Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Einfluss von Saattermin und Saatstärke auf die Jugendentwicklung, Überwinterung und den Ertrag von Wintererbsen

Alexandra Sophie Kreuzer

Zur Erlangung des akademischen Grades des Diplom-Ingenieurs (Dipl.-Ing.) der Universität für Bodenkultur Wien

Betreuung: Univ. Prof. Dr. Hans-Peter Kaul
In Kooperation mit Bio Forschung Austria: Dr. Wilfried Hartl

Wien, November 2010

Danksagung

An erster Stelle möchte ich Herrn Prof. Hans-Peter Kaul danken, dass er die Betreuung dieser vorliegenden Diplomarbeit übernommen hat. Danke für die wertvolle Unterstützung und Hilfe.

Der Bio Forschung Austria, mit Herrn Dr. Wilfried Hartl als Ansprechperson möchte ich für die Mitplanung des Versuches und für das zur Verfügung gestellte Saatgut danken.

Besonderen Dank gebührt Herrn Dr. Reinhard Neugschwandtner, der mich durch sein großes Interesse an meinem Versuch begleitet hat und mich jederzeit konstruktiv unterstütze.

Ebenso bedanken möchte ich mich bei Herrn Dipl.-Ing. Ivica Simonovic, der mir bei den praktischen Arbeiten am Feld eine große Hilfe war.

Abschließend möchte ich mich bei allen unterstützenden Personen des Departments für Angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie bedanken.

Meiner Familie danke ich herzlich für die Unterstützung während der gesamten Dauer meines Studiums.

Inhalt

1.	E	Einleitung		
2.	L	iteratu	rübersicht	6
į	2.1.	. Erb	sen	6
	2.2	. Win	tererbsen	8
	2	2.2.1.	Kulturansprüche	8
	2	2.2.2.	Winterfestigkeit	8
	2	2.2.3.	Standfestigkeit	9
	2	2.2.4.	Mischanbau	9
	2	2.2.5.	Unkrautunterdrückung	.10
	2	2.2.6.	Trockenmasseerträge	.11
	2	2.2.7.	Stickstofffixierung	.12
3.	F	ragest	ellung	.13
4.	N	/laterial	und Methoden	.14
,	4.1.	. Sta	ndort	.14
,	4.2	. Fak	toren	.16
	4	.2.1.	Genotyp	.16
	4	.2.2.	Bestandesdichte	.17
	4	.2.3.	Bestandestyp	.17
	4	.2.4.	Saattermin	.17
,	4.3	. Ver	suchsanlage und Versuchsdurchführung	.18
,	4.4	. Unt	ersuchungsprogramm	.20
	4	.4.1.	Entwicklungsstadium	.20
	4	.4.2.	Feldaufgang und Pflanzendichte	.20
	4	.4.3.	Auswinterungsschäden	.20
	4	.4.4.	Boden- Deckungsgrad	.20
	4	.4.5.	Verunkrautung	.21
	4	.4.6.	Anzahl der Seitentriebe	.21
	4	.4.7.	Bestandeshöhe und Pflanzenlänge	.21
	4	.4.8.	Trockenmasse	.21
	4	.4.9.	Ernte	.21
	4	.4.10.	N _{min} -Gehalt im Boden	.22
	4.5	. Sta	tistische Auswertung	.23
5.	Е	Ergebni	sse	.24
	5.1.	. Wet	tterdaten	.24
,	5.2	. Pfla	ınzenbauliche Ergebnisse	.25

	5.2.	1. Entwicklung vor dem Winter und Überwinterung	25	
	5.2.	2. Bestandesentwicklung	40	
	5.2.	3. Trockenmasseerträge	48	
	5.2.	4. Ertragsparameter der Erbsen	58	
	5.2.	5. N _{min} -Gehalt im Boden	68	
6.	Dis	kussion	72	
	6.1.	Jugendentwicklung und Überwinterung	72	
	6.2.	Verunkrautung und Standfestigkeit	74	
	6.3.	Trockenmassebildung und N _{min} -Gehalt im Boden	75	
	6.4.	Kornertragspotenzial	76	
	6.5.	Fazit	77	
7.	Zus	sammenfassung	78	
8.		stract		
9.	Lite	eraturverzeichnis	81	
10	. Abk	oildungsverzeichnis	83	
		pellenverzeichnis		
12	. Anhang			

1. Einleitung

Der Anbau von Winterungen weist im Vergleich zu Sommerungen viele Vorteile auf, wie zum Beispiel die längere Ausnutzung der Vegetationsperiode, die frühere Entwicklung der Kultur und somit die Möglichkeit, den heißen trockenen Bedingungen im Sommer auszuweichen.

Körnerleguminosen sind aufgrund ihrer Funktion, Luftstickstoff zu fixieren, aus der Landwirtschaft kaum wegzudenken. Nicht nur um die Eiweißversorgung in der Fütterung sicher zu stellen, sondern auch durch die Möglichkeit einer alternativen Stickstoffquelle ist die Erbse vor allem in der biologischen Landwirtschaft ein wichtiges Element der Fruchtfolge.

Wintererbsen haben in Frankreich eine lange Anbautradition, 2004 wurden bereits 17.000 ha Wintererbsen angebaut (URBATZKA, 2003). Gegenwärtig wird vor allem an der Entwicklung von neuen semi-leafless Sorten gearbeitet. In Deutschland führt die Universität Kassel-Witzenhausen seit über 20 Jahren mit der Wintererbse Versuche durch. Diese erscheinen mit ihren vielen Vorteilen nicht nur für den ökologischen Landbau als interessant. Abgesehen von der Zufuhr von Stickstoff bietet der Anbau von Wintererbsen Erosionsschutz durch die Bodenbedeckung über den Winter, ein höheres Beikrautunterdrückungspotenzial durch den frühen Reihenschluss (LINDEKE et al., 2001 zitiert in URBATZA, 2003) und ein größeres Ertragspotenzial (CHARLES, 2001 zitiert in).

Gründe warum die winterharten Formen der Körnerleguminosen noch kaum angebaut werden, sind nach URBATZKA et al. (2003) die häufig mangelnde Winterhärte und die geringe Standfestigkeit. Der Anbauzeitpunkt spielt für die Überwinterung der Wintererbse eine wesentliche Rolle. Die Pflanze sollte vor dem Winter ausreichend im Boden verankert sein, jedoch kein zu üppiges Wachstum aufweisen. Die Standfestigkeit der Wintererbse kann ein großes Problem darstellen, deshalb ist bei der Körnernutzung der Anbau im Gemenge mit einer Stützfrucht empfehlenswert (URBATZKA et al., 2003). Hier stellt sich die Frage, welche Getreideart sich als Gemengepartner am besten eignet, da der Entwicklungsverlauf weitgehend zeitgleich ablaufen sollte (AUFHAMMER, 1999).

Um diese Ungewissheiten zu klären, wurden in den letzten Jahren vermehrt verschiedene Wintererbsensorten auf ihre Anbauwürdigkeit getestet. Da es erst wenige Forschungsergebnisse über den Anbau der Wintererbse in Österreich gibt, hat die Bio Forschung Austria die Wintererbse vor ein paar Jahren in ihr Arbeitsprogramm aufgenommen.

2. Literaturübersicht

2.1. Erbsen

Die Erbse (*Pisum sativum* L. ssp. *sativum*) ist mit einem Rohproteingehalt von etwa 26-29% eine typische Eiweißpflanze. Sie wird vorwiegend zur Körnergewinnung genutzt und weltweit auf ca. 10 Mio. ha kultiviert (DIEPENBROCK et al., 2005). Im Jahr 2009 wurden in Österreich auf einer Anbaufläche von 15.168 ha Erbsen angebaut, im Vergleich dazu wurden nur auf 2.818 ha Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) kultiviert. Erbsen stellen somit einen wichtigen Vertreter der Körnerleguminosen dar. Jedoch ist deren Produktionsfläche seit 1999 (46.000 ha) stetig gesunken (BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT, 2010). Grund für den Rückgang könnte nach NEUNER et al. (2010) die zunehmenden Pflanzenschutzprobleme wegen zu engem Abstand in der Fruchtfolge sein. Schon KLAPP (1967) erklärt die geringen Flächenanteile der Erbse mit der Empfindlichkeit gegen Standortmängel, dem große Pflegebedarf und der erheblichen Schädlingsgefährdung.

Die Erbse gehört zu der Familie der Leguminosae (=Fabaceae) und ist eine Langtagpflanze.

Die Erbse entwickelt eine stark verzweigte Pfahlwurzel mit unregelmäßig verteilten, korallenförmigen Bakterienknöllchen. Die Erbsen gedeihen am besten auf tiefgründigen, humusreichen, leicht- bis mittelschweren Lehm- und Lössböden mit guter Wasserversorgung. Da die Struktur auf schweren und tonigen Böden keine ausreichende Bodendurchlüftung ermöglicht, sind diese Böden für die Erbsen nicht geeignet. Der pH-Wert des Bodens sollte zwischen 6,2 und 7,0 liegen. Erbsen bevorzugen ein gemäßigtes, mildes Klima. Sommererbsen vertragen Kältegrade bis zu -5°C. (KLAPP, 1967; PIETSCH et al., 2006)

Botanisch kann die Erbse in mehrere Convarietäten unterteilt werden. Zu der Unterart *Pisum sativum* ssp. *sativum* gehören fünf Convarietäten, die verschiedene Nutzungseigenschaften aufweisen:

- convar. sativum: Körnererbse Nutzung als Trockenspeiseerbse, aber hauptsächlich als Tierfutter; Pflanze blüht weiß; runde, gelbe oder grüne Samen
- convar. speciosum: Futtererbse, Felderbse, Peluschke Nutzung hauptsächlich zur Erzeugung von Grünfutter, Silage und Heu; Pflanze blüht rot bis violett; kleine bräunliche Samen
- convar. axiphium: Zuckererbse Nutzung als Speiseerbse
- convar. medullare: Markerbse Nutzung als Speiseerbse, weißblühend
- convar. medullo-saccharatum Zuckermarkerbse: Nutzung als Speiseerbse

Bei Erbsen kann man zwischen drei unterschiedliche Wuchstypen unterscheiden:

- "normalblättrige" Erbsen
- "halbblattlose" (semi-leafless) Erbsen
- "blattlose" (leafless) Erbsen.

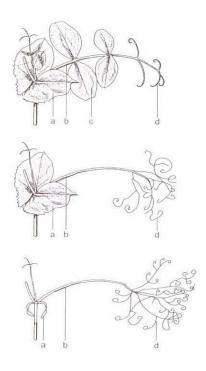


Abbildung 1: Wuchstypen der Erbse. Oben: normalblättrige Erbse, Mitte: Halbblattlose Erbse, Unten: Blattlose Erbse. a = Nebenblätter, b = Blattachse, c = Fiederblätter, d = Ranken (DIEPENBROCK et al., 1999)

Die Blätter der "normalblättrigen" Erbse bestehen aus dem Blattstiel, je zwei Nebenblättern und den Fiederblättern, welche sich aus dem Laubfiedern und Rankenfiedern zusammensetzen. Bei den "halblattlosen" Typen sind die Laubfiedern vollständig durch Rankenfiedern ersetzt, die Nebenblätter bleiben erhalten. Durch die Reduzierung der Blattfläche kommt es zu einer verminderten Photosyntheseleistung. Gleichzeitig ist auch die Transpirationsfläche vermindert, dies führt zu einer vermehrten Trockenresistenz. Auch die Verankerung im Bestand und somit die Standfestigkeit ist verbessert. "Blattlosen" Erbsen fehlen neben den Blattfiedern auch noch die Nebenblätter, so dass nur noch Ranken gebildet werden (DIEPENBROCK et al., 1999). Von den beiden ersten Blatttypen sind auch winterfeste Sorten verfügbar.

2.2. Wintererbsen

2.2.1. Kulturansprüche

Wintererbsen sollten laut FRUHWIRTH (1918, zitiert in URBATZKA, 2002) Ende August bis Mitte September gesät werden. DOWKER (1969, zitiert in BROUWER 1976) sieht einen frühen Anbau in Mitteleuropa von Mitte August bis Anfang September als problematisch, da in den relativ langen Septembertagen bei günstiger Temperatur zu viel Pflanzenmasse ausgebildet werden könne. Dadurch sei die Gefahr der Winterschädigung bedeutend erhöht. Der Anbau ab Mitte Oktober wird von HEBEISEN & CHARLES (2003) als entscheidender Saatzeitpunkt betrachtet, da zu frühe Saaten von diversen Krankheitserregen infiziert werden können.

Laut BROUWER (1976) sollte die Aussaattiefe für die Wintererbse 4-5 cm betragen. Auch HEBEISEN & CHARLES (2003) empfiehlt diese Saattiefe, damit die Pflanzen über den Winter im Boden genügend verankert sind.

Die optimale Bestandesdichte von Eiweißerbsen liegt nach DIEPENBROCK et al. (1999) zwischen 70 und 90 Pflanzen m⁻². Halbblattlose Typen benötigen wegen des geringeren Standraumbedarfs höhere Saatmengen. Nach PIETSCH (2006) sind dies zusätzlich 15 bis 20 keimfähige Körner m⁻². Auch für Wintererbsen sollen nach GRASS et al. (2009) in der Reinsaat 80 keimfähige Körner m⁻² gesät werden. Für den Anbau im Gemenge müssen die Saatdichten entsprechen geringer sein, darauf wird in Kapitel 2.2.4. detaillierter eingegangen.

2.2.2. Winterfestigkeit

Wintererbsen ertragen regelmäßig Temperaturen von -6°C bis -8°C, unter Umständen bis -5°C. Einen möglichen Grund für Auswinterungsschäden sehen HEBEISEN & CHARLES (2003) in zu üppiger Pflanzenentwicklung vor dem Winter. Wintererbsen sollten vor dem Winter nicht mehr als vier Blätter entwickelt haben. Auch nach URBATZKA (2003) müssen die Erbsen etwa im 2- bis 4-Blattstadium (BBCH 12-14) in den Winter gehen. Entgegen dazu muss nach BROUWER (1967) die Saat der Wintererbsen früh erfolgen, damit sich kräftige Rosetten für eine gute Überwinterung bilden können. Nach SOLKOLOV & TURZEVA (1932, zitiert in BROUWER, 1976) überstehen Wintererbsen im Gegensatz zu den normalen Saatund Futtererbsenformen Kältegrade bis -15°C gut. Auch nach KLAPP (1967) vertragen Wintererbsen zwar tiefe Temperaturen, sie leiden aber unter Wechselfrost im Nachwinter. Wesentlich für die Überwinterung der Genotypen ist jedoch immer eine Schneedecke über den Winter. Diese bietet den Erbsen Schutz und kann die Auswinterung deutlich verringern.

Wenn keine Schneedecke vorhanden ist, kann der Wechsel zwischen Frost und Tauwetter laut Brouwer (1967) zu einem großen Schaden führen, da die Pflanzen auch bei geringeren Temperaturen auszutreiben beginnen und dadurch ihre Kälteresistenz einbüßen. Für die Überwinterung hat die Temperatur an der Bodenoberfläche eine größere Bedeutung als die Lufttemperatur in 2 m Höhe (MARKARIAN & ANDERSEN, 1966 zitiert in Brouwer, 1967). Urbatzka (2003) berichtet aber auch über Versuche, bei denen es Auswinterungen in milden Wintern gab. Die französischen Wintererbsen-Herkünfte sind laut Urbatzka et al. (2008) für den Anbau in Deutschland nicht geeignet, da sie in mehreren Versuchsjahren keine ausreichende Winterhärte aufwiesen. Diese neuen semi-leafless Sorten waren auch bei Versuchen im Weinviertel, Niederösterreich bei einer Tiefsttemperatur von -15°C nicht ausreichend winterhart (Neuner et al., 2010).

2.2.3. Standfestigkeit

Die Standfestigkeit der Erbsen ist bei der Sortenprüfung ein entscheidendes Kriterium. Eine verbesserte Standfestigkeit vereinfacht die zeitaufwendige Ernte und verkleinert das Risiko von Pilzbefall der Körner (HEBEISEN & CHARLES, 2003). Lagern in der Kornausbildungsphase hemmt die Trockenmasseproduktion und fördert die Verluste von Körner. Bei herkömmlichen Erbsensorten nimmt die Standfestigkeit im Hülsenansatz- und Kornausbildungsverlauf rasch ab (AUFHAMMER, 1999). Bei Versuchen der Universität Kassel lagerten laut URBATZKA et al. (2007) normalblättrige Wintererbsen ab dem Blühende komplett. Auch KARPENSTEIN-MACHAN & STÜLPNAGEL (2000 sehen die starke Lagerung der Wintererbse in Reinsaat ab der Blüte als Nachteil. Bei der Gefahr zu lagern besitzen laut HEBEISEN & CHARLES (2003) die halbblattlosen Wuchstypen einen Vorteil, wodurch das Anbaurisiko deutlich reduziert wird. Der Ersatz der Blätter durch die Ausbildung von Ranken führt zu einer verbesserten Standfestigkeit. Zur Verminderung der Lagergefahr ist der Anbau von normalblättrigen Wintererbsen mit einer Stützfrucht sinnvoll.

2.2.4. Mischanbau

Der Mischanbau von Leguminosen und Nicht-Leguminosen kann einige Vorteile gegenüber Reinsaaten aufweisen, wie zum Beispiel der höhere Ertrag, die Ertragsstabilität und die verbesserte Qualität der Ernteprodukte. Diese Verbesserung der Ertragsleistung ist durch die effizientere Nutzung der vorhandenen Wachstumsfaktoren zu erklären (HAUGGAARD-NIELSON & ANDERSEN, 2000). Nach BURITY et al. (1989, zitiert in HOF & RAUBER, 2003) kann bei Leguminosen-Getreide-Gemengen der Boden- und Luftstickstoff effizienter genutzt werden.

Vor allem im Biolandbau haben Gemenge mit Körnerleguminosen aus Fruchtfolgegründen eine hohe Bedeutung.

Bei der Auswahl der Gemengepartner ist neben den Ertragseigenschaften und guter Unkrautunterdrückung auch auf ähnliche Reifezeiträume und geringe Lagerneigung zu achten. Laut KLAPP (1967) sollte die Wintererbse aufgrund ihrer mangelnden Standfestigkeit und Winterhärte nur im Gemenge mit Winterroggen und mit geringen Mischungsanteil angebaut werden (10 bis 15 kg ha⁻¹). Die Bio Forschung Austria hingegen hält den Winterroggen für zu konkurrenzstark (SCHNEIDER, 2008). KARPENSTEIN-MACHAN & STÜLPNAGEL (2000) konnte durchaus eine Konkurrenzfähigkeit gegen den Roggen beobachten, jedoch wurde mit fortschreitendem Wachstum die Lagerung der Wintererbse immer stärker. Somit konnte die Wintererbse ihr Ertragspotenzial nicht ausschöpfen. Auch Wintertriticale, der in Deutschland in Versuchen als Gemengepartner der Wintererbse dient, ist der Bio Forschung Austria zu dominierend (SCHNEIDER, 2008). Für den Anbau im Gemenge in Westösterreich empfehlen hingegen NEUNER et al. (2010) Winterroggen oder Triticale und in trockenen Gebieten Winterweizen und Triticale als Mischungspartner.

Die optimalen Pflanzendichten können in einem Mischbestand nach AUFHAMMER (1999) höher oder geringer sein als in ihren Reinbeständen. Die Konkurrenzfähigkeit der einzelnen Komponenten ist abhängig von der jeweiligen Saatdichte im Mischbestand. Die empfohlenen Saatstärken der Bio Forschung Austria liegen bei Gemengen mit Winterweizen bei der normalblättrigen Wintererbse bei 40-50 Körner m⁻² mit 45 Körnern m⁻² Getreide. Bei KIMPEL-FREUND et al. (1998) und URBATZKA et al. (2008) waren in Versuchen der Anteil des Getreides im Gemengeanteil mit Erbse höher. Hier lagen die Aussaatstärken bei 100-150 Getreide-Körnern m⁻² mit 50 Erbsen-Körnern m⁻².

2.2.5. Unkrautunterdrückung

Frühzeitig lagernde Erbsenbestände haben eine hohe Anfälligkeit für Unkrautdurchwuchs. Auch können nach AUFHAMMER (1999) und KIMPEL-FREUND (1998) Erbsenbestände halbblattloser Sorten Unkraut relativ schlecht unterdrücken. Nach URBATZKA (2003) hängt ebenfalls der Effekt der Unkrautunterdrückung stark von dem Blatttyp der Erbse ab. Die normalblättrige Wintererbse kann durch ihren massigen Wuchs Unkraut im Vergleich zu halbblattlose Sorten besser unterdrücken. Mischbestände von Erbsen mit Hafer können ein stärkeres Unkrautunterdrückungspotenzial entwickeln als in Reinbeständen. Ursache für die bessere Unterdrückung von Unkräutern ist nach KIMPEL-FREUND (1998) die erhöhte Lichtausnutzung durch den Pflanzenbestand, so dass im Gemengeanbau die

Lichttransmission an der Bodenoberfläche geringer ist als in Erbsen-Reinsaat. Laut KARPENSTEIN-MACHAN & STÜLPNAGEL (2000) hinterlässt die Wintererbse nach deren Ernte das Feld nahezu unkrautfrei.

2.2.6. Trockenmasseerträge

Wintererbsen durchlaufen ungefähr 20 Tage vor der Sommererbse dieselben Entwicklungsstadien und können meist vor dem Getreide geerntet werden (HEBEISEN & ermöglicht CHARLES, 2003). Dies mehr Zeit für die anschließenden Bodenbearbeitungsmaßnahmen bzw. eine frühe Aussaat der Nachfrucht (BINDER et al., 2009) Bei Körnerleguminosen können wiederholte Temperaturanstiege über 25°C während der Blüte zu einem Abwurf der Blüten und somit zur Reduktion der Hülsenanzahl pro Pflanze führen. Die Wintererbse kann durch ihren zeitlichen Entwicklungsvorsprung gegenüber der Sommererbse diesem Problem ausweichen. Außerdem kann sie die restliche Bodenfeuchte für die Körnerausbildung besser nutzen (HEBEISEN & CHARLES, 2003).

Bei einer Feldstudie in Hessen fielen im Mai die Trockenmasseerträge der Wintererbse im Gemenge höher aus, als jener der Reinsaat (KARPENSTEIN-MACHAN & STÜLPNAGEL, 2000). Auch bei Versuchen der Universität Göttingen lagen die Trockenmasseerträge bei Hafer-Erbsen-Gemengen (106,4 dt ha⁻¹) über denen von Erbsen-Reinsaaten (79,9 dt ha⁻¹). Die von den normalblättrigen und semi-leafless Erbsen in Reinsaaten gebildeten Sprossmassen unterschieden sich zwar zu Schossbeginn und Blüte, der Unterschied war aber zur Reife nicht signifikant. Die Gesamt-Kornerträge der Gemenge (53 Körner Erbse m⁻² und 100 Körner Hafer m⁻²) lagen mit 48 dt ha⁻¹ über denen der Erbsen-Reinsaaten (35,8 dt ha⁻¹ bei 80 Körnern Erbse m⁻²). Der Hafer in Reinsaat erzielte bei einer Saatdichte von 300 Körnern m⁻² einen Kornertrag von 64,3 dt ha⁻¹ (KIMPEL-FREUND et al., 1998).

Obwohl die witterungs- und standortbedingten Ertragsunterschiede von Jahr zu Jahr laut HEBEISEN & CHARLES (2003) erheblich sind, erzielten Wintererbsen beim Anbau in der Schweiz im mehrjährigen Durchschnitt einen Kornertrag von 50 dt ha⁻¹. In Versuchen der Bio Forschung Austria 2006/2007 in Platt (Niederösterreich) betrug der Ertrag der normalblättrigen Wintererbsen in Reinsaat bei einer Saatstärke von 85 Körnern m⁻² nur 15 dt ha⁻¹. Im Gemenge mit Winterweizen (mit 150 Körnern m⁻²) erzielte dieselbe Sorte bei einer Saatdichte von 40 Körnern m⁻² einen Ertrag von 18 dt ha⁻¹ (NEUNER, 2010). In Feldversuchen in Kassel lag der Kornertrag laut URABTZKA (2002) trotz hoher Auswinterung bei 30-40 dt ha⁻¹.

2.2.7. Stickstofffixierung

Durch die Symbiose mit Bodenbakterien sind Leguminosen fähig, Luftstickstoff zu fixieren. Wurzelknöllchen entstehen etwa 10 bis 14 Tage nach der Keimung und bestehen hauptsächlich aus parenchymatischem Gewebe. Die Entwicklung der Knöllchen in der primären Wurzelrinde erfolgt nach der Infektion mit Rhizobien. Durch mineralische Stickstoffgaben kommt es zur bevorzugten Aufnahme der Pflanze von Düngerstickstoff und somit zur Reduzierung der Luftstickstoffbindung. Erbsen können pro Jahr 15-190 kg N ha⁻¹ Luftstickstoff fixieren (DIEPENBROCK et. al, 1999).

Die Stickstofffixierungsleistung der Erbse ist von vielen Faktoren, wie zum Beispiel Standort und Sorte abhängig (DIEPENBROCK et. al, 1999). Bei KARPENSTEIN-MACHAN & STÜLPNAGEL (2000) wiesen normalblättrige Wintererbsen in Reinsaat eine Stickstofffixierung von 242 kg ha⁻¹ auf. Die Stickstofffixierungsleistung der Wintererbsen in Reinsaat ist zur Grünernte laut URBATZKA et al. (2009) deutlich höher als bei Sommererbsen. Dies ist vermutlich mit einer früheren N-Fixierung entsprechend dem Wachstumsverlauf zu erklären. Bei Versuchen der Universität Kassel wurden bei den normalblättrigen Wintererbsen zum Zeitpunkt des Korndrusches höhere N_{min}-Mengen im Boden vorgefunden, als bei den halbblattlosen Genotypen (URBATZKA et al., 2007). Laut KARPENSTEIN-MACHAN & STÜLPNAGEL (2000) liegt der Grund dafür wahrscheinlich bei einer höheren Stickstofffixierungsleistung, da die normalblättrige Erbsen vermutlich analog zu ihrem oberirdischen Aufwuchs auch deutlicher mehr Wurzelmasse bilden. Weiters waren die im Boden vorgefundenen N_{min}-Mengen bei normalblättrigen Erbsen in Reinsaat höher als im Gemenge mit Getreide. Bei Versuchen der Bio Forschung Austria hinterließen Wintererbsen in Reinsaat einen N_{min}-Gehalt von bis zu 130 kg N ha⁻¹. Wintererbsen im Gemenge mit Winterweizen hingegen hinterließen nur 70 kg N ha⁻¹

3. Fragestellung

Da noch kaum Versuche im pannonischem Klimaraum mit der Wintererbse durchgeführt wurde, gibt es über die Überwinterung und die Ertragsbildung noch keine abgesicherten Ergebnisse. Durch das Produktionsziel Wintererbse in Mischkultur ergeben sich eine Reihe von agronomischen und bestandesphysiologischen Problembereichen. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich auf folgende Fragen:

- 1) Inwieweit hat der Aussaattermin Einfluss auf die Jugendentwicklung der Wintererbse und deren Überwinterung?
- 2) Welchen Einfluss haben der Wuchstyp der Wintererbse und die Stützfrucht auf die Verunkrautung und Standfestigkeit der Wintererbsen?
- 3) Besteht ein Unterschied zwischen der Reinsaat und der Mischkultur in der Trockenmasse- und Ertragsbildung und dem N_{min}-Gehalt im Boden?
- 4) Welche der geprüften Wintererbsen-Genotypen und der Bestandesdichten haben das höchste Kornertragspotenzial?

Zur Untersuchung der oben angeführten Problembereiche wurde, aufbauend auf die Ergebnisse der Bio Forschung Austria, an der Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf ein Versuch angelegt, der Gegenstand der vorliegenden Arbeit ist.

4. Material und Methoden

4.1. Standort

Der Versuch wurde auf den Versuchsflächen der Versuchswirtschaft Groß-Enzersdorf, in Raasdorf angelegt. Raasdorf befindet sich im Marchfeld und liegt an der westlichen Grenze des pannonischen Klimaraumes. Für diesen ist ein kontinentales Klima mit kalten, schneearmen Wintern und trockenen, heißen Sommern charakteristisch. Die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 9,7°C und die mittlere Niederschlagsmenge bei 554 mm (Abbildung 2). 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.

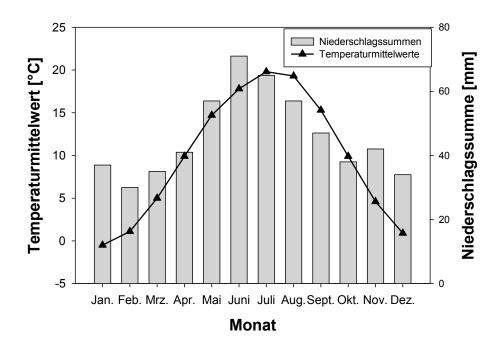


Abbildung 2: Lufttemperatur und Niederschlagssummen im langjährigen Mittel (das langjährige Mittel bezieht sich auf die Jahre 1901-2001)

Der Boden ist ein tiefgründiger Tschernosem, der aus kalthaltigem Feinsediment des Tertiärs entstanden ist und Teil der Praterterrasse ist. Der A-Horizont besteht aus lehmigen Schluff mit einem Humusgehalt von ca. 2,5 %. Die Bodenreaktion liegt mit einem pH-Wert zwischen 7,5 und 7,6 im alkalischen Bereich.

Im Herbst 2009 wurde auf der Versuchsfläche eine N_{min} -Bestimmung vorgenommen. Die Messung ergab in einer Bodentiefe von 0-90 cm einen NO_3 -N Gehalt von 83,9 kg ha⁻¹ (Tabelle 1). Ammonium war nur in vernachlässigbaren Mengen vorhanden.

Tabelle 1: Ergebnisse der N_{min} - Bestimmung nach der Aussaat (Ziehung am 27.10.2009)

Bodentiefe in cm	NO ₃ -N [kg N ha ⁻¹]	
0-30	53,2	
30-60	26,1	
60-90	4,6	
0-90	83,9	

4.2. Faktoren

4.2.1. Genotyp

In diesem Versuch wurden in der Vegetationsperiode 2009/2010 drei verschiedene, nach Vorversuchen ausgesuchte, Genotypen von Wintererbsen ausgesät. Alle Erbsen wurden im Gemenge mit Getreide angebaut. Als Stützfrucht wurde eine zweizeilige Wintergerste (Hordeum vulgare) der Sorte Cordula gewählt. Diese zeichnet sich durch eine hohe Standfestigkeit und eine ausgeprägte Winterfestigkeit aus. Bei den Erbsen handelte es sich um zwei "normalblättrige" Genotypen (EFB33 und Griechische) und eine "semi-leafless" Sorte (Cherokee). Die Sorte EFB33 und Cherokee werden in der Abbildung 3 dargestellt.





Abbildung 3: Wintererbsen der Sorte EFB33 (links) und der Sorte Cherokee (rechts), aufgenommen am 26.05.2010

Bei der EFB33 handelt es sich um eine weit verbreitete winterannuelle Sorte. Dieser normalblättrige Wuchstyp stammt aus Italien und wird in Deutschland an der Universität Kassel-Witzenhausen seit mehr als 20 Jahren zu Versuchszwecken angebaut. Die EFB33 wird auch in Österreich durch die Bio Forschung Austria getestet. Laut Bio Forschung Austria ist dieser Genotyp aufgrund seiner Winterfestigkeit für den Anbau in Österreich empfehlenswert. Charakteristisch für die EFB33 ist die ausgiebige Bildung von Blattmasse und Wüchsigkeit. Sie deckt den Boden gut ab, dies führt zu einer besseren Unkrautunterdrückung als bei den modernen semi-leafless Erbsen. Die Sorte EFB33 erreicht eine Wuchshöhe von ca. 1,5 m, und demensprechend gering ist auch ihre Standfestigkeit (SCHNEIDER, 2008). Der Erbsengenotyp "Griechische" ist der EFB33 sehr ähnlich. Beide Sorten gehören zu der Varietät *Pisum sativum* conv. *speciosum* an, die als Futtererbse oder Peluschke bezeichnet wird. Charakteristisch ist für die Peluschke Kleinkörnigkeit und Dunkelsamigkeit. Das hohe Pflanzenwachstum führt zu einer starken Lagerneigung dieser Genotypen.

Die französische Sorte Cherokee ist eine semi-leafless Wintererbse. Diese ist seit 2005 in Frankreich zugelassen. Die Halbblatt-Typen benötigen aufgrund der geringeren Bildung von Seitentrieben höhere Saatstärken als die normalblättrigen Wintererbsen (NEUNER, 2009). Die empfohlene Saatdichte beträgt 80-100 Körner pro m². Sie gehört zu der Varietät *Pisum sativum* conv. *sativum*, den sogenannten Körnererbsen. Diese großkörnigen und rundsamigen Erbsen weisen durch ihre Kurzwüchsigkeit eine relativ gute Standfestigkeit auf.

4.2.2. Bestandesdichte

Die Wintererbsen wurden in fünf verschiedene Dichtestufen gemeinsam mit Wintergerste angebaut. Da die semi-leafless Erbsen weniger Blattmasse als die normalblättrigen produzieren, wurden bei der Sorte Cherokee höhere Aussaatstärken gewählt.

Die Genotypen EFB33 und Griechische wurde in den Saatstärken 20, 40, 60, 80, 100 keimfähige Körner m⁻² und die Sorte Cherokee mit 60, 80, 100, 120, 140 keimfähige Körner m⁻² ausgesät. Im Gemenge wurden jeweils 40 keimfähigen Körnern m⁻² der Wintergerste Cordula zur Wintererbse gemischt.

Als Reinsaat wurde die Sorte EFB33 mit den Saatstärken 20, 60 und 100 keimfähige Körner m⁻² und die Sorte Cherokee mit den Aussaatdichten 60, 100, und 140 keimfähige Körner m⁻² angebaut. Die Aussaatmenge bei der Wintergerste in Reinbestand lag bei 300 keimfähigen Körnern m⁻².

4.2.3. Bestandestyp

Neben den Wintererbsen im Gemenge mit Wintergerste wurden zur näheren Untersuchung der Mischungseffekte die Sorten EFB33 und Cherokee in drei Saatdichten sowie die Wintergerste zusätzlich auch in Reinbeständen angebaut. Um den Versuch in einem angemessenen Rahmen zu halten, wurde der Genotyp Griechische auch aufgrund seiner phänotypischen Ähnlichkeit mit der EFB33 nicht in Reinsaat ausgesät.

4.2.4. Saattermin

Für die Aussaat des Versuchs wurden zwei verschiedene Satttermine gewählt. Die erste Aussaat erfolgte Ende September (22.09.2009) und die zweite Mitte Oktober (14.10.2009).

4.3. Versuchsanlage und Versuchsdurchführung

Der Versuch wurde auf einer konventionell bewirtschaftenden Fläche mit Vorfrucht der Vegetationsperiode 2009/2010 der Wintergerste angebaut, auf eine Umstellungssituation auf biologische Bewirtschaftung angenommen wurde. Für die Bodenbearbeitung wurde ein Grubber (Bearbeitungstiefe ca. 30 cm) und anschließend eine Kreiselegge (Bearbeitungstiefe ca. 4-5 cm) eingesetzt. Während der gesamten Kulturdauer des Versuches erfolgte keine Beikrautbekämpfung. Die Versuchsanlage erfolgte als einfache Spaltanlage in dreifacher Wiederholung, wobei keine voll orthogonale Anordnung gewählt wurde (vgl. 4.2). Auf der Großparzelle wurde der Faktor Saattermin realisiert. Diese wurde in Kleinparzellen unterteilt, auf denen die Faktoren Bestandesdichte, Bestandestyp und Genotyp randomisiert angebaut wurden. Jede Parzelle hatte eine Nettogröße von 15 m². Die Aussaat der 132 Parzellen wurde mit einer Versuchs-Drillmaschine artengemischt in einer Überfahrt durchgeführt. Die Saattiefe lag bei ca. vier Zentimeter, der Reihenabstand bei 12,5 cm. Der Versuchsplan mit den einzelnen Codierungen, deren Bedeutungen in der Tabelle 2 dargestellt sind, ist im Anhang enthalten.

Tabelle 2: Faktoren , Faktorenstufe und Codierung des Versuchs

Faktor	Faktorstufe	Code
Bestandstyp	Reinsaat (unorthogonal; nur Gerste, EFB33, und Cherokee)	B1
	Gemenge	B2
Genotyp	EFB33 (normalblättrige Erbse)	G1
	Griechische (normalblättrige Erbse)	G2
	Cherokee (semi-leafless Erbse)	G3
	Cordula (zweizeilige Wintergerste)	G4
Bestandesdichte		D1
	40 (EFB 33, Griechische) bzw. 80 (Cherokee) k.K. m ⁻²	D2
	60 (EFB 33, Griechische) bzw. 100 (Cherokee) k.K. m ⁻²	D3
	80 (EFB 33, Griechische) bzw. 120 (Cherokee) k.K. m ⁻²	D4
	100 (EFB 33, Griechische) bzw. 140 (Cherokee) k.K. m ⁻²	D5
	300 (Cordula) k.K. m ⁻²	D6
Aussaattermin	22. September 2009	S1
	14. Oktober 2009	S2
Wiederholung	1. Wiederholung	W1
	2. Wiederholung	W2
	3. Wiederholung	W3

4.4. Untersuchungsprogramm

Nachdem der erste Saattermin im Frühjahr aufgrund massiver Auswinterung verworfen werden musste, konnten einige Merkmale nur noch auf den Parzellen des zweiten Saattermins erfasst werde. Die Zeitpunkte, an welchen die Untersuchungen durchgeführt wurden, sind in der Tabelle 3 ersichtlich.

4.4.1. Entwicklungsstadium

Bei allen Untersuchungen wurde das Pflanzenstadium nach dem BBCH-Code für Erbsen bonitiert. Da es keine eigene Skala für Wintererbsen gibt, wurde jene der Sommererbse verwendet.

4.4.2. Feldaufgang und Pflanzendichte

Um den Feldaufgang zu bestimmen, wurde die Pflanzenanzahl eines Laufmeters jeweils in der dritten und vierten Reihe jeder Parzelle bestimmt. Somit konnte die Anzahl der Pflanzen pro m² errechnet werden. Die Zählung wurde auch an weiteren Terminen für die Bestimmung der Pflanzendichte durchgeführt. Für den ersten Saattermin wurde zudem eine abschließende Zählung der Erbsenpflanzen der gesamten Parzelle durchgeführt.

4.4.3. Auswinterungsschäden

Für die Erfassung von dem "Stand nach Winter" wurden bei der Zählung gemäß 4.4.2 die Pflanzen in folgende Kategorien unterteilt: "vital", "geschädigt" und "abgestorben".

4.4.4. Boden- Deckungsgrad

Im November und April wurde von jeder Parzelle eine digitale Fotografie angefertigt. Anschließend wurden diese mit Hilfe des Bildauswertungsprogramms Sigma Scan Pro 5 analysiert. Dabei wurde der Anteil grüner Pixel an der Gesamtpixelanzahl ermittelt und in Prozent angegeben.

4.4.5. Verunkrautung

Zur Bestimmung der Verunkrautung wurde die Trockenmasse der Unkräuter jeder Parzelle erfasst. Dazu wurde die Unkrautfrischmasse von 0,25 m² jeder Parzelle des zweiten Anbautermins zur Blüte geschnitten, bei 100°C im Trockenschrank getrocknet und das Gewicht bestimmt.

4.4.6. Anzahl der Seitentriebe

Für die Erfassung der Anzahl der Seitentriebe wurde bei der Trockenmassebeprobung zur Blüte 0,25 m² je Parzelle mit einem Spaten ausgestochen. Die Pflanzenanzahl und die Triebanzahl wurden erfasst.

4.4.7. Bestandeshöhe und Pflanzenlänge

Die Bestandeshöhe wurde mit Hilfe eines Meterstabes ermittel. Für die Pflanzenlänge wurden jeweils zwei Pflanzen je Parzelle gemessen.

4.4.8. Trockenmasse

Zur Bestimmung der Trockenmasse wurde jeweils die Frischmasse von 0,25 m² mit einer Schere an der Bodenoberfläche geschnitten. Diese wurde nach Arten separiert und bei 100°C im Trockenschrank getrocknet. Wegen des geringen Aufwuchses wurde an dem Termin vor dem Winter jeweils 0,5 m² Frischmasse von zwei Wiederholungen geschnitten und nicht separiert.

4.4.9. Ernte

Zur Bestimmung der Ernteerträge wurde von jeder Parzelle des zweiten Saattermins 0,25 m² Pflanzenmaterial geschnitten und anschließend die Hülsen bzw. Ähren der Pflanzen von Hand geerntet. Das Pflanzenmaterial wurde gewogen und die Trockenmasse bestimmt. Die geernteten Körner wurden gewogen und gezählt.

Die Körnerernte der Restparzelle wurde mit einem Parzellendrescher durchgeführt. Anschließend wurde das Erntegut getrocknet und mit einer Windreinigung von Strohresten und Staub gereinigt.

4.4.10. N_{min} -Gehalt im Boden

Zur Bestimmung der Mineralstickstoffgehalts im Boden nach dem Winter wurden bestimmte Parzellen auf ihren Stickstoffgehalt untersucht. Die Beprobung wurde bis zu einer Tiefe von 90 cm mit jeweils vier Einstichen durchgeführt. Die Parzellen mit folgender Codekombination wurden bei beiden Saatterminen und in allen drei Wiederholungen beprobt: B1G1D1, B1G1D3, B1G1D5, B2G1D1, B2G1D3, B2G1D5, B1G3D1, B1G3D3, B1G3D5, B2G3D1, B2G3D3, B2G3D5, B1G4D6. Nach der Ernte wurden die selben Parzellen des zweiten Saattermins noch einmal beprobt.

Tabelle 3: Untersuchungsprogramm

Untersuchungen	Datum:		
	1. Saattermin	2. Saattermin	
Feldaufgang	18.11.2009	18.11.2009	
Pflanzendichte	04.05.2010	10.05.2010	
Auswinterungsschäden (vital, geschädigt, abgestorben)	22.03.2010	22.03.2010	
Deckungsgrad	18.11.2010	18.11.2010	
	28.04.2010	28.04.2010	
Trockenmasse	14.12.2009	14.12.2009	
		10.05.2010	
		28.06.2010 (Cherokee)	
		12.07.2010 (EFB33 + Griechische)	
Verunkrautung		10.05.2010	
Bestandeshöhe, Pflanzenlänge		10.06.2010	
Kornertrag (Druschernte)		29.06.2010 (Cherokee)	
		13.07.2010 (Griechische)	
		20.07.2010 (EFB33)	
Ertragsstruktur		19.0723.07.2010	
N _{min} -Gehalt im Boden	19.04.2010	19.04.2010	
		14.07.2010	

4.5. Statistische Auswertung

Die Daten der untersuchten Merkmale wurden auf ihre Signifikanz mit dem Statistikprogramm SAS 9.1 überprüft. Da der Versuch nicht vollständig orthogonal aufgebaut war, wurden zwei verschiedene Verrechnungen durchgeführt.

Bei dem ersten orthogonalen Verrechnungskern wurden nur die Gemenge auf signifikante Einflüsse überprüft. Dazu wurden alle drei Genotypen in allen fünf Dichtestufen miteinander verglichen. In der Varianzanalyse des zweiten orthogonalen Verrechnungskernes wurden die Reinsaaten gemeinsam mit den Gemengen geprüft. Nur die Sorte EFB33 und Cherokee sowie drei Dichtestufen wurden sowohl in Reinsaat als auch in Gemenge untersucht. Die Varianzanalysen erfolgten mit der SAS-Prozedur GLM. Die Ergebnisse der Varianzanalysen sind in Tabellenform im Anhang abgebildet. Anschließend wurden die Mittelwerte mit Hilfe eines t-Test miteinander verglichen. Die berechneten Grenzdifferenzen geben die Größenordnung signifikanter Unterschiede an; sie können nicht für alle möglichen paarweisen Mittelwertvergleiche exakt verwendet werden, da dann das Signifikanzniveau von p<0,05 nicht eingehalten würde.

Wie in Kapitel 4.2.2. beschrieben worden ist, waren die Aussaatmengen in den einzelnen Faktorstufen nicht für alle Genotypen gleich. Deshalb wurden zur Überprüfung der Ergebnisse in einer zusätzlichen Testung nur die Dichtestufen miteinander verglichen, die bei allen drei Genotypen ident waren. Diese Dichten waren im Gemenge 60, 80 und 100 keimfähige Körner m⁻² und in der Reinsaat 60 und 100 keimfähige Körner m⁻². Die Ergebnisse der Varianzanalysen dazu sind ebenfalls im Anhang zu finden.

5. Ergebnisse

5.1. Wetterdaten

Abbildung 4 zeigt den Temperaturverlauf und die Niederschlagsummen in der Vegetationsperiode 2009/2010. Die Messdaten der Lufttemperatur sind gemittelte Tageswerte. Während des Versuchszeitraums betrug die Niederschlagssumme 437,2 mm und die Wärmesumme 1717°Cd. 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.

In der Hauptvegetationszeit von April bis Juli wurde eine ausreichende Menge an Regen verzeichnet. In dieser Zeit betrug die Niederschlagsmenge 413 mm, dies war um 144 mm mehr als das langjährige Mittel (234 mm). Im Unterschied zum Niederschlag war die Temperatur bis auf kleine Abweichungen, im September und Jänner, dem langjährigen Mittel angepasst. Im Winter 2009/2010 gab es zwei Kälteperioden mit Dauerfrostphasen im Dezember und Jänner. Während dieser Zeit lag teilweise eine geschlossene Schneedecke. Der tiefste Temperaturwert im Winter war -15,6°C am 20.12.2009.

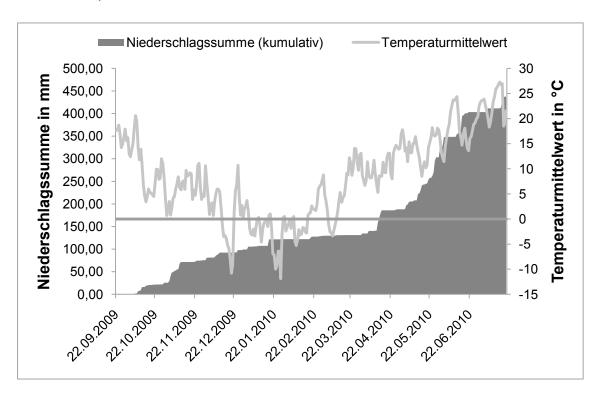


Abbildung 4:Niederschlagssumme und Temperaturmittelwert (2 m Höhe) während des Versuchszeitraums

5.2. Pflanzenbauliche Ergebnisse

5.2.1. Entwicklung vor dem Winter und Überwinterung

5.2.1.1. Feldaufgang [%]

Die angestrebte Pflanzenzahl wurde teilweise deutlich überschritten. Die Feldaufgänge lagen zwischen 85% und 140%. Der Grund für die Feldaufgänge über 100% könnten Fehlzählungen sein. Auch eine höhere Keimfähigkeit als angenommen wäre möglich. Die Abbildung 5 zeigt die Mittelwerte des Feldaufgangs in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp. Die Faktoren Saattermin und Genotyp hatten einen signifikanten Einfluss auf den Feldaufgang. Die Feldaufgänge des späten Saattermins waren höher als die des frühen. Die Sorten Cherokee und EFB33 unterschieden sich nicht. Im Vergleich dazu wies der Genotyp Griechische höhere Feldaufgänge auf. Die Varianzanalyse konnte keinen Einfluss der Dichtestufen feststellen (Abbildung 6). Bei der Varianzanalyse des ersten orthogonalen Verrechnungskerns wurde bei dem Feldaufgang keine Wechselwirkung zwischen den einzelnen Faktoren festgestellt.

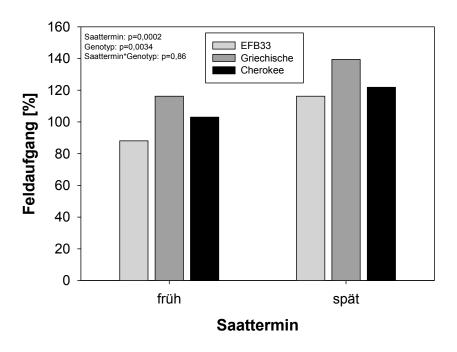


Abbildung 5: Feldaufgang [%] in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)

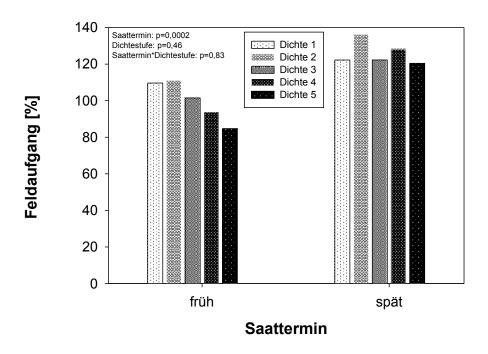


Abbildung 6: Feldaufgang [%] in Abhängigkeit von Saattermin und Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen)

Die Varianzanalyse des zweiten Verrechnungskernes ergab keine signifikante Interaktion zwischen Saattermin und Bestandestyp, dies wird in der Abbildung 7 dargestellt. Es konnte ein Effekt des Saattermins festgestellt werden, der zweite Saattermin wies im Vergleich zum ersten Aussaattermin höhere Feldaufgänge auf. Es gab keinen Unterschied zwischen der Reinsaat und dem Gemenge. Der Feldaufgang der Wintererbse wurde durch die Wintergerste nicht beeinflusst.

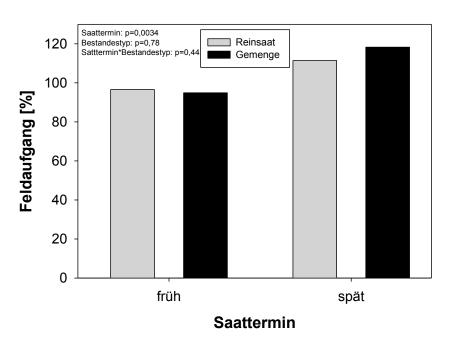


Abbildung 7: Feldaufgang [%] in Abhängigkeit von Saattermin und Bestandestyp (Mittelwert über 2 Genotypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)

Im Gegensatz zum ersten orthogonalen Verrechnungskern (vgl. Abbildung 5) unterschied sich hier die Sorte Cherokee mit einem Feldaufgang von 107 bzw. 119% von der Sorte EFB33 mit nur 84 bzw. 107% (Abbildung 8).

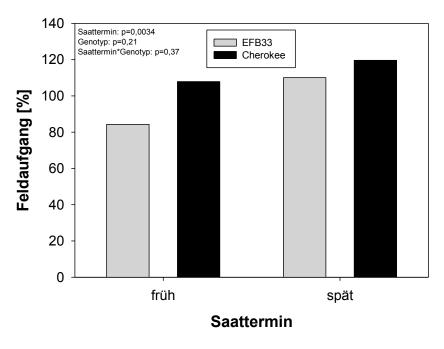


Abbildung 8: Feldaufgang [%] in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp (Mittelwert über 2 Bestandestypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)

5.2.1.2. Pflanzendichte der Wintergerste vor dem Winter

Die Wintergerste wurde beim Bestandestyp Gemenge mit 40 keimfähigen Körnern m⁻² ausgesät. Die Abbildung 9 zeigt, dass die angestrebte Pflanzendichte erreicht wurde. Die Varianzanalyse ergab keine Signifikanzen für die Faktoren oder Interaktionen.

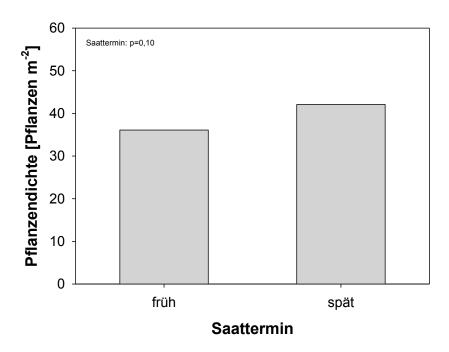


Abbildung 9: Pflanzendichte der Wintergerste in Abhängigkeit von Saattermin (Mittelwert über 3 Genotypen, 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)

5.2.1.3. Boden-Deckungsgrad am 18.11.2009

Abbildung 10 zeigt die Mittelwerte des Deckungsgrades in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp, wobei keine Interaktion nachgewiesen werden konnte. Der frühe Saattermin konnte höhere Deckungsgrade erreichen als der späte. Zwischen den Genotypen bestand kein Unterschied. Die Dichtestufen beeinflussten den Deckungsgrad ebenfalls (Abb. 11). Die 5. Dichtestufe unterschied sich von der 1., 2. und 3. Dichte. Die Dichtestufe 4 zeigte nur einen Unterschied zu der Dichte 1 und 2. Es gab keine Wechselwirkung zwischen den Faktoren Saattermin und Dichtestufe.

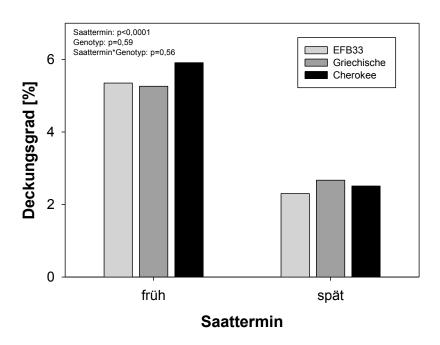


Abbildung 10: Deckungsgrad [%] (18.11.09) in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)

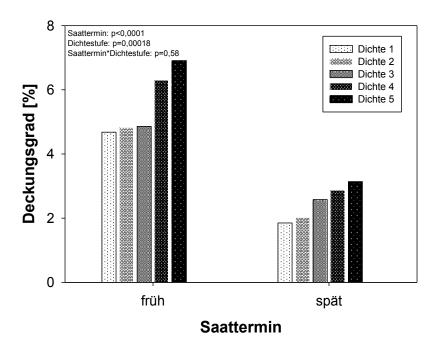


Abbildung 11: Deckungsgrad [%] (18.11.2009) in Abhängigkeit von Saattermin und Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen)

Die Varianzanalyse des zweiten Verrechnungskerns ergab eine signifikante Interaktion zwischen dem Saattermin und Bestandestyp (Abbildung 12). Vor dem Winter ergaben sich bei früher Aussaat im Gemenge deutlich höhere Deckungsgrade als in Reinsaat. Die Abbildung 13 zeigt die Mittelwerte des Deckungsgrades in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp. Der Genotyp Cherokee wies im Gegensatz zu dem ersten Verrechnungskern (vgl. Abbildung 10) signifikant höhere Deckungsgrade auf als die Sorte EFB33.

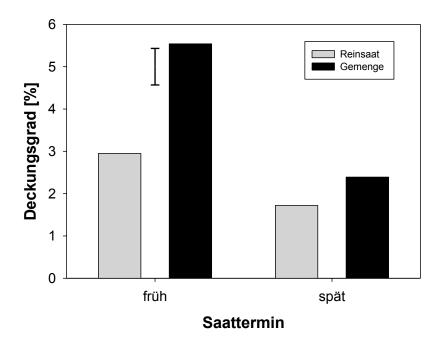


Abbildung 12: Deckungsgrad [%] (18.11.2009) in Abhängigkeit von Saattermin und Bestandestyp (Mittelwert über 2 Genotypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

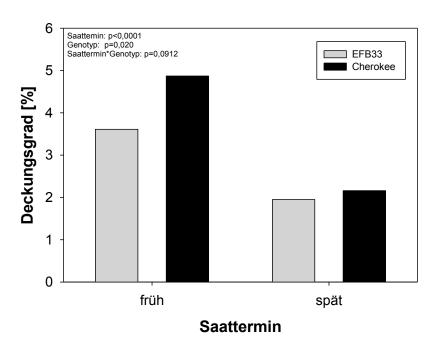


Abbildung 13: Deckungsgrad [%] (18.11.2009) in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp (Mittelwert über 2 Bestandestypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)

5.2.1.4. Trockenmassebildung vor dem Winter

Bei den Trockenmasseerträgen vor dem Winter wurde das Pflanzenmaterial nicht separiert, somit ist bei den Gemengen auch die Trockenmasse der Wintergerste enthalten. Vor dem Winter konnte maximal 100,4 kg ha⁻¹ Trockenmasse gebildet werden. In der Abbildung 14 ist die signifikante Wechselwirkung zwischen Saattermin und Genotyp dargestellt. Bei dem frühen Saattermin konnte die Sorte Cherokee höher Trockenmasseerträge bilden als bei der späten Aussaat. Die Sorten EFB33 und Griechische unterschieden sich nicht.

Abbildung 15 zeigt die Mittelwerte der Trockenmassebildung abhängig vom Saattermin und Dichtestufe. Beide Faktoren hatten Einfluss auf die Trockenmasseproduktion vor dem Winter, zeigten jedoch keine Interaktion. Die Dichte 1 unterschied sich von der Dichte 3, 4 und 5. Zusätzlich bestand ein Unterscheid zwischen der Dichtestufe 2 und der Dichte 5.

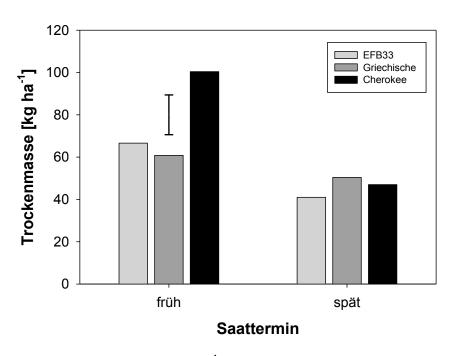


Abbildung 14: Trockenmassebildung [kg ha⁻¹] vor dem Winter in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

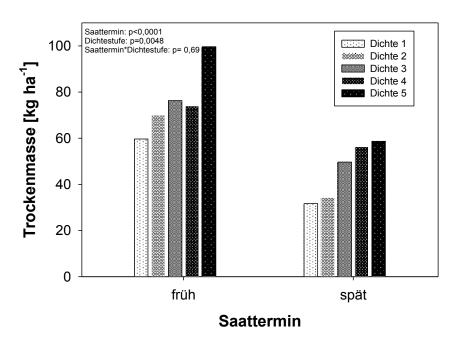


Abbildung 15: Trockenmassebildung [kg ha⁻¹] vor dem Winter in Abhängigkeit von Saattermin und Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen)

Bei dem Vergleich der Reinsaaten mit den Gemengen konnte eine Wechselwirkung zwischen Saattermin und Bestandestyp festgestellt werden. Die Mittelwerte davon werden in der Abbildung 16 gezeigt. Das Gemenge konnte bei der frühen Aussaat höhere Trockenmasseerträge bilden als bei später.

In der Abbildung 17 ist die Trockenmassebildung in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp dargestellt. Es besteht im Vergleich zu dem ersten orthogonalen Verrechnungskern keine Interaktion zwischen den Faktoren (vgl. Abbildung 14). Die Sorte Cherokee unterscheidet sich von der EFB33.

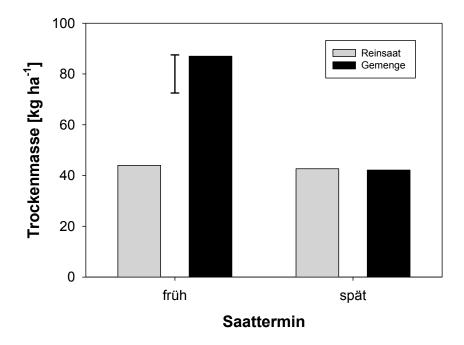


Abbildung 16: Trockenmassebildung [kg ha⁻¹] vor dem Winter in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp (Mittelwert über 2 Bestandestypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

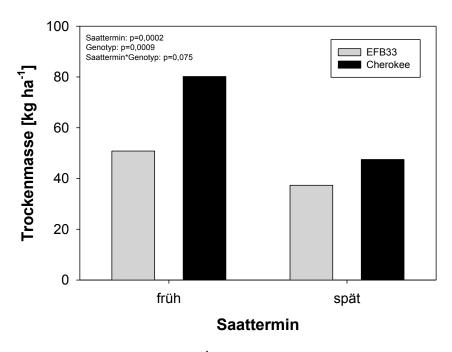


Abbildung 17: Trockenmassebildung [kg ha⁻¹] vor dem Winter in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp (Mittelwert über 2 Bestandestypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)

5.2.1.5. Überwinterung und Auswinterungsschäden

Zur Darstellung der Überwinterung wurde die Anzahl der vitalen und geschädigten Pflanzen von der Zählung am 22.03.2010 durch die Pflanzenanzahl vom 18.11.2009 geteilt und in Prozent umgerechnet. Bei den Varianzanalysen der beiden Verrechnungsteile konnte festgestellt werden, dass der Faktor Saattermin einen Einfluss auf die Überwinterung hatte. Die Mittelwerte in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp des ersten Verrechnungskernes werden in der Abbildung 18 gezeigt. Der späte Saattermin hatte mit um die 80-90% höhere Überwinterungsraten als der frühe. Diese lagen bei ungefähr 50-60%. Die Mittelwerte in Abhängigkeit Saattermin und Dichtestufe werden in Abbildung 19 dargestellt. Die einzelnen Genotypen und Dichtestufen unterschieden sich nicht in der Überwinterung.

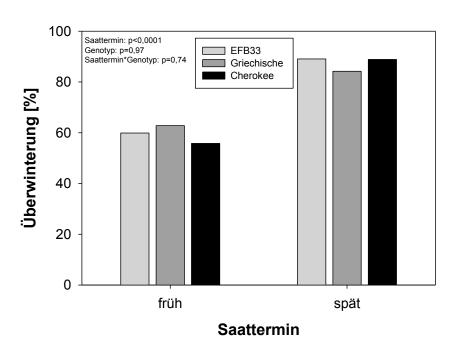


Abbildung 18: Überwinterung [%] (22.03.2010) in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)

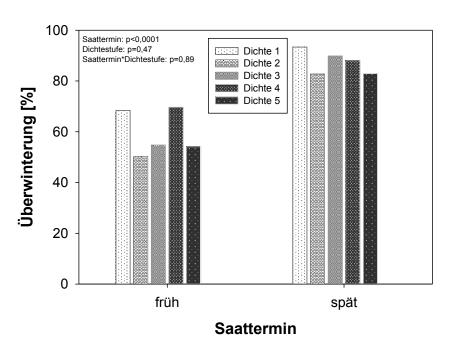


Abbildung 19: Überwinterung [%] (22.03.2010) in Abhängigkeit von Saattermin und Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen)

In der Abbildung 20 wird die Überwinterung in Abhängigkeit von Saattermin und Bestandestyp dargestellt. Das Gemenge unterschied sich in der Überwinterung nicht von der Reinsaat.

Bei beiden Verrechnungsteilen konnte keine signifikanten Interaktionen festgestellt werden.

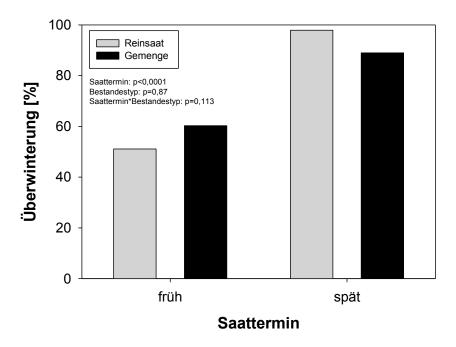


Abbildung 20: Überwinterung [%] (22.03.2010) in Abhängigkeit von Saattermin und Bestandestyp (Mittelwert über 2 Genotypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)

Die Abbildung 21 zeigt die prozentuellen Anteile der vitalen, geschädigten und abgestorbenen Pflanzen in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp. Der Faktor Saattermin hatte einen Einfluss auf die Schädigung. Bei der frühen Aussaat sind deutlich mehr Pflanzen geschädigt worden oder sogar abgestorben als bei dem späten Saattermin. Die Anteile an vitalen Pflanzen lagen bei dem späten Saattermin mit bis zu 92% deutlich über denen des frühen (mit max. 33%). Die Genotypen unterschieden sich nur bei dem Anteil an abgestorbenen Pflanzen nicht. Bei dem Anteil an vitalen Pflanzen unterschieden sich alle drei Genotypen voneinander. Die Sorte EFB33 hatte den geringsten Anteil an vitalen Pflanzen. Die Sorten EFB33 und Griechische wiesen höhere Anteile geschädigter Pflanzen auf als die Sorte Cherokee.

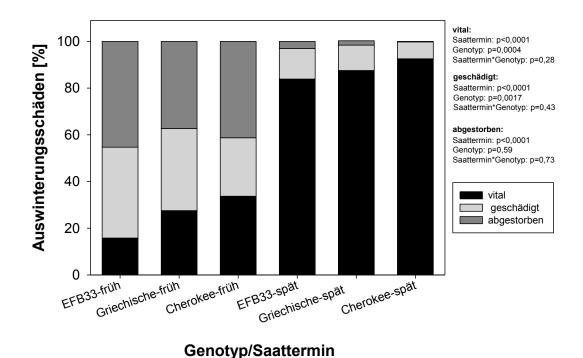


Abbildung 21: Auswinterungsschäden [%] (22.03.2010) in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)

Bei dem Vergleich von den Reinsaaten mit den Gemengen, ergab die Varianzanalyse des zweiten Verrechnungskerns, dass lediglich der Saattermin einen signifikanten Einfluss auf die Auswinterungsschädigung hatte. In der Abbildung 22 sind die Auswinterungsschäden [%] in Abhängigkeit von Saattermin und Bestandestyp dargestellt. Die Reinsaaten unterschieden sich nicht von den Gemengen. Ebenso konnten keine Wechselwirkungen zwischen den Faktoren festgestellt werden.

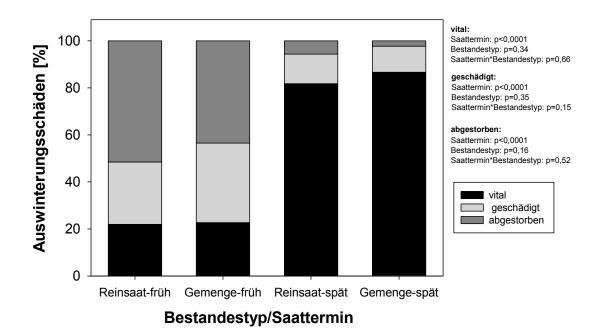


Abbildung 22: Auswinterungsschäden [%] (22.03.2010) in Abhängigkeit von Saattermin und Bestandestyp (Mittelwert über 2 Genotypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)

Die Pflanzendichte des 1. Saattermins wurde am 04.05.2010 noch einmal abschließend erfasst. Für die Pflanzenanzahl [%] wurde die Anzahl der Pflanzen durch die Aussaatmenge geteilt und in Prozent umgerechnet.

Die Pflanzenanzahl [%] der frühen Aussaat erreichte keine 15%. Die Abbildung 23 und Abbildung 24 stellen die Pflanzenanzahl in Abhängigkeit des Genotypen sowie der Dichtestufe dar. Die Pflanzenanzahl der Sorte EFB33 war signifikant geringer als die der Griechischen und Cherokee. Die Dichtestufen unterschieden sich nicht.

Es konnten keine Interaktionen sowohl bei dem ersten als auch bei dem zweiten Verrechnungskern festgestellt werden.

Der Faktor Bestandestyp hatte keinen Einfluss auf die Pflanzenanzahl. Die Reinsaat wies 6,8% und das Gemenge 8,0% der Sollpflanzendichte auf.

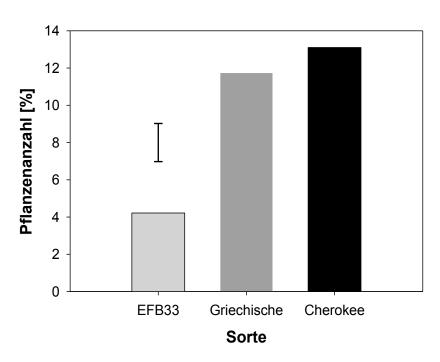


Abbildung 23: Pflanzenanzahl [%] (04.05.2010) relativ zur Sollpflanzendichte des frühen Saattermins in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

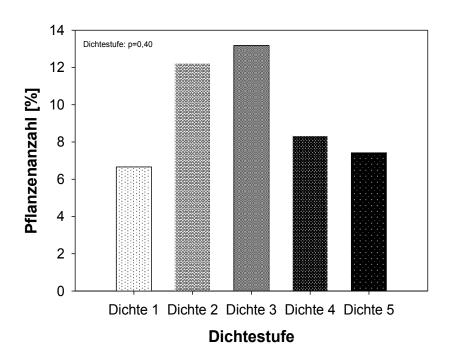


Abbildung 24: Pflanzenanzahl [%] (04.05.2010) relativ zur Sollpflanzendichte des frühen Saattermins in Abhängigkeit von der Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen)

5.2.2. Bestandesentwicklung

5.2.2.1. Boden-Deckungsgrad am 28.04.2010

Die Abbildung 25 zeigt die Boden-Deckungsgrade vom 28.04.2010 in Abhängigkeit von Saattermin und Dichtestufe. Die Faktoren Saattermin und Dichtestufe beeinflussten zwar den Deckungsgrad, wiesen jedoch keine Interaktion auf. Der späte Saattermin hatte höhere Deckungsgrade als der frühe. Die Dichtestufe 1 wies geringere Deckungsgrade als die Stufen 3-5 auf. Zusätzlich unterschied sich die 2. Dichte von der 5.. Der Faktor Genotyp hatte keinen Einfluss auf den Deckungsgrad.

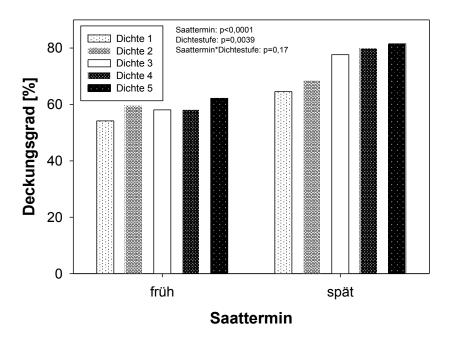


Abbildung 25: Boden-Deckungsgrad [%] (23.04.2010) in Abhängigkeit von Saattermin und Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen)

Die Varianzanalyse des zweiten Verrechnungskernes zeigte eine nicht signifikante Wechselwirkung von Saattermin und Bestandestyp, diese wird in der Abbildung 26 gezeigt. Der Faktor Bestandestyp hatte einen Einfluss auf den Deckungsgrad. Wie erwartet wiesen die Gemenge im Vergleich zu den Reinsaaten einen deutlich höheren Deckungsgrad auf.

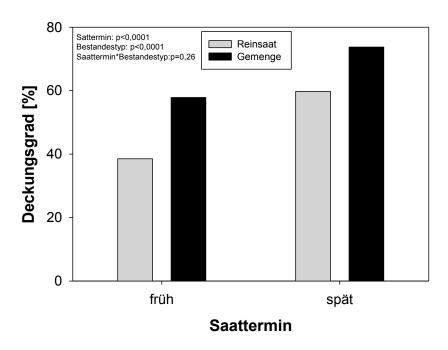


Abbildung 26: Boden-Deckungsgrad [%] (23.04.2010) in Abhängigkeit von Saattermin und Bestandestyp (Mittelwert über 2 Genotypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)

Die signifikante Interaktion von Bestandestyp und Genotyp wird in Abbildung 27 gezeigt. Die Sorte Cherokee hatte in der Reinsaat höhere Deckungsgrade als der Genotyp EFB33.

Die Wechselwirkung zwischen Bestandestyp und Dichtestufe wird in der Abbildung 28 dargestellt. Mit steigender Dichte nahm der Boden-Deckungsgrad in der Reinsaat zu. Wohingegen im Gemenge keine deutliche Abstufung zwischen den einzelnen Dichtestufen zu erkennen ist. Vermutlich war es der Wintergerste möglich, den freien Standraum auszufüllen.

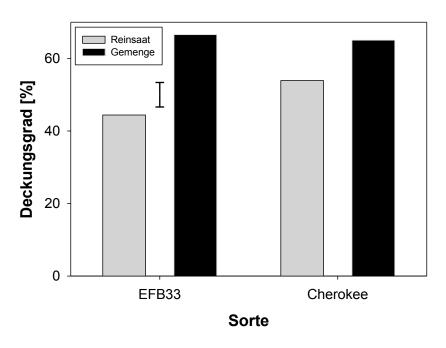


Abbildung 27: Boden-Deckungsgrad [%] (23.04.2010) in Abhängigkeit von Genotyp und Bestandestyp (Mittelwert über 2 Saattermine, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

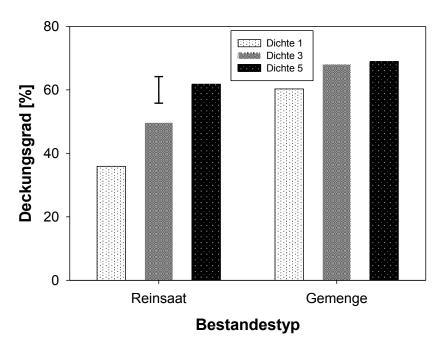


Abbildung 28: Boden-Deckungsgrad [%] (23.04.2010) in Abhängigkeit von Bestandestyp und Dichtestufe (Mittelwert über 2 Saattermine, 2 Genotypen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

5.2.2.2. Verunkrautung

Die Verunkrautung wurde zu der Blüte der Wintererbsen am 10.05.2010 erfasst. Dazu wurde die Unkrauttrockenmasse bestimmt. Es konnten in den beiden Verrechnungskernen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Abbildung 29 zeigt die Unkrauttrockenmasse in Abhängigkeit von Genotyp und Dichtestufe. Aufgrund des großen Restfehlers ergaben sich bei den Dichtestufen und dem Genotypen keine Signifikanzen. Jedoch wird bei der Betrachtung der Mittelwerte der Sorten EFB33 und Griechische sichtbar, dass bei den geringen Saatdichten höhere Unkrauttrockenmassen gebildet werden konnten als bei den hohen Dichtestufen. Dies deutet auf eine bessere Unkrautunterdrückung mit zunehmender Dichte hin.

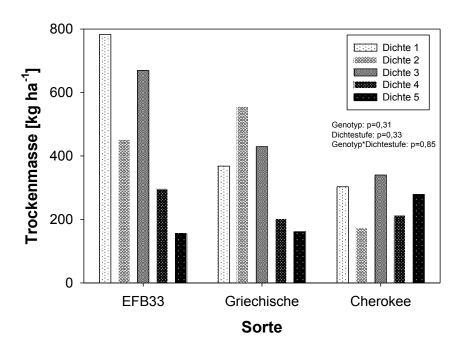


Abbildung 29: Unkrauttrockenmasse [kg ha⁻¹] (10.05.2010) in Abhängigkeit von Genotyp und Dichtestufe (Mittelwert über 3 Wiederholungen)

In der Abbildung 30 sind die Mittelwerte in Abhängigkeit von dem Bestandestyp abgebildet. Wie oben schon erwähnt ergaben sich auch hier keine Signifikanzen.

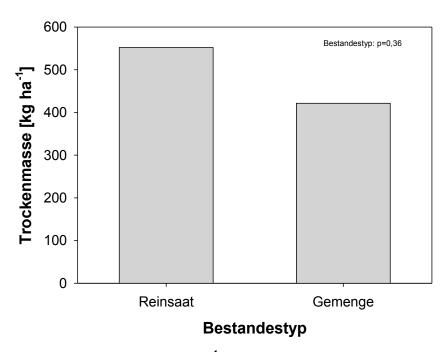


Abbildung 30: Unkrauttrockenmasse [kg ha⁻¹] (10.05.2010) in Abhängigkeit vom Bestandestyp (Mittelwert über 2 Bestandestypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)

5.2.2.3. Bestandeshöhe und Pflanzenlänge

Die Bestandeshöhe und die Pflanzenlänge der Wintererbsen wurden am 10.06.2010 bestimmt. Über diese beiden Werte lässt sich die Lagerneigung der Wintererbsen gut ableiten. Die Bestandeshöhe und Pflanzenlänge der einzelnen Genotypen wird in der Abbildung 31 gezeigt. Bei der Bestandeshöhe unterschieden sich alle drei Genotypen voneinander. Diese lag zwischen 73 cm (Cherokee) und 86 cm (EFB33). Die Sorte EFB33 und Griechische unterschieden sich mit einer Pflanzenlänge von bis zu 100 cm von der Sorte Cherokee. Diese hatte eine Pflanzenlänge von bis zu 75 cm.

Die Bestandeshöhe und Pflanzenlänge in Abhängigkeit von Genotyp und Dichtestufe werden in der Abbildung 32 und Abbildung 33 dargestellt. Die Varianzanalyse des ersten Verrechnungskerns ergab eine signifikante Interaktion zwischen dem Genotyp und der Dichtestufe. Dies resultiert vermutlich aus der Sorte Griechischen, die im Vergleich zu der EFB33 und Cherokee in der Dichtestufe 1 höhere Bestände erreichte, sowie aus der Dichte 2 der Sorte EFB33. Diese wies sowohl bei der Bestandeshöhe als auch bei der Pflanzenlänge die höchsten Werte auf.

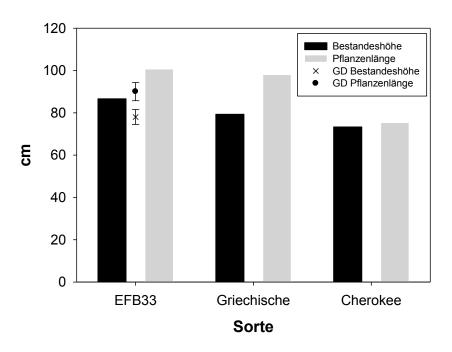


Abbildung 31: Bestandeshöhe und Pflanzenlänge [cm] (10.06.2010) in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); GD=Grenzdifferenz

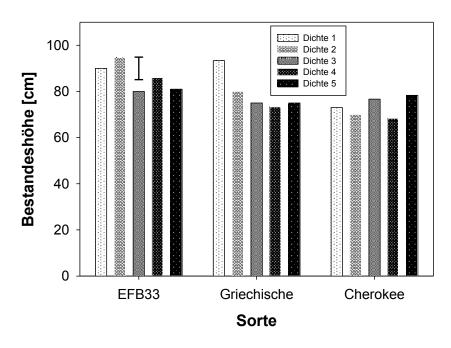


Abbildung 32: Bestandeshöhe [cm] (10.06.2010) in Abhängigkeit von Genotyp und Dichtestufe (Mittelwert über 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenzen

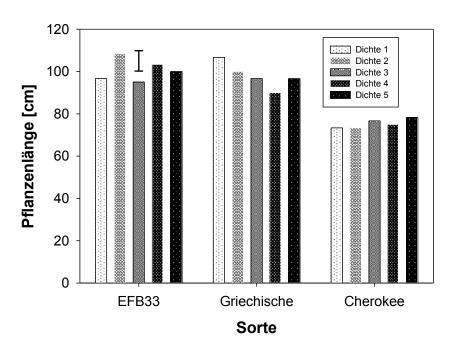
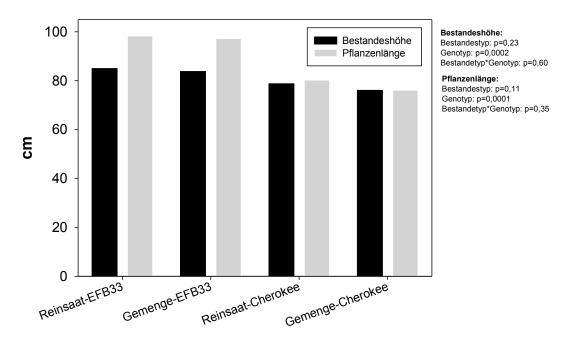


Abbildung 33: Pflanzenlänge [cm] (10.06.2010) in Abhängigkeit von Genotyp und Dichtestufe (Mittelwert über 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenzen

Der zweite Verrechnungskern wies keine Interaktion zwischen den Faktoren auf. Die Bestandeshöhe und Pflanzenlänge in Abhängigkeit von Bestandestyp und Genotyp wird in der Abbildung 34 gezeigt. Die Sorte EFB33 unterschied sich von der Sorte Cherokee. Die Reinsaat unterschied sich nicht vom Gemenge. Die Wintergerste hatte keinen Einfluss auf die Lagerung.



Bestandestyp/Sorte

Abbildung 34: Bestandeshöhe und Pflanzenlänge [cm] (10.06.2010) in Abhängigkeit von Bestandestyp und Genotyp (Mittelwert über 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen);

5.2.3. Trockenmasseerträge

5.2.3.1. Trockenmasse der Wintererbse zur Blüte

Zur Blüte hatte die Wintererbse bis zu 1700 kg ha⁻¹ Trockenmasse gebildet. In der Abbildung 35 sind die Trockenmasseerträge in Abhängigkeit von dem Genotyp dargestellt. Die drei Sorten unterschieden sich voneinander. Der Genotyp EFB33 wies mit nur 1000 kg ha⁻¹ die geringste Trockenmasse auf.

Die Dichtestufen hatten einen Einfluss auf die Trockenmassebildung. Die 1. Dichtestufe bildete erwartungsgemäß die geringsten Erträge und unterschied sich von den restlichen Dichtestufen. Die Dichte 2 unterschied sich von der Dichte 4 und 5 (Abbildung 36). Es konnten keine Wechselwirkungen festgestellt werden.

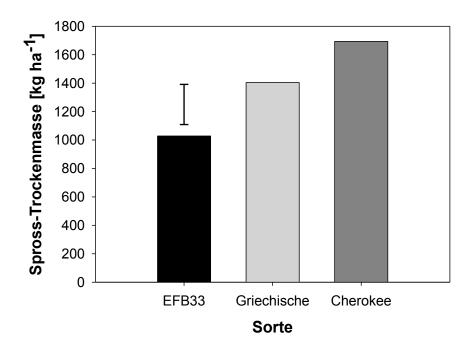


Abbildung 35: Spross-Trockenmasse [kg ha⁻¹] der Wintererbse zur Blüte in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

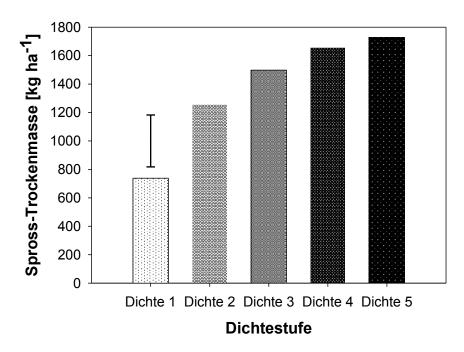


Abbildung 36: Spross-Trockenmasse [kg ha⁻¹] der Wintererbse zur Blüte in Abhängigkeit von der Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

Der zweite Verrechnungskern ergab, dass der Faktor Bestandestyp keinen Einfluss auf die Trockenmasseerträge zur Blüte hatte (Tabelle 4). Die Reinsaat unterschied sich mit 1492 kg ha⁻¹ nicht vom Gemenge (1326 kg ha⁻¹). Wie bei dem ersten Verrechnungsteil gab es auch hier keine Interaktionen.

5.2.3.2. Trockenmasse der Wintergerste zur Blüte

Bei der Varianzanalyse der Trockenmassebildung der Wintergerste zur Blüte ergaben sich keine signifikanten Interaktionen. Die Mittelwerte in Abhängigkeit von Genotyp und Dichtestufe sind in der Abbildung 37 dargestellt.

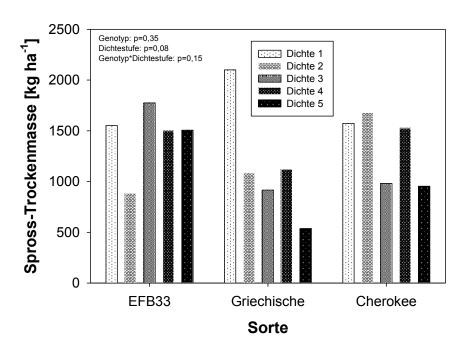


Abbildung 37: Spross-Trockenmasse [kg ha⁻¹] der Wintergerste zur Blüte in Abhängigkeit von Genotyp und Dichtestufe (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen);

5.2.3.3. Spross-Trockenmasse der Wintererbse zur Ernte

Die Spross-Trockenmasse der Wintererbse zur Ernte in Abhängigkeit von dem Genotyp ist in der Abbildung 38 dargestellt. Die Sorten EFB33 und Griechische hatten höhere Spross-Trockenmassen gebildet als der Genotyp Cherokee. Es gab einen Effekt der Dichtestufe. Die Dichtestufe 4 und 5 unterschied sich von der 1 und 2 Dichte (Abbildung 39). Es gab keine Interaktionen zwischen den Faktoren.

Bei dem Vergleich von Reinsaat und Gemenge ergab die Varianzanalyse auch keine Wechselwirkungen. Der Faktor Bestandestyp hatte einen Einfluss auf die Spross-Trockenmasse. Das Ergebnis der Varianzanalyse ist in der Tabelle 4 aufgezeigt. Die Reinsaat wies mit 4443,6 kg ha⁻¹ eine höhere Trockenmasse als das Gemenge mit 3474,9 kg ha⁻¹ auf.

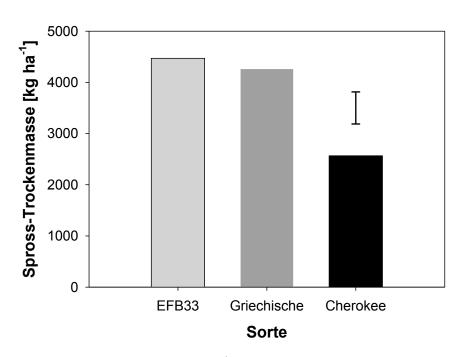


Abbildung 38: Spross-Trockenmasse [kg ha⁻¹] der Wintererbse zur Ernte in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

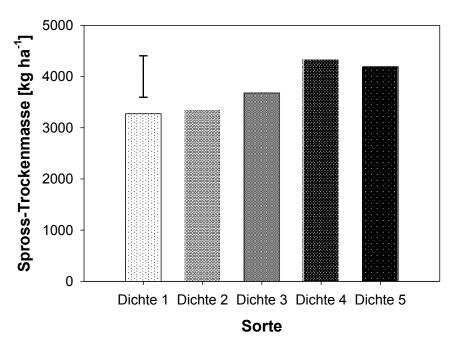


Abbildung 39: Spross-Trockenmasse [kg ha⁻¹] der Wintererbse zur Ernte in Abhängigkeit von der Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

5.2.3.4. Spross-Trockenmasse der Wintergerste zur Ernte

Die signifikante Interaktion zwischen Genotyp und Dichtestufe bei der Spross-Trockenmassebildung der Wintergerste wird in der Abbildung 40 gezeigt. Die Dichtestufe 2 unterschied sich bei der Sorte Cherokee von der Dichte 2 bei der Sorte EFB33 und Griechische. Die Spross-Trockenmasse der Wintergerste waren in den Gemengen mit der Sorte EFB33 und Griechische signifikant niedriger als mit der Sorte Cherokee.

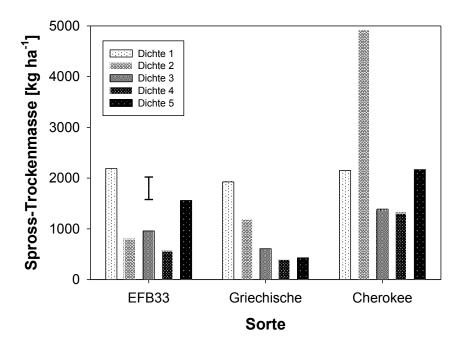


Abbildung 40: Spross-Trockenmasse [kg ha⁻¹] der Wintergerste zur Ernte in Abhängigkeit von Genotyp und Dichtestufe (Mittelwert über 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

5.2.3.5. Korn-Trockenmasse der Wintererbse bei Handernte

Bei der Varianzanalyse des Kornertrages der Wintererbse bei Handernte konnte ein Unterschied zwischen den Genotypen festgestellt werden. Die Mittelwerte werden in der Abbildung 41 dargestellt. Die Sorte Cherokee und Griechische unterschieden sich mit Kornerträgen von 1677 kg ha⁻¹ und 1352 kg ha⁻¹ von dem Genotyp EFB33 mit nur 775 kg ha⁻¹.

Die Kornerträge in Abhängigkeit des Faktors Dichtestufe sind in der Abbildung 42 sichtbar. Die Saatdichte hatte keinen Einfluss auf den Kornertrag.

Es konnten keine Interaktionen zwischen den Faktoren festgestellt werden. Auch bei der Varianzanalyse des zweiten Verrechnungskerns ergaben sich keine Wechselwirkungen.

Zwischen den Kornerträgen der Wintererbse in der Reinsaat und denen im Gemenge gab es keinen Unterschied (Tabelle 4).

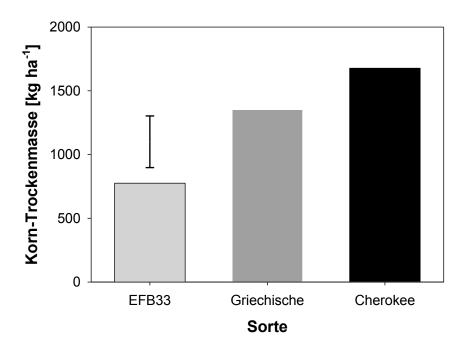


Abbildung 41: Korn-Trockenmasse [kg ha⁻¹] der Wintererbse bei Handernte in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

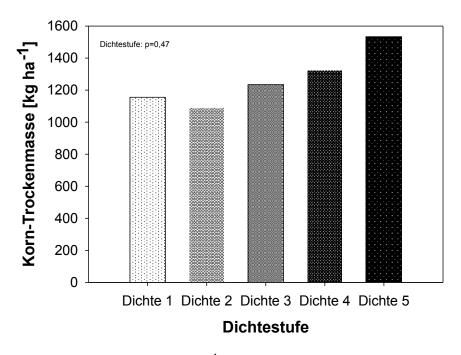


Abbildung 42: Korn-Trockenmasse [kg ha⁻¹] der Wintererbse bei Handernte in Abhängigkeit von der Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen)

5.2.3.6. Korn-Trockenmasse der Wintergerste bei Handernte

Die Wintergerste erreichte im Durchschnitt einen Kornertrag von 379,6 kg ha⁻¹. Bei der Varianzanalyse der Korn-Trockenmasse der Wintergerste ergab sich analog zu der Spross-Trockenmasse der Wintergerste eine signifikante Interaktion zwischen Genotyp und Dichtestufe (Abbildung 43). Die Dichtestufe 2 unterschied sich bei der Sorte Cherokee von den Dichten 2 bei der Sorte EFB33 und Griechische. Die Korn-Trockenmasse der Wintergerste waren in den Gemengen mit der Sorte EFB33 und Griechische signifikant niedriger als mit der Sorte Cherokee.

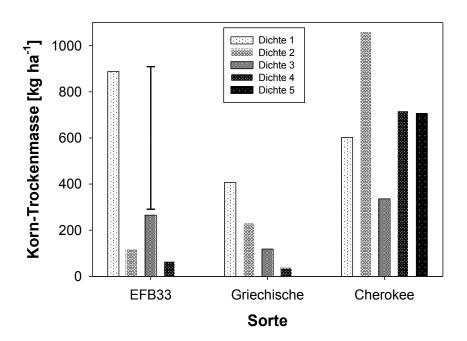


Abbildung 43: Korn-Trockenmasse [kg ha⁻¹] der Wintergerste bei Handernte in Abhängigkeit von Genotyp und Dichtestufe (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

5.2.3.7. Korn-Trockenmasse bei Druschernte

Nach der Druschernte war keine Trennung von Wintererbse und Wintergerste möglich, somit ergeben sind die folgenden Korn-Trockenmasseerträge aus der Summe von beiden.

Die Abbildung 44 und Abbildung 45 zeigen die Mittelwerte der Kornerträge in Abhängigkeit von dem Genotyp sowie von der Dichtestufe. Der Faktor Genotyp beeinflusste die Kornerträge. Die Sorte Cherokee wies mit ungefähr 1362 kg ha⁻¹ den höchsten Kornertrag auf. Der Genotyp Griechische konnte mit 783 kg ha⁻¹ eine höhere Korn-Trockenmasse bilden als die Sorte EFB33 mit nur 493 kg ha⁻¹. Die Dichtestufe 1 unterschied sich von den restlichen Dichten. Mit steigender Dichte nahmen die Kornerträge ab.

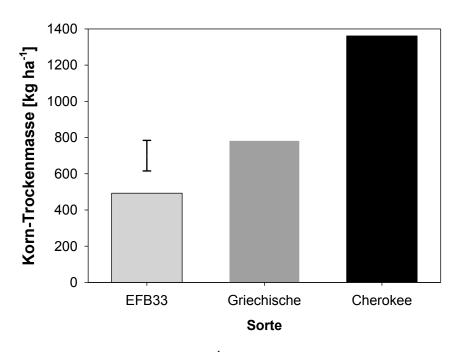


Abbildung 44: Korn-Trockenmasse [kg ha⁻¹] bei Druschernte in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

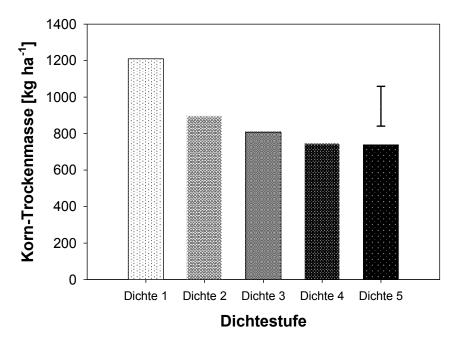


Abbildung 45: Korn-Trockenmasse [kg ha⁻¹] bei Druschernte in Abhängigkeit von der Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

Die Varianzanalyse des ersten Verrechnungskerns konnte im Gegensatz zu dem zweiten keine Interaktionen bei der Korn-Trockenmasse bei Druschernte feststellen. Die Abbildung 46 und Abbildung 47 zeigen die Interaktionen nach der Varianzanalyse des zweiten Verrechnungskerns zwischen dem Bestandestyp und Genotyp sowie Bestandestyp und Dichtestufe. Die Reinsaat hatte wie erwartet bei der Druschernte niedrigere Kornerträge erreicht als das Gemenge. Im Gemenge wies die Sorte Cherokee deutlich höhere Kornerträge auf als die Sorte EFB33 im Gemenge. In der Reinsaat war der Ertrag bei der 3 und 5 Dichte höher als bei der 1 Dichtestufe. Im Gemenge nahm der Kornertrag mit zunehmender Dichte ab.

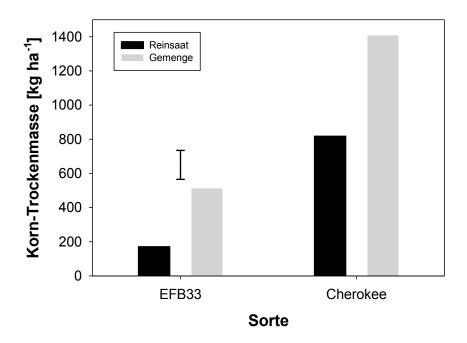


Abbildung 46: Korn-Trockenmasse [kg ha⁻¹] bei Druschernte in Abhängigkeit von Bestandestyp und Genotyp (Mittelwert über 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

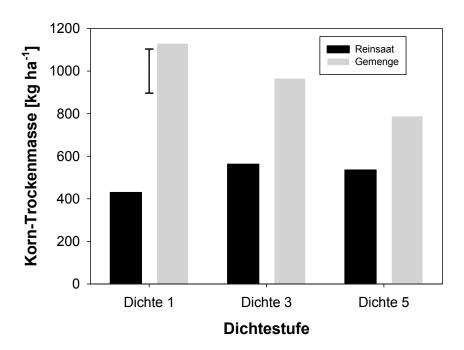


Abbildung 47: Korn-Trockenmasse [kg ha⁻¹] bei Druschernte in Abhängigkeit von Bestandestyp und Dichtestufe (Mittelwert über 2 Genotypen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

Tabelle 4: Trockenmasse-Erträge in Abhängigkeit von dem Bestandestyp

	Reinsaat	Gemenge	p-Wert	Grenzdifferenz 5%
Trockenmasse Beprobung zur Blüte				
Trockenmasse der Wintererbse [kg ha ⁻¹]	1491,8	1325,8	0,17	n.s.
Hand Ernte				
Spross-Trockenmasse der Wintererbse [kg ha ⁻¹]	4443,6	3474,9	0,0013	546,2
Korn-Trockenmasse der Wintererbse [kg ha ⁻¹]	1129,1	1314,0	0,19	n.s.
Drusch Ernte (Wintererbse und Wintergerste)				
Korn-Trockenmasse [kg ha ⁻¹]	514,7	962,1	<0,0001	121,6

(Mittelwert über 2 Genotypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen; p>0,05: nicht signifikant, p<0,05: signifikant, p<0,01: hochsignifikant, p<0,001: höchstsignifikant)

5.2.4. Ertragsparameter der Erbsen

5.2.4.1. Pflanzendichte 2. Saattermin

Die Pflanzendichte des 2. Saattermins wurde noch einmal am 10.05.2010 bestimmt. Für die Pflanzenanzahl [%] wurde die Anzahl der Pflanzen durch die Aussaatmenge geteilt und in Prozent umgerechnet.

Die Anzahl der Pflanzen in Prozent war bei dem Genotyp Griechische mit über 100% höher als die von der Sorte EFB33 und Cherokee. Die Mittelwerte dazu werden in der Abbildung 48 gezeigt. Der Anteil an der Sollpflanzendichte in Abhängigkeit von der Dichtestufe sind in der Abbildung 49 dargestellt. Die Dichtestufen hatten keinen Einfluss auf die Pflanzendichte. Wie beim ersten Saattermin ergaben sich keine Interaktionen zwischen den Faktoren. Die Tabelle 5 zeigt die Mittelwerte in Abhängigkeit des Bestandestyps. Das Gemenge hatte keine höheren Anteile an der Sollpflanzendichte als die Reinsaat.

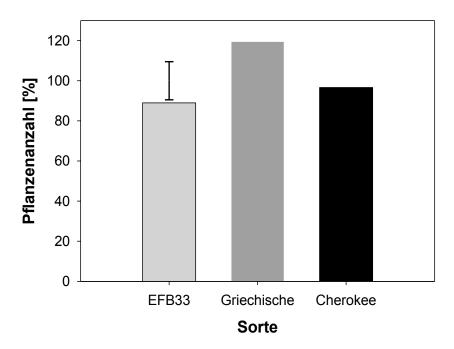


Abbildung 48: Pflanzenzahl [%] (10.05.2010) relativ zur Sollpflanzendichte des späten Saattermins in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

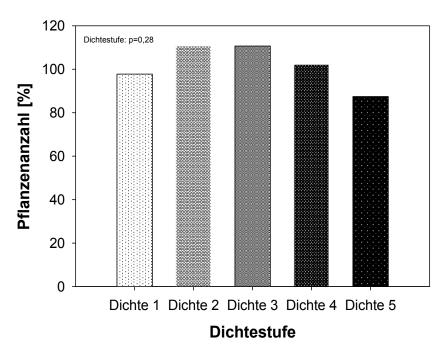


Abbildung 49: Pflanzenanzahl [%] (10.05.2010) relativ zur Sollpflanzendichte des späten Saattermins in Abhängigkeit von der Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen)

5.2.4.2. Seitentriebbildung

Bei der Anzahl der Seitentriebe hatte nur der Genotyp einen signifikanten Einfluss. Dieser wird in der Abbildung 50 dargestellt. Die Sorte Griechische hatte die meisten Seitentriebe gebildet. Die semi-leafless Sorte Cherokee wies mit 1,1 Treiben pro Pflanze die geringste Seitentriebanzahl auf. Die Mittelwerte der Seitentriebanzahl in Abhängigkeit von der Dichtestufe zeigt die Abbildung 51. Die Dichte hatte keinen Einfluss auf die Triebbildung der Wintererbse. Die Triebbildung in Reinsaat unterschied sich nicht von der im Gemenge (Tabelle 5). Es bestanden keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen den Faktoren.

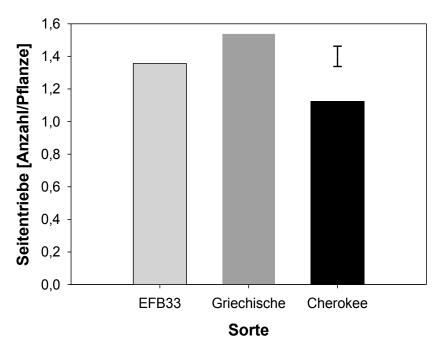


Abbildung 50: Seitentriebe pro Pflanze in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

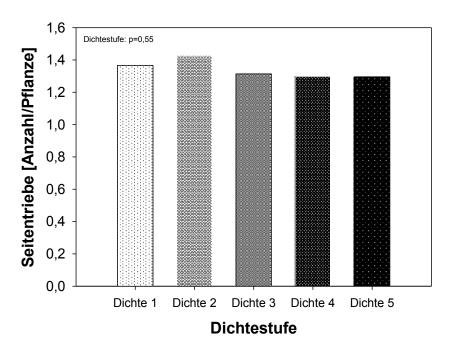


Abbildung 51: Seitentriebe pro Pflanze in Abhängigkeit von der Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen)

5.2.4.3. Kornzahl pro Pflanze

Nachdem bei der Ernte keine erneute Zählung der Pflanzen möglich war, wurde für die Ermittlung der Kornanzahl pro Pflanze die Pflanzenanzahl vom 10.05.2010 hinzugezogen.

In der Abbildung 52 wird die Kornzahl pro Pflanze in Abhängigkeit von dem Genotyp dargestellt. Der Faktor Genotyp hatte einen Einfluss auf die Kornzahl. Der Genotyp Cherokee hatte eine geringere Anzahl als die Sorte EFB33 und Griechische. Die Dichtestufe 1 unterschied sich von den restlichen Dichtestufen (Abbildung 53). Sie hatte mit 39,2 Körnern pro Pflanze die höchste Anzahl.

In der Tabelle 5 sind die Mittelwerte der Kornzahl pro Pflanze in Abhängigkeit von dem Bestandestyp angeführt. Die Reinsaat unterschied sich nicht vom Gemenge.

Es konnten auch bei diesem Merkmal bei der Varianzanalyse beider Verrechnungskerne keine Interaktionen zwischen den einzelnen Faktoren festgestellt werden.

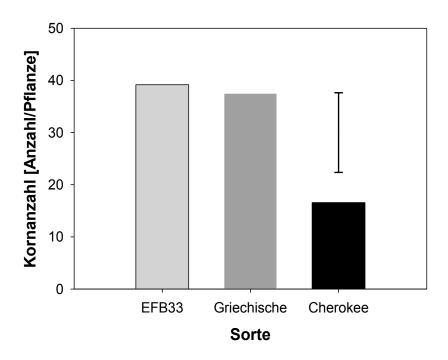


Abbildung 52: Kornzahl pro Pflanze in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

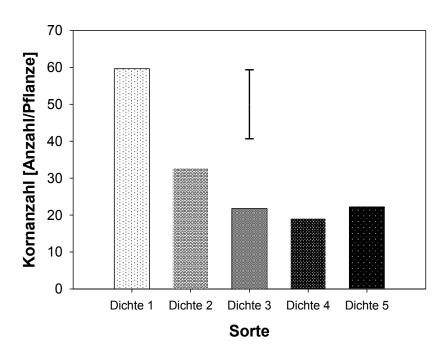


Abbildung 53: Kornzahl pro Pflanze in Abhängigkeit von der Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

5.2.4.4. Korngewicht pro Pflanze

Wie bei der Ermittlung der Kornzahl pro Pflanze wurde auch hier die Pflanzenanzahl vom 10.05.2010 zur Berechnung hinzugezogen.

Die Genotypen unterschieden sich nicht bei dem Korngewicht pro Pflanze, dies ist in der Abbildung 54 dargestellt. Die signifikante Wirkung der Dichtestufe ist in der Abbildung 55 zu sehen. Die Dichtestufe 1 unterschied sich wie bei der Kornzahl pro Pflanze von den anderen Dichtestufen (vgl. Abbildung 53). Die geringste Dichte wies auch hier die höchste Leistung auf.

Die Analyse des zweiten orthogonalen Verrechnungsteils ergab, dass der Bestandestyp keinen Einfluss auf die Kornzahl (Tabelle 5) hatte. Bei den Varianzanalysen beider Verrechnungskerne ergaben sich keine Interaktionen zwischen den Faktoren.

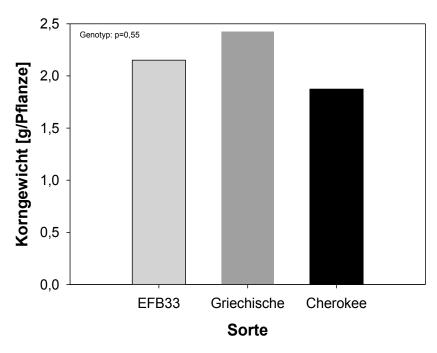


Abbildung 54: Korngewicht pro Pflanze in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)

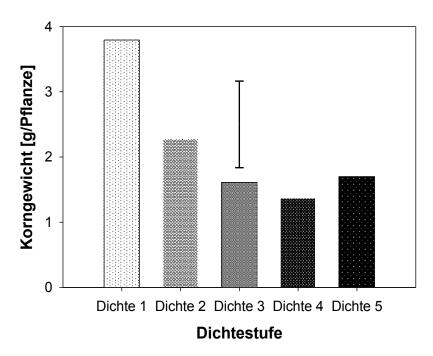


Abbildung 55: Korngewicht pro Pflanze in Abhängigkeit von der Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

5.2.4.5. Harvestindex

Die Abbildung 56 zeigt den Harvestindex in Abhängigkeit von dem Genotyp. Die Sorte Cherokee unterschied sich mit einem Harvestindex mit beinahe 40% von der Sorte Griechische mit ca. 23% und der Sorte EFB33 mit nur ca. 14%.

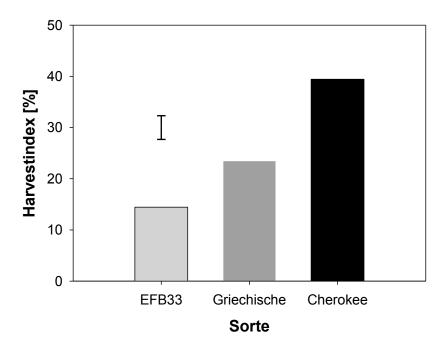


Abbildung 56: Harvestindex [%] in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

Die Bestandesdichte hatte keinen Einfluss auf den Harvestindex. Die Mittelwerte sind in der Abbildung 57 dargestellt.

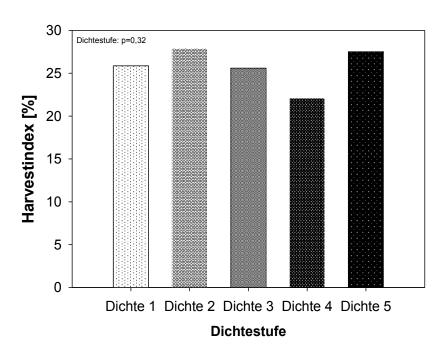


Abbildung 57: Harvestindex [%] in Abhängigkeit von der Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen);

Die Tabelle 5 enthält die Mittelwerte des Harvestindex der Wintererbse in Abhängigkeit von dem Bestandestyp. Dieser war im Gemenge höher als in der Reinsaat. Es gab keinerlei Interaktion zwischen den Faktoren.

5.2.4.6. Tausendkorngewicht

Wie erwartet, hatten die normalblättrigen Wintererbsen, EFB33 und Griechische ein niedrigeres Tausendkorngewicht als die semi-leafless Sorte Cherokee. Der Mittelwert des Tausendkorngewichts der Sorte Cherokee lag bei 108 g, jenes der EFB33 und Griechischen bei 53 g und 63 g (Abbildung 58).

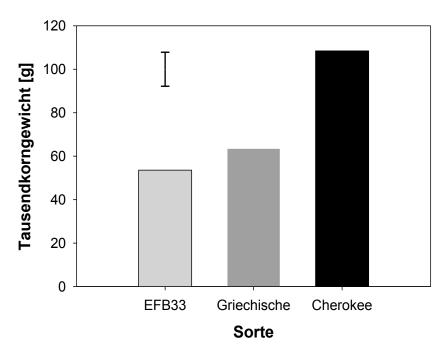


Abbildung 58: Tausendkorngewicht [g] in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz

Die Abbildung 59 zeigt das Tausendkorngewicht in Abhängigkeit von der Dichtestufe, diese unterschieden sich nicht.

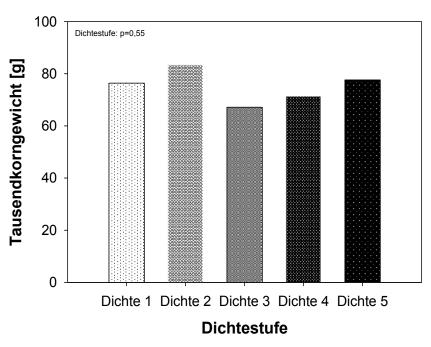


Abbildung 59: Tausendkorngewicht [g] in Abhängigkeit von der Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen)

Die Analyse des zweiten orthogonalen Verrechnungskern ergab, dass der Bestandestyp keine Einfluss auf das Tausendkorngewicht hatte (Tabelle 5).

Tabelle 5: Ertragsstruktur der Erbsen in Abhängigkeit von dem Bestandestyp

Ertragsstruktur	Reinsaat	Gemenge	p-Wert	Grenzdifferenz 5%
Pflanzenanzahl 2. Saattermin [%]	107,1	92,1	0,26	n.s.
Seitentriebbildung [Anzahl/Pflanze]	1,5	1,2	0,09	n.s.
Kornzahl pro Pflanze	27,1	31,2	0,73	n.s.
Korngewicht pro Pflanze [g]	1,7	2,2	0,40	n.s.
Harvestindex [%]	19,5	27,9	0,0001	3,7
Tausendkorngewicht [g]	72,2	70,1	0,43	n.s.

(Mittelwert über 2 Genotypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen; p>0,05: nicht signifikant, p<0,05: signifikant, p<0,01: hochsignifikant, p<0,001: höchstsignifikant)

5.2.5. N_{min}-Gehalt im Boden

Bei den Untersuchungen des N_{min} -Gehalts im Boden war NH_4 in einer so geringen Menge vorhanden, dass es nicht ausgewertet werden konnte.

5.2.5.1. Probenahme vom 19.04.2010

Wie die Abbildung 60 zeigt, bestand beim Nitratstickstoffgehalt im Boden am 19.04.2010 keine Interaktion zwischen Genotyp und Dichtestufe. Die Faktoren Genotyp und Dichtestufe hatten keinen Einfluss auf die N_{min} -Gehalte. Die Saattermine unterschieden sich nicht. Zu diesem Zeitpunkt konnte maximal konnte 95 kg ha⁻¹ im Boden nachgewiesen werden.

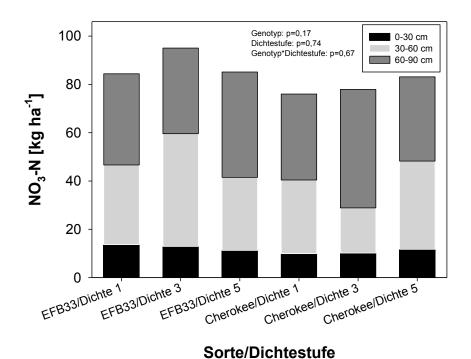


Abbildung 60: Nitratstickstoffgehalt im Boden am 19.04.2010 in Abhängigkeit von Genotyp und Dichtestufe (Mittelwert über 2 Saattermine, 3 Wiederholungen)

Die Abbildung 61 zeigt die Nitratstickstoffgehalte im Boden in Abhängigkeit von dem Bestandestypen. In Reinsaat konnten mit 104,8 kg ha⁻¹ höhere N_{min}-Gehalte als im Gemenge, mit nur 83,5 kg ha⁻¹, nachgewiesen werden. In der Reinsaat der Wintergerste wurden 31,19 kg ha⁻¹ NO₃-N vorgefunden.

Zwischen den Faktoren konnte bei beiden Varianzanalysen keine Interaktionen aufgezeigt werden.

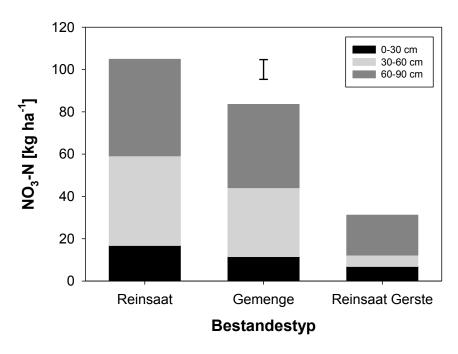


Abbildung 61: Nitratstickstoffgehalt im Boden am 19.04.2010 in Abhängigkeit von dem Bestandestyp (Mittelwert über 2 Genotypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); unorthogonal nebenbei dargestellt der Nitratstickstoffgehalt der Wintergerste in Reinsaat; Fehlerbalken= Grenzdifferenz

5.2.5.2. Probenahme vom 14.07.2010

Die Abbildung 62 zeigt die Nitratstickstoffgehalte im Boden am 14.07.2010 in Abhängigkeit von Genotyp und Dichtestufe. Die Untersuchung wurde nach der Ernte durchgeführt. Die höchste NO₃-N Menge war 94,8 kg ha⁻¹. Es bestand kein Unterschied zwischen den Genotypen. Die Dichte 1 unterschied sich von der 5. Dichtestufe. Der erste Verrechnungskern zeigte keine Interaktionen.

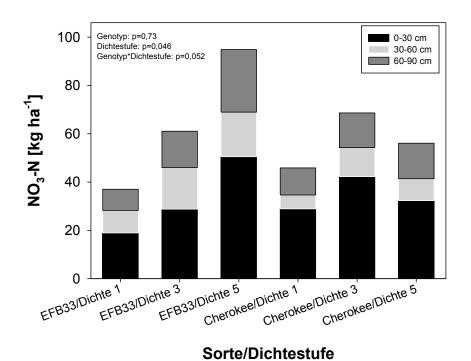


Abbildung 62: Nitratstickstoffgehalt im Boden am 14.07.2010 in Abhängigkeit von Genotyp und Dichtestufe (Mittelwert über 3 Wiederholungen)

Der zweite orthogonale Verrechnungskern zeigte, dass sich die Reinsaat bei den N_{min} -Gehalten im Boden am 14.07.2010 nicht vom Gemenge unterschied. Nach der Ernte konnten bei der Wintergerste 32,6 kg ha⁻¹ NO_3 -N vorgefunden werden.

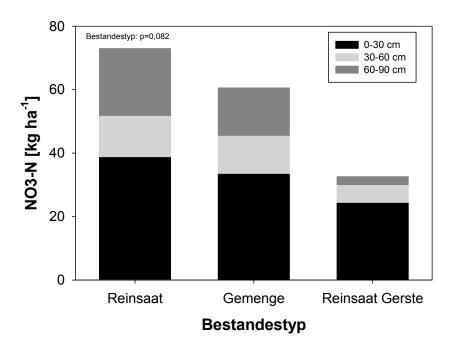


Abbildung 63: Nitratstickstoffgehalt im Boden am 14.07.2010 in Abhängigkeit von dem Bestandestyp (Mittelwert über 2 Genotypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); unorthogonal nebenbei dargestellt der Nitratstickstoffgehalt der Wintergerste in Reinsaat

6. Diskussion

6.1. Jugendentwicklung und Überwinterung

Die frühe Aussaat der Wintererbsen erfolgte am 22.09.2010 und die späte am 14.10.2010. Am 18.11.2010 wurde das Entwicklungsstadium der Wintererbsen bestimmt. Zu diesem Zeitpunkt betrug für den frühen Saattermin die Niederschlagsumme 71,4 mm und die Wärmesumme 379,6°C. Die Pflanzen befanden sich im Vier- bis Fünfblattstadium. Für den späten Saattermin ergaben sich seit dem Anbau eine Niederschlagsmenge von 55,4 mm und eine Wärmesumme von 118,5°C. Die Wintererbsen waren bei dieser Bonitur im Zwei- bis Dreiblattstadium. Die Pflanzen des frühen Saattermins entwickelten sich durch den Anbauvorsprung weiter als die Erbsen des späten Anbautermins. Laut URBATZKA (2003) ist das 2-4 Blattstadium für die Überwinterung der Wintererbse am geeignetsten. Die Pflanzen des späten Saattermins hatten somit das Entwicklungsstadium, welches für das Überwintern am geeignetsten war.

Der Entwicklungsvorsprung der Wintererbsen der frühen Aussaat zeigte sich aber nicht nur bei dem Entwicklungsstadium, sondern auch bei dem Boden-Deckungsgrad und der Trockenmassebildung vor dem Winter. Die Wintererbsen des frühen Saattermins hatten höhere Deckungsgrade erreicht und mehr Trockenmasse gebildet.

Ein weiteres Kriterium für die Überwinterung sich Weiterhin die Witterungsbedingungen im Verlauf des Winters. Im Winter des Anbauversuches 2009/2010 konnten zwei Kälteperioden mit Dauerfrostphasen verzeichnet werden, im Dezember und Jänner. Der absolute Tiefstwert lag bei -15,6°C am 20. Dezember 2009. Nach SOLKOLOV & TURZEVA (1932, zitiert in BROUWER 1976) überstehen die Wintererbsen Temperaturen bis -15°C gut. Eine schützende Schneedecke, die nach KLAPP (1967) für die Überwinterung wesentlich ist, war zeitweise vorhanden.

Am 22.03.2010 wurde die Auswinterungsschädigung erfasst. Der späte Saattermin wies im Vergleich mit dem frühen Saattermin weniger geschädigte oder sogar abgestorbene Wintererbsenpflanzen auf. Der zweite Saattermin hatte die Witterungsbedingungen des Winters gut überstanden, wohingegen der frühe Saattermin nur maximal 25,5% vitaler Pflanzen aufweisen konnte. Die Abbildung 64 zeigt abgestorbene und geschädigte Wintererbsen bei der Pflanzenzählung im März.

Nach Neuner et al. (2010) hatten die modernen semi-leafless Wintererbsen eine mangelnde Winterhärte bei Versuchen im Waldviertel, und auch bei Urbatzka et al. (2008) überlebten diese Sorten den Winter in Nordhessen nicht. Im vorliegenden Versuch unterschied sich

jedoch die Sorte Cherokee nicht von den normalblättrigen Genotypen in der Überwinterung (Abbildung 18), sie konnte sogar bei beiden Saatterminen die höchsten Anteile an vitalen Pflanzen aufweisen.



Abbildung 64: Auswinterungsschäden an den Wintererbsen am 22.03.2010

Die Anzahl der Erbsenpflanzen des frühen Saattermins hat sich nach der Zählung vom 22.03.2010 noch weiter reduziert. Sicherlich sind einige der als geschädigt eingestuften Pflanzen schließlich doch noch abgestorben. Deshalb wurde der frühe Saattermin für die weiteren Beobachtungen im Frühjahr aufgegeben. Eine abschließende Zählung im Mai ergab, dass der frühe Saattermin weniger als 15% der Sollpflanzendichte aufwies. Im Juni 2010 waren die Parzellen des frühen Saattermins komplett mit Klatschmohn verunkrautet.

Neben der Temperatur und dem eventuell ungünstigen Entwicklungsstadium, mit dem die Wintererbsen des frühen Saattermins in den Winter gekommen sind, könnte es auch noch andere Gründe für das Absterben der Pflanzen gegeben haben. Auf dem Versuchsfeld konnte eine Geländeinhomogenität festgestellt werden. Die Verteilung der abgestorbenen Pflanzen innerhalb der Parzellen war nicht gleichmäßig. Eventuell hatte diese Geländeinhomogenität bei der Aussaat zu einer unterschiedlichen Saattiefe geführt. Laut HEBEISEN & CHARELS (2003) ist aber eine Saattiefe von 4-5 cm Tiefe entscheidend für die Überwinterung. Weiters könnten Virosen oder Fusarien zum Absterben der Erbsenpflanzen geführt haben. Mögliche Überträger der Virosen könnten Blattläuse gewesen sein. Der frühe Saattermin wies am 28. Oktober 2009 einen sehr hohen Blattflausbefall auf, dieser könnte durch die Temperaturen in der zweiten Hälfte des Oktobers mit Tagesmittelwerten über 20°C (20,6°C am 07.10.09) begünstigt worden sein.

6.2. Verunkrautung und Standfestigkeit

Es konnte kein positiver Effekt der Wintergerste als Gemengepartner auf die Unkrautunterdrückung nachgewiesen werden. Zwar lagen die Unkrauttrockenmasse der Reinsaat im Mai mit 552 kg ha⁻¹ über denen der Gemenge (421 kg ha⁻¹), jedoch zeigte die Varianzanalyse keinen signifikanten Einfluss des Bestandestypes. Dies widerspricht KIMPEL-FREUND (1998), der im Gemenge mit Hafer eine geringere Verunkrautung der Erbse als in Reinsaat beobachten konnte. Eventuell kam aufgrund der geringen Saatstärke der Wintergerste mit nur 40 k.K. m⁻², der Effekt der erhöhten Lichtkonkurrenz und somit der besseren Unterdrückung von Unkräutern nicht zu Stande.

Entgegen der Literatur konnten kein Unterschied zwischen den Unkrauttrockenmasseerträgen der normalblättrigen Wintererbsen und der semi-leafless Sorte festgestellt werden. Sowohl die Sorte EFB33 als auch die Griechische, die aufgrund ihrer hohen Blattmasse laut URBATZKA (2003) ein höheres Beikrautunterdrückungspotenzial aufweisen, konnten das Unkraut nicht besser unterdrücken als die Sorte Cherokee.

Nach Schneider (2008) sollen Wintererbsen nur im Gemenge mit einer Stützfrucht angebaut werden, um eine verbesserte Standfestigkeit zu erhalten. Es konnte jedoch keine geringere Lagerung bei den Wintererbsen im Gemenge mit Wintergerste festgestellt werden als bei den Wintererbsen in Reinsaat.

Im Juni wies die halbblattlose Sorte Cherokee eine Bestandeshöhe von 73 cm und eine Pflanzenlänge von 75 cm auf. Der Genotyp lagerte demzufolge zu diesem Zeitpunkt nicht. Die beiden normalblättrigen Sorten EFB33 und Griechische wiesen im Juni bereits höhere Pflanzenlängen als Bestandeshöhen auf. Die halbblattlose Sorte Cherokee zeigte aufgrund der geringeren Wuchshöhe im Vergleich zu den beiden normalblättrigen Sorten im Juni eine bessere Standfestigkeit.

Wie AUFHAMMER (1999) berichtet, nahm die Standfestigkeit im Verlauf der Kornausbildung stark ab. Zur Ernte lagerten alle drei Genotypen der Wintererbsen in Reinsaat, als auch in Gemengen komplett. Neben der Lagerung der Wintererbsen erschwerte die Verunkrautung die Druschernte. Auf diese Problematik wird in Kapitel 6.4. näher eingegangen.

Ein weiterer Grund für die schlechte Standfestigkeit der Wintererbsen könnte ein Erreger des Ascochyta-Komlexes gewesen sein. Die Pflanzen wurden am Institut für Pflanzenschutz der Universität für Bodenkultur auf diese Krankheit positiv getestet.

6.3. Trockenmassebildung und N_{min}-Gehalt im Boden

Entgegen den Ergebnissen von KARPENSTEIN-MACHAN & STÜLPNAGEL (2000) fielen die Trockenmasseerträge der Wintererbse zur Blüte im Gemenge nicht höher aus als in der Reinsaat. Die Wintererbsen in Reinsaat bildete 1.492 kg ha⁻¹ und die im Gemenge 1.326 kg ha⁻¹ Trockenmasse. Der Gemenge-Gesamtertrag betrug 2.715 kg ha⁻¹ (1.390 kg ha⁻¹ Wintergerste).

Bei der Bildung der Spross-Trockenmasse hatte der Bestandestyp zur Ernte einen Effekt. Die Wintererbse bildete in Reinsaat 4.444 kg ha⁻¹ und im Gemenge nur 3.475 kg ha⁻¹. Jedoch konnte die Wintergerste im Gemenge 1.502 kg ha⁻¹ bilden. Somit ergab sich ein Gemenge-Gesamtertrag von 4.977 kg ha⁻¹.

Im Gegensatz zur Spross-Trockenmasse konnte ein Einfluss der Gerste auf den Korn-Trockenmasseertrag nicht nachgewiesen werden. Die Korn-Trockenmasse betrug im Gemenge mit der Wintergerste 1.314 kg ha⁻¹ und in Reinsaat 1.129 kg ha⁻¹. Bei Versuchen der Bio Forschung Austria ergaben sich höhere Erträge. Dort erzielte die EFB33 im Gemenge 1.800 kg ha⁻¹ und in Reinsaat 1.500 kg ha⁻¹. Interessant ist auch der Kornertrag des Gemengepartners. Die Wintergerste erzielte im Gemenge einen Ertrag von 380 kg ha⁻¹. Der Gemenge-Gesamtkornertrag belief sich bei der Sorte EFB33 demnach auf 2.180 kg ha⁻¹. Die Wintergerste in Reinsaat errreichte einen Ertrag von 4.603 kg ha⁻¹.

Die N_{min} -Gehalte, die im April im Boden vorgefunden worden sind, waren in der Reinsaat höher als im Gemenge. Jedoch waren die N_{min} -Mengen zur Reife der Wintererbsen mit 73 kg ha⁻¹ nicht signifikant höher als im Gemenge, mit 61 kg ha⁻¹. Dies widerspricht den Ergebnissen von Karpenstein-Machan & Stülpnagel (2000) und Neuner et al. (2010). Beide konnten bei den Wintererbsen in Reinsaat einen höheren N_{min} -Gehalt im Boden nachweisen als bei den Wintererbsen im Gemenge mit Getreide.

Auch die Aussage von URBATZKA et al. (2007), dass die normalblättrigen Wintererbsen mehr Stickstoff fixieren können als die halbblattlosen Sorten, kann mit den Ergebnissen dieser Arbeit nicht bestätigt werden. Es konnte zum Zeitpunkt der Ernte bei den Sorten EFB33 und Griechische keine höheren N_{min} -Gehalte im Boden nachgewiesen werden als beim Genotyp Cherokee.

6.4. Kornertragspotenzial

Die Sorte Cherokee wurde als semi-leafless Sorte früher reif als die normalblättrigen Erbsen. Am 29.06.2010 befand sich die Sorte Cherokee im Entwicklungsstadium 89. Zu diesem Zeitpunkt war die Gerste in Reinsaat, mit einem BBCH-Stadium von 89, weiter entwickelt als in den Gemengen. Dort wies die Gerste größtenteils nur ein Entwicklungsstadium von 83 auf. Die Genotypen EFB33 und Griechische waren mit den BBCH-Stadien 85 und 86 noch nicht zu ernten. Die Sorte Griechische erreichte am 13.07.2010 das Stadium der Vollreife. Die Sorte EFB33 wies eine uneinheitliche Abreife der Hülsen und Pflanzenteile auf. Bei der Ernte am 12.07.2010 hatten die Pflanzen reife, braune Hülsen. Einige Hülsen und Pflanzenteile waren jedoch noch grün. Auch waren bereits einige Hülsen aufgesprungen und die Körner lagen am Boden. Durch den Körnerausfall wurden die Ertragsmengen der EFB33 drastisch verringert. Die unterschiedliche Abreife der EFB33 war ein weiterer Grund, dass es bei der Druschernte, wie bereits oben erwähnt, zu Problemen kam. Die grünen Pflanzenteile brachen bei der Ernte nicht, sondern es kam zur Umwicklung und Blockierung der Dreschtrommel.

Die Sorte Cherokee hatte mit 1.677 kg ha⁻¹ den höchsten Kornertrag. Nach HEBEISEN & CHARLES (2003) können Wintererbsen bis zu 5.000 kg ha⁻¹ Korntrockenmasse erzielen. Die Erträge der Wintererbsen in diesem Versuch waren weit davon entfernt. Der Ertrag der normalblättrigen EFB33 war mit nur 775 kg ha⁻¹ am geringsten. Für die Interpretation der Ergebnisse ist es wesentlich zu beachten, dass die drei Sorten in unterschiedlichen Dichteniveaus angebaut worden sind (Kapitel 4.2.2.).

Auch der Anteil der Kornmasse an der Gesamttrockenmasse, ausgedrückt durch den Harvestindex, war bei der modernen Sorte Cherokee mit 40% am höchsten. Kräftige Einzelpflanzen sind ebenfalls ein Kennzeichen für ein hohes Kornertragspotenzial. Bei der Korntrockenmasse pro Pflanze unterschieden sich die Sorten nicht. Der Genotyp Griechische erzielte 2,4 g Trockenmasse pro Pflanze. Das Korngewicht pro Pflanze nahm mit steigender Dichte ab. Die geringste Dichte hatte mit 3,8 g die höchsten Trockenmasse pro Pflanze. Die 4. Dichtestufe hingegen wies nur ein Gewicht von 1,4 g pro Pflanze auf. Der Harvestindex zeigte keinen Unterschied bei den verschiedenen Dichtestufen. Wichtig ist zu beachten, dass die drei Sorten in unterschiedlichen Dichteniveaus angebaut worden sind (Kapitel 4.2.2.).

Mit steigender Aussaatmenge nahmen die Kornerträge bei Handernte der Wintererbse zu, jedoch ist dies nicht statistisch abgesichert. Die Kornerträge bei der Druschernte nahmen hingegen mit steigender Dichte ab. Aufgrund der Pflanzenlänge der normalblättrigen Wintererbsen und der hohen Verunkrautung kam es zu Problemen bei der Ernte. Die

Wintererbsen wickelten Dreschtrommel, sich um die deshalb konnte der Parzellenmähdrescher die Parzellen nicht durchgehend ernten. Die Maschine musste dazwischen abgestellt werden um das Pflanzenmaterial aus der Trommel zu entnehmen, dabei ist sicherlich einiges Druschgut verloren gegangen. Bei den Ergebnissen des Korndrusches ist zu sehen, dass die geringeren Dichtestufen höhere Kornerträge als die hohen erreichten. Aufgrund der geringeren Pflanzendichte konnte der Parzellendrescher die Parzellen leichter beernten, da die Dreschtrommel nicht so oft verstopfte. Je höher die Dichte war, desto öfter wurde die Dreschtrommel von den Pflanzen blockiert und musste gereinigt werden. Die Kornverluste waren bei den höheren Dichten entsprechend größer.

6.5. Fazit

Die Ergebnisse des Versuches zeigen, dass die Wintererbse aufgrund einiger Problembereiche noch keinen zufriedenstellenden Ersatz der Sommererbse darstellt.

Der Ausfall eines kompletten Saattermins spricht für ein sehr hohes Anbaurisiko. Der Entwicklungsvorsprung von nur zwei Wochen entschied über das Überleben der Wintererbsen.

Der positive Effekt der Stützfrucht auf die Verbesserung der Standfestigkeit und Unkrautunterdrückung konnte in diesem Versuch nicht gezeigt werden. Eventuell war die Aussaatmenge der Wintergerste mit nur 40 keimfähigen Körnern m⁻² zu gering gewählt.

Für weitere Versuche wäre die Wintererbse Cherokee interessant. Die moderne französische semi-leafless Sorte konnte in diesem Versuch die höchsten Erträge erzielen. Sie zeigte auch in dem einjährigen Versuch keine geringere Winterfestigkeit als die normalblättrigen Genotypen.

Neben der unsicheren Überwinterung waren noch die hohe Verunkrautung, die mangelnde Standfestigkeit und die ungleichmäßige Abreife der Wintererbsen weitere Problembereiche.

Da der Versuch jedoch an einem einzigen Standort und ausschließlich in der Vegetationsperiode 2009/2010 durchgeführt worden ist, wären zu einer genaueren Aussage über die Überwinterung und das Ertragspotenzial der Wintererbsen weitere Versuche notwendig.

7. Zusammenfassung

Der Anbau von Winterungen weist gegenüber Sommerungen einige Vorteile auf, wie zum Beispiel die längere Vegetationsperiode, die frühere Entwicklung und somit die Möglichkeit den heißen, trockenen Witterungsbedingungen auszuweichen sowie der Erosionsschutz durch die Bodenbedeckung über den Winter. Die Sommererbsen bereiten im Biolandbau zunehmende Probleme wegen starken Schädlingsbefalls und Spätverunkrautung. Die Wintererbse könnte eine interessante Alternative darstellen. Die Erwartungen an die Wintererbse sind: eine effektivere Unkrautregulierung, höhere Stickstoffbindung als die Sommererbse durch die längerer Vegetationszeit und ein höheres Ertragspotenzial als die Sommerformen.

Ziel eines einjährigen Feldversuches war es, unter den Produktionsbedingungen des Marchfeldes von Erbsen dominierte Mischbestände mit Wintergerste für die Körnerproduktion zur Verfütterung auf ihre agronomischen Leistungen, insbesondere das Kornertragspotenzial, zu prüfen. Dafür wurden drei morphologisch verschiedene Wintererbsensorten im Gemenge mit Wintergerste an zwei verschiedenen Saatterminen angebaut. Als Produktionssystem wurde eine Umstellungssituation auf biologische Bewirtschaftung angenommen. Zur näheren Untersuchung der Konkurrenzeffekte wurden die Erbsensorten in fünf Dichten und, wie ebenfalls die Wintergerste, auch in Reinbeständen angebaut.

Das Produktionsziel Wintererbse und die Mischkultur ergeben eine Reihe von agronomischen und bestandesphysiologischen Problembereichen. Der Versuch konzentrierte sich auf folgende Fragen: Inwieweit haben der Saattermin, die Sorte, der Bestandestyp und die Bestandesdichte Einfluss auf (i) die Überwinterung, (ii) die Verunkrautung und Standfestigkeit und (iii) die Trockenmasse- und Ertragsbildung?

Der frühe Saattermin (Aussaat: 22.09.2010) fiel weitgehend aus. Hier wies die Sorte EFB33 die geringste Überwinterung auf. Die Wintererbsen des späten Saattermins (Aussaat: 14.10.2010) konnten eine Überlebensrate bis zu 90% vorweisen. Die unterschiedlichen Dichten hatten keinen Einfluss auf die Überwinterung oder die Verunkrautung. Die Wintererbse im Gemenge mit Wintergerste konnte das Unkraut nicht besser unterdrücken als die Wintererbse in Reinsaat. Auch die üppigere Blattmasse der normalblättrigen Genotypen konnte die Unkrautentwicklung nicht positiv beeinflussen. Ebenso gab es bei der Ertragsbildung keinen Unterschied zwischen den Wintererbsen in Reinsaat und denen im Gemenge. Die semi-leafless Sorte Cherokee hatte mit 1.676 kg ha⁻¹ den höchsten Kornertrag. Die normalblättrige Sorte Griechische konnte ebenfalls höhere Erträge (1.352 kg ha⁻¹) als die Sorte EFB33 (775 kg ha⁻¹) erzielen. Eine hohe Verunkrautung, totales Lagern

und eine uneinheitliche Abreife führte, vor allem bei der Sorte EFB33, zu erheblichen Ertragseinbußen. Diese Problembereiche zeigen, dass die Wintererbse noch keinen zufriedenstellenden Ersatz der Sommererbse darstellt.

8. Abstract

The cultivation of winter crops compared to summer crops has some advantages, such as the longer growing season, the earlier development and thus the possibility to avoid hot, dry weather conditions and erosion through soil cover over winter. In organic farming, there are increasing problems with spring peas due to heavy pest infestation and late weed competition. Winter peas could be an interesting alternative. The expectations for winter peas are: a more effective weed control, higher N_2 fixation because of the long growing season and a higher yield potential than spring varieties.

The goal of a one-year field experiment was to examine the agronomic performance of pea stands intercropped with small populations of winter barley under production conditions of the Marchfeld cropping area. On two sowing dates three morphologically different winter pea varieties were mixed with winter barley. The production system was assumed as a conversion situation from conventional to organic farming. To further study the effects of competition, winter peas were grown in five densities. Winter peas and winter barley were also grown in pure stands.

The production target - winter peas in intercropping - resulted in a series of agronomic and crop physiological problems. The experiment focused on the following questions: to what extent did the sowing date, variety, crop type and plant density influence on (i) the overwintering, (ii) the weed infestation and lodging resistance, and (iii) the dry matter and yield production?

The early sowing date (sowing: 09/22/2010) survived the winter period only with substantial losses. EFB33 showed the lowest overwintering. Winter peas sown late (sowing: 14/10/2010) survived up to 90%. Different densities had no effects on the overwintering and the weed infestation. Intercrops with winter barley could not suppress weeds better than winter peas in pure stands. The abundant leaf mass of regular-leaf genotypes did not impact weed growth compared with semi-leafless genotypes. Similarly, there was no difference in yield formation between winter peas in pure and mixed stands. The semi-leafless variety Cherokee had the highest grain yield with 1.676 kg ha⁻¹. The regular-leaf variety Griechische also achieved a higher yield (1.352 kg ha⁻¹) than the EFB33 (775 kg ha⁻¹). High weed infestation, complete lodging combined with uneven ripening, especially in the variety EFB33, led to significant yield losses. In conclusion, winter pea is not yet a satisfactory replacement for spring peas.

9. Literaturverzeichnis

AUFHAMMER, W. (1998): Mischanbau von Getreide- und andere Körnerfruchtarten: Ein Beitrag zur Nutzung von Biodiversitäten im Pflanzenbau. Stuttgart: Ulmer, S: 71-228

BINDER, A.; LEITGEB, B.; MUCK, P.; WOHLMUTH, M. (2009): Entwicklungsverlauf und Ertragspotenzial von Wintererbsengenotypen in Groß-Enzersdorf. Bakkalaureatsarbeit 2, Universität für Bodenkultur Wien

BROUWER, W. (1976): Handbuch des speziellen Pflanzenbaues, Band 2. Berlin und Hamburg: Paul Parey, S. 496-683

BUNDESANSTALT FÜR AGRARWIRTSCHAFT (2010): Agrar und volkswirtschaftliche Daten: Pflanzliche Produktion. http://www.agraroekonomik.at/index.php?id=pflanzproduktion (Zugriff: 26.04.10)

DIEPENBROCK, W.; ELLMER, F.; LÉON, J. (2005): Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Grundwissen Bachelor. Stuttgart: Ulmer, S. 193-198

DIEPENBROCK, W.; FISCHBECK, G.; HEYLAND, K-U.; KNAUER, N. (1999): Spezieller Pflanzenbau. 3. Auflage, Stuttgart: Ulmer, S. 209-233

GRASS, R.; URBATZKA, P.; SCHÜLER, C.; TRAUTZ, D.; SCHLIEPHAKE, U. (2009): Wintererbse wieder entdeckt. dlz-agrarmagazin 8, S. 54-57

HAUGGAARD-NIELSEN, H.; ANDERSESN, M.K. (2000): Intercropping grain legumes and cereals in organic cropping systems. Grain Legumes 30, S. 18-19

HEBEISEN, T.; CHARLES, R. (2003): Anbau von Sommer- und Wintereiweißerbsen. Agrar Forschung 10 (1), S. 14-19

HOF, C.; RAUBER, R. (2003): Fertigen einer Broschüre zum Anbau von Gemengen für die Praxis des Pflanzenbaus im ökologischen Landbau. http://orgprints.org/4746/1/4746-020E221-ble-gwdg-2003-gemenge.pdf (Zugriff: 26.09.2020)

KARPENSTEIN-MACHAN, M.; STÜLPNAGEL, R. (2000): Biomass yield and nitrogen fixation of legumes monocropped and intercropped with rye and rotation effects on a subsequent maize crop. Plant and Soil 218, S. 215-232

KIMPEL-FREUND, H.; SCHMIDTKE, K.; RAUBER, R. (1998): Einfluss von Erbsen (*Pisum sativum L.*) mit unterschiedlichen morphologischen Merkmalen in Reinsaat und Gemenge mit Hafer (*Avena sativa L.*) auf die Konkurrenz gegenüber Unkräutern. Z. Pflanzenbauwissenschaften 2, S. 25-36

KLAPP, E. (1967): Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues. 6. Auflage, Berlin und Hamburg: Paul Parey, S. 435- 446

KROMP, B.; HARTL, W.; NEUNER, E. (2009): Nachhaltige Regulation von Schaderregen im biologische Anbau von ausgewählten Körnerleguminosen. Endbericht 2009 https://www.dafne.at/prod/dafne_plus_common/attachment_download/47477e34132906e02 a8004dbebe123a1/Projekt 1395 Koernerleguminosen Endbericht 2009.pdf (Zugriff: 31.08.2010)

- NEUNER, E.; KROMP, B.; HARTL, W. (2010): Körnerleguminosen Wie es gehen kann. http://www.bioforschung.at/NewsSingle.172.0.html?&no-cache=1&tx-ttnews%5Btt-news%5 https://www.bioforschung.at/NewsSingle.172.0.html?&no-cache=1&tx-ttnews%5Btt-news%5 https://www.bioforschung.at/NewsSingle.172.0.html?&no-cache=1&tx-ttnews%5Btt-news%5 https://www.bioforschung.at/NewsSingle.172.0.html?&no-cache=1&tx-ttnews%5Btt-news%5 https://www.bioforschung.at/NewsSingle.172.0.html https://www.bioforschung.at/NewsSingle.1
- PIETSCH, G., STARZ, W.; FREYER, B. (2007): Welche Erbse passt? Bio Austria 1/07: 43. http://www.nas.boku.ac.at/fileadmin/ /H93/H933/Personen/Pietsch/welcheErbsepasst.pdf (Zugriff: 09.09.2010)
- PIETSCH, G.; FREYER, B.; HRBEK, R. (2006): Merkblatt Erbse. https://www.dafne.at/prod/dafne plus common/attachment download/246882c55d90b49f39 5f7f9f797f25af/MerkblattErbse Projekt1290.pdf (Zugriff: 07.09.2010)
- SCHNEIDER, R. (2008): Wintererbse- eine interessante Kulturpflanze im Bio-Ackerbau? http://www.bio-austria.at/biobauern/aktuell/oesterreichweit 1/niederoesterreich (Zugriff: 30.05.10)
- URBATZKA, P. (2003): Screening ausgesuchter Wintererbsenherkünfte auf ihre Winterhärte und ihre Anbaueignung im Ökologischen Landbau. Masterarbeit, Universität Kassel http://orgprints.org/987/1/Winterebsen-mit-kopf.PDF (Zugriff: 18.02.2010)
- URBATZKA, P.; GRASS, R.; REULEIN, J.; SCHÜLER, C. (2003): Untersuchung verschiedener Wintererbsenherkünfte auf ihre Winterhärte und ihre Anbauwürdigkeit im Ökologischen Landbau. Universität Kassel, <a href="http://orgprints.org/16445/1/16445-02OE566-uni-http://orgprints.org/16445/1/16445-02OE566-uni-http://orgprints.org/16445/1/16445-02OE566-uni-http://orgprints.org/16445/1/16445-02OE566-uni-http://orgprints.org/16445/1/16445-02OE566-uni-http://orgprints.org/16445/1/16445-02OE566-uni-http://orgprints.org/16445/1/16445-02OE566-uni-http://orgprints.org/16445/1/16445-02OE566-uni-http://orgprints.org/16445/1/16445-02OE566-uni-http://orgprints.org/16445/1/16445-02OE566-uni-http://orgprints.org/16445/1/16445-02OE566-uni-http://orgprints.org/16445/1/16445-02OE566-uni-http://orgprints.org/16445/1/16445-02OE566-uni-http://orgprints.org/16445/1/16445-02OE566-uni-http://orgprints.org/16445/1/16445-02OE566-uni-http://orgprints.org/16445/1/16445-02OE566-uni-http://orgprints.org/16445/1/16445/1/16445-uni-http://orgprints.org/16445
- URBATZKA, P.; GRASS, R.; SCHÜLER, C (2005): Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen für den ökologischen Landbau am Beispiel von Wintererbsen. 8. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau, Kassel: Universitätsverlag, S. 59-60
- URBATZKA, P.; GRASS, R.; SCHÜLER, C.; HESS, J. (2007): Ermittlung der Vorfruchtwirkung unterschiedlicher Wintererbsengenotypen in Rein- und Gemengesaat. 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Berlin: Dr. Köster, S. 125-128
- URBATZKA, P.; GRASS, R.; SCHÜLER, C. (2008): Vergleichender Anbau verschiedener Wintererbsenherkünfte in Rein- und Gemengesaat zur Integration in das Anbausystem Ökologischer Landbau. Universität Kassel, http://orgprints.org/15527/1/15527-03OE074-uni-kassel-schueler-08-wintererbsenherkuenfte.pdf (Zugriff: 11.02.2010)
- URBATZKA, P.; GRASS, R; SCHÜLER, C.; TRAUTZ, D.; HESS, J. (2009): Bestimmung der N- Fixierung unterschiedlicher Wintererbsengenotypen im Vergleich zu einer Sommererbse in Rein- und Gemengesaat. 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Berlin: Dr. Köster, S.99-102

10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wuchstypen der Erbse. Oben: normalblattrige Erbse, Mitte: Halbblattlose
Erbse, Unten: Blattlose Erbse. a = Nebenblätter, b = Blattachse, c = Fiederblätter, d =
Ranken (DIEPENBROCK et al., 1999)
Abbildung 2: Lufttemperatur und Niederschlagssummen im langjährigen Mittel (das
langjährige Mittel bezieht sich auf die Jahre 1901-2001)
Abbildung 3: Wintererbsen der Sorte EFB33 (links) und der Sorte Cherokee (rechts),
aufgenommen am 26.05.201016
Abbildung 4:Niederschlagssumme und Temperaturmittelwert (2 m Höhe) während des
Versuchszeitraums24
Abbildung 5: Feldaufgang [%] in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp (Mittelwert über
5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)25
Abbildung 6: Feldaufgang [%] in Abhängigkeit von Saattermin und Dichtestufe (Mittelwert
über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen)26
Abbildung 7: Feldaufgang [%] in Abhängigkeit von Saattermin und Bestandestyp (Mittelwert
über 2 Genotypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)27
Abbildung 8: Feldaufgang [%] in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp (Mittelwert über
2 Bestandestypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)27
Abbildung 9: Pflanzendichte der Wintergerste in Abhängigkeit von Saattermin (Mittelwert
über 3 Genotypen, 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)28
Abbildung 10: Deckungsgrad [%] (18.11.09) in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp
(Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)29
Abbildung 11: Deckungsgrad [%] (18.11.2009) in Abhängigkeit von Saattermin und
Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen)29
Abbildung 12: Deckungsgrad [%] (18.11.2009) in Abhängigkeit von Saattermin und
Bestandestyp (Mittelwert über 2 Genotypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen);
Fehlerbalken= Grenzdifferenz30
Abbildung 13: Deckungsgrad [%] (18.11.2009) in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp
(Mittelwert über 2 Bestandestypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)
Abbildung 14: Trockenmassebildung [kg ha ⁻¹] vor dem Winter in Abhängigkeit von Saattermin
und Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken=
Grenzdifferenz 32
Abbildung 15: Trockenmassebildung [kg ha ⁻¹] vor dem Winter in Abhängigkeit von Saattermin
und Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen)
Abbildung 16: Trockenmassebildung [kg ha ⁻¹] vor dem Winter in Abhängigkeit von Saattermin
und Genotyp (Mittelwert über 2 Bestandestypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen);
Fehlerbalken= Grenzdifferenz33
Abbildung 17: Trockenmassebildung [kg ha ⁻¹] vor dem Winter in Abhängigkeit von Saattermin
und Genotyp (Mittelwert über 2 Bestandestypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)34
Abbildung 18: Überwinterung [%] (22.03.2010) in Abhängigkeit von Saattermin und Genotyp
(Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)35
Abbildung 19: Überwinterung [%] (22.03.2010) in Abhängigkeit von Saattermin und
Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen)35
Abbildung 20: Überwinterung [%] (22.03.2010) in Abhängigkeit von Saattermin und
Bestandestyp (Mittelwert über 2 Genotypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)36
Abbildung 21: Auswinterungsschäden [%] (22.03.2010) in Abhängigkeit von Saattermin und
Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)

Abbildung 22: Auswinterungsschäden [%] (22.03.2010) in Abhängigkeit von Saattermin und
Bestandestyp (Mittelwert über 2 Genotypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)38
Abbildung 23: Pflanzenanzahl [%] (04.05.2010) relativ zur Sollpflanzendichte des frühen
Saattermins in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3
Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz39
Abbildung 24: Pflanzenanzahl [%] (04.05.2010) relativ zur Sollpflanzendichte des frühen
Saattermins in Abhängigkeit von der Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3
Wiederholungen)39
Abbildung 25: Boden-Deckungsgrad [%] (23.04.2010) in Abhängigkeit von Saattermin und
Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen)40
Abbildung 26: Boden-Deckungsgrad [%] (23.04.2010) in Abhängigkeit von Saattermin und
Bestandestyp (Mittelwert über 2 Genotypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)41
Abbildung 27: Boden-Deckungsgrad [%] (23.04.2010) in Abhängigkeit von Genotyp und
Bestandestyp (Mittelwert über 2 Saattermine, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen);
Fehlerbalken= Grenzdifferenz42
Abbildung 28: Boden-Deckungsgrad [%] (23.04.2010) in Abhängigkeit von Bestandestyp und
Dichtestufe (Mittelwert über 2 Saattermine, 2 Genotypen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken=
Grenzdifferenz42
Abbildung 29: Unkrauttrockenmasse [kg ha ⁻¹] (10.05.2010) in Abhängigkeit von Genotyp und
Dichtestufe (Mittelwert über 3 Wiederholungen)43
Abbildung 30: Unkrauttrockenmasse [kg ha ⁻¹] (10.05.2010) in Abhängigkeit vom
Bestandestyp (Mittelwert über 2 Bestandestypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen)44
Abbildung 31: Bestandeshöhe und Pflanzenlänge [cm] (10.06.2010) in Abhängigkeit vom
Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); GD=Grenzdifferenz45
Abbildung 32: Bestandeshöhe [cm] (10.06.2010) in Abhängigkeit von Genotyp und
Dichtestufe (Mittelwert über 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenzen45
Abbildung 33: Pflanzenlänge [cm] (10.06.2010) in Abhängigkeit von Genotyp und Dichtestufe
(Mittelwert über 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenzen46
Abbildung 34: Bestandeshöhe und Pflanzenlänge [cm] (10.06.2010) in Abhängigkeit von
Bestandestyp und Genotyp (Mittelwert über 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen);47
Abbildung 35: Spross-Trockenmasse [kg ha ⁻¹] der Wintererbse zur Blüte in Abhängigkeit vom
Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz
48
Abbildung 36: Spross-Trockenmasse [kg ha ⁻¹] der Wintererbse zur Blüte in Abhängigkeit von
der Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken=
Grenzdifferenz49
Abbildung 37: Spross-Trockenmasse [kg ha ⁻¹] der Wintergerste zur Blüte in Abhängigkeit von
Genotyp und Dichtestufe (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen);50
Abbildung 38: Spross-Trockenmasse [kg ha ⁻¹] der Wintererbse zur Ernte in Abhängigkeit
vom Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken=
Grenzdifferenz51
Abbildung 39: Spross-Trockenmasse [kg ha ⁻¹] der Wintererbse zur Ernte in Abhängigkeit von
der Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken=
Grenzdifferenz51
Abbildung 40: Spross-Trockenmasse [kg ha-1] der Wintergerste zur Ernte in Abhängigkeit
von Genotyp und Dichtestufe (Mittelwert über 3 Wiederholungen); Fehlerbalken=
Grenzdifferenz52

Abbildung 41: Korn-Trockenmasse [kg ha ⁻¹] der Wintererbse bei Handernte in Abhängigkeit
vom Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken=
Grenzdifferenz
Abbildung 42: Korn-Trockenmasse [kg ha ⁻¹] der Wintererbse bei Handernte in Abhängigkeit
von der Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen)53 Abbildung 43: Korn-Trockenmasse [kg ha ⁻¹] der Wintergerste bei Handernte in Abhängigkeit
von Genotyp und Dichtestufe (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen);
Fehlerbalken= Grenzdifferenz54
Abbildung 44: Korn-Trockenmasse [kg ha ⁻¹] bei Druschernte in Abhängigkeit vom Genotyp
(Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz55
Abbildung 45: Korn-Trockenmasse [kg ha ⁻¹] bei Druschernte in Abhängigkeit von der
Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz
Abbildung 46: Korn-Trockenmasse [kg ha ⁻¹] bei Druschernte in Abhängigkeit von
Bestandestyp und Genotyp (Mittelwert über 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen);
Fehlerbalken= Grenzdifferenz
Abbildung 47: Korn-Trockenmasse [kg ha-1] bei Druschernte in Abhängigkeit von
Bestandestyp und Dichtestufe (Mittelwert über 2 Genotypen, 3 Wiederholungen);
Fehlerbalken= Grenzdifferenz57
Abbildung 48: Pflanzenzahl [%] (10.05.2010) relativ zur Sollpflanzendichte des späten
Saattermins in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5 Dichtestufen, 3
Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz58
Abbildung 49: Pflanzenanzahl [%] (10.05.2010) relativ zur Sollpflanzendichte des späten
Saattermins in Abhängigkeit von der Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3
Wiederholungen)59
Abbildung 50: Seitentriebe pro Pflanze in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5
Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz60
Abbildung 51: Seitentriebe pro Pflanze in Abhängigkeit von der Dichtestufe (Mittelwert über 3
Genotypen, 3 Wiederholungen)
Abbildung 52: Kornzahl pro Pflanze in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5
Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz
Abbildung 53: Kornzahl pro Pflanze in Abhängigkeit von der Dichtestufe (Mittelwert über 3 Genotypen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz62
Abbildung 54: Korngewicht pro Pflanze in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5
Dichtestufen, 3 Wiederholungen)63
Abbildung 55: Korngewicht pro Pflanze in Abhängigkeit von der Dichtestufe (Mittelwert über
3 Genotypen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz63
Abbildung 56: Harvestindex [%] in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5
Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz64
Abbildung 57: Harvestindex [%] in Abhängigkeit von der Dichtestufe (Mittelwert über 3
Genotypen, 3 Wiederholungen);65
Abbildung 58: Tausendkorngewicht [g] in Abhängigkeit vom Genotyp (Mittelwert über 5
Dichtestufen, 3 Wiederholungen); Fehlerbalken= Grenzdifferenz66
Abbildung 59: Tausendkorngewicht [g] in Abhängigkeit von der Dichtestufe (Mittelwert über 3
Genotypen, 3 Wiederholungen)66
Abbildung 60: Nitratstickstoffgehalt im Boden am 19.04.2010 in Abhängigkeit von Genotyp
und Dichtestufe (Mittelwert über 2 Saattermine, 3 Wiederholungen)68

Abbildung 61: Nitratstickstoffgehalt im Boden am 19.04.2010 in Abhängigkeit von dem
Bestandestyp (Mittelwert über 2 Genotypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen);
unorthogonal nebenbei dargestellt der Nitratstickstoffgehalt der Wintergerste in Reinsaat;
Fehlerbalken= Grenzdifferenz69
Abbildung 62: Nitratstickstoffgehalt im Boden am 14.07.2010 in Abhängigkeit von Genotyp
und Dichtestufe (Mittelwert über 3 Wiederholungen)70
Abbildung 63: Nitratstickstoffgehalt im Boden am 14.07.2010 in Abhängigkeit von dem
Bestandestyp (Mittelwert über 2 Genotypen, 3 Dichtestufen, 3 Wiederholungen);
unorthogonal nebenbei dargestellt der Nitratstickstoffgehalt der Wintergerste in Reinsaat71
Abbildung 64: Auswinterungsschäden an den Wintererbsen am 22.03.201073

11. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse der N _{min} - Bestimmung nach der Aussaat (Ziehung am 27.10.	.2009)15
Tabelle 2: Faktoren , Faktorenstufe und Codierung des Versuchs	19
Tabelle 3: Untersuchungsprogramm	22
Tabelle 4: Trockenmasse-Erträge in Abhängigkeit von dem Bestandestyp	57
Tabelle 5: Ertragsstruktur der Erbsen in Abhängigkeit von dem Bestandestyp	67

12. Anhang

12.1. Versuchsplan

	PNr.	Codierung		PNr.	Codierung		PNr.	Codierung
	1	14611		45	23422		89	21413
	2	11111		46	21422		90	22113
	3	21111		47	21322		91	11513
	4	21211		48	23522		92	14613
	5	11311		49	22122		93	11113
	6	21311		50	21222		94	22213
_	7	21411		51	11122	_	95	23513
S	8	11511	2	52	23222	S	96	13513
aat	9	21511	Sa	53	21522	aat	97	23313
Saattermin- 22.09.2009	10	22111	Saattermin- 14.10.2009	54	22222	Saattermin- 22.09.2009	98	13113
	11	22211	rm	55	13522	ᆵ	99	21313
2	12	22311	iņ-	56	22322	2	100	22513
2.0	13	22411	14.	57	14622	2.0	101	21213
9.2	14	22511	10.	58	21122	9.2	102	22413
300	15	13111	200	59	23322	300	103	13313
	16	23111	9	60	13122	0	104	23213
	17	23211		61	23122		105	23113
	18	13311		62	13322		106	22313
	19	23311		63	11322		107	23413
	20	23411		64	11522		108	21113
	21	13511		65	22522		109	11313
	22	23511		66	22422		110	21513
					1	1		
	23	11121		67	21312		111	11123
	24	23221		68	11512		112	22223
	25	22521		69	23412		113	21423
	26	22421		70	22112		114	22523
	27	21321		71	21112		115	21323
	28	21221		72	22212		116	22323
Ν	29	23521	_	73	22312	.2	117	11523
2. Saattermin-	30	11321	. Si	74	23212	် လွ	118	23523
aatt	31	11521	Saattermin-	75	13112	Saattermin-	119	21123
err	32	21121	err	76	23512	err	120	23223
<u>⊇</u> .	33	22221	nip	77	22412	⊒i P	121	13523
_	34	14621	N	78	21212	_	122	21523
4.10.2009	35	13521	2.09.2009	79	13312	4.10.2009	123	22123
).20	36	23121	.20	80	14612).20	124	23123
)09	37	21421	900	81	22512)09	125	13123
	38	22321		82	11112		126	21223
	39	23321		83	13512		127	14623
	40	22121		84	21412		128	13323
	41	13321		85	11312		129	23423
	42	23421		86	23112		130	22423
	43	13121		87	21512		131	23323
	44	21521		88	23312		132	11323
. . . .								

I. II. Legende: PNr.: Parzellennummer; Codierung: BGDSW

B= Bestandstyp
G= Genotyp
D= Bestandesdichte

S= Saattermin

W= Wiederholung

I.-III.= 1.- 3. Wiederholung

12.2. Ergebnisse der Varianzanalyse

1. orthogonaler Verrechnungskern: Gemenge (3 Sorten: EFB33, Griechische, Cherokee; Dichtestufe: 1-5)

1. orthogonaler Verrechnur	ngskern: Gemenge	(3 Sorten: EFB33, Griechische, Cherokee; Dichtestufe: 1-5)				
	Feldaufgang [%]	Pflanzendichte WG [Pflanzen/m²] 18.11.09	Überwinter- ung [%] 22.03.10	Auswinterungs- schäden (vitale Pflanzen) [%] 22.03.10	Auswinterungs- schäden (geschädigte Pflanzen) [%] 22.03.10	
Saattermin	***	n.s.	***	***	***	
Genotyp	**	n.s.	n.s.	**	*	
Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Saattermin*Genotyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Saattermin* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Genotyp*Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	
	Auswinterungs- schäden (abgestorbene Pflanzen) [%] 22.03.10	Pflanzenanzahl 1. Saattermin [%]	Deckungs- grad [%] 18.11.09	TM vor Winter [kg/ha]	Deckungsgrad [%] 23.04.09	
Saattermin	***	-	***	***	***	
Genotyp	n.s.	*	n.s.	**	n.s.	
Bestandesdichte	n.s.	n.s.	**	**	**	
Saattermin*Genotyp	n.s.	-	n.s.	**	n.s.	
Saattermin* Bestandesdichte	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.	
Genotyp*Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.	
	Unkraut TM [kg/ha] 10.05.10	Bestandeshöhe [cm]	Pflanzen- länge [cm]	TM WE zur Blüte [kg/ha]	TM WG zur Blüte [kg/ha]	
Saattermin	-	-	-	-	-	
Genotyp	n.s.	***	***	***	n.s.	
Bestandesdichte	n.s.	**	n.s.	***	n.s.	
Saattermin*Genotyp	-	-	-	-	-	
Saattermin* Bestandesdichte	-	-	-	-	-	
Genotyp*Bestandesdichte	n.s.	***	*	n.s.	n.s.	
Saattermin* Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-	

	Spross-TM WE [kg/ha]	Spross-TM WG [kg/ha]	Korn-TM [kg/ha]	Korn-TM WG [kg/ha]	Korn- TM Druschernte [kg/ha]
Saattermin	-	-	-	-	-
Genotyp	***	***	***	***	***
Bestandesdichte	**	***	n.s.	*	***
Saattermin*Genotyp	-	-	-	-	-
Saattermin* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Genotyp*Bestandesdichte	n.s.	**	n.s.	*	n.s.
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
	Pflanzenanzahl 2. Saattermin [%]	Triebanzahl pro Pflanze	Kornanzahl pro Pflanze	Korn TM [g/Pflanze]	Harvestindex [%]
Saattermin	-	-	-	-	-
Genotyp	***	***	**	n.s.	***
Bestandesdichte	***	n.s.	**	*	n.s.
Saattermin*Genotyp	-	-	-	-	-
Saattermin* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Genotyp*Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
	TKG [g]	NO ₃ -N (0-30 cm) 19.04.10 [kg/ha]	NO-N (30-60 cm) 19.04.10 [kg/ha]	NO₃-N (60-90 cm) 19.04.10 [kg/ha]	NO ₃ -N (0-90 cm) 19.04.10 [kg/ha]
Saattermin	-	n.s	n.s.	n.s.	n.s.
Genotyp	***	n.s	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandesdichte	n.s.	n.s	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp	-	n.s	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandesdichte	-	n.s	n.s.	n.s.	n.s.
Genotyp*Bestandesdichte	n.s.	n.s	*	*	n.s.
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	-	n.s	n.s.	n.s.	n.s.
	NO ₃ -N (0-30 cm) 14.07.10 [kg/ha]	NO₃-N (30-60 cm) 14.07.10 [kg/ha]	NO₃-N (60-90 cm) 14.07.10 [kg/ha]	NO ₃ -N (0-90 cm) 14.07.10 [kg/ha]	
Saattermin	-	-	-	-	
Genotyp	n.s.	**	n.s.	n.s.	
Bestandesdichte	*	**	n.s.	*	

Saattermin*Genotyp	-	-	-	-	
Saattermin* Bestandesdichte	-	-	-	-	
Genotyp*Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	

2. orthogonaler Verrechnungskern: Reinsaat+Gemenge (2 Sorten: EFB33+Cherokee; Dichtestufe: 1,3,5)

	Feldaufgang [%]	Pflanzendichte WG [Pflanzen/m²] 18.11.09	Überwinter- ung [%] 22.03.10	Auswinterungs- schäden (vitale Pflanzen) [%] 22.03.10	Auswinterungs- schäden (geschädigte Pflanzen) [%] 22.03.10
Saattermin	**	n.s.	***	***	***
Bestandestyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Genotyp	*	***	n.s.	**	**
Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandestyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin *Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandestyp*Genotyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandestyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Genotyp*Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandestyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandestyp* Genotyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandestyp*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandestyp Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	Auswinterungs- schäden (abgestorbene Pflanzen) [%] 22.03.10	Pflanzenanzahl 1. Saattermin [%]	Deckungs- grad [%] 18.11.09	TM vor Winter [kg/ha]	Deckungsgrad [%] 23.04.09
Saattermin	***	-	***	***	*
Bestandestyp	n.s.	n.s.	***	***	***
Genotyp	n.s.	**	*	***	***
Bestandesdichte	n.s.	n.s.	**	***	n.s.

Saattermin*Bestandestyp					
Caattoriiiii 200tariaootyp	n.s.	-	**	***	n.s.
Saattermin*Genotyp	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandesdichte	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandestyp*Genotyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
Bestandestyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
Genotyp*Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	-	n.s.	n.s.	*
Saattermin*Bestandestyp* Bestandesdichte	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Bestandestyp* Genotyp	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandestyp*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandestyp Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.
	Unkraut TM 10.05.10	Bestandeshöhe [cm]	Pflanzen- länge [cm]	TM WE zur Blüte [kg/ha]	TM WG zur Blüte [kg/ha]
Saattermin	-	-	-		_
		-	-	-	-
Bestandestyn	n s				***
Bestandestyp	n.s.	n.s	n.s	n.s	***
Genotyp	n.s.	n.s ***	n.s ***	n.s ***	*** n.s.
		n.s	n.s	n.s	***
Genotyp	n.s.	n.s ***	n.s ***	n.s ***	*** n.s.
Genotyp Bestandesdichte Saattermin*Bestandestyp Saattermin*Genotyp	n.s.	n.s *** n.s	n.s *** n.s	n.s *** ***	*** n.s. n.s.
Genotyp Bestandesdichte Saattermin*Bestandestyp	n.s. n.s.	n.s *** n.s	n.s *** n.s	n.s *** ***	*** n.s. n.s.
Genotyp Bestandesdichte Saattermin*Bestandestyp Saattermin*Genotyp Saattermin* Bestandesdichte Bestandestyp*Genotyp	n.s. n.s.	n.s *** n.s -	n.s *** n.s -	n.s *** ***	*** n.s. n.s.
Genotyp Bestandesdichte Saattermin*Bestandestyp Saattermin*Genotyp Saattermin* Bestandesdichte	n.s. n.s. -	n.s *** n.s	n.s *** n.s -	n.s *** *** - -	*** n.s. n.s
Genotyp Bestandesdichte Saattermin*Bestandestyp Saattermin*Genotyp Saattermin* Bestandesdichte Bestandestyp*Genotyp Bestandestyp* Bestandesdichte Genotyp*Bestandesdichte	n.s. n.s. - - n.s.	n.s *** n.s - - n.s	n.s *** n.s - - n.s	n.s *** *** - - n.s	*** n.s. n.s. - - n.s.
Genotyp Bestandesdichte Saattermin*Bestandestyp Saattermin*Genotyp Saattermin* Bestandesdichte Bestandestyp*Genotyp Bestandestyp* Bestandesdichte	n.s. n.s n.s. n.s.	n.s *** n.s - - n.s n.s	n.s *** n.s - - n.s n.s	n.s *** *** - - n.s n.s	*** n.s. n.s. - - n.s. n.s.
Genotyp Bestandesdichte Saattermin*Bestandestyp Saattermin*Genotyp Saattermin* Bestandesdichte Bestandestyp*Genotyp Bestandestyp* Bestandesdichte Genotyp*Bestandesdichte Saattermin*Genotyp*	n.s. n.s n.s. n.s.	n.s *** n.s - - n.s n.s n.s	n.s *** n.s - - n.s n.s n.s	n.s *** *** - - n.s n.s	*** n.s. n.s. - - n.s. n.s.
Genotyp Bestandesdichte Saattermin*Bestandestyp Saattermin*Genotyp Saattermin* Bestandesdichte Bestandestyp*Genotyp Bestandestyp* Bestandesdichte Genotyp*Bestandesdichte Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte Saattermin*Bestandestyp*	n.s. n.s n.s. n.s.	n.s *** n.s - - n.s n.s n.s - - - n.s	n.s *** n.s - - n.s n.s n.s - - - n.s	n.s *** *** - - n.s n.s	*** n.s. n.s. - - n.s. n.s.

Saattermin* Bestandestyp Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
	Spross-TM [kg/ha]	Spross-TM WG [kg/ha]	Korn-TM [kg/ha]	Korn-TM WG [kg/ha]	Korn- TM Druschernte [kg/ha]
Saattermin	n.s.	-	-	-	-
Bestandestyp	**	***	n.s.	***	***
Genotyp	***	n.s.	***	n.s.	***
Bestandesdichte	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Bestandestyp	-	-	-	-	-
Saattermin*Genotyp	-	-	-	-	-
Saattermin* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Bestandestyp*Genotyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
Bestandestyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Saattermin* Bestandestyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Saattermin* Bestandestyp* Genotyp	-	-	-	-	-
Bestandestyp*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandestyp Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
	Pflanzenanzahl 2. Saattermin [%]	Triebanzahl/ Pflanze	Kornanzahl/ Pflanze	Korn TM [g/Pflanze]	Harvestindex [%]
Saattermin	-	-	-	n.s.	-
Bestandestyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Genotyp	***	**	n.s.	n.s.	**
Bestandesdichte	n.s.	n.s.	*	*	n.s.
Saattermin* Bestandestyp	-	-	-	-	-
Saattermin*Genotyp	-	-	-	-	-
Saattermin* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Bestandestyp*Genotyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Bestandestyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp *Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Saattermin* Bestandestyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Saattermin* Bestandestyp*Genotyp	-	-	-	-	-
Bestandestyp*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandestyp Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
	TKG [g]	NO ₃ -N (0-30 cm) 19.04.10 [kg/ha]	NO ₃ -N (30-60 cm) 19.04.10 [kg/ha]	NO₃-N (60-90 cm) 19.04.10 [kg/ha]	NO ₃ -N (0-90 cm) 19.04.10 [kg/ha]
Saattermin	-	**	*	n.s.	n.s.
Bestandestyp	***	***	**	**	***
Genotyp	***	**	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandesdichte		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandestyp	-	*	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandesdichte	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandestyp*Genotyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandestyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Genotyp*Bestandesdichte	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandestyp* Bestandesdichte	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandestyp* Genotyp	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandestyp*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	*	*	n.s.
Saattermin* Bestandestyp Genotyp* Bestandesdichte	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

	NO₃-N (0-30 cm) 14.07.10 [kg/ha]	NO₃-N (30-60 cm) 14.07.10 [kg/ha]	NO ₃ -N (60-90 cm) 14.07.10 [kg/ha]	NO₃-N (0-90 cm) 14.07.10 [kg/ha]	
Saattermin	-	-	-	-	
Bestandestyp	n.s.	n.s.	n.s	n.s.	
Genotyp	*	*	n.s	n.s.	
Bestandesdichte	*	***	n.s	**	
Saattermin* Bestandestyp	-	-	-	-	
Saattermin*Genotyp	-	-	-	-	
Saattermin* Bestandesdichte	-	-	-	-	
Bestandestyp*Genotyp	*	*	n.s	n.s.	
Bestandestyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s	n.s.	
Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s	*	
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	
Saattermin* Bestandestyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	
Saattermin* Bestandestyp* Genotyp	-	-	-	-	
Bestandestyp*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s	n.s.	
Saattermin* Bestandesdichte* Genotyp*Bestandesdichte	-	-	-	-	

Verrechnungskern: Gemenge (3 Sorten: EFB33, Griechische, Cherokee; Dichte: 60, 80, 100 k.K/m²)

	Feldaufgang [%]	Pflanzendichte WG [Pflanzen/m²] 18.11.09	Überwinter- ung [%] 22.03.10	Auswinterungs- schäden (vitale Pflanzen) [%] 22.03.10	Auswinterungs- schäden (geschädigte Pflanzen) [%] 22.03.10
Saattermin	***	n.s.	***	***	***
Genotyp	**	n.s.	n.s.	**	n.s.
Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Genotyp	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.
Saattermin* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
_					

	Auswinterungs- schäden (abgestorbene Pflanzen) [%] 22.03.10	Pflanzenanzahl 1. Saattermin [%]	Deckungs- grad [%] 18.11.09	TM vor Winter [kg/ha]	Deckungsgrad [%] 28.04.09
Saattermin	***	-	***	***	***
Genotyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandesdichte	n.s.	n.s.	*	*	n.s.
Saattermin*Genotyp	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandesdichte	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.
Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.
	Unkraut TM [kg/ha] 10.05.10	Bestandeshöhe [cm]	Pflanzen- länge [cm]	TM WE zur Blüte [kg/ha]	TM WG zur Blüte [kg/ha]
Saattermin	-	-	-	-	-
Genotyp	n.s.	***	***	n.s.	*
Bestandesdichte	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp	-	-	-	-	-
Saattermin* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
	Spross-TM WE [kg/ha]	Spross-TM WG [kg/ha]	Korn-TM [kg/ha]	Korn-TM WG [kg/ha]	Korn- TM Druschernte [kg/ha]
Saattermin	-	-	-	-	-
Genotyp	***	***	*	***	***
Bestandesdichte	**	***	n.s.	***	n.s.
Saattermin*Genotyp	-	-	-	-	-
Saattermin* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Genotyp* Bestandesdichte	*	***	n.s.	***	n.s.
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
	Pflanzenanzahl 2. Saattermin [%]	Triebanzahl pro Pflanze	Kornanzahl pro Pflanze	Korn TM [g/Pflanze]	Harvestindex [%]
Saattermin	-	-	-	-	-
Genotyp	n.s.	***	n.s.	n.s.	***
Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp	-	-	-	-	-

Saattermin* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
	TKG [g]	NO ₃ -N (0-30 cm) 19.04.10 [kg/ha]	NO ₃ -N (30-60 cm) 19.04.10 [kg/ha]	NO₃-N (60-90 cm) 19.04.10 [kg/ha]	NO ₃ -N (0-90 cm) 19.04.10 [kg/ha]
Saattermin	_	n.s	n.s.	n.s.	n.s.
Genotyp	**	n.s	*	n.s.	*
Bestandesdichte	n.s.	n.s	n.s.	*	n.s.
Saattermin*Genotyp	-	n.s	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandesdichte	-	n.s	n.s.	n.s.	n.s.
Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	-	n.s	n.s.	n.s.	n.s.
	NO ₃ -N (0-30 cm) 14.07.10 [kg/ha]	NO₃-N (30-60 cm) 14.07.10 [kg/ha]	NO₃-N (60-90 cm) 14.07.10 [kg/ha]	NO ₃ -N (0-90 cm) 14.07.10 [kg/ha]	
Saattermin	-	-	-	-	
Genotyp	n.s.	**	n.s.	*	
Bestandesdichte	**	n.s.	n.s.	**	
Saattermin*Genotyp	-	-	-	-	
Saattermin* Bestandesdichte	-	-	-	-	
Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	

Verrechnungskern: Reinsaat+Gemenge (2 Sorten: EFB33+Cherokee; Dichte: 60+100 k.K/m²)

Verreciniangskern. Neinsaat Gemenge (2 Soften. Er B35 Griefokee, Dichte. 60 1 100 K.10111)					
	Feldaufgang [%]	Pflanzendichte WG [Pflanzen/m²] 18.11.09	Überwinter- ung [%] 22.03.10	Auswinterungs- schäden (vitale Pflanzen) [%] 22.03.10	Auswinterungs- schäden (geschädigte Pflanzen) [%] 22.03.10
Saattermin	**	n.s.	***	***	***
Bestandestyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Genotyp	*	***	n.s.	*	n.s.
Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Bestandestyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

	1			r	
Bestandestyp*Genotyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandestyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Genotyp*Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Bestandestyp *Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Bestandestyp* Genotyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandestyp*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandestyp* Genotyp*Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	Auswinterungs- schäden (abgestorbene Pflanzen) [%] 22.03.10	Pflanzenanzahl 1. Saattermin [%]	Deckungs- grad [%] 18.11.09	TM vor Winter [kg/ha]	Deckungsgrad [%] 28.04.09
Saattermin	***	-	***	**	***
Bestandestyp	n.s.	n.s.	***	**	***
Genotyp	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandesdichte	n.s.	n.s.	**	*	**
Saattermin*Bestandestyp	n.s.	-	***	**	n.s.
Saattermin*Genotyp	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandesdichte	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandestyp*Genotyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
Bestandestyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*
Genotyp*Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Bestandestyp* Bestandesdichte	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Bestandestyp* Genotyp	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandestyp*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandestyp Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	-	n.s.	n.s.	n.s.

	Unkraut TM 10.05.10	Bestandeshöhe [cm]	Pflanzen- länge [cm]	TM WE zur Blüte [kg/ha]	TM WG zur Blüte [kg/ha]
Saattermin	-	-	-	-	-
Bestandestyp	n.s.	n.s	n.s	n.s	***
Genotyp	n.s.	*	***	n.s.	n.s.
Bestandesdichte	*	n.s	n.s	n.s.	n.s.
Saattermin*Bestandestyp	-	-	-	-	-
Saattermin*Genotyp	-	-	-	-	-
Saattermin* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Bestandestyp*Genotyp	n.s.	n.s	n.s	n.s	n.s.
Bestandestyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s	n.s	n.s	n.s.
Genotyp*Bestandesdichte	n.s.	n.s	n.s	n.s	n.s.
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Saattermin*Bestandestyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Saattermin*Bestandestyp* Genotyp	-	-	-	-	-
Bestandestyp*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s	n.s	n.s	n.s.
Saattermin* Bestandestyp Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
	Spross-TM [kg/ha]	Spross-TM WG [kg/ha]	Korn-TM [kg/ha]	Korn-TM WG [kg/ha]	Korn-TM Druschernte [kg/ha]
Saattermin	n.s.	-	-	-	-
Bestandestyp	n.s.	***	***	**	***
Genotyp	***	*	***	*	***
Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Bestandestyp	-	-	-	-	-
Saattermin*Genotyp	-	-	-	-	-
Saattermin* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Bestandestyp*Genotyp	n.s.	*	**	*	*
Bestandestyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	*	n.s.	*
Genotyp*Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-

Saattermin*Bestandestyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Saattermin*Bestandestyp* Genotyp	-	-	-	-	-
Bestandestyp*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandestyp Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
	Pflanzenanzahl 2. Saattermin [%]	Triebanzahl/Pfla nze	Kornanzahl/ Pflanze	Korn TM [g/Pflanze]	Harvestindex [%]
Saattermin	_	_	_	n.s.	_
Bestandestyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Genotyp		***	11.5.	***	11.5.
	n.s.				
Bestandesdichte		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Bestandestyp	-	-	-	-	-
Saattermin*Genotyp	-	-	-	-	-
Saattermin* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Bestandestyp*Genotyp	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandestyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Genotyp*Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Saattermin*Bestandestyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
Saattermin*Bestandestyp* Genotyp	-	-	-	-	-
Bestandestyp*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandestyp Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	-
	TKG [g]	NO ₃ -N (0-30 cm) 19.04.10 [kg/ha]	NO ₃ -N (30- 60 cm) 19.04.10 [kg/ha]	NO ₃ -N (60-90 cm) 19.04.10 [kg/ha]	NO ₃ -N (0-90 cm) 19.04.10 [kg/ha]
Saattermin	-	**	**	n.s.	n.s.
Bestandestyp	n.s.	***	*	*	***
Genotyp	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandesdichte					
Destancesdicine		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

L					
Saattermin*Bestandestyp	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandesdichte	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandestyp*Genotyp	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.
Bestandestyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	*	**	n.s.
Genotyp*Bestandesdichte	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Genotyp* Bestandesdichte	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Bestandestyp* Bestandesdichte	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin*Bestandestyp* Genotyp	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Bestandestyp*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saattermin* Bestandestyp Genotyp* Bestandesdichte	-	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	N0 ₃ -N (0-30 cm) 14.07.10 [kg/ha]	N0₃-N (30-60 cm) 14.07.10 [kg/ha]	N0₃-N (60- 90 cm) 14.07.10 [kg/ha]	NO ₃ -N (0-90 cm) 14.07.10 [kg/ha]	
Saattermin	-	-	-	-	
Bestandestyp	n.s.	n.s.	n.s	n.s.	
Bestandestyp Genotyp	n.s.	n.s. ***	n.s	n.s.	
Genotyp	n.s.		n.s	n.s. n.s.	
		***		n.s.	
Genotyp Bestandesdichte	n.s.	***	n.s	n.s.	
Genotyp Bestandesdichte Saattermin*Bestandestyp	n.s. -	***	n.s n.s	n.s. *	
Genotyp Bestandesdichte Saattermin*Bestandestyp Saattermin*Genotyp Saattermin*	n.s. n.s.	***	n.s n.s -	n.s. * -	
Genotyp Bestandesdichte Saattermin*Bestandestyp Saattermin*Genotyp Saattermin* Bestandesdichte	n.s. n.s. -	***	n.s n.s	n.s. * -	
Genotyp Bestandesdichte Saattermin*Bestandestyp Saattermin*Genotyp Saattermin* Bestandesdichte Bestandestyp*Genotyp Bestandestyp* Bestandesdichte Genotyp*Bestandesdichte	n.s. n.s. - - n.s.	*** n.s.	n.s n.s - - n.s	n.s. * - - n.s.	
Genotyp Bestandesdichte Saattermin*Bestandestyp Saattermin*Genotyp Saattermin* Bestandesdichte Bestandestyp*Genotyp Bestandestyp* Bestandesdichte	n.s. - - - n.s.	*** - - n.s.	n.s n.s - - n.s	n.s. * - - n.s. n.s.	
Genotyp Bestandesdichte Saattermin*Bestandestyp Saattermin*Genotyp Saattermin* Bestandesdichte Bestandestyp*Genotyp Bestandestyp* Bestandesdichte Genotyp*Bestandesdichte Saattermin*Genotyp*	n.s n.s. * n.s.	*** - - n.s. n.s.	n.s n.s n.s n.s n.s	n.s. * - - n.s. n.s. n.s.	

Bestandestyp*Genotyp* Bestandesdichte	n.s.	n.s.	n.s	n.s.	
Saattermin* Bestandestyp Genotyp* Bestandesdichte	-	-	-	-	

12.3. Ergebnisse der Wintergerste in Reinsaat

Feldaufgang %	98,2
TM vor Winter [kg ha ⁻¹]	161,0
Unkraut TM [kg ha ⁻¹]	112,0
TM zur Blüte [kg ha ⁻¹]	4465,3
Spross TM zur Ernte [kg ha ⁻¹]	9412,0
Korn TM Handernte [kg ha ⁻¹]	4603,4
Korn TM Drusch [kg ha ⁻¹]	3155,3
NO ₃ -N (0-90 cm)19.04.10 [[kg ha ⁻¹]	31,2
NO ₃ -N (0-90 cm) 14.07.10 [kg ha ⁻¹]	32,7