften Blattrandkäfers (*Sitona lineatus* L.) in Körnererbse (*Pisum sativum* L.) im pannonischen Klimaraum im Jahre 1990. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien, 9, 29, 32-33, 40-41.
- SCHMUTZ, R. und BÖHLER, D. (2002): Merkblatt Eiweisserbsen. FiBL Beratung, 1-2.
- SCHÜLER, C., URBATZKA, P. und GRAß, R. (2008): Vergleichender Anbau verschiedener Wintererbsenherkünfte in Rein- und Gemengesaat zur Integration in das Anbausystem Ökologischer Landbau. Projektnummer 03OE074, Abschlussbericht, <http://orgprints.org/15527/1/15527-03OE074-uni-kassel-schueler-08-wintererbsenherkuenfte.pdf>; (20.07.2009), 2, 95.
- SPERBER, J., BARISICH, R., EDINGER, E. und WEIGL, W. (1988): Öl- und Eiweißpflanzen; Anbau-Kultur-Ernte. Österreichischer Agrarverlag, Wien, 56.
- THÖMING, G., WEDEMEYER, R. und SAUCKE, H. (2007): Entwicklung eines Konzeptes zur Risikobewertung und Regulation des Erbsenwicklers (*Cydia nigricana*) in Gemüse- und Körnererbsen. 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, Stuttgart, 20.-23.03.2007, 301-303.
- URBATZKA, P. (2002): Screening verschiedener Herkünfte von Wintererbsen. Diplomarbeit, Universität Kassel, Witzenhausen, 2, 4, 7, 13, 22, 24-30, 36-39, 41-44, 50, 52, 55, 57.
- URBATZKA, P. (2003): Screening ausgesuchter Wintererbsenherkünfte auf ihre Winterhärte und ihre Anbaueignung im Ökologischen Landbau. Diplomarbeit Universität Kassel, Witzenhausen, 1-7, 9, 10, 16-19, 21-26, 30, 31.

- URBATZKA, P., GRAß, R., SCHÜLER, C. und HEß, J. (2007): Ermittlung der Vorfruchtwirkung unterschiedlicher Wintererbsengenotypen in Rein- und Gemengesaat. 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, Stuttgart, 20.-23.03.2007, Verlag Dr. Köster, Berlin, 126.
- URBATZKA, P., GRAß, R., SCHÜLER, C., SCHLIEPHAKE, U., TRAUTZ, D. und HEß, J. (2008): Grain yield of different winter pea genotypes in pure and mixed stands. 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italien, 16.6.-20.6.2008, <http://orgprints.org/11803>; (28.11.2008), 1-4.
- URBATZKA, P., GRAß, R., SCHÜLER, C., TRAUTZ, D. und HEß, J. (2009): Bestimmung der N-Fixierung unterschiedlicher Wintererbsengenotypen im Vergleich zu einer Sommererbse in Rein- und Gemengesaat. 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, ETH Zürich, 11.-13.02.2009, 99- 101.
- URBATZKA, P., SCHÜLER, C. und BREDE, U. (2009): Neue Wege zur Erhaltung und Züchtung von Körnerleguminosen. Zeitschrift Ökologie & Landbau, Heft 152, 4/2009, 29-30.
- URBATZKA, P. (2009): Anbauwürdigkeit von normalblättrigen Wintererbsen als Druschfrucht in Rein- und Gemengesaat mit Winterroggen unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Band 21, 52. Jahrestagung, Halle/Saale, 01.-03.09.2009, 261-264.
- VISOTSCHNIG, W. (1998): Praxiserhebungen und Feldversuche zur Verbreitung und vorbeugenden Regulierung des Erbsenkäfers (*Bruchus pisorum*) und des Erbsenwicklers (*Cydia nigricana*) in biologisch bewirtschafteten Körnererbsenschlägen Österreichs. Diplomarbeit Universität für Bodenkultur, Wien, 1-2, 5-6, 8, 10-11, 31-34, 43-44, 79.
- VOCANSON A., und JEUFFROY, M.-H. (2008): Agronomic Performance of Different Pea Cultivars Under Various Sowing Periods and Contrasting Soil Structure. Agronomy Journal, Vol. 100(3), 748-752, 757.
- VOGT-KAUTE, W. (2004): Entwicklung von Winter-Ackerbohnen für den ökologischen Landbau. Teilprojekt I, Abschlussbericht, Naturland e.V., <http://orgprints.org/5021/1/5021-02%3DE451-1-naturland-2004-winter-ackerbohne.pdf>; 3-4, Anhang 3: 1, 3.
- VOGT-KAUTE W. (2005): Aus der Forschung: Körnerleguminosen zur Herbstsaat; Ein Schritt nach vorn für den ökologischen Ackerbau? Interview, Ökolandbau.de; <http://www.oekolandbau.de/erzeuger/pflanzenbau/grundlagen-des-oekopflanzenbaus/pflanzenzucht/aus-der-forschung-koernerleguminosen-zur-herbstsaat-ein-schritt-nach-vorn-fuer-den-oekologischen-ackerbau/>; (11.03.2008).

- VOGT-KAUTE, W. (2008): Der Stand der Züchtung von Körnerleguminosen in Bayern, Deutschland und angrenzenden Ländern. Öko-Beratungs Gesellschaft mbH, Auftraggeber: Seidlhof-Stiftung;
http://www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/Erzeuger/Aktuell/Studie_Koernerleguminosenzuechtung_Bayern.pdf; (30.09.2009); 3-4, 8-10, 19-20.
- VÖLKEL, G. (2008): Meisterstück Körnerleguminosen. Zeitschrift bioland, Ausgabe 06/2008, und Ökolandbau.de
<http://www.oekolandbau.de/erzeuger/pflanzenbau/koernerleguminosen/meisterstueck-koernerleguminosen/>; (25.01.2010), 1-2, 5.
- WALDENBERGER, F. (2010): In der Sackgasse? Bio Austria Zeitschrift, Ausgabe 1/2010, 14-15.
- WALDENBERGER F. und SCHNEIDER, R. (2009): Bio-Anbauflächen in Österreich 2009 wieder stark ausgeweitet! Ackerbau Infoblitz 04/2009 (vom 07.07.2009) Bio Austria, 2-3.
- ZACHER, F. (1927): Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung. Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Berlin, 134-135.
- ZILLGER C., und HOOS, S. (s.a.): Wintererbsen. DLR Rheinhessen, Kompetenzzentrum Ökologischer Landbau,
http://www.pflanzenbau.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/0/90fbd8ce45ff760bc1256f72002b222a?OpenDocument&ExpandSection=5%2C9#_Section5; (15.02.2009).
- ZWINGEL, W. (2009a): Sortenbeschreibung. Naturland Nachrichten, 04/August 2009, 21.
- ZWINGEL, W. (2009b): Leguminosen – selbstunverträglich und sehr anfällig für Fruchtfolgekrankheiten. Naturland Nachrichten, 05/Okttober 2009, 27.

10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Blattmorphologie der Erbse (<i>Pisum sativum</i> L.) Blatttyp (oben), Halbblattlos (mitte), Blattlos (unten); a=Stipel, b= Blattachse; c=Fiederblättchen, d=Ranken	15
Abbildung 2: Wetterdaten an der Versuchsstation Großnondorf 2007/2008 Quelle: AGES-ZENTRUM VERSUCHSWESSEN, (http://www.ages.at/index.php?id=7284).....	29
Abbildung 3: Kerben an den Blättern, verursacht durch den Fraß des Gestreiften Blattrandkäfers, 29. April 2008, Standort Platt	37
Abbildung 4: Wurzeln mit Knöllchen von 5 Wintererbsenpflanzen des Genotyps „USA-Stamm“, Sortenversuch Platt, 03. Juni 2008	39
Abbildung 5: Winter-Körnererbse mit blau-grauem „Fenster“, hinter dem sich der Erbsenkäfer befindet, 28. November 2008.....	42
Abbildung 6: Zustand der Wintererbsen am 31. März 2008, linkes Foto Blatttyp, rechtes Foto Halbblatttyp.....	45
Abbildung 7: Zustand der Wintererbse am 13. April 2008, linkes Foto Blatttyp, rechtes Foto Halbblatttyp, Standort Platt	46
Abbildung 8: Boxplotdarstellung der Kerben je Trieb, dritte Blattrandkäfer-Befallsbonitur Ende April 2008, Standort Platt	48
Abbildung 9: Vergleich der mittleren Kerbenanzahl je Leguminosen-Trieb am 15.04. (blau), und 28.04.2008 (violett) vom Wintererbsen-Saatstärkenversuch (n=10), von der Ackerbohne Hiverna (n=20) und vom WE-Sortenversuch (15.04., n=12 und 28.04 n=20, ausgenommen Sorte Colorado) [MW, STABW], Standort Platt	49
Abbildung 10: Mittlere Kerbenanzahl je Blatt von den untersuchten Blättern zwei und vier von ausgewählten Wintererbsen Sorten (n=30) und den beiden Winterackerbohnsorten Hiverna (n=20) und dem Genotyp Pop. Ramsthal (n=10), erhoben am 13. und 14. Mai 2008, Standort Platt	50
Abbildung 11: Wintererbsen-Versuch am 14. Mai 2008, weiß blühende Sorte Lucy und Cheyenne (in Block B), Standort Platt.....	51
Abbildung 12: Mittlere Knöllchenanzahl je Erbsenpflanze, Wintererbsen-Sortenversuch Standort Platt am 03. Juni 2008 [MW, STABW, n=10, ausgenommen Sorte Colorado (n=5)]; Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden, die Sorte Colorado wurde nicht in die Varianzanalyse einbezogen	53
Abbildung 13: Mittlerer Anteil der beschädigten Knöllchen (in %) des Wintererbsen-Sortenversuchs am 03. Juni 2008, Standort Platt; Ergebnisse des mehrfachen Gruppenvergleichs; Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden, die Sorte Colorado wurde nicht in die Varianzanalyse einbezogen	54
Abbildung 14: Boxplotdarstellung des Anteils der befallenen Knöllchen (in %)	55
Abbildung 15: Blattlausbefall bei Wintererbse, am 31. Mai 2008, Standort Platt.....	55
Abbildung 16: Mittlere Anzahl an Blattläusen je Trieb, des Wintererbsen-Sortenversuchs (n=30, Sorte Colorado n=20) am 31.05./02.06.2008, Standort Platt [MW, STABW].....	56

Abbildung 17: Trieblänge und Bestandshöhe (in cm), Wintererbsen-Sortenversuch [MW, n=2], 03. Juni 2008, Standort Platt.....	57
Abbildung 18: Lagerneigung (von 1-9, wobei 1 = kein Lager, 9 = 100 % Lager), Wintererbsen-Sortenversuch am 03.06.2008, Standort Platt [MW, STABW, n=4; ausgenommen Sorte Colorado, n=2]	58
Abbildung 19: Zustand des Wintererbsen Sortenversuches am 31. Mai 2008, mit den violett blühenden Blatttypen	59
Abbildung 20: Pflanzenlänge (in cm) der Wintererbsen im Sortenversuch am 27. Juni 2008, Standort Platt [4 WH, MW, STABW, n=4; ausgenommen Sorte Colorado, n=2]	60
Abbildung 21: Nitrat-Stickstoffgehalt ($\text{NO}_3\text{-N}$ kg/ha) im Boden (Bodentiefe 0 bis 30 cm, 30 bis 60 cm, 60 bis 90 cm) Ende März (Mischprobe) und am 03. August 2008 [4 WH, MW, STABW, n=4, ausgenommen W-Erbse Colorado und W-Bohne Genotyp (n=2)] sowie Kornerträge (in kg/ha, bei 86 % TM) bei ausgewählten Sorten, Standort Platt	61
Abbildung 22: Wintererbsen-Kornertrag (kg/ha) bei 14 % Wassergehalt, Sortenversuch 2008, Standort Platt [4 WH, MW, STABW, n=4; ausgenommen Sorte Colorado, n=2) unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede]	63
Abbildung 23: Winter-Körnererbsen - Standort Platt; linkes Foto: Erbse mit „blau-grauem Fenster“, hinter dem sich der Erbsenkäfer befindet sowie Kotkrümel nach Befraß durch Raupen des Erbsenwicklers; rechtes Foto: Erbsen nach dem Verlassen der Erbsenkäfer	65
Abbildung 24: Anteil von Erbsenwickler oder Erbsenkäfer geschädigter Körner (in % je Sorte), Sortenversuch Standort Platt, Auswertung Ende November 2008	66
Abbildung 25: Mittlere Kerbenanzahl je Leguminosen-Trieb (n=20) Demonstrationsversuch Standort Senning, am 21. April 2008	69
Abbildung 26: Mittlere Kerbenanzahl an den obersten 5 Blättern je Leguminosen-Trieb (n=15) des Demonstrationsversuchs, Standort Senning, am 07. Mai 2008...	71
Abbildung 27: Mittlere Kerbenanzahl je Blatt der bonitierten Blätter 1., 4. und 5. je Leguminosen-Trieb (n=20) des Demonstrationsversuchs, Standort Senning, am 23. Mai 2008	72
Abbildung 28: Mittlere Anzahl an Wurzelknöllchen je Leguminosenpflanze (n=5), Standort Senning am 11. Juni 2008 [MW; STABW; unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede, $p=0,05$]	73
Abbildung 29: Mittlerer Anteil an beschädigten Knöllchen (in %), Standort Senning am 11. Juni 2008; Ergebnisse des mehrfachen Gruppenvergleichs, Mittelwerte mit demselben Buchstaben sind nicht signifikant verschieden.....	74
Abbildung 30: Mittlere Anzahl an Blattläusen je Trieb am 08. (=blaue Balken) und 23. Juni 2008 (=grüne Balken) des Demonstrationsversuches Standort Senning; statistische Verrechnung der Daten vom 23. Juni [Einfache ANOVA, unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede]	76
Abbildung 31: Zustand der Wintererbse EFB 33 im Gemenge mit Winterweizen, 08. Juni 2008, Standort Senning	77
Abbildung 32: Wintererbse in Reinsaat zur Ernte Mitte Juli 2008, im Hintergrund Distelnest, Standort Senning	80
Abbildung 33: Nitrat-Stickstoffgehalt ($\text{NO}_3\text{-N}$ kg/ha) im Boden (in Bodentiefe von 0 bis 30 cm, 30 bis 60 cm, 60 bis 90 cm) Ende März (Mischprobe) und am 11. Juli 2008	

zur Ernte sowie Kornerträge in kg/ha bei 86 % TM (Leguminosen in grün, Getreide in orange und Winterackerbohne in violett) des Demonstrationsversuchs Standort Senning im Jahr 2008.....	81
Abbildung 34: Anteil von Erbsenwickler oder Erbsen-, Bohnenkäfer geschädigter Körner (in %; von 30 Hülsen) des Demonstrationsversuches in Senning, Auswertung Ende November 2008	82
Abbildung 35: Kornertrag (kg/ha) 2007 bei 14% Wassergehalt, Wintererbse EFB 33 in Reinsaat und Gemenge mit Winterweizen und Triticale in Platt [3 WH, MW, STABW, unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede, p=0,05]; Quelle: KROMP et al., 2009, 90	124
Abbildung 36: Wintererbsenversuch in Platt mit der Sorte EFB 33 in Reinsaat (links) und im Gemenge (rechts), aufgenommen am 25.5.2007 Quelle: KROMP et al., 2009, 91	125
Abbildung 37: Die beiden Fotos zeigen dieselben Pflanzen, jeweils von links nach rechts 3 Exemplare Sommererbse und eine Wintererbsenpflanze der Sorte EFB 33. Linkes Foto: Blattrandkäferfraß; rechtes Foto: Wurzelknöllchen in Vergrößerung, am 23.04.2009, Standort Aspersdorf Quelle: KROMP et al., 2009, 109.....	136
Abbildung 38: Ertrag (kg/ha) des Wintererbsen-Sortenversuchs 2008/2009 im Gemenge mit Winterweizen (Sorte Bitop) bei einem Wassergehalt von 10 %, mit einer Saatstärke von 40 keimfähigen (kf.) Korn/m ² Wintererbse (grüne Säulen) + 45 kf. Korn/m ² Winterweizen (orange Säulen), Mantel Winterweizen mit 300 kf. Korn/m ² ; Standort Aspersdorf Quelle: KROMP et al., 2009, 112.....	138
Abbildung 39: Mittlerer Nitratstickstoffgehalt (kg/ha) im Boden zur Ernte in ausgewählten Varianten im Wintererbsen-Gemengeversuch 2008/2009 mit Winterweizen. Die Frühjahrsbeprobung (linker Block) war eine Mischprobe über die gesamte Fläche.....	139
Abbildung 40: Übersicht über die mittlere Knöllchenanzahl pro Einzelpflanze am Versuchsstandort Aspersdorf (HÖHSL, 2009, 37)	151
Abbildung 41: Überblick über intakte und beschädigte Knöllchen der Körnerleguminosen am Versuchsstandort Aspersdorf (HÖHSL, 2009, 38)	151

11. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Unterscheidungsmerkmale von Körnererbse und Futtererbse (Quelle: SPERBER et al., 1988, 56).....	14
Tabelle 2: Eigenschaften von ausgewählten französischen Sorten (Quelle: nach GAE SEMENCES, http://www.gae-semences.com/htm/gamme_pois_hiver.htm).....	18
Tabelle 3: Wintererbsen- und Winterackerbohnsorten in Platt, 2007/2008	31
Tabelle 4: Wintererbsen Saatstärkenversuch von 32 bis 48 keimfähige Körner/m ² (2007/2008)	32
Tabelle 5: Versuchsanlage Standort Platt.....	32
Tabelle 6: Winterkörnerleguminosen-Demonstrationsversuch Senning 2007/08	33
Tabelle 7: Zeitplan der Blattrandkäfer-Befallsbonitur	40

Tabelle 8: Feldaufgang (Pflanzen/m ²) des Saatstärkenversuchs am Standort Platt	44
Tabelle 9: Ergebnisse der Varianzanalyse von der dritten Blattrandkäfer-Befallsbonitur, am 28. April 2008; lineares Modell; Faktor Sorte, Faktor Block + Wechselwirkung	46
Tabelle 10: Mehrfacher Gruppenvergleich der dritten Blattrandkäfer-Befallsbonitur, am 28. April 2008	47
Tabelle 11: Ergebnisse des mehrfachen Gruppenvergleichs der Kerben je Trieb von der dritten Blattrandkäfer-Befallsbonitur, am 28. April 2008	47
Tabelle 12: Erhobenes Entwicklungsstadium der Wintererbsenpflanzen am 03. Juni 2008, Standort Platt	52
Tabelle 13: Ergebnisse der Varianzanalyse der Anzahl der Knöllchenbakterien; lineares Modell, Faktor Sorte, Faktor Block + Wechselwirkung	52
Tabelle 14: Ergebnisse der Varianzanalyse des Anteils der befallenen Knöllchen (in %); lineares Modell, Faktor Sorte, Faktor Block + Wechselwirkung	53
Tabelle 15: Ergebnisse des mehrfachen Gruppenvergleichs des Anteils der befallenen Knöllchen (in %).	54
Tabelle 16: Einschätzung des Blattlausbefalls durch Skalenwerte (0 = kein Befall, 1 = einzelne Läuse in den Triebspitzen, 2 = 5 -15 Läuse in den Triebspitzen, 3 = Hälfte der Triebspitze von Blattläusen befallen, 4 = ganze Triebspitze befallen, 5 = von der Triebspitze bis zur obersten Blattetage befallen, usw.), Standort Platt	57
Tabelle 17: Ergebnisse der Varianzanalyse der Nitratstickstoffgehalte im Boden (0 bis 90 cm) zur Ernte von den Wintererbsen EFB 33, Arkta, USA-Stamm, Cheyenne sowie der Winterackerbohne Hiverna; lineares Modell; Faktor Sorte, Faktor Block	62
Tabelle 18: Ergebnisse des mehrfachen Gruppenvergleichs der Nitratstickstoffgehalte im Boden nach der Ernte am 03. August 2008	62
Tabelle 19: Ergebnisse der Varianzanalyse des Kornertrages - Wintererbsen Sortenversuch; lineares Modell, Faktor Sorte, Faktor Block	62
Tabelle 20: Ergebnisse der Varianzanalyse des Kornertrages - Wintererbsen Saatstärkenversuch; lineares Modell, Faktor Saatstärke, Faktor Block	64
Tabelle 21: Mittelwert und Standardabweichung des Saatstärkenversuchs, Standort Platt .	64
Tabelle 22: Mittlerer Kornertrag (kg/ha) - Saattermin	64
Tabelle 23: Anteil (in %) von Erbsenkäferbefallener Körner. Festgestellter Befall bis Ende November 2008 bzw. Anfang April 2009	67
Tabelle 24: Summe der Schlupfwesen je Sorte, 4 Blöcke, Standort Platt	67
Tabelle 25: Feldaufgang (Pflanzen/m ²), Standort Senning, 2008	68
Tabelle 26: Ergebnisse der Varianzanalyse - Blattrandkäferbefall am 07. Mai 2008; Logarithmus Transformation; Einfache ANOVA, Faktor Variante	70
Tabelle 27: Ergebnisse des mehrfachen Gruppenvergleichs - Blattrandkäferbefall am 07. Mai 2008	70
Tabelle 28: Ergebnisse der Varianzanalyse; Anzahl an Wurzelknöllchen; Einfache ANOVA, Faktor Variante	73

Tabelle 29: Ergebnisse der Varianzanalyse; Anteil an beschädigten Wurzelknöllchen; Einfache ANOVA, Faktor Variante	74
Tabelle 30: Ergebnisse der Varianzanalyse; Blattlausbefall am 23. Juni 2008; Einfache ANOVA, Faktor Variante	75
Tabelle 31: Einschätzung des Ausmaßes des Blattlausbefalls am 8. Juni 2008 durch Skalenwerte (0 = kein Befall, 1 = einzelne Läuse in den Triebspitzen, 2 = 5 - 15 Läuse in den Triebspitzen, 3 = Hälfte der Triebspitze von Blattläusen befallen, 4 = ganze Triebspitze befallen, 5 = von der Triebspitze bis zur obersten Blattetage befallen, usw.)	76
Tabelle 32: Gesamtpflanzen-Biomasseerträge kg TM/ha der Nutzpflanzen, von diversen Unkrautarten und Ackerkratzdistel sowie Nutzpflanzen-Proteingehalt im Korn in % TS (n=1)	79
Tabelle 33: Anteile (in %) von Erbsen-,Bohnenkäferbefallenen Körner. Festgestellter Befall bis Ende November 2008 bzw. Anfang April 2009	83
Tabelle 34: Feldaufgang, überwinterte Pflanzen sowie Überwinterung in % im März 2009	136
Tabelle 35: Anteil an Wintererbse in Mischkultur mit Winterweizen „Daws“ oder Wintergerste „Boyer“ im Durchschnitt von 2 Saatstärken (in den Jahren 1980-81 und 1981-82) Quelle: MURRAY und SWENSEN, 1985, 914; verändert	141
Tabelle 36: Kornertrag in kg/ha der Wintererbse „Melrose“ mit Winterweizen „Daws“ oder Wintergerste „Boyer“ in Reinsaat oder in Mischkultur im Durchschnitt von 2 Saatstärken (in den Jahren 1980-81 und 1981-82) Quelle: MURRAY und SWENSEN, 1985, 914; verändert	141

12. Abkürzungsverzeichnis

AGES	Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
BK	Blattrandkäfer
BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
ha	Hektar
kf.	keimfähig
K./m ²	Korn pro Quadratmeter
MW	Mittelwert
NO ₃ -N	Nitrat-Stickstoff
STABW	Standardabweichung
TKG	Tausendkorngewicht
TM	Trockenmasse
TS	Trockensubstanz
WE	Wintererbse
WH	Wiederholung
WW	Winterweizen

13. Anhang – Ausgewählte Literatur

13.1. Ergebnisse von Wintererbsen-Versuchen

13.1.1. Wintererbsenversuche in Deutschland

13.1.1.1. Versuche in Hebenshausen im Jahr 2001/2002

In der Arbeit „Screening verschiedener Herkünfte von Wintererbsen“ von URBATZKA (2002, 24) wurden 44 Herkünfte aus der Genbank Gatersleben mit 2 Herkünften PIS 400 und Unrra aus dem Samenbetrieb Ulrike Behrendt sowie 3 EU-Sorten EFB 33, Cheyenne aus Frankreich und Spirit aus England vergleichend bewertet. Bei allen Herkünften aus der Genbank Gatersleben handelt es sich um konventionelle Blatttypen, die bis auf eine Ausnahme zur Convarietät speciosum gehören (URBATZKA, 2002, 48 u. 57).

Bei den deutschen, französischen und der ungarischen Herkunft aus der Genbank sind die Sortennamen bekannt: Münchner Tiroler Wintererbse, Münchner Banater Wintererbse, Lucienhofer Wintererbse, Nischkes Riesengebirgs-Wintererbse, Württembergische Wintererbse, Crista, Gris d'hiver, Pisum Vilmorin I und Unrra (URBATZKA, 2002, 24).

Der Feldversuch wurde an der Universität Kassel-Witzenhausen, auf den Versuchsflächen in Hebenshausen durchgeführt (URBATZKA, 2002, 26).

Die durchschnittliche Niederschlagsmenge pro Jahr liegt bei 612 mm. Die langjährige Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 7,9 °Celsius. Im Versuchszeitraum lag die tiefste Temperatur bei -15,7° Celsius mit Kahlfrösten Mitte Dezember. Anfang Januar 2002 gab es 20 Tage Dauerfrost mit bis zu -14° Celsius mit teilweise geschlossener Schneedecke. Anfang April gab es den letzten Frost mit -5° Celsius (URBATZKA, 2002, 27). „-15 ° Celsius ohne Schneeschutz ist die Temperatur, die Wintererbsen in Deutschland ohne größere Auswinterung überstehen sollten“ (URBATZKA, 2002, 48).

Standardsorten waren die drei EU-Sorten EFB 33, Cheyenne und Spirit, die zum Vergleich angebaut wurden (URBATZKA, 2002, 27f). Die Aussaat war für die letzte Septemberdekade geplant, wurde aufgrund des nassen Wetters im September erst am 6. Oktober 2001 durchgeführt. Laut GRAß (2002A zitiert in URBATZKA, 2002, 29) hat sich der Anbau der Sorte EFB 33 in der letzten Septemberdekade in Standortnähe nach Versuchen als der günstigste Zeitpunkt erwiesen. Es wurde eine Bestandsdichte von 64 Pflanzen/m² angestrebt (URBATZKA, 2002, 29).

„Die einzelnen Herkünfte der Wintererbsen waren zu Beginn des Winters im BBCH-Stadium 15 bzw. 16. Das günstigste Stadium zur Überwinterung ist das Zwei- bis Vierblattstadium“

(GRAß, 2002 und LICHTENHAHN, 2002 zitiert in URBATZKA 2002, 49). Durch den relativ milden Oktober entwickelten sich die Pflanzen schneller als geplant (URBATZKA, 2002, 49). Aufgrund von Wuchseigenschaften, TKG und Kornertrag wurden die Herkünfte mit Ausnahme von 4 Akzessionen in 2 Gruppen unterteilt. Die Gruppe 1 besitzt im Gegensatz zur Gruppe 2 einen kräftigeren und längeren Wuchs, größere Blätter und eine frühere Blüte. TKG und Kornertrag im Durchschnitt sind jeweils mehr als doppelt so hoch wie bei der zweiten Gruppe. Das TKG der Gruppe 1 liegt bei 100 g und der durchschnittliche Kornertrag bei 39 dt/ha. Im Vergleich dazu liegt das TKG der Gruppe 2 bei 41 g und der durchschnittliche Ertrag bei 14 dt/ha. Die Überwinterung der Gruppe 1 lag bei über 80 %. Im Vergleich dazu haben nur 25 % der Pflanzen der Gruppe 2 überwintert (URBATZKA, 2002, 36f). Keine der 3 Vergleichssorten ist ausgewintert. Die Überwinterung liegt bei der Sorte EFB 33 bei 91 % und bei den Sorten Cheyenne und Spirit bei ca. 84 % (URBATZKA, 2002, 38).

Die beiden Vergleichssorten Cheyenne und Spirit blühten mit 13. bzw. 14. Mai am zeitigsten auf. Die Vergleichssorte EFB 33 begann am 30. Mai zu blühen. Die Sorte Cheyenne verblühte am 4. Juni als eine der Zeitigsten. Die Sorte Spirit verblühte am 6. Juni und die Sorte EFB 33 ca. am 25. Juni (URBATZKA, 2002, 39).

Die Sorte EFB 33 blühte im Vergleich zu den beiden Vorjahren um rund 1 Woche später. Dies ist auf die etwas kühleren und feuchteren Monate April und Mai zurückzuführen. Nach GEISLER (1993 zitiert in URBATZKA, 2002, 50) verzögern niedrigere Temperaturen in der Jugendphase den Blühbeginn, aber die Pflanzen bilden durch die längere Vegetation mehr Masse. Nässe schadet und kann sich unter anderem durch das Aufreißen der Stängel und in einer unnötigen Verlängerung der Blütezeit, wodurch die Hülsenbildung vermindert wird, auswirken (BECKER-DILLINGEN, 1929, 41).

Die Sorte EFB 33 hatte eine Länge von 195 cm nach der Blüte. Die anderen Vergleichssorten Cheyenne und Spirit hatten eine Länge von 60 cm. „Die Lagerneigung wurde mit den Werten eins bis neun beurteilt, wobei 1 = kein Lager und 9 = 100 Prozent Lager bedeutet“. Die Sorten Cheyenne und Spirit lagerten nicht. Die Sorte EFB 33 wurde auf der neunteiligen Skala mit 7 bewertet (URBATZKA, 2002, 41). Die Herkünfte aus der Genbank und die Sorte EFB 33 sind Blatttypen und neigen zum starken Lagern. Zur Ernte lagerten alle Blatttypen zu 100 Prozent. Aufgrund der Brennfleckenkrankheit lagerten die modernen Halbblatttypen ebenso. Bei den konventionellen Blatttypen ist der Anbau im Gemenge mit Getreide als Stützfrucht zu empfehlen (URBATZKA, 2002, 52 u. 55). In diesem Versuch konnte die gute Unkrautunterdrückung der hochwachsenden Wintererbsen Blatttypen

bestätigt werden (URBATZKA, 2002, 41). Bei den Halbblatttypen Cheyenne und Spirit wurde mehr Beikraut gefunden (URBATZKA, 2002, 52).

Den höchsten Ertrag hat die Herkunft Württembergische mit 59 dt/ha. Der niedrigste Ertrag liegt bei 23 dt/ha. Die Wintererbse Münchner Tiroler liegt bei 27 dt/ha, der Schnitt liegt bei 39 dt/ha. Die Sorten EFB 33 und Spirit haben einen Ertrag von 29 dt/ha, die Sorte Cheyenne liegt bei 41dt/ha. Das TKG der Sorte EFB 33 liegt bei 80 g; Cheyenne und Spirit liegen bei je 155g (URBATZKA, 2002, 41f).

Der Befall mit **Erbsewickler** (*Cydia nigricana*) im aufbereiteten Erntegut lag bei der Sorte EFB 33 bei knapp 5 %, bei Cheyenne und Spirit bei unter 2 % (Urbatzka, 2002, 44). Der Erbsewicklerbefall war für URBATZKA (2002, 50) insgesamt als mäßig zu beurteilen. Durch den späteren Blühzeitpunkt der Sorte EFB 33 in diesem Jahr könnte sich der Befall verstärkt haben (URBATZKA, 2002, 50).

Mitte Mai wurden geringe Fraßschäden durch den **Blattrandkäfer** (*Sitona lineatus*) festgestellt. In den folgenden Wochen wurde das spezifische Fraßbild in allen Parzellen an den Rändern der unteren Blätter beobachtet. Ab Anfang Juni flogen die ersten **Blattläuse** (*Acyrtosiphon pisum*) ein. Auf allen Herkünften und Sorten wurden sie in weiterer Folge unterhalb der Schadschwelle von 20 Blattläusen pro Trieb festgestellt (URBATZKA, 2002, 30).

12 Herkünfte aus der Genbank Gatersleben sind aufgrund der Versuchsergebnisse für eine Züchtung geeignet. „Diese Akzessionen erreichten in den Parametern Überwinterung, Pflanzenlänge und Wuchstyp, TKG, und Kornertrag ausreichend gute Ergebnisse“ (URBATZKA, 2002, 48). Alle anderen Herkünfte, darunter fast alle der 30 osteuropäischen Sorten und auch die drei französischen Sorten, wiesen in mindestens zwei der beschriebenen Parameter Mängel auf. Fast alle der 30 getesteten Akzessionen aus Osteuropa sind aufgrund ihrer hohen Auswinterung, des geringen und feingliedrigen Wuchses, der späten Blüte und des geringen Kornertrags nicht für einen Anbau in Deutschland geeignet. Eine griechische und eine albanische Sorte erschienen als geeignet für den Anbau in Deutschland (URBATZKA, 2002, 48).

13.1.1.2. Feldversuche in Hebenshausen und Frankenhausen im Jahr 2002/2003

In einer weiteren Arbeit von URBATZKA (2003) wurde der Versuch mit 10 Sorten die 2001/2002 geprüft wurden und für den Anbau in Deutschland geeignet sind fortgesetzt. Neben der Winterhärte und Anbaueignung soll die Ertragsleistung für verschiedene Verwendungszwecke als Drusch-, Energie- und Grünfutterpflanze unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus ermittelt werden. Zwei weitere Sorten, die sich nach dem ersten

Versuch ebenfalls als geeignet herausstellten, konnten aufgrund von Saatgutmangel nicht in den Anbau miteinbezogen werden (URBATZKA, 2003, 2f).

Neben den 10 Herkünften aus der Genbank Gatersleben wurden 7 zugelassene EU-Sorten zum Vergleich angebaut. Unter den Herkünften aus der Genbank waren die Wintererbsen Münchner Tiroler, Unrra, Lucienhofer, Nischkes Riesengebirgs, Württembergische, 2 Herkünfte aus Albanien, sowie je eine Herkunft aus Polen, Spanien und Griechenland. Bei den EU-Sorten wurden die Blatttypen EFB 33, Aravis, Assas sowie die Halbblatttypen Cheyenne, Iceberg, Spirit und Dove angebaut (URBATZKA, 2003, 3).

Der Versuch wurde auf 2 Versuchsflächen der Universität Kassel-Witzenhausen, in Hebenshausen und in der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen parallel durchgeführt. Am Standort Hebenshausen wurde der Versuch auch im Jahr 2001/2002 durchgeführt. Von August 2002 bis Ende Juli 2003 fielen am Standort Hebenshausen 713 mm Niederschlag. Die Jahresdurchschnittstemperatur in der Vegetationsperiode 2002/2003 lag aufgrund des warmen Sommers bei etwa 10 °C. Von Dezember bis Februar wurde eine durchschnittliche Tagestemperatur von knapp -1 °C festgestellt, welche etwa im Schnitt 2,5 °C, im Februar um 3,5 °C, unter dem langjährigen Mittel der Wetterstation Kassel lag (URBATZKA, 2003, 5).

Die tiefste Temperatur in diesem Winter erreichte -16,3 °C mit einer Dauerfrostperiode von ca. 10 Tagen Anfang Januar. Zum Teil existierte eine dünne Schneedecke. Bis etwa Mitte April gab es immer wieder Frostnächte. Dabei gab es Unterschiede in den Tagesmaximal- und Tagesminimaltemperaturen bis über 20 °C (URBATZKA, 2003, 5f).

Die nachfolgenden Sorten bzw. Herkünfte, Albanische, Münchner Tiroler, Unrra und die Sorte Dove waren nur am Standort Hebenshausen vertreten (URBATZKA, 2002, 3).

Der zweite Standort befindet sich in der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen, ca. 10 km nördlich von Kassel im gleichnamigen Landkreis. Der Betrieb wird seit 1998 biologisch nach den Richtlinien von Bioland und Naturland bewirtschaftet. Bei der Bodenart handelt es sich um Lehm mit einer Lößauflage (URBATZKA, 2003, 7).

Die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge liegt bei knapp 700 mm. Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt im langjährigen Mittel bei 8,5°C. Die tiefste Temperatur wurde mit -13 °C ebenfalls anfangs Januar erreicht. Der Februar war mit vielen Frosttagen und einer durchschnittlichen Tagestemperatur von ca. -2 °C der kälteste Monat und deutlich kälter als das langjährige Mittel an beiden Standorten. Die tiefsten Temperaturen im Februar lagen an beiden Standorten bei etwa -12 °C. Wie am Standort Hebenshausen gab es bis etwa Mitte April immer wieder Frostnächte von bis zu 20 °C Differenz zwischen Tag- und Nachttemperatur (URBATZKA, 2003, 5ff). Durch diese extremen Wetterbedingungen gab es

zum ersten Mal seit 20 Jahren deutliche Schäden an der Wintererbse EFB 33 an diesem Standort (URBATZKA, 2003, 30).

Die Aussaat erfolgte am Standort Hebenshausen am 20. 09. 2002, und am Standort Frankenhausen am 02. 10. 2002. An beiden Standorten wurden 80 keimfähige Körner/m² ausgesät. Es handelt sich bei beiden Standorten um eine vollrandomisierte Blockanlage (URBATZKA, 2003, 9).

Anfang März waren alle EU-Sorten mit Ausnahme der Sorte EFB 33 an beiden Standorten bis auf einige wenige Pflanzen komplett erfroren. Lediglich die EU-Sorte Dove hatte eine Überwinterungsrate von 11 % am Standort Frankenhausen. Die meisten Herkünfte und die Sorte EFB 33 hatten relativ geringe Ausfälle zu verzeichnen. Die spanische und die polnische Herkunft waren fast vollständig ausgewintert (URBATZKA, 2003, 16f).

Aufgrund der Wechselfrostperiode im März wurden die Pflanzen weiter geschädigt. Die Überwinterungsrate der überlebenden Herkünfte und der EFB 33 am Standort Hebenshausen lag Anfang April zwischen 36 und 70 %, im Durchschnitt überlebten 45 %. Am Standort Frankenhausen lag die Überwinterungsrate der überlebenden Herkünfte und der EFB 33 im April zwischen 8 und 28 %, der Mittelwert lag bei 19 %. Die EU-Sorten waren im April vollständig erfroren (URBATZKA, 2003, 16f).

In Hebenshausen lag der Mittelwert der überwinterten Pflanzen Ende April bei ca. 30 Pflanzen/m². Am Standort Frankenhausen überwinterten im Mittel 14 Pflanzen/m². In Hebenshausen überwinterte mit ca. 41 Pflanzen/m² ein hoher Anteil der Pflanzen der Herkunft Unrra. Die Württembergische Wintererbse wies mit 36 Pflanzen/m² in Hebenshausen und mit 23 Pflanzen/m² die höchste Überwinterungsrate in Frankenhausen auf (URBATZKA, 2003, 17f).

Die Grünernte erfolgte in Hebenshausen am 29 .05. 2003. Der Großteil der Parzellen war direkt vor Blühbeginn im BBCH-Stadium 60. Die Erträge gemessen in TM lagen durchschnittlich bei 35,7 dt/ha. Von der Herkunft Nischkes Riesengebirgs wurden 31,8 dt/ha, von der Württembergischen Wintererbse 41,1 dt/ha und von der Herkunft Unrra 44,4 dt/ha geerntet. Die oberirdische Biomasse der Pflanzen wies bei einer der albanischen Herkünfte 81,5 kg/ha und bei der Herkunft Unrra 124 kg/ha an Stickstoff auf (URBATZKA, 2003, 19).

Die Pflanzenlängen in Hebenshausen betrugen bei den Herkünften und der EFB 33 am 29. 05. 2003 im Mittel 119 cm. Die Sorte EFB 33 war mit 138 cm am längsten. Zum Ende der Blüte am 21. 06. 2003, bei einem BBCH-Stadium von 69, lag der Mittelwert der Pflanzenlängen bei bei den meisten Herkünften 203 cm (URBATZKA, 2003, 21f).

Die **Lagerneigung** in Hebenshausen wurde am 18. 06. 2003, zum Ende der Blüte im BBCH-Stadium 67-69 bzw. Hülse stadium 73-74, erhoben. Dabei waren die Herkünfte griechische Population, Münchner Tiroler und Unrra am weitesten entwickelt (URBATZKA, 2003, 22). Im Mittel lag die Lagerneigung bei 4,7 (wobei 1=kein Lager und 9=100 % Lager). Zur Körnerernte am 20. 07. 2003 lagerten alle Herkünfte und die EFB 33 zu 100 % (URBATZKA, 2003, 22f).

Eine albanische Herkunft hatte mit 30,5 dt/ha den geringsten **Kornertrag** mit einer Trockenmasse von 86 % gefolgt von der Sorte EFB 33 mit 32 dt/ha. Den höchsten Kornertrag erzielten die griechische Herkunft mit 39,6 dt/ha und die Münchner Tiroler mit 39,3 dt/ha. Im Durchschnitt wurden 35,6 dt/ha Körner geerntet. Die Württembergische Wintererbse hatte mit 111,2 g das höchste TKG. Die Sorte EFB 33 erbrachte ein TKG von ungefähr 92 g. Das durchschnittliche TKG lag bei 98,7 g (URBATZKA, 2003, 25f).

Der mittlere **Befall mit Erbsenwickler** (*Cydia nigricana*) lag bei 12,7 %. Dabei waren die Körner der griechischen Herkunft mit 10,7 % und die der Münchner Tiroler mit 14,7 Prozent befallen (URBATZKA, 2003, 24).

13.1.1.3. Versuchsergebnisse in Waldböckelheim im Jahr 2004/2005

Bei einem Sortenversuch des Kompetenzzentrums Rheinland Pfalz in Waldböckelheim wurden im Jahr 2004/2005 5 Wintererbsen und die Ackerbohne Hiverna auf ihre Anbaueignung und Ertragsleistung geprüft. Die Erträge der Sorten Picar und EFB 33 (beide Blatttypen) lagen im Mittel der 4 Wiederholungen bei 12,5 und 13,6 dt/ha. Die Blatttypen benötigten eine längere Abreife und wiesen einen stärkeren Blattlausspätbefall auf. Von den semi-leafless Sorten erreichte die Sorte Cheyenne im Mittel einen Ertrag von 13,3 dt/ha, Lucy 23,7 dt/ha und Iceberg 20,2 dt/ha. Die Parzellen der Sorte Iceberg waren verunkrautet. Die Erträge wurden durch Lagerung negativ beeinflusst. Die Ackerbohne Hiverna erzielte einen Ertrag von 31,2 dt/ha (ZILLGER und HOOS, s.a., s.p.)

13.1.2. Versuchsergebnisse in Österreich im Jahr 2006/2007

Im Jahr 2006/2007 wurden an der Bio Forschung Austria erste Versuche mit der Wintererbse durchgeführt. Dazu wurde in Platt im Weinviertel/NÖ die Sorte EFB 33 in Reinsaat und im Gemenge in folgenden 5 Varianten mit 3 Wiederholungen angebaut:

- 1. EFB 33 (85 K./m²)
- 2. EFB 33 (40 K./m²) + Winterweizen (150 K./m²)

- 3. EFB 33 (20 K./m²) + Winterweizen (150 K./m²)
- 4. EFB 33 (40 K./m²) + Triticale (120 K./m²)
- 5. EFB 33 (20 K./m²) + Triticale (120 K./m²)

Die Versuchsanlage war ein randomisierter Kleinparzellenversuch (Parzellengröße 8 x 1,25 m; Reihenweite 12,5 cm), der mit Doppelparzellen mit einer Gesamtfläche von 20 m² von der AGES-Außenstelle Großnondorf angelegt und bewirtschaftet wurde. Die Ernte erfolgte mittels Parzellendrescher.

In diesem Versuchsjahr wurde die Winterhärte der Sorte EFB 33 getestet. Des weiteren sollte die Anbaueignung der Sorte EFB 33 (Blatttyp) in Reinsaat ermittelt werden bzw. ob aufgrund der generell stärkeren Lagerneigung der Blatttypen nur ein Anbau mit Stützfrucht möglich ist.

Besonderes Interesse galt den Kornerträgen sowie den Anteilen der jeweiligen Gemengepartner (KROMP et al., 2009, 81f).

Die tiefste Temperatur im Winter 2006/2007 lag bei -14 °C. Dabei kam es zu keinen Auswinterungsschäden. Die Erträge sind in Abbildung 35 dargestellt. Die Trennung der Mischungspartner erfolgte mit einem 4 mm Sieb. Im Getreideanteil ist neben den Getreideschmachtkörnern auch ein geringer Anteil an Erbsenbruchkörnern enthalten.

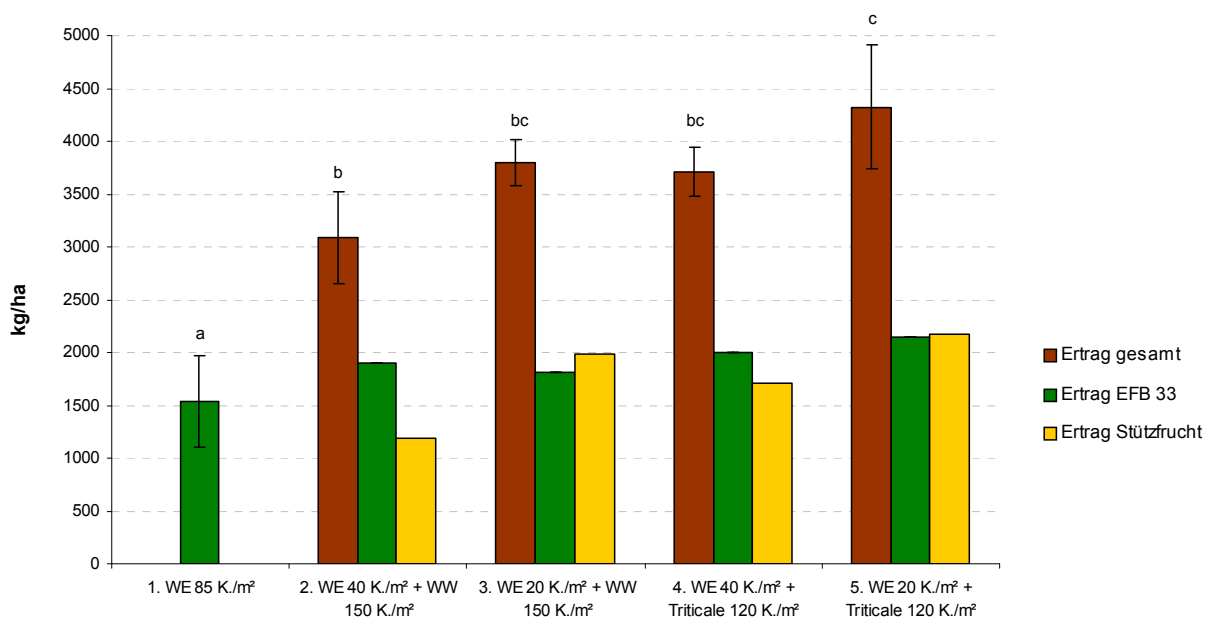


Abbildung 35: Kornertrag (kg/ha) 2007 bei 14% Wassergehalt, Wintererbse EFB 33 in Reinsaat und Gemenge mit Winterweizen und Triticale in Platt [3 WH, MW, STABW, unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede, p=0,05]; Quelle: KROMP et al., 2009, 90

Die Sorte EFB 33 erzielte in Reinsaat einen Ertrag von 1500 kg/ha, im Gemenge mit Winterweizen (WW) bzw. Triticale (T) von 1800 bis 2100 kg/ha. Der Weizen im Gemenge ergab 1300 kg/ha (bei einer Saatstärke von 40 Korn Erbse/m²) bzw. 2000 kg/ha (bei 20 Korn Erbse/m²); bei Triticale wurden 1700 kg/ha bzw. 2100 kg/ha geerntet.

Bei einer niedrigeren Saatstärke der Erbsen konnten sowohl bei Winterweizen als auch bei Triticale höhere Gesamterträge erzielt werden. Die Anteile der Gemengepartner waren dabei in etwa gleich bzw. war der Anteil des Winterweizens leicht erhöht. Bei den Varianten mit höherer Erbsensaatstärke waren die Erbsen anteilmäßig mit bis zu 61 % stärker vertreten.

Zwischen der Reinsaat, der Variante 2 (40 Korn Erbse + WW) und der Variante 5 (20 Korn Erbse + Triticale) gab es statistisch signifikante Unterschiede ($p=0,05$).

Da das Getreide als Stützfrucht für die Erbse dienen soll und der Ertrag der Erbse im Vordergrund steht, ist eine niedrigere Saatstärke des Getreides vorzuziehen. Sowohl der Anbau der Sorte EFB 33 in Reinsaat wie auch im Gemenge lieferten passable bis gute Erträge. Abbildung 36 zeigt den Versuch zur Vollblüte der Wintererbse am 25. Mai 2007.



Abbildung 36: Wintererbse in Platt mit der Sorte EFB 33 in Reinsaat (links) und im Gemenge (rechts), aufgenommen am 25.5.2007

Quelle: KROMP et al., 2009, 91

13.1.3. Wintererbsenversuchsergebnisse in Norditalien

Durch den Anbau von Erbsen wird proteinreiches Futter zur Verfügung gestellt. Ein Nachteil der Erbsen (field pea) ist die geringe Beikrautunterdrückung, die einen erfolgreichen Anbau im Biologischen Landbau einschränkt. Deshalb wurde bei Versuchen von ANNICCHIARICO und FILIPPI (2007, 193) die Anbaueignung von verschiedenen Sorten in Lodi, in Norditalien, mittels eines Indexes beurteilt. In den Index wurden Korn- und Strohertrag, Lagerneigung und Winterhärte einbezogen. Bei den ersten Versuchen unter konventionellen Bedingungen wurden 50 europäische und australische Sorten zu 2 Säterminen, am 23. Oktober und 07. November 2002, angebaut.

Die Sorte Cheyenne erreichte mit 5,35 t/ha den höchsten Ertrag. Danach folgten die Sorte Dove mit 5,29 t/ha und die Sorte Iceberg mit 5,16 t/ha. Die Sorte Attika war bei den Erträgen an siebenter Stelle mit 5,12 t/ha. In der Indexbewertung lag sie bei beiden Säterminen an erster Stelle. Die Sorten Iceberg, Dove und Cheyenne erreichten bei der Indexbewertung den 2. bis 4. Rang.

Nachfolgend wurde in den Jahren 2003/04 und 2004/05 die Sorte Attika, die beste in der Indexbewertung mit der Sorte Metaxa (an 11. Stelle), einer französischen Sorte, die für den ökologischen Anbau entwickelt wurde, verglichen. Die niedrigste Temperatur im Winter 2003/2004 lag bei -7,6 °C im Winter 2004/2005 bei -9 °C und langfristig bei -8,4 °C.

Der Anbau erfolgte im Herbst (07.11. und 16.11.) und im Nachwinter (16.02.) mit einer Saatstärke von 100 Korn/m² (um 25 % höher als bei konventionellem Anbau) für eine bessere Beikrautunterdrückung. Beim Herbstanbau war der Blühbeginn um 15 und die Reife um 5 Tage früher als beim Anbau im Nachwinter.

Die zweijährigen Versuchsergebnisse zeigen, dass der Anbau im späten Herbst zu höheren Erträgen (+56 %) führte. Die Sorte Attika erzielte beim Anbau im Herbst einen Kornertrag von 5,89 t/ha, die Sorte Metaxa 5,43 t/ha. Beim Anbau im späten Winter lag der Ertrag der Sorte Attika bei 4,08 t/ha. Die Sorte Metaxa erreichte 3,13 t/ha in 2 Versuchsjahren. Die beiden Sorten und Anbaetermine unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$) voneinander.

Im Vergleich zum Herbstanbau, erzielte der Anbau im Nachwinter im April weniger Unkraut Biomasse (-49 %), allerdings im Mai mehr Unkraut Biomasse (+54 %).

Der Herbstanbau erzielte eine höhere Biomasse und hatte in späteren Wachstumsphasen eine stärkere Beikrautunterdrückung. Die Sorte Attika hatte eine bessere Beikrautunterdrückung als die Sorte Metaxa.

Die optimale Variante (Attika im Herbstanbau) wurde in einem Jahr vergleichend unter biologischem und konventionellem Anbau getestet. Dabei konnte der Ertragsunterschied

zwischen den Produktionssystemen reduziert werden (ANNICCHIARICO und FILIPPI, 2007, 193ff).

13.2. Wintererbse zur Gründüngung

13.2.1. Versuchsergebnisse aus der Schweiz

Bei spät räumenden Kulturen die meist erst Ende Oktober geerntet werden, können die gängigen Gründüngungsfruchtarten nicht mehr ausgesät werden (KOLLER und GONZALES 2008, 11). Als mögliche geeignete Zwischenfrucht, besonders für viehlose Betriebe, eignet sich z.B. die Wintererbse vor Hauptkulturen wie Mais und Gemüse. Dadurch kann bis Ende April Stickstoff gebunden werden.

Deshalb wurden bei Versuchen des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL) in der Schweiz verschiedenen Winterkörnerleguminosen, darunter die Winter-Körnererbse Isard, die Winterfuttererbse EFB 33, eine Winterackerbohne und eine Zottelwicke als Gründüngung Mitte Oktober 2006 und 2007 angebaut. Als Vergleich dazu dienten Roggen und Brache. Die beiden Wintererbsen wurden im Jahr 2006/2007 mit jeweils 2,2 und 5 dt/ha angebaut. Bei der Zottelwicke wurden 1,4 dt/ha und bei der Winterackerbohne 5 dt/ha ausgesät. Im darauffolgenden Jahr wurden die Saatstärken etwas reduziert (KOLLER und GONZALES, 2008, 10).

Die Gründüngung wurde Ende April gemulcht; nach einer ca. 10-15 cm tiefen Bearbeitung mit dem Zinkenrotor wurde Mais gesät. Die Grundbodenbearbeitung mittels Pflug erfolgte aufgrund des Tonbodens bereits im Herbst.

Im milden Winter 2006/2007 haben sich alle Gründüngungsarten inklusive der Zottelwicke, die üblicherweise bereits Mitte September gesät wird, gut entwickelt. Die Zottelwicke erreichte Ende April eine Grünmasse von 2,1 kg/m². Mit Ausnahme des Roggens erzielten die anderen Gründüngungsarten 3 kg/m².

In der Leguminosengrünmasse (inklusive der Wicke) wurden Stickstoffmengen zwischen 130 bis 150 kg N pro Hektar gefunden. Der gemulchte Roggen enthielt mit 68 kg N pro Hektar nur die Hälfte der Stickstoffmenge im Vergleich zu den Leguminosen.

Nach der Ackerbohne wuchs der Mais etwas schwächer und die Blätter waren heller als nach den Erbsen, mit einem Maisertrag von durchschnittlich 180 dt/ha Trockensubstanz. „Die verzögerte Mineralisationsleistung der Ackerbohne gegenüber den Erbsen bestätigte sich auch in Laborversuchen“ (KOLLER et al., 2008, 8).

In den besten Produktionsverfahren, bei beiden EFB 33 Varianten und bei der Winter-Körnererbse mit höherer Saatstärke, konnte ein Maisertrag von 220 dt/ha Trockensubstanz erzielt werden.

Im Winter 2007 entwickelten sich die dichter gesäten Gründüngungen eindeutig besser. Demzufolge müssen die Erbsen als Gründüngung bei später Aussaat im Herbst in rauen Lagen mit erwartetem frühen Wintereintritt dicht gesät werden.

Im ersten Versuchsjahr 2006/07 waren auch späte Sätermine (8. November) erfolgreich. Allerdings keimten die Erbsen bei später Saat häufig erst im Januar oder Februar.

„Winterackerbohnen sind weniger winterhart und müssen wie die Zottelwicken zwei bis vier Wochen früher als die Erbsen gesät werden“ (KOLLER et al., 2008, 9). Bei Zottelwicke sind die Saatgutkosten im Vergleich zu Erbsen doppelt so hoch. In einem bereits Ende September gesäten Anbaustreifen erreichten die Erbsen einen Frischmasseertrag von 5 bis 6 kg/m², was etwa 200 bis 250 kg gebundenem N pro ha entspricht.

Die Begrünung mit Erbse sollte frühestens Ende April umgebrochen werden, da das Hauptwachstum erst in der zweiten Aprilhälfte stattfindet. Dies sollte jedoch bei einer maximalen Frischmasse von 3 bis 4 kg erfolgen. Als Folgekulturen eignen sich am besten Mais oder spätes Gemüse.

Die Kosten für die Aussaat und für die Mulchung sind mit 130 € als Lohnarbeit anzusetzen. Für das Saatgut der Winterfuttererbse fallen Kosten von ca. 100 €/dt an. Nach den Ergebnissen des Versuches wird eine Saatmenge von 1,8 bis 2 dt pro Hektar bei Anbau Anfang bis Mitte Oktober (in milden Lagen auch später möglich) empfohlen. „Wenn ein wirksamer „Stickstofftertrag“ von 100 kg pro Hektar erwartet wird, kostet 1 kg Stickstoff etwa 3 €“ (KOLLER et al., 2008, 9). Dieser Betrag ist mit organischem Handelsdünger oder mit den Kosten zur Gülleausbringung mit Schleppschlauch vergleichbar. Als geeignetster Typ wird vorläufig die Winterfuttererbse EFB 33 empfohlen. Ihre Vorteile gegenüber anderen Wintererbsensorten sind die schnellere Keimung und die bessere Bodenbedeckung. Als Alternative wird die Winter-Körnererbse Isard angeführt.

Nach KOLLER et al. (2008, 9) lohnt sich der Anbau von Wintererbsen als Zwischenfrucht auf Betrieben, die über wenige oder keine Hofdünger verfügen. Dabei sollten aufgrund der Selbstunverträglichkeit keine weiteren Erbsenkulturen in der Fruchtfolge stehen (KOLLER et al., 2008, 8f; KOLLER und GONZALES, 2008, 10f).

13.2.2. Versuchsergebnisse aus den USA

Bei Versuchen in Northern Idaho mit der „Austrian winter pea“ [*Pisum sativum ssp. arvense* (L.) Poir] wurde ihre Eignung als Gründüngungspflanze im Trockengebiet („Dryland“) Nord Idaho und Ost Washington untersucht. Von 1977 bis 1980 wurden Feldversuche durchgeführt um den optimalen Anbau- und Erntetermin sowie die geeignetsten Sorten von Winter- oder Sommererbsen zu ermitteln, die einen maximalen Ertrag an organischer Masse und gebundenem Stickstoff erzielen. Alle Versuche erfolgten in randomisierten Blockanlagen mit 4 Wiederholungen.

Winterannuelle Leguminosen erwiesen sich als die günstigsten Gründüngungspflanzen (LEWIS und HUNTER, 1940; PIETERS und MCKEE, 1929; n.n, 1938; RODGERS und GIDDENS 1957 alle zitiert in AULD et al., 1982, 1047). Mit Ausnahme von LEWIS und HUNTER (1940 zitiert in AULD et al., 1982, 1047) verweisen die angeführten Autoren auf einige Versuche, in denen die „Austrian winter pea“ die höchste N/ha Menge und dadurch die höchsten Erträge in den nachfolgenden Getreide- und Baumwollbeständen erzielten.

Um den optimalen Anbau- und Erntetermin der „Austrian winter pea“ herauszufinden, wurde die Sorte Fenn in Moscow (Idaho) am 02. September und 04. Oktober 1977 auf einem schluffigen Lehm angebaut. In Grangeville (Idaho) wurde ebenfalls die Sorte Fenn am 14. September und 05. Oktober 1977 angebaut. Bei der Ernte am 19. und 22. Juni wurden die Erbsen 6 cm über der Bodenoberfläche mit einer Handsichel geerntet. Nach Ermittlung des Frischgewichtes wurde 1 kg Probengut getrocknet (56 °C, 3 Tage) um die Feuchtigkeit zu ermitteln; in weiterer Folge wurde die organische Trockenmasse errechnet.

In Moscow brachte die Sorte Fenn bei Anbau im zeitigen Herbst 9.6 t/ha organische Masse (OM). Der um 1 Monat spätere Anbautermin am 04. Oktober lieferte nur 5,6 t/ha organische Masse. Der Anbautermin hatte keinen Einfluss auf den prozentuellen N-Gehalt in den Erbsen. Der Erbsen N-Gehalt in Moscow lag im Schnitt bei beiden Anbauterminen bei 2.85 %. Die total gebundene Stickstoffmenge (in kg/ha) gibt den Beitrag an, wenn Erbsen als Gründüngung eingepflügt werden. Welcher Stickstoffanteil durch die Erbsenbiomasse oder durch die symbiotische Stickstofffixierung der Knöllchenbakterien stammt, wurde nicht untersucht. Bei dem frühen Anbau im September wurden durchschnittlich 266 kg/ha N in Moscow in den Boden zurückgeführt. Der späte Anbau lieferte hingegen nur 163 kg/ha N.

Beim frühen Anbau in Grangeville wurden durch Wurzelfäule nur 4.3 t/ha organische Masse, beim späten Anbau im Oktober nur 2,5 t/ha organische Masse erzielt. Der frühe Anbau lieferte 87 kg/ha N. Der späte Anbau im Oktober lieferte hingegen nur 48 kg/ha N.

Um eine maximale organische Masse zu erhalten, soll die „Austrian winter pea“ im zeitigen Herbst (in einem Gebiet ohne Erbsenerkrankungen) gesät werden. Um den optimalen Erntetermin zur Gründüngung zu ermitteln, wurde die Sorte Fenn an den drei Terminen, 06. und 19. Juni und am 06. Juli 1978 geerntet. Die größte organische Masse wurde bei der Ernte am 06. Juli mit 11,9 t/ha Erbsen erzielt. Am 06. Juni wurden 7 t/ha und am 19. Juni 8,3 t/ha an organischer Masse geerntet. Der prozentuelle Anteil an Stickstoff, der bei der ersten Ernte bei 2,9 % lag, nahm bei den späteren Ernteterminen ab und erreichte bei der Ernte am 06. Juli 1,9 %. Die gesamte Stickstoffmenge lag bei der Ernte am 06. Juni bei 196 kg/ha, am 19. Juni bei 203 kg/ha und am 06. Juli bei 224 kg/ha. Vom ersten Erntetermin mit 196 kg/ha bis zum dritten stieg die gesamte Stickstoffmenge nur um 28 kg/ha auf 224 kg/ha an. Ein großer Anteil an N in der Erbsenbiomasse ist bereits kurz nach Beginn der Blüte enthalten. Deshalb soll die Wintererbse bereits gleich nach der Blüte, ohne größere Stickstoffverluste, umgebrochen werden.

Bei einem „Austrian winter pea“ Sortenvergleich in den Jahren 1979 und 1980 erzielte die Sorte Melrose mit durchschnittlich 13,9 t/ha die höchste Menge an organischer Substanz. Die Sorten Fenn und Common erzielten durchschnittlich 11,0 und 10,5 t/ha organische Substanz. Die Sorte Melrose lieferte 312 kg/ha N. Die Sorten Fenn und Common lagen bei 269 und 252 kg/ha N. Aufgrund der erzielten Ergebnisse hat sich die Sorte Melrose als beste Gründüngungspflanze herausgestellt.

In einem weiteren Versuch wurden die 4 „long-vined Austrian winter peas“ Sorten Melrose, Fenn, Romack und Common und die semi-dwarf Linie ID 89-1 am 05. September 1979 mit den 6 Sommererbsensorten Latah, Tracer, Alaska, Garfield, W 710-431 und Dark Skin, die am 16. April angebaut wurden, verglichen. Die normalen Wintererbsensorten produzierten im Herbst ausgesät 13 t/ha an organischer Grünmasse; verglichen mit den Sommererbsensorten mit 12,1 t/ha organischer Masse. Die Aussaat der Wintererbsensorten im Frühjahr erbrachte nur Erträge von 6,9 t/ha organischer Masse. Der prozentuelle N-Anteil der Sommererbsen lag bei 3 %, die Wintererbsen erreichten nur 2,4 %. Die Sommererbsen lieferten mit durchschnittlich 359 kg/ha eine höhere Stickstoffmenge als die Wintererbsen mit 280 kg/ha. Die im Frühjahr gesäten Wintererbsen brachten nur 200 kg/ha N und wurden am 18. Juli geerntet. Die Linie ID 89-1 erreichte aufgrund von Auswinterungsschäden nur 6,1 t/ha an organischer Masse. Die Wintererbsen wurden am 19. Juni geerntet. Die Sommererbsenernte fand je nach Reife am 02. und 10. Juli statt. Der Vergleich zwischen Winter- und Sommererbsensorten zeigte, dass beide für den Anbau als Gründüngungspflanze in der Region Idaho geeignet sind. Für die Einarbeitung der Gründüngung nach Anfang Juli ist die Bodenfeuchte oft unzureichend. Deshalb sind die im Herbst angebauten „Austrian winter peas“ vermutlich zur Gründüngung in Nord Idaho und

Ost Washington besser geeignet. Im Frühjahr angebaute „Austrian winter peas“ sind zur Gründüngung nicht geeignet. Die Vorteile von Legumiosen zur Gründüngung liegen neben der Stickstoffanreicherung auch in der Verbesserung der Bodenstruktur, in der höheren Pflanzenaufnahme und in der reduzierten Bodenerosion (AULD et al., 1982, 1047ff).

13.3. Wintererbse in Mischkultur (Gemenge) mit Wintergetreide

13.3.1. Gemengeversuche in Deutschland im Jahr 2005/2006

In einem Gemengeversuch des DLR Rheinhessen – Nahe-Hunsrück (Kompetenzzentrum Ökologischer Landbau) wurden am 10. 10. 2005 verschiedene Wintererbsen im Gemenge mit Winterhafer, -triticale und -roggen angebaut. Von den Wintererbsen wurden 30 keimfähige K./m², von den Getreidepartnern 160 keimfähige K./m² ausgesät. Beim Getreide wurde beim Winterhafer die Sorte Fleuron, beim Winterroggen die Sorte Walet und bei Wintertriticale die Sorte SW Talentro angebaut. Der Winterhafer litt unter starken Auswinterungsschäden. Die Sommererbse wurde am 19. 04. 2006 mit einer Saatstärke von 80 keimfähigen K./m² gesät und hatte einen Ertrag von 21 dt/ha. Die Wintererbsen-Triticale- bzw. Roggen-Gemenge lagen bei etwa 40 dt/ha ertraglich auf gleicher Höhe wie Getreide in Reinsaat. Der Anteil der Wintererbsen im Gemenge war sehr unterschiedlich und reichte von 6 bis 35 %. Die höchsten Erbsen- Anteile waren in den Gemengen mit den Blatttypen der Sorten EFB 33 und Picar mit Wintertriticale zu finden (ZILLGER und HOOS, s.a., s.p.).

Für die Verwendung in der Fütterung ist aufgrund der Versuchsergebnisse ein Anbau der Sorte EFB 33 im Gemenge mit Triticale oder Roggen zu empfehlen. Auch bei ungünstigeren Bedingungen war das Gemenge genauso ertragreich oder besser im Ertrag als die Reinsaat (ZILLGER und HOOS, s.a., s.p.).

13.3.2. Vergleich von Wintererbsen und einer Sommererbse im Gemenge und in Reinsaat (Deutschland)

Ausgehend von den Versuchen von URBATZKA et al. (2002) wurden 7 Wintererbsengenotypen und eine Sommererbse (*Pisum sativum* L.) in Reinsaat und im Gemenge beurteilt. Die Versuche fanden in den Vegetationsperioden 2003/04 bis 2006/07 auf dem Versuchsstandort der Universität Kassel in Frankenhäusen (mittel toniger Schluff (Ut3) mit ca. 80 Bodenpunkte) und von 2005/06 bis 2006/07 auf dem Versuchsbetrieb der Fachhochschule Osnabrück Waldhof (lehmiger Sand mit ca. 35 Bodenpunkten) statt. Bei den Wintererbsen wurden die 2 buntblühenden normalblättrigen EU-Sorten Assas und EFB 33 sowie der weißblühende Halbblatt-Typ Spirit im Jahr 2003/2004 und Cheyenne in den

Jahren 2004/05-2006/07 mit den buntblühenden normalblättrigen Herkünften aus der Genbank Gatersleben Griechische, Nischkes Riesengebirgs, Unrra und Württembergische und der weißblühenden Sommererbse (*Pisum sativum* L.) Santana (Halbblatt-Typ) verglichen (URBATZKA, 2009, 261).

Alle Erbsen wurden neben der Reinsaat in zwei substitutiven Gemengen mit je 25 % (Gem1) bzw. 50 % (Gem2) der Aussaatstärke in Reinsaat (= 80 kf. K./m²) ausgesät. Beim Gemeengepartner Winterroggen wurde im Jahr 2003/2004 die Sorte Amilo und in den anderen Jahren die Sorte Danko verwendet. Als Sommergetreide wurde im Jahr 2003/04 Hafer und in den Jahren 2004/05-2006/07 die Gerste Ria gesät. Die Anlageform war im Jahr 2003/04 ein Lateinisches Rechteck und in den anderen Jahren eine Spalt-Streifen-Anlage (N=4) (URBATZKA, 2009, 261f).

Am Standort Frankenhausen wurde in den Jahren 2003/04 bis 2005/06 nach der Strohabfuhr gepflügt und anschließend eine Zwischenfrucht angebaut, welche in der ersten Oktoberhälfte geerntet wurde (URBATZKA, 2009, 261).

Die Sorten EFB 33 und die vier weiteren Herkünfte erwiesen sich auf beiden Standorten als winterhart. Die französischen Sorten hatten Auswinterungsschäden in mehreren Umwelten (URBATZKA, 2009, 262). Die Sorte Cheyenne winterte im harten Winter 2005/2006 wie auch in der Vegetationsperiode 2002/2003 (URBATZKA, 2003, 16f) bis auf wenige Pflanzen aus (URBATZKA et al., 2007, 126). Die mangelnde Winterhärte bei der Sorte Cheyenne ist durch die fehlende photoperiodische Sensibilität bzw. bei der Sorte Assas in einem verkehrten Wuchsverhalten vor Winter, zu begründen. Die Reinsaaten der winterharten Genotypen und der Sorte EFB 33 erzielten mittlere Erträge zwischen 10 und 20 dt/ha bei (100 % TS) in 3 (2003/04-2005/06) bzw. 2 (2005/06-2006/07) Versuchsjahren und Standorten (URBATZKA, 2009, 262).

Durch die hohe und frühzeitige Lagerneigung der Blatttypen in Reinsaat ist für die Körnerernte nur der Anbau im Gemenge geeignet. Bei den winterharten Genotypen im Gemenge 2 wurden mit 40 Korn/m² Wintererbse, vor allem am Standort Frankenhausen, höhere Erbsenkornenerträge (wegen besserer Wachstumsbedingungen) erzielt als im Gemenge 1 und in der Reinsaat. Am Standort Frankenhausen waren die Erträge der winterharten Genotypen im Gemenge 2 vergleichbar mit der Sommererbse in Reinsaat (URBATZKA, 2009, 262f).

In Waldhof fielen die Wintererbsenerträge in Reinsaat und in beiden Gemengen höher aus als die Sommererbsenerträge. Das Gemenge 1 erzielte mit niedriger Saatstärke (20 K./m²) fast immer höhere mittlere Gesamterträge als das Gemenge 2 (an beiden Standorten) in den drei bzw. zwei Versuchsjahren. Am Standort Waldhof lag das mittlere Ertragsniveau der

Gemenge mit Erträgen zwischen knapp 30-35 dt/ha deutlich niedriger als in Frankenhausen mit knapp 50-60 dt/ha (URBATZKA, 2009, 262f).

Im Jahr 2006 wurden am Standort Frankenhausen bei den gleichen geprüften normalblättrigen Sorten bzw. Genotypen, besonders bei niedriger Erbsensaatstärke, nur geringe Erbsenerträge erzielt. Nach URBATZKA et al. (2008, 2) sind die Kornenerträge der Wintererbsen Blatttypen im Gemenge von der Vorfrucht und von den Wetterbedingungen im Herbst sowie der konsequenten Stickstoffverfügbarkeit abhängig. So wurde bei einem hohen Stickstoffangebot ein Winterroggenenertrag von 4 bis 7 t/ha (bei 86 % TM) erzielt. Die Erbsenerträge der Gemengepartner lagen allerdings nur zwischen 0,5 und 2 t/ha (in Hebenshausen 2004 und Frankenhausen 2006). Bei einem unteren Stickstoffniveau in Frankenhausen erbrachten dieselben Wintererbsengenotypen Erträge zwischen 2,5 und 4 t/ha mit zusätzlich ca. 1,5 bis 3 t/ha Roggen (im Jahr 2004 und 2005). Die normalblättrigen Wintererbsen in Reinsaat erzielten Erträge zwischen 1 bis über 2 t/ha. Die Reinsaaten lagerten ab Blühende vollständig, während die Erbsen im Gemenge durch den Roggen gestützt wurden (URBATZKA et al., 2008, 2f; URBATZKA, et al., 2007, 126).

In Waldhof wurden im Gemenge Erbsenerträge zwischen 1,0 und 2,0 t/ha erzielt. Diese Erträge waren vergleichbar mit den Erträgen der Sommererbsen, die zwischen 2,0 bis 3,4 t/ha in Frankenhausen und Hebenshausen und bei 1,5 t/ha in Waldhof lagen. Ein weiterer Vorteil des Gemengeanbaues ist die Minimierung des Risikos der Nitratauswaschung ohne zusätzliche Kosten z.B. mit einem nachfolgenden Zwischenfruchtanbau (URBATZKA et al., 2008, 3f).

Die Verunkrautung von Wintererbsen im Gemenge war generell sehr nieder, während beim Anbau von Sommererbsen in Reinsaat eine Unkrautkontrolle erforderlich war (URBATZKA et al., 2008, 3f). Der Anbau von normalblättrigen Wintererbsen im Gemenge (mit Roggen) ist eine Alternative zu Sommererbsen in Reinsaat (URBATZKA, 2009, 264; URBATZKA et al., 2008, 4).

URBATZKA et al. (2007, 126) bezeichnen die Qualitäten der normalblättrigen Wintererbsen und der Sommererbse in Bezug auf Rohproteingehalt und Aminosäurezusammensetzung als vergleichbar.

13.3.2.1. Vorfruchtwirkung und Stickstoffhaushalt

In den drei Versuchsperioden 2003/2004 bis 2005/2006 wurde am Standort Frankenhausen von URBATZKA (2009, 261) die Vorfruchtwirkung hinsichtlich der Stickstoffnachlieferung von verschiedenen Wintererbsengenotypen untersucht (siehe Kap. 13.3.2.).

Nach der Ernte und anschließender Strohabfuhr wurde gepflügt und anschließend eine Zwischenfrucht, im Jahr 2004 Senf-Ölrettich-Gemenge, in den weiteren Jahren Senf, angebaut. Die Ernte der Nachfrucht erfolgte jeweils in der ersten Oktoberhälfte als Ganzpflanze in den Varianten Reinsaat und Gemenge 2.

Zur Körnerernte wurden in den 3 Wachstumsperioden bei den normalblättrigen Wintererbsen in Reinsaat die höchsten mittleren $N_{\min}$ -N-Mengen mit gesamt knapp 70 kg/ha im Ober- und Unterboden vorgefunden. Bei den Halbblatttypen, mit Ausnahme der Sommererbse in Reinsaat wurden im Unterboden und in allen Gemengevarianten deutlich geringere Mengen vorgefunden.

Zur Ernte der nachfolgenden Zwischenfrucht im Oktober wurden mittlere $N_{\min}$ -N-Gehalte im Boden, in einer Tiefe von 0-90 cm, von unter 25 kg/ha bei allen Varianten vorgefunden.

Die mittleren Stickstoffbindungsmengen in der Zwischenfrucht lagen im Gemenge bei 20-30 kg/ha. In Reinsaat wurden in der Zwischenfrucht nach den normalblättrigen Wintererbsen Stickstoffbindungsmengen von über 80 kg/ha N erzielt. Sowohl in Reinsaat als auch im Gemenge erbrachten die normalblättrigen Wintererbsen höhere Stickstofferträge als die Halbblatttypen (URBATZKA, 2009, 263f).

13.3.2.2. Bestimmung der N-Fixierungsleistung

Auf dem Standort Frankenhausen wurde zusätzlich in den Jahren 2003/04 - 2006/07 und am Versuchsstandort Waldhof in den Jahren 2005/06 bis 2006/07 die N-Fixierungsleistung der 4 Herkünfte aus der Genbank sowie der Sorte EFB 33 im Vergleich zur Sommererbse Santana, in Reinsaat und im Gemenge, (siehe URBATZKA et al., 2007, 126) bestimmt.

Die Ermittlung der N-Fixierungsleistung erfolgte zu Blühbeginn (Ganzpflanzenernte) und zur Körnerernte. Die N-Fixierungsleistung zur Grünernte war bei den Wintererbsen in Reinsaat im Mittel bei 92 kg/ha N immer deutlich höher als bei der Sommererbse mit nur 29 kg/ha. Dies ist wahrscheinlich auf die frühzeitigere N-Fixierung, entsprechend dem Wachstumsverlauf und einer größeren N-Biomasse, zurückzuführen (URBATZKA et al., 2008a zitiert in URBATZKA et al., 2009, 100). Im Gemengeanbau fiel entsprechend der geringeren Pflanzendichte die N-Fixierung mit durchschnittlich 42 kg/ha bei Wintererbsen und 15 kg/ha bei Sommererbsen geringer aus als in Reinsaat (URBATZKA et al., 2009, 99ff).

Die geschätzte N-Fixierungsmenge zur Körnerernte fiel bei allen Erbsengenotypen aufgrund der Abhängigkeit der Stickstoffverfügbarkeit und der Stickstoffaufnahme der Erbsen, aber auch der Referenzpflanzen, sehr unterschiedlich aus. Eine deutlich geringere Fixierungsleistung wurde aufgrund einer höheren Stickstoffverfügbarkeit und eines

massigeren Wachstums der Referenzfrucht Roggen (in den beiden letzten Versuchsjahren in Frankenhausen) ermittelt (URBATZKA et al., 2008a zitiert in URBATZKA et al., 2009, 101).

Zur Körnerernte fiel die Stickstofffixierung der Wintererbsen in fünf von sechs Umwelten im Gemenge mit Winterroggen vergleichbar oder höher aus als in Reinsaat. Die Stickstofffixierung zum Zeitpunkt der Körnerernte bei den Wintererbsen in Reinsaat und im Gemenge lag im Mittelwert bei 100 und 86 kg/ha. Nach der Grünernte wurde häufig kein Anstieg der N-Fixierung in Reinsaaten beobachtet (URBATZKA et al., 2009, 99ff).

Die N-Fixierungsleistung der Sommererbse zum Korndrusch war mit durchschnittlich 65 kg/ha in Reinsaat höher als im Gemenge mit 33 kg/ha (URBATZKA, 2009, 99-101).

Bei den normalblättrigen Wintererbsen wurde eine deutlich frühzeitigere und fast immer höhere Stickstofffixierungsleistung als bei der halbblattlosen Sommererbse geschätzt. Die geprüften vollblättrigen Wintererbsen können sowohl zur Grünernte als Zwischenfrucht als auch zur Körnerernte einen wichtigen Beitrag für die Stickstoffversorgung der Fruchtfolge leisten (URBATZKA, 2009, 101).

13.3.2.3. Gemengeversuche in Österreich im Jahr 2008/2009

Im Jahr 2008/2009 wurden an der Bio Forschung Austria 13 verschiedene Wintererbsensorten bzw. nicht in die Sortenliste eingetragene Genotypen (im weiteren Text unter Sorten zusammengefasst) im Gemenge mit Winterweizen (Sorte Bitop) in Aspersdorf, Bezirk Hollabrunn, angebaut.

Aufgrund der in den Versuchen im Jahr 2008 beobachteten starken Lagerneigung der Blatttypen in Reinsaat wurde dieser Versuch mit einer Stützfrucht angebaut, um die Lagerneigung zu reduzieren.

Es wurden jeweils 40 Korn/m² Wintererbse mit 45 Korn/m² Winterweizen der Sorte Bitop in 4-facher Wiederholung am 21. Oktober 2008 angebaut. Zur Vergleichbarkeit der Sorten untereinander wurde bei den Halbblatttypen die gleiche Saatstärke und Stützfrucht verwendet wie bei den Blatttypen. Neben den Wintererbsen gab es einen Winterackerbohnen-Versuch bei dem die 3 Sorten Hiverna, Diva sowie ein weiterer Genotyp angebaut wurden.

Die Versuchsfläche war biologisch bewirtschaftet. Vorfrüchte waren 2008 Mais, 2007 Dinkel, 2006 Winterweizen, 2005 und 2004 Luzerne. Die Versuchsanlage war ein randomisierter Kleinparzellenversuch mit 4 Wiederholungen. Der Anbau und die Ernte mittels

Parzellendrescher wurden von den Mitarbeitern der AGES Außenstelle Großnondorf durchgeführt (KROMP et al., 2009, 87f).

Die tiefste Temperatur im Winter 2008/2009 lag bei -15°C . Die französischen Sorten Cheyenne, Lucy, Isard, Apache und Cherokee (alle Halbblatttypen) hatten zwar den Winter überlebt (siehe Tabelle 34), erlitten allerdings irreversible Schäden. Die 3 geprüften Winterackerbohnen winternten vollständig aus.

Tabelle 34: Feldaufgang, überwinterte Pflanzen sowie Überwinterung in % im März 2009

Sorte WE	Feldaufgang WE Pflz./m ²	Überwinterung WE Pflz./m ²	Überwinterung WE in %
EFB 33	39,3	39,2	100
Griechisch	32,2	32,0	99
Unrra	32,2	31,8	99
Nischkes Riesengebirgs	35,7	35,5	99
Arkta	36,5	36,2	99
Cheyenne	35,2	34,3	97
Lucy	23,3	12,3	53
G 60	35,3	34,8	99
G 61	36,3	36,2	100
B 08	33,3	33,3	100
Isard	38,0	37,3	98
Apache	34,3	32,2	94
Cherokee	40,7	40,7	100



Abbildung 37: Die beiden Fotos zeigen dieselben Pflanzen, jeweils von links nach rechts 3 Exemplare Sommererbse und eine Wintererbsenpflanze der Sorte EFB 33. Linkes Foto: Blattrandkäferfraß; rechtes Foto: Wurzelknöllchen in Vergrößerung, am 23.04.2009, Standort Aspersdorf
Quelle: KROMP et al., 2009, 109

Am 23. April hatten die Winter- und auch die Sommererbsen (an stichprobenartig ausgegrabenen Pflanzen) zahlreiche Wurzelknöllchen, die schon aktiv waren und Luftstickstoff fixierten (siehe Abbildung 37). Während bei der Wintererbse EFB 33 die Knöllchen an der gesamten Wurzel verteilt waren, lagen sie bei den Sommererbsen vorrangig an der Hauptwurzel.

Bei einer Knöllchenbonitur am 26. Mai 2009 wurden bei den Sorten im Mittel zwischen 7 und 18 Knöllchen je Erbse allerdings mit großer Standardabweichung gezählt.

Der Befraß durch die Larven des Blattrandkäfers konnte zum Beprobungstermin nicht mehr festgestellt werden, da der Großteil der Knöllchen bereits am Absterben war. Der Grund dafür sowie für die allgemein geringe Anzahl an Knöllchen könnte die Trockenheit gewesen sein. Der Großteil der Erbsen hatte sich zu diesem Zeitpunkt im BBCH-Stadium 63 bis 65 (Vollblüte) bzw. kurz davor befunden. Lediglich die französischen Sorten waren in der Entwicklung schon weiter fortgeschritten.

Aufgrund der bereits Ende April beobachteten zahlreichen aktiven Knöllchen könnte der Höhepunkt der Stickstofffixierung bereits zu diesem frühen Zeitpunkt stattgefunden haben (KROMP et al., 2009, 109f).

Ertrag und Stickstoffgehalt im Boden

Die französischen Sorten hatten im Winter 2008/2009 irreversible Schäden erlitten, die sich in einem äußerst uneinheitlichen Bestand und in einer maximalen Pflanzenlänge von 30 cm niedergeschlagen hatten. Dadurch wurden sie notreif und waren bereits Ende Juni erntereif. Aufgrund des zu diesem Zeitpunkt noch unreifen Zustands des Getreides erfolgten zum optimalen Erntetermin der französischen Sorten nur m²-Beerntungen, um eine Aussage über den optimalen Ertrag bei optimaler Reife treffen zu können. Die Sorte Cheyenne hätte bei optimaler Ernte einen Ertrag von 470 kg/ha erzielt, die Sorte Isard von 500 kg/ha sowie Apache und Cherokee von 230 bzw. 215 kg/ha. Die Sorte Lucy war zu fast 50 % ausgewintert und hatte bei optimalen Bedingungen nur einen Ertrag von knapp 50 kg/ha erzielt. Ob diese Erträge unter optimalen Bedingungen auch mit dem Mähdrescher erzielt werden hätten können, ist fraglich, da es aufgrund der geringen Pflanzenlänge und der uneinheitlichen Abreife sicher zum Ausfallen der Körner gekommen wäre.

Anstatt der ausgewinterten Winterackerbohnen waren im Frühjahr die Futtererbsen Sirius und Livioletta angebaut worden. Die Sorte Sirius erzielte einen mittleren Ertrag von 1562 kg/ha (n=4), die Sorte Livioletta einen etwas höheren Ertrag mit 1726 kg/ha (n=5), jeweils bei einem Wassergehalt von 10 %.

Die Erträge des Wintererbsen-Sortenversuches im Gemenge mit Winterweizen sind in Abbildung 38 dargestellt.

Mit Ausnahme der französischen Sorten wurden Gemenge-Gesamterträge von über 2000 bis knapp 2500 kg/ha erbracht. Die höchsten Gesamterträge gab es bei den Sorten Griechisch gefolgt von Unrra und Arkta. Die Wintererbsen-Erträge im Gemenge lagen zwischen 1066 und 1560 kg/ha. Den höchsten Ertrag lieferte die Wintererbsensorte Unrra.

Der Getreideertrag im Gemenge mit den französischen Wintererbsensorten lag zwischen 1170 bis 1370 kg/ha bei schwachem Ertrag der Wintererbsen. Die Mäntel wurden nicht randomisiert am Rande des Versuchs angebaut und dienten als Vergleich zu den Versuchsvarianten (KROMP et al., 2009, 111f).

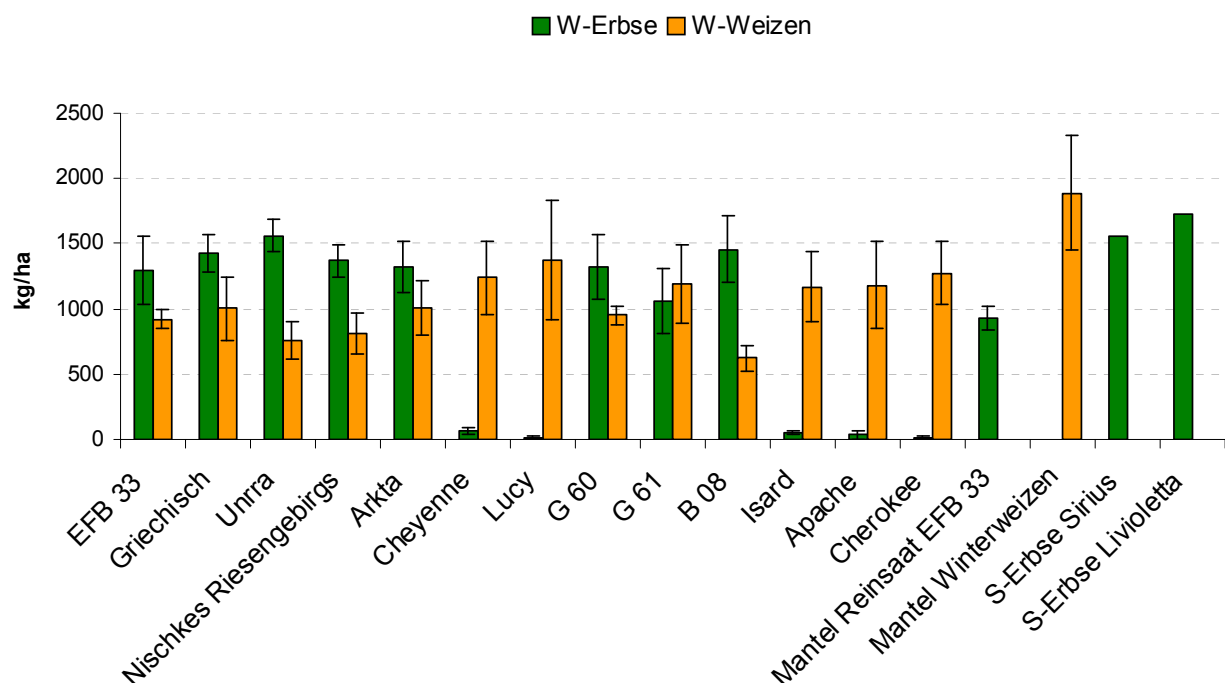


Abbildung 38: Ertrag (kg/ha) des Wintererbsen-Sortenversuchs 2008/2009 im Gemenge mit Winterweizen (Sorte Bitop) bei einem Wassergehalt von 10 %, mit einer Saatstärke von 40 keimfähigen (kf.) Korn/m² Wintererbse (grüne Säulen) + 45 kf. Korn/m² Winterweizen (orange Säulen), Mantel Winterweizen mit 300 kf. Korn/m²; Standort Aspersdorf

Quelle: KROMP et al., 2009, 112

Ein Grund für die deutlich besseren Erträge im Vergleich zum Vorjahr dürfte die geringere Lagerneigung infolge des Gemengeanbaus mit der Stützfrucht gewesen sein. Die Blatttypen hatten am 14. Juli kurz vor der Ernte eine Pflanzenlänge von 80 bis 100 cm. Die Sorten Unrra und der Typ B 08 lagerten am stärksten, hatten aber zu diesem Zeitpunkt noch immer

eine mittlere Bestandshöhe von über 40 cm. Die weiteren Sorten hatten eine Bestandshöhe zwischen 50 und 60 cm. Die Bestandshöhe des Genotyps 60 lag sogar bei fast 80 cm.

Abbildung 39 zeigt den Nitratstickstoffgehalt in 3 unterschiedlichen Bodentiefen. Am 17. März wurde eine Mischprobe über die gesamte Fläche von 0 bis 90 cm Bodentiefe entnommen, wobei ein Nitratstickstoffgehalt von 86 kg/ha $\text{NO}_3\text{-N}$ festgestellt wurde. Zur Ernte konnte die Beprobung aufgrund des steinigten Untergrundes nur bis zu einer Tiefe von 60 cm erfolgen. Der Gehalt hatte vom Frühjahr bis zur Ernte in allen Parzellen generell abgenommen. Mit 67 kg/ha $\text{NO}_3\text{-N}$ wurde von der Sorte EFB 33 in Gemengesaat am meisten Stickstoff hinterlassen. Vor allem in den obersten 0 bis 30 cm erfolgte ein Anstieg von 28 kg/ha im Frühjahr auf 43 kg/ha $\text{NO}_3\text{-N}$ zur Ernte. Die anderen beprobten Erbsensorten Arkta, Cheyenne, Cherokee und EFB 33 in Reinsaat sowie die Sommererbse Sirius hatten zwischen 50 und 59 kg/ha $\text{NO}_3\text{-N}$ im Boden von 0 bis 90 cm zurückgelassen, allerdings bei unterschiedlichen Entzügen durch die Erntemengen. So hatten die Sorten Arkta und EFB 33 auch um einen über 1000 kg/ha höheren Gesamtertrag als die französischen Sorten. Die Sommererbse Sirius hatte bei einem um über 500 kg/ha höheren Ertrag mit 55 kg/ha $\text{NO}_3\text{-N}$ annähernd gleich viel zurückgelassen wie der Mantel EFB 33 in Reinsaat. Am wenigsten Stickstoff wurde zur Erntezeit im Winterweizen in Reinsaat mit knapp 30 kg/ha $\text{NO}_3\text{-N}$ bei einem Ertrag von knapp 1900 kg/ha festgestellt (KROMP et al., 2009, 108-114).

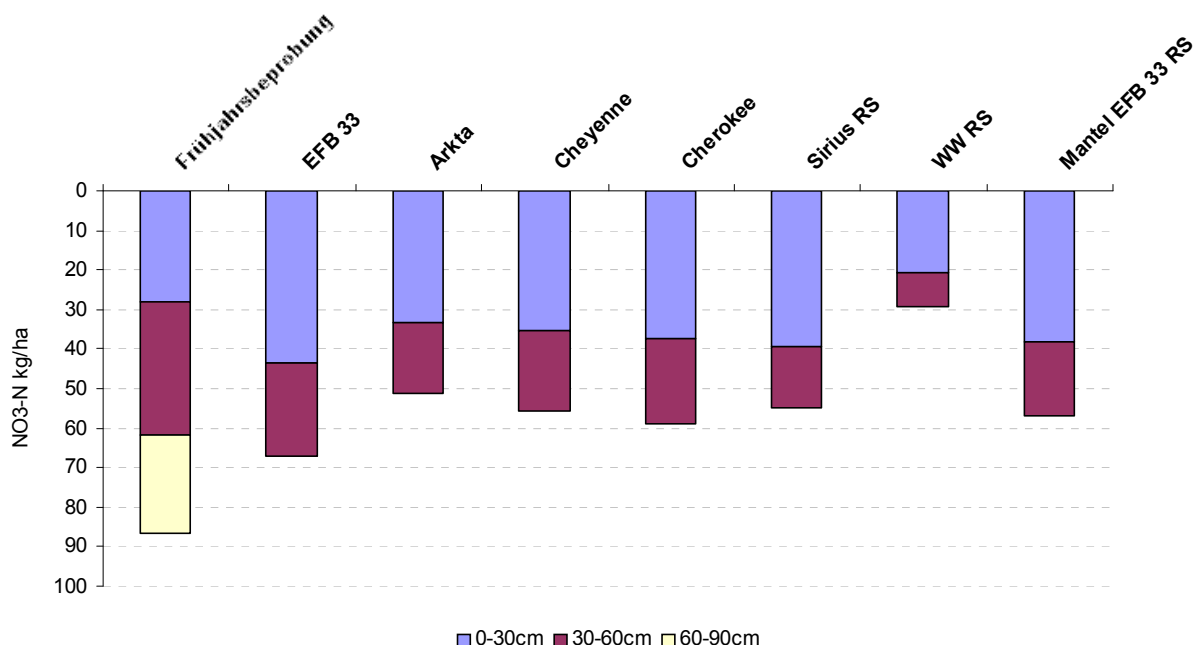


Abbildung 39: Mittlerer Nitratstickstoffgehalt (kg/ha) im Boden zur Ernte in ausgewählten Varianten im Wintererbsen-Gemengeversuch 2008/2009 mit Winterweizen. Die Frühjahrsbeprobung (linker Block) war eine Mischprobe über die gesamte Fläche Standort Aspersdorf
Quelle: KROMP et al., 2009, 114

13.3.3. Gemengeversuche in den USA

In den Versuchen von Murray und Swensen (1985) an der Universität in Idaho, in den Jahren 1980-81 und 1981-82, wurde die Wintererbse „Melrose“ (*Pisum sativum* spp. *arvense* L. Poir) mit Winterweizen „Daws“ und Wintergerste „Boyer“ mit einem Anteil von 25, 50 und 75 % an Wintererbse (mit Saatstärken von 67 und 90 kg/ha in Rein- und Mischkultur) angebaut. Die Wintergerste in Rein- und Mischkultur wurde in einem angrenzenden Versuch angelegt. Im Jahr 1981-82 wurde sie aufgrund von zu geringer Bestandsdichte, durch Vernässung, umgebrochen. Der Versuch erfolgte unter konventionellen Bedingungen. Der Anbau erfolgte am 25. September 1980 und am 22. September 1981 auf einem schluffigen Lehm in einer randomisierten Blockanlage mit 4 Wiederholungen. Der Reihenabstand lag bei 17,8 cm. Das Feld, auf dem die Versuche angelegt wurden, lag jeweils das Jahr davor brach. Die Ernte erfolgte in beiden Jahren am 17. August.

Die Wintererbsen erreichten in Mischung mit 25 % Winterweizen um 27 % höhere Erträge mit 5864 kg/ha ($p < 0,05$) als bei Wintererbse in Reinsaat mit 4624 kg/ha im Jahr 1980-81. Bei der Mischkultur wurden zusätzlich 769 kg/ha Winterweizen geerntet.

Im darauffolgenden Jahr wurden mit etwa 5400 kg/ha Wintererbse in Reinsaat annähernd gleich viel geerntet wie mit 5200 kg/ha ($p < 0,05$) an Wintererbse und zusätzlich 800 kg/ha an Winterweizen in Mischkultur. Allerdings wurde bei einem Anteil von 25 % Wintererbsen (= 20 Pflz./m²) der Wintergetreide Kornertrag um etwa 40 % ($p < 0,05$) reduziert. In Mischung mit 50 % Weizen war der Wintererbsen Anteil mit 5340 kg/ha etwas höher als bei Reinsaat mit 4624 kg/ha im Versuchsjahr 1980-81. Der Anteil Winterweizen ergab 1279 kg/ha (MURRAY und SWENSEN, 1985, 913f).

Tabelle 35: Anteil an Wintererbse in Mischkultur mit Winterweizen „Daws“ oder Wintergerste „Boyer“ im Durchschnitt von 2 Saatstärken (in den Jahren 1980-81 und 1981-82)
Quelle: MURRAY und SWENSEN, 1985, 914; verändert

Anteil an Erbsen im Saatgut	1980-81			1981-1982		
	WE Pflz./m ²	WW Pflz./m ²	Anteil WE in %	WE Pflz./m ²	WW Pflz./m ²	Anteil WE in %
100	38	0	100	41	4	90
75	37	9	81	36	14	72
50	26	21	55	30	19	61
25	18	38	31	22	45	33
0	0	99	0	1	69	1
1980-81	WE Pflz./m²	WG Pflz./m²	Anteil WE in %			
100	35	0	100	WE = Wintererbse		
75	33	9	79	WW = Winterweizen		
50	23	29	44	WG = Wintergerste		
25	20	47	30			
0	0	98	0			

Tabelle 36: Kornertrag in kg/ha der Wintererbse „Melrose“ mit Winterweizen „Daws“ oder Wintergerste „Boyer“ in Reinsaat oder in Mischkultur im Durchschnitt von 2 Saatstärken (in den Jahren 1980-81 und 1981-82)
Quelle: MURRAY und SWENSEN, 1985, 914; verändert

Anteil an Erbsen im Saatgut (%)	1980-1981					
	Ertrag kg/ha			Ertrag kg/ha		
	Wintererbse	Winterweizen	Gesamt	Wintererbse	Wintergerste	Gesamt
100	4624	50*	4674	4871	0	4871
75	5864	769	6633	5282	560	5842
50	5340	1279	6619	4143	2603	6746
25	3602	3211	6813	4181	2780	6961
0	0	10343	10343	0	9750	9750
	1981-1982					
100	5433	81*	5514			
75	5212	828	6040			
50	4023	1286	5309			
25	2976	2508	5482			
0	157*	4272	4428	* geringe Verunreinigung mit Erbsen oder Getreide		

Die Wintererbsen in Reinsaat begannen nach der Blüte zu lagern und dadurch wurde die Lichterfassung reduziert. Auch die Anfälligkeit für *Sclerotinia sclerotiorum* wurde unter anderem durch die Feuchtigkeit erhöht. Wintererbsen in Reinsaat ergaben die niedrigsten

Kornerträge von allen Reinsaat und Mischkulturen (zur Ernte 1981). Durch das aufrecht wachsende Getreide wurden die Erbsen gestützt und blieben ebenfalls aufrecht. Dadurch ergab sich ein Bestand für eine gute Lichterfassung und eine geringere Anfälligkeit für Sclerotinia. Durch optische Beurteilungen konnte ein höherer Befall mit Sclerotinia in Reinsaat als in Mischkultur beobachtet werden.

MURRAY und SWENSEN (1985, 914) berichten dass die meisten reproduktiven Nodien der Wintererbsenfrüchte erst über dem Getreide Bestand lagen. Bei einem Anteil von 25 % Wintergerste mit 75 % Wintererbse kam es ebenfalls zur Lagerung und zu erhöhter Anfälligkeit für Sclerotinia wie bei Reinsaat. Dadurch erzielten die Wintererbsen ebenfalls niedrige Erträge wie die Wintererbsen Reinsaat.

Die Ergebnisse aus 3 Versuchen ergaben, dass bei Wintererbse im Gemenge mit 25 % Winterweizen oder -gerste höhere oder zumindest gleiche Erträge der Wintererbsen wie in Reinsaat erwartet werden können. Der Winterweizen in Reinsaat erzielte bei der Ernte 1981 einen Ertrag von über 10000 kg/ha. Im darauffolgenden Jahr waren es 4400 kg/ha. Die Getreideerträge waren in beiden Jahren höher als im Bezirksdurchschnitt mit 4000 kg/ha. Im Jahr 1980-81 war der Getreideertrag um 30 % höher als bei den besten naheliegenden Anbauflächen. Die hohen Erträge deuten auf eine ausreichende Stickstoffversorgung beim Getreide hin. Im darauffolgenden Jahr lagen die Gemengeerträge von allen Wintererbsenmischungen mit Winterweizen über dem Ertrag von Winterweizen in Reinsaat ($p < 0,05$). Der geringere Winterweizenertrag dürfte auf einen Stickstoffmangel zurückzuführen sein, da die Blätter des Winterweizens im Frühjahr gelblich waren. Daraus ist zu schließen, dass die Produktion von verfügbarem Stickstoff durch die Leguminosen für die begleitende Mischfrucht Getreide noch keine Vorteile in derselben Saison bringt. Die Saatmenge hatte keinen Einfluss auf den Kornertrag, allerdings nahm die Pflanzendichte von jeder Art zu.

Die Bestandsdichte bei Winterweizen nahm mit erhöhter Saatstärke von 67 kg/ha auf 90 kg/ha nicht zu, außer bei einem Weizenanteil von 75 oder 100 %. Bei einem Winterweizenanteil von 75 % war eine 2- bis 3- fach geringere Anzahl an etablierten Pflanzen/m² zu beobachten. Dies deutet auf eine größere interspezifische (zwischen Erbsen und Weizen) als intraspezifische (innerhalb einer Art) Konkurrenz hin. Die hohe Konkurrenzkraft der Wintererbse zeigt sich auch darin, dass die Winterweizenerträge um über 80 % sinken, wenn der Wintererbsenanteil von 0 auf 75 % erhöht wird. Im Vergleich dazu fielen die Wintererbsenerträge um nur etwa 45 % bei Erhöhung des Winterweizenanteils im Gemenge von 0 auf 75 %. Schon bei einem Anteil von 10 Wintererbsenpflanzen/m² sank der Getreideertrag auf 3780 kg/ha. Waren hingegen 10

Winterweizenpflanzen/m² vorhanden, fiel der Wintererbsenertrag um nur 30 kg/ha. Die Erträge von Winterweizen und Wintergerste in Reinsaat waren höher als die Erträge in Mischkultur (im Jahr 1980-81) (MURRAY und SWENSEN, 1985, 914ff).

Wintererbsen können unter optimalen Umweltbedingungen eine Länge von über 1,5 m erreichen (AULD et al., 1978 zitiert in MURRAY und SWENSEN, 1985, 915). Diese Versuche von Murray und Swensen (1985) brachten in einem Jahr höhere Produktivität der Wintererbsen im Gemenge mit 25 % Winterweizen. Ursache waren: verringerte Lagerung, bessere Lichterfassung und geringere Gefahr einer Sclerotinia Infektion. In den anderen beiden Versuchen waren die Wintererbsenerträge im Gemenge mit 25 % Winterweizen oder -gerste gleich hoch wie bei Wintererbsen in Reinsaat. Aufgrund der Versuchsergebnisse ist der Anbau von Wintererbsen in Mischkultur mit Wintergetreide in Nord Idaho möglich; und auch in anderen Regionen, die für Wintergetreide und –erbse geeignet sind (MURRAY und SWENSEN, 1985).

13.3.4. Wintererbse und Winterackerbohne im Gemenge mit Winterweizen in Deutschland

HOF-KAUTZ et al. (2007, 1) untersuchten in den Jahren 2004 und 2005 die „Wirkung des Gemengeanbaus mit Winterkörnerleguminosen sowie der Standraumzuteilung auf Kornertrag und Backqualität von Winterweizen“ an zwei Standorten in Niedersachsen (Standort: Reinshof, tiefgründiger Aulehm; Standort: Stöckendrebber, schluffiger Sand). Unter anderem sollte ermittelt werden, ob durch den Gemengeanbau Winterweizen mit guter Backqualität (z.B. > 11 % Rohproteingehalt, > 25 % Feuchtklebergehalt) produziert werden kann, da es vor allem in viehlos wirtschaftenden Bio-Betrieben derzeit immer noch schwierig ist, die geforderte hohe Qualität zu erbringen (HOF-KAUTZ, 2007, 1f).

Varianten der Feldversuche waren: Reinsaaten mit 100 % (Weizen 300 Körner/m², Ackerbohne 30 K./m² und Erbse 80 K./m²) Saatstärke sowie im substitutiven Gemenge (80 % Leguminose : 20 % Weizen) mit Reihenweiten für den Weizen von 15, 30 sowie 75 cm Reihenabstand in den Reinsaaten und Gemengen. Beim Weizen wurde die Sorte Bussard, bei der Ackerbohne die Sorte Hiverna und bei der Erbse die Sorte Cheyenne angebaut (HOF-KAUTZ, 2007, 2).

„Die Kornerträge des Winterweizens lagen in den Gemengen an beiden Standorten und Jahren signifikant unter denen der Reinsaaten“ (HOF-KAUTZ, 2007, 2). Im Gemenge mit der Ackerbohne wurde am Standort Reinshof in den Jahren 2004 und 2005 im Mittel 13,6 und 8,4 dt/ha TM Weizen geerntet. Die Erbse war im Vergleich dazu der schwächere Konkurrent. Am Standort Reinshof wurden im Mittel der Gemengesaaten mit Erbse in den Jahren 2004

und 2005 24 bzw. 30,7 dt/ha TM an Weizen geerntet, wobei die Erbse im Jahr 2005 aufgrund Blattlausbefalls fast vollständig ausfiel. An diesem Standort wurde im Mittel aller Reinsaat ein Weizenkornenertrag von 39,4 und 32 dt/ha TM in den Jahren 2004 und 2005 erzielt. Die Ackerbohne erzielte im Jahr 2004 Erträge bis zu etwa 70 dt TM/ha in Reinsaat und Gemenge-Gesamterträge von etwa 60 dt TM/ha (HOF-KAUTZ et al., s.a., 4f).

Am Standort Stöckendrebber wurden im Jahr 2005 nach sehr geringen Kornenerträgen im Jahr 2004 Weizenerträge von 25,2 und 15,1 dt/ha im Mittel der Rein- und Gemengesaaten erzielt (HOF-KAUTZ, 2007, 2). An diesem Standort konnten in beiden Jahren die Gemenge mit knapp 20 bis knapp 30 dt/ha TM 2004 und zwischen 37 und 43 dt/ha TM 2005 deutlich höhere Gesamterträge als die Weizen Reinsaat erzielen (HOF-KAUTZ, s.a., 4f).

„Die Gemenge aus Winterkörnerleguminosen 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“ (HOF-KAUTZ, s.a., 4).

Im Gemenge brachte der Weizen in der Regel im Mittel signifikant höhere Proteingehalte im Vergleich zur Reinsaat (HOF-KAUTZ, 2007, 2). Der Weizen erzielte am Standort Reinshof in den Jahren 2004 und 2005 9,9 und 8,2 % Rohprotein im Mittel der Reinsaat und 12,8 und 11,9 % Rohprotein im Mittel bei Gemengesaaten. Am Standort Stöckendrebber lagen die Proteingehaltswerte im Mittel der Reinsaat bei 9,3 und 9,4 % Rohprotein und im Mittel der Gemenge bei 11,3 und 10,7 % Rohprotein in den Jahren 2004 und 2005.

Ausreichende Qualitäten bei geringeren Ertragseinbußen beim Winterweizen konnten mit der Erbse im Gemenge im Vergleich zum Gemenge mit der Ackerbohne erzielt werden (HOF-KAUTZ et al., s.a., 6).

Die Ergebnisse der N_{min} Untersuchungen von HOF-KAUTZ et al. (2007, 3) zeigten, dass der mineralische Stickstoff im Boden bis zur Blüte vom Weizen in Reinsaat bereits ausgeschöpft war. „Im Gemenge kam es offenbar durch die Konkurrenz der Körnerleguminose zu einer Verzögerung der N_{min} -Aufnahme, insbesondere aus dem Unterboden“ (HOF-KAUTZ et al., 2007, 3).

Die symbiotische Fixierleistung der Erbse in Reinsaat lag am Standort Stöckendrebber im Jahr 2005 im Mittel bei 111 kg N/ha bei gleichzeitiger Aufnahme von bis zu 29 kg N/ha aus dem Boden (HOF-KAUTZ et al., s.a., 7). In den Gemengen war in der Regel der Anteil an symbiotisch gebundenem Stickstoff aus der Luft im Spross der Leguminosen höher als in Reinsaat. Bei der Erbse lag der Anteil Stickstoff im Spross bei 97 % im Gemenge und 76 % in Reinsaat (am Standort Reinshof) im Jahr 2005 (HOF-KAUTZ et al., s.a., 7f). Die

Ackerbohne hatte einen Anteil von 98 % im Gemenge und 84 % in Reinsaat (HOF-KAUTZ et al., s.a., 7f).

Die Leguminosen im Gemenge wurden durch die Konkurrenz des Weizens gezwungen einen höheren Anteil ihres Stickstoffbedarfes aus der symbiotischen N₂-Fixierung zu decken. Dadurch wurde der vorhandene Stickstoff effizienter genutzt. Die absoluten Mengen der Stickstoffaufnahme fielen im Gemenge geringer aus als in Reinsaat (HOF-KAUTZ et al., s.a., 8).

Die Kornqualität des Winterweizens kann durch den Anbau im Gemenge mit Winterkörnerleguminosen deutlich verbessert werden, allerdings unter Rückgang des Kornertrags (durch die Konkurrenz mit den Körnerleguminosen) im Vergleich zu den Reinsaaten (HOF-KAUTZ, 2007, 4).

In einem Beraterrundbrief von HOF-KAUTZ et al. (s.a., 11) über die „Qualitätsverbesserung von Winterweizen im Gemenge mit Winterackerbohne oder Wintererbse“ wird die höhere Bestandshöhe der Erbsen im Gemenge am Standort Stöckendrebber ab Mitte Juni im Vergleich zur Reinsaat aufgezeigt. Durch den Anbau im Gemenge dient das Getreide als Stützfrucht, wodurch die Lagerneigung reduziert wird (HOF-KAUTZ, s.a., 10).

Die beste Vorfruchtwirkung zeigten die Leguminosenreinsaaten mit einem Winterroggen Kornertrag von 33 dt TM/ha nach Erbse und 31 dt TM/ha nach Ackerbohne. Aufgrund der hohen Saatstärke an Leguminosen wurde nach Erbse mit Weizen ein Roggenertrag von 30 dt TM/ha, nach Ackerbohne mit Weizen 28,5 dt TM/ha erzielt. Bei Weizen Reinsaaten wurde ein mittlerer Kornertrag von nur 25,1 dt TM/ha erzielt (HOF-KAUTZ et al., s.a., 7).

Für die Trennung der Gemengearten im Erntegut wurden 2 €/dt verrechnet (HOF-KAUTZ et al., s.a., 9). Die Leguminosenkörner können mittels Schüttelsiebreinigung problemlos für die Verwendung als Futterware heraus gereinigt werden. „Beim Weizen ist mit Bruchstücken aufgrund der ungleichmäßigen Abreife der Körnerleguminosen zu rechnen, die sich mitunter nicht so leicht heraus reinigen lassen“ (HOF-KAUTZ et al., s.a., 12).

Als problematisch im Gemengeanbau wird die nicht ausreichende Winterhärte der Ackerbohne Hiverna sowie der Erbse Cheyenne angeführt. Bei starken Frösten im Winter sind sie auswinterungsgefährdet. Außerdem kann die Sorte Hiverna sehr stark bestocken (wenn der Haupttrieb abfriert) wodurch in einigen Fällen eine niedrigere Saatstärke vorzuziehen ist (HOF-KAUTZ et al., s.a., 12).

Auch auf die Möglichkeit einer nicht synchronen Reife von Winterweizen und den geprüften Körnerleguminosen, die ungleichmäßig von unten nach oben blühen und abreifen, wird von HOF-KAUTZ et al. (s.a., 12) hingewiesen. „Entscheidend für das Gelingen der Mischung sind

die standortspezifische Wahl des Gemegepartners sowie die Höhe der Aussaatstärke“ (HOF-KAUTZ et al., s.a., 14).

13.4. Tierische Schaderreger

13.4.1. Gestreifter Blattrandkäfer (*Sitona lineatus* L.)

Der 4 bis 5 mm lange, hellgrau gefärbte Rüsselkäfer, mit mehreren weißlichen Streifen an Halsschild und Flügeldecken und kurzem Rüssel, überwintert in Grasnarben, Bodenstreu usw. Die Käfer erscheinen in den ersten warmen Frühlingstagen und besiedeln die aufgelaufenen Erbsen- und Ackerbohnenbestände (BERGER et al., 1999, 95). Nach BUHL und SCHÜTTE (1971 zitiert in SCHMIEDL, 1993, 9) verlassen die Käfer an den ersten wärmeren Frühlingstagen im März oder April ihre Winterlager und wechseln nach dem Fraß an Luzerne und Klee auf einjährige Leguminosen wie Erbsen (*Pisum sativum*) und Ackerbohnen (*Vicia faba*). „Bei sonnigem und warmem Wetter erfolgt die Besiedlung fliegend“ (BUHL und SCHÜTTE, 1971 zitiert in SCHMIEDL, 1993, 9).

„Nach einiger Zeit des Reifungsfraßes kommt es zur Kopulation und zur Eiablage, die sich über mehrere Monate erstreckt. Aus den wahllos abgelegten Eiern schlüpfen nach etwa 3 Wochen die Larven, die die Bakterienknöllchen aufsuchen und ausfressen“ (BERGER et al., 1999, 95). Nach der Verpuppung schlüpfen nach 1 bis 3 Wochen die Käfer, die nach der Ernte auf andere Leguminosen wechseln. Es erfolgt eine Generation im Jahr (BERGER et al., 1999, 95). „Die Weibchen legen ab Mitte April bis Ende Juni mehr als 1.000 Eier und lassen sie ungezielt zu Boden fallen“ (KIENEGGER et al., 2005, 28).

Der **gestreifte Blattrandkäfer tritt an allen Leguminosen**, bevorzugt in erster Linie an **Erbse** und in zweiter Linie an **Ackerbohne, sofort nach dem Auflaufen im zeitigen Frühjahr auf** (BERGER et al., 1999, 94).

Die Käfer fressen praktisch mit Ausnahme der Phaseolus- Gartenbohnen an allen Leguminosenarten. Als Hauptnahrungspflanze dienen Erbse, Ackerbohne und Wicke (KIENEGGER et al., 2005, 29). Nach AWADALLA (1988, 32ff) dürften Phaseolus- Bohnen eine geringere Nahrungsmittelqualität für den Käfer besitzen.

Der Einfluss der Pflanzenart auf die Eiproduktion und Dauer der Eiablage wurde bei Laborversuchen von AWADALLA (1988, 32ff) gezeigt. Durch eine Fütterung mit Erbsen- bzw. Pferdebohnenblättern lag der Mittelwert der Eileistung ähnlich mit 1650-1700 Eier/Weibchen bei einer durchschnittlichen Dauer der Eiablage (für 50 % abgelegte Eier) von knapp 27 bis 28 Tagen und bei einer maximalen Dauer der Eiablage von 66 Tagen nah beieinander. Bei

einem Nahrungsangebot mit Phaseolus-Bohnen hingegen wurde nur eine Eileistung von 276 Eier/Weibchen erzielt. Auch bei Feldversuchen von AWADALLA (1988, 57) stellten sich Erbsen und Pferdebohnen als geeignete Hauptwirtspflanzen von *Sitona lineatus* dar. Wie auch in den Laborversuchen dürfte die Phaseolus-Bohne aufgrund minimaler Befallszahlen keine geeignete Wirtspflanze sein.

Die größte Menge befallener Knöllchen wurde bei den Erbsen in den Jahren 1985 und 1986 zwischen dem 01. Juni und 01. Juli festgestellt. Am 10. Mai waren an den Erbsen noch keine Knöllchen befallen. Der erste Befall wurde in beiden Jahren am 20. Mai beobachtet. Bei der Ackerbohne wurden die ersten Schäden an den Wurzelknöllchen in beiden Jahren Anfang Juni festgestellt. Das Befallsmaximum an Erbse lag im Jahr 1985 bei rund 75 % bzw. im Jahr 1986 bei 78 %. An der Pferdebohne wurden 27 % bzw. 58 % der Knöllchen befallen, wobei die Ergebnisse im 2. Jahr durch eine sehr geringe Gesamtknöllchenanzahl relativiert wurden. Im Mittel wurden im Jahr 1985 ca. 35 % bzw. im Jahr 1986 knapp 50 % der Knöllchen an Erbsen von den Käferlarven geschädigt. Die Pferdebohnen, die in beiden Untersuchungsjahren deutlich geringer geschädigt wurden als die Erbsen, wurden im Mittel in den beiden Jahren zu knapp 15 % bzw. 25 % befallen (AWADALLA, 1988, 61f). Nach dem Absterben der Erbsen- und Pferdebohnenpflanzen wanderten die Käfer auf Luzerne ab (AWADALLA, 1988, 79).

Jüngere Pflanzenteile werden aufgrund ihres höheren Anteils an wertvolleren Inhaltsstoffen für die Entwicklung bevorzugt. „Die Eiproduktion pro Weibchen war bei Pferdebohnen im 3-Blattstadium am höchsten, und bei mehr als vier Blättern am geringsten“ (AWADALLA, 1988, 76). „Vor allem bei jungen Pflanzen und anhaltend kühler, trockener Witterung kann der Blattfraß beachtliche Dimensionen erreichen“ (BERGER et al., 1999, 95). Die im Sommer auftretenden Käfer der neuen Generation fressen weiterhin bis zur Ernte an ihren Hauptwirtspflanzen, verursachen jedoch kaum Schaden (BERGER et al., 1999, 94f).

„Die Schadensschwelle dürfte dann überschritten werden, wenn mehr als 10 % der Blattfläche von den Käfern abgefressen werden“ (BERGER et al., 1999, 94f). Im Vergleich zu den oberirdischen Schäden durch die Käfer dürften die Schäden an den Wurzeln und Knöllchen durch die Larven nach OSCHMANN (1984 zitiert in HÖHSL, 2009, 60) und DORÉ & MEYNARD (1995 zitiert in HÖHSL, 2009, 60) einen deutlich schwerwiegenden Einfluss auf die Pflanzen und daher auch auf die Erträge haben. In den Versuchen von HÖHSL (2009, 59) konnte keine Korrelation zwischen der Kerbenanzahl pro Blatt und dem Ertrag gefunden werden.

Zur Klärung der Schadwirkung des Blattrandkäfers wurden bei Versuchen der AGES die 2 Erbsensorten Clarissa (Körnererbse) und Sirius (Futtererbse) in insektizidbehandelten und

unbehandelten Varianten an 2 Standorten im Wald- und Weinviertel in jeweils 4-facher Wiederholung geprüft. Dabei konnte durch die Insektizidbehandlung eine deutliche Reduktion der Fraßschäden an den Blätter erzielt werden. Bei den Erträgen konnten zwischen der behandelten und der unbehandelten Variante kein Unterschied festgestellt werden. Kein Unterschied konnte auch bei den Blattrandkäferlarven in der Erde bzw. an den Wurzeln einer Erbsenpflanze bei der Erhebung Mitte bzw. Ende Juni zwischen behandelten und unbehandelten Pflanzen an beiden Standorten festgestellt werden. Durchschnittlich befanden sich zwischen 9 bis 14 Käferstadien im Weinviertel und 4 bis 7 Käfer an den Erdproben je Erbsenpflanze im Waldviertel (KROMP et al., 2008, 10ff).

Das Schadbild ist deutlich erkennbar und der **Fraß** beginnt vom Blattrand her und erzeugt die typischen halbmondförmigen Kerben (KIENEGGER et al., 2005, 28). Die Blätter weisen somit halbkreis- oder bogenförmige Ausschnitte an den Rändern auf. Die Larven fressen die Bakterienknöllchen aus. In diesen findet man 6-7 mm lange, weiße beinlose Larven mit dunkler Kopfkapsel. „Der Fraß der Larven an den Bakterienknöllchen schwächt nicht nur die Pflanzen und mindert den Ertrag, er verhindert auch eine optimale Stickstoffbindung und setzt den Wert der Leguminosen in der Fruchtfolge herab“ (BERGER et al., 1999, 95).

Je nach Größe der Knöllchen verbleiben die Larven einige Tage bis zwei Wochen in diesen bis sie sich nach dem Verzehr wieder ausbohren und das nächste Knöllchen aufsuchen (GROSSHEIM 1932 zitiert in SCHMIEDL, 1993, 29).

Die wirksamste **vorbeugende Maßnahme** im Biologischen Landbau ist eine möglichst große zeitliche und räumliche Distanz der Leguminosen in der Fruchtfolge (z.B. 6 Jahre bei Körnererbse). Zusätzlich soll der Leguminosenanteil in der Gründungsfruchtfolge nicht zu hoch sein. Die Leguminosen sollen außerdem regelmäßig auf oberirdische und unterirdische Schäden durch Blattrandkäfer kontrolliert werden (KIENEGGER et al., 2005, 29). Auch nach HEINZE (1983 zitiert in SCHMIEDL, 1993, 41) soll zu Leguminosenfeldern besonders zu Luzerne und Klee ein räumlicher Abstand eingehalten werden, da von diesen ein Einwandern der Blattrandkäfer erfolgen kann.

Zu den **tierischen Feinden zählt die Schlupfwespe**, *Pygostolus falcatus*, die ein Imaginalparasit ist und ihre Eier in den Körper der Käfer ablegt. Zu den weiteren Feinden zählen die Imaginalparasiten *Perilites labilis* und *Leiophron lituratus* (GROSSHEIM, 1932 zitiert in SCHMIEDL, 1993, 32). *Beauveria bassiana* gilt als wichtigster pflanzlicher Parasit (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1983 zitiert in SCHMIEDL, 1993, 33).

Bei Freilandversuchen von Ackerbohne (*Vicia faba*) in Mischkultur mit Hafer wies die Ackerbohne eine signifikant geringere Blattschädigung auf (HELENIUS und RONNI, 1989 zitiert in SCHMIEDL, 1993, 40). Von BALIDDAWA (1984 zitiert in SCHMIEDL, 1993, 40) wurden

neben dem reduzierten Blattfraß auch eine verstärkte Abwanderung der Käfer von Ackerbohnen-Hafer Mischkultur Parzellen beobachtet.

Durch den deutlichen Wachstumsvorsprung der Wintererbsen im Frühjahr könnten diese auch unempfindlicher gegen Fraßschäden des Gestreiften Blattrandkäfers (*Sitona lineatus*) sein (URBATZKA, 2002, 22).

13.4.2. Grüne Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphon pisum* H.)

„Die Überwinterung erfolgt an winterharten Leguminosen im Eistadium. Bei einer Nachkommenanzahl von 50 bis 140 ungeflügelten Jungfern und einer Generationsdauer von 10 Tagen (unter günstigen Bedingungen) ist eine Massenvermehrung vorgezeichnet. Im Laufe eines Jahres sind etwa 19 Generationen möglich“ (BERGER et al., 1999, 103).

Die Grüne Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphon pisum* Harris) tritt ab Mai vornehmlich an Erbsen, aber auch an anderen Leguminosen auf.

Das **Schadbild** sind neben Saugschäden bei stärkerem Befall deformierte Blätter und Triebspitzen. Der Ansatz von Blüten und Früchten wird gestört, was bei Massenbefall erhebliche Ertragsausfälle verursachen kann. Außerdem können durch die Blattläuse Virose übertragen werden (BERGER et al., 1999, 102f). Bei reif geernteten Erbsen wurden in Versuchen Verluste von 20-30 % ermittelt (BIDDLE und CATTILIN, 2007, 90).

Die wirksamsten **Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßnahmen** sind der Anbau wenig anfälliger Sorten sowie eine frühe oder auch späte Aussaat, wodurch der Befall durch Grüne Erbsenblattlaus vermindert wird (BERGER et al., 1999, 103).

Zu den Feinden der Blattläuse zählen die Marienkäfer, bei denen sich sowohl Larve und adulte Käfer davon ernähren. Eine Marienkäferlarve kann 200 bis 600 Blattläuse vertilgen, Käfer 20 bis 40 Blattläuse pro Tag. Weitere Feinde sind Schwebfliegenlarven, die innerhalb weniger Tage bis zu 900 Individuen fressen. Zu den weiteren Feinden zählen unter anderem Blattlausgallmücken (Cecidomyiidae) sowie Florfliegen (Chrysopidae), Spinnen (Araneae) und Raubwanzen (Anthocoridae, Nabidae, Miridae, u.a.) (SUTER und KELLER, 1990 zitiert in HÖHSL, 2009, 14).

Neben den Raubinsekten zählen Parasitoide zu den Feinden, bei denen sich die Larven vom Wirtskörper ernähren und den Wirt abschließend töten. „Die wichtigste Gruppe der Parasitoiden sind die Blattlausschlupfwespen (Hymenoptera: Braconidae: Aphidinae)“ (VAN EMDEN und HARRINGTON, 2007 zitiert in HÖHSL, 2009, 14). Auch nach LETHMAYER et al. (2005, 43) tragen natürliche Gegenspieler wie Marienkäfer und Schwebfliegen neben

klimatischen Faktoren wesentlich zur Reduktion der Erbsenblattläuse bei. Bei einem Feldversuch in Aspersdorf, im Bezirk Hollabrunn, gab es im Jahr 2003 einen Rückgang der Population bis zu 75 %.

In Österreich sind im Biologischen Landbau die Mittel „NeemAzal-T/S“ und „Spruzit Schädlingfrei“ zur Bekämpfung von Blattläusen zugelassen. Nach LETHMAYER et al. (2005, 43) sind Spritzungen nach der Kosten-Nutzen Rechnung (Stand 2005) auch an Standorten mit hoher Blattlausdichte nicht kostendeckend.

Von HÖHSL (2009) wurden Untersuchungen über die Arten- und Sortenabhängigkeit des Blattrandkäfer- und Erbsenblattlausbefalls auf Körnerleguminosen untersucht. Dabei wurden auf 2 Versuchsstandorten im Wald- (Standort Waldreichs) und Weinviertel (Standort Aspersdorf) folgende 8 Sorten geprüft: Santana und Gotik (Körnererbse Halbblatttyp), Natura (Körnererbse Blatttyp), Dora und Livioletta (Peluschken), Toplesa und Ebona (Sommerwicken) und die Bio Saaterbse (Platterbse).

Die Sommerwicken und Platterbsen wurden weniger stark von Blattrandkäfer und Blattläusen befallen. Am stärksten vom Blattrandkäfer gefressen wurden die Peluschken Dora und Livioletta (an beiden Standorten). In Waldreichs wurde zusätzlich auch die Körnererbse Natura (Blatttyp) stark befallen. Die Körnererbsen des Halbblatttyps Santana und Gotik wiesen einen mittelstarken Befraß auf. Die Platterbse wurde signifikant am schwächsten befallen. Möglicherweise werden Sorten mit geringer Gesamtblattfläche weniger stark von den Blattrandkäfern befallen (HÖHSL, 2009, 56). Auch die unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit der Blätter könnte möglicherweise Ursache für den unterschiedlichen Befall sein. CHANG et al. (2004) und WHITE und EIGENBRODE (2000 beide zitiert in HÖHSL, 2009, 57) zeigten dass Erbsenpflanzen mit reduziertem Wachsüberzug auf der Blattoberfläche wesentlich stärker von *Sitona lineatus* befallen wurden. Mögliche Ursache dafür ist der stabilere Halt auf der Blattoberfläche und die damit bessere Fortbewegung durch reduzierten Wachsüberzug. Weitere Ursache für die Wirtswahl können die unterschiedlichen Inhaltsstoffe und auch der Alkaloidgehalt der Pflanzen sein (LANDON et al., 1995 zitiert in HÖHSL, 2009, 57).

Bei der Bonitur am 10. Juni 2008 wies die Sorte Dora am Standort Aspersdorf mit über 350 die höchste mittlere Knöllchenanzahl pro Einzelpflanze auf. Bis auf die Sommerwicken blühten alle Sorten. Die Körnererbse Santana und die Peluschke Livioletta lagen mit ca. 220 und 150 Knöllchen deutlich dahinter.

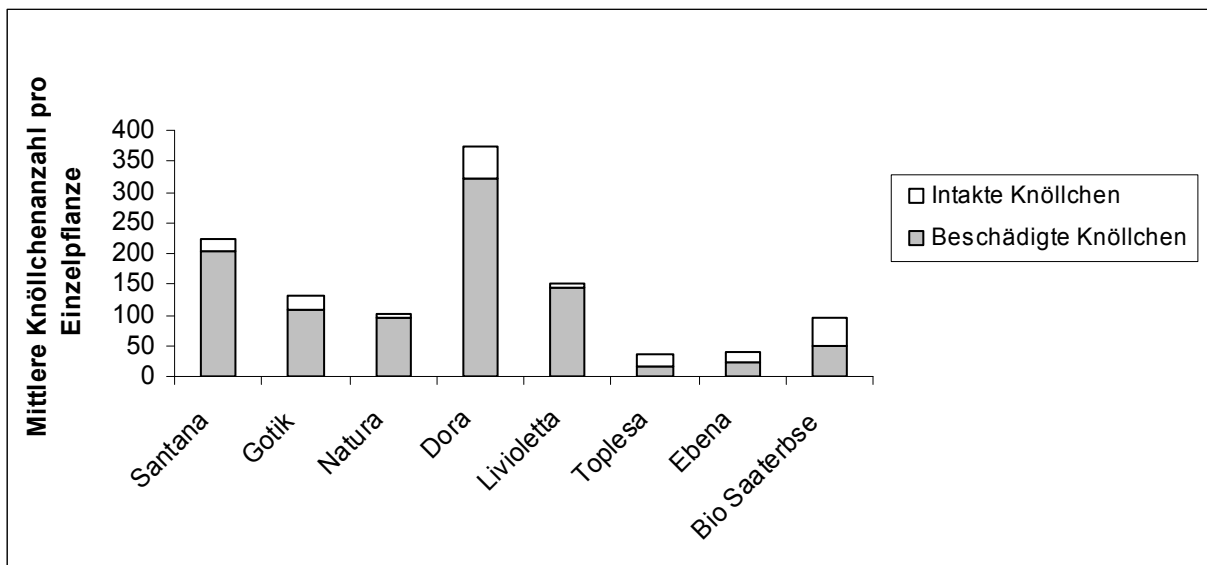


Abbildung 40: Übersicht über die mittlere Knöllchenanzahl pro Einzelpflanze am Versuchsstandort Aspersdorf (HÖHSL, 2009, 37)

Bei den Erbsen und den Peluschken waren über 80 % der Knöllchen angefressen. Die Wicken, die sich noch im Stadium der Blattentwicklung und des Längenwachstums befanden, wiesen die niedrigste Knöllchenanzahl auf. Sowohl bei Wicken als auch bei den Platterbsen waren nur ca. 50 % der Knöllchen beschädigt (HÖHSL, 2009, 37).

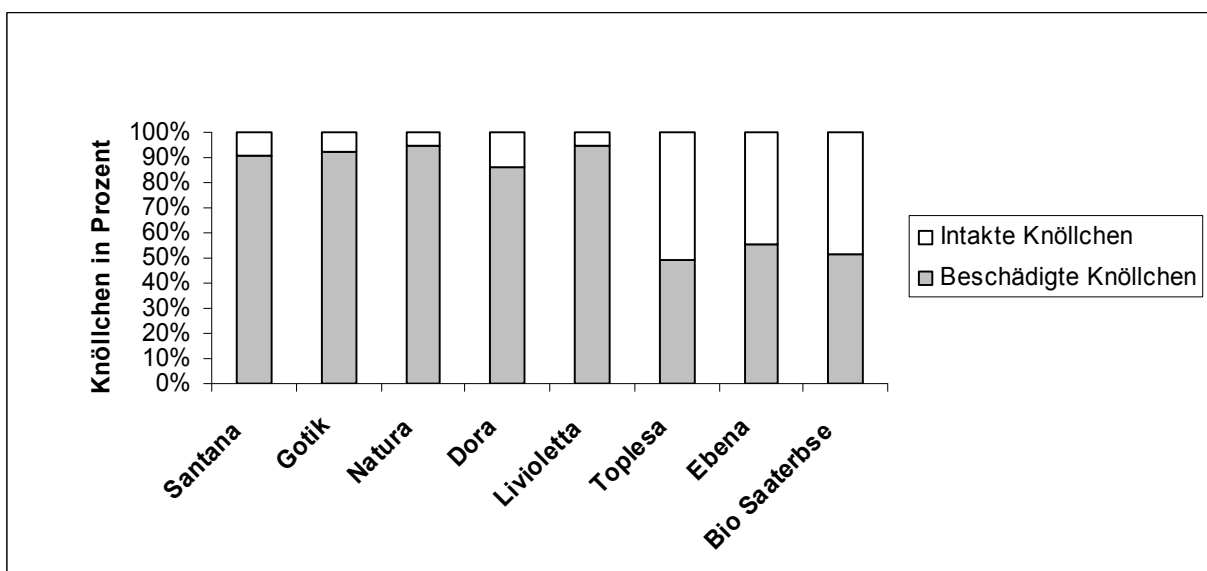


Abbildung 41: Überblick über intakte und beschädigte Knöllchen der Körnerleguminosen am Versuchsstandort Aspersdorf (HÖHSL, 2009, 38)

Am Standort Waldreichs erfolgte die Knöllchenbonitur Ende Juni. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich die Körnerleguminosen bis auf die Sommerwicke Ebena in der Hülseinentwicklung. Die Peluschke Livioletta erreichte die höchste mittlere Knöllchenanzahl pro Pflanze mit 140 Stück. Die Sorte Ebena und die Platterbse hatten über 100 Knöllchen. Die restlichen Sorten hatten zwischen 60 und 100 Knöllchen. Der stärkere Befall der Erbsen ist möglicherweise auf deren Entwicklungsvorsprung zurückzuführen, wodurch die früher vorhandenen Knöllchen eventuell stärker befallen wurden (HÖHSL, 2009, 37).

Die Körnererbse Natura hatte mit über 80 % die meisten beschädigten Knöllchen. Die anderen Körnererbsen und Peluschken hatten deutlich weniger befallene Knöllchen, jedoch noch immer über 50 %.

Mit unter 40 % geschädigter Knöllchen waren die Knöllchen der beiden Sommerwickensorten und der Platterbse am wenigsten befallen (HÖHSL, 2009, 36-40). Am Standort Waldreichs war bei allen Sorten ein größerer Teil der Knöllchen intakt. „Dies könnte auf einen schwächeren Befall durch die Blattrandkäferlarven am Versuchsstandort Waldreichs hindeuten“ (HÖHSL, 2009, 58).

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen den oberirdischen Schäden durch die adulten Blattrandkäfer und den unterirdischen Schäden durch die Larven des Käfers war vorhanden (HÖHSL, 2009, 58). Bei der von HÖHSL (2009, 58) durchgeführten Korrelationsrechnung deuten die Ergebnisse darauf hin, dass möglicherweise die unterirdischen Schäden an den Knöllchen und Wurzeln durch die oberirdischen Fraßspuren eingeschätzt werden könnten.

Bei der Ermittlung des Blattlausbefalls am Standort Aspersdorf wiesen die Körnererbsen Natura und Gotik und die Peluschke Livioletta den signifikant höchsten Befall mit 40 bis knapp 60 Blattläusen je Einzelpflanze auf. „Die Sommerwicken Toplesa und Ebena und die Platterbse Bio Saaterbse zeigten den signifikant niedrigsten Blattlausbefall“ (HÖHSL, 2009, 53).

Am Standort Waldreichs war der Blattlausbefall wesentlich geringer. Die maximale mittlere Anzahl der Blattläuse je Pflanze lag bei 0,63. Am Standort Aspersdorf hingegen lag die maximale mittlere Anzahl bei 57 Blattläusen je Pflanze (HÖHSL, 2009, 53f). Der deutlich geringere Blattlausbefall am Standort Waldreichs ist wahrscheinlich durch die unterschiedlichen klimatischen (feucht-kühler) und standörtlichen Bedingungen der beiden Standorte zurückzuführen. Zusätzlich waren am Standort Waldreichs schon vor dem ersten Blattlausbefall die ersten natürlichen Gegenspieler der Blattläuse wie Schwebfliegen und Marienkäfer vorhanden, wodurch der Aufbau einer großen Blattlauspopulation möglicherweise verhindert wurde (HÖHSL, 2009, 62).

Nach CHANG et al. (2004 zitiert in HÖHSL, 2009, 63) und WHITE & EIGENBRODE (2000 zitiert in HÖHSL, 2009, 63) sind die Unterschiede im Befall zwischen den Erbsensorten (*Pisum sativum*) mit Erbsenblattläusen auf den Wachsüberzug auf der Pflanzenoberfläche zurückzuführen, wobei ein deutlich schwächerer Blattlausbefall auf Versuchspflanzen mit vermindertem oder keinem Wachsüberzug im Vergleich zu Pflanzen mit normalem Wachsüberzug zu beobachten war. „Die Autoren führen diese Beobachtung auf eine höhere Prädatorendichte und einen höheren Jagderfolg der natürlichen Feinde auf Pflanzen mit verringertem Wachsüberzug, zurück“ (CHANG et al., 2004 und WHITE & EIGENBRODE 2000 beide zitiert in HÖHSL, 2009, 63). Nach HÖHSL (2009, 63) trifft diese Beobachtung eventuell auch auf Körnerleguminosen zu, wobei z.B. auch das Vorhandensein oder Fehlen von Haaren auf der Blattoberfläche einen Einfluss auf die Stärke des Blattlausbefalls haben könnte (HÖHSL, 2009, 63).

13.4.3. Erbsenwickler (*Cydia nigricana* Steph.)

Ab etwa Mitte Mai (Höhepunkt im letzten Maidrittel) schlüpfen die Falter und suchen die Erbsenfelder auf und legen die Eier hauptsächlich an den Blattunterseiten der obersten Blätter, selten auch an Kelchblätter oder jungen Erbsenhülsen, ab. „Nach dem Schlüpfen aus dem Ei sucht das Räupchen nun eine junge Hülse auf und fertigt dort ein winziges Gespinst an, unter dem es sich in das Innere bohrt“ (KAHRER und GROSS, 2002, 92).

In der Hülse werden die noch unreifen Erbsensamen benagt, an denen in der Folge Gespinste mit braunen Kotkrümeln zu sehen sind. Die ausgewachsene Raupe nagt ein Loch in die Hülse und gelangt so wieder nach außen. Die Überwinterung erfolgt in einer mit Spinnseide ausgekleideten Erdhöhle in geringer Bodentiefe. Die Verpuppung findet im Frühjahr, in einem neuerlich angefertigten Kokon, knapp unter der Erdoberfläche statt (KAHRER und GROSS, 2002, 92f). „Es wird lediglich eine Generation pro Jahr ausgebildet“ (KAHRER und GROSS, 2002, 93).

Die Flugzeit ist von Ende Mai bis Juli (BROUWER, 1976, 636). In trockenen Jahren wurden die 3 Höhepunkte des Falterfluges in der Hauptblütezeit der mittelfrüh- bis spätblühenden Erbsensorten festgestellt (BROUWER, 1976, 636).

Der Erbsenwickler ist einer der **bedeutendsten Erbsenschädlinge Mitteleuropas** (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999, 582; BERGER et al., 1999, 105). Für BIDDLE und CATTILIN (2007, 103) ist der Erbsenwickler ein verbreiteter Europäischer und auch Ost-Europäischer Erbsenschädling.

Über das Ausmaß der Schädigung durch den Erbsenwickler gibt es in der Literatur sehr unterschiedliche Angaben. Nach BIDDLE und CATTIN (2007, 103) gibt es im allgemeinen keine erheblichen Ertragsverluste, vielmehr ist es ein kosmetisches Problem. Für die Futtermittelerzeugung hat der Befall mit Erbsenwickler nur geringe Auswirkungen (BIDDLE und CATTIN, 2007, 103). Für BERGER et al. (1999, 105) kann es besonders im Gemüse- und Saatguterbsenanbau zu empfindlichen Ertragsausfällen und zu Qualitätsminderungen kommen. Nach SAUCKE et al. (2003, 129) beeinträchtigt erhöhter Wicklerbefall in der ökologischen Körnererbsensaatgutvermehrung die Keimfähigkeit, Triebkraft und auch die Saatgutreinheit durch Unkrautsamen in den angefressenen Erbsen.

„Der Erbsenwickler lebt als Raupe in erster Linie an Speise- und Futtererbsen (*Pisum* spp.), kann sich aber auch bei Fraß an Samen anderer Leguminosenarten z.B. aus den Gattungen *Vicia*, *Lathyrus* und *Orobus* entwickeln“ (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999, 582).

Das **Schadbild** zeigt sich an den Fraßstellen bei den weichen Samen (durch Jungräupen). In Hülsen sind neben den Fraßstellen feine Gespinste und Kotkrümel zu finden (BERGER et al., 1999, 105; KÄHRER und GROSS, 2002, 91). Nach BROUWER (1976, 636) können nur bis zu 3 bis 4 Tage alte Hülsen von der Erbsenwicklerlarve angebohrt werden, wobei diese Periode durch feuchte Witterungsumstände verlängert werden kann.

In einer Hülse können sich zumeist nicht mehr als 2 Larven entwickeln. „Im Laufe ihrer Entwicklung können sie bis zu 4 Samen ganz oder teilweise zerstören“ (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999, 582). Die erwachsene Raupe verlässt nach etwa 3 Wochen die Hülse durch ein kreisrundes Ausbohrloch. „Befallene Hülsen verpilzen häufig sekundär“ (BERGER et al., 1999, 105f).

Bei der **Vorbeugung und Bekämpfung** stehen gegenwärtig im ökologischen Landbau keine wirksamen Methoden zur Direktbekämpfung des Erbsenwicklers zur Verfügung. „Infolgedessen gewinnen präventive Maßnahmen bei der Schädlingsregulierung zunehmend an Bedeutung“ (SCHULTZ und SAUCKE, 2005 zitiert in THÖMING et al., 2007, 301). Ein sehr gutes Mittel „wäre das Aussetzen des Erbsenanbaues in der ganzen Gegend auf ein Jahr“ (BECKER-DILLINGEN, 1929, 68). Da die Falter kaum weiter als 2-3 km fliegen können sollte ein möglichst weiter Abstand zu den vorjährigen Erbsenfeldern eingehalten werden (BERGER et al., 106; SEIDEL et al., 1986 zitiert in VISOTSCHNIG, 1998, 10). Es sollten möglichst sehr frühe oder sehr späte Sorten angebaut werden, deren Blühzeitpunkt außerhalb des Falterfluges liegt, da die Falter nur blühende Pflanzen anfliegen. Auch METCALF (1993) und GRATWICK (1992 beide zitiert in VISOTSCHNIG, 1998, 10) raten als vorbeugende Maßnahme den Anbau früher Sorten, die bereits vor Mitte Juli abreifen.

BROUWER (1976, 637) nennt die Kombination frühe Blüte, kurze Blühdauer und niedriger, möglichst aufrechter, sperriger Wuchs als besonders günstige Eigenschaften einer Sorte. Auch erste Versuchsergebnisse von THÖMING et al. (2007, 302f) an Gemüseerbsen zeigen dass bei unterschiedlicher Zeitspanne von Erbsenblüte und Wicklerflug bedingt durch den Sätermin der Wicklerbefall verringert werden kann. *Fasciata*-Typen werden weniger befallen als Sorten mit langer Blühdauer (BECKER-DILLINGEN, 1956 zitiert in VISOTSCHNIG, 1998, 11) und Gemenge ebenso (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1983 zitiert in VISOTSCHNIG, 1998, 11).

Zu den natürlichen Feinden zählen verschiedene *Hymenoptera* (Hautflügler)-Arten darunter die Braconide *Ascogaster quadridentata* sowie Ichneumoniden *Glypta haesitator* und *Pristomerus vulnerator*, die die Raupen parasitieren (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999, 583). Durch Pheromonfallen kann der Flug des Falters beobachtet werden (BERGER et al., 1999, 106).

Bei Versuchen von SAUCKE et al. (2007, 306) konnte mit der sogenannten „Verwirrungstechnik“ durch Pheromone und die dadurch verursachte Paarungsstörung eine Befallsreduktion erzielt werden. Allerdings war der Wirkungsgrad im Feld mit einer Befallsreduktion von durchschnittlich 31 % zu gering (SAUCKE et al., 2007, 306). In früheren Versuchen von SAUCKE et al. (2003, 132) werden die Erfahrungen die mit der „Verwirrungstechnik“ gemacht wurden als vielversprechend bezeichnet. Außerdem zeigten die Erfahrungen aus Feldversuchen in den 3 Jahren 2000 bis 2002 dass die relative Lage der Vorjahresflächen und der Ausbreitungsdynamik des Erbsenwicklers berücksichtigt werden muss. „Dies betrifft in besonderem Masse den Aufstellungsort von Pheromon-Monitoringfallen, die je nach Positionierung am Schlag völlig unterschiedliche Fangergebnisse liefern können“ (SAUCKE et al., 2003, 132).

Durch tiefes Pflügen und mehrmaliges Eggen nach der Ernte können viele Kokons zerstört werden (BERGER et al., 1999, 106). Auch SEIDEL et al. (1986 zitiert in VISOTSCHNIG, 1998, 10) nennen gründliches Eggen nach dem Drusch bzw. tiefes Pflügen im Herbst als vorbeugende Regulierungsmöglichkeit. Bei Versuchen von HOF-KAUTZ et al. (s.a., 10) konnten keine Unterschiede im Befall zwischen Erbsen in Reinsaat und im Gemenge mit Weizen festgestellt werden.

13.4.4. Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum* L.)

„Der Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum* L.) gehört zur Käferfamilie der Samenkäfer (Bruchidae)“ (KAHRER und GROSS, 2002, 93). „Die Weibchen legen ihre Eier an den heranreifenden

Hülsen ab“ (BERGER et al., 1999, 93). Zuvor müssen sie zur Eireife Erbsenpollen fressen (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999, 581).

Die Larve bohrt sich nach etwa einer Woche in die Hülsenwand und dann in den Samen, wo sie sich vom Samenkörper ernährt. Dadurch entsteht ein zylindrisches Loch von ca. 2,5 mm Durchmesser und 5 bis 6 mm Länge (BLUNCK, 1954 zitiert in VISOTSCHNIG, 1998, 5). „Es entwickelt sich jeweils nur eine Larve pro Erbsenkorn. Die Entwicklung der Larven dauert ungefähr 6 Wochen. Vor der Verpuppung erzeugt die Larve eine Höhlung knapp unter der Samenschale. In diese wird ein kleines rundes Fensterchen genagt, welches am Rand besonders dünn ist, sodass eine Sollbruchstelle entsteht“ (KAHRER und GROSS, 2002, 94). Die Jungkäfer verlassen die Samen teilweise noch im Sommer oder im Herbst. Teilweise verbleiben Sie im Erntegut und verlassen den Samen erst im Frühjahr. Bei warmer Lagerung schlüpfen die Erbsenkäfer schon vorzeitig aus den Erbsen (KAHRER und GROSS, 2002, 94). „Sie sind auf dem Lager aber im Gegensatz zum Speisebohnenkäfer nicht fortpflanzungsfähig“ (KAHRER und GROSS, 2002, 94). Die Erbsenkäfereier können bei sehr niedrigen Temperaturen in Kombination mit starken Niederschlägen vollständig absterben (BAHR, 1981 zitiert in VISOTSCHNIG, 1998, 5).

Die **Bedeutung** liegt im Befall der Samen und dies vermindert das Tausendkorngewicht und den Wert für Futterzwecke (BERGER et al., 1999, 93). Der Gewichtsverlust liegt bei 20 bis 25 % (BLUNCK, 1954 zitiert in VISOTSCHNIG, 1998, 5). Ein Käferbesatz führt zur Aberkennung von Saatgut (BERGER et al., 1999, 93; GIRSCH und WEINHAPPEL, 1997 zitiert in VISOTSCHNIG, 1998, 2). Die Keimfähigkeit wird jedoch nicht sonderlich herabgesetzt (BERGER et al., 1999, 93).

Laut AGES (s.a., s.p.) kommt es jedoch bei Saatgutvermehrungen zu Keimfähigkeitsverlusten, und bei starkem Befall zu Ertragsverlusten. Auch nach ZACHER (1927, 134) und ZAKLADNOI (1987 zitiert in VISOTSCHNIG, 1998, 2) weisen befallene Samen in der Regel eine geringere Keimfähigkeit und Triebkraft auf. Nach ZAKLADNOI (1987 und FISCHL et al, 1997 zitiert in VISOTSCHNIG, 1998, 5) liegt die Keim- bzw. Triebkraftminderung bei Saatgut zwischen 88 – 98 %. Außerdem gehen aufgrund des Schädlingsbefalles und der dadurch geringeren Stabilität der Samen bei der Ernte mit dem Mähdrescher Erbsen zu Bruch bzw. verloren (VISOTSCHNIG, 1998, 5).

Der schwer regulierbare Befall mit Erbsenkäfer und Erbsenwickler ist für Landwirte ein Hauptproblem bei der Saatguterzeugung von Körnererbse im Biologischen Landbau (VISOTSCHNIG, 1998, 1). BECKER-DILLINGEN (1929, 68) bezeichnet den Erbsenkäfer als Hauptplage des Erbsenbauers, der in Österreich auch „Wippl“ genannt wird.

Das **Schadbild** zeigt bei befallenen Samen ein kreisrundes zylindrisches Loch. Wurde die Samenschale vom Käfer noch nicht gänzlich durchstoßen, ist diese Stelle auch als kreisrundes „Fenster“ erkennbar (AGES, s.a., s.p). „In den Löchern findet man Larve, Puppe und Käfer“ (BERGER et al., 1999, 93).

Die **Vorbeugung und Bekämpfung** erfolgt durch tiefes Pflügen. Dadurch wird das Entweichen der Käfer an zurückgebliebenen Ausfallerbbsen verhindert oder reduziert (KAHRER und GROSS, 2002, 95 und HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999, 581). Auch nach BERGER et al. (1999, 93) soll die ausgefallene Saat möglichst tief umgepflügt werden. Zwei Nützlingsarten (Hymenoptera, Trichogrammatidae) können die Eier von *Bruchus pisorum* parasitieren (FURSOV, 1987 zitiert in VISOTSCHNIG, 1998, 2). Auch HOFFMANN und SCHMUTTERER (1999, 581) nennen als natürliche Feinde verschiedene parasitische Hymenopteren-Arten. Außerdem sollte nur befallsfreies Saatgut angebaut werden (AGES, s.a., s.p.; KAHRER und GROSS, 2002, 95). Auch nach BECKER-DILLINGEN, 1956 und SEIDEL et al. (1986 zitiert in VISOTSCHNIG, 1998, 6) sowie ZACHER (1927, 135) sollte nur gesundes oder überlagertes Saatgut verwendet werden. Bei verseuchtem Saatgut schwimmen die Erbsen in Salzwasserlösung (300 g/l) an der Oberfläche, die dann vom Anbau auszuschließen sind (KAHRER und GROSS, 2002, 95).

Früh blühende Erbsensorten können dem Befall mit Erbsenkäfer entgehen, wenn sich die Einwanderung der Erbsenkäfer im Frühjahr durch kalte Temperaturen verzögert (BIDDLE und CATTLIN, 2007, 97). Für HOFFMANN und SCHMUTTERER (1999, 581) sind frühblühende Erbsensorten ebenfalls bedeutend weniger gefährdet, befallen zu werden als spätblühende Sorten. Die Käfer verlassen nach KAHRER und GROSS (2002, 94) ab etwa 16 °C und nach BIDDLE und CATTLIN (2007, 96) ab etwa 20 °C das Überwinterungsquartier. Als direkte Methode der Schadenseindämmung wird das Erwärmen der Erbsen auf 50 °C für 3 bis 4 Stunden genannt, was zur Abtötung des Schädlings führt (BÖRNER, 1990 zitiert in VISOTSCHNIG, 1998, 6). Bei der Saatguterzeugung sollte auf diese Methode verzichtet werden da eine Keimschädigung möglich ist (SEIDEL et al., 1986 zitiert in VISOTSCHNIG, 1998, 8). Als weitere direkte Methode der Schadenseindämmung wird die mehrtägige Lagerung der Körnererbsen bei einer Temperatur von 20 bis 25 °C vorgeschlagen. Dadurch werden die Käfer veranlasst die Erbsen zu verlassen. Diese werden anschließend von den Wänden entfernt oder aus den Erbsen abgesiebt und verbrannt. Das Verfahren sollten nach 8 bis 14 Tagen wiederholt werden (ZACHER, 1927, 135).

Die **Versuchsergebnisse** von VISOTSCHNIG (1998, 79) sind Praxiserhebungen von Körnererbssenschlägen in Bezug auf Erbsenkäfer und Erbsenwicklerbefall an 27 Betrieben mit Körnererbsen in Ackerbaugebieten in Niederösterreich. Am häufigsten wurden die Sorte

Profi (an 17 Betrieben) gefolgt von der Sorte Bohatyr (an 7 Betrieben) angebaut (VISOTSCHNIG, 1998, 39). Es kam nur zu einem geringen Anteil an wicklergeschädigten Samen im Erntegut. Bei fast allen Betrieben lag der Befall bei max. 3 %. Der Erbsenkäferbefall lag bei einem Drittel der Felder zwischen 3 und 6 %. Bei sieben Betrieben wurde eine Befallsintensität von über 10 % festgestellt, wobei in der stärksten befallenen Probe jeder 3. Samen geschädigt war (VISOTSCHNIG, 1998, 31f). Im östlichen Weinviertel und im Marchfeld war bei den drei Betrieben der Erbsenwicklerbefall (mit max. ca. 7,5 %) stärker als der Erbsenkäferbefall, der bei max. 3 % lag (VISOTSCHNIG, 1998, 33f).

Bei der Verminderung des Tausendkorngewichtes zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Fraktionen „gesunde Samen“, „wicklerbefallene Samen“, „käferbefallene Samen mit Käfer“ und „käferbefallene Samen ohne Käfer“. Bei den „käferbefallenen Samen ohne Käfer“ wurde mit 38 % der höchste Verlust festgestellt. Die „käferbefallenen Samen mit Käfer“ reduzierten das Tausendkorngewicht um nur 12 %. Die „wicklerbefallenen Samen“ hatten ein um 29 % verringertes Tausendkorngewicht (VISOTSCHNIG, 1998, 80, 43f).