

# **UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR WIEN**

Department für Nutzpflanzenwissenschaften  
Abteilung Pflanzenbau

## **MASTERARBEIT**

zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Diplomingenieurs (Dipl.-Ing.)

### **Analyse pflanzenbaulicher Parameter von Winter-Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) im pannonischen Klimaraum**

**Katja Vera Ziegler**

Betreuung:

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hans-Peter Kaul  
Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Mag. Dr. Reinhard Neugschwandtner

Wien 2013

---

## **Danksagung**

An erster Stelle möchte ich Herrn Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hans-Peter Kaul danken, dass er die Betreuung meiner Diplomarbeit übernommen hat. Vielen Dank für die wertvolle Unterstützung und Hilfe.

Mein besonderer Dank gebührt Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Mag. Dr. Reinhard Neugschwandner, der durch seine tatkräftige Unterstützung und den fachlichen Rat zur Ausführung und Vollendung dieser Arbeit beigetragen hat. Vielen Dank für die gute Zusammenarbeit und die vielen Diskussionen.

Ebenso bedanke ich mich bei den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen des Departments für Nutzpflanzenwissenschaften für die Hilfsbereitschaft und gute Zusammenarbeit.

Meiner Familie danke ich herzlich für die Unterstützung während meines gesamten Studiums. Und ganz besonders dafür, dass sie bis zuletzt an mich glaubten und mir unter diesen besonderen Umständen halfen, diese Arbeit zu Ende zu bringen.

---

---

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Literaturübersicht.....	2
2.1	Ackerbohne.....	2
2.1.1	Herkunft und Systematik.....	3
2.1.2	Botanik.....	4
2.1.3	Züchtung und Zuchtfortschritt.....	6
2.2	Winter-Ackerbohne.....	7
2.2.1	Besonderheiten.....	7
2.2.2	Züchtung und Zuchtfortschritt.....	8
2.2.3	Nutzungsmöglichkeiten.....	8
3	Fragestellung.....	10
4	Material und Methoden.....	11
4.1	Sorten bzw. Linien.....	11
4.1.1	Europäisches Sortiment.....	11
4.1.2	Göttinger Sortiment.....	16
4.2	Standort- und Umweltbedingungen.....	17
4.2.1	Standort.....	17
4.2.2	Versuchsanlage.....	18
4.2.3	Bodenbearbeitung und Vorfrucht.....	18
4.2.4	Aussaat.....	18
4.2.5	Düngung und Pflanzenschutz.....	19
4.3	Erhebungsparameter.....	20
4.3.1	BBCH-Entwicklungsstadien.....	20
4.3.2	Feldaufgang.....	20
4.3.3	Überwinterung.....	20
4.3.4	Bodenbedeckung.....	20
4.3.5	Bestandeshöhe.....	21
4.3.6	Oberirdische Biomasse.....	21
4.3.7	Ertrag und Ertragsstruktur.....	21
4.3.8	N <sub>min</sub> Gehalt im Boden.....	22
4.3.9	N-Gehalt, N-Ertrag und N-Harvest Index.....	22
4.3.10	N <sub>2</sub> -Fixierungsleistung.....	23
4.4	Statistische Auswertung.....	23

---

---

5	Ergebnisse.....	24
5.1	Wetterdaten.....	24
5.2	Europäisches Sortiment.....	25
5.2.1	Feldaufgang und Überwinterung.....	25
5.2.2	BBCH-Entwicklungsstadien.....	26
5.2.3	Bodendeckungsgrad.....	28
5.2.4	Bestandeshöhe.....	29
5.2.5	Ertrag.....	30
5.2.6	Ertragsstruktur.....	33
5.2.7	Stickstoffgehalt und -ertrag.....	35
5.2.8	N <sub>2</sub> -Fixierungsleistung.....	37
5.3	Göttinger Sortiment.....	38
5.3.1	Feldaufgang und Überwinterung.....	38
5.3.2	BBCH-Entwicklungsstadien.....	39
5.3.3	Bodendeckungsgrad.....	40
5.3.4	Bestandeshöhe.....	41
5.3.5	Ertrag.....	42
5.3.6	Ertragsstruktur.....	43
5.3.7	Stickstoffgehalt und -ertrag.....	45
6	Diskussion.....	47
6.1	Überwinterung.....	47
6.2	Ertrag und Ertragsstruktur.....	49
6.3	Stickstoffertrag und -gehalt.....	51
6.4	N <sub>2</sub> -Fixierungsleistung.....	52
7	Schlussfolgerung.....	53
8	Zusammenfassung.....	54
9	Abstract.....	55
10	Literaturverzeichnis.....	56
11	Abbildungsverzeichnis.....	61
12	Tabellenverzeichnis.....	62

---

---

# 1 Einleitung

Der Anbau von Ackerbohnen und besonders von Winter-Ackerbohnen hat in Österreich keine wirtschaftliche Bedeutung in der landwirtschaftlichen Produktion.

Die wichtigsten Hauptanbauggebiete von Ackerbohnen sind in Europa Frankreich, das Vereinigte Königreich, Spanien und Italien. Die Anbaufläche der Winter-Ackerbohne ist in den Ländern Europas über die Jahre hin relativ stabil gewesen, wohingegen bei der Sommer-Ackerbohne eine leichte Flächenerweiterung zu erkennen ist. Allgemein befinden sich jedoch die Anbauflächen der Ackerbohne auf einem geringem Niveau (Sass, 2009).

In Österreich wurden 2011 auf 1,7 % des gesamten Ackerlandes Körnerleguminosen angebaut, was einer Fläche von 22.722 ha entspricht. Die Sommer-Ackerbohne hatte einen durchschnittlichen Ertrag von 2,92 t ha<sup>-1</sup> auf einer Fläche von 6.028 ha (BMLFUW, 2012). Ein Anbau von Winter-Ackerbohnen wurde nicht vermerkt. Der Anbau von Winter-Ackerbohne findet in Österreich aufgrund ihrer nicht ausreichenden Winterhärte, die zu Ertragsunsicherheiten führt, nicht außerhalb von wissenschaftlichen Versuchen und Zuchtprogrammen statt. Besonders im Osten Österreichs gibt es noch keine Erfahrungen mit dem Anbau von Winter-Ackerbohnen. Sonst findet in Europa ein Anbau von Winter-Ackerbohnen im Vereinigten Königreich, dem Nordwesten Frankreichs und Spanien statt. In Spanien handelt es sich jedoch um den mediterranen Typ, welcher sich stark in Adaption und Ideotyp von den Sorten nördlich der Alpen unterscheidet und nicht für den Winter der Regionen nördlich der Pyrenäen und Alpen geeignet ist (Bond et al., 1994; Link und Arbaoui, 2005; Link et al., 2010). Auch wenn der Anbau von Winter-Ackerbohnen nicht in Österreich verbreitet ist, gibt es einige Vorteile dieser Kultur, die hier kurz aufgezeigt werden: frühere Blüte und Abreife, höhere Bestockungsrate, sichere Aussaat im Herbst auf schweren Böden, Vorteile im Ertrag bei trockenen Sommern und sommertrockenen Lagen sowie generell ertragreicher als Sommerformen (Diepenbrock, 1999; Gasim und Link, 2007; Roth und Link, 2010).

Im Mittelpunkt dieser Arbeit stehen die Parameter Überwinterung, Ertrag und Ertragsstruktur sowie die N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung. Hierfür wurden sechs Winter-Ackerbohnen Linien des an der Georg-August-Universität Göttingen, Deutschland tätigen Züchters Prof. Dr. Wolfgang Link und neun in Europa zugelassene Winter-Ackerbohnen-Sorten verschiedenster Herkünfte auf diese und weitere Parameter hin untersucht. Des Weiteren galt es die Eignung der Winter-Ackerbohne für den pannonischen Klimaraum zu charakterisieren.

---

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Ackerbohne

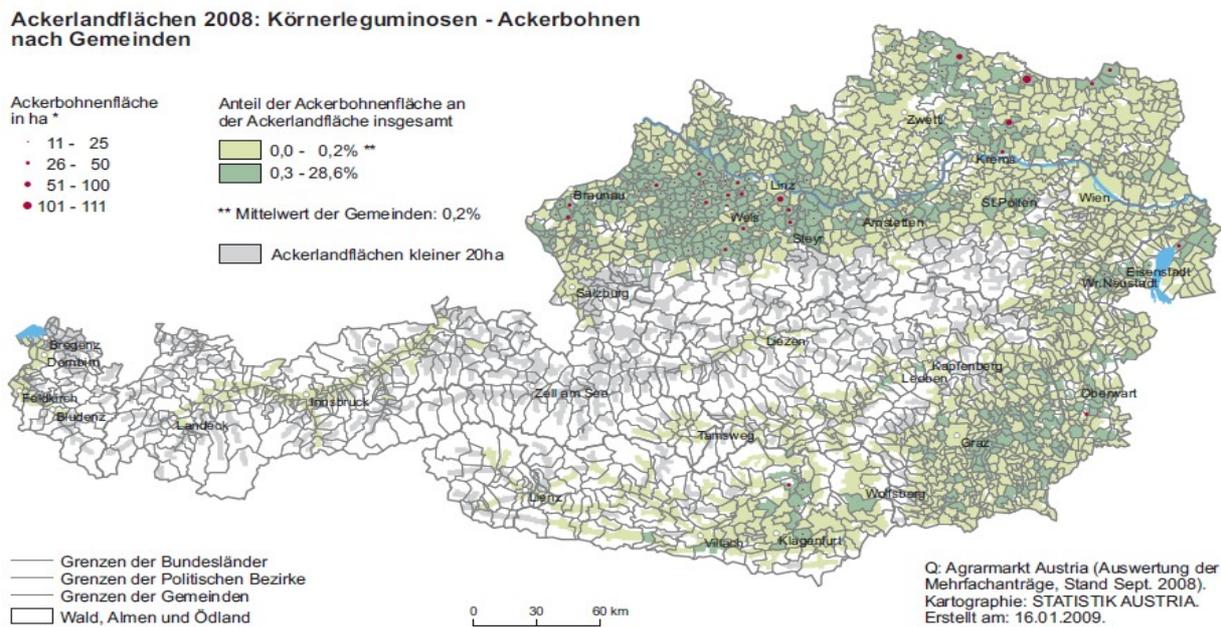
Die Kultivierung der Ackerbohne lässt sich auf 2000 v. Chr. zurückführen, was im Vergleich mit Erbse und Linse oder Weizen und Gerste, als sehr spät einzustufen ist. Es handelt sich demnach um eine spät domestizierte Kulturpflanze (Bond et al., 1985; Diepenbrock, 1999).

Bis zur Einführung der *Phaseolus* Bohne aus der Neuen Welt nach Europa war die Ackerbohne die häufigst angebaute Bohne. Sie wurde als Futter und zur Ernährung genutzt (Bond et al., 1985).

In den 1970er und 1980er Jahren wurde die Züchtung und Forschung von Ackerbohnen in Europa gefördert und intensiviert. Dies fand vor dem Hintergrund statt, die einheimische Proteinerzeugung zu fördern und für die oft viel zu getreidereichen Fruchtfolgen eine Blattfrucht-Alternative zu schaffen. Auch sollte das Ziel erreicht werden, die EU unabhängiger von Sojaimporten zu machen. Diese Züchtungsaktivitäten wurden jedoch aus Kostengründen wieder zurückgefahren (Sass, 2011). Werden bei einem weltweiten Vergleich die einzelnen Länder Europas betrachtet, waren 2011 unter den zehn häufigsten Produzenten von trockenen Ackerbohnen die Länder Frankreich (Platz 4), Vereinigtes Königreich (Platz 6) und Italien (Platz 8) vertreten (FAOSTAT, 2013). Die Anbaufläche von Winter-Ackerbohnen ist in den Ländern Europas über die Jahre hin relativ stabil, wohingegen bei der Sommer-Ackerbohne eine leichte Flächen-erweiterung zu erkennen ist. Allgemein befinden sich jedoch die Anbauflächen der Ackerbohne auf einem vergleichsweise geringem Niveau (Sass, 2009). Aufgrund der geringen Anbaufläche und des Verwenden von nicht zertifiziertem Saatgut (Eigenanbau) ergibt sich ein Kreislauf, der die Züchtung von Ackerbohnen kaum mehr leistbar und rentabel macht (Link und Arbaoui, 2005; Vogt-Kaute, 2008; Sass, 2009). Die Kosten für die Züchtungsarbeit lassen sich nicht finanzieren, um ein vollwertiges Zuchtprogramm zu gewährleisten. Die Züchtungsforschung von Winter-Ackerbohnen konzentriert sich in Österreich auf die Saatzucht Gleisdorf, in Deutschland auf die Georg-August-Universität Göttingen und die Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg Lembke KG, in Spanien ist es das IFAPA-CICE Centro (Junta de Andalucia), in Frankreich sind INRA AgriObtentions und im Vereinigten Königreich Wherry and Sons die einzig aktiven Züchter (Link, 2009).

Nach der Österreichischen Sortenliste 2011 der AGES sind in Österreich zehn Sommer-Körnerackerbohnenarten zugelassen, wobei hiervon acht für die Körnernutzung bestimmt sind und zwei für die Grünnutzung. Eine zugelassene Winter-Ackerbohnen-

sorte gibt es nicht. Eine Übersicht über die Ackerflächen des Ackerbohnenanbaus 2008 der Gemeinden Österreichs gibt Abbildung 1.



\* Für die Kartenserie Ackerflächen 2008 wurden einheitliche Klassengrößen verwendet.

*Abbildung 1: Übersicht der Ackerlandflächen 2008: Körnerleguminosen-Ackerbohnen nach Gemeinden*

Beim Gemeinsamen Sortenkatalog für landwirtschaftliche Pflanzenarten der EU, 29. Gesamtausgabe 2010, sind 161 „*Vicia faba* L. - Ackerbohne“ Sorten vermerkt. Von diesen 161 Sorten haben 39 Stück den besonderen Hinweis „für Herbstsaat bestimmt“ als Vermerk angegeben. Die Sortenlisten und Anbauflächen geben die geringe Bedeutung der Ackerbohne im Vergleich mit den großen Ackerbaukulturen wieder und sprechen ihr den Status einer „kleinen“ Feldfrucht zu.

### 2.1.1 Herkunft und Systematik

Die Ackerbohne *Vicia faba* L. zählt zur Familie der Leguminosae (*Fabaceae*), auch Hülsenfrüchtler genannt. Im speziellen kann sie aufgrund ihres großen Samens und so gut wie ausschließlichen Nutzung des Kornes den Körnerleguminosen zugeordnet werden (Diepenbrock, 1999).

Die Ackerbohne stellt eine Ausnahme unter den Körnerleguminosen dar, da bis jetzt noch keine wilden Urtypen gefunden werden konnten. Eine zusätzliche genetische Variation außerhalb des domestizierten Genpools ist ebenfalls nicht vorhanden. Es wird angenommen, dass diese entweder ausgestorben sind oder noch entdeckt werden müssen (Smartt und Hymowitz, 1985; Duc et al., 2011). Die Herkunft der Ackerbohne lässt sich nicht eindeutig bestimmen, es wird jedoch angenommen, dass sie ihren

---

Ursprung im südwestasiatischen bzw. zentralasiatischen Raum zwischen Afghanistan und Kleinasien / Transkaukasus bzw. Palästina hat. Dies trifft nur auf die kleinkörnigen, vorwiegend rundsamigen Formen zu. Bei den großkörnigen, in der Tendenz mehr flachsamigen Formen, wird das Zentrum der Herkunft im Mittelmeergebiet und besonders in Nordafrika vermutet (Bond et al., 1985; Diepenbrock, 1999).

Die Ackerbohne ist der Gattung *Vicia* und der Art *faba* zuzuordnen, wobei die Art in drei Varietäten unterteilt wird (Tabelle 1) (Aufhammer, 1998; Diepenbrock, 1999). Die hier im Versuch verwendeten Ackerbohnen sind der Varietät *equina* zuzuordnen (*Vicia faba* L. var. *equina*).

Tabelle 1: Korneigenschaften verschiedener Varietätengruppen der Ackerbohne

Varietäten	Korneigenschaften
Taubenbohne ( <i>V.f.</i> var. <i>minor</i> )	Samenschale: einfarbig hellbraun Tausendkorngewicht: 350-550g
Pferdebohne ( <i>V.f.</i> var. <i>equina</i> )	Samenschale: einfarbig hellbraun, grün, rötlich, schwarz Tausendkorngewicht: 500-800g
Puffbohne ( <i>V.f.</i> var. <i>major</i> )	Samenschale: hellbraun, grün Tausendkorngewicht: 600-2000g

(Quelle: Aufhammer, 1998)

## 2.1.2 Botanik

Bei der Ackerbohne handelt es sich um eine Einjährige Pflanze, die sich in fünf Wuchstypen, beruhend auf den Charakteristika Nodien, Internodien, Verzweigungsneigung, Blätter und Blüten, einteilen lässt (Aufhammer, 1998). Leider liegen keine Informationen diesbezüglich für die in diesem Versuch analysierten Sorten und Linien vor.

Der Keimungsmodus der Ackerbohne ist hypogäisch. Es bleiben bei dieser Art der Keimung die Keimblätter im Boden. Die ersten sichtbaren Blätter über der Bodenoberfläche sind die schuppenförmigen Niederblätter, welche jedoch abfallen und die folgenden Blätter lassen sich in Blattstiel und -spreite gliedern. Die Ackerbohne ist ein Tiefwurzler und bildet eine 1,10 m bis 1,70 m tiefe Pfahlwurzel (Hauptwurzel) mit schräg nach unten wachsenden Nebenwurzeln, die eine Länge von 20 bis 25 cm erreichen können. Im Bereich der starken Bewurzelung durch Nebenwurzeln kommt es zur Bildung der Knöllchen, die für die Fixierung von Luftstickstoff von Bedeutung sind. Der Stängel der Ackerbohne ist vierkantig und variiert in der Höhe je nach Sorte von 1,40 m bis 2,0 m. Ackerbohnen bilden einen Haupttrieb aus, welcher trotz Seitentrieben immer als der kräftiger entwickelte und leistungsstärkere Trieb zu erkennen ist. Am Haupttrieb befinden sich basale Seitenknospen, aus welchen eine Seitentriebentwick-

lung erfolgen kann. Auch kann nach Absterben des Haupttriebes bei Topless-Formen es zu einer Entwicklung dieser Seitenknospenaustriebe kommen. Eine Verzweigung der Ackerbohne ist demnach möglich, wobei von einer Verzweigungsrate von 1,1 bei Sommerformen und 1,3 bis 2 bei Winterformen ausgegangen werden kann. Das Fiederblatt der Ackerbohne ist charakterisiert über zwei bis drei ganzrandige, ovale bis elliptische Fiederpaare, die in einer verkümmerten Ranke enden. Die Fiederblätter tragen beidseitig vom Blattgrund halbpfeilförmige Nebenblätter. Ab dem fünften bis sechsten Nodium ist mit dem Ansatz von Blüten zu rechnen. Diese Blüten sind traubige Blütenstände, die aus einer bis neun einzelnen Blüten bestehen können, wobei nicht jede Blüte zur Bildung von Hülsen führt. Die Farbe der Blütenblätter ist sortenabhängig und variiert von weiß, violett, braun, rötlich oder anders gefärbt. Die Farbe der Hülsen ist zuerst grün und dann hin zur Reife braun bzw. schwarz. Die ganze Pflanze kann unter günstigen Bedingungen 30 bis 40 Hülsen bilden. In der Praxis sind jedoch acht bis zwölf Hülsen pro Pflanze ein realistischer Wert. Jede Hülse hat eine Kornanlage von fünf Körnern. Es sind jedoch drei Körner pro Hülse oder häufig sogar weniger ein durchschnittlich realistischer Wert. Die Größe der Samen hängt hauptsächlich von den einzelnen Varietäten ab und unterliegt demnach großen Schwankungen. Das Befruchtungssystem der Ackerbohne ist die Mischbefruchtung. Hierbei kann es zu sortenverschiedenen Selbst- und Fremdbefruchtungsanteilen, die verbunden mit sortenverschiedener Autofertilität sein können, kommen (Bond et al., 1985; Aufhammer, 1998; Diepenbrock, 1999; Duc et al., 2011).

Die Inhaltsstoffe der Ackerbohne sind in Tabelle 2 angegeben. Die Dissertation von Andrea Römer (1998) „Untersuchung zu Inhaltsstoffen und zum Futterwert von Ackerbohne (*Vicia faba* L.)“ bietet einen umfangreichen Einblick in diese Thematik.

*Tabelle 2: Inhaltsstoffe der Körner von Ackerbohnen (% i.d.T.)*

<b>Inhaltsstoffe % in der Trockenmasse: Ackerbohne</b>	
N-freie Extraktstoffe	55.2
Rohprotein	30.1
Rohfett	1.6
Rohfaser	9
Asche	4.1

(Quelle: Aufhammer, 1998)

---

### 2.1.3 Züchtung und Zuchtfortschritt

Vor etwa 30 Jahren hatten die angebauten Ackerbohnen Sorten ähnliche agronomische Merkmale. Man konnte sie charakterisieren über einen langen Wuchs, späte Abreife sowie ungenügende Standfestigkeit. Die Eignung als Mähdruschfrucht war zu dieser Zeit recht gering. Hinzu kam, dass das Ertragsniveau als unzureichend einzustufen war. Dies beruhte darauf, dass die Ackerbohne zwar viel Biomasse produzierte, jedoch mit einem zu geringen Hülsenansatz. Ein als ungenügend einzustufender Harvest-Index war die Folge. Aus diesen Gegebenheiten entwickelten sich als Zuchtziele die Erntbarkeit und die Verbesserung des Kornertrages. Heute stehen durch die Züchtungsarbeit relativ kurze und sehr standfeste Sorten zur Verfügung. Die Ertragsleistung ist ebenfalls gestiegen, was sich jedoch hauptsächlich auf eine Erhöhung des Tausendkorngewichts zurückführen lässt (Bond et al., 1985; Link, 2009; Sass, 2011). Die Selektion und Züchtung hin zu einer Erhöhung des Tausendkorngewichtes ergab sich daraus, dass bei einer Reduktion der Wuchshöhe sich die Anzahl der Hülsen pro Pflanze nicht beliebig vermehren lässt. Ebenso ist durch die Züchtung die Erhöhung der Anzahl Körner pro Hülse nur begrenzt möglich (Link, 2009; Sass, 2011). Im speziellen sind auch Erfolge bei der Qualitätszüchtung der Ackerbohne zu vermerken. 2005 kam es zur Zulassung von zwei neuen tanninfreien Sorten TAXI und CRISBO und 2006 wurde die Sorte TATOO eingetragen (Sass, 2011). Die im allgemeinen Zuchtprogramm enthaltenen weißblühenden (tanninfreie) und buntblühenden Ackerbohnen Sorten unterscheiden sich dahingehend, dass buntblühende als ertragssicherer gelten. Sie enthalten in der Samenschale Tannine, die sich gegenüber dem Befall von besonders bodenbürtigen Krankheiten positiv auswirken (Link, 2009). Diese für die Ertragssicherheit positive Eigenschaft hat jedoch einen Nachteil bei der Verfütterung an Monogastrier. Die Aufnahmen und Verwertung von Nährstoffen und besonders Eiweiß ist dadurch begrenzt. Eine intensive Mast mit guter Futtermittelverwertung kann nicht stattfinden (Römer, 1998). Des Weiteren sind vicin- und convicinarme Sorten in Zuchtprogrammen enthalten, um die Verdaulichkeit der Ackerbohne für Monogastrier zu verbessern. Es besteht Bedarf und die Möglichkeit den Proteingehalt der Ackerbohne zu erhöhen. Besonders synthetische Sorten aus bis zu sechs Komponenten, wie es die Sorte FUEGO ist, stehen im Vordergrund der Züchtung. Ziel ist es, eine Mehrleistung durch Heterosis zu erzielen. Dies ist möglich, da die genetische Variation der Ackerbohne hoch ist (Aufhammer, 1998; Link, 2009; Sass, 2011).

---

## 2.2 Winter-Ackerbohne

Die Hauptanbauggebiete der Winter-Ackerbohne sind im Vereinigten Königreich, wo etwa die Hälfte der Ackerbohnen in Herbstsaat ausgebracht wird. Dies ist besonders bei schweren Böden vorteilhaft (Sass, 2009). Ein weiteres Gebiet des Anbaus von Winter-Ackerbohnen in Europa ist der Nordwesten Frankreichs. In Spanien kommt es zu einer recht großen Anbaufläche von Winter-Ackerbohnen. Es handelt sich hierbei um den mediterranen Typ, welcher erst spät im Herbst gesät wird und eine vergleichsweise frühe Ernte im Frühsommer hat. Dieser Typ unterscheidet sich zusätzlich noch stark in Adaption und Ideotyp von den Sorten nördlich der Alpen und ist nicht für den Winter der Regionen nördlich der Pyrenäen und Alpen geeignet (Bond et al., 1994; Link und Arbaoui, 2005; Link et al., 2010). Für Länder mit kontinentalem Klima, wie beispielsweise Österreich, Deutschland und Polen, ist die Winterfestigkeit der Winter-Ackerbohnen nicht ausreichend, um einen konstanten und ertragreichen Anbau zu gewährleisten (Aufhammer, 1998; Link und Arbaoui, 2005; Link et al., 2010; Roth und Link, 2010).

### 2.2.1 Besonderheiten

Die Ackerbohne hat eine sogenannte Basisresistenz von  $-4$  bis  $-5^{\circ}$  C. Kommt es bei den Jungpflanzen zu einer Härtung, wird die Kältetoleranz von Sommerformen bzw. mediterranen Ackerbohnen auf  $-8$  bis  $-10^{\circ}$  C angehoben. Die Winterformen haben von sich aus schon eine Kältetoleranz von bis zu  $-15^{\circ}$  C (Diepenbrock, 1999; Link und Arbaoui, 2005; Duc et al., 2011). Europäische Winter-Genotypen von Ackerbohne und solche, die im mediterranen Winter angebaut werden, blühen und reifen früher als Sommerformen. Auch fangen diese an tieferen Nodien an Blüten auszubilden, da sie auf Vernalisation reagieren (Bond et al., 1985; Aufhammer, 1998). Der Vorteil durch die frühere Blüte und Reife kann zwischen vier und null Wochen, im Vergleich zu Sommerformen, schwanken (Duc et al., 2011). Als weitere Besonderheit der Winter-Ackerbohne ist zu nennen, dass sie einen Haupttrieb sowie drei bis fünf basale Seitentriebe bzw. Bestockungstriebe bildet, die beinahe zeitgleich reifen. Die Bestockungsrate kann deutlich höher ausfallen als bei Sommerformen. An all diesen Trieben bilden sich Blüten und Hülsen, was zu höheren Erträgen im Vergleich zur Sommer-Ackerbohne führen kann (Link et al., 2010). Sonstige mehrfach zitierte Vorteile und besondere Eigenschaften der Winter-Ackerbohne sind: a) Eine sichere Aussaat im Herbst auf schweren Böden, da eine frühe Aussaat der Sommer-Ackerbohne unsicherer wäre, b) Vorteile im Ertrag bei trockenen Sommern und sommertrockenen Lagen, c) gute Unkrautunterdrückung und d) generell ertragreicher als Sommerformen (Diepenbrock, 1999; Gasim und Link, 2007; Ghaouti, 2007; Roth und Link, 2010; Duc et al., 2011).

---

### **2.2.2 Züchtung und Zuchtfortschritt**

Die allgemeinen Zuchtziele der Ackerbohne, wie beispielsweise die Erhöhung und Stabilisierung der Kornerträge, Standfestigkeit und Krankheitsresistenz sind bei der Winter-Ackerbohnen ebenso von Bedeutung. Als zusätzliches und weit aus bedeutenderes Zuchtziel ist noch die Winterhärte zu nennen. Hierfür gibt es an der Universität Göttingen in Zusammenarbeit mit der NPZ Lembke KG Züchtungs- und Forschungsansätze. Ziel dieser Zusammenarbeit ist vor allem den Anbau von Winter-Ackerbohnen in Klimaten mit strengen Wintern zu ermöglichen (Roth, 2010). Es ist generell notwendig, die Winterhärte von Winter-Ackerbohnen züchterisch zu verbessern, um den Anbau auf dem europäischen Festland voranzutreiben (Arbaoui et al., 2008).

Des weiteren geht die Züchtung wie bei den Sommer-Ackerbohnen in Richtung Sorten mit geringen Tannin-, Vicin- bzw. Convicin-Gehalten.

### **2.2.3 Nutzungsmöglichkeiten**

Für westliche Verhältnisse ist die Winter-Ackerbohne für den menschlichen Verzehr, aufgrund ihrer langen Einweich- und Kochzeit, wenig geeignet. Sie kann jedoch als Rohstoff für ähnlich verarbeitete Produkte wie die Sojabohne verwendet werden. In Frage kommen Tofu, Proteinisolate und Proteinfasern (Aufhammer, 1998). Die antinutritiven Inhaltsstoffe Vicin und Convicin können beim Menschen die genetisch bedingte Erkrankung Favismus auslösen. Hierbei handelt es sich um einen Mangel des Enzyms Glucose-6-Phosphat-Dehydrogenase, welcher beim Verzehr von Ackerbohnen zu Hämolysen und Anämien führt (Link, 2009).

Viehfutter ist die am weitesten verbreitete Nutzung. Die Ackerbohne kann im Gemenge oder in Reinsaat für Grünfutter oder Ganzpflanzensilage angebaut und verwendet werden. Die Körnernutzung ist jedoch üblicher. Hierbei kann das Korn als Saatgut oder in geschroteter Form als Futter für Tiere und als Dünger beispielsweise für biologisch wirtschaftende, viehlose Gemüsebetrieb verwendet werden. Als Gründüngung findet die Ackerbohne auch noch Verwendung (Aufhammer, 1998; Wichmann et al., 2006).

Eine neue und wenig verbreitete Art der Nutzung ist die Zweikulturnutzung. In einem Zweikulturnutzungssystem kann die Winter-Ackerbohne als Energiepflanze genutzt werden. Bei diesem System werden zwei Kulturen in einer Vegetationsperiode bzw. während eines Jahres angebaut, wobei beide Kulturen zur Gewinnung von Energie verwendet werden. Es handelt sich bei der Erstkultur um eine Winterung (Erbse, Ackerbohne oder mit Roggen als Gemengepartner) und als Zweitkultur um eine C4 Pflanze (meistens Mais) (Urbatzka, 2002).

Ein Versuch zeigte, dass die Winter-Ackerbohne entweder in Reinsaat oder mit dem Gemengepartner Roggen ausgesät werden kann. Bei der Versuchsvariante ohne Stick-

---

stoffdüngung konnte ein höherer Trockenmasseertrag von Mais mit rein legumen Winterzwischenfrüchten erzielt werden, da diese der Zweitkultur zusätzlich Stickstoff zur Verfügung stellen konnten. Des Weiteren wurden Höchsterträge der Winterzwischenfrucht mit dem Gemenge aus Winter-Ackerbohne und Winterroggen erzielt. Einfluss auf die Steigerung der Trockenmasseerträge hatten ein früher Saattermin der Winter-Ackerbohnen und ein nicht zu später Anbau von Mais (Roth, 2010). Durch den Anbau von zwei Kulturen in einer Vegetationsperiode können höhere Gesamterträge als von den jeweiligen Kulturen alleine erzielt werden. Zusätzlich ist eine ganzjährige Bodenbedeckung gewährleistet, die sich positiv auf die Bodengare und das Bodengefüge auswirkt. Anzumerken wäre nur noch, dass dieses System für Standorte mit einer guten Wasserversorgung geeignet ist, um das Jahr über diese beiden Kulturen ausreichend mit Wasser versorgen zu können (Urbatzka, 2002; Roth, 2010).

---

### 3 Fragestellung

In Österreich und speziell im pannonischen Klimaraum sind keine Versuche mit Winter-Ackerbohnen bekannt. Dies hängt damit zusammen, dass Winter-Ackerbohnen aufgrund ihrer nicht ausreichenden Winterhärte, die zu Ertragsunsicherheit führt, keine Rolle in der agrarischen Praxis spielen.

Es wurde ein Versuch mit ausgewählten Sorten aus mehreren europäischen Ländern sowie mit einem Sortiment verschiedener Linien der Georg-August-Universität Göttingen durchgeführt. Die Eignung der Sorten bzw. Linien bezüglich Überwinterung, Ertrag und Ertragsparametern steht im Mittelpunkt dieses Versuches.

Im vorherigen Kapitel sind die Besonderheiten, aber auch die agronomischen und bestandesphysiologischen Problembereiche der Winter-Ackerbohne beschrieben worden. Hier anzuknüpfen und für die in diesem Versuch verwendeten Winter-Ackerbohnen Ergebnisse zu gewinnen, ist Ziel dieser Arbeit. Im Hinblick darauf lassen sich folgende Fragen formulieren:

- Welche Überwinterungsraten weisen die Sorten bzw. Linien im pannonischen Klimagebiet auf?
- Wie sehen Ertragsleistung und Ertragsstruktur der Sorten bzw. Linien unter pannonischen Klimabedingungen aus?
- Wie hoch ist die  $N_2$ -Fixierungsleistung?

---

## 4 Material und Methoden

Im Folgenden wird das Ausgangsmaterial, d.h. die in diesem Versuch verwendeten Sorten und Linien, beschrieben und charakterisiert. Des Weiteren werden Standort und Umweltbedingungen, die Versuchsanlage und die einzelnen Erhebungsparameter beschrieben.

### 4.1 Sorten bzw. Linien

Der Versuch war in zwei Teile aufgeteilt. Beim einen Teil wurden die in verschiedenen europäischen Ländern zugelassenen Sorten verwendet. Diese werden fortan als „Europäisches Sortiment“ bezeichnet. Beim anderen Teil handelte es sich um Linien des an der Georg-August-Universität Göttingen, Deutschland, tätigen Züchters Prof. Dr. Wolfgang Link. Diese Linien werden in dieser Arbeit „Göttinger Sortiment“ genannt.

#### 4.1.1 Europäisches Sortiment

Zum Europäischen Sortiment zählten neun Winter-Ackerbohnsorten. Zum Vergleich wurde eine Sommer-Ackerbohnsorte, eine Winterhafer- und eine Winterweizensorte angebaut. Bei der Auswahl der europäischen Sorten wurde auf das Material der in Europa tätigen Ackerbohnen-Züchter zurückgegriffen.

Es folgt eine Auflistung der im Europäischen Sortiment verwendeten Sorten. Hierbei werden Herkunftsland, Züchter, Jahr der Zulassung und so weit vorhanden weitere charakterisierende Eigenschaften sowie zusätzliche Bemerkungen vermerkt werden (Tabellen 3 bis 14).

*Tabelle 3: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Ackerbohnsorte Arthur*

<b>Arthur</b> Winter-Ackerbohne, Züchter Wherry and Sons, GB; Zulassung 2007	
Blütenfarbe	buntblühend
Tanningehalt	vorhanden
Reife	früh
Wuchshöhe	kurz
Neigung zu Lager	mittel
Blattfleckenkrankheit	sehr gering

(Quelle: Wherry and Sons Ltd., 2011)

---

*Tabelle 4: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Ackerbohnen sorte Sultan*

<b>Sultan</b> Winter-Ackerbohne, Züchter Wherry and Sons, GB; Zulassung 2009	
Blütenfarbe	buntblühend
Tanningehalt	vorhanden
Reife	sehr früh
Wuchshöhe	kurz
Neigung zu Lager	sehr gering bis gering

(Quelle: Wherry and Sons Ltd., 2011)

*Tabelle 5: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Ackerbohnen sorte Diva*

<b>Diva</b> Winter-Ackerbohne, Züchter Agri-Obtentions, F; Zulassung 2001	
Blütenfarbe	buntblühend
Tanningehalt	vorhanden
Reife	mittel früh
Frost Resistenz	sehr gut
Standfestigkeit	mittel
Bemerkungen: gute Frostresistenz.	

(Quelle: Agri Obtentions, 2010)

*Tabelle 6: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Ackerbohnen sorte Diver*

<b>Diver</b> Winter-Ackerbohne, Züchter Agri-Obtentions, F; Zulassung 2007	
Blütenfarbe	buntblühend
Tanningehalt	vorhanden
Reife	mittel früh
Frost Resistenz	sehr gut
Standfestigkeit	gut
Bemerkungen: besonders geringes TKG.	

(Quelle: Agri Obtentions, 2010)

*Tabelle 7: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Ackerbohnen sorte Gladice*

<b>Gladice</b> Winter-Ackerbohne, Züchter Agri-Obtentions, F; Zulassung 2007	
Blütenfarbe	weißblühend
Tanningehalt	ohne Tannine
Reife	mittel früh
Frost Resistenz	sehr gut
Standfestigkeit	gut
Bemerkungen: erste und einzige Winter-Ackerbohne mit weißen Blüten → tanninfrei!	

(Quelle: Agri Obtentions, 2010)

*Tabelle 8: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Ackerbohnen sorte Hiverna*

<b>Hiverna</b> Winter-Ackerbohne, Züchter Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg Lembke KG , D; Zulassung 1986	
Blütenfarbe	buntblühend
Tanningehalt	vorhanden
Keimfähigkeit	95 %
Kornertrag	hoch; sehr wechselnd je nach Auswinterung
Wuchshöhe	mittel bis lang
Standfestigkeit	mittel
Bemerkungen: einzige Winter-Ackerbohne der deutschen Sortenliste; winterhärter als französische oder englische Herkünfte.	

(Quelle: Saaten Union, 2011; Bundessortenamt, 2011)

*Tabelle 9: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Ackerbohnen sorte Husky*

<b>Husky</b> Winter-Ackerbohne, Züchter Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg Lembke KG, GB; Zulassung 2007	
Blütenfarbe	buntblühend
Tanningehalt	vorhanden
Keimfähigkeit	94 %
Wuchshöhe	mittel bis lang
Neigung zu Lager	mittel bis stark
Bemerkungen: in Deutschland gezüchtet, jedoch in GB zugelassen.	

(Quelle: Wherry and Sons Ltd., 2011)

*Tabelle 10: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Ackerbohne Lilly*

<b>Lilly</b> Winter-Ackerbohne, Züchter Saatzucht Gleisdorf, A	
Blütenfarbe	buntblühend
Tanningehalt	vorhanden
Bemerkungen: befand sich noch in der Zuchtungsphase, war noch nicht zugelassen. Seit 2012 jedoch nicht mehr im Zuchtprogramm der Saatzucht Gleisdorf enthalten, auf Grund von nicht zufriedenstellender Leistungsfähigkeit. Für die Saison 2013/14 kann mit neuem Saatgut einer anderen Winter-Ackerbohne gerechnet werden.	

(Quelle: Winkler, 2013; Saatzucht Gleisdorf GmbH (persönliche Mitteilung))

*Tabelle 11: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Ackerbohnenart Alameda*

<b>Alameda</b> Winter-Ackerbohne, Züchter IFAPA-CICE (Junta de Andalucia), ESP; Zulassung 1982	
Blütenfarbe	buntblühend
Tanningehalt	vorhanden
Wuchshöhe	mittelgroß
Blühbeginn	halb-früh

(Quelle: Torres, 2013; IFAPA Centro "Alameda del Obispo" (persönliche Mitteilung))

*Tabelle 12: Charakterisierende Eigenschaften der Sommer-Ackerbohnenart Alexia*

<b>Alexia</b> Sommer-Ackerbohne, Züchter Saatzucht Gleisdorf, A; Zulassung 2007	
Blütenfarbe	buntblühend
Tanningehalt	vorhanden
Blühbeginn	mittel
Reife	mittel bis spät
Wuchshöhe	mittel bis lang
Lagerung	mittel bis stark
Stengelbruch	stark
Botrytis	mittel bis stark
Rost	gering bis mittel
Virusbefall	gering bis mittel

(Quelle: AGES, 2011)

*Tabelle 13: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Weizensorte Xenos*

<b>Xenos</b> Winter-Weizen; Züchter FR. Strube Saatzucht GmbH & Co. KG, D; Zulassung 1998	
Grannen- / Kolbenweizen	Kolbenweizen
Vergilbung zum Schossen	fehlend bis sehr gering
Auswinterung	mittel bis stark
Ährenschieben	früh
Reifezeit (Gelbreife)	sehr früh bis früh
Wuchshöhe	mittel
Lagerung	stark
Auswuchs	mittel bis stark
Kornertrag - Trockengebiet	mittel bis stark
Kornertrag - übrige Lagen	mittel bis stark
Bemerkungen: Wechselform, Wechselweizen.	

(Quelle: AGES, 2011)

*Tabelle 14: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Hafersorte Wiland*

<b>Wiland</b> Winter-Hafer, Züchter KWS Lochow GmbH, D; Zulassung 2005	
Spelzenfarbe	Weißhafer
Auswinterung (Frost)	stark bis sehr stark
Rispen-schieben	sehr früh bis früh
Reifezeit (Gelbreife)	früh
Wuchshöhe	lang
Lagerung	mittel
Auswuchs	stark
Kornertrag - Intensivlagen	sehr hoch
Kornertrag - übrige Lagen	sehr hoch
Bemerkungen: Wiland ist die einzige Winterhafersorte, welche in Österreich auf der beschreibenden Sortenliste vermerkt bzw. zugelassen ist.	

(Quelle: AGES, 2011)

---

#### 4.1.2 Göttinger Sortiment

Mit der Züchtung der heutigen Göttinger Winter-Ackerbohnen-Population wurde 1988 begonnen. Zu Beginn kam es zur Züchtung von elf Inzuchtlinien aus den folgenden Winter-Ackerbohne Sorten Webo, Wibo und Hiverna (deutsche Sorten, vom Züchter H. Littmann), den Stämmen 79/79, 977/88/S1/8 und 979/S1/1 (Material aus der Arbeit von Herzog), den Sorten Banner, Bourdon und Bulldog (UK-Wintersorten) sowie Avri-sott und Cote d'Or (französische Wintersorten). Seit 1992 wurde eine Durchkreuzung dieser elf Linien im Freiland-Anbau zugelassen, was zur Entstehung einer Population führte. Diese Population wurde bzw. wird an zwei Standorten in Deutschland, in Göttingen und in Deppoldshausen, angebaut und ist dort der natürlichen Selektion, besonders in Bezug auf die Überwinterungsfähigkeit, ausgesetzt. Mit maximal 1000 Samen pro Standort wird die Population gesät und das Ernten erfolgt mit gleicher Samenzahl pro Individuum. Im Jahr 1999 kam es zu zwei weiteren züchterischen Entwicklungen. Erstens wurden mit Hilfe der Ein-Korn-Ramsch-Methode (SSD) Inzuchtlinien gezogen, wodurch 2005 über 300 F7-Linien zur Verfügung standen. Zweitens begann zusätzlich zur natürlichen Selektion die gezielte züchterische Arbeit. Die Selektion hatte den Schwerpunkt in den Merkmalen hohe Standfestigkeit, gute Überwinterung und hohem Kornertrag. Von 2003 bis 2006 kam es zu mehrortigen, europaweiten und mehrjährigen Feldversuchen mit Sorten und Linien als Prüfglieder. Die genaue Zusammensetzung der Prüfglieder ist dem Artikel „NEUES von der Göttinger Winter-Ackerbohne“ zu entnehmen. Bei den erzielten Ergebnissen ist anzumerken, dass die Genotypen im Merkmal Überwinterung, Kornertrag und Wuchshöhe hochsignifikant verschieden waren. Zu den Freiland-Versuchen wurden parallel Klimakammer-Versuche durchgeführt. Hierbei kamen die selben Genotypen zur Verwendung, wobei die Frostresistenz im engeren Sinne evaluiert wurde. Eine Unterteilung der Genotypen in die Behandlungsformen gehärtet (während Keimung und Auflaufen: 3° C nachts und 10° C am Tag und vor dem Frosttest im Zweiblatt-Stadium: 0° C nachts und 2,5° C tags) und ungehärtet (15° C nachts und 18° C tags) war in diesem Versuchsaufbau die Grundlage, mit welcher im weiteren Verlauf ein Test von sechs direkt aufeinanderfolgenden Frost-Stufen durchgeführt wurde. Die Ergebnisse zeigten signifikante Unterschiede der Genotypen in ihrer Frostresistenz sowie signifikante Wechselwirkungen zwischen Genotyp und den Behandlungen. Es stellte sich unter anderem heraus, dass die Göttinger Population ohne Härtung relativ empfindlich ist und mit Härtung die höchsten Resistenzen gegen Frost zeigt. Mit den gewonnenen Ergebnissen aus den Freilandversuchen und den Klimakammerversuchen wird derzeit weiter gezüchtet und geforscht. Auch werden die Freilandversuchen weiterhin fortgeführt (Link und Arbaoui, 2005).

---

Die in dieser Arbeit verwendeten Linien entstammen aus der zuvor beschriebenen Züchtungsforschung und sind Teil der Göttinger Winter-Ackerbohnen Population. Folgende charakterisierende Details lagen vor (Tabelle 15):

*Tabelle 15: Göttinger Sortiment: Linienbezeichnung und TKG*

<b>Linien</b>	<b>TKG</b>
Seif-069	506 g
Scout	572 g
(Côte d'OrxBPL)-52-3	571 g
Seif-151	570 g
W:Syn4	468 g
Côte d'Or/1	519 g

## **4.2 Standort- und Umweltbedingungen**

### **4.2.1 Standort**

Der Feldversuch wurde in der Vegetationsperiode 2010/2011 auf den Versuchsfeldern der Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf der Universität für Bodenkultur Wien durchgeführt. Groß-Enzersdorf befindet sich in der Region Marchfeld, Bezirk Gänserndorf, Niederösterreich und ist nordöstlich von Wien gelegen.

Kennzeichnend für die Region Marchfeld ist das noch zutreffende pannonische Klima, was sich durch kalte, schneearme Winter und trockene, heiße Sommer charakterisieren lässt. Die Versuchswirtschaft befindet sich auf einer Seehöhe von 156 m und die Felder liegen in windoffenen Lagen, wodurch der Schnee im Winter sehr oft verfrachtet wird. Der durchschnittliche Jahresniederschlag beträgt 538 mm (1980-2009) und die durchschnittliche Jahrestemperatur liegt bei 10,6° C. Der vorherrschende Bodentyp ist Tschernosem. Der A-Horizont besteht aus lehmigen Schluff mit einem Humusgehalt von ca. 2,2-2,3 %. Die Bodenreaktion liegt mit einem pH-Wert von 7,6 im alkalischen Bereich. Der  $N_{\min}$ -Gehalt zu Vegetationsbeginn (17.3.2011) lag in einer Bodentiefe von 0-90 cm bei 122 kg ha<sup>-1</sup> (beinahe ausschließlich NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N war nur in vernachlässigbaren Mengen vorhanden) (Tabelle 16).

---

Tabelle 16:  $N_{min}$ -Gehalt nach der Aussaat (Ziehung vom 17.3.2011)

<b>Bodentiefe in cm</b>	<b>NO<sub>3</sub>-N (kg N ha<sup>-1</sup>)</b>
0-30	35
30-60	55
60-90	32
<b>0-90</b>	<b>122</b>

#### **4.2.2 Versuchsanlage**

Das Europäische und das Göttinger Sortiment wurden unabhängig von einander in zwei unmittelbar benachbarten Versuchen getestet. Die Versuche waren als vollständig randomisierte Blockanlage mit vier Wiederholungen angelegt.

Die Parzellengröße im Versuch „Europäisches Sortiment“ betrug 15 m<sup>2</sup> (10 × 1,5 m) und im Versuch „Göttinger Sortiment“ 5 m<sup>2</sup> (1,5 m × 3,35 m).

#### **4.2.3 Bodenbearbeitung und Vorfrucht**

Die Bodenbearbeitung der Versuchsfläche wurde, wie auf dem Versuchsbetrieb üblich, mit Scheibenegge, Grubber und Pflug durchgeführt. Vor dem Anbau erfolgte die Saatbeetvorbereitung mit der Kreiselegge.

Die Vorfrucht war Wintergerste und davor ist Raps auf der Versuchsfläche der Winter-Ackerbohnen angebaut worden. Ein Anbau von Körnerleguminosen fand auf diesem Standort in den letzten sechs Jahren nicht statt.

#### **4.2.4 Aussaat**

Die Aussaat der Winter-Ackerbohnen und des Getreides erfolgte am 14.10.2010. Die Sommer-Ackerbohne Alexia wurde am 22.03.2011 gesät. Die Aussaat der Ackerbohnen erfolgte mit einer Saattiefe von 8 cm bei einem Reihenabstand von 37 cm und einer Saatstärke von 25 Samen m<sup>-2</sup>. Beim Getreide wurden 300 keimfähige Körner m<sup>-2</sup> bei einer Saattiefe von 3 cm und einem Reihenabstand von 12 cm gesät. Die Aussaat wurde mit einer Wintersteiger-Parzellensämaschine durchgeführt. Tabelle 17 gibt das TKG des verwendeten Saatgutes wieder.

---

Tabelle 17: Sorten und TKG des Saatgutes (Europäisches Sortiment)

Sorte	TKG
Xenos	43,5 g
Wiland	29,4 g
Arthur	632 g
Sultan	571 g
Diva	500 g
Diver	450 g
Gladice	550 g
Hiverna	723 g
Husky	715 g
Lilly	567 g
Alameda	705 g
Alexia	360 g

#### 4.2.5 Düngung und Pflanzenschutz

Es erfolgte keine Düngung. Eine chemische Beikraut-Bekämpfung fand während des Versuchsablaufes nicht statt. Es kam jedoch parallel zur Datenerhebung zur mechanischen Beseitigung mit der Handhacke.

Ein beginnender flächendeckender Befall der Ackerbohnen durch die Schwarze Bohnenlaus *Aphis fabae* und Blattlaus *Aphidoidea* wurde in der KW 21 bemerkt. Dieser nahm rasant zu, sodass alle Ackerbohnen befallen waren und schon ersichtlich die Vegetationsspitzen der Pflanzen - verursacht durch die Saugschäden - am abknicken waren. Zu einer chemischen Bekämpfung der Schwarzen Bohnenlaus mit Decis® flüssig und Fastac® SC Super Contact mit der Aufwandmenge von 0,2 l/ha bei 300 l Wasser kam es in der KW 23.

Ab Mitte Juni 2011 kam es zur Mischinfektion der Ackerbohnen durch Ackerbohnenrost *Uromyces viciae fabae*, Brennflecken *Ascochyta-Komplex* und *Fusarium spp.*

Beim Erheben der Ertragsparameter wurde an einzelnen Körnern der Ackerbohnen der Ackerbohnenkäfer *Bruchus rufimanus* sowie dessen Ausbohrlöcher bemerkt. Eine Bonitur nach unterschiedlichen Befallsstärken fand jedoch nicht statt.

---

## **4.3 Erhebungsparameter**

### **4.3.1 BBCH-Entwicklungsstadien**

Die phänologischen Entwicklungsstadien der Ackerbohne wurde auf Basis der BBCH Codierung nach Weber und Bleiholder (1990) und Lancashire et al. (1991) ermittelt. Beim Getreide erfolgte dies nach Witzemberger et al. (1989) und Lancashire et al. (1991). 2010 kam es zu zwei Erhebungen vor dem Winter. Ab Ende März 2011 wurden dann zweiwöchentlich bzw. wöchentlich dieser Parameter bis zur Ernte hin erhoben.

### **4.3.2 Feldaufgang**

Am 23.11.2010 wurde der Feldaufgang erhoben. Hierbei wurde bei der Ackerbohne des Europäischen Sortiment jeweils die zweite Reihe von links pro Parzelle zur Untersuchung herangezogen. Dies geschah indem nach ca. einem Meter vier Laufmeter ( $1,5 \text{ m}^2$ ) mit Stäben abgesteckt und die in diesem Bereich befindenden Pflanzen gezählt wurden. Beim Göttinger Sortiment wurden die zwei mittleren Reihen der Parzelle mit jeweils zwei Laufmetern ( $1,5 \text{ m}^2$ ) abgesteckt und gezählt. Beim Getreide wurde die vierte Reihe von links gewählt und auf zwei Laufmetern ( $0,3 \text{ m}^2$ ) der Feldaufgang aufgenommen und abgesteckt. Die Erhebungen erfolgten immer von der Nordseite der Parzellen.

### **4.3.3 Überwinterung**

Die im Herbst abgesteckten und markierten vier bzw. zwei Meter je Parzelle zur Ermittlung des Feldaufganges wurden im Frühjahr erneut drei Mal zur Erhebung der Überwinterung analysiert. Hierbei wurde am 17.03.2011, 31.03.2011 und 20.04.2011 die Pflanzenanzahl gezählt. Die Überwinterung wird in Prozent dargestellt. Hierfür wurden die geschädigten Pflanzen an den Terminen gezählt und durch die Pflanzenanzahl des Feldaufgangs geteilt und in Prozent umgerechnet. Es war zuerst angedacht gewesen, die Überwinterung in vitale, geschädigte und abgestorbene Pflanzen zu unterteilen. Es stellte sich jedoch sehr schnell heraus, dass beim ersten Zähltermin bei den Ackerbohnen ausschließlich geschädigte und abgestorbene Pflanzen anzutreffen waren. Beim Getreide waren vitale Pflanzen vorhanden.

### **4.3.4 Bodenbedeckung**

Mit Hilfe einer Digitalkamera wurde vor und nach dem Winter die Bodenbedeckung fotografiert. Es wurde ein Schritt vom Parzellenrand (Nordseite) in den Bestand pro Parzelle gemacht und dann der Bestand von etwa 1,30 m Höhe fotografiert. Der Pflanzenbestand wurde zuvor von Beikräutern befreit, um möglichst genaue Daten zu erhalten.

---

Die Analyse erfolgte mit Hilfe des Bildauswertungsprogramms Sigma Scan Pro 5, welches den Anteil grüner Pixel an der Gesamtpixelanzahl ermittelt und in Prozent angibt (Karcher und Richardson, 2005).

#### **4.3.5 Bestandeshöhe**

Die Ermittlung der Bestandshöhe in cm erfolgte ab 20.04.2011 und wurde wöchentlich bis zur Ernte (12.07.2011) durchgeführt. Hierfür wurden pro Parzelle auf der Nordseite eine Gruppe als repräsentativ erachtete Pflanzen herangezogen und deren Länge mit einem Zollstock gemessen.

#### **4.3.6 Oberirdische Biomasse**

Die Entnahme der Biomasse erfolgte ausschließlich beim Europäischen Sortiment am 16.05.2011 und 20.06.2011, da die Parzellengröße des Göttinger Sortiments nicht ausreichte, um Proben entnehmen zu können. Es wurde dabei die innere rechte Reihe der Parzellen von der Süd-Seite beprobt. Dabei kam es zur Entnahme der Pflanzen auf 0,75 m<sup>2</sup>. Beim ersten Termin wurde nach etwa einem Meter der Parzelle zwei Meter von der Biomasse direkt am Boden abgeschnitten. Am zweiten Termin wurde wieder im Abstand von einem Meter von der vorigen Entnahmestelle die folgenden zwei Meter Biomasse entnommen. Beim Getreide wurde die Biomasse von vier Reihen zu je einem Meter geerntet, was 0,6 m<sup>2</sup> entsprach.

Die geernteten Biomasse wurde bei 60° C drei Tage lang im Trockenschrank getrocknet und danach die Trockenmasse bestimmt.

#### **4.3.7 Ertrag und Ertragsstruktur**

Zur Ermittlung des Ertrages und der Ertragsstruktur wurde von jeder Ackerbohnen-Parzelle 1,5 m<sup>2</sup> oberirdische Biomasse am 12.07.2011 entnommen. Dabei wurde die Anzahl der Pflanzen und der Triebe gezählt. Beim Getreide waren es 0,6 m<sup>2</sup> oberirdische Biomasse. Die Ernte erfolgte schon am 05.07.2011. Nach dem Ernten wurde die Biomasse getrocknet, gewogen, die Hülsen bzw. Ähren händisch getrennt, erneut gewogen und gezählt. Die Hülsen und Ähren wurden mit einem Standmähdrescher gedroschen und von den Körnern das Tausendkorngewicht bestimmt. Anschließend wurden auf Basis der Erhebungen die einzelnen Ertragsparameter bestimmt. Die Ernte der Restparzellen wurde mit einem Parzellenmähdrescher durchgeführt.

Anzumerken ist, dass die Körner der Ackerbohnen mit einem 5 mm Sieb gesiebt wurden, um die vielen Schmachtkörner zu entfernen. Diese hatten einen geringen Anteil von 0,5-3,7 % am Kornertrag beim Göttinger Sortiment und 0,7-2,3 % am Kornertrag beim Europäischen Sortiment (Daten nicht gezeigt). Alle Daten des Korns wurden in dieser Arbeit auf die Körner  $5 \geq \text{mm}$  bezogen. Des weiteren ist zu vermerken, dass

---

der Parameter „Hülse“ sich ausschließlich auf die Hülsenwände (Hülsen ohne Samen-Körner) sich bezieht.

#### **4.3.8 N<sub>min</sub> Gehalt im Boden**

Zur Bestimmung des mineralischen Stickstoffgehaltes im Boden wurde am 20.07.2011 auf allen Parzellen des Europäischen Sortiments mit einem Bodenbohrer Proben aus drei Horizonten (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm) gezogen. Die Proben wurden mit 0,0125 M CaCl<sub>2</sub> für eine Stunde im Überkopfschüttler extrahiert, danach wurden NO<sub>3</sub>-N und NH<sub>4</sub>-N photometrisch bestimmt (Kuderna et al., 1993).

#### **4.3.9 N-Gehalt, N-Ertrag und N-Harvest Index**

Der Stickstoff-Gehalt von Korn, Hülse und Stroh wurde nach dem DUMAS-Verfahren mit einem sogenannten „Elementar vario MACRO Cube“ durchgeführt. Hierbei handelte es sich um eine Elementanalyse, die bei ca. 1020° C die Elemente C, N und S gasförmig splittet und ermittelt. Die Biomasse-Proben mussten hierfür zuerst getrocknet, gemahlen und dann wieder für vier Stunden bei 105° C getrocknet werden. Danach wurde ungefähr 50 mg (Trockengewicht) der Biomasse je Probe in Zinnfolie abgewogen und damit der „Elementar vario MACRO Cube“ bestückt. Die Untersuchungen erfolgten je Probe in zwei Messwiederholungen (Riemer, 1999; Jackson, 2013 (persönliche Mitteilung)).

Die Berechnung erfolgte mit folgenden Formeln gemäß Riemer (1999) und Sinebo et al. (2004):

$$\text{Korn N-Ertrag} = \text{Korn N-Gehalt} \times \text{Kornertrag}$$

$$\text{Stroh N-Ertrag} = \text{Stroh N-Gehalt} \times \text{Strohertrag}$$

$$\text{Biomasse N-Ertrag} = \text{Korn N-Ertrag} + \text{Stroh N-Ertrag}$$

$$\text{N-Harvest Index} = \text{Korn N-Ertrag} / \text{Biomasse N-Ertrag}$$

Die Formeln für die Ackerbohnen mit Ergänzung der Hülsen wurde nach Riemer (1999) und Sinebo et al. (2004) eigenständig umgesetzt und verändert:

$$\text{Hülse N-Ertrag} = \text{Hülse N-Gehalt} \times \text{Hülsenertrag}$$

$$\text{Biomasse N-Ertrag (Ackerbohne)} = \text{Korn N-Ertrag} + \text{Stroh N-Ertrag} + \text{Hülse N-Ertrag}$$

---

### 4.3.10 N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung

Zur Ermittlung der N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung kam die erweiterte Differenzmethode nach Stülpnagel (1982) zur Anwendung, die auch Riemer (1999), Urbatzka et al. (2011) und Wichmann et al. (2006) verwendeten. Es wurden die N-Mengen im Boden (N<sub>min</sub>) mit berücksichtigt. Als Referenzpflanzen dienten Winter-Weizen und Winter-Hafer mit welchen jeweils die N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung berechnet wurde.

Folgende Formel fand Anwendung:

$$N_{\text{fix-erw}} = (N_{\text{Leguminose Aufnahme Biomasse gesamt}} - N_{\text{Referenzpflanze Aufnahme Biomasse gesamt}}) + (N_{\text{min Leguminose}} - N_{\text{min Referenzpflanze}})$$

## 4.4 Statistische Auswertung

Die erhobenen Daten wurden mit dem Statistikprogramm SAS 9.2 ausgewertet. Eine Varianzanalyse (einfachen ANOVA) wurde durchgeführt und zur statistischen Unterscheidung die Mittelwerte auf ihre Signifikanz hin mit dem post-hoc-Test Student-Newman-Keuls-Test (SNK) untersucht. Für die grafische Darstellung der Daten wurde das Programm Sigma Plot 11.0 verwendet.

---

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Wetterdaten

Im Folgenden sind der Temperaturverlauf (Tagesmittelwerte) und die Niederschläge der Vegetationsperiode 2011 dargestellt. Die Niederschlagssumme betrug 260 mm und die Temperatursumme 2207° C während des Versuchszeitraumes vom 1. März bis 31. Juli. Zur Ermittlung der Wärmesumme wurden die Temperaturen der Tage mit einer Tagesdurchschnittstemperatur über 5° C herangezogen und die Beträge über der Basistemperatur von 5° C aufsummiert (Abbildung 2).

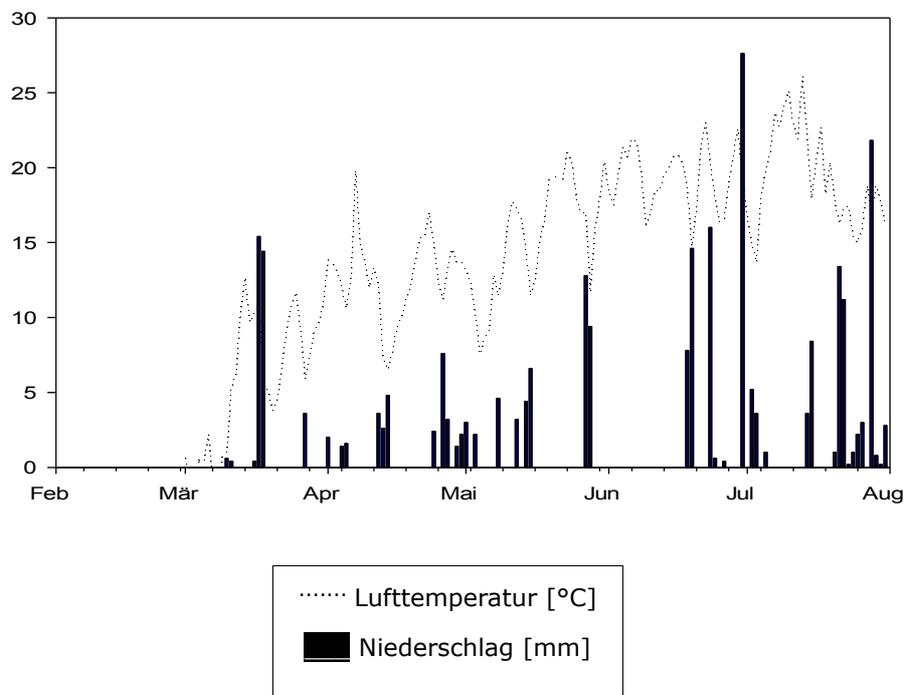


Abbildung 2: Niederschlagssumme und Temperaturmittelwert vom 1. März bis 31. Juli 2011

---

## 5.2 Europäisches Sortiment

### 5.2.1 Feldaufgang und Überwinterung

Beim Feldaufgang  $m^{-2}$  der europäischen Ackerbohnen-Sorten gab es keine signifikanten Unterschiede.

Bei der Überwinterung vom 17.03.2011 und 20.04.2011 waren signifikante Unterschiede vorhanden. Bei beiden Terminen hatte die Sorte Alameda eine Überwinterungsrate von 0 %. Sultan folgte mit 1 bzw. 2 % und Diver mit 7 bzw. 8 % Überwinterungsrate. Aufgrund der hohen Auswinterung dieser drei Sorten, wurden sie von der weiteren Darstellung der Ergebnisse herausgenommen. Die besten Überwinterungsraten hatten Hiverna mit 72 bzw. 73 % und Diva mit 65 bzw. 76 %. Eine Steigerung der Überwinterung vom 17.03.2011 zum 20.04.2011 war erkennbar, was darauf schließen ließ, dass auf Grund der sehr starken Schädigung der Pflanzen die Überwinterung beim ersten Zähltermin unterschätzt wurde (Tabelle 18).

*Tabelle 18: Feldaufgang ( $m^{-2}$ ) und Überwinterung (%) der Ackerbohnen (Europäisches Sortiment) (SNK,  $p < 0,05$ ,  $n=4$ )*

Sorte	Feldaufgang 23.11.2010 (n $m^{-2}$ )	Überwinterung 17.03.2011 (%)	Überwinterung 20.04.2011 (%)
Arthur	24 <sup>a</sup>	31 <sup>c</sup>	34 <sup>c</sup>
Sultan	21 <sup>a</sup>	1 <sup>e</sup>	2 <sup>d</sup>
Diva	20 <sup>a</sup>	65 <sup>a</sup>	76 <sup>a</sup>
Diver	23 <sup>a</sup>	7 <sup>de</sup>	8 <sup>d</sup>
Gladice	21 <sup>a</sup>	17 <sup>d</sup>	33 <sup>c</sup>
Hiverna	26 <sup>a</sup>	72 <sup>a</sup>	73 <sup>a</sup>
Husky	22 <sup>a</sup>	50 <sup>b</sup>	53 <sup>b</sup>
Lilly	22 <sup>a</sup>	49 <sup>b</sup>	58 <sup>b</sup>
Alameda	21 <sup>a</sup>	0 <sup>e</sup>	0 <sup>d</sup>
Alexia*	-	-	-

\* Sommer-Ackerbohne, Aussaat am 22.03.2011.

Es gab signifikante Unterschiede beim Feldaufgang ( $m^{-2}$ ) und der Überwinterung (%) beim Getreide. Die Überwinterungsrate des Weizens blieb bei beiden Terminen bei 98 %. Beim Hafer kam es jedoch zu einer Abnahme der Überwinterungsrate. Hierzu muss angemerkt werden, dass es beim Hafer beim ersten Zähltermin sehr schwer zu erkennen war, ob die Pflanzen abgestorben oder noch lebensfähig ist. Dies könnte die hier aufgezeigten Daten mit beeinflusst haben (Tabelle 19).

*Tabelle 19: Feldaufgang ( $m^{-2}$ ) und Überwinterung (%) von W-Weizen Xenos und W-Hafer Wiland (SNK,  $p < 0,05$ ,  $n = 4$ )*

Parameter	Einheit	W-Weizen Xenos	W-Hafer Wiland
Feldaufgang 23.11.2010	(n $m^{-2}$ )	282 <sup>a</sup>	235 <sup>b</sup>
Überwinterung 17.03.2011	(%)	98 <sup>a</sup>	66 <sup>b</sup>
Überwinterung 20.04.2011	(%)	98 <sup>a</sup>	56 <sup>b</sup>

### 5.2.2 BBCH-Entwicklungsstadien

Die Winter-Ackerbohnen des Europäischen Sortiments gingen beim Entwicklungsstadium BBCH 14 dem Stadium der Blattentwicklung mit dem 4. entfaltetem Laubblatt, in den Winter 2010/2011 (Daten nicht gezeigt). Die Entwicklung der Winter-Ackerbohnen mit Ausnahme der Sorte Arthur verlief unterschiedlich zur Sommer-Ackerbohne Alexia. Ende April befand sich Alexia noch im Makrostadium der Blattentwicklung, während die Winter-Ackerbohne schon beim Makrostadium Längenwachstum des Hauptsprosses waren. Die Erscheinung der Blütenanlagen am Hauptspross (Makrostadium 5) trat bei den Winter-Ackerbohnen schon Anfang Mai auf und bei Alexia erst Ende Mai. Zum Zeitpunkt der Fruchtbildung (Makrostadium 7) Anfang Juni hatte Alexia die verzögerte Entwicklung zum größten Teil aufgeholt. Sie befand sich von nun an im selben Makrostadium wie die Winter-Ackerbohnen.

Das Getreide ging in den Winter beim Entwicklungsstadium BBCH 11, dem Stadium der Blattentwicklung mit dem 1-Blatt-Stadium, wobei das erste Laubblatt entfaltet und die Spitze des zweiten Laubblattes sichtbar ist (Daten nicht gezeigt). Beim Getreide war zu erkennen, dass der Hafer bis Ende Juni mit der Entwicklung dem Weizen gegenüber hinterher war. Ende Mai befand sich der Weizen schon im Makrostadium 4 dem Ähren- und Rispen-schwellen, während der Hafer noch im Längenwachstum war. Zur Blüte (Makrostadium 6) und zur Fruchtentwicklung (Makrostadium 7) kam es beim Weizen früher als beim Hafer. Ende Juni kam es dann zu einer zügigeren Entwicklung bzw. Abreife des Hafers, wobei sich die beiden Arten nicht in unterschiedlichen Makrostadien befanden (Abbildung 3).

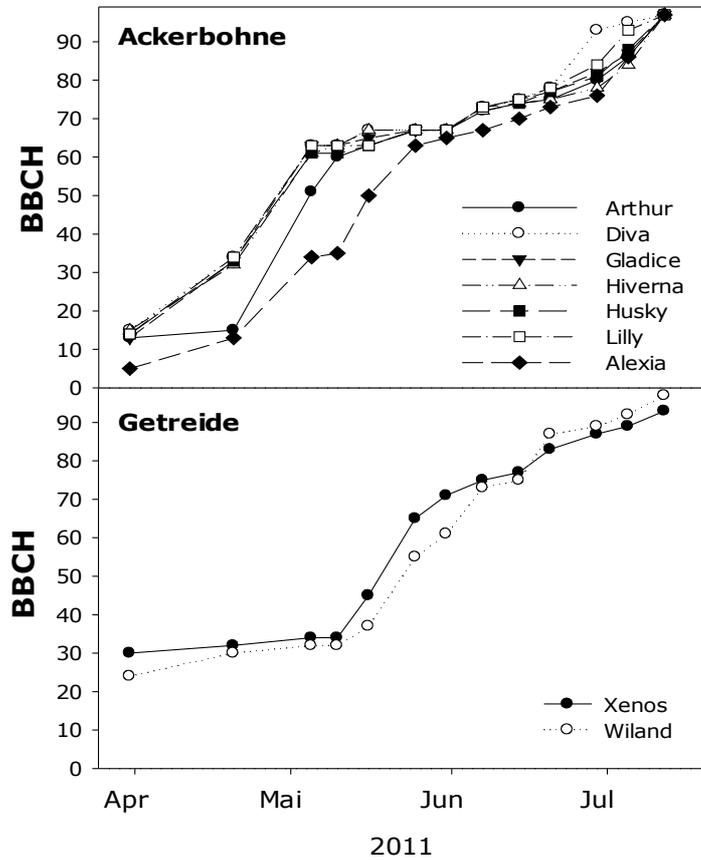


Abbildung 3: BBCH-Entwicklungsstadien des Europäischen Sortiments April bis August 2011

### 5.2.3 Bodendeckungsgrad

Bei den Ackerbohnen kam es 2010 noch zu einer geringen Zunahme des Bodendeckungsgrades, wobei dann nach dem Winter im März 2011 eine deutliche Abnahme zu vermerken war, was mit der Auswinterung zusammenhing. Die Sorte Hiverna entwickelte über den gesamten Zeitraum den größten Bodendeckungsgrad. Die Sommer-Ackerbohne Alexia, welche erst am 22.03.11 gesät wurde, entwickelte schnell einen hohen Bodendeckungsgrad und hatte schon am 05.05.11 höhere Werte als die Winter-Ackerbohnen Husky, Lilly, Arthur und Gladice.

Der Bodendeckungsgrad des Getreides von 2010 zeigte keine signifikanten Unterschiede auf. Erst nach dem Winter kam es im März 2011 zu deutlichen Unterschieden. Der Hafer Wiland fiel weit zurück, was mit der erfolgten hohen Auswinterung im Vergleich zum Weizen zu tun hatte. Ein zügiges Aufholen des Hafers mit der Bildung von oberirdischer Biomasse war zu erkennen, wobei es bis Anfang Mai noch zu signifikanten Unterschieden zwischen den beiden Getreidearten kam (Tabelle 20).

*Tabelle 20: Bodendeckungsgrad (%) des Europäischen Sortiments (November 2010 bis Mai 2011) (SNK,  $p < 0,05$ ,  $n=4$ )*

Sorten	2010		2011			
	17.11.	23.11.	22.03.	31.03.	20.04.	05.05.
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
W-Weizen Xenos*	6,3 <sup>a</sup>	10,8 <sup>a</sup>	8,8 <sup>a</sup>	25,3 <sup>a</sup>	76,9 <sup>a</sup>	80,0 <sup>a</sup>
W-Hafer Wiland*	4,8 <sup>a</sup>	8,3 <sup>a</sup>	0,7 <sup>b</sup>	3,7 <sup>b</sup>	36,9 <sup>b</sup>	60,3 <sup>b</sup>
Arthur	1,7 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	0,1 <sup>b</sup>	0,8 <sup>c</sup>	3,5 <sup>a</sup>	6,7 <sup>bc</sup>
Diva	0,8 <sup>d</sup>	2,1 <sup>b</sup>	0,5 <sup>ab</sup>	1,5 <sup>b</sup>	5,6 <sup>a</sup>	14,1 <sup>b</sup>
Gladice	1,1 <sup>cd</sup>	2,8 <sup>ab</sup>	0,3 <sup>ab</sup>	0,8 <sup>c</sup>	4,6 <sup>a</sup>	5,4 <sup>c</sup>
Hiverna	1,5 <sup>ab</sup>	3,0 <sup>a</sup>	0,6 <sup>a</sup>	2,0 <sup>a</sup>	9,2 <sup>a</sup>	23,5 <sup>a</sup>
Husky	1,3 <sup>bc</sup>	3,2 <sup>a</sup>	0,4 <sup>ab</sup>	1,3 <sup>b</sup>	4,4 <sup>a</sup>	12,0 <sup>bc</sup>
Lilly	1,4 <sup>ab</sup>	2,7 <sup>ab</sup>	0,3 <sup>ab</sup>	1,3 <sup>b</sup>	4,4 <sup>a</sup>	10,4 <sup>bc</sup>
Alexia	-	-	-	0,8 <sup>c</sup>	7,2 <sup>a</sup>	13,1 <sup>b</sup>

\* Getreide und Ackerbohnen wurden getrennt voneinander auf ihre Signifikanz hin untersucht.

## 5.2.4 Bestandeshöhe

Die Ackerbohnen zeigten bei der Bestandeshöhe signifikante Unterschiede zwischen den Sorten an allen Terminen. Sie hatten eine gleich verlaufende Entwicklung, bei welcher es Mitte Juni zum Höhepunkt kam. Danach nahm die Bestandeshöhe wieder ab, was mit der erfolgten Abreife sowie dem Schädlings- und Krankheitsbefall in Zusammenhang gebracht werden konnte. Den höchsten Bestand entwickelte Hiverna mit 100 cm und den niedrigsten Gladice mit 60 cm.

Beim Getreide kam es bis Anfang Juni zu einer signifikant unterschiedlichen Entwicklung der Bestandeshöhe. Hierbei hatte der Hafer eine geringere Entwicklung als der Weizen. Ab Mitte Juni waren dann keine signifikanten Unterschiede mehr vorhanden, eine geringe Abnahme der Bestandeshöhe fand statt und vor der Ernte lag die Bestandeshöhe der beiden Getreidearten bei 90 cm (Abbildung 4).

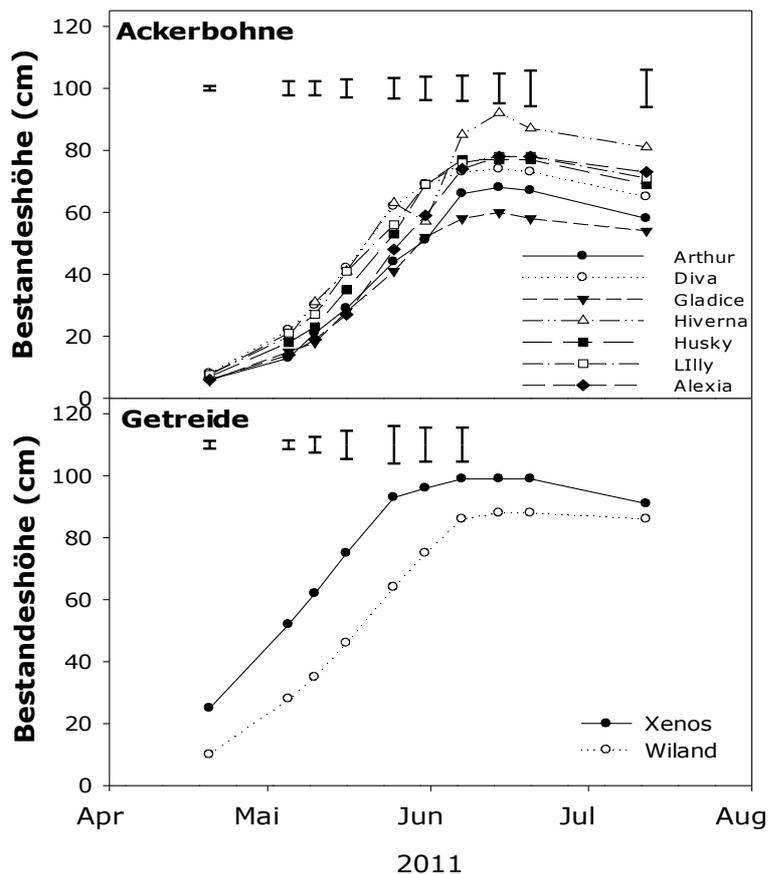


Abbildung 4: Bestandeshöhe (cm) des Europäischen Sortiments (April bis August 2011)

---

### 5.2.5 Ertrag

Bei der oberirdischen Biomasse vom 17.05.2011 kam es zu signifikanten Unterschieden. Hier wurde deutlich, wie die Überwinterungsrate die Bildung von Biomasse beeinflusst. Diva hatte mit  $100 \text{ g m}^{-2}$  die größte und Gladice mit  $11 \text{ g m}^{-2}$  die geringste Biomasse ausgebildet. Am 20.06.2011 waren dann keine signifikanten Unterschiede mehr vorhanden. Trotz unterschiedlicher Überwinterungsraten hatten die Pflanzen eine ähnliche oberirdische Biomasse  $\text{m}^{-2}$  ausgebildet. Bei der Ernte am 12.07.2011 waren dann wieder signifikante Unterschiede zu erkennen. Alexia hatte mit  $551 \text{ g m}^{-2}$  die größte und Gladice mit  $258 \text{ g m}^{-2}$  die geringste oberirdische Biomasse. Die Sommer-Ackerbohne hatte im Vergleich zu den Winter-Ackerbohnen eine vergleichbare und bessere Biomassebildung. Generell kam es zu einer Abnahme der oberirdischen Biomasse, was damit zusammenhing, dass viele Pflanzen schon sehr dürr und Blätter sowie Stängel abgefallen bzw. abgebrochen waren. Der sogenannte Blattabwurf der Ackerbohnen hatte schon eingesetzt. Offene und geplatze Hülsen waren noch nicht zu erkennen (Tabelle 21).

*Tabelle 21: Oberirdische Biomasse ( $\text{g m}^{-2}$ ) der Ackerbohnen (Europäisches Sortiment) (SNK,  $p < 0,05$ ,  $n=4$ )*

Sorte	Oberirdische Biomasse	Oberirdische Biomasse	Oberirdische Biomasse
	17.05.2011	20.06.2011	12.07.2011 = Ernte
	( $\text{g m}^{-2}$ )	( $\text{g m}^{-2}$ )	( $\text{g m}^{-2}$ )
Arthur	32 <sup>bc</sup>	479 <sup>a</sup>	386 <sup>ab</sup>
Diva	100 <sup>a</sup>	530 <sup>a</sup>	438 <sup>ab</sup>
Gladice	11 <sup>c</sup>	328 <sup>a</sup>	258 <sup>b</sup>
Hiverna	87 <sup>ab</sup>	587 <sup>a</sup>	463 <sup>ab</sup>
Husky	85 <sup>ab</sup>	489 <sup>a</sup>	338 <sup>ab</sup>
Lilly	83 <sup>ab</sup>	425 <sup>a</sup>	482 <sup>ab</sup>
Alexia	47 <sup>abc</sup>	489 <sup>a</sup>	551 <sup>a</sup>

Bei der oberirdischen Biomasse vom 17.05.2011 gab es einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Getreidearten. Der Hafer hatte deutlich weniger oberirdische Biomasse gebildet, was mit der Auswinterungsrate zusammenhängen kann. Bei der weiteren Erfassung der oberirdischen Biomasse kam es zu keinen signifikanten Unterschieden mehr. Der Hafer hatte an Trockenmasse zugenommen bzw. aufgeholt. Die BBCH-Entwicklungsstadien (Abbildung 3) verdeutlichten die verzögerte Entwicklung des Hafers bis Mitte Juni. Ab diesem Zeitpunkt waren Hafer und Weizen in glei-

chen Entwicklungsstadien und der Hafer wies keine signifikant geringere Biomasse mehr auf.

Bei der Aufteilung der oberirdischen Biomasse in Korn und Stroh kam es zu keinen signifikanten Unterschieden. Der Weizen hatte jedoch ein etwas höheres Gewicht beim Stroh und der Hafer ein gering höheres Gewicht beim Korn (Tabelle 22).

*Tabelle 22: Oberirdische Biomasse ( $g\ m^{-2}$ ) und Ertrag ( $g\ m^{-2}$ ) von W-Weizen Xenos und W-Hafer Wiland (SNK,  $p < 0,05$ ,  $n=4$ )*

Parameter	Einheit	W-Weizen Xenos	W-Hafer Wiland
Oberirdische Biomasse 17.05.2011	( $g\ m^{-2}$ )	507 <sup>a</sup>	274 <sup>b</sup>
Oberirdische Biomasse 20.06.2011	( $g\ m^{-2}$ )	925 <sup>a</sup>	918 <sup>a</sup>
Oberirdische Biomasse 05.07.2011 = Ernte	( $g\ m^{-2}$ )	869 <sup>a</sup>	835 <sup>a</sup>
Korn	( $g\ m^{-2}$ )	381 <sup>a</sup>	446 <sup>a</sup>
Stroh	( $g\ m^{-2}$ )	488 <sup>a</sup>	388 <sup>a</sup>

Bei den Ertragsparametern war gut zu erkennen, dass die Winter-Ackerbohnen trotz zum Teil starker Überwinterungsschäden im Vergleich zur Sommer-Ackerbohne mithalten konnten. Bei der Aufteilung der oberirdischen Biomasse in Korn, Hülse und Stroh kam es nur beim Stroh zu signifikanten Unterschieden. Das höchste Korngewicht hatte Lilly mit  $254\ g\ m^{-2}$  und das geringste Gladice mit  $138\ g\ m^{-2}$  sowie Arthur mit  $139\ g\ m^{-2}$ . Bei den Hülsen hatte ebenso Lilly mit  $81\ g\ m^{-2}$  das höchste Gewicht und Hiverna mit  $46\ g\ m^{-2}$  das geringste. Sehr wenig Stroh wies Gladice mit nur  $65\ g\ m^{-2}$  auf und eine hohe Strohbildung hatten Alexia mit  $268\ g\ m^{-2}$  und Hiverna mit  $267\ g\ m^{-2}$ . Ein Zusammenhang zwischen Überwinterungsrate und Kornertrag war nicht zu erkennen (Tabelle 23).

Tabelle 23: Ertrag ( $\text{g m}^{-2}$ ) der Ackerbohnen (Europäisches Sortiment) (SNK,  $p < 0,05$ ,  $n=4$ )

Sorte	Oberirdische Biomasse*	Korn	Hülse	Stroh
	( $\text{g m}^{-2}$ )	( $\text{g m}^{-2}$ )	( $\text{g m}^{-2}$ )	( $\text{g m}^{-2}$ )
Arthur	386 <sup>ab</sup>	139 <sup>a</sup>	48 <sup>a</sup>	198 <sup>ab</sup>
Diva	438 <sup>ab</sup>	244 <sup>a</sup>	73 <sup>a</sup>	119 <sup>bc</sup>
Gladice	258 <sup>b</sup>	138 <sup>a</sup>	53 <sup>a</sup>	65 <sup>c</sup>
Hiverna	463 <sup>ab</sup>	147 <sup>a</sup>	46 <sup>a</sup>	267 <sup>a</sup>
Husky	338 <sup>ab</sup>	166 <sup>a</sup>	47 <sup>a</sup>	123 <sup>bc</sup>
Lilly	482 <sup>ab</sup>	254 <sup>a</sup>	81 <sup>a</sup>	146 <sup>bc</sup>
Alexia	551 <sup>a</sup>	211 <sup>a</sup>	67 <sup>a</sup>	268 <sup>a</sup>

\*vom 12.07.2011 (Erntetermin)

Bei der Aufteilung der oberirdischen Biomasse hatten alle Parameter signifikante Unterschiede. Die höchsten Kornanteile hatten Diva (56 %), Gladice (54 %), Lilly (52 %) und Husky (49 %), während umgekehrt die anderen Sorten die höchsten Strohanteile hatten Hiverna (58 %), Arthur (50 %) und Alexia (49 %). Bei den Hülsen waren die Ergebnisse nicht so eindeutig erkennbar. Ihr Anteil schwankte von 10 % bei Hiverna bis 21 % bei Gladice. Der Harvest Index lag zwischen 32 % und 56 % (Tabelle 24).

Tabelle 24: Aufteilung der oberirdischen Biomasse (%) der Ackerbohnen (Europäisches Sortiment) (SNK,  $p < 0,05$ ,  $n=4$ )

Sorte	Korn*	Hülsen	Stroh
	(%)	(%)	(%)
Arthur	37 <sup>b</sup>	13 <sup>c</sup>	50 <sup>a</sup>
Diva	56 <sup>a</sup>	17 <sup>b</sup>	27 <sup>b</sup>
Gladice	54 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>	25 <sup>b</sup>
Hiverna	32 <sup>b</sup>	10 <sup>d</sup>	58 <sup>a</sup>
Husky	49 <sup>a</sup>	14 <sup>c</sup>	37 <sup>b</sup>
Lilly	52 <sup>a</sup>	17 <sup>b</sup>	31 <sup>b</sup>
Alexia	39 <sup>b</sup>	12 <sup>c</sup>	49 <sup>a</sup>

\* Anteil des Kornes entspricht dem Harvest Index

## 5.2.6 Ertragsstruktur

Bei der Ertragsstruktur zeigten die Parameter Anzahl Pflanzen  $m^{-2}$ , Anzahl Triebe  $m^{-2}$ , Anzahl Triebe Pflanze $^{-1}$ , Anzahl Hülsen  $m^{-2}$  und Anzahl Hülsen Trieb $^{-1}$ , mit Ausnahme des Parameters Anzahl Hülsen Pflanze $^{-1}$ , signifikante Unterschiede zwischen den Sorten. Bei der Pflanzenanzahl  $m^{-2}$  hatte Alexia 25 Pflanzen, was der Saatstärke entsprach und die nicht erfolgte Auswinterung wiedergab. Bei den Winter-Ackerbohnen hatte Hiverna mit 18 Pflanzen  $m^{-2}$  die höchste Pflanzendichte, während Gladice mit nur 6 Pflanzen  $m^{-2}$  die niedrigste aufwies.

Bei den Trieben wiesen Alexia mit 46 Trieben und Hiverna mit 44 Trieben die höchste Triebdichte auf, während Gladice mit nur 13 Stück die geringste hatte. Diese Werte lassen sich auf die unterschiedliche Pflanzendichte der Sorten zurückführen. Bei der Bestockung, der Anzahl Triebe Pflanze $^{-1}$ , hatte Arthur mit 3 Stück den höchsten Wert und Alexia mit 1,8 Stück den niedrigsten.

Bei Betrachtung der Anzahl Hülsen  $m^{-2}$  hatte Alexia mit 384 Stück die meisten, während Gladice die wenigsten Hülsen mit 128 Stück hatte. Die Hülsenanzahl Pflanze $^{-1}$  schwankte zwischen 16 und 21 Stück. Bei den Hülsen Trieb $^{-1}$  hatten Lilly und Gladice mit jeweils 10 Stück die höchste und Hiverna mit 5 Stück die niedrigste Anzahl (Tabelle 25).

*Tabelle 25: Ertragsstruktur: Pflanzen, Triebe und Hülsen der Ackerbohnen (Europäisches Sortiment) (SNK,  $p < 0,05$ ,  $n = 4$ )*

Sorte	Triebe			Hülsen		
	Pflanzen ( $n m^{-2}$ )	( $n m^{-2}$ )	( $n Pflanze^{-1}$ )	( $n m^{-2}$ )	( $n Pflanze^{-1}$ )	( $n Trieb^{-1}$ )
Arthur	7 <sup>cd</sup>	26 <sup>b</sup>	3,0 <sup>a</sup>	161 <sup>bc</sup>	19 <sup>a</sup>	6 <sup>bc</sup>
Diva	14 <sup>bc</sup>	31 <sup>b</sup>	2,2 <sup>b</sup>	249 <sup>b</sup>	18 <sup>a</sup>	8 <sup>ab</sup>
Gladice	6 <sup>d</sup>	13 <sup>c</sup>	2,1 <sup>b</sup>	128 <sup>c</sup>	21 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
Hiverna	18 <sup>b</sup>	44 <sup>a</sup>	2,5 <sup>ab</sup>	221 <sup>b</sup>	13 <sup>a</sup>	5 <sup>c</sup>
Husky	10 <sup>cd</sup>	23 <sup>b</sup>	2,2 <sup>b</sup>	158 <sup>bc</sup>	16 <sup>a</sup>	7 <sup>bc</sup>
Lilly	11 <sup>cd</sup>	24 <sup>b</sup>	2,1 <sup>b</sup>	232 <sup>b</sup>	21 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>
Alexia	25 <sup>a</sup>	46 <sup>a</sup>	1,8 <sup>b</sup>	384 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	8 <sup>ab</sup>

Bei den Parametern TKG, Anzahl Körner  $m^{-2}$ , Anzahl Körner Pflanzen $^{-1}$ , Anzahl Körner Trieb $^{-1}$  und Anzahl Körner Hülse $^{-1}$  kam es zu signifikanten Unterschieden zwischen den Sorten, die sich wie folgt darstellten: Das TKG der Ackerbohnen fiel 2011 im Vergleich zum verwendeten Saatgut niedrig aus, was auf die schnelle krankheitsbedingte Abreife zurückzuführen war. Das höchste TKG hatte Gladice mit 374 g und das niedrigste

Alexia mit 204 g.

Bei der Anzahl Körner  $m^{-2}$  hatte Alexia mit 1028 Stück die meisten. Ein Zusammenhang zwischen der Pflanzenanzahl  $m^{-2}$  und der Kornanzahl  $m^{-2}$  sowie dem TKG und der Kornanzahl  $m^{-2}$  war hier zu erkennen. Bei den Winter-Ackerbohnen hatte Diva mit 719 Körnern  $m^{-2}$  die höchste Anzahl und Gladice mit nur 367 Körnern  $m^{-2}$  die geringste. Bei der Anzahl Körner Pflanze $^{-1}$  hatte Lilly mit 62 Stück die meisten und Hiverna mit nur 28 Stück die geringste. Der Parameter Körner Trieb $^{-1}$  gab die gleiche Verteilung wieder, wobei Lilly 29 Körner und Hiverna nur 11 Körner hatten. Die Anzahl der Körner Hülse $^{-1}$  variierte leicht. Generell war dieser Parameter gering ausgefallen, was auf die hohe Anzahl, jedoch vom Ertrag her unbedeutenden, Schmachtkörner zurückzuführen war (Tabelle 26).

*Tabelle 26: Ertragsstruktur: TKG und Körner der Ackerbohnen (Europäisches Sortiment) (SNK,  $p < 0,05$ ,  $n = 4$ )*

Sorte	TKG (g)	Körner			
		(n $m^{-2}$ )	(n Pflanze $^{-1}$ )	(n Trieb $^{-1}$ )	(n Hülse $^{-1}$ )
Arthur	359 <sup>a</sup>	386 <sup>c</sup>	46 <sup>ab</sup>	15 <sup>cd</sup>	2,3 <sup>ab</sup>
Diva	338 <sup>ab</sup>	719 <sup>b</sup>	52 <sup>ab</sup>	23 <sup>ab</sup>	2,8 <sup>a</sup>
Gladice	374 <sup>a</sup>	367 <sup>c</sup>	59 <sup>a</sup>	27 <sup>a</sup>	2,8 <sup>a</sup>
Hiverna	294 <sup>b</sup>	486 <sup>bc</sup>	28 <sup>b</sup>	11 <sup>d</sup>	2,1 <sup>b</sup>
Husky	367 <sup>a</sup>	449 <sup>bc</sup>	45 <sup>ab</sup>	19 <sup>bc</sup>	2,8 <sup>a</sup>
Lilly	365 <sup>a</sup>	682 <sup>b</sup>	62 <sup>a</sup>	29 <sup>a</sup>	2,9 <sup>a</sup>
Alexia	204 <sup>c</sup>	1028 <sup>a</sup>	42 <sup>ab</sup>	23 <sup>ab</sup>	2,6 <sup>a</sup>

Beim Harvest Index des Getreides gab es einen signifikanten Unterschied mit 54 % bei Hafer und 44 % bei Weizen. Bei der Anzahl Pflanzen  $m^{-2}$  gab es keinen signifikanten Unterschied. Die Anzahl Ähren tragender Halme  $m^{-2}$  wies ebenfalls keinen signifikanten Unterschied auf. Auch bei der Bestockungsrate, die bei 2,5 bei Weizen und bei 2,7 beim Hafer lag, gab es keinen signifikanten Unterschied. Einen signifikanten Unterschied hatte das TKG. Die drei Parametern der Körner hatten signifikante Unterschiede, wobei immer der Hafer einen höheren Wert aufwies (Tabelle 27).

Tabelle 27: Ertragsstruktur von W-Weizen Xenos und W-Hafer Wiland (SNK,  $p < 0,05$ ,  $n=4$ )

Parameter	Einheit	W-Weizen Xenos	W-Hafer Wiland
Harvest Index	(%)	44 <sup>b</sup>	54 <sup>a</sup>
Pflanzen	(n m <sup>-2</sup> )	138 <sup>a</sup>	111 <sup>a</sup>
Ähren tragende Halme	(n m <sup>-2</sup> )	333 <sup>a</sup>	290 <sup>a</sup>
	(n Pflanze <sup>-1</sup> )	2,5 <sup>a</sup>	2,7 <sup>a</sup>
TKG	(g)	40 <sup>a</sup>	28 <sup>b</sup>
Körner	(n m <sup>-2</sup> )	9556 <sup>b</sup>	15997 <sup>a</sup>
	(n Pflanze <sup>-1</sup> )	71 <sup>b</sup>	148 <sup>a</sup>
	(n Ähren <sup>-1</sup> )	29 <sup>b</sup>	55 <sup>a</sup>

### 5.2.7 Stickstoffgehalt und -ertrag

Der Stickstoffgehalt bei Korn, Hülse und Stroh wies keine signifikanten Unterschiede zwischen den Sorten auf. Die höchsten Werte des Stickstoffgehalts waren beim Korn. Bei den Hülsen waren sie etwas niedriger als beim Stroh. Beim N-Ertrag kam es nur beim Stroh zu signifikanten Unterschieden. Beim Gesamtstickstoffertrag hatte Gladice mit 8,7 g m<sup>-2</sup> den geringsten und Alexia mit 14,9 g m<sup>-2</sup> den höchsten N-Ertrag. Beim N-Ertrag des Strohs war besonders der hohe Wert bei Hiverna und Alexia auffallend. Der N-Harvest Index war ebenso signifikant verschieden, wobei Hiverna mit nur 0,51 % den geringsten aufwies und Diva mit 0,79 % den höchsten.

Der N-Ertrag der Winter-Ackerbohnen zu jenem der Sommer-Ackerbohne unterschied sich nicht signifikant (Tabelle 28).

*Tabelle 28: N-Gehalt (%), N-Ertrag (m<sup>-2</sup>) und N-Harvest Index der Ackerbohnen (Europäisches Sortiment) (SNK, p<0,05, n=4)*

Sorte	N-Gehalt			N-Ertrag				N-Harvest Index
	Korn (%)	Hülse (%)	Stroh (%)	Korn (g m <sup>-2</sup> )	Hülse (g m <sup>-2</sup> )	Stroh (g m <sup>-2</sup> )	Gesamt (g m <sup>-2</sup> )	
Arthur	4,5 <sup>a</sup>	1,4 <sup>a</sup>	1,8 <sup>a</sup>	6,3 <sup>a</sup>	0,7 <sup>a</sup>	3,8 <sup>ab</sup>	10,8 <sup>a</sup>	0,59 <sup>bc</sup>
Diva	4,7 <sup>a</sup>	1,5 <sup>a</sup>	1,6 <sup>a</sup>	11,5 <sup>a</sup>	1,0 <sup>a</sup>	1,9 <sup>bc</sup>	14,6 <sup>a</sup>	0,79 <sup>a</sup>
Gladice	4,7 <sup>a</sup>	1,5 <sup>a</sup>	1,9 <sup>a</sup>	6,6 <sup>a</sup>	0,8 <sup>a</sup>	1,2 <sup>c</sup>	8,7 <sup>a</sup>	0,75 <sup>ab</sup>
Hiverna	4,6 <sup>a</sup>	1,8 <sup>a</sup>	1,9 <sup>a</sup>	6,8 <sup>a</sup>	0,7 <sup>a</sup>	5,3 <sup>a</sup>	12,9 <sup>a</sup>	0,51 <sup>c</sup>
Husky	4,6 <sup>a</sup>	1,4 <sup>a</sup>	1,7 <sup>a</sup>	7,6 <sup>a</sup>	0,8 <sup>a</sup>	2,0 <sup>bc</sup>	10,4 <sup>a</sup>	0,72 <sup>ab</sup>
Lilly	4,4 <sup>a</sup>	1,3 <sup>a</sup>	1,6 <sup>a</sup>	11,2 <sup>a</sup>	1,1 <sup>a</sup>	2,5 <sup>bc</sup>	14,8 <sup>a</sup>	0,75 <sup>ab</sup>
Alexia	4,3 <sup>a</sup>	1,6 <sup>a</sup>	1,7 <sup>a</sup>	9,1 <sup>a</sup>	1,1 <sup>a</sup>	4,6 <sup>a</sup>	14,9 <sup>a</sup>	0,61 <sup>bc</sup>

Der Hafer hatte einen signifikant höheren N-Gehalt im Korn als der Weizen, der N-Gehalt im Stroh unterschied sich nicht signifikant zwischen den Arten. Der N-Ertrag im Korn und der gesamten oberirdischen Biomasse war bei Hafer größer als bei Weizen. Einen signifikanten Unterschied gab es hierbei nur beim N-Ertrag des Kornes. Kein Unterschied war beim N-Ertrag des Strohs vorhanden. Hafer hatte einen signifikant höheren N-Harvest Index als Weizen (Tabelle 29).

*Tabelle 29: N-Gehalt (%), N-Ertrag (g m<sup>-2</sup>) und N-Harvest Index von W-Weizen Xenos und W-Hafer Wiland (SNK, p<0,05, n=4)*

Sorte	N-Gehalt		N-Ertrag			N-Harvest Index
	Korn (%)	Stroh (%)	Korn (g m <sup>-2</sup> )	Stroh (g m <sup>-2</sup> )	Gesamt (g m <sup>-2</sup> )	
W-Weizen Xenos	1,6 <sup>b</sup>	0,6 <sup>a</sup>	6,3 <sup>b</sup>	2,5 <sup>a</sup>	8,8 <sup>a</sup>	0,73 <sup>b</sup>
W-Hafer Wiland	2,0 <sup>a</sup>	0,4 <sup>a</sup>	9,2 <sup>a</sup>	1,4 <sup>a</sup>	10,7 <sup>a</sup>	0,86 <sup>a</sup>

---

### 5.2.8 N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung

Der NO<sub>3</sub>-N Gehalt des Bodens unterschied sich nach der Kornernte nicht signifikant bei den Parzellen der Ackerbohnen und des Getreides. Auch bei der N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung mit den Referenzpflanzen Weizen und Hafer ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Somit kann von einer gleichen N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung der Sorten ausgegangen werden. Ein Unterschied zwischen Winter-Ackerbohnen und Sommer-Ackerbohne wurde nicht festgestellt.

Die unterschiedlichen Referenzpflanzen beeinflussten rechnerisch die N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung der Ackerbohnen geringfügig. Bei der Referenzpflanze Weizen kam es zu etwas höheren Werten der N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung (Tabelle 30).

*Tabelle 30: NO<sub>3</sub>-N (nach der Kornernte) (g m<sup>-2</sup>) und N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung (g m<sup>-2</sup>) (erweiterte Differenzmethode) unter Berücksichtigung der Referenzpflanzen Winter-Weizen und Winter-Hafer (SNK, p<0,05, n=4)*

Sorte	NO <sub>3</sub> -N (g m <sup>-2</sup> )	N <sub>-fix</sub> Referenz Weizen (g m <sup>-2</sup> )	N <sub>-fix</sub> Referenz Hafer (g m <sup>-2</sup> )
Arthur	4,8 <sup>a</sup>	4,9 <sup>a</sup>	3,3 <sup>a</sup>
Diva	6,7 <sup>a</sup>	10,7 <sup>a</sup>	9,0 <sup>a</sup>
Gladice	6,7 <sup>a</sup>	4,8 <sup>a</sup>	3,1 <sup>a</sup>
Hiverna	4,2 <sup>a</sup>	6,5 <sup>a</sup>	4,8 <sup>a</sup>
Husky	4,3 <sup>a</sup>	4,1 <sup>a</sup>	2,4 <sup>a</sup>
Lilly	5,4 <sup>a</sup>	9,5 <sup>a</sup>	7,8 <sup>a</sup>
Alexia	3,8 <sup>a</sup>	8,0 <sup>a</sup>	6,3 <sup>a</sup>
W-Weizen Xenos	1,8 <sup>a</sup>	-	-
W-Hafer Wiland	1,6 <sup>a</sup>	-	-

---

## 5.3 Göttinger Sortiment

### 5.3.1 Feldaufgang und Überwinterung

Es gab keinen signifikanten Unterschied beim Feldaufgang  $m^{-2}$  der Göttinger Linien. Bei der Aufnahme der Überwinterung am 17.03.2011 hatte Côte d'Or/1 mit 86 % die höchste Überwinterungsrate und Seif-069 mit 36 % die geringste. Bei der zweiten Messung der Überwinterung vom 20.04.2011 hatte ebenso Côte d'Or/1 mit 90 % die höchste, Scout mit 45 % und Seif-069 mit 47 % die geringsten Überwinterungsraten. Signifikante Unterschiede der Überwinterung waren an beiden Terminen vorhanden. Es kam zu einer Steigerung der Überwinterungsrate. Somit wurde bei der ersten Zählung auf Grund der starken Schädigung der Pflanzen die Überwinterung unterschätzt, da bei der Zählung vom 17.03.2011 einige Pflanzen als abgestorben angenommen wurden, es sich jedoch herausstellte, dass diese bei der Zählung vom 20.04.2011 doch noch lebten bzw. grüne Pflanzenteile vorwiesen. Zum Zeitpunkt der ersten Zählung der Überwinterung konnte noch nicht auf die tatsächliche Überwinterungsrate geschlossen werden (Tabelle 31).

*Tabelle 31: Feldaufgang ( $m^{-2}$ ) und Überwinterung (%) des Göttinger Sortiments (SNK,  $p < 0,05$ ,  $n=4$ )*

Linien	Feldaufgang 23.11.2010 ( $n m^{-2}$ )	Überwinterung 17.03.2011 (%)	Überwinterung 20.04.2011 (%)
Seif-069	25 <sup>a</sup>	36 <sup>d</sup>	47 <sup>c</sup>
Scout	25 <sup>a</sup>	44 <sup>cd</sup>	45 <sup>c</sup>
(Côte d'OrxBPL)-52-3	18 <sup>a</sup>	58 <sup>bc</sup>	61 <sup>bc</sup>
Seif-151	21 <sup>a</sup>	71 <sup>ab</sup>	72 <sup>ab</sup>
W:Syn4	25 <sup>a</sup>	68 <sup>ab</sup>	74 <sup>ab</sup>
Côte d'Or/1	23 <sup>a</sup>	86 <sup>a</sup>	90 <sup>a</sup>

---

### 5.3.2 BBCH-Entwicklungsstadien

Die Winter-Ackerbohnen sind mit dem Entwicklungsstadium BBCH 14, dem Stadium der Blattentwicklung mit dem 4. Laubblatt entfaltet in den Winter 2010/2011 gegangen (Daten nicht dargestellt). Im Frühjahr waren Seif-069 und Scout in der Entwicklung langsamer als die anderen Linien. Ab Juni bis zur Ernte ist die Entwicklung aller Linien dann gleich verlaufen. Die Linien befanden sich bei den jeweiligen Erhebungsterminen im gleichem Makrostadium, jedoch nicht an den selben Positionen des betreffenden Stadiums (Abbildung 5).

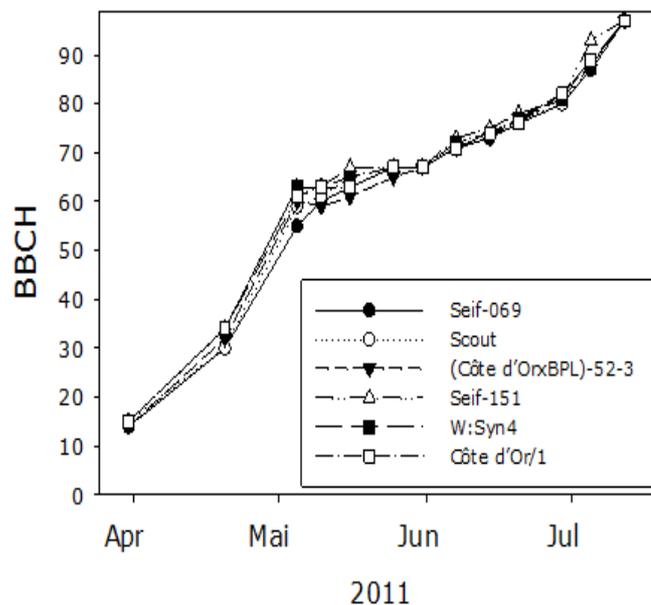


Abbildung 5: BBCH-Entwicklungsstadien des Göttinger Sortiments April bis August 2011

### 5.3.3 Bodendeckungsgrad

Die Linien des Göttinger Sortiments zeigten an allen Terminen signifikante Unterschiede beim Bodendeckungsgrad. Beim Vergleich der Ergebnisse von 2010 zu 2011 war die Schädigung durch Frost und dem damit verbundenen Verlust an grüner Biomasse durch eine Abnahme der Werte zu erkennen. Nach dem überstandenen Winter kam es dann 2011 recht schnell zur stetigen Zunahme der oberirdischen Biomasse (Bodendeckung). Am raschesten entwickelte sich die Linie Côte d'Or/1 und am langsamsten die Linien Seif-069 und Scout. Ein Zusammenhang zwischen Bodendeckungsgrad und Überwinterungsrate war zu erkennen (Tabelle 32).

*Tabelle 32: Bodendeckungsgrad (%) des Göttinger Sortiments (November 2010 bis Mai 2011) (SNK,  $p < 0,05$ ,  $n=4$ )*

Linien	2010		2011			
	17.11.	23.11.	22.03.	31.03.	20.04.	05.05.
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Seif-069	0,9 <sup>b</sup>	3,3 <sup>b</sup>	0,2 <sup>c</sup>	1,1 <sup>c</sup>	5,5 <sup>c</sup>	11,2 <sup>c</sup>
Scout	1,8 <sup>a</sup>	3,9 <sup>ab</sup>	0,5 <sup>abc</sup>	1,2 <sup>c</sup>	5,9 <sup>bc</sup>	8,7 <sup>c</sup>
(Côte d'OrxBPL)-52-3	1,3 <sup>b</sup>	3,0 <sup>b</sup>	0,8 <sup>ab</sup>	1,7 <sup>bc</sup>	7,3 <sup>abc</sup>	12,1 <sup>c</sup>
Seif-151	1,1 <sup>b</sup>	3,3 <sup>b</sup>	0,4 <sup>bc</sup>	1,6 <sup>bc</sup>	7,5 <sup>abc</sup>	18,8 <sup>ab</sup>
W:Syn4	1,9 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>	0,5 <sup>abc</sup>	2,0 <sup>ab</sup>	8,2 <sup>ab</sup>	14,8 <sup>bc</sup>
Côte d'Or/1	1,1 <sup>b</sup>	3,0 <sup>b</sup>	0,8 <sup>a</sup>	2,4 <sup>a</sup>	8,9 <sup>a</sup>	21,8 <sup>a</sup>

---

### 5.3.4 Bestandeshöhe

Die Entwicklung der Bestandeshöhe verlief bei allen Linien gleich. Es kam zu einer kontinuierlichen Zunahme der Bestandeshöhe bis Mitte Juni, die dort ihren Höhepunkt hatte und dann wieder abnahm. Die Abnahme der Bestandeshöhe hing mit der eintretenden Abreife sowie dem Schädlings- und Krankheitsbefall zusammen. Signifikante Unterschiede zwischen den Linien waren an allen Terminen vorhanden. Die Linien W:Syn4 und Côte d'Or/1 bildeten den höchsten, während die Linien Scout und Seif-151 den niedrigsten Bestand bildeten (Abbildung 6).

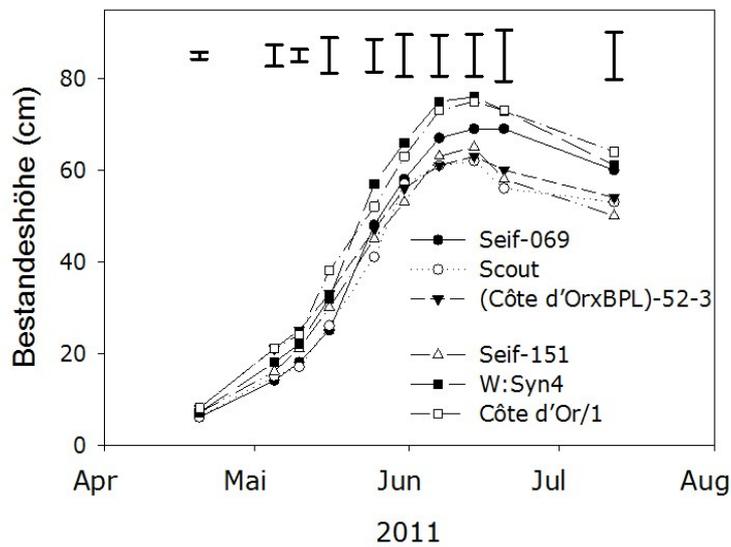


Abbildung 6: Bestandeshöhe (cm) des Göttinger Sortiments (April bis August 2011)

---

### 5.3.5 Ertrag

Der Ertrag der oberirdischen Biomasse vom 12.07.2011 wies keinen signifikanten Unterschied zwischen den Linien auf. Den höchsten Ertrag hatte W:Syn4 mit  $479 \text{ g m}^{-2}$  und den geringsten (Côte d'OrxBPL)-52-3 mit  $293 \text{ g m}^{-2}$ . Bei der Aufsplittung der oberirdischen Biomasse in Korn, Hülse und Stroh kam es nur beim Stroh zu signifikanten Unterschieden. Hierbei hatten W:Syn4 und Côte d'Or/1 mit  $197 \text{ g m}^{-2}$  die höchste sowie Scout und Seif-151 mit jeweils  $102 \text{ g m}^{-2}$  die geringste Strohbildung. Das höchste Gewicht der Hülsen hatte W:Syn4 mit  $69 \text{ g m}^{-2}$  und das geringste Scout mit  $43 \text{ g m}^{-2}$ . Beim Kornertrag hatte ebenfalls W:Syn4 mit  $211 \text{ g m}^{-2}$  das höchste Gewicht, während Côte d'Or/1 mit  $125 \text{ g m}^{-2}$  das niedrigste aufwies. Ein Zusammenhang zwischen der Überwinterung und der oberirdischen Biomasse bzw. dem Kornertrag war nicht zu erkennen (Tabelle 33).

*Tabelle 33: Oberirdische Biomasse ( $\text{m}^{-2}$ ) und Ertrag ( $\text{m}^{-2}$ ) des Göttinger Sortiments (SNK,  $p < 0,05$ ,  $n=4$ )*

Linien	Oberirdische Biomasse ( $\text{g m}^{-2}$ )	Korn ( $\text{g m}^{-2}$ )	Hülse ( $\text{g m}^{-2}$ )	Stroh ( $\text{g m}^{-2}$ )
Seif-069	386 <sup>a</sup>	178 <sup>a</sup>	52 <sup>a</sup>	154 <sup>ab</sup>
Scout	298 <sup>a</sup>	151 <sup>a</sup>	43 <sup>a</sup>	102 <sup>b</sup>
(Côte d'OrxBPL)-52-3	293 <sup>a</sup>	134 <sup>a</sup>	51 <sup>a</sup>	105 <sup>b</sup>
Seif-151	343 <sup>a</sup>	187 <sup>a</sup>	53 <sup>a</sup>	102 <sup>b</sup>
W:Syn4	479 <sup>a</sup>	211 <sup>a</sup>	69 <sup>a</sup>	197 <sup>a</sup>
Côte d'Or/1	389 <sup>a</sup>	125 <sup>a</sup>	63 <sup>a</sup>	197 <sup>a</sup>

Die Aufteilung der oberirdischen Biomasse in Prozent ergab bei jedem Parameter signifikante Unterschiede. Côte d'Or/1 mit 32 % hatte den geringsten Kornanteil und mit 51 % den höchsten Strohanteil. Eine entgegengesetzte Aufteilungen wiesen Seif-151 und Scout auf. Seif-151 hatte mit 55 % und Scout mit 51 % den höchsten Anteil an Körnern, während Seif-151 nur einen Strohanteil von 30 % und Scout einen von 35 % bildeten. Der Hülsenanteil variierte zwischen 14 % und 17 %. Dieser hatte somit keinen erkennbaren Einfluss auf die Kornbildungsmenge, wohingegen es bei einem vermehrten Strohanteil der Pflanze zu einer geringeren Kornbildung kam. Der Harvest Index der Göttinger Linien lag zwischen 55 % und 32 % und wies signifikante Unterschiede auf (Tabelle 34).

Tabelle 34: Aufteilung der oberirdischen Biomasse (%) des Göttinger Sortiments (SNK,  $p < 0,05$ ,  $n=4$ )

Linien	Korn*	Hülse	Stroh
	(%)	(%)	(%)
Seif-069	46 <sup>b</sup>	14 <sup>d</sup>	40 <sup>b</sup>
Scout	51 <sup>ab</sup>	14 <sup>cd</sup>	35 <sup>bc</sup>
(Côte d'OrxBPL)-52-3	46 <sup>b</sup>	17 <sup>a</sup>	36 <sup>bc</sup>
Seif-151	55 <sup>a</sup>	16 <sup>bc</sup>	30 <sup>c</sup>
W:Syn4	44 <sup>b</sup>	14 <sup>cd</sup>	42 <sup>b</sup>
Côte d'Or/1	32 <sup>c</sup>	16 <sup>b</sup>	51 <sup>a</sup>

\* Anteil Korn entspricht dem Harvest Index

### 5.3.6 Ertragsstruktur

Die Ertragsstruktur von Tabelle 35 zeigte bei allen Parametern signifikante Unterschiede zwischen den Linien, die sich wie folgt darstellten: bei der Pflanzenanzahl  $m^{-2}$  hatte (Côte d'OrxBPL)-52-3 mit nur 10 Pflanzen die geringste, während Côte d'Or/1 mit 18 Pflanzen die höchste Pflanzendichte aufwies.

Bei den Trieben wies Côte d'Or/1 mit 55 Trieben  $m^{-2}$  die höchste Triebdichte auf. Scout mit 26 und Seif-069 mit 28 Trieben  $m^{-2}$  hatten die geringste Triebdichte. Bei der Anzahl Triebe Pflanze<sup>-1</sup>, der sogenannten Bestockung, hatte (Côte d'OrxBPL)-52-3 mit 3,6 und Côte d'Or/1 mit 3,1 die höchste und Seif-151 mit 2,3 sowie Scout und Seif-069 mit jeweils 2,4 die geringste Bestockung.

Die Hülsenanzahl  $m^{-2}$  variierte von hülsenreichen Linien wie W:Syn4 mit 285 Stück und Linien mit geringer Hülsenanzahl wie Seif-151 mit 154 Stück. Betrachtet man die Hülsenanzahl Pflanze<sup>-1</sup> hatte Seif-151 mit 11 Stück die geringste Anzahl an Hülsen, während (Côte d'OrxBPL)-52-3 mit 19 und W:Syn4 mit 18 Stück die meisten Hülsen Pflanze<sup>-1</sup> hatten. Die Hülsenanzahl Trieb<sup>-1</sup> war bei Seif-069 mit 6,8 am höchsten und bei Seif-151 mit 4,4 am niedrigsten. Die Linie Seif-151 war bei der Ertragsstruktur der Hülsen besonders auffallend, da diese in allen Bereichen die geringste Anzahl hatte. Bei den anderen Linien war das Ergebnis nicht so eindeutig (Tabelle 35).

*Tabelle 35: Ertragsstruktur: Pflanzen, Triebe und Hülsen des Göttinger Sortiments (SNK,  $p < 0,05$ ,  $n = 4$ )*

Linien	Pflanzen (n m <sup>-2</sup> )	Triebe		Hülsen		
		(n m <sup>-2</sup> )	(n Pflanze <sup>-1</sup> )	(n m <sup>-2</sup> )	(n Pflanze <sup>-1</sup> )	(n Trieb <sup>-1</sup> )
Seif-069	12 <sup>ab</sup>	28 <sup>c</sup>	2,4 <sup>b</sup>	193 <sup>bc</sup>	17 <sup>ab</sup>	6,8 <sup>a</sup>
Scout	11 <sup>ab</sup>	26 <sup>c</sup>	2,4 <sup>b</sup>	165 <sup>c</sup>	15 <sup>ab</sup>	6,3 <sup>a</sup>
(Côte d'OrxBPL)-52-3	10 <sup>b</sup>	35 <sup>bc</sup>	3,6 <sup>a</sup>	181 <sup>bc</sup>	19 <sup>a</sup>	5,3 <sup>ab</sup>
Seif-151	15 <sup>ab</sup>	35 <sup>bc</sup>	2,3 <sup>b</sup>	154 <sup>c</sup>	11 <sup>b</sup>	4,4 <sup>b</sup>
W:Syn4	17 <sup>a</sup>	44 <sup>ab</sup>	2,7 <sup>b</sup>	285 <sup>a</sup>	18 <sup>ab</sup>	6,5 <sup>a</sup>
Côte d'Or/1	18 <sup>a</sup>	55 <sup>a</sup>	3,1 <sup>ab</sup>	251 <sup>ab</sup>	14 <sup>ab</sup>	4,5 <sup>b</sup>

Bei der Ertragsstruktur der Tabelle 36 kam es außer bei den Parametern Anzahl Körner m<sup>-2</sup> und Anzahl Körner Pflanzen<sup>-1</sup> zu signifikanten Unterschieden zwischen den Linien.

Das TKG fiel witterungsbedingt sehr klein aus (im Vergleich zum gesäten Saatgut), was auf die schnelle Abreife zurückzuführen war. Das höchste TKG hatte Seif-151 mit 418 g, das niedrigste TKG lag bei 262 g der Linie Côte d'Or/1.

Die Anzahl Körner m<sup>-2</sup> schwankte trotz fehlender signifikanter Unterschiede zwischen den Linien zwischen 683 Stück (W:Syn4) und 388 Stück (Côte d'OrxBPL)-52-3. Die meisten Körner Pflanze<sup>-1</sup> hatte Seif-069 mit 47 Stück und die wenigsten hatte Côte d'Or/1 mit nur 26 Stück. Bei der Anzahl Körner Trieb<sup>-1</sup> kam es zu einer gleichen Verteilung. Seif-069 hatte mit 19 Stück und Côte d'Or/1 mit 9 Stück die höchste bzw. geringste Anzahl. Die Verteilung der Körner auf die Hülsen ergab, dass die meisten Körner mit 2,9 Stück bei der Linie Seif-151 waren und die wenigsten bei Côte d'Or/1 mit nur 1,8 Stück. Die Anzahl der Körner Hülsen<sup>-1</sup> fiel sehr gering aus, was auf die vielen Schmachtkörner zurückzuführen war (siehe Material und Methoden) (Tabelle 36).

Tabelle 36: Ertragsstruktur: TKG und Körner des Göttinger Sortiments (SNK,  $p < 0,05$ ,  $n=4$ )

Linien	TKG (g)	Körner			
		(n m <sup>-2</sup> )	(n Pflanze <sup>-1</sup> )	(n Trieb <sup>-1</sup> )	(n Hülse <sup>-1</sup> )
Seif-069	328 <sup>b</sup>	538 <sup>a</sup>	47 <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>	2,7 <sup>a</sup>
Scout	331 <sup>b</sup>	455 <sup>a</sup>	41 <sup>a</sup>	17 <sup>ab</sup>	2,7 <sup>a</sup>
(Côte d'OrxBPL)-52-3	350 <sup>b</sup>	388 <sup>a</sup>	40 <sup>a</sup>	11 <sup>cd</sup>	2,0 <sup>b</sup>
Seif-151	418 <sup>a</sup>	448 <sup>a</sup>	31 <sup>a</sup>	13 <sup>bcd</sup>	2,9 <sup>a</sup>
W:Syn4	304 <sup>bc</sup>	683 <sup>a</sup>	44 <sup>a</sup>	16 <sup>abc</sup>	2,4 <sup>ab</sup>
Côte d'Or/1	262 <sup>c</sup>	466 <sup>a</sup>	26 <sup>a</sup>	9 <sup>d</sup>	1,8 <sup>b</sup>

### 5.3.7 Stickstoffgehalt und -ertrag

Beim Stickstoffgehalt des Strohs kam es zu keinen signifikanten Unterschieden. Bei Korn und Hülse waren geringe signifikante Unterschiede vorhanden. Den höchsten Gehalt in Korn, Hülse und Stroh hatte Côte d'Or/1. Generell war der Stickstoffgehalt im Korn am höchsten und in den Hülsen am niedrigsten, wobei es zwischen Stroh und Hülsen nur zu geringen Unterschieden im Stickstoffgehalt kam. Der N-Ertrag zeigte signifikante Unterschiede bei den Hülsen und dem Stroh zwischen den Linien auf. Wie beim Stickstoffgehalt war der N-Ertrag beim Korn am höchsten und bei den Hülsen am niedrigsten. Beim N-Ertrag des Kornes hatte W:Syn4 mit 9,9 g m<sup>-2</sup> den höchsten Wert, während (Côte d'OrxBPL)-52-3 mit 6,1 g m<sup>-2</sup> und Côte d'Or/1 mit 6,2 g m<sup>-2</sup> die niedrigsten Werte hatten. Der Gesamtstickstoffertrag schwankte zwischen 14,4 g m<sup>-2</sup> bei W:Syn4 und 8,7 g m<sup>-2</sup> bei (Côte d'OrxBPL)-52-3. Der N-Harvest Index zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen Côte d'Or/1, welche den geringsten Harvest Index mit 0,53 % aufwies, und den anderen Linien (Tabelle 37).

Tabelle 37: N-Gehalt (%), N-Ertrag ( $\text{g m}^{-2}$ ) und N-Harvest Index des Göttinger Sortimentes (SNK,  $p < 0,05$ ,  $n=4$ )

Linien	N-Gehalt			N-Ertrag				N-Harvest Index
	Korn	Hülse	Stroh	Korn	Hülse	Stroh	Gesamt	
	(%)	(%)	(%)	( $\text{g m}^{-2}$ )				
Seif-069	4,6 <sup>b</sup>	1,5 <sup>b</sup>	1,9 <sup>a</sup>	8,2 <sup>a</sup>	0,7 <sup>b</sup>	3,0 <sup>ab</sup>	12,0 <sup>a</sup>	0,67 <sup>a</sup>
Scout	4,3 <sup>b</sup>	1,4 <sup>b</sup>	1,6 <sup>a</sup>	6,6 <sup>a</sup>	0,6 <sup>b</sup>	1,7 <sup>b</sup>	8,9 <sup>a</sup>	0,73 <sup>a</sup>
(Côte d'OrxBPL)-52-3	4,6 <sup>b</sup>	1,5 <sup>b</sup>	1,6 <sup>a</sup>	6,1 <sup>a</sup>	0,7 <sup>b</sup>	1,8 <sup>b</sup>	8,7 <sup>a</sup>	0,70 <sup>a</sup>
Seif-151	4,5 <sup>b</sup>	1,3 <sup>b</sup>	1,7 <sup>a</sup>	8,5 <sup>a</sup>	0,7 <sup>b</sup>	1,7 <sup>b</sup>	10,9 <sup>a</sup>	0,77 <sup>a</sup>
W:Syn4	4,7 <sup>ab</sup>	1,4 <sup>b</sup>	1,7 <sup>a</sup>	9,9 <sup>a</sup>	0,9 <sup>b</sup>	3,5 <sup>a</sup>	14,4 <sup>a</sup>	0,68 <sup>a</sup>
Côte d'Or/1	5,0 <sup>a</sup>	2,2 <sup>a</sup>	1,9 <sup>a</sup>	6,2 <sup>a</sup>	1,4 <sup>a</sup>	3,8 <sup>a</sup>	11,5 <sup>a</sup>	0,53 <sup>b</sup>

---

## 6 Diskussion

### 6.1 Überwinterung

Bei der Überwinterung des Europäischen Sortiments wurden die unterschiedlichen Herkünfte der Sorten deutlich. So kam es zum Totalausfall der spanischen Sorte Alameda. Diese hatte auf Grund ihrer Genetik die geringsten Chancen auf dem Versuchsstandort zu überwintern, was Link und Arbaoui (2005) und Link et al. (2010) bestätigten. Sehr schwach fielen noch eine britische (Sultan) und französische (Diver) Sorte aus, so dass diese von der weiteren Auswertung (Ertrag und Ertragsstruktur) ausgenommen wurden. Die Sorte Hiverna bewährte sich, was die Überwinterung betraf. Die Beschreibung der Sorte Hiverna als „sehr winterhart“ von Link und Arbaoui (2005) traf somit für den pannonischen Klimaraum im Versuchsjahr 2010/11 zu. Auch Diva erfüllte in der getesteten Umwelt die Angabe der Züchter, eine gute Frostresistenz zu besitzen. Die tanninfreie Sorte Gladice befand sich bei der Überwinterung im unteren Bereich der getesteten Genotypen.

Die Überwinterungsraten des Göttinger Sortiments waren höher als die des Europäische Sortiments. Bei der Überwinterung vom 20.04.2011 hatte vom Göttinger Sortiment die Linie Côte d’Or/1 mit 90 % die höchste, während beim Europäischen Sortiment die Sorte Diva mit 76 % und Hiverna mit 73 % die höchsten Überwinterungsraten aufwiesen. Die Linie Scout mit der geringsten Überwinterung von 45 % lag noch um einiges höher als die Sorten Arthur, Gladice und Husky des Europäischen Sortiments. Ein Zuchtfortschritt in Bezug auf Winterhärte und Frosttoleranz beim Göttinger Sortiment war somit zu erkennen.

Die unterschiedlichen Ergebnisse der Überwinterung an den unterschiedlichen Terminen lassen folgendes vermuten: Bei der ersten Zählung der Überwinterung am 17.03.2011 waren noch so gut wie alle Pflanzen vorhanden. Nun galt es unter all den ab gefrorenen und schwarz aussehenden Pflanzen diejenigen herauszusuchen, die definitiv noch einen teilweise grünen Stängel aufwiesen. Diese Aufgabe war nicht einfach und somit ist es sicherlich zu Fehlzählungen gekommen. Bei der zweiten Zählung der Überwinterung am 20.04.2011 war schon die Mehrzahl der völlig abgestorbenen Pflanzen vom Wind verweht worden und nicht mehr sichtbar. Somit konnte eine genauere Zählung stattfinden.

Eine Frage im Bezug zur Überwinterung ist, wie es zum erneuten Austrieb der Winter-Ackerbohnen kommen konnte, da ja die eigentliche Pflanze (der Haupttrieb) oberirdisch erfroren bzw. abgestorben war. Nach Aufhammer (1998) ist bei den Ackerbohnen bekannt, dass diese einen Haupttrieb bilden, von welchem sich ausgehend von

---

den basalen Seitenknospen, Seitentriebe entwickeln können. Eine Annahme ist, dass der Austrieb einer Seitenknospe durch das Abfrieren des Haupttriebes angeregt wurde und diese den Haupttrieb ersetzt hat. Würde dies nicht stattfinden, könnte die Pflanze nicht weiter wachsen und überleben, was nicht im Sinne der Natur wäre, solange es einen physiologischen Ausweg gibt.

Nezami et al. (2012) stellten bei Kichererbsen fest, dass diese nach dem Abfrieren des oberirdischen Pflanzenmaterials erneut aus den Achsel-Knospen austreiben, wobei diese sich auch unter der Erde befinden können.

Bei der Erbse spricht man davon, dass das zweite Nodium vier ruhende Achsel-Knospen hat (Shimizu-Sato und Mori, 2001).

Karrer (2013) bestätigte, dass die morphologischen Eigenschaften der zuvor genannten Leguminosen auch auf die Ackerbohne übertragbar sind. Somit hat diese gleichfalls Achsel-Knospen über und unter der Erde, aus welchen ein Wiederaustrieb stattfinden kann, sollte es zu einem Erfrieren des Haupttriebes kommen.

Eine Methode um die Schädigung durch Frost an Pflanzen und besonders Ackerbohnen festzustellen ist das Evaluieren der Rate des Wiederaustriebes (regrowth) von Knospen oder vegetativen Knospen (Herzog und Olszewski, 1998). Es arbeiten unter anderem Roth und Link (2010) bei ihren Züchtungen von Winter-Ackerbohnen mit dem frost-abhängigen Merkmal des Wiederaufwuchses (regrowth). Hierbei werden die Pflanzensprosse, um einheitliche Bedingungen zu schaffen, nach dem Frost-Test bis auf zwei Knospen abgeschnitten. Es bleibt ein ca. 1 cm langes Stängelstück übrig, von welchem nun, je nach Konstitution der Pflanze, ein Wiederaustrieb stattfinden kann. Diese Eigenschaft der Winter-Ackerbohne ist demnach unter Züchtern bekannt. Ein erneuter Austrieb der Winter-Ackerbohne ist keine Seltenheit oder gar unbekannt.

Link (2013) teilte mit, dass wenn keine lebendigen Knospen vorhanden sind, die Pflanze keine neuen Triebe mehr bilden kann, da dies aus dem Samen und den Wurzeln nicht geht.

Mechtler (2012) beschreibt bei Sojabohnen, dass ein Wiederaustrieb möglich ist, solange die Pflanzen nicht bis unter die Keimblätter abgefroren sind. Bei Ackerbohnen verbleiben die Keimblätter im Boden (hypogäische Keimung), sie sind besser geschützt vor dem Erfrieren dieses empfindlichen Pflanzenteils. Ein Wiederaustrieb kann, unter der Annahme, dass das Verhalten der Sojabohnen auf die Winter-Ackerbohne übertragbar ist, stattfinden.

---

## 6.2 Ertrag und Ertragsstruktur

Beim Ertrag der oberirdischen Biomasse war sehr gut zu erkennen, dass die Überwinterungsrate Einfluss auf die Biomassebildung hatte. Es lagen die Sorten mit einer geringen Überwinterung und die Sommer-Ackerbohne bei der Biomassebildung des ersten Beprobungstermins zurück. Mitte Juni waren dann keine signifikanten Unterschiede mehr vorhanden. Die Bestände hatten sich angeglichen. Erst wieder zur Ernte waren die Bestände vermutlich auf Grund des unterschiedlichen Blattabwurfs signifikant unterschiedlich bei der Ausbildung der oberirdischen Biomasse. Die Aufteilung der oberirdischen Biomasse  $\text{g m}^{-2}$  in Korn, Hülse und Stroh verdeutlichte, dass der Blattabwurf und die Triebbildung für den signifikanten Unterschied der oberirdischen Biomasse verantwortlich war, da es nur beim Stroh zu signifikanten Unterschieden kam. Die Aufteilung des Kornes und der Hülsen hatte diesbezüglich keinen signifikanten Unterschied. Diese Art der Aufteilung der oberirdischen Biomasse, war beim Göttinger Sortiment und beim Europäischen Sortiment gleich ausgeprägt.

Beim Getreide kam es beim ersten Biomasse-Ertrag zu einem signifikanten Unterschied, was ebenso auf die unterschiedliche Auswinterung zurückzuführen war. Die zwei folgenden Termine zeigten dann keine signifikanten Unterschiede mehr auf. Somit hatte der Winterhafer den Wachstumsnachteil aufgeholt. Die Aufteilung in Korn und Stroh zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen Hafer und Weizen.

Der von Diepenbrock (1999); Gasim und Link (2007); Sass (2009); Roth und Link (2010); Duc et al. (2011) beschriebene Mehrertrag der Winter-Ackerbohnen im Vergleich zu Sommer-Ackerbohnen am gleichen Standort ist hier nicht eindeutig zu erkennen, da es zu keinen signifikanten Unterschieden beim Kornertrag kam. Deutlich wurde jedoch, dass die Winter-Ackerbohnen trotz starker Auswinterungsschäden mit der Sommer-Ackerbohne mithalten konnten. Die Sorten Diva und Lilly hatten sogar einen leicht höheren Kornertrag als die Sommer-Ackerbohne Alexia. Eine mehrjähriger Testung ist hier notwendig, um genauere Aussagen machen zu können. Werden die Kornerträge des Göttinger Sortiments und des Europäischen Sortiments mit dem österreichischen Durchschnittsertrag von Sommer-Ackerbohnen verglichen, der im Jahr 2011 bei  $2,92 \text{ t ha}^{-1}$  (BMLFUW, 2012) lag, wird deutlich, dass die Erträge dieses Versuches darunter liegen. Die Gründe hierfür könnten vielseitig sein. Einerseits zählt der Standort Marchfeld nicht zum österreichischen Hauptanbaugebiet der Ackerbohne, was mit der Verteilung und der Menge an Niederschlägen zusammen hängt. Ackerbohlenbeständen haben einen erheblichen Bedarf an Wasser über einen längeren Zeitraum. Besonders ab Blühbeginn kann die Wasserversorgung zu einem ertragsbegrenzenden Faktor werden. Kommt es zum Stress durch Trockenheit in dieser Entwick-

---

lungsphase der Ackerbohnen, können folgende Prozesse stattfinden: Blütenabwurf, Abwurf kleiner Hülsen, Reduktion von Kornanlagen in der Hülse und unvollständige Kornausbildung. Diese Prozesse führen zur Reduzierung des Kornertragspotentials bzw. des Kornertrages (Diepenbrock, 1998; Aufhammer, 1999). Zu einer weiteren Reduzierung des Ertrages könnte der Befall der schwarzen Bohnenlaus beigetragen haben. Die Kornerträge des Göttinger Sortiments fielen etwas geringer als die des Europäischen Sortiments aus.

Die Ertragsstruktur des Europäischen Sortiments machte den Unterschied zwischen Sommer-Ackerbohne und Winter-Ackerbohnen deutlich. So hatte Alexia von Anfang an die höchste Pflanzenanzahl  $m^{-2}$ , nämlich entsprechend der Saatstärke von 25 Korn  $m^{-2}$ , da diese keinem Auswinterungsprozess ausgesetzt gewesen ist. Bei der Triebdichte wurde deutlich, dass je mehr Pflanzen  $m^{-2}$  vorhanden waren, es zu einer höheren Triebdichte kam, da mehr Pflanzen  $m^{-2}$  auch mehr Triebe  $m^{-2}$  bilden können. Alexia hatte die geringste Triebbildung Pflanze $^{-1}$ , was damit zusammenhängen könnte, dass ab einer gewissen Pflanzendichte  $m^{-2}$  eine eingeschränkte Triebbildung erfolgen kann. Im Vergleich zu Winter-Ackerbohnen kommt es bei Sommer-Ackerbohne im Allgemeinen zu einer geringeren Triebbildung Pflanze $^{-1}$  (Link et al., 2010). Im Detail hatte Alexia 25 Pflanzen  $m^{-2}$ , 46 Triebe  $m^{-2}$  und 1,8 Triebe Pflanze $^{-1}$ .

Das TKG der Ackerbohnen fiel 2011 witterungsbedingt sehr niedrig aus. Dies wird auf die schnelle Abreife der Ackerbohnen, die auf den Mangel an Niederschlägen mit dieser Art von Stress reagierten, zurückgeführt. Es kommt nach Gasim und Link (2007) normalerweise zu einer Abreife der Winter-Ackerbohnen Anfang August in Göttingen, Deutschland, wohingegen bei diesem Versuch auf dem Marchfeld eine Abreife schon Anfang Juli stattfand. Beim Vergleich mit dem verwendeten Saatgut hatte Alexia ein etwa 100 g geringeres TKG und bei den Winter-Ackerbohnen fiel das TKG sogar zwischen 200 g und 300 g geringer aus. Die anderen Körner-Parameter ließen keine eindeutige Aussagen bzw. Zusammenhänge erkennen. Bei der Anzahl Körner Hülse $^{-1}$  wurde zuerst angenommen, dass die ermittelten Werte relativ gering ausgefallen waren, da es zur Bildung von Schmachtkörnern gekommen ist. Nach Aufhammer (1999) gelten jedoch drei Körner je Hülse als Mittelwert. Somit lagen die Werte immer noch leicht darunter, sind jedoch nicht mehr als so gering einzustufen, wie zuvor angenommen wurde.

Zur Ertragsstruktur des Getreides kann auf Grund des Harvest Indexes und der Ertragsdaten angemerkt werden, dass der Hafer eine höhere Kornbildung hatte als der Weizen. Der Weizen tendierte dazu, mehr Stroh zu bilden. Der signifikante Unterschied beim TKG, lässt sich auf die Sorte bzw. Art zurückführen, da die ermittelten Werte fast mit dem verwendeten Saatgut übereinstimmten.

Die Ertragsstruktur des Göttinger Sortiments war sehr ähnlich mit dem des Europäi-

---

schen. Durch die höhere Überwinterungsrate kam es zu einem dichteren Bestand. Auch bildeten die Linien weitaus mehr Triebe Pflanze<sup>-1</sup> bzw. m<sup>-2</sup>. Die Hülsenbildung war etwas höher. Diese beiden Parameter der Ertragsstruktur lassen sich durch den dichteren Bestand bzw. die höhere Pflanzenanzahl m<sup>-2</sup> erklären. Beim Vergleich des TKG und der Körner-Parameter hatte das Göttinger Sortiment keine nennenswerte Unterschiede. Die Werte fielen generell etwas geringer aus als beim Europäischen Sortiment.

### **6.3 Stickstoffertrag und -gehalt**

Beim Vergleich der Ackerbohne mit dem Getreide wurde deutlich, dass die Ackerbohnen einen weit aus höheren Anteil Stickstoff im Stroh hatten als das Getreide. Wie zu erwarten war, ist der Gesamtstickstoffertrag der Ackerbohnen höher als der von Getreide ausgefallen. Die gute Vorfrucht- und Düngewirkung der Ackerbohne ergibt sich daraus.

Der niedrigere N-Harvest Index der Ackerbohnen im Vergleich zum Getreide wurde auch von Wichmann et al. (2006) festgestellt, was mit den Artenunterschieden zusammenhängt.

Urbatzka et al. (2011) haben beim Vergleich von Winter-Erbсен und Sommer-Erbсен einen höheren N-Ertrag bei Winter-Erbсен feststellen können. Sie beschrieben die Gründe für einen höheren Stickstoff-Ertrag der Winter-Erbсен mit der Fähigkeit der Winterung, früher Stickstoff als die Sommerung aufnehmen zu können. Die Frage stellt sich nun, wieso es bei den Ackerbohnen dieses Versuches im Versuchsjahr 2010/11 zu anderen Ergebnissen kam. Es könnte der Artenunterschied (Erbse, Ackerbohne) sein, was jedoch als vernachlässigbar einzustufen ist. Denn als bedeutender anzusehen ist die erfolgte Auswinterung der Winter-Ackerbohnen, die zu einer verringerten Bestandesdichte führte. Der hohe Biomasse-Ertrag der Sommer-Ackerbohne zur Ernte, welcher nur zu einem geringfügig höheren Stickstoff-Ertrag führte, kann ebenso mit der Bestandesdichte zusammenhängen. Die Winter-Ackerbohnen waren im Frühjahr noch geschwächt und konnten sich nicht sofort gut entwickeln und mit der Stickstoff-Aufnahme beginnen. Der Trockenstress im Sommer, welcher zur verfrühten Abreife führte, kann auch dazu beigetragen haben, dass eine Stickstoff-Aufnahme frühzeitig beendet wurde.

---

## 6.4 N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung

Den höchsten Wert bei der N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung hatte Diva mit 10,7 g m<sup>-2</sup> mit Weizen als Referenzpflanze, wobei keine signifikanten Unterschiede zwischen den Sorten des Europäischen Sortiments zu erkennen waren. Urbatzka et al. (2011) stellten bei ihrem Versuch mit Sommer-Erbsen und Winter-Erbsen eine unterschiedliche Fixierungsleistung fest. Hierbei hatten die Winter-Erbsen eine höhere Fixierungsleistung als die Sommer-Erbsen. Wichmann et al. (2006) hatte bei Versuchen mit Sommer-Ackerbohnen eine N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung von 20 g N m<sup>-2</sup> ermittelt. Riemer (1999) errechnete bei der N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung Werte von 20-46 g N m<sup>-2</sup> mit Sommer-Ackerbohnen. Wichmann et al. (2006) ermittelte ebenso bei der Verwendung von zwei unterschiedlichen Referenzpflanzen (Sommergerste und Hafer) geringfügige Unterschiede bei der N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung, wobei Hafer zu etwas höheren Werten führte. Die in diesem Versuch (im Vergleich zu Wichmann et al. (2006) und Riemer (1999)) um rund die Hälfte geringen Werte der N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung könnten an der vergleichsweise kurzen Anbauzeit der Winter-Ackerbohnen durch die verfrühte Abreife liegen. Auch ein Methodenunterschied könnte dazu geführt haben, denn Wichmann et al. (2006) bezog bei der N-Menge im Boden noch das Wurzel-N mitein, was in diesem Versuch nicht gemacht wurde. Urbatzka et al. (2011) bestätigte diese Vermutung, dass das nicht Einbeziehen der Pflanzenwurzeln bei der erweiterten N-Differenzmethode zu einer Unterschätzung der N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung der Leguminosen führt. Des weiteren könnten unterschiedliche Wetterbedingungen zu verschiedenen Stickstoff-Verfügbarkeiten geführt haben. Auch gilt die Qualität des Bodens als Einflussfaktor in wie weit Stickstoff aufgenommen wird (Urbatzka et al., 2011). Des weiteren hängt die N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung mit dem N-Gehalt des Bodens bzw. mit einer eventuellen Stickstoffdüngung zusammen, wie Versuche von Riemer (1999) zeigten. Kommt es zu einer Stickstoffdüngung im Vergleich zu keiner Düngung, so ist ein Rückgang der N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung bei der Variante mit Düngung zu vermerken.

---

## 7 Schlussfolgerung

Die Ergebnisse dieses Versuches haben gezeigt, dass der vom pannonischen Klima geprägte Standort der Versuchsflächen der Universität für Bodenkultur Wien auf dem Marchfeld als Grenzstandort für Winter-Ackerbohnen in Bezug auf die Temperatur und die Niederschläge zu bewerten ist. Trotz dieser ungenügenden Bedingungen ist es im Erntejahr 2010/11 zu guten Winter-Ackerbohnen Erträgen gekommen. Das Risiko dieses Standortes beruht im Detail zum einen auf den kalten, schneearmen Wintern und zum anderen auf den geringen Niederschlägen, die besonders in der Zeit der Blütenbildung fehlen. Durch die schneearmen Winter sind die Winter-Ackerbohnen ungeschützt der Kälte ausgesetzt, was zu einer erhöhten Auswinterung führte. Durch die fehlenden Niederschläge kommt es zu Verhaltensweisen der Winter-Ackerbohnen wie beispielsweise Blüten- und Hülsenabwurf und zur Notreife, was zu einem reduzierten Kornertrag führte. Dem fehlenden Niederschlag kann mit Hilfe von Bewässerung entgegen gewirkt werden. Inwieweit dies zu einer Kornertragssteigerung führt und wirtschaftlich tragbar ist, muss jedoch erst geprüft werden.

Zusätzlich sind Zuchtfortschritte, insbesondere im Bereich der Kältetoleranz und Überwinterungsfähigkeit, notwendig, damit es zu einem Anbau von Winter-Ackerbohnen im Osten Österreichs kommen kann.

Sollte es trotz dieser Standortbedingungen zu einem Anbau von Winter-Ackerbohnen kommen, ist auf die Sortenwahl zu achten.

Beim Europäischen Sortiment können die Sorten Hiverna, Husky und Diva empfohlen werden. Die Sorte Hiverna hatte nicht den besten Kornertrag, doch war sie sehr gut in der Überwinterung. Auch bildete sie relativ viel oberirdische Biomasse aus. Dieses Wuchsverhalten ist zwar nicht optimal, doch sollte mit Folgeversuchen geklärt werden, ob dies immer bei dieser Sorte an diesem Standort so ist oder ob Umweltbedingungen des Jahres 2011 diese Art des Wachstums begünstigt hatten. Die Sorte Husky wurde mit zu den empfohlenen Sorten aufgenommen, da ihr Kornertrag über dem von Hiverna lag. Die Überwinterung war jedoch nur mittelmäßig. Die Sorte Diva überzeugte durch ihre sehr gute Überwinterung und den hohen Kornertrag.

---

## 8 Zusammenfassung

Auf den Versuchsflächen der Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf der Universität für Bodenkultur Wien in der Region Marchfeld wurde ein einjähriger Versuch mit dem Ziel, die pflanzenbaulichen Parameter von Winter-Ackerbohnen im pannonischem Klimaraum zu charakterisieren, durchgeführt.

Im Mittelpunkt dieser Arbeit standen die Parameter Überwinterung, Ertrag und Ertragsstruktur sowie die  $N_2$ -Fixierungsleistung. Hierfür wurden sechs Winter-Ackerbohnen-Linien (Göttinger Sortiment) des an der Georg-August-Universität Göttingen, Deutschland, tätigen Züchters Prof. Dr. Wolfgang Link und neun in Europa zugelassene Winter-Ackerbohnen Sorten verschiedenster Herkünfte sowie eine Sommer-Ackerbohne und im Vergleich dazu eine Winter-Weizen- und eine Winter-Hafer-Sorte untersucht.

Die Überwinterungsrate fiel sehr unterschiedlich aus. Generell hatte das Göttinger Sortiment eine höhere und somit bessere Überwinterung als das Europäische Sortiment. Beim Europäischen Sortiment kam es zum Totalausfall einer Sorte. Beim Korn-ertrag konnten einige Sorten der Winter-Ackerbohnen trotz erfolgter Auswinterung mit dem Ertrag der Sommer-Ackerbohne mithalten. Standorts- und witterungsbedingt kam es zu einer verfrühten Abreife der Pflanzen, was sich in einem deutlich kleineren TKG des Erntegutes im Vergleich zum verwendeten Saatgut bemerkbar machte. Die Erträge lagen generell unter dem österreichischen Jahresdurchschnitt der Sommer-Ackerbohnen von 2011. Die Ertragsstruktur der Winter-Ackerbohnen und der Sommer-Ackerbohne unterschied sich bei der Pflanzenanzahl  $m^{-2}$  und den anderen damit in Zusammenhang stehenden Ertragsparametern. Bei der  $N_2$ -Fixierungsleistung des Europäischen Sortiments (Referenzpflanzen Weizen und Hafer) wurde eine  $N_2$ -Fixierungsleistung der Sorten auf ähnlichem Niveau ermittelt. Ein Unterschied zwischen Winter-Ackerbohnen und Sommer-Ackerbohne wurde diesbezüglich nicht festgestellt.

Die Ergebnisse dieses Versuches haben gezeigt, dass der vom pannonischen Klima geprägte Standort im Osten Österreichs als Grenzstandort für den Anbau von Winter-Ackerbohnen in Bezug auf die Temperatur und die Niederschläge zu bewerten ist. Trotz dieser einschränkenden Bedingungen ist es im Erntejahr 2010/11 zu erstaunlich guten Winter-Ackerbohnen Erträgen gekommen, was daran zu erkennen war, dass der Korn-ertrag der Winter-Ackerbohnen mit dem der Sommer-Ackerbohne mithalten konnte. Es sind jedoch noch Zuchtfortschritte, insbesondere im Bereich der Kältetoleranz und Überwinterungsfähigkeit, notwendig, damit es zu einem Anbau von Winter-Ackerbohnen im Osten Österreichs kommen kann.

---

## 9 Abstract

At the experimental site of the research farm Groß-Enzersdorf of the University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna in the Marchfeld region, a one year trial was undertaken to characterize the agronomical parameters of winter faba bean in the pannonic climate area of eastern Austria.

The focus of this work is to identify the parameters of the overwintering ability, yield and yield structure as well as the N<sub>2</sub>-fixation of various types of winter faba beans. Six winter faba bean lines (Göttinger collection) from the plant breeder Prof. Dr. Wolfgang Link of the Georg-August-University Göttingen, Germany, were analyzed as well as nine other winter faba bean varieties licensed from different European sources, one spring faba bean and for comparison one winter wheat and one winter oat variety.

The overwintering rate of the varieties varied a lot. Generally the Göttinger collection had a higher and therefore better overwintering rate than the European collection. The European collection had a total failure of one variety. The grain yield of some varieties of winter faba beans was, despite the winter killing, able to keep up with the yield of the spring faba bean. Due to the location and climate pattern the plants matured early, producing kernels with a much lower kernel weight compared to the seeds that were used for this trial. The yields were generally below the Austrian annual average yield for spring faba beans from 2011. The yield structure underlined the difference between winter and spring faba bean, especially through the plant number m<sup>-2</sup> and the other resulting yield trait linked to it. The N<sub>2</sub>-fixation of the European collection in reference to wheat and oats showed the same N<sub>2</sub>-fixation rate for all the different varieties. A difference between winter and spring faba bean regarding the N<sub>2</sub>-fixation could not be found.

The results of this trial have shown that the temperature and rainfall of the pannonic climate area of Austria are less than optimal for the cultivation of winter faba bean. Despite those conditions winter faba bean achieved a good yield in the growing season of 2010/11, in which the yield of winter faba bean was similar to that of spring faba bean. It will need further breeding progress in order to make winter faba bean suitable for the commercial cultivation in eastern Austria.

---

## 10 Literaturverzeichnis

- AGES (Hrsg.) (2011): Österreichische Beschreibende Sortenliste 2011 Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21.
- Agri Obtentions (2010): Field Crop Species. Winter 2010 - Spring 2011, zuletzt geprüft am 22.02.2013.
- Arbaoui, M.; Balko, C.; Link, W. (2008): Study of faba bean (*Vicia faba* L.) winter-hardiness and development of screening methods. Field Crops Research 106 (1), 60–67.
- Aufhammer, W. (1998): Getreide- und andere Körnerfruchtarten. Bedeutung, Nutzung und Anbau; 491 Tabellen. Stuttgart: Ulmer.
- BMLFUW (2012): Grüner Bericht 2012. Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Wien.
- Bond, D.A.; Lawes, D.A.; Hawtin, G.C.; Saxena, M.C. and Stephens J.H. (1985): Faba bean (*Vicia faba* L.). In: R. J. Summerfield und E. H. Roberts (Hg.): Grain legume crops. London, [Dobbs Ferry? N.Y.]: Collins; Distributed in the USA by Sheridan House.
- Bundessortenamt (2011): Beschreibende Sortenliste. Getreide, Mais; Öl- und Faserpflanzen; Leguminosen; Rüben; Zwischenfrüchte. 2011. Online verfügbar unter [http://www.bundessortenamt.de/internet30/fileadmin/Files/PDF/bsl\\_getreide\\_2011.pdf](http://www.bundessortenamt.de/internet30/fileadmin/Files/PDF/bsl_getreide_2011.pdf).
- Diepenbrock, W. (1999): Spezieller Pflanzenbau. 3., Stuttgart: Ulmer.
- Duc, G.; Link, W.; Marget, P.; Redden, R.J.; Stoddard, F.L; Torres, A.M. und Cubero, J.I. (2011): Genetic adjustment to changing climates: faba bean. In: S. S. Yadav (Hg.): Crop adaptation to climate change. 1. Aufl. Chichester, West Sussex, Ames, IA: Wiley-Blackwell, 269–286.
- FAOSTAT (2013): Top production - broad beans, horse beans, dry - 2011. Online verfügbar unter <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.

- 
- Gasim, S.; Link, W. (2007): Agronomic performance and the effect of self-fertilization on German winter faba beans. *Journal of Central European Agriculture* Volume 8 (1), 121–128.
- Ghaouti, L. (2007): Comparison of pure line cultivars with synthetic cultivars in local breeding of faba bean (*Vicia faba* L.) for organic farming. Dissertation. Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen. Department für Nutzpflanzenwissenschaften.
- Herzog, H.; Olszewski, A. (1998): A rapid method for measuring freezing resistance in crop plants. *Journal of Agronomy and Crop Science* 181, 71–79.
- Jackson, C. (2013): The Elementar vario MACRO Cube. Tulln an der Donau, 20.02.2013. Persönliche Mitteilung an Katja Ziegler.
- Karcher, D.E.; Richardson, M.D. (2005): Batch analysis of digital images to evaluate turfgrass characteristics. *Crop Science* 45, 1536–1539.
- Karrer, G. (2013): Morphologie der Ackerbohne. Wien, 10.06.2013. persönliche Mitteilung an Katja Ziegler. Telefonat.
- Kuderna, M.; Pötsch, E.; Blum, W.E.H. (1993): Zur Wahl des Extraktionsmittels bei der  $N_{\min}$ -Bestimmung. *Die Bodenkultur* 44 (1), 7–14.
- Lancashire, P.D.; Bleiholder, H.; Langelüddecke, P.; Strauss, R.; van den Boom, T.; Weber, E.; Witzemberger, A. (1991): An uniformdecimal code for growth stages of crops and weeds. *Annals of Applied Biology* 119, 561–601.
- Link, W. (2013): Wiederaustrieb (regrowth) von Winter-Ackerbohnen. Wien, 20.03.2013. persönliche Mitteilung an Katja Ziegler. E-Mail.
- Link, W.; Arbaoui, M.: NEUES von der Göttinger Winter-Ackerbohne. Bericht über die 56. Tagung 2005 der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 22.-24. November 2005, 31–38.
- Link, W.; Balko, C.; Stoddard, F.L. (2010): Winter hardiness in faba bean: Physiology and breeding. *Field Crops Research* 115 (3), 287–296.
-

- 
- Link, W. (2009): Züchtungsforschung bei der Ackerbohne: Fakten und Potentiale. *Journal für Kulturpflanzen* 61 (9), 341–347.
- Mechtler, K. (2012): Körnerleguminosenarten für den humiden Klimaraum. Fachtagung Biologischer Ackerbau - Gemäß Fortbildungsplan des Bundes : biologischer Anbau von Körnerleguminosen als besondere Herausforderung im humiden Klimagebiet : 08. November 2012 an der HLFS St. Florian. Irdning: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.
- Nezami A., Bandara M.S. und Gusta L.V. (2012): An evaluation of freezing tolerance of winter chickpea (*Cicer arietinum* L.) using controlled freeze tests. *Canadian Journal of Plant Science* 92, (155-161).
- Riemer, H.M. (1999):  $N_{\min}$  nach Ernte. Genotypische Variation in aktuellem Material von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) und Körnererbsen (*Pisum sativum* L.). 1. Aufl. Göttingen: Cuvillier.
- Römer, A. (1998): Untersuchungen zu Inhaltsstoffen und zum Futterwert von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.). 1. Aufl. Göttingen: Cuvillier.
- Roth, F. (2010): Evaluierung von Winterackerbohnen als Zwischenfrucht für eine ökologische Biogasproduktion. 1. Aufl. Göttingen: Cuvillier.
- Roth, F.; Link, W. (2010): Selektion auf Frosttoleranz von Winterackerbohnen (*Vicia faba* L.): Methodenoptimierung und Ergebnisse. 60. Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs 2009, 31-37.
- Saaten Union (2011): Hiverna. Die erste Deutsche Winterackerbohne. Online verfügbar unter <http://www.saaten-union.de/index.cfm/product/52,104,html.html>.
- Sass, O. (2009): Marktsituation und züchterische Aktivitäten bei Ackerbohnen und Körnererbsen in der EU. *Journal für Kulturpflanzen* 61 (9), 306–308.
- Sass, O. (2011): Fortschritte in der Ackerbohnenzüchtung. Hg. v. Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg Lembke KG. Online verfügbar unter <http://www.saaten-union.de/index.cfm/article/3370.html>.
-

- 
- Shimizu-Sato, S. und Mori H. (2001): Control of Outgrowth and Dormancy in Axillary Buds. *Plant Physiology* 127, 1405-1413.
- Sinebo, W.; Gretzmacher, R.; Edelbauer, A. (2004): Genotypic variation for nitrogen use efficiency in Ethiopian barley. *Field Crops Research* 85 (1), 43–60.
- Smarrt, J. and Hymowitz T. (1985): Domestication and evolution of grain legumes. In: R. J. Summerfield und E. H. Roberts (Hg.): *Grain legume crops*. London, [Dobbs Ferry? N.Y.]: Collins; Distributed in the USA by Sheridan House.
- Stülpnagel, R. (1982): Schätzung der von Ackerbohnen symbiotisch fixierten Stickstoffmenge im Feldversuch mit der erweiterten Differenzmethode. *Z. Acker-Pflanzenbau* 151, 446–458.
- Torres, A.M. (2013): Winter faba bean Alameda. Wien, 04.03.2013. Persönliche Mitteilung an Katja Ziegler. E-Mail.
- Urbatzka, P. (2002): Screening verschiedener Herkünfte von Wintererbsen. Diplomarbeit. Universität Kassel, Witzenhausen.
- Urbatzka, P.; Graß, R.; Haase, T.; Schüler, C.; Trautz, D.; Heß, J. (2011): The level of N<sub>2</sub>-fixation of different genotypes of winter pea in comparison to spring pea in pure and mixed stands. *Journal für Kulturpflanzen* 63 (11), 374–386.
- Vogt-Kaute, W. (2008): Der Stand der Züchtung von Körnerleguminosen in Bayern, Deutschland und angrenzenden Ländern. Hg. v. Öko-BeratungsGesellschaft mbH.
- Weber, E.; Bleiholder, H. (1990): Erläuterungen zu den BBCH-Dezimal-Codes für die Entwicklungsstadien von Mais, Raps, Faba-Bohne, Sonnenblume und Erbse - mit Abbildungen. *Gesunde Pflanzen* 42, 308–321.
- Wherry and Sons Ltd. (2011): Winter Beans. Wherry Varieties. Online verfügbar unter <http://www.winter-beans.co.uk/index.php/all-about-winter-beans/varieties>.
- Wichmann, S.; Loges, R.; Taube, F. (2006): Kornerträge, N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung und N-Flächenbilanz von Erbsen, Ackerbohnen und Schmalblättrigen Lupinen in Reinsaat und im Gemenge mit Getreide. *Pflanzenbauwissenschaften* 10 (1), 2–15.
-

---

Winkler, J. (2013): Winter-Ackerbohne Lilly. Wien, 18.02.2013. Persönliche Mitteilung an Katja Ziegler.

Witzenberger, A.; Hack, H.; van den Boom, T. (1989): Erläuterungen zum BBCH Dezimal- Code für die Entwicklungsstadien des Getreides – mit Abbildungen. Gesunde Pflanzen 41, 384–388.

---

## 11 **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Übersicht der Ackerlandflächen 2008: Körnerleguminosen-Ackerbohnen nach Gemeinden.....	3
Abbildung 2: Niederschlagssumme und Temperaturmittelwert vom 1. März bis 31. Juli 2011.....	24
Abbildung 3: BBCH-Entwicklungsstadien des Europäischen Sortiments April bis August 2011.....	27
Abbildung 4: Bestandeshöhe (cm) des Europäischen Sortiments (April bis August 2011).....	29
Abbildung 5: BBCH-Entwicklungsstadien des Göttinger Sortiments April bis August 2011.....	39
Abbildung 6: Bestandeshöhe (cm) des Göttinger Sortiments (April bis August 2011)	41

---

## 12 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Korneigenschaften verschiedener Varietätengruppen der Ackerbohne.....	4
Tabelle 2: Inhaltsstoffe der Körner von Ackerbohnen (% i.d.T.).....	5
Tabelle 3: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Ackerbohnsorte Arthur....	11
Tabelle 4: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Ackerbohnsorte Sultan....	12
Tabelle 5: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Ackerbohnsorte Diva.....	12
Tabelle 6: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Ackerbohnsorte Diver.....	12
Tabelle 7: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Ackerbohnsorte Gladice...	13
Tabelle 8: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Ackerbohnsorte Hiverna. .	13
Tabelle 9: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Ackerbohnsorte Husky.....	13
Tabelle 10: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Ackerbohne Lilly.....	14
Tabelle 11: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Ackerbohnsorte Alameda .....	14
Tabelle 12: Charakterisierende Eigenschaften der Sommer-Ackerbohnsorte Alexia	14
Tabelle 13: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Weizensorte Xenos.....	15
Tabelle 14: Charakterisierende Eigenschaften der Winter-Hafersorte Wiland.....	15
Tabelle 15: Göttinger Sortiment: Linienbezeichnung und TKG.....	17
Tabelle 16: Nmin-Gehalt nach der Aussaat (Ziehung vom 17.3.2011).....	18
Tabelle 17: Sorten und TKG des Saatgutes (Europäisches Sortiment).....	19
Tabelle 18: Feldaufgang ( $m^{-2}$ ) und Überwinterung (%) der Ackerbohnen (Europäisches Sortiment) (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ).....	25
Tabelle 19: Feldaufgang ( $m^{-2}$ ) und Überwinterung (%) von W-Weizen Xenos und W- Hafer Wiland (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ) .....	26
Tabelle 20: Bodendeckungsgrad (%) des Europäischen Sortiments (November 2010 bis Mai 2011) (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ).....	28
Tabelle 21: Oberirdische Biomasse ( $g\ m^{-2}$ ) der Ackerbohnen (Europäisches Sortiment) (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ).....	30
Tabelle 22: Oberirdische Biomasse ( $g\ m^{-2}$ ) und Ertrag ( $g\ m^{-2}$ ) von W-Weizen Xenos und W-Hafer Wiland (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ).....	31
Tabelle 23: Ertrag ( $g\ m^{-2}$ ) der Ackerbohnen (Europäisches Sortiment) (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ).....	32
Tabelle 24: Aufteilung der oberirdischen Biomasse (%) der Ackerbohnen (Europäisches Sortiment) (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ).....	32
Tabelle 25: Ertragsstruktur: Pflanzen, Triebe und Hülsen der Ackerbohnen (Europäisches Sortiment) (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ).....	33
Tabelle 26: Ertragsstruktur: TKG und Körner der Ackerbohnen (Europäisches Sortiment) (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ).....	34

---

Tabelle 27: Ertragsstruktur von W-Weizen Xenos und W-Hafer Wiland (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ).....	35
Tabelle 28: N-Gehalt (%), N-Ertrag ( $m^{-2}$ ) und N-Harvest Index der Ackerbohnen (Europäisches Sortiment) (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ).....	36
Tabelle 29: N-Gehalt (%), N-Ertrag ( $g m^{-2}$ ) und N-Harvest Index von W-Weizen Xenos und W-Hafer Wiland (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ).....	36
Tabelle 30: $NO_3-N$ (nach der Kornernte) ( $g m^{-2}$ ) und $N_2$ -Fixierungsleistung ( $g m^{-2}$ ) (erweiterte Differenzmethode) unter Berücksichtigung der Referenzpflanzen Winter-Weizen und Winter-Hafer (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ).....	37
Tabelle 31: Feldaufgang ( $m^{-2}$ ) und Überwinterung (%) des Göttinger Sortiments (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ).....	38
Tabelle 32: Bodendeckungsgrad (%) des Göttinger Sortiments (November 2010 bis Mai 2011) (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ) .....	40
Tabelle 33: Oberirdische Biomasse ( $m^{-2}$ ) und Ertrag ( $m^{-2}$ ) des Göttinger Sortiments (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ).....	42
Tabelle 34: Aufteilung der oberirdischen Biomasse (%) des Göttinger Sortiments (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ).....	43
Tabelle 35: Ertragsstruktur: Pflanzen, Triebe und Hülsen des Göttinger Sortiments (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ).....	44
Tabelle 36: Ertragsstruktur: TKG und Körner des Göttinger Sortiments (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ).....	45
Tabelle 37: N-Gehalt (%), N-Ertrag ( $g m^{-2}$ ) und N-Harvest Index des Göttinger Sortiments (SNK, $p < 0,05$ , $n=4$ ).....	46