



Bachelorarbeit

„Untersuchungen zum Anbau und zur Rentabilität von Sommer- und Winterformen der Körnererbse am Beispiel der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH“

Vorgelegt von: Steffen Helm

Geboren am: 03.11.1990

Studiengang: Landwirtschaft

1. Gutachter: Prof. Dr. habil. Dr. hc. Dieter Orzessek

2. Gutachter: Dr. Joachim Bischoff

Datum der Abgabe: 30.10.2014

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	III
Tabellenverzeichnis.....	V
Abbildungsverzeichnis.....	VI
1 Einleitung und Zielstellung.....	1
2 Bisherige Ergebnisse der pflanzenbaulichen und betriebswirtschaftlichen Einordnung von Sommer- und Wintererbsen	6
2.1 Volkswirtschaftliche Bedeutung des Erbsenanbaus	6
2.2 Gesamtwirtschaftliche Bedeutung der Erbsen.....	7
2.2.1 Aktuelle EU-Richtlinien (Greening)	7
2.2.2 Erosionsschutz	9
2.3 Anbau von Wintererbsen.....	9
2.4 Bisherige Ergebnisse der Landessortenversuche	12
3 Beschreibung des Standortes der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH.....	14
3.1 Bodenqualitäten	15
4 Material und Methodik	20
4.1 Versuchsaufbau und -durchführung	20
4.1.1 Aussaat der Wintererbsen	22
4.1.2 Phytopathologische Problemstellungen beim Anbau von Wintererbsen.....	24
4.1.3 Aussaat der Sommererbsen	26
4.1.4 Bodenabhängige Problemstellungen beim Anbau von Körnererbsen	29
4.2 Untersuchungen an der Einzelpflanze.....	31
4.3 Ökonomische Auswertung	33
4.4 Statistische Auswertung.....	33
5 Versuchsergebnisse	34
5.1 Acker- und pflanzenbauliche Parameter	34
5.1.1 Bestandsdichte bei den Wintererbsen im Herbst bzw. bei den Sommererbsen im Frühjahr.....	34
5.1.2 Messung der Pfahlwurzellänge und des Hypokotyls an den Jungpflanzen	37
5.1.3 Darstellung der Auswinterungsverluste bei den Wintererbsen	40
5.1.4 Erfassung der Anzahl an Trieben pro Pflanze (Basale Verzweigungen)	43
5.1.5. Ertragskomponenten	45
5.1.6 Körner pro Hülse	47
5.1.7. Korntrag der 8 Versuchsvarianten	48
5.1.8 Tausendkorngewichte und Korninhaltsstoffe der 8 Versuchsvarianten	50
5.2. Ökonomische Auswertung	53

6 Diskussion der Ergebnisse und Fazit.....	57
7 Vereinfachte Kalkulation zur Rentabilität des Körnererbsenanbaus im Vergleich zu anderen Marktfrüchten bezogen auf das Unternehmen.....	72
7.1 Kalkulation der Wirtschaftlichkeit des Körnererbsenanbaus aus der Sichtweise aktueller Greening-Auflagen	73
8 Zusammenfassung.....	75
9 Anmerkungen.....	77
10 Literaturverzeichnis	82
11 Anhang.....	87
Danksagung	95
Selbstständigkeitserklärung.....	96

Abkürzungsverzeichnis

Ah-Horizont	Mineralischer Oberboden mit Humusanreicherung
Akh	Arbeitskraftstunde
AZ	Ackerzahl
B	Versorgungsstufe B
BB	Bezugsbasis
C org.	Organisch gebundener Kohlenstoff
C	Versorgungsstufe C
CaCO ₃	Calciumcarbonat
CAL-Methode	Calcium-Acetat-Lactat-Auszug
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
Ct	Kohlenstoffgehalt total
cv.	Convarietät
D	Deutschland
D	Versorgungsstufe D
DAL	Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung
DB	Deckungsbeitrag
DE	Deutschland
D-Standort	Diluvialstandort
DTR	Drechslera tritici-repentis
EC	Entwicklungsstadium HACK et al (1992), Dezimal-Skala der phänologischen Entwicklungsstadien
EKS	Einzelkornsaat
EU	Europäische Union
FR	Frankreich
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GPS	Global Positioning System
i.d.R.	in der Regel
k.A.	keine Angabe
K-CAL	Kalium nach der CAL-Methode
KE	Körnererbsen
Kö.	Körner
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
LN	landwirtschaftliche Nutzfläche
LLFG	Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau
Max.	Maximal

Min.	Minimal
N total % in TS	Gesamtstickstoffgehalt in der Trockensubstanz
N ₂	Nitrat
N-Einsparung	Stickstoffeinsparung
NN	Normalnull
Nr.	Nummer
ÖVF	ökologische Vorrangflächen
p	Signifikanzniveau
P-CAL	Phosphor nach der CAL-Methode
ph-Wert	pondus Hydrogenii-Wert
PK	Phosphor- Kali
PS	Pferdestärke
rel.	relativ
RP	Rohprotein
RTK	Real Time Kinematic
S-A	Sachsen-Anhalt
SE	Sommererbsen
SF2	Star Fire 2 (Automatisches Lenksystem von John Deere)
T	Tausend
TKG	Tausendkorngewicht
TKM	Tausendkornmasse
TLL	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
TM	Trockenmasse
TS	Trockensubstanz in %
Ufop	Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.
UK	United Kingdom
usw.	und so weiter
V-Standort	Verwitterungsstandort
WE	Wintererbsen
WG	Wintergerste
WJ	Wirtschaftsjahr
WRO	Winterroggen
WW	Winterweizen
XP-Gehalt	Rohproteingehalt
ZR	Zuckerrüben

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aktuelle Sortenübersicht der vom Bundessortenamt zugelassenen Futtererbsen im Jahr 2014	3
Tabelle 2: Entwicklung der Anbaufläche und Erträge von Körnerfuttererbsen in Sachsen-Anhalt und Deutschland	6
Tabelle 3: Darstellung der möglichen Nutzungsvarianten auf den ÖVF mit den entsprechenden Gewichtungsfaktoren	8
Tabelle 4: Mögliche Standortbedingungen und ihre Eignung für Sommer- oder Wintererbsen	11
Tabelle 5: Empfehlungssorten Körnerfuttererbsen 2014.....	12
Tabelle 6: Maschinenausstattung der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH im Jahr 2013.....	18
Tabelle 7: Schlaghistorie des Schlages 21-2 "Pappelkurve"	20
Tabelle 8: Bodenuntersuchungsergebnisse (0-25 cm Beprobungstiefe) des Schlages "Pappelkurve" vor der Anlage des Versuches nach der CAL-Methode	21
Tabelle 9: Darstellung der erfassten Parameter an der Einzelpflanze in dem jeweiligen EC-Stadium.....	32
Tabelle 10: Bestandsdichte der WE an vier unterschiedlichen Terminen in Abhängigkeit von der Saatstärke und dem Aussaatverfahren.....	35
Tabelle 11: Bestandsdichte der SE an drei unterschiedlichen Terminen in Abhängigkeit von der Saatstärke und dem Aussaatverfahren.....	36
Tabelle 12: Mittelwerte der gemessenen Hypokotyllängen und Pfahlwurzellängen an den Wintererbsen im EC 12	38
Tabelle 13: Mittelwerte der gemessenen Hypokotyllängen und Pfahlwurzellängen an den Sommererbsen im EC 16	39
Tabelle 14: Erfassung der Anzahl an Pflanzen/m ² vor und nach dem Winter sowie die Verluste in %.....	41
Tabelle 15: Darstellung der Pflanzenverluste bei den WE im weiteren Wachstumsverlauf ...	43
Tabelle 16: Pflanzenverluste bei den Sommererbsen während der Vegetationsphase	43
Tabelle 17: Durchschnittliche Anzahl an basalen Verzweigungen der WE.....	44
Tabelle 18: Durchschnittliche Anzahl an basalen Verzweigungen der SE	44
Tabelle 19: Mittelwerte an Körnern pro Hülse der einzelnen Varianten.....	47
Tabelle 20: Darstellung der Tausendkornmasse der vier Varianten bei den Wintererbsen ...	50
Tabelle 21: Darstellung der Tausendkornmasse der vier Varianten bei den Sommererbsen	50
Tabelle 22: Darstellung der Korninhaltsstoffe (Mineralstoffgehalte) bei den Wintererbsen....	51
Tabelle 23: Darstellung der Korninhaltsstoffe (Mineralstoffgehalte) bei den Sommererbsen	52
Tabelle 24: Darstellung der Leistung, Direktkosten, Arbeitserledigungskosten und DAL der acht Varianten.....	53
Tabelle 25: Berechnung der Vorfruchtwirkung der Körnererbse	54
Tabelle 26: Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH	72
Tabelle 27: Drei mögliche Handlungsstrategien für die Umsetzung der Greening-Auflagen in der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH.....	73

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung der Anbaufläche von Körnererbsen in der Bundesrepublik Deutschland	2
Abbildung 2: Körnererbsenanbauflächen in Deutschland, Frankreich und England 2007-2011	9
Abbildung 3: Normalblättrige, buntblühende Wintererbse EFB 33 (links) und halbblattlose weißblühende Wintererbse (rechts)	11
Abbildung 4: Ergebnisse der Landessortenversuche Sachsen-Anhalt Körnerfuttererbsen 2011-2013	13
Abbildung 5: Flächenverteilung nach Fruchtarten in der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH zur Ernte 2013	14
Abbildung 6: Erstelltes Bodenprofil im November 2011 auf dem Schlag "Fuchslöcher"	15
Abbildung 7: Temperatur- und Niederschlagsmittelwerte am Standort Osterfeld im Zeitraum August 2012 bis August 2013	19
Abbildung 8: Wintererbsenaussaat mit der Einzelkornsämaschine Väderstad "Tempo" (8-reihig)	23
Abbildung 9: Darstellung des Versuchsaufbaues bei den Wintererbsen im Oktober 2012	24
Abbildung 10: Symptome des Falschen Mehltaus auf der Blattunterseite und an den Ranken einer Wintererbsenpflanze am 19.05.2013	25
Abbildung 11: Typischer Buchtenfraß eines Blattrandkäfers an einer Sommererbse am 11.05.2013	26
Abbildung 12: Darstellung des Versuchsaufbaues bei den Sommererbsen im April 2013	27
Abbildung 13: Sommererbsenaussaat mit Väderstad "Spirit" (9 m) und John Deere 8360R am 16.04.2013	28
Abbildung 14: Deutlich gemindertem Pflanzenwachstum mit Aufhellungen infolge massiver Schadverdichtungen	30
Abbildung 15: Auszählen des Pflanzenbestandes pro m ² mittels Gliedermaß am 02.05.2013	37
Abbildung 16: Deutlich längere Hypokotyllängen an den Wintererbsenpflanzen der EKS-Varianten (rechts im Bild) im Vergleich zu den Drillsaat-Varianten (links)	40
Abbildung 17: Ermittlung der Auswinterungsverluste bei den Wintererbsen am 14.04.2013	42
Abbildung 18: Scheiteln der Wintererbsenkleinparzellen für die spätere Handernte am 07.07.2013	45
Abbildung 19: Darstellung der Anzahl an ausgezählten Hülsen/m ² in Abhängigkeit der Saatstärke bzw. des Saatverfahrens	46
Abbildung 20: Darstellung der ermittelten Kornerträge (g/m ²) in Abhängigkeit von der Saatstärke bzw. des Saatverfahrens	47
Abbildung 21: Darstellung des Kornertrages in Abhängigkeit der Saatstärke und dem Saatverfahren	48

Abbildung 22: Drusch der Versuchspartellen bei den Wintererbsen am 24.07.2013	49
Abbildung 23: Darstellung der Direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung und Marktleistung der acht einzelnen Varianten	55
Abbildung 24: Verzögertes Auflaufen der Wintererbsen in den überrollten EKS-Reihen.....	58
Abbildung 25: Links EKS WE und rechts Drillsaat WE am 17.11.2012	60
Abbildung 26: Verzweigte Wintererbsenpflanze am 28.04.2013 im EC 26	62

1 Einleitung und Zielstellung

„Der Boden ist das Kapital des Bauern. Wer das Wissen über die biologischen Zusammenhänge hat und dieses anwendet, erhält auf lange Sicht die beste Rendite“ [1].

Dieses Zitat soll Anreize auf das nachfolgende Thema geben. In den vergangenen Jahrhunderten waren Körnerleguminosen in Europa ein wesentlicher Bestandteil in der landwirtschaftlichen Erzeugung. Sie stellten damit eine wichtige Eiweißquelle für Mensch und Tier dar. Jedoch hat sich dieser Trend leider nicht fortgesetzt, denn heute werden große Mengen an Eiweißfuttermitteln nach Europa importiert, um den Bedarf überhaupt zu decken. Des Weiteren sind die Importe, je nach Preissituation oftmals preisgünstiger, als der eigene Anbau [vgl. 2]. Grundsätzlich wäre anzumerken, dass sich die nachfolgenden Bemerkungen ausschließlich auf den Anbau von Körnererbsen beziehen.

Aus der Sichtweise der Pflanzenernährung sollte dieser Kulturart ein besonderes Augenmerk zugeschrieben werden. Denn ursprünglich kam der Luftstickstoff vor allem über die Leguminose in den Stoffkreislauf. Dies erfolgte vor der Entdeckung der Haber-Bosch-Synthese und des Einsatzes mineralischer Stickstoffdüngemittel. Zumal diese energieaufwendige Herstellung des mineralischen Stickstoffs innerhalb der Bevölkerung zu einer eher ungünstigen Bewertung der Wertschöpfungskette für landwirtschaftliche Produkte führt. Der Grund liegt hauptsächlich bei dem hohen CO₂-Ausstoß, welcher bei diesem synthetischen Prozess anfällt und damit die Klimabilanzierung benachteiligt [vgl. ebenda]. Die Vorteile dieser Kultur sind schon lange jedem bekannt. Prinzipiell unterstützt der Anbau von Körnererbsen die Eiweißversorgung und bringt sowohl neben pflanzenbaulichen und betriebswirtschaftlichen, als auch agrarökologischen Aspekten Vorteile [vgl. 3]. Die Fähigkeit eine Symbiose mit bestimmten Bodenbakterien einzugehen, ist der wohl wichtigste Vorzug dieser Kultur. Um diese Symbiose zu generieren, bildet die Körnererbse an ihren Wurzeln sog. Knöllchen. Mithilfe von Bodenbakterien (Rhizobien) kann der sonst nicht pflanzenverfügbare Luftstickstoff in die Wurzelknöllchen eingelagert werden [vgl. 2]. Durch diesen pflanzenphysiologischen Prozess bedarf es keiner Stickstoffdüngung beim Anbau dieser Körnerleguminose. Dadurch ist die Pflanze in der Lage sich über diese Symbiose weitgehend selbst mit Stickstoff zu versorgen und hinterlässt auch für die Folgefrucht noch Stickstoff im Boden. Für diese Stoffwechsellistung benötigt die Pflanze jedoch einen gut durchlüfteten Boden ohne Verdichtungen und Staunässeinflüsse. „Der pflanzenbaulich vielseitige Vorfruchtwert dieser Kultur hebt sich von den übrigen Blattfrüchten durch die zusätzliche N₂-Fixierung und die daraus zu erwartende N-Nachlieferung aus den oberirdischen Pflanzenteilen sowie den Wurzelresten ab. Diese tragen nach Einarbeitung außerdem zu einem positiven Humussaldo bei“ [3].

Die Vorzüglichkeit dieser Kultur spricht besonders reine Marktfruchtbaubetriebe an, weil dadurch die phytosanitäre Situation der getreidebetonten Fruchtfolgen wesentlich verbessert wird.

Die hervorragende und Bodenfruchtbarkeit mehrende Wirkung der Körnererbse beruht auf den nachfolgenden wesentlichen Parametern:

- der N₂- Fixierung durch die Knöllchenbakterien,
- den Verbleib von N- reichen Ernte- und Wurzelrückständen,
- der natürlichen Lockerung der Krume durch das Wurzelsystem,
- einer intensiven Bedeckung des Bodens („Schattengare“),
- den Aufschluss schwerlöslicher Bodennährstoffe (besonders Phosphor)[vgl. 4]

Dieses Wissen und all die positiven Aspekte dieser Kultur sind den Landwirten bekannt, jedoch musste in den letzten Jahren ein ständiger Anbau rückgang beim Körnererbsenanbau verzeichnet werden (s. Abbildung 1).

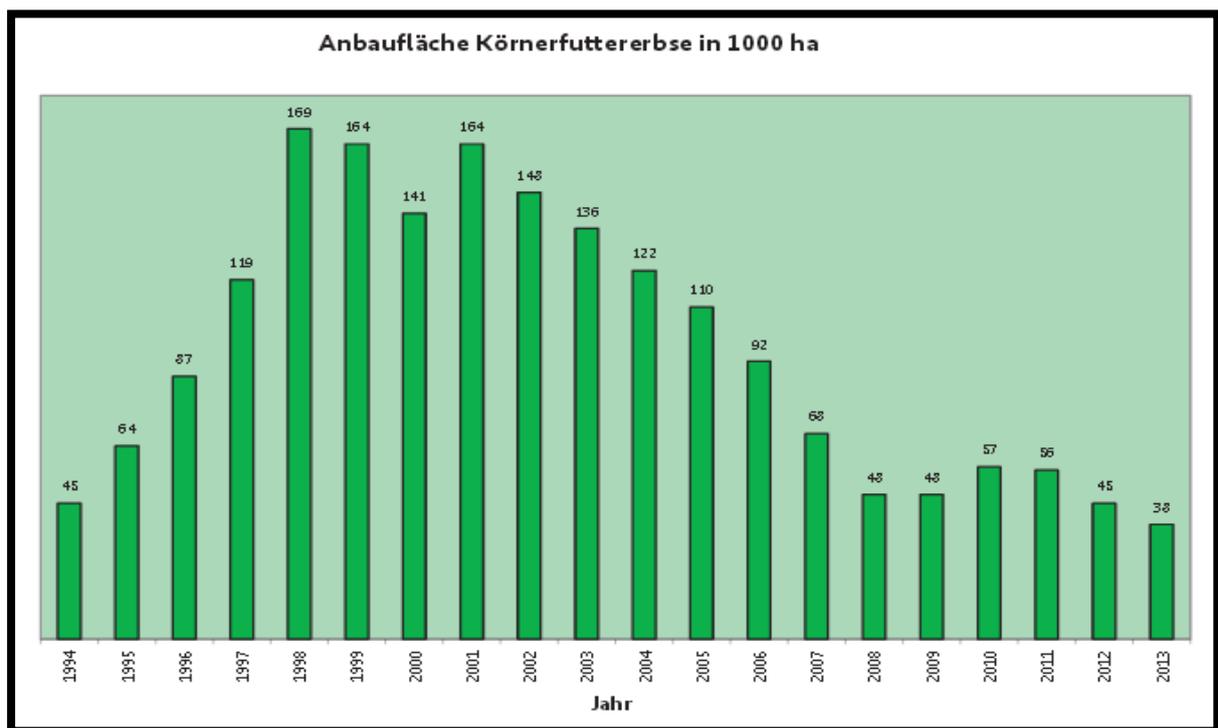


Abbildung 1: Entwicklung der Anbaufläche von Körnererbsen in der Bundesrepublik Deutschland

(Quelle: geändert nach [5])

Dieser Rückgang des Anbaus in den letzten Jahren hat in erster Linie ökonomische Ursachen. Folglich geht das Gesamtinteresse an dieser Kultur verloren. Des Weiteren geht mit einem abnehmenden Anbauumfang bzw. der geringen Nachfrage, auch der züchterische Aspekt verloren. Das heißt, die Züchtung stagniert auf dem Gebiet der Leguminose, weil die geringe Nachfrage der Landwirte an Saatgut nicht mit der finanziellen Situation in der Ent-

wicklung einer neuen Erbsensorte einhergehen kann. Dieses Problem spiegelt sich auch in der aktuellen Sortenübersicht Futtererbsen, die für den Hauptfruchtanbau in Deutschland zugelassen sind, wider.

Tabelle 1: Aktuelle Sortenübersicht der vom Bundessortenamt zugelassenen Futtererbsen im Jahr 2014

Sorte	zugelassen seit	Züchter
Albarth	2011	LIMAGRAIN GmbH
Alvesta	2008	KWS LOCHOW GmbH
Astronauta (neu)	2013	NPZ Hans-Georg Lembke KG.
Casablanca	2007	KWS LOCHOW GmbH
Gregor	2006	NPZ Hans-Georg Lembke KG.
Kleopatra	2005	Südwestdeutsche Saatzucht GmbH & Co. KG
KWS Amiata	2009	KWS LOCHOW GmbH
KWS La Mancha	2009	KWS LOCHOW GmbH
Madonna	1999	NPZ Hans-Georg Lembke KG.
Mascara	2005	KWS LOCHOW GmbH
Metaxa	1998	Saatzucht Dr. Hege GbRmbH
Navarro	2010	NPZ Hans-Georg Lembke KG
Nette	2008	W. von Borries-Eckendorf GmbH & Co. KG
Rebel	2011	W. von Borries-Eckendorf GmbH & Co. KG
Respect	2007	Intersaatzucht GmbH & Co. KG
Rocket	2004	Dr. Hans Rolf Späth
Salamanca	2009	NPZ Hans-Georg Lembke KG.
Santana	2000	KWS LOCHOW GmbH
Starter	2005	NPZ Hans-Georg Lembke KG.
Volt (neu)	2013	KWS LOCHOW GmbH

(Quelle: geändert nach [5])

Wie aus der Tabelle 1 zu entnehmen, sind im Jahr 2014 ca. 20 Futtererbsensorten vom Bundessortenamt in Hannover für den Anbau in Deutschland zugelassen. Ein Großteil dieser Sorten stammt aus den Züchterhäusern der KWS LOCHOW GmbH in Bergen bzw. der Norddeutschen Pflanzenzucht Hans-Georg Lembke KG in Holtsee. Im Vergleich zu einer anderen Kultur, wie z.B. dem Mais, ist dieses Sortenspektrum nicht im Geringsten vergleichbar.

Hierbei gilt es aber zu beachten, dass dieses Phänomen nicht für alle EU-Länder gilt. Somit hat die Erbse in Frankreich einen viel größeren Stellenwert, als in den hiesigen Breiten.

Laut IKEN & FINCK wurde in den vergangenen Jahren eine Verbesserung in den Ertragsmerkmalen und in der Qualität der Futtererbsen durch eine gezielte züchterische Bearbeitung erreicht. Der Fokus wurde insbesondere auf eine verbesserte Standfestigkeit und die Qualitätsumstellung auf tanninarme Sorten gelegt. Bei den heutigen Körnererbsensorten überwiegen Semi-leafless-Züchtungen, deren Fiederblätter zu Ranken umgebildet sind. Diese verbessern bei gut verzweigten Beständen die Standfestigkeit und erleichtern den Drusch [vgl. 6].

Im Bereich Pflanzenschutz treten die gleichen Probleme auf, wie schon zuvor in der Züchtung. Die Auswahl an effektiven Herbiziden ist sehr begrenzt. Dadurch ergeben sich einige Probleme bei der Bekämpfung von Problemunkräutern. All diese Gründe sprechen gegen einen erfolgreichen Erbsenanbau und das pflanzenbauliche Fachwissen dieser Körnerleguminose geht damit verloren. Trotzdem gibt es einige Betriebe, die mit viel Know how und jahrelangen Anbauerfahrungen mit dieser Kultur gute Erfahrungen im konventionellen Landbau gemacht haben. Zu dieser Sparte gehört auch der Betriebsleiter der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH Kurt Enke. Er baut seit ca. 20 Jahren erfolgreich Erbsen an und weiß wie ein Erbsenbestand über die Vegetationsperiode hinweg geführt werden muss, um am Ende einen betriebswirtschaftlichen Erfolg zu generieren. Die Anbaufläche der Körnererbsen in seinem Unternehmen schwankt jährlich um ca. 60 bis 120 ha.

Seit einigen Jahren laufen Untersuchungen über die Anbaueignung von Winterformen der Körnererbse. Diese winterharte Kultur könnte für das Unternehmen eine gute Alternative darstellen, da sie einige vielversprechende Vorteile mit sich bringt. Diese wären zum einen die längere Vegetationszeit und die damit verbundene bessere Ausnutzung der Winterfeuchtigkeit. Ein anderer Aspekt richtet sich auf die Thematik des Erosionsschutzes. Hierbei bietet die Wintererbse durch eine frühzeitige bzw. längere Bodenbedeckung erosionsmindernde Wirkungen.

Mit dieser Arbeit soll ein Vergleich zur Ertragsleistung der Sommerformen von Körnererbsen, den Winterformen gegenübergestellt werden. Dabei sollen unterschiedliche Aussaattechniken und Aussaatstärken miteinander verglichen werden. Im Feldversuch wurden zwei unterschiedliche Aussaatstärken mit 60 Körnern/m² bzw. 80 Körnern/m² analysiert. Zudem wurde hinsichtlich der Produktionstechnik der Blickwinkel auf zwei unterschiedliche Aussaattechniken gerichtet. Die im Betrieb übliche Drillsaat mit einer pneumatischen Drillmaschine Väderstad „Spirit“ und einer Arbeitsbreite von 9 m wurde der Einzelkornsaat mit einer 8-reihigen Einzelkornsämaschine Väderstad „Tempo“ gegenüber gestellt.

Folgende Fragestellungen sollen mit diesem Feldversuch geklärt werden:

1. Gibt es wesentliche Ertragsunterschiede zwischen den Winter- und Sommerformen der Körnererbse?
2. Kommen Ertragsunterschiede durch unterschiedliche Aussaatverfahren (Drillsaat bzw. Einzelkornsaat) bei dieser Kultur zustande?
3. Welchen Einfluss hat die Aussaatstärke (Körner/m²) auf die Ertragsleistung?
4. Stellt die Wintererbse aus ackerbaulicher Sicht eine Alternative zu den Sommerformen für das Unternehmen dar?
5. Welchen Einfluss hat das Aussaatverfahren auf die ökonomische Bewertung?

6. Welches Anbauverfahren der Körnererbse ist für den Betrieb aus anbautechnischer sowie betriebswirtschaftlicher Sichtweise das Günstigste?

Die Forschungsgrundlage zur Beantwortung dieser Fragestellungen leistet ein im Herbst 2012 angelegter Feldversuch, der zum Inventar der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH gehört.

Mit dieser Arbeit soll an die bereits veröffentlichte Bachelorarbeit mit dem Thema „Untersuchungen zur Produktionstechnik in Ackerbohnen und Erbsen im ökologischen Landbau auf einem Löß-Schwarzerdestandort“ von Knut Gaberle angeknüpft werden.

Zielstellung soll letztendlich die ökonomische und anbautechnische Betrachtungsweise von Winter- und Sommerformen der Körnererbse, unter verschiedenen produktionstechnischen Aspekten, bezogen auf dieses Unternehmen darstellen.

2 Bisherige Ergebnisse der pflanzenbaulichen und betriebswirtschaftlichen Einordnung von Sommer- und Wintererbsen

2.1 Volkswirtschaftliche Bedeutung des Erbsenanbaus

Es liegt auf der Hand, dass die Bedeutung des Anbaus von Körnererbsen in den letzten Jahren drastisch an Wert verloren hat. Mit diesem Rückgang der Anbaufläche muss sich auch die Züchtung anpassen. Damit ist gemeint, dass durch die geringe Nachfrage nach dieser Kultur auch der Züchtungsfortschritt stagniert bzw. die Entwicklung neuer Sorten kaum eine Relevanz aufweist. Anhand von Anbauzahlen kann im Bereich der Futtererbse folgende Feststellung getroffen werden. Bundesweit nahmen die Futtererbsen im Jahr 2013 mit einer Anbaufläche von rund 38.000 ha dennoch die bedeutendste Position unter den Körnerleguminosen ein. Trotz einer Ausdehnung des Anbauumfanges mit rund 164.000 ha im Jahr 2001, ist die Tendenz erneut stark rückläufig zu beobachten. Laut WEIMAR lag der Ertrag der Körnererbsen im Jahr 2013 bei 34,1 dt/ha. Trotz züchterischer Fortschritte lassen sich die Erträge in der Praxis oftmals nicht erreichen. Die Gründe liegen in der Verunkrautung der Bestände, ungünstigen Witterungseinflüssen, aber auch nicht optimalen Bodenbedingungen, die das gesamte Ertragspotenzial begrenzen [vgl.3].

Ein sich rückwärts entwickelnder Trend in Bezug auf den Körnerfuttererbsenanbau ist auch in Sachsen-Anhalt zu erkennen. In Tabelle 2 wird deutlich, dass der Anbau von Körnererbsen in Sachsen-Anhalt stets rückläufig ist, obwohl die klimatischen und standörtlichen Gegebenheiten für diese Kultur hier geradezu optimal sind. Der leicht angestiegene Anbauumfang in Sachsen-Anhalt sowie in Deutschland im Anbaujahr 2014 ist dennoch positiv zu bewerten und signalisiert offenbar eine leichte Anbauausdehnung in den kommenden Jahren. Hinsichtlich der erzielten Erträge können beachtliche Ertragsschwankungen in den einzelnen Jahren beobachtet werden. Diese belaufen sich von nur 23 bis auf 40 dt/ha im Landesdurchschnitt.

Tabelle 2: Entwicklung der Anbaufläche und Erträge von Körnerfuttererbsen in Sachsen-Anhalt und Deutschland

Körnerfuttererbse	Einheit	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Anbaufläche in Sachsen-Anhalt	T/ha	24,7	18,5	9,8	6,5	7,6	8,8	8,7	6,6	5,8	8,5
Erträge in S-A	dt/ha	32,8	32,2	23,2	34,3	38,1	32,5	26,7	27,8	39,9	k.A.
Anbaufläche in Deutschland	T/ha	110,3	92,7	68,2	48,0	48,4	57,0	56,0	45,0	38,0	42,6
Erträge in D	dt/ha	31,4	31,3	26,2	29,3	34,3	30,0	27,7	31,0	34,1	k.A.

(Quelle: geändert nach [7] + [8])

Einen erheblichen Einfluss auf die Anbaukonzentration von Körnererbsen hat nach wie vor der Markt. Somit kann gesagt werden, dass die Ernte- und Preissituation auf dem Sojaweltmarkt die Erzeugung von Hülsenfrüchten in der EU wesentlich beeinflussen [vgl.9]. Die Verwendungsmöglichkeiten von Körnerfuttererbsen beschränken sich hauptsächlich auf den Einsatz als Eiweißträger in der Tierernährung. Des Weiteren wird aufgrund des hohen Stärkegehaltes im Erbsenkorn das Erntegut zur Stärkeherstellung genutzt. Die Verarbeitung von Hülsenfrüchten in der Mischfutterindustrie lag im Wirtschaftsjahr 2010/11 bei einem sehr geringen Niveau von nur 0,3 %. Deutschlandweit wurden 60.000 t Hülsenfrüchte als Eiweißkomponente im Mischfutter verarbeitet. Darunter waren 20.000 t Erbsen und die restliche Menge teilten sich andere Hülsenfrüchte wie Ackerbohnen, Lupinen etc. Im WJ 2012/13 wurden lediglich 9.100 t Körnererbsen als Eiweißträger zu Mischfutter verarbeitet [vgl. 10]. Die Gründe liegen in der teilweise starken Einsatzbeschränkung durch die antinutritiven Inhaltsstoffe im Gegensatz zu anderen Eiweißträgern pflanzlicher Herkunft. Der Nettoimport von Körnerfuttererbsen beschränkte sich im WJ 2009/10 auf ca. 17.308 t [vgl. 11].

2.2 Gesamtwirtschaftliche Bedeutung der Erbsen

2.2.1 Aktuelle EU-Richtlinien (Greening)

Letztendlich kommt es darauf an, welche ökonomischen Vorteile bzw. Nutzen die Landwirte aus dem Anbau der Körnererbsen erlangen. Hierbei entscheidet die EU-Kommission über die Gewichtungsfaktoren für ökologische Vorrangflächen, die anschließend in die Umsetzung der EU-Direktzahlungen mit einfließen. Mitte März 2014 legte die EU-Kommission einen delegierten Rechtsakt zur Umsetzung der EU-Direktzahlungen vor. Das Kernstück dieser Rechtsakte bildete eine Umrechnungsmatrix für ökologische Vorrangflächen. Somit müssen ab dem Jahr 2015 die Betriebe fünf Prozent ihrer Ackerfläche als ökologische Vorrangflächen bereitstellen. Durch die Einführung von „Greening“ im Jahre 2015 sollen 30 % der Direktzahlungen an Umweltmaßnahmen gebunden werden. Mit der Einführung dieser Greeningprämie soll die Landwirtschaftspolitik ökologischer und nachhaltiger werden. Bei einer Nichteinhaltung drohen den Landwirten Sanktionen. Deshalb sollten sich die Betriebe ein passendes Anbauschema für 5 % ihrer Ackerfläche ab dem kommenden Jahr zusammenstellen. Nach SCHULZ und LATACZ-LOHMANN'S Einschätzung wäre der Verzicht auf die Greening-Prämie die teuerste Lösung in allen Landwirtschaftsbetrieben [vgl. 12].

Tabelle 3: Darstellung der möglichen Nutzungsvarianten auf den ÖVF mit den entsprechenden Gewichtungsfaktoren

Flächennutzungen	Gewichtungsfaktoren
-Brach liegende Felder	1,0
-Landschaftselemente	
<ul style="list-style-type: none"> • Hecken und Baumreihen • Gräben • Freistehende Bäume • Teiche 	<p>2,0</p> <p>2,0</p> <p>1,5</p> <p>1,5</p>
-Zwischenfruchtmischungen/Grasuntersaat	0,3
-Leguminosen	0,7

(Quelle: geändert nach [13])

Die Tabelle 3 zeigt die unterschiedlichen Möglichkeiten auf, um 5 % der ökologischen Vorrangflächen betriebsindividuell als Fläche zu nutzen bzw. zu deklarieren. Als sehr positiv zu bewerten, ist der für die Leguminosen vorgesehene Wichtungsfaktor von 0,7, welcher den Anbau von Leguminosen wesentlich attraktiver macht. Nebenbei sei anzumerken, dass die europäische Kommission ursprünglich einen Wichtungsfaktor von 0,3 für die Leguminosen vorgesehen hatte. Jedoch haben zahlreiche Institutionen wie z.B. die UFOP eine Anhebung auf 1,0 gefordert. Somit wurde sich letztendlich auf den Faktor 0,7 geeinigt. Ein weiterer positiver Aspekt spricht für den Anbau von Leguminosen. So soll es keine Beschränkungen bezüglich der mineralischen Düngung und des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln im Rahmen der guten fachlichen Praxis, beim Anbau von Leguminosen geben. Hierbei sollte erwähnt werden, dass es bei derartigen Beschränkungen zu einer starken Beeinträchtigung der Wirtschaftlichkeit im Produktionsverfahren der Körnererbsen gekommen wäre. Jedoch muss in den nächsten Jahren auch mit negativen Aspekten gerechnet werden. Denn laut Prognosen werden durch den eventuell steigenden Körnerleguminosenanbau die Markterlöse rasch sinken, was wiederum erneut die Attraktivität des Anbaus dämpfen wird [vgl. 13]. Laut AHRENS (2014) Einschätzung werden die Greening-Auflagen nicht zu einem steilen Anstieg der Nachfrage nach Leguminosen führen. Das heißt, infolge der Greening-Auflagen wird der Saatgutbedarf an Körnererbsen nicht erheblich steigen [vgl. 14].

Grundsätzlich sollte bemerkt werden, dass die national eingerichtete Greening-Prämie ab dem Jahr 2015 in Kraft treten soll. Das Jahr 2014 ist somit ein Übergangsjahr vor der Einführung der GAP-Reform ab dem Antragsjahr 2015. Damit erfolgt noch keine Umsetzung des Greenings im Antragsjahr 2014. Zur Erfüllung der national einheitlichen Greening-Komponente müssen drei Maßnahmen eingehalten werden. Dazu gehören die Anbaudiversifizierung (Fruchtfolge), der Erhalt des Dauergrünlandes und die ökologischen Vorrangflächen (zunächst 5 % der Ackerfläche) [vgl. 15].

2.2.2 Erosionsschutz

Heftige Diskussionen haben den Landwirten in den letzten Jahren deutlich zugesetzt. Ausgelöst bzw. verstärkt wurde dieses durch entsprechende Wetterextreme. Als Beispiel hierfür kann die Schlammlawine von Sangerhausen im Jahre 2011 genannt werden. Hierbei handelte es sich um eine sehr starke Wassererosion, infolge eines Starkregens auf einem frisch bestellten Winterrapsschlag. Dabei wurden einige Tonnen an Erdmasse in das Dorf gespült. Damit war eine Welle ausgebrochen, die auf mangelnde Fachkenntnisse des Landwirtes abgewälzt wurde. Bezogen auf eine möglichst lange Bodenbedeckung haben besonders die Sommerungen einen erheblichen Nachteil. Aus diesem Grund leisten die Wintererbsen hinsichtlich des Erosionsschutzes einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung der Böden. Denn die Aussaat erfolgt bereits im Herbst. Die Pflanzen entwickeln sich bereits vor dem Winter und führen zu einer Bedeckung des Bodens über einen längeren Zeitraum.

2.3 Anbau von Wintererbsen

Der Anbau von Wintererbsen in Frankreich geht auf eine lange Anbautradition zurück. Demzufolge lag im Jahr 2004 die Anbaufläche bei bereits 17.000 ha [vgl. 16]. Laut Abbildung 2 hat der Körnererbsenanbau in Frankreich flächenmäßig gesehen einen etwas größeren Stellenwert, als vergleichsweise in England oder Deutschland.

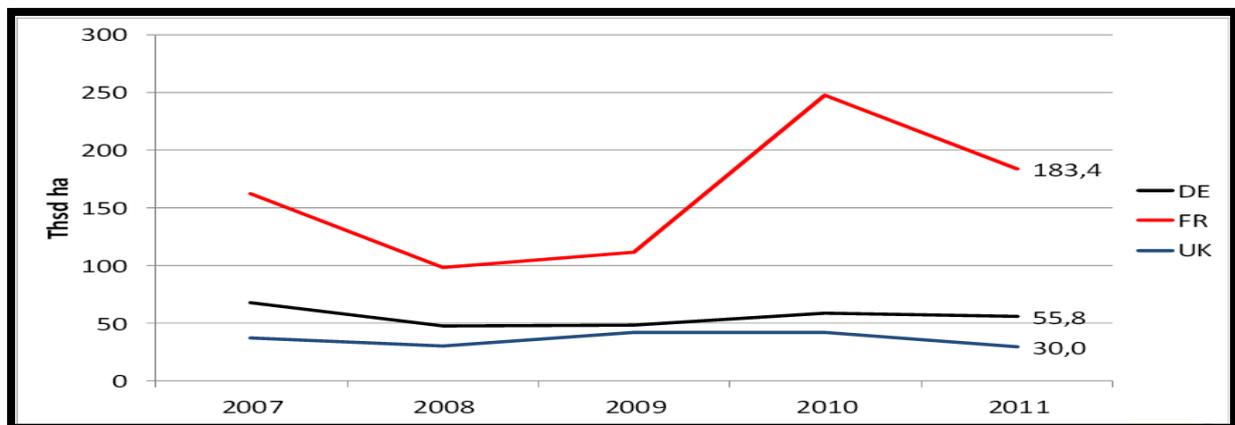


Abbildung 2: Körnererbsenanbauflächen in Deutschland, Frankreich und England 2007-2011

(Quelle: geändert nach [17])

Fruchtfolge-technisch gilt die Erbse als eine mit sich selbst unverträgliche Frucht. Aus diesem Grund sollte eine Anbaupause von mindestens 5-6 Jahren eingehalten werden [vgl. 18]. Um den aktuellen Erosionsanforderungen gerecht zu werden, bieten die Winterungen einen erheblichen Vorteil. Gerade hier zeigt die Wintererbse (*Pisum sativum* L.) ihr Potenzial. Bis heute werden Wintererbsen sowohl in Frankreich, als auch in anderen Staaten gezüchtet. Im Vergleich zu Sommererbsen werden sie dort jedoch nur im geringen Umfang angebaut. In

Deutschland dagegen, wurde in den fünfziger und sechziger Jahren die Forschung und Züchtung an diesen Pflanzen gänzlich aufgegeben. Seit Anfang der 90er Jahre werden die Wintererbsen erneut in Deutschland hauptsächlich zu Versuchszwecken und nur in einem sehr geringen, jedoch in den letzten Jahren wieder leicht steigenden Umfang in der praktischen Landwirtschaft angebaut. Zudem gab es seit den 70er Jahren keine Sorte, die vom Bundessortenamt zugelassen wurde. Als Gründe dafür können aus heutiger Sicht die teilweise unsichere Überwinterung und die Verdrängung dieser Kultur durch andere marktfähigere Kulturpflanzen genannt werden. Hinzu kommen der oftmals günstigere Import von Eiweißfuttermitteln und der steigende Einsatz mineralischer Stickstoffdüngemittel.

Aus botanischer Sichtweise handelt es sich bei Wintererbsen um winterharte Formen von Sommererbsen, auch Wechselerbsen genannt. Die hohe Gefahr der Verunkrautung und damit einhergehenden Druschproblemen sowie die hohe Ertragsstabilität bei den Sommererbsen gibt Anreize sich mit dem Thema Wintererbsen genauer zu befassen [vgl. 19]. Die nachfolgend angeführten Vorteile des Anbaus winterharter, normalblättriger Wintererbsen sollen einen Gesamteindruck zu der Anbauproblematik gegenüber den Sommererbsen verschaffen:

- Eine höhere Ertragsstabilität
- Effektive Unterdrückung von Unkräutern
- Bodenbedeckung über Winter und Erosionsschutz
- Ein höheres Ertragspotenzial als bei den Sommerformen
- Eine hohe N-Fixierungsleistung
- Nährstoffentzug über Winter bzw. geringere Auswaschungsgefahr
- Erweiterung der Kulturpflanzenvielfalt [19]
- Entzerrung von Arbeitsspitzen durch einen eventuell früheren Drusch

Zur Problematik der Standortwahl für die Wintererbsen werden in der Literatur folgende Angaben gemacht. Nach GRONLE et.al. (2014) eignet sich der Wintererbsenanbau besonders für schwere Böden, die im Frühjahr erst spät befahrbar sind, sodass eine rechtzeitige Sommererbsenaussaat schwierig erscheint. Außerdem kommen für den Anbau Böden in Frage, die leicht austrocknen und bei denen die Winterfeuchte ausgenutzt werden sollte. Jedoch sollte auf kahlfrosthgefährdeten Standorten ab ca. -13 °C der Sommererbsenanbau vorgezogen werden [vgl. 20]. Mögliche Standortbedingungen und ihre Eignung für Sommer- oder Wintererbsen gehen aus der Tabelle 4 hervor.

Tabelle 4: Mögliche Standortbedingungen und ihre Eignung für Sommer- oder Wintererbsen

Standort	Sommererbse	Wintererbse
Stark frostgefährdete Lagen	×	
Geringe Schneewahrscheinlichkeit	×	
Mild mit geringer Frostgefahr		×
Windgeschützt mit hoher Schneewahrscheinlichkeit		×
Schwere, im Frühjahr langsam abtrocknende Böden		×
Leichte, zur Austrocknung neigende Böden		×
Frühjahrstrockenheit (April bis Mitte Mai)	×	
Frühjahrstrockenheit (Juni)		×

(Quelle: geändert nach [20])

Es gibt bei den Wintererbsen Unterschiede hinsichtlich des Wuchstyps und der daraus abgeleiteten Nutzungsrichtung. Demnach überwintern normalblättrige, langwüchsige Wintererbsen (s. Abbildung 3 links) sicherer und haben ein besseres Unkrautunterdrückungspotenzial als die halbblattlosen Wintererbsen (s. Abbildung 3 rechts).



Abbildung 3: Normalblättrige, buntblühende Wintererbse EFB 33 (links) und halbblattlose weißblühende Wintererbse (rechts)

(Quelle: geändert nach [20])

Außerdem haben diese Sorten im Vergleich zu den halbblattlosen Winter- und Sommererbsen eine höhere N-Fixierungsleistung und eine bessere Vorfruchtwirkung. Deren Anbau beschränkt sich häufig auf den Gemengeanbau, als Ganzpflanzennutzung oder ggf. als Korndrusch. Jedoch ergeben sich auch Nachteile bei diesen buntblühenden Wintererbsen, welche sich durch eine hohe Lagerneigung und einem erhöhten Gehalt an antinutritiven Substanzen (Tannine) im Korn bemerkbar machen. Weißblühende, halbblattlose Wintererbsen wie z.B. James eignen sich hingegen für den Anbau in Reinsaat als Körnernutzung, aufgrund ihrer Kurzwüchsigkeit und der damit einhergehenden verbesserten Standfestigkeit [vgl. 20].

2.4 Bisherige Ergebnisse der Landessortenversuche

Im Erntejahr 2013 betrug die Anbaufläche der Körnerfuttererbsen 5.800 ha in Sachsen-Anhalt. Dies ist eine Reduzierung um 820 ha im Vergleich zum Vorjahr. Entscheidend für den Anbauerfolg ist unter anderem die richtige Sortenwahl, welche angepasst auf den entsprechenden Standort erfolgen sollte. Außerdem sollten die Ertragshöhe, eine ausreichende Standfestigkeit und eine gute Beerntbarkeit im Vordergrund der Sortenwahl stehen. Des Weiteren ist für tierhaltende Betriebe, welche die Körnererbsen innerbetrieblich verwerten, der XP-Gehalt ein wichtiges Kriterium. Dabei betragen die Sortenunterschiede in diesem Merkmal bis zu 3 %. Laut THOMASCHEWSKI (2014) erreichten die Kornerträge bei den Körnererbsen 2013 auf den Löß- und V-Standorten ein mittleres und auf den D-Standorten ein unterdurchschnittliches Niveau [vgl. 21]. Die nachfolgende Tabelle 5 zeigt die Empfehlungssorten 2014 für die einzelnen Standorte.

Tabelle 5: Empfehlungssorten Körnerfuttererbsen 2014

D-Standorte	Löß-Standorte	V-Standorte
Alvesta	Alvesta	Alvesta
Navarro	Casablanca	Casablanca
Rocket	Navarro	Navarro
	Respect	Respect
	Rocket	

(Quelle: geändert nach [21])

Im Feldversuch wurde die Sommerkörnererbse **Rocket** der winterharten Körnererbse **James** gegenübergestellt. Nachfolgend werden diese zwei Sorten anhand von standortspezifischen Merkmalen näher erläutert

„**Rocket** zeigt vor allem auf V-Standorten stärker schwankende Erträge, insgesamt aber noch auf mittlerem Niveau. Sie besitzt den geringsten Rohproteingehalt, ist kleinkörnig und bei mittlerer Standfestigkeit und Strohstabilität etwas länger im Wuchs. Sie zeigt eine mittlere bis etwas geringere Krankheitsanfälligkeit“ [21].

„**James** überzeugt durch ein hohes Ertragspotenzial und eine hohe Ertragsstabilität. Weitere Vorteile sind hohe Rohproteinerträge und -gehalte sowie eine gute Standfestigkeit.

„James ist eine weißblühende halbblattlose Wintererbsensorte, die hervorragend für die innerbetriebliche Verfütterung oder als Co-Ferment zur Energiegewinnung in einer Biogasanlage geeignet ist. Die frühe Reife liegt in demselben Zeitraum wie die der Wintergerste und somit ist James weniger durch Sommertrockenheit und Schädlinge wie Blattläuse und Erbsenwickler betroffen“ [22].

Die Samenerträge der Landessortenversuche Sommerkörnererbsen in Sachsen-Anhalt sind in Abbildung 4 dargestellt.

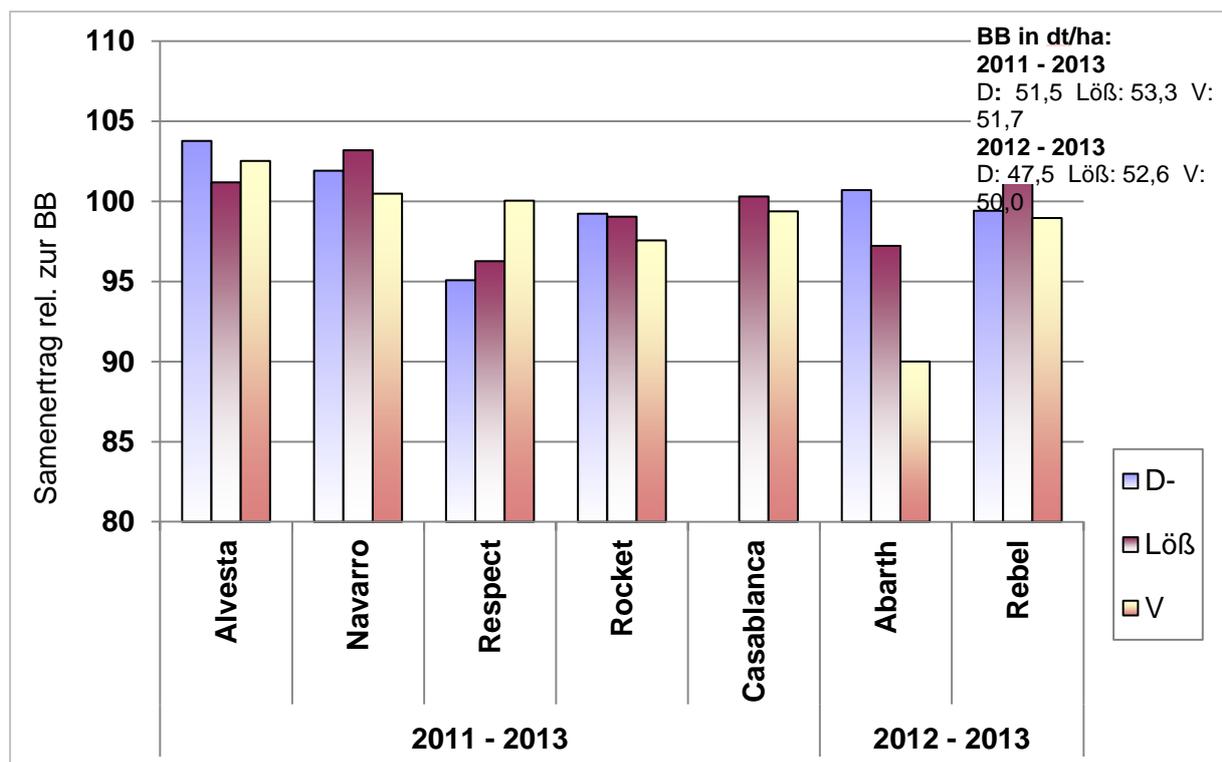


Abbildung 4: Ergebnisse der Landessortenversuche Sachsen-Anhalt Körnerfuttererbsen 2011-2013

(Quelle: geändert nach [23])

3 Beschreibung des Standortes der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH

Der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH befindet sich im südlichen Sachsen-Anhalt zwischen den Städten Naumburg und Weißenfels. Geografisch gesehen, liegt das Unternehmen in einer Randlage der Leipziger Tieflandsbucht. Die Höhenlage beträgt 100-260 m über NN. Es handelt sich hierbei um einen modernen Marktfruchtbaubetrieb, welcher sich im Jahre 2000 in die Rechtsform einer GmbH umgegründet hat. Bei dieser Umstellung mussten einige finanzielle Risiken mit kalkuliert werden. Zum Unternehmen gehören derzeit drei Gesellschafter und das Stammkapital ist mit 135.000 € besetzt. Im Unternehmen werden derzeit 12 Gesamtarbeitskräfte beschäftigt. Diese gliedern sich in folgende Beschäftigungsverhältnisse auf. 1 Geschäftsführer, 2 Bürokräfte, 7 Mitarbeiter und zwei Auszubildende. Je nach Bedarf wird besonders im Erntezeitraum eine zusätzliche Saisonkraft eingestellt. Ein besonderes Augenmerk wird auf die Ausbildung im Unternehmen gesetzt. Folglich wurden im Unternehmen schon zahlreiche Fachkräfte in den Ausbildungsberufen Landwirt/in, Fachkraft für Agrarservice sowie Land- und Baumaschinenmechaniker ausgebildet. Diese sind entweder derzeit im Betrieb als feste Mitarbeiter angestellt oder haben nach der Ausbildung ein einschlägiges Studium begonnen bzw. sich an einer Fachschule weitergebildet. Der Betrieb bewirtschaftete im Jahr 2013 eine landwirtschaftliche Nutzfläche von rund 2.200 ha. Auf dieser Fläche wurden im Erntejahr 2013, wie in Abbildung 5 dargestellt, folgende Marktfrüchte angebaut.

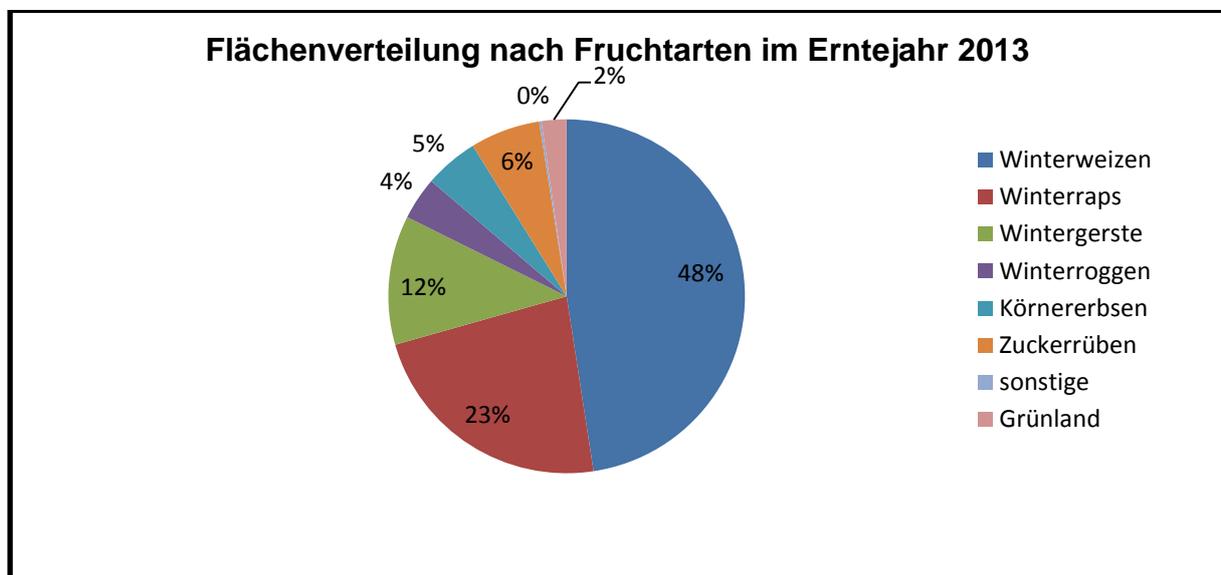


Abbildung 5: Flächenverteilung nach Fruchtarten in der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH zur Ernte 2013

(Quelle: [24])

Aus der Abbildung 5 ist deutlich zu erkennen, dass die Kulturen Winterweizen und Winterraps über 70 % der Anbaufläche ausmachen. Das liegt an der hohen Wirtschaftlichkeit bei diesen Kulturen. Der Winterroggen dient als abtragende Getreidekultur in der Fruchtfolge

und ist eine mögliche Vorfrucht für die Zuckerrüben. Besonders im Erntejahr 2013 nahmen die Körnererbsen einen relativ hohen Prozentsatz mit 5 % im Anbauumfang ein. Der Anbau dieser Art großkörniger Leguminose, hat in dem Unternehmen eine sehr lange Tradition. Demzufolge konnte auch die Produktionstechnik im Laufe der Jahre verbessert werden. Die gesamten Ernterückstände verbleiben auf den Feldern und sind eine sichere Humusnachlieferungsquelle für die Böden. Auf eine organische Düngung wird gänzlich verzichtet.

3.1 Bodenqualitäten

Das Unternehmen wirtschaftet auf Böden mit sehr guten Bodenqualitäten. Das heißt der überwiegende Teil der Flächen weist einen Bodentyp der Braunschwarzerde auf. Das Ausgangsmaterial ist hierbei der Löß. Eine Besonderheit stellt die Bewirtschaftung von ca. 200 ha Ackerland dar, welches im Risikobereich bzw. im Überschwemmungsgebiet direkt an der Saale liegt. Auf diesen Flächen musste im Erntejahr 2012/13 ein Totalausfall der Weizenbestände verzeichnet werden, welcher durch das Hochwasser im Mai verursacht wurde. Dies führte zu erheblichen finanziellen Verlusten für das Unternehmen. Der Betrieb bewirtschaftet Ackerflächen mit 48 - 90 Bodenpunkten. Die durchschnittliche Bodenwertzahl liegt bei einem Wert von 76,5 Bodenpunkten [24]. Das Versuchsfeld ist mit 84 Bodenpunkten eingestuft und hat eine Ackerzahl von 86. Zur Visualisierung des vorhandenen Bodentyps wurde bereits im November 2011 auf einem Schlag unweit des Versuchsfeldes ein Bodenprofil erstellt (siehe Abbildung 6).



Abbildung 6: Erstelltes Bodenprofil im November 2011 auf dem Schlag "Fuchslöcher"

(Quelle: Eigene Aufnahme)

Es handelt sich dabei um den Bodentyp einer Braunschwarzerde. Das Ausgangsmaterial bildet bei diesem Bodentyp eine tiefgehende Lössschicht. Dieses Bodenprofil wurde auf einem abgeernteten Zuckerrübenschlach, nach erfolgter tiefgründiger Lockerung mit einem Flügelschlaggrubber angefertigt.

Deutlich zu sehen sind in diesem Bereich, tiefgehende, mit humosem Bodenmaterial verfüllte Wurmgänge. Verlagertes Ah-Horizontmaterial in dieser Bodentiefe sind Anzeichen für eine ausgeprägte Bioturbation (Durchmischung, infolge von Bodenorganismen). Außerdem konnten viele Haarwurzeln erkannt werden, die sich zum Teil durch die von den Bodenlebewesen gewühlten Krotowinen schlängelten. Bedingt durch die Vorfrucht konnte eine sehr lange Hauptwurzel einer bereits geernteten Zuckerrübe erkannt werden, die sich bis zu einer Tiefe von 1 m erstreckte [vgl. 25].

Die vorherrschenden klimatischen Bedingungen entsprechen den typischen Erscheinungen der gemäßigten Klimazone Mitteleuropas. Der Standort ist durch eine ausgeprägte Vorsommertrockenheit gekennzeichnet und befindet sich in einer Randlage des mitteldeutschen Trockengebietes. Im langjährigen Mittel konnten Niederschlagsmengen von 480 mm im Jahr verzeichnet werden. Beobachtet man den Trend der letzten Jahre, dann zeigt sich eine allgemeine Temperaturzunahme um 0,5 bis 1,5 °C. Insbesondere in den Wintermonaten kann eine flächendeckende Zunahme von 1,1 °C bis 1,8 °C erkannt werden. Nach Einschätzung des Umweltbundesamtes und des Deutschen Wetterdienstes sind extreme Wetterereignisse wie Hagel, Starkregen und Hitzewellen in den vergangenen Jahren zahlreicher geworden. Das Auftreten solcher Wetterereignisse könnte sich demnach in den nächsten Jahren häufen [vgl. 26]. Die bereits erwähnte Klimaerwärmung gibt somit auch Anreize für die Etablierung von neuen Kulturen. Ins Gespräch kommen insbesondere Kulturen, die unter den vorherrschenden klimatischen Bedingungen gedeihen und auch die Vorsommertrockenheit gut überstehen können. Die Rede ist hauptsächlich von der Sojabohne und der Körnerhirse. Die Flächenbewirtschaftung erfolgt nach klaren Prinzipien und nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis. Zu diesen Prinzipien gehören eine bodenschonende Bewirtschaftungsweise, eine entsprechende Fruchtfolgegestaltung der einzelnen Kulturen und das dafür benötigte Management in der Betriebsplanung bzw. -leitung. Alle drei genannten Prinzipien müssen im Einklang zueinander gebracht werden, um die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens langfristig zu sichern. Bezogen auf die Bodenbearbeitung werden ca. 90% der Flächen pfluglos bewirtschaftet. Dabei wird stets auf einen niedrigen Reifeninnendruck der Ackerschlepper geachtet, damit unnötige Bodenverdichtungen vermieden werden. Außerdem sind alle Ackerschlepper mit breiten Reifen bestückt zur zusätzlichen Minimierung jeglicher Verdichtungen. Sollten sich einige Flächen bedingt durch die Vorfrüchte (späte Zuckerrübenernte, Stoppelweizenanbau) in einem für die Aussaat ungünstigen Zustand befinden, dann wird auf den Pflugeinsatz zurückgegriffen.

Das Unternehmen besitzt auf insgesamt drei Standorten verteilt eigene Lagerhallen mit einer Lagerkapazität von insgesamt 13.800 t. Davon sind etwa 10.900 t mit einer Kaltbelüftung ausgestattet. Eine Lagerhaltung der Getreide- und Ölfrüchte sind für das Unternehmen essentiell, weil es besonders in den Zeiten volatiler Preisschwankungen am Getreidemarkt eine Option zur Risikodiversifikation darstellt. Hauptaugenmerk ist das Getreidelager in Prittitz, welches im Jahre 1996 erbaut wurde. Dort befindet sich eine Annahmeschüttgasse mit einer Leistung von 40 bis 60 t/h. Außerdem besteht die Möglichkeit die gedroschenen Getreide- und Ölfrüchte zu reinigen und zu trocknen. Hierfür stehen eine Reinigungsanlage mit einer Leistung von 30 t/h und eine Trocknungsanlage mit einer Leistung von 8 t/h zur Verfügung. Dies ermöglicht dem Unternehmen bei ungünstigen Wetterkapriolen zu reagieren und das Getreide dementsprechend zu trocknen. Mithilfe der Reinigungsanlage wird der geerntete Winterraps fast komplett vor der Einlagerung gereinigt. Aber auch zur Saatgutaufbereitung beim Getreide wird die Reinigungsanlage verwendet.

Zur Beurteilung der Lage des Unternehmens wird auf die innere bzw. äußere Verkehrslage verwiesen. Der Abtransport der Ernteerzeugnisse von den Flächen zu den Lagerstätten ist relativ günstig gestaltet, da die Lagerstätten bezogen auf die Gesamtbetriebsflächen gut verteilt sind. Dies vermeidet lange Transportwege und -kosten. Sollte sich dennoch die Abfuhrlogistik als schwierig erweisen, dann wird auch auf Lastkraftwagen eines benachbarten Transportunternehmens zurückgegriffen. Dieses Transportunternehmen wird ebenfalls eingeschaltet, um die Marktfrüchte zu den entsprechenden Getreidemühlen zu transportieren. Des Weiteren übernimmt es den Transport der Zuckerrüben zur nahe liegenden Zuckerfabrik in Zeitz. Die Verkehrsanbindung zur Autobahn A9 befindet sich nur 3 km vom Betriebsgelände in Gröbitz entfernt. Auch die Entfernung zur Zuckerfabrik in Zeitz beträgt nur ca. 20 km. Das Unternehmen investiert schon seit Jahren in modernste Landtechnik und bietet somit auch für die Ausbildung technisch hochentwickelte, innovative Landmaschinen (vgl. Tabelle 6). Mit diesem Konzept werden grundsätzlich mehrere positive Effekte erzielt. Zum einen werden dadurch die Mitarbeiter bei ihrer täglichen Arbeit mit den Maschinen entlastet und zusätzlich steigt die Arbeitsproduktivität bzw. die Flächenleistung je Hektar. Der Betrieb verfügt über eine eigene RTK-Station auf dem Betriebsgelände in Gröbitz. Damit ist eine spurgenaue Arbeitsweise mit einer Genauigkeit von +/-1-2 cm bei sämtlichen Bodenbearbeitungsgängen, sowie bei der Aussaat möglich. Für das Anlegen des Feldversuches, besonders der Einzelkornsaatparzellen, war das spurgetreue Fahren mittels RTK-Korrektursignal eine Bedingung, da ansonsten die Reihenabstände von 37,5 cm nicht exakt eingehalten werden konnten.

Tabelle 6: Maschinenausstattung der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH im Jahr 2013

Maschinenart	Maschinen	Leistung/Arbeitsbreite
Schlepper	1 Fendt VARIO 820 TMS	200 PS
	1 Fendt VARIO 927 TMS	265 PS
	1 John Deere 8320R	345 PS
	1 John Deere 8345R	370 PS
	1 John Deere 8360R	396 PS
Düngung	2 Rauch AXIS H 50.1 EMC W	36 m
Pflanzenschutz	1 Dammann DTP 4636	260 PS/36 m (4500 l Tank)
	1 Dammann Profi Claas 6000	36 m (6000 l Tankvolumen)
Ernte	2 Claas Lexion 580TT	450 PS/9,00 m
	1 Claas Lexion 760TT	480 PS/9,00 m
	1 Holmer Terra Dos KRP6	460 PS/6-reihig
Aussaat	1 Väderstad Spirit 900S	Aussaatkombination 9 m
	1 Väderstad Rapid	Aussaatkombination 3 m
	1 Rau Unicorn Syncro Einzelkornsämaschine	18-reihig(Rüben/Raps)
Bodenbearbeitung	1 Lemken Gigant 800 Smaragd	8 m
	1 Lemken Koralle	8 m
	2 Lemken Rubin	6 m
	1 Lemken Kompaktor	6 m
	2 Köckerling Vector	6,20 m
	1 Väderstad Cultus	6 m
	1 Lemken Vari Diamant	7-Schar Vollandpflug
	1 Hatzenbichler Tiefenlockerer	3-Schar
Transport/Umschlag	2 Krampe Muldenkipper	22 t
	2 Lomma Dreiseitenkipper	13 t
	1 Conow Dreiseitenkipper	15 t
	1 Hawe Überladewagen	18 t
	1 Annaburger Wasserfass	18 m ³
	1 JCB Teleskoplader	130 PS
	1 Weidemann 3112	55 PS
Pflege	1 Spearhead Auslegermulcher	1,2 m
	1 Dücker Seitenmulcher	1,8 m
	1 Dücker Heckmulcher	2,5 m
	2 Väderstad Ackerwalzen	12 m

(Quelle: [24])

Das Jahr 2013 stellte witterungsbedingt eine Besonderheit dar. Die durchschnittliche Niederschlagsmenge lag in dem Jahr bei 450 mm. Dabei ist zu erwähnen, dass bereits im Monat Mai allein 176 mm Niederschlag je m² fielen (vgl. Abbildung 7). Diese erhöhte Niederschlagsmenge führte folglich zu einer Überschwemmung einiger Betriebsflächen entlang der Saale. Die durchschnittliche Temperatur lag bei ca. 9,7 °C. In der nachfolgenden Abbildung 7 ist der durchschnittliche Temperatur- und Niederschlagsverlauf je Monat für den Zeitraum August 2012 bis August 2013 grafisch dargestellt. Die Wetterdaten stammen von der nahe liegenden Wetterstation in Osterfeld. Ein deutlicher Temperaturanstieg ist mit Beginn der Vegetation im Monat April ersichtlich. Der Winter 2012/13 war im Vergleich zu anderen Jahren geprägt durch lange Schneephasen und erstreckte sich von Anfang Dezember bis Anfang April des Folgejahres. Besonders nennenswert war ein unerwarteter frühzeitiger Schneefall am 27.10.2012 zum Zeitpunkt des Auflaufens der Wintererbsen.

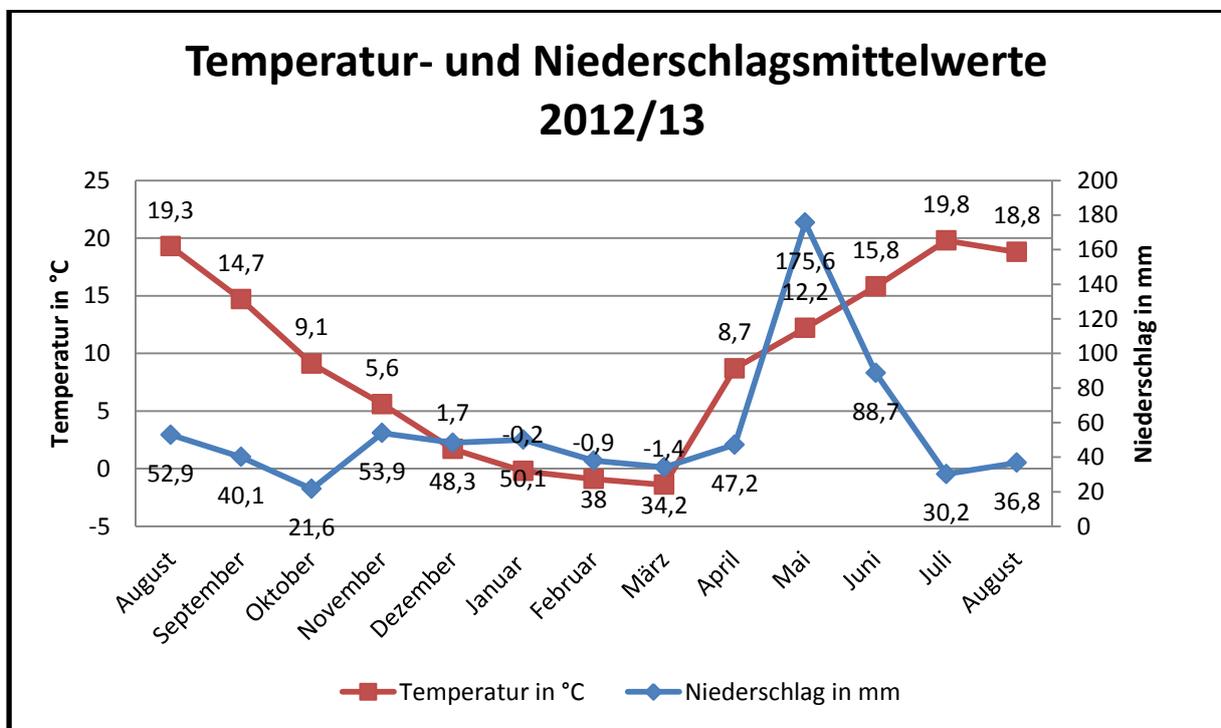


Abbildung 7: Temperatur- und Niederschlagsmittelwerte am Standort Osterfeld im Zeitraum August 2012 bis August 2013

(Quelle [27])

4 Material und Methodik

In diesem Kapitel soll der Aufbau des Versuches erläutert werden. Darüber hinaus werden die einzelnen Untersuchungen an den Einzelpflanzen tabellarisch dargestellt und Anmerkungen zur ökonomischen und statistischen Auswertung gemacht.

4.1 Versuchsaufbau und -durchführung

Um die bereits in der Einleitung genannten Fragestellungen zu klären, wurde ein großer Feldversuch auf dem Schlag 21-2 „Pappelkurve“ angelegt. Es handelt sich hierbei um einen Schlag mit einer Größe von 30 ha.

Die nachfolgende Tabelle 7 dient der Schlaghistorie und zeigt die einzelnen Vorfrüchte einschließlich der Sorten und den entsprechenden Erträgen.

Tabelle 7: Schlaghistorie des Schlages 21-2 "Pappelkurve"

Erntejahr	Anbaufrucht	Sorte	Erntemenge in dt/ha
2000	Winterweizen	Aron99	92,12
2001	Winterweizen	Aron00	79,63
2002	Wintergerste	Duett	70,00
2003	Zuckerrüben	Tempo	600,00
2004	Winterweizen	Aron/Latitude	85,57
2005	Winterraps	Trabant	47,03
2006	Winterweizen	Tataros	76,22
2007	Winterweizen	Aron	67,38
2008	Winterroggen	Visello	90,58
2009	Zuckerrüben	William	855,00
2010	Winterweizen	Brillant	85,90
2011	Winterraps	Dimension	50,89
2012	Winterweizen	Meister	87,82

(Quelle: [24])

Nach der Weizenernte erfolgte am 27.07.2012 der erste flache Stoppelbearbeitungsgang mit dem Scheibengrubber Lemken „Rubin“. Dieser Arbeitsgang erfolgte nur flach auf ca. 5-10 cm Tiefe, um die Kapillarität zu unterbinden und das Auflaufen von Unkrautsamen bzw. Ausfallgetreide zu fördern. Nach ungefähr zwei Wochen wurde mit dem Flügelschargrubber Lemken „Smaragd“ die erste tiefgehende Bodenbearbeitung, mit einer Arbeitstiefe von ca. 15-20 cm durchgeführt. In dem Erntejahr 2011/12 gab es hinsichtlich der Schädnerpopulation

schwerwiegende Probleme. Es musste mit einem massiven Auftreten von Feldmäusen umgegangen werden. Durch die Mäuse gab es bereits erhebliche Ertragsausfälle bei den Getreidekulturen. Jedoch brach die Population auch nach der Ernte nicht zusammen. Demnach wurde versucht durch mehrmalige tiefe Bodenbearbeitung die Schadnager zu bekämpfen. Haupteinzugsgebiet waren hauptsächlich die Feldraine und Gräben an den angrenzenden Flächen. Besonders die Winterungen waren extrem gefährdet und bereiteten große Sorgen. Um eine starke Einwanderung der Feldmäuse zu verhindern, wurde der Feldrain des Schlag es behandelt und mit der Legeflinte, Giftweizen in die aktiven Mäuselöcher appliziert. Der dritte Bodenbearbeitungsgang wurde am 07.09.2012 mit dem „Cultus“ von Väderstad auf ca. 25 cm Tiefe durchgeführt. Zur Ermittlung der Nährstoffbilanz auf dem Schlag und zur Berechnung der erforderlichen Düngermenge im Frühjahr, wurde am 11.09.2012 eine repräsentative Bodenprobe entnommen. Dabei wurde der 30 ha Schlag in drei Bereiche eingeteilt, um die Versuchspartellen besser zu beurteilen. Die Bodenprobenentnahme erfolgte vor dem Anlegen des Feldversuches am 14.09.2012. Die Bodenuntersuchungsergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Bodenuntersuchungsergebnisse (0-25 cm Beprobungstiefe) des Schlages "Pappelkurve" vor der Anlage des Versuches nach der CAL-Methode

Probe-Nr.	1 Hecke	2 Mitte	3 Rödgener Straße
pH-Wert	6,2	6,4	6,9
P-CAL in mg/100g	3,7(B)	5,5(C)	5,8(C)
K-CAL in mg/100g	19(D)	18(D)	16(C)
Mg in mg/100g	12,9(D)	13,7(D)	11,7(D)
Ct in %	1,37	1,36	1,38
CaCO ₃ in %	0,17	0,29	0,77
C org. in %	1,35	1,33	1,29
N total in %	0,14	0,13	0,13
C : N Verhältnis	10	10	10
Humus	2,3	2,3	2,2

Die letzte Bodenbearbeitungsmaßnahme vor der Aussaat der Wintererbsen sollte sehr tiefgründig erfolgen, um eventuelle Bodenverdichtungen zu brechen und den Boden tief zu lockern. Dies ist sehr wichtig, weil die Erbse auf vorhandene Verdichtungen im Boden sehr empfindlich reagiert. Um dies zu garantieren, kam der 4-balkige Universalgrubber „Vector“ von Köckerling zum Einsatz mit einer Arbeitsbreite von 6,20 m.

4.1.1 Aussaat der Wintererbsen

Der geplante Aussaattermin der Wintererbsen war für den 05.10.2012 vorgesehen. Es ist wichtig, dass alle vier Varianten am gleichen Tag gedrillt werden, um einheitliche Bedingungen zu gewährleisten. Jedoch gab es bei der Anlieferung der Einzelkornsämaschine einige Probleme, sodass die Maschine erst am 06.10.2012 per Lastkraftwagen in Gröbitz angeliefert wurde. Dadurch musste der Aussaattermin auf den 09.10.2012 verlegt werden. Die Bodenverhältnisse waren an diesem Tag optimal, sodass keine gravierenden Schadverdichtungen zu erwarten waren. Zu Beginn wurden die zwei Drillsaatvarianten mit 60 bzw. 80 Körnern pro m² mit dem Schlepper John Deere 8345R und der pneumatischen Drillmaschine Väderstad „Spirit“ (9 m) angelegt. Die Aussaattiefe wurde bei allen vier Varianten einheitlich auf 7 cm festgelegt. Die etwas tiefere Ablage soll dem Saatkorn im Winter einen zusätzlichen Schutz bieten und somit das Auswinterungsrisiko der Pflanzen vermindern. Unmittelbar danach wurden die zwei Einzelkornsämaschinenvarianten mit ebenfalls 60 bzw. 80 Körnern pro m² angelegt. Dies erfolgte mit dem Fendt 820 Vario und der Einzelkornsämaschine Väderstad „Tempo“ (8-reihig). Diese Maschine hat eine feste Reihenweite von 75 cm. Die Besonderheit bei diesem Versuch lag darin, mittels satellitengestützter, spurgetreuer Fahrweise und zweimaliger Überfahrt auf einen Reihenabstand von 37,5 cm die Erbsen zu legen. Ein Reihenabstand von 75 cm erwies sich als unpraktisch und zu weit, um auf die gewünschte Pflanzenanzahl zu kommen. Für dieses Anlegen der Versuchspartellen musste auf modernste GPS-Technik zurückgegriffen werden. Das heißt, ein zweimaliges Überfahren konnte nur mittels RTK-Korrektursignal spurgetreu, mit einer Genauigkeit von 1-2 cm erfolgen. Der Agrarbetrieb verfügt über dieses Signal, sodass diese Versuchsanlage problemlos angelegt werden konnte.



Abbildung 8: Wintererbseausaat mit der Einzelkornsämaschine Väderstad "Tempo" (8-reihig)

(Quelle: Eigene Aufnahme)

Im Unternehmen wurden zuvor noch keine Wintererbsen angebaut, demzufolge musste zertifiziertes Saatgut zugekauft werden. Dieses Saatgut wurde in 25 kg Säcken angeliefert und konnte eine Keimfähigkeit von 88 % und ein Tausendkorngewicht von 170 g aufweisen. Die Aussaatmenge in kg/ha für die einzelnen Varianten wurde nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Aussaatmenge (kg/ha)} = \frac{\text{Saatstärke (Körner/m}^2\text{)} \times \text{Tausendkorngewicht (g)}}{\text{Keimfähigkeit (\%)}}$$

Demzufolge ergab sich bei den Drillsaat- und Einzelkornsaatvarianten mit der Saatstärke 60 Körner/m² eine Aussaatmenge von 116 kg/ha. Die 80 Körner-Varianten wurden mit 155 kg/ha jeweils bei der Drillsaat, als auch bei der EKS verwendet. Das heißt, es wurde hinsichtlich des Aussaatverfahrens (Drillsaat bzw. EKS) eine einheitliche Aussaatmenge gewählt.

In Abbildung 9 ist der detaillierte Versuchsaufbau der Wintererbsen hinsichtlich Anordnung und Größe der einzelnen Parzellen dargestellt. Zu bemerken wäre, dass die einzelnen Parzellen unterschiedliche Flächengrößen aufweisen.

 Drillrichtung	WINTERERBSEN Einzelkornsaat mit „Väderstad Tempo“ (8-reihig) 80 Körner/m² <u>Fläche: 1,21 ha</u>	WINTERERBSEN Einzelkornsaat mit „Väderstad Tempo“ (8-reihig) 60 Körner/m² <u>Fläche: 1,2 ha</u>	WINTERERBSEN Drillsaat mit „Väderstad Spirit“ (9 m) 80 Körner/m² <u>Fläche: 2,28 ha</u>	WINTERERBSEN Drillsaat mit „Väderstad Spirit“ (9 m) 60 Körner/m² <u>Fläche: 3,7 ha</u>
--	--	---	---	--

Abbildung 9: Darstellung des Versuchsaufbaues bei den Wintererbsen im Oktober 2012

4.1.2 Phytopathologische Problemstellungen beim Anbau von Wintererbsen

Um stabile Erträge und einwandfreie Qualitäten des Ernteguts zu garantieren, muss die Pflanze während ihrer Vegetation frei von Krankheiten und Schädlingen sein. Da die Wintererbse für den Agrarbetrieb Gröbitz eine neue Kultur darstellt, musste auch hinsichtlich des Auftretens von Krankheiten und Schädlingen mit einigen Pflanzenschutzberatern gesprochen werden. Die Herbizidmaßnahme erfolgte ca. zwei Tage nach der Aussaat im Voraufbau der Wintererbsen am 11.10.2012. Hierbei wurde eine Tankmischung aus Bandur mit dem Wirkstoff Aclonifen (4 l/ha) und Centium 36 CS mit dem Wirkstoff Clomazone (0,2 l/ha) mit einer Wasseraufwandmenge von 150 l/ha appliziert. Während der Vegetationsperiode der Wintererbsen war auffällig, dass bereits zu Vegetationsbeginn im Frühjahr an einigen Pflanzen Pilzkrankheiten zu sehen waren (siehe Abbildung 10). Es handelte sich hierbei besonders um den **Falschen Mehltau (Peronospora pisi)**. Diese Blattkrankheit tritt bevorzugt bei kühlen und feuchten Wachstumsbedingungen während der gesamten Vegetationszeit auf [vgl. 28]. Deutlichstes Erkennungsmerkmal für diese Pilzkrankheit ist ein weiß-grauer Pilzrasen (Konidienträger mit Konidien). Es konnte beobachtet werden, dass die infizierten Pflanzen in ihrer Entwicklung zurückgeblieben sind und letztendlich verkümmerten. Zur Vermeidung einer frühzeitigen Epidemie erfolgte am 04.05.2013 eine Fungizidapplikation. Zur Anwendung kamen zum einen das Fungizid Ortiva (0,4 l/ha) und Folicur (0,4 l/ha).



Abbildung 10: Symptome des Falschen Mehltaues auf der Blattunterseite und an den Ranken einer Wintererbsenpflanze am 19.05.2013

(Quelle: Eigene Aufnahme)

Bei den Sommerungen bereitete der **Gestreifte Blattrandkäfer (*Sitona lineatus*)** bereits im frühen Entwicklungsstadium (EC 13) der Pflanzen einige Probleme. Es konnte ein flächendeckender Befall an den Erbsenjungpflanzen beobachtet werden. Die Symptome konnten wie auch in Abbildung 11 zu sehen an dem Buchtenfraß-Schadbild identifiziert werden. Eine Bekämpfung des Käfers erfolgte jedoch nicht.



Abbildung 11: Typischer Buchtenfraß eines Blattrandkäfers an einer Sommererbse am 11.05.2013

(Quelle: Eigene Aufnahme)

4.1.3 Aussaat der Sommererbsen

Durch den lang anhaltenden Winter konnte die Sommererbsenaussaat im Frühjahr 2013 erst sehr spät am 16.04.2013 erfolgen. Die Bodenbedingungen waren jedoch infolge der hohen Niederschlagsmengen über die Wintermonate sehr ungünstig für die Aussaat der Sommererbsen. Aus diesem Grund musste vor der Aussaat eine flache Bodenbearbeitung mit der Kurzscheibenegge Lemken „Rubin“(6 m) erfolgen, sodass die Verkrustung an der Bodenoberfläche gebrochen wurde und ein besserer Luftaustausch realisiert werden konnte. Um die Grundnährstoffversorgung der Pflanzen zu gewährleisten, wurde der gesamte Schlag am 15.04.2013 mit 193 kg/ha PK Dünger(12,5+25+4,7+9) gestreut.

Die Aussaat der Sommererbsen und die Versuchsanlage erwiesen sich als fast identisch zu den Wintererbsen. Lediglich die Flächengröße der einzelnen Großversuchspartellen war unterschiedlich (vgl. Abbildung 12).

	SOMMERERBSEN	SOMMERERBSEN	SOMMERERBSEN	SOMMERERBSEN
↑ Drillrichtung	Einzelkornsaat mit „Väderstad Tempo“ (8-reihig)	Einzelkornsaat mit „Väderstad Tempo“ (8-reihig)	Drillsaat mit „Väder- stad Spirit“(9 m)	Drillsaat mit Väder- stad Spirit“(9 m)
	80 Körner/m²	60 Körner/m²	80 Körner/m²	60 Körner /m²
	<u>Fläche: 1,75 ha</u>	<u>Fläche: 1,67 ha</u>	<u>Fläche: 2,78 ha</u>	<u>Fläche: 1,58 ha</u>

Abbildung 12: Darstellung des Versuchsaufbaues bei den Sommererbsen im April 2013

Die Vergleichssorte zu den Wintererbsen war die Sorte „Rocket“, die als Nachbausaatgut aus dem Vorjahr stammte. Der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH ist Vermehrungsbetrieb und kann durch die vorhandene Saatgutreinigungsanlage selbst qualitativ hochwertiges Nachbausaatgut mit einer entsprechend hohen Keimfähigkeit erzeugen. Bei dieser Vorgehensweise muss das Unternehmen eine entsprechende Lizenzgebühr entrichten. Der Betriebsleiter Kurt Enke strebt als Saatguterzeuger eine Keimfähigkeit von über 90 % bei Körnererbsen an. Das Nachbausaatgut konnte eine Keimfähigkeit von 94 % und ein Tausendkorngewicht von 220 g aufweisen. Die Aussaatmenge in kg/ha wurde ebenfalls über die bereits oben angegebene vereinfachte Formel errechnet. Daraus ergab sich bei den 60 Körner-Varianten eine Aussaatmenge von 140 kg/ha sowie bei den 80 Körner-Varianten eine Saatmenge von 190 kg/ha. Bezogen auf das Aussaatverfahren (Drillsaat bzw. EKS) gab es keine Saatmengenunterschiede, d.h. es wurde bei der Einzelkornsaat die gleiche Aussaatmenge in kg/ha, wie bei der Drillsaat vorgenommen.

Das Anlegen der zwei Drillsaatvarianten mit der Väderstad „Spirit“ verlief reibungslos. Es wurde eine einheitliche Aussaattiefe von 4 cm bei allen vier Versuchsgliedern angestrebt und an der jeweiligen Maschine entsprechend eingestellt. Einige Schwierigkeiten ergaben sich bei der spurgetreuen Aussaat der Sommererbsen mit der Einzelkornsämaschine Väderstad „Tempo“ auf einen gewünschten Reihenabstand von 37,5 cm. Die Ursache lag darin, dass an diesem Tag das RTK-Signal ausgefallen war, sodass auf das „SF2“-Signal zurückgegriffen werden musste. Dieses Signal verfügt über eine Präzision mit einer Abweichung von ca. +/- 10 cm. Infolgedessen konnten keine exakten Reihenabstände von 37,5 cm bei den zwei

Einzelkornsaatvarianten in einigen Fällen erreicht werden. Um eine zu hohe Spurbreite zu vermeiden, wurde teilweise per Hand gefahren. Für die Praxis sollte man außerdem beachten, dass das Saatgut frei von kleinen Pflanzenteilen (Hülsenteile, Rankenteile, Stiele usw.) in die Saatbehälter gelangt. Denn schon kleinste Pflanzenteile führen zu Verstopfungen bzw. Störungen bei der Belegung der Lochscheibe. Dadurch können letztendlich Fehlstellen im Bestand entstehen. So kam es auch bei der Versuchsanlage teilweise zu Störungen aufgrund von Verstopfungen an der Säscheibe. Jedoch wird über den Bordcomputer ein Signal ausgelöst, falls eine Verstopfung an der Lochscheibe auftritt.



Abbildung 13: Sommererbssenaussaat mit Väderstad "Spirit" (9 m) und John Deere 8360R am 16.04.2013

(Quelle: Eigene Aufnahme)

Am 20.04.2013 erfolgte die Herbizidmaßnahme bei den Sommererbsen im Voraufbau. Hierbei wurde ebenfalls, wie schon bei den Wintererbsen, auf das Herbizid Bandur mit dem Wirkstoff „Aclonifen“ zurückgegriffen. Die Aufwandmenge betrug 4,7 l/ha mit einer Ausbringungsmenge von 180 Litern Wasser pro Hektar. Im Verlauf der Vegetation zeigte das Herbizid eine gute Wirkung und somit entstand ein unkrautfreier Erbsenbestand. Dennoch mussten bei den Wintererbsen eine Vielzahl von Rapspflanzen im Bestand verzeichnet werden. Diese Rapspflanzen konnten nicht konsequent durch das Centium 36 CS in der Herbstanwendung bekämpft werden.

4.1.4 Bodenabhängige Problemstellungen beim Anbau von Körnererbsen

Oberste Priorität für einen erfolgreichen Körnererbsenanbau ist die Vermeidung von Bodenverdichtungen, da diese Kultur sehr empfindlich auf Krumbasisverdichtungen bzw. auf eine schlechte Bodenstruktur reagiert. Folglich reagiert die Erbse mit entsprechenden Ertragsdepressionen und frühzeitig vergilbten Pflanzen, da der Sauerstoffgehalt in einem verdichteten Boden vermindert ist bzw. gänzlich fehlt. Des Weiteren leidet das Wurzelwachstum der Pflanze. Derartige Verdichtungen entstehen meistens beim Befahren zu nasser Böden in Verbindung mit zu hohen Bodendrücken, durch die eingesetzte Technik. Oftmals entstehen diese Erscheinungen im Frühjahr, weil aus agrotechnischen Gründen die Aussaat der Körnererbse recht frühzeitig erfolgen sollte, um eine relativ lange Vegetationszeit den Körnererbsen zur Verfügung zu stellen [vgl. 29].

Aufgrund der Wassersättigung des Bodens über die Wintermonate hinweg und der langen Schneedecke im Winter 2012/13 konnte die Aussaat der Sommererbse erst sehr spät am 16.04.2013 erfolgen. Durch die kurze Zeitspanne der Schneeschmelze bis zur ersten Bearbeitung des Bodens mit der Scheibenegge konnte der Boden nicht genug abtrocknen. Dadurch entstanden infolge der Bearbeitung mittels Schlepper streifenweise Verdichtungen, welche bis zur Ernte bei den Sommererbsenvarianten sichtbar waren (vgl. Abbildung 14). Zudem sollte erwähnt werden, dass der Boden infolge der hohen Wassermengen und der anschließenden raschen Temperaturerhöhung eine starke Verkrustung an der Oberfläche verzeichnete. Aus diesem Grund war ein flacher Bodenbearbeitungsgang am 15.04.2013 zur schnelleren Abtrocknung des Oberbodens notwendig.



Abbildung 14: Deutlich gemindertem Pflanzenwachstum mit Aufhellungen infolge massiver Schadverdichtungen

(Quelle: Eigene Aufnahme)

4.2 Untersuchungen an der Einzelpflanze

Zu den Untersuchungen vor der Vegetationsruhe der Wintererbsen zählten zum einen das Auszählen der bereits aufgelaufenen **Pflanzen/m²** und die Messung der **Hypokotyl- und Pfahlwurzellängen in [cm]**. Die Bestimmung der Anzahl an Pflanzen/m² wurde zeitlich auf 4 Termine angesetzt. Dabei wurde bei den EKS-Varianten eine Länge von 2,66 m ausgezählt und bei den Drillsaatvarianten eine definierte Länge von 4 m. Jedoch wurden pro Variante mehrere Stichproben ermittelt, um eine entsprechende Anzahl an Wiederholungen vorzufinden. Die Längenmessung der Hypokotyl- und Pfahlwurzellängen erfolgte mit einer Schiebellehre. Zur Ermittlung der **Auswinterungsverluste bei den WE** wurde pro Variante jeweils 1 laufender Meter vor dem Wintereinbruch am 02.12.2012 abgesteckt und die Pflanzen dementsprechend ausgezählt. Es erfolgte pro Variante eine 3-fache Wiederholung. Im Frühjahr am 14.04.2013 konnten durch ein erneutes Auszählen der Pflanzen die Auswinterungsverluste bestimmt werden. Gleichzeitig erfolgte die Ermittlung der **Triebe pro Pflanze** an den Wintererbsen.

Nach der Aussaat der Sommererbsen am 16.04.2013 erfolgten jeweils die gleichen Untersuchungen an den Einzelpflanzen, die zuvor schon an den WE vorgenommen wurden. Hierbei war die Vorgehensweise identisch zu den WE. Lediglich die Bestimmung der **Pflanzen/m²** erfolgte an nur 3 Terminen und die Pflanzenverluste wurden während der Vegetationsperiode beobachtet. Am 25.06.2013 erfolgte die Bestimmung des **Trockensubstanzgehaltes der Ganzpflanze** bei den Winter- und Sommerformen. Hierbei wurde der gesamte oberirdische Pflanzenteil geerntet und anschließend im Trockenschrank getrocknet. Die Angabe des **TS-Gehaltes** erfolgte jeweils in %. Die Ermittlung der Ertragskomponenten wurde in mehreren Schritten bei den Winter- und Sommererbsen durchgeführt. So wurde vor dem Drusch der Großparzellen pro Variante jeweils 2x 1 m² an Pflanzen per Hand geerntet. An diesen erfolgte die Erfassung an **Hülsen pro m²**, der **Ertrag in g pro m²** sowie die **Anzahl an Körnern pro Hülse**. Später erfolgte anhand gezogener Ernteproben beim Korndrusch der Großparzellen, eine TKG-Bestimmung sowie eine Analyse zu den Korninhaltsstoffen. Die bereits genannten einzelnen Untersuchungen sind zeitlich geordnet in Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Darstellung der erfassten Parameter an der Einzelpflanze in dem jeweiligen EC-Stadium

Datum	Kultur	Entwicklungsstadium	Erfasster Parameter
04.11.2012	Wintererbse	(EC9) Auflaufen	<ul style="list-style-type: none"> • Pflanzen/m²
11.11.2012	Wintererbse	(EC12) 2. Laubblatt mit Stipeln + Ranke entfaltet	<ul style="list-style-type: none"> • Pflanzen/m² • Hypokotyl+Pfahlwurzellänge
17.11.2012	Wintererbse	(EC13) 3.Laubblatt mit Stipeln + komplexe Ranke entfaltet	<ul style="list-style-type: none"> • Pflanzen/m²
25.11.2012	Wintererbse	(EC15) 5. Laubblatt entfaltet	<ul style="list-style-type: none"> • Pflanzen/m²
02.12.2012	Wintererbse	(EC16) 6. Laubblatt entfaltet	<ul style="list-style-type: none"> • Auswinterungsverluste (vor Winter)
14.04.2013	Wintererbse	(EC16) 6.Laubblatt entfaltet	<ul style="list-style-type: none"> • Auswinterungsverluste (nach Winter) • Triebe/Pflanze
02.05.2013	Sommererbse	(EC12) 2.Laubblatt mit Stipeln + Ranke entfaltet	<ul style="list-style-type: none"> • Pflanzen/m²
06.05.2013	Sommererbse	(EC13) 3.Laubblatt mit Stipeln + komplexe Ranke entfaltet	<ul style="list-style-type: none"> • Pflanzen/m²
11.05.2013	Sommererbse	(EC16) 6.Laubblatt entfaltet	<ul style="list-style-type: none"> • Pflanzen/m² • Hypokotyl+Pfahlwurzellänge • Triebe/Pflanze
25.06.2013	Wintererbse Sommererbse	(EC75) Hülsenfüllung (EC67) abgehende Blüte	<ul style="list-style-type: none"> • Trockensubstanzgehalt der Ganzpflanze in %
24.07.2013	Wintererbse	(EC 95) Absterben	<ul style="list-style-type: none"> • Korndrusch(Ertrag in dt/ha) • Hülsen/m² + Ertrag in g/m² • Anzahl der Körner/Hülse • TKG + Inhaltsstoffe
28.07.2013	Sommererbse	(EC 95) Absterben	<ul style="list-style-type: none"> • Korndrusch(Ertrag in dt/ha) • Hülsen/m²+ Ertrag in g/m² • Anzahl der Körner/Hülse • TKG + Inhaltsstoffe

4.3 Ökonomische Auswertung

Die insgesamt acht Versuchsvarianten wurden mithilfe der DAL-Rechnung (Direkt- und arbeits erledigungskostenfreie Leistung) miteinander verglichen. Die Berechnungsgrundlage bzw. die Vorgehensweise wurde nach dem Rechenmodell von LÜTKE ENTRUP und SCHNEIDER (2003) abgehandelt. Die Daten stammen hauptsächlich aus dem Betrieb, aber auch z.T. aus der Datensammlung des KTBL „Betriebsplanung Landwirtschaft 2012/13“. In einigen Fällen wurden betriebliche Daten an die Datengrundlage des KTBL angepasst bzw. miteinander verknüpft.

4.4 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Statistikprogramms „IBM SPSS Statistics Version 21“. Dabei erfolgte ein Mehrfachvergleich der Mittelwerte der einzelnen Varianten untereinander, um signifikante Unterschiede festzustellen. Dieses wurde durch eine einfaktorielle Varianzanalyse im SPSS durchgeführt. Speziell handelt es sich hierbei um Post-Hoc-Mehrfachvergleiche unter der Annahme einer Varianzgleichheit nach „Tukey“. Das Signifikanzniveau beträgt bei allen Mittelwertvergleichen $p \leq 0,05$. Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten wurden in den Tabellen mit entsprechenden Kleinbuchstaben in alphabetischer Reihenfolge vorgenommen. Eine weitere statistische Größe ist die Korrelationsanalyse. Diese wurde angewandt, um einen linearen Zusammenhang zwischen zwei metrischen Parametern zu prüfen. Das heißt es wurde analysiert, ob eine positive oder negative Korrelation zwischen zwei Prüfmerkmalen besteht. Die Korrelationsanalyse wurde im SPSS nach „Pearson“ abgehandelt. Mit einer anschließenden Regressionsanalyse soll der entstandene Zusammenhang zwischen den beiden Parametern genauer untersucht werden. Dieses wird durch eine lineare Regressionsfunktion der Form $\hat{y} = a_0 + a_1 x_i$ verdeutlicht. Das jeweils angegebene Bestimmtheitsmaß r^2 ermöglicht eine Bewertung der Güte der Regressions-schätzung.

5 Versuchsergebnisse

In diesem Kapitel sollen die erfassten pflanzenbaulichen Parameter und die einzelnen Untersuchungen an den Einzelpflanzen erläutert werden. Zur Interpretation der Ergebnisse erfolgt eine Einteilung in acker- und pflanzenbauliche Parameter sowie in die ökonomische Auswertung der insgesamt acht Versuchsglieder. Die unterschiedlichen Saatstärken (60 bzw. 80 Körner/m²) und das Saatverfahren (Drillsaat bzw. EKS) bei den Sommer- und Winterformen der Körnererbsen sollen in Verbindung zum Korntrug dargestellt werden. Zur gesamtbetriebswirtschaftlichen Bewertung müssen die einzelnen unterschiedlichen Parameter miteinander verglichen werden, um eine ökonomische Entscheidungsfindung für das Unternehmen zu garantieren. Dabei wird auf das System der DAL-Rechnung (Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung) zurückgegriffen.

5.1 Acker- und pflanzenbauliche Parameter

Es wurden in den einzelnen EC-Stadien unterschiedliche Untersuchungen an den Einzelpflanzen durchgeführt. Diese wurden z.T. bereits im Herbst 2012 an den Wintererbsen und etwas zeitversetzt entsprechend im Frühjahr 2013 an den Sommererbsen praktiziert. Weitere Untersuchungen liefen während der gesamten Vegetationszeit, einschließlich bis zum Erbsendrusch.

5.1.1 Bestandsdichte bei den Wintererbsen im Herbst bzw. bei den Sommererbsen im Frühjahr

Um die Bestandsdichte zu analysieren wurde der Aufgangspflanzenbestand wöchentlich ausgezählt. Hierbei wurden jeweils in den einzelnen Versuchspartellen mehrere Stichproben zufällig durch Auszählen der bereits aufgelaufenen Pflanzen in einer Reihe vorgenommen. Bei den Einzelkornsaatvarianten wurde mithilfe eines Gliedermaßes eine Reihenlänge von 2,66 m abgesteckt und entsprechend ausgezählt. In den Drillsaatpartellen wurde jeweils eine Reihenlänge von 4 m abgesteckt und anschließend ausgezählt. In der nachfolgenden Tabelle 10 sind die Mittelwerte der ausgezählten Wintererbsenpflanzen in der Reihe dargestellt. Am 04.11.2012 war der Auflauftermin bei den Wintererbsen. Auffällig war bereits bei der ersten Bonitur im EC 09, dass die Einzelkornsaatvarianten gleichmäßigere Feldaufgangsraten aufweisen konnten im Vergleich zu den Drillsaatvarianten. Die Ursache dafür soll

im Diskussionsteil näher untersucht werden. Ein Grund dafür könnte jedoch die gleichmäßige Ablagetiefe bei der EKS sein. Sodass bei der Drillsaat Schwankungen bzgl. der einheitlichen Ablagetiefe des Saatkorns vorhanden waren.

Tabelle 10: Bestandsdichte der WE an vier unterschiedlichen Terminen in Abhängigkeit von der Saatstärke und dem Aussaatverfahren

Varianten-Nr:	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
Datum der Bonitur	<u>Drillsaat 60 Kör- ner/m²</u>	<u>Drillsaat 80 Kör- ner/m²</u>	<u>EKS 60 Kör- ner/m²</u>	<u>EKS 80 Kör- ner/m²</u>
04.11.2012 (EC09)	38,5	56,6	54,6	70,8
11.11.2012 (EC12)	38,8	66,5	52,6	73,4
17.11.2012 (EC13)	39,6	47,5	55,2	73,4
25.11.2012 (EC15)	40,1	53,1	55,1	75,3
Mittelwert	39,3^a	55,9^{bc}	54,4^{bc}	73,2^{bd}

a/b, c/d, signifikant verschieden auf einem Niveau von $p \leq 0,05$

Aus der Tabelle 10 wird ersichtlich, dass die Anzahl der Pflanzen im Durchschnitt wöchentlich gestiegen ist. Um signifikante Unterschiede zwischen den vier Varianten festzustellen, wurde ein Mehrfachvergleich bezogen auf die Mittelwerte der Varianten durchgeführt. Das heißt es wurde jede Variante miteinander verglichen. Demnach unterscheidet sich jede Variante signifikant von den restlichen Varianten. Lediglich zwischen Variante 2 und Variante 3 besteht kein signifikanter Unterschied. Jedoch musste bei den Einzelkornsaatvarianten festgestellt werden, dass die Reihen, welche durch die doppelte Überfahrt überrollt wurden, einen wesentlich schlechteren bzw. verzögerten Feldaufgang verzeichneten, als die Unbefahrenen. Schlussfolgern kann man diese Tatsache mit der deutlichen Verkrustung an der Oberfläche dieser Drillreihen. Dadurch mussten die jungen Erbsenpflanzen diesen starken Widerstand durchbrechen, was folglich zu einem etwas verzögerten Aufgang führte. Bei der vierten Bonitur konnten stellenweise Aufhellungen an den Erbsenjungpflanzen erkannt werden. Hierbei handelt es sich wahrscheinlich um Auswirkungen der Herbizidmaßnahme vom 11.10.2012.

Der Parameter Pflanzen/m² wurde ebenfalls im Frühjahr an den Sommererbsen erfasst, wie in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11: Bestandsdichte der SE an drei unterschiedlichen Terminen in Abhängigkeit von der Saatstärke und dem Aussaatverfahren

Varianten-Nr:	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
Datum der Bonitur	<u>Drillsaat 60 Kör- ner/m²</u>	<u>Drillsaat 80 Kör- ner/m²</u>	<u>EKS 60 Kör- ner/m²</u>	<u>EKS 80 Kör- ner/m²</u>
02.05.2013 (EC12)	48,5	51,1	54,3	74,8
06.05.2013 (EC13)	48,0	54,7	52,9	74,3
11.05.2013 (EC16)	50,7	61,8	55,0	75,0
Mittelwert	49,1^a	55,9^{bc}	54,1^{bc}	74,7^{bd}

a/b, c/d, signifikant verschieden auf einem Niveau von $p \leq 0,05$

Bei den Sommererbsen erfolgten ab dem Auflauftermin am 26.04.2013 insgesamt 3 Bonituren, indem die bereits aufgelaufenen Pflanzen ausgezählt wurden. Die Vorgehensweise war identisch zu den Wintererbsen. Es wird ersichtlich, dass die Feldaufgangsrates bei den EKS-Varianten, ebenso wie bei den Wintererbsen wesentlich besser war, als bei der Drillsaat. Die statistische Auswertung ergab einen signifikanten Unterschied zwischen allen vier Varianten untereinander, außer zwischen Variante 6 und 7 konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Wie bereits in der Methodik beschrieben, war das RTK-Signal am Tag der Sommererbsenaussaat nicht verfügbar. Der Empfang dieses Signals war jedoch notwendig, für ein spurgetreues Fahren und für das Anlegen der Einzelkornsaatparzellen mit exakten Reihenweiten von 37,5 cm. Somit musste auf das etwas ungenauere „SF2“- Signal, mit einer Genauigkeit von +/- 10 cm, zurückgegriffen werden. Aus diesem Grund konnte der Abstand der Säreihen von 37,5 cm nicht in jedem Fall exakt eingehalten werden. Stellenweise war das „SF2“- Signal so gering verfügbar, sodass die Aussaat durch manuelles Lenken erfolgen musste. Abbildung 15 veranschaulicht die Ermittlung der Bestandsdichte bei den Sommererbsen.



Abbildung 15: Auszählen des Pflanzenbestandes pro m² mittels Gliedermaß am 02.05.2013

(Quelle: Eigene Aufnahme)

5.1.2 Messung der Pfahlwurzellänge und des Hypokotyls an den Jungpflanzen

Eine optimale Aussaattiefe des Saatkorns hat eine essentielle Bedeutung für den Feldaufgang und insbesondere für eine Überwinterung der Wintererbsen. Im Versuchsanbau wurde eine Ablagetiefe von 7 cm bei den Wintererbsen gewählt. Durch die etwas tiefere Aussaat soll einer möglichen Auswinterung bei Temperaturen unterhalb -20 °C vorgebeugt werden. Damit eine einheitliche Aussaattiefe gewährt werden kann, muss die vorhandene Aussaattechnik (pneumatische Drillmaschine bzw. Einzelkornsämaschine) entsprechend eingestellt werden. Das wurde erreicht, indem der Schardruck bei der pneumatischen Drillmaschine Väderstad „Spirit“ erhöht wurde. Während der Aussaat wurde die exakte Tiefenablage der Erbsen kontrolliert. Auffällig war, dass bei der Drillsaat die Väderstad „Spirit“ hinsichtlich der gleichmäßigen Tiefenablage, an ihre Grenzen gestoßen ist. So konnten beim Kontrollieren der Ablagegenauigkeit, in diesem Fall bereits in 4 cm Tiefe, erste Körner gefunden werden. Währenddessen die Einzelkornsämaschine hier problemlos die Ablage in der gewünschten Tiefe von 7 cm gewährleisten konnte. Um diese Problemstellung genauer zu analysieren, wurden die Hypokotyllängen und die Wurzellängen an den aufgelaufenen Jungpflanzen bei allen acht Versuchsgliedern erfasst. Dazu wurden stichprobenartig aus jeder Großversuchs-

parzelle einzelne Erbsenjungpflanzen ausgegraben und mithilfe eines Gliedermaßes vermessen. Die Ergebnisse dieser Längenmessung sind in den nachfolgenden Tabellen 12 und 13 dargestellt.

Tabelle 12: Mittelwerte der gemessenen Hypokotyllängen und Pfahlwurzellängen an den Wintererbsen im EC 12

Varianten-Nr:	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
Probenentnahme am 11.11.2012 Wintererbsen EC12	<u>Drillsaat 60</u> <u>Körner/m²</u>	<u>Drillsaat 80</u> <u>Körner/m²</u>	<u>Einzelkornsaat</u> <u>60 Körner/m²</u>	<u>Einzelkornsaat</u> <u>80 Körner/m²</u>
Hypokotyllänge in cm	1,41^a	0,82^a	3,86^{bc}	3,29^{bd}
Pfahlwurzellänge in cm	15,69^a	14,49^a	10,33^{bc}	12,22^{ac}

a/b, c/d, signifikant verschieden auf einem Niveau von $p \leq 0,05$

Der Tabelle 12 ist zu entnehmen, dass die Hypokotyllängen bei den Einzelkornsaatvarianten im Vergleich zu den Drillsaatvarianten, im Durchschnitt der Werte wesentlich größer sind. Daraus kann abgeleitet werden, dass bei den Einzelkornsaatvarianten die Saattiefe von 7 cm exakt eingehalten wurde. Das wird anhand der längeren Hypokotyle deutlich. Bei der Drillsaat dagegen, stößt die Technik an ihre Grenzen. Hier konnte die optimale Saattiefe nicht eingehalten werden bzw. liegt hier eine größere Schwankungsbreite in der exakten Ablage-tiefe der Saatkörner vor. Das wird anhand der kürzeren Hypokotyllängen an den Drillsaatva-rianten ersichtlich. Die statistische Auswertung ergab signifikante Unterschiede beim Ver-gleich der Drillsaatvarianten mit den EKS-Varianten. Aber auch die beiden EKS-Varianten 3+4 waren untereinander signifikant verschieden. Bei der Betrachtung der Pfahlwurzellängen haben besonders die Drillsaatvarianten relativ lange Pfahlwurzeln ausgebildet. Diese erreich-ten in beiden Varianten ca. 15 cm. Die Pfahlwurzellängen der EKS-Varianten waren dagegen ca. 3-5 cm kürzer. Signifikante Unterschiede konnten beim Vergleich der Drillsaatvarianten (1+2) in Verbindung mit Variante 3 festgestellt werden.

Tabelle 13: Mittelwerte der gemessenen Hypokotyllängen und Pfahlwurzellängen an den Sommererbsen im EC 16

Varianten-Nr:	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
Probenentnahme am 11.05.2013 Sommererbsen EC 16	<u>Drillsaat 60 Körner/m²</u>	<u>Drillsaat 80 Körner/m²</u>	<u>Einzelkornsaat 60 Körner/m²</u>	<u>Einzelkornsaat 80 Körner/m²</u>
Hypokotyllänge in cm	2,53^a	2,48^a	5,00^{bc}	3,48^{bd}
Pfahlwurzellänge in cm	13,63^a	15,81^{ac}	12,56^{bd}	14,21^{ad}

a/b, c/d, signifikant verschieden auf einem Niveau von $p \leq 0,05$

Beim Anlegen der vier Varianten bei den Sommererbsen wurde eine Saattiefe von 4 cm angestrebt. Das heißt die Ablage des Saatkorns wurde 3 cm flacher vorgenommen, als bei den Wintererbsen. Die Ursachen hierfür liegen in dem recht späten Saatzeitpunkt der Sommerungen. Des Weiteren kostet eine zu tiefe Aussaat dem Saatkorn viel Kraft, die für die Streckung der Sprossachse zur Verfügung gestellt werden muss, meint KURT ENKE [24]. Generell führt eine etwas flachere Aussaat bereits zu einem schnelleren Auflaufen der Jungpflanzen.

Besonders im Jahr 2013 war dies wegen der sehr späten Aussaat der Sommererbsen wichtig. Die Ergebnisse der Längenmessung in Tabelle 13 zeigen ebenfalls, wie bei den WE, längere Hypokotyllängen bei den EKS-Varianten auf. Diese sind im Vergleich zu den Drillsaatvarianten ca. 1-2,5 cm länger. Diese Längenunterschiede zwischen den Drillsaatvarianten (5+6) im Vergleich zu den EKS-Varianten (7+8) waren statistisch signifikant nachweisbar. Auch Variante 7 unterschied sich signifikant zu Variante 8. Trotz der geringeren Saattiefe von 4 cm war die Einzelkornsämaschine „Tempo“ hinsichtlich ihrer exakten bzw. gleichmäßigen Tiefenablage der konventionellen pneumatischen Drillmaschine „Spirit“ überlegen. Denn eine einheitliche Saatablage konnte diese Maschine nicht gewährleisten. Zur besseren Visualisierung dieser Längenunterschiede soll Abbildung 16 dienen. Beim Vergleich der Pfahlwurzellängen der SE, konnte bei Variante 6 im Durchschnitt aller gemessenen Werte die längste Wurzellänge mit durchschnittlich 15,81 cm gemessen werden. Statistisch abgesicherte Unterschiede konnten beim Vergleich der Varianten (5+6) zur Variante 7 festgestellt werden. Außerdem bestand ein signifikanter Unterschied zwischen Variante 6 und 8.



Abbildung 16: Deutlich längere Hypokotyllängen an den Wintererbsenpflanzen der EKS-Varianten (rechts im Bild) im Vergleich zu den Drillsaat-Varianten (links)

(Quelle: Eigene Aufnahme)

5.1.3 Darstellung der Auswinterungsverluste bei den Wintererbsen

Hohe Erträge lassen sich nur erzielen, wenn der Pflanzenbestand über die gesamte Vegetationszeit konstant bleibt und somit wenige Pflanzenverluste auftreten. Hauptaugenmerk stellen jedoch die Verluste an Pflanzen über den Zeitraum der Vegetationsruhe d.h. über die Wintermonate dar. Deshalb hat bei vielen Winterungen das Zuchtziel Winterhärte einen hohen Stellenwert bei den Züchtern. Laut URBATZKA gibt es sehr unterschiedliche Meinungen in Bezug auf die Frosthärte von Wintererbsen. Nach Literaturangaben besteht eine Frosthärte bis zu -33 °C [vgl. 19]. Um die Auswinterungsverluste zu bestimmen, wurden in allen vier Versuchsvarianten die Pflanzenverluste ermittelt. Dies erfolgte, indem am 02.12.2012 vor Wintereinbruch jeweils eine Länge von 1 Meter abgesteckt und die Pflanzenanzahl abgezählt wurde (vgl. Abbildung 17). Zur Sicherheit wurden pro Variante insgesamt 3 Wiederholungen abgesteckt. Die Bonitur der Auswinterungsverluste erfolgte jedoch nicht nur nach dem Winter, sondern wurde zu einem späteren Zeitpunkt nochmals durchgeführt. Dadurch konnten die Pflanzenverluste während der Vegetationsperiode infolge eines Befalls mit *Fusarium* bzw. vermorschten Pflanzen beobachtet werden.

Tabelle 14: Erfassung der Anzahl an Pflanzen/m² vor und nach dem Winter sowie die Verluste in %

Varianten-Nr:	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
Datum der Bonitur	<u>Drillsaat 60 Kör- ner/m²</u>	<u>Drillsaat 80 Kör- ner/m²</u>	<u>EKS 60 Kör- ner/m²</u>	<u>EKS 80 Kör- ner/m²</u>
02.12.2012 EC16	12,3	14,3	22,3	26,7
14.04.2013 EC16	11,3	14,3	20,7	25,7
Verluste in %	8,1 %	0 %	7,2 %	3,7 %

In Tabelle 14 sind die Pflanzenverluste der Wintererbsen, welche durch Auswinterung entstanden sind, dargestellt. Es sollte erwähnt werden, dass der Winter 2012/13 durch lange geschlossene Schneedecken und Temperaturen bis -25 °C gekennzeichnet war. Ein Wetterumbruch konnte erst ab Mitte April erkannt werden. Zudem war der letzte Schnee erst Anfang April von dem Versuchsfeld aufgetaut. Es wurde jeweils der Mittelwert aller 3 Wiederholungen (aus einer Variante) aus den ermittelten Pflanzen gebildet. Die größten Verluste sind in Variante 1 mit 8,1 % Pflanzen entstanden. Dagegen gab es keine Verluste bei Variante 2. Die EKS-Varianten hingegen verzeichnet ebenfalls Verluste auf mit 7,2 % bei Variante 3 und etwas geringer bei Variante 4 mit 3,7 %. Dennoch blieben die Auswinterungsverluste in allen vier Varianten relativ gering.



Abbildung 17: Ermittlung der Auswinterungsverluste bei den Wintererbsen am 14.04.2013

Durch einen erhöhten Krankheitsdruck, der bei den WE erkannt wurde, sind im Verlaufe der Vegetation weitere Pflanzenverluste aufgetreten (siehe Tabelle 15). Dazu wurden die bereits vor dem Winter abgesteckten Kontrollbereiche weiterhin beobachtet und die Pflanzenverluste notiert. Dabei trat seit dem Vegetationsbeginn am 14.04.2013 im EC16 bis zum 19.05.2013 im EC61 (Beginn der Blüte) im Durchschnitt aller vier Varianten ca. 1 Pflanze als Verlust auf. Schließlich wurden in Variante 2 (WE Drillsaat 80 Körner/m²) die höchsten Vegetationsverluste von 4,2 % ermittelt. Etwas geringer waren die Verluste in Variante 1 (WE Drillsaat 60 Körner/m²) und Variante 4 (WE EKS 80 Körner/m²) mit jeweils 2,7 %. Dennoch konnte ein Krankheitsbefall in allen vier Varianten der WE festgestellt werden, sodass in diesem Fall die Aussaatmenge bzw. die Aussaattechnik, keinen Einfluss darauf hatten.

Tabelle 15: Darstellung der Pflanzenverluste bei den WE im weiteren Wachstumsverlauf

Varianten-Nr:	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
Datum der Bonitur	<u>Drillsaat 60 Körner/m²</u>	<u>Drillsaat 80 Körner/m²</u>	<u>EKS 60 Körner/m²</u>	<u>EKS 80 Körner/m²</u>
14.04.2013 EC16	11,3	14,3	20,7	25,7
19.05.2013 EC61	11	13,7	20	25
Verluste in %	2,7 %	4,2 %	3,4 %	2,7 %

Bei den Sommererbsen (s. Tabelle 16) entstanden während des Vegetationsverlaufes **keine** bzw. nur in der 5. Variante (SE Drillsaat 60 Körner/m²) ein Pflanzenverlust von 0,7 %, der vernachlässigt werden kann.

Tabelle 16: Pflanzenverluste bei den Sommererbsen während der Vegetationsphase

Varianten-Nr:	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
Datum der Bonitur	<u>Drillsaat 60 Körner/m²</u>	<u>Drillsaat 80 Körner/m²</u>	<u>EKS 60 Körner/m²</u>	<u>EKS 80 Körner/m²</u>
02.05.2013 EC12	15	16	22,3	28,7
17.06.2013 EC61	14,9	16	22,3	28,7
Verluste in %	0,7 %	0 %	0 %	0 %

5.1.4 Erfassung der Anzahl an Trieben pro Pflanze (Basale Verzweigungen)

Bei den Untersuchungen an den Einzelpflanzen wurde festgestellt, dass sich die Wintererbsen botanisch gesehen etwas unterscheiden im Vergleich zu den Sommerungen. Infolgedessen konnten zu Vegetationsbeginn im Frühjahr einige Verzweigungen an der Sprossbasis erkannt werden. Der ermittelten Triebzahlen pro Pflanze bei den Sommer- und Winterformen gehen aus den Tabellen 17+18 hervor.

Zur Ermittlung dieser Kennzahlen wurde stichprobenartig aus jeden der vier Versuchsvarianten sowohl bei den Winterformen, als auch bei den Sommerformen, Pflanzen untersucht und die Anzahl der Triebe pro Einzelpflanze ermittelt. Dabei sind beachtliche Unterschiede zwischen den beiden Kulturen zu erkennen (vgl. Tabelle 17+18). Anhand der Ergebnisse wird deutlich, dass die Wintererbsen im Vergleich zu den Sommererbsen in der Lage sind, neben dem Haupttrieb noch zusätzliche Nebentriebe, sog. „Basale Verzweigungen“ zu bilden.

Tabelle 17: Durchschnittliche Anzahl an basalen Verzweigungen der WE

Varianten-Nr:	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
Datum der Bonitur	<u>Drillsaat 60 Kör- ner/m²</u>	<u>Drillsaat 80 Kör- ner/m²</u>	<u>EKS 60 Kör- ner/m²</u>	<u>EKS 80 Kör- ner/m²</u>
14.04.2013 EC16 Mittelwerte	2,4 ^a	2,6 ^a	2,4 ^a	2,0 ^a

a/b signifikant verschieden auf einem Niveau von $p \leq 0,05$

Zwischen allen vier WE-Varianten besteht kein signifikanter Unterschied. Die Variante 2 (WE Drillsaat 80 Körner/m²) erreichte im Mittel aller vier Varianten die größte Anzahl (2,6 Triebe/Pflanze) an basalen Seitentrieben. Dagegen wurden die geringsten Triebe in Variante 4 (WE EKS 80 Körner/m²) mit 2 Trieben/Pflanze ermittelt. In Variante 1 (WE Drillsaat 60 Körner/m²) und 3 (WE EKS 60 Körner/m²) konnten jeweils 2,4 Triebe/Pflanze analysiert werden.

Tabelle 18: Durchschnittliche Anzahl an basalen Verzweigungen der SE

Varianten-Nr:	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
Datum der Bonitur	<u>Drillsaat 60 Kör- ner/m²</u>	<u>Drillsaat 80 Kör- ner/m²</u>	<u>EKS 60 Kör- ner/m²</u>	<u>EKS 80 Kör- ner/m²</u>
11.05.2013 EC16 Mittelwerte	1,0 ^a	1,0 ^a	1,0 ^a	1,0 ^a

a/b signifikant verschieden auf einem Niveau von $p \leq 0,05$

Die Sommererbsen haben keine basalen Seitentriebe entwickelt. Sie bildeten lediglich einen Haupttrieb aus. Zwischen allen vier SE- Varianten konnte kein statistisch abgesicherter Unterschied erkannt werden.

5.1.5. Ertragskomponenten

Es wurden die Ertragskomponenten d.h. die Hülsen an den Pflanzen pro Variante ausgezählt, um Aussagen zu den Unterschieden der jeweiligen Saatstärken bzw. des Aussaatverfahrens treffen zu können. Dazu wurde pro Variante eine Fläche von 1 m² gescheitelt und anschließend per Hand vorsichtig geerntet. Von dem 1 m² geernteten Pflanzenmaterial wurden die Hülsen anschließend von den Pflanzen entfernt und gezählt. Die Wintererbsen wurden am 07.07.2013 im EC 80 (Grünreife) gescheitelt, sodass keine Verluste durch ein Hülsenplatzen auftreten konnten (vgl. Abbildung 18).



Abbildung 18: Scheiteln der Wintererbsenkleinparzellen für die spätere Handernte am 07.07.2013

(Quelle: Eigene Aufnahme)

Bei den Sommererbsen erfolgte das Scheiteln der 1 m² Parzellen erst am 21.07.2013 im EC 83 (Samenreife). Nach ca. einer Woche wurden die Erbsenbündel vom Feld geholt. Demnach wurden pro Variante 2 Erbsenkleinparzellen für die Kleinstversuchsauswertung genutzt und daraus letztendlich ein Mittelwert gebildet. In Abbildung 19 sind die Mittelwerte der Vorernteergebnisse dargestellt. Daraus wird ersichtlich, dass die Wintererbsen ein wesentlich höheres Hülsenbildungspotenzial im Vergleich zu den Sommererbsen besitzen. Daher konn-

te in Variante 2 (WE Drillsaat 80 Körner/m²) die höchste Anzahl, mit 1223 Hülsen pro m² gezählt werden. Die niedrigste Anzahl wurde in Variante 3 (WE EKS 60 Körner/m²) mit 1083 Hülsen pro m² erreicht. Die Sommererbsen bildeten im Mittel aller vier Varianten ca. 690 Hülsen pro m² aus. Das sind ca. 474 Hülsen weniger im Vergleich zu dem Mittelwert der vier WE-Varianten mit 1164 Hülsen/m². Das Maximum bei den Sommererbsen erreichte die Variante 6 (SE Drillsaat 80 Körner/m²) mit 824 Hülsen/m². Dagegen konnten nur 443 Hülsen bei Variante 7 (SE EKS 60 Körner/m²) ermittelt werden.

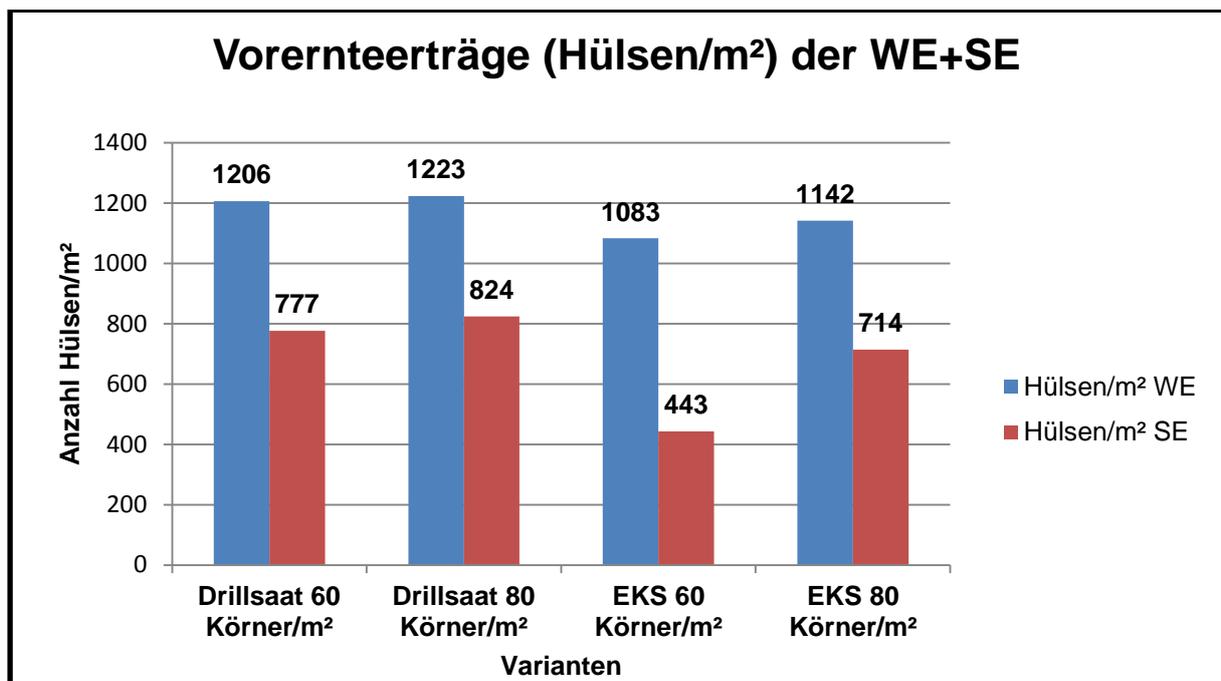


Abbildung 19: Darstellung der Anzahl an ausgezählten Hülsen/m² in Abhängigkeit der Saatstärke bzw. des Saatverfahrens

Zusätzlich wurden die ausgezählten Hülsen anschließend ausgedroschen, um den Kornertrag pro m² zu bestimmen. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Abbildung 20 dargestellt. Es ist auffällig, dass die Wintererbsen in beiden EKS-Varianten einen höheren Ertrag in g/m² erreicht haben. Außerdem waren die WE in der Drillsaatvariante 60 Körner/m² mit 668,58 g/m² den SE überlegen. Lediglich in der Drillsaatvariante 80 Körner/m² konnten die SE einen um ca. 93 g/m² höheren Kornertrag im Vergleich zu den Winterungen erzielen. Zwischen den beiden Parametern Hülsen/m² und Kornerträge in g/m² konnte eine positive Korrelation von +0,972 bei den Sommererbsen analysiert werden. Diese Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant. Es handelt sich dabei um einen stark gleichlaufenden, linearen Zusammenhang zwischen diesen beiden Parametern. Die aus diesem Zusammenhang gebildete Regressionsanalyse erklärt mithilfe einer Funktion den Zusammenhang zwischen diesen metrisch skalierten Variablen. Die entstandene signifikante Regressionsfunktion lautet: $y=1,138x+44,2$ und weist ein Bestimmtheitsmaß von $r^2=0,945$ auf. Das heißt mit jeder zusätzlichen Hülse/m² steigt der Kornertrag pro m² um 1,138 g an. Die Anzahl

der Hülsen/m² können zu 94,5 % in Abhängigkeit zu den Werten der Kornerträge in g/m² erklärt werden. Diesen Zusammenhang kann man ebenfalls erkennen, indem man die beiden Abbildungen 19+20 miteinander vergleicht.

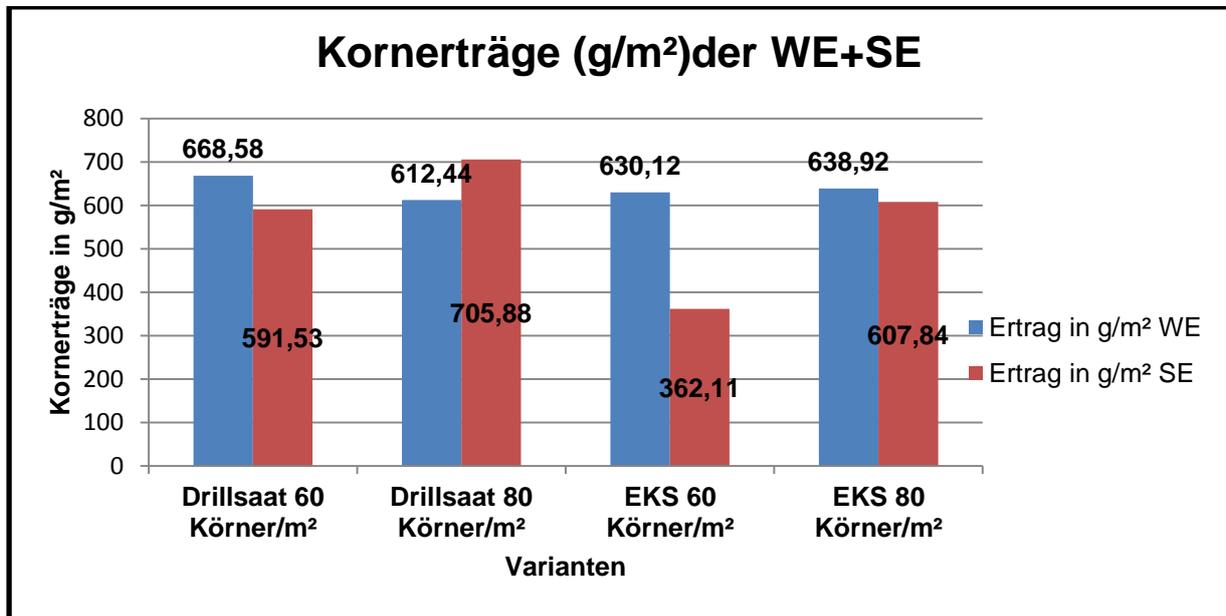


Abbildung 20: Darstellung der ermittelten Kornerträge (g/m²) in Abhängigkeit von der Saatstärke bzw. des Saatverfahrens

5.1.6 Körner pro Hülse

Außerdem wurde die Anzahl an Körnern pro Hülse ermittelt, um dabei Rückschlüsse zu den Kornerträgen zu bekommen. Dazu wurden mehrere Stichproben jeweils bei den Wintererbsen, als auch bei den Sommererbsen analysiert. Anhand der ermittelten Werte in Tabelle 19 wird ersichtlich, dass die Sommererbsen im Durchschnitt aller Varianten ein Korn je Hülse mehr aufweisen konnten als die Wintererbsen. Dabei konnte eine Standardabweichung von ca. 1 Korn je Hülse bei allen acht Varianten bestimmt werden.

Tabelle 19: Mittelwerte an Körnern pro Hülse der einzelnen Varianten

Variante-Nr.		Wintererbsen	Sommererbsen
1/5	Drillsaat 60 Körner/m ²	3,07 ^a (s=1,11)	4,45 ^a (s=0,90)
2/6	Drillsaat 80 Körner/m ²	3,19 ^a (s=1,16)	4,43 ^a (s=0,99)
3/7	Einzelkornsaat 60 Körner/m ²	3,46 ^a (s=1,16)	4,44 ^a (s=1,20)
4/8	Einzelkornsaat 80 Körner/m ²	3,23 ^a (s=1,08)	4,61 ^a (s=1,38)

a/b signifikant verschieden auf einem Niveau von p≤0,05

s=Standardabweichung

Zwischen den vier Varianten der Wintererbsen, als auch der Sommererbsen, konnten keine statistisch abgesicherten Unterschiede, anhand der Mittelwerte des Parameters Körner pro Hülse festgestellt werden.

5.1.7. Kornertrag der 8 Versuchsvarianten

Im gesamten Vegetationsverlauf wiesen die Wintererbsen einen Vorsprung gegenüber den Sommerungen auf. Demzufolge konnte auch mit einer frühzeitigeren Abreife der Wintererbsen gerechnet werden. Der Bestand reifte relativ gleichmäßig ab, jedoch wurde jetzt die Spätverunkrautung anhand des durchgewachsenen Rapses deutlich sichtbar. Zur Druscherleichterung wurde deshalb eine Sikkation (Abreifebeschleunigung) bei allen acht Versuchsvarianten durchgeführt. Der Drusch der Wintererbsen erfolgte am 24.07.2013 mit einem betriebseigenen konventionellen Mähdröschler der Firma Claas und einer Arbeitsbreite von 9 m. Durch die geringe Standfestigkeit der Pflanzen waren stellenweise große Lagerstellen im Bestand aufgetreten. Damit eine verlustarme Ernte garantiert werden konnte, wurde der Bestand einseitig geerntet. Beim Drusch wurde pro Variante eine bestimmte Fläche gedroschen und dieses Erntegut anschließend gewogen, sodass letztendlich die Erntemenge bezogen auf die gedroschene Fläche verrechnet wurde. Der Sommererbsendrusch erfolgte nach Einhaltung der Karenzzeit infolge der Sikkation am 28.07.2013. Die gedroschenen Wintererbsen hatten eine Restfeuchte von durchschnittlich 10 %. Bei den Sommerungen konnte ein Restfeuchtegehalt von ca. 12 % ermittelt werden.

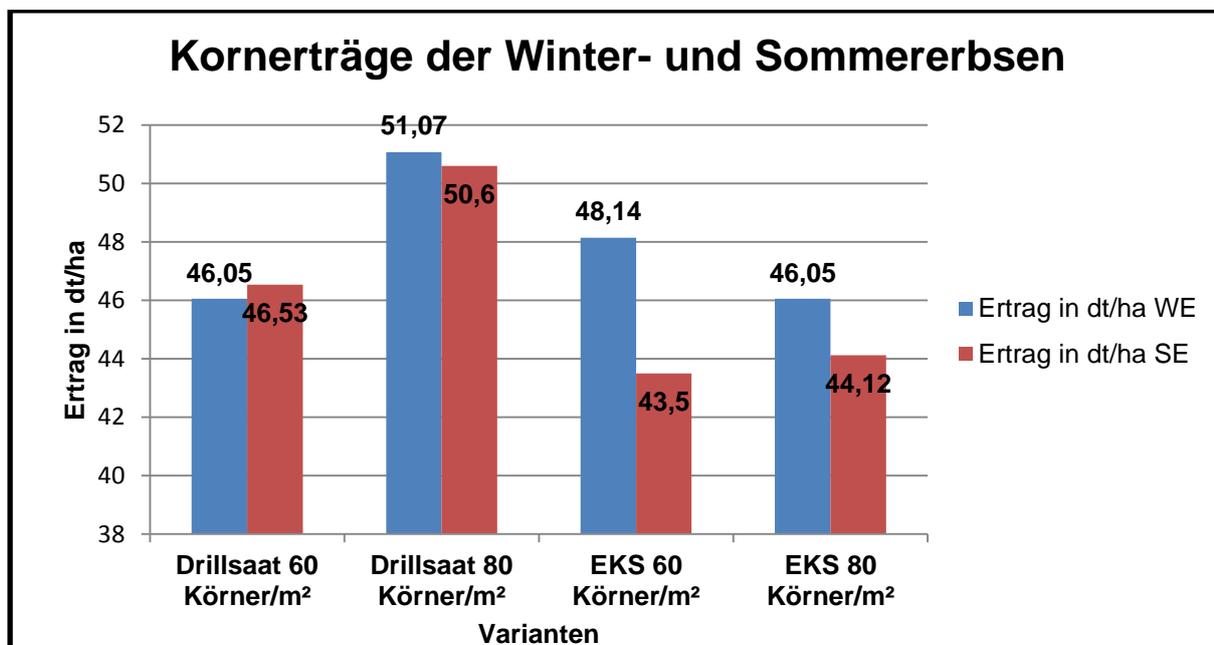


Abbildung 21: Darstellung des Kornertrages in Abhängigkeit der Saatstärke und dem Saatverfahren

Vergleicht man alle acht Versuchsvarianten (s. Abbildung 21), dann wird deutlich, dass die Drillsaatvariante 80 Körner/m² bei den Wintererbsen den höchsten Ertrag mit 51,07 dt/ha

erzielt hat. Dicht gefolgt von den Sommererbsen mit der gleichen Aussaatstärke und Saattechnik wurde ein Ertrag von 50,6 dt/ha erzielt. Den geringsten Ertrag aller Varianten erzielte die Einzelkornsaatvariante 60 Körner/m² bei den Sommererbsen mit 43,5 dt/ha. Dennoch waren die EKS-Varianten der Wintererbsen ertraglich gesehen, den EKS-Varianten der Sommererbsen überlegen. In Bezug auf die Kornerträge waren die Wintererbsen, außer der Drillsaatvariante 60 Körner/m², in allen Varianten den Sommererbsen überlegen. Die Abbildung 22 veranschaulicht den Korndrusch der einzelnen Varianten unter Praxisbedingungen.



Abbildung 22: Drusch der Versuchspartzen bei den Wintererbsen am 24.07.2013

(Quelle: Eigene Aufnahme)

5.1.8 Tausendkorngewichte und Korninhaltsstoffe der 8 Versuchsvarianten

Bei der anschließenden Verwertung der Körnererbsen spielen die Inhaltsstoffe eine entscheidende Rolle. Dazu wurden pro Variante insgesamt vier Proben entnommen und später im Labor der LLFG auf deren Inhaltsstoffe analysiert. Aber auch das Tausendkorngewicht tritt als entscheidendes Ertragskriterium in den Vordergrund. In Tabelle 20+21 sind die Ergebnisse der Tausendkorngewichte der Winter- und Sommerformen aufgelistet.

Tabelle 20: Darstellung der Tausendkornmasse der vier Varianten bei den Wintererbsen

Wintererbsen Varianten	Probe I	Probe II	Probe III	Probe IV	Mittelwert (Max/Min)	TKM in g
1 Drillsaat 60 Körner/m²	17,95	17,45	17,43	17,16	17,50 (17,95/17,16)	175
2 Drillsaat 80 Körner/m²	17,73	18,20	18,40	17,57	17,98 (18,40/17,57)	180
3 EKS 60 Körner/m²	17,46	17,40	17,88	17,51	17,56 (17,88/17,40)	176
4 EKS 80 Körner/m²	17,18	16,38	16,66	16,53	16,69 (17,18/16,38)	167

Die Wintererbsen hatten im Vergleich zu den Sommererbsen ein geringeres Tausendkorngewicht. Das höchste TKG erreichte Variante 2 (WE Drillsaat 80 Körner/m²) mit durchschnittlich 180 g bei den WE. Zwischen Variante 1 und 3 konnte kein wesentlicher Unterschied festgestellt werden. Das niedrigste TKG wurde in Variante 4 (WE EKS 80 Körner/m²) mit 167 g ermittelt.

Tabelle 21: Darstellung der Tausendkornmasse der vier Varianten bei den Sommererbsen

Sommererbsen Varianten	Probe I	Probe II	Probe III	Probe IV	Mittelwert (Max/Min)	TKM in g
5 Drillsaat 60 Körner/m²	21,08	20,76	20,82	20,34	20,75 (21,08/20,34)	208
6 Drillsaat 80 Körner/m²	20,48	20,22	20,23	20,26	20,30 (20,48/20,22)	203
7 EKS 60 Körner/m²	20,56	20,65	20,85	20,16	20,56 (20,85/20,16)	206
8 EKS 80 Körner/m²	20,75	20,18	20,51	20,22	20,42 (20,75/20,18)	204

Das TKG der Sommererbsen erreichte in Variante 5 (SE Drillsaat 60 Körner/m²) mit 208 g den höchsten Wert aller Sommererbsenvarianten. Beim Vergleich der Tausendkorngewichte besteht zwischen den Wintererbsen und den Sommererbsen eine Varianz von ca. 30 g. Innerhalb der beiden Parameter TKM in g und den Hülsen/m² konnte eine negative Korrelation von -0,865 zwischen allen acht Varianten erkannt werden. Diese Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant und beschreibt einen stark gegenläufigen, linearen Zusammenhang zwischen diesen Parametern. Die daraus abgeleitete signifikante Regressionsfunktion lautet: $y = -0,57x + 242,095$ mit einem Bestimmtheitsmaß von $r^2 = 0,748$. Das heißt mit jeder weiteren Hülse pro m² sinkt das TKG um 0,57g bzw. umso mehr Hülsen/m², desto geringer wird das Tausendkorngewicht des Ernteguts. Die Anzahl der Hülsen/m² können zu 74,8 % in Abhängigkeit zu dem TKG erklärt werden.

Anhand der nachfolgenden Tabellen 22+23 werden die Ergebnisse, der im Labor analysierten Korninhaltsstoffe (Stickstoff, Kalium, Phosphor, Magnesium) veranschaulicht. Diese beziehen sich in allen Varianten jeweils auf die Trockensubstanz der Ernteprodukte.

Tabelle 22: Darstellung der Korninhaltsstoffe (Mineralstoffgehalte) bei den Wintererbsen

Wintererbsen Varianten	TS in %	N total % TS (26 % RP in TM)	P % TS	K % TS	Mg % TS
<u>1. Drillsaat 60</u> <u>Körner/m²</u>	90	4,02	0,48	1,24	0,13
<u>2. Drillsaat 80</u> <u>Körner/m²</u>	89,9	<u>4,09</u>	0,50	1,27	<u>0,14</u>
<u>3. EKS 60</u> <u>Körner/m²</u>	89,9	4,02	0,50	1,27	0,13
<u>4. EKS 80</u> <u>Körner/m²</u>	90,2	3,99	<u>0,52</u>	<u>1,28</u>	0,13

Anhand der Ergebnisse in Tabelle 22 wird verdeutlicht, dass die Wintererbsen beim Korndrusch einen Restfeuchtegehalt von ca. 10 % aufweisen konnten und somit problemlos lagerfähig waren. Der Stickstoffgehalt im Korn war bei Variante 2 (WE Drillsaat 80 Körner/m²) mit 4,09 % am höchsten. Auch der Magnesiumgehalt war in dieser Variante mit 0,14 % höher als bei den restlichen drei Varianten. Die Gehalte an Phosphor (0,52 %) und Kalium

(1,28 %) waren jedoch in der vierten Variante (WE EKS 80 Körner/m²) allen anderen überlegen.

Tabelle 23: Darstellung der Korninhaltsstoffe (Mineralstoffgehalte) bei den Sommererbsen

Sommererbsen Varianten	TS in %	N total % TS (26 % RP in TM)	P % TS	K % TS	Mg % TS
<u>5 Drillsaat 60 Körner/m²</u>	88,2	3,49	0,34	1,12	0,13
<u>6 Drillsaat 80 Körner/m²</u>	88,0	3,50	<u>0,38</u>	<u>1,17</u>	0,13
<u>7 EKS 60 Kör- ner/m²</u>	88,5	<u>3,54</u>	0,37	1,15	0,13
<u>8 EKS 80 Kör- ner/m²</u>	88,5	3,46	0,36	1,13	0,13

Die Körner der Sommererbsen hatten beim Drusch eine Restfeuchte von ca. 12 % und waren demnach ebenfalls problemlos lagerfähig (vgl. Tabelle 23). Den höchsten Stickstoffgehalt bei den Sommerungen erreichte die Variante 7 (SE EKS 60 Körner/m²) mit 3,54 %. Die Phosphor- und Kaliumgehalte waren jeweils in Variante 6 (SE Drillsaat 80 Körner/m²) mit 0,38 % Phosphor und 1,17 % Kalium am höchsten. Lediglich die Magnesiumgehalte waren in allen Varianten mit 0,13 % gleichwertig.

5.2. Ökonomische Auswertung

Die Bewertung der insgesamt 8 Versuchsglieder soll anhand der Direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung (DAL) vorgenommen werden. Hierbei sollen die Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchspartzen ersichtlich werden.

Einen ganz wesentlichen Aspekt bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Körnererbseanbaues ist dem Vorfruchtwert dieser Körnerleguminose zuzuschreiben. Prinzipiell müssen zum einen die N-Einsparung zur Nachfrucht sowie die Einsparpotenziale durch eine geringere Bodenbearbeitungsintensität zur Folgefrucht berücksichtigt werden. Jedoch werden die erzielbaren Vorfruchtwerte in der Praxis häufig unterschätzt. Dabei gehen die positiven Effekte weit über die oben genannten Faktoren hinaus. Zusätzlich können eine verbesserte Bodenstruktur, Infektionszyklen von Fruchtfolgekrankheiten (DTR, Halmbruch usw.) unterbrochen werden und Mehrerträge der Folgekultur von bis zu 15 dt/ha generiert werden [vgl. 30].

Nach RICHTER ist die DAL eine Kenngröße, die für Planungszwecke aber auch für die Auswertung von Produktionsverfahren im Ackerbau geeignet ist. Des Weiteren stellt diese Kennzahl, als Teilkostenrechnung eine relevante Größe dar, um die Wettbewerbsfähigkeit einzelner Produktionsverfahren im Ackerbau zu analysieren bzw. miteinander zu vergleichen. Bei der Berechnung dieser Kenngröße werden betriebsindividuelle Faktoren wie z.B. Pacht, Abschreibungen von Gebäuden, Zahlungsansprüche und Zinsaufwendungen nicht in die Betrachtung einbezogen [vgl. 31].

Tabelle 24: Darstellung der Leistung, Direktkosten, Arbeitserledigungskosten und DAL der acht Varianten

<u>Variante-Nr.</u>	<u>Leistung in</u> <u>€/ha</u>	<u>Direktkosten</u> <u>in €/ha</u>	<u>Arbeitserledigungskosten</u> <u>in €/ha</u>	<u>DAL in €/ha</u>
1 WE Drill 60	1343,97	345,91	429,51	568,55
2 WE Drill 80	1464,45	347,12	429,51	687,82
3 WE EKS 60	1394,13	346,88	498,47	548,78
4 WE EKS 80	1343,97	346,38	498,47	499,12
5 SE Drill 60	1355,49	305,14	448,34	602,01
6 SE Drill 80	1453,17	306,12	448,34	698,71
7 SE EKS 60	1282,77	304,72	518,38	459,67
8 SE EKS 80	1297,65	304,87	518,38	474,40

Anhand der Tabelle 24 geht hervor, dass die Variante 2 mit 1464,45 €/ha die höchste Leistung aller Varianten erzielt hat. Die Leistung in €/ha setzt sich aus den Parametern Marktleistung und dem Vorfruchtwert der Körnererbse zusammen. Der Marktpreis wurde mit 24,00

€/dt kalkuliert. Dieser entspricht dem tatsächlichen betrieblichen Erlös der Körnererbsen zur Ernte im Juli 2013 in der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH. Dieser Wert wurde mit den entsprechenden Naturalerträgen der einzelnen Varianten verrechnet, um somit die Marktleistung der Varianten zu ermitteln. Der Vorfruchtwert der Leguminose wurde als direkte Leistung mit 238,77 €/ha kalkuliert. Dieser Wert setzt sich, wie in Tabelle 25 veranschaulicht, zusammen:

Tabelle 25: Berechnung der Vorfruchtwirkung der Körnererbse

Vorfruchtwirkungen	Körnererbse
N-Düngereinsparung zur Nachfrucht in kg/ha	28,93
N-Düngereinsparung zur Nachfrucht ¹⁾ in €/ha	27,48
Mehrertrag der Nachfrucht in dt/ha	15
Mehrertrag der Nachfrucht ¹⁾ WW in €/ha	175,97
Reduktion der Bodenbearbeitungskosten zur Nachfrucht ²⁾ in €/ha	35,32
<u>Summe: Vorfruchtwert der Körnererbse in €/ha</u>	<u>238,77</u>

¹⁾ Unter der Annahme eines Stickstoffpreises von 0,95 €/kg N und betriebsindividueller Preise für die Folgefrucht

²⁾ Berechnet auf der Grundlage der Betriebsdaten sowie des KTBL (2013)

(Quelle: geändert nach [32])

Es wurde für alle Varianten der gleiche Vorfruchtwert angenommen und dieser entsprechend zur Marktleistung aufaddiert, sodass die **Leistung in €/ha** als direkte Kennzahl errechnet werden konnte.

Der erste Kostenblock stellt die Direktkosten dar. Diese beinhalten die Kosten für Saatgut, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel, eventuelle Trocknungskosten, Lagerungskosten, Kosten für Versicherungen (Hagel) und den Zinsansatz Feldinventar. Die Saatgutkosten wurden für alle acht Varianten einheitlich mit 50 €/ha angesetzt. Bei der Kalkulation wurde das Saatgut der Winter- und Sommererbsen als Nachbau deklariert. Falls das Unternehmen den Wintererbsenanbau in den nächsten Jahren fortsetzen möchte, kann hier ebenfalls Nachbausaatgut eingesetzt werden, wie bei den Sommererbsen. Es wurde dabei die anfallende Lizenzgebühr für den eigenen Nachbau mit berücksichtigt bzw. mit einkalkuliert. Kosten für eine eventuelle Beizung sind nicht angefallen, da der Betrieb generell auf die Beizung im Körnererbsenanbau verzichtet. Der Einsatz von Düngemitteln beschränkt sich im Körnererbsenanbau im Wesentlichen auf die Versorgung mit Phosphor und Kalium. Im Agrarbetrieb Gröbitz erfolgt die Düngung nach dem jeweiligen Entzug der einzelnen Kulturen und nach vorheriger Bodenuntersuchung. So wurde auch auf dem Versuchsfeld „Pappelkurve“ eine Bodenuntersuchung vor der Aussaat der Wintererbsen am 14.09.2012 (vgl. Tabelle 8) durchgeführt. Die Düngungskosten beinhalten eine PK-Düngung, welche den größten Kostenfaktor darstellt und einer bzw. zwei Mikronährstoffgaben. Die Mikronährstoffdüngung erfolgte in flüssiger Form und wurde über die Pflanzenschutzspritze, in Kombination mit anderen Pflanzen-

schutzmitteln ausgebracht. Der Kostenfaktor Düngung ist bei den Wintererbsen um 7,14 € teurer, als bei den Sommererbsen. Die Ursache ist hierbei eine zweite Mikronährstoffgabe, die in Verbindung mit der nochmals späteren Fungizidmaßnahme appliziert wurde (vgl. Tabelle A-5). Die höheren Kosten für den Pflanzenschutzmitteleinsatz bei den Wintererbsen gegenüber den Sommerungen resultieren aus dem zweimaligen Fungizideinsatz. Dieser wurde aufgrund der höheren Anfälligkeit der WE gegenüber pilzlichen Erregern angewandt. Deshalb sind Mehrkosten von 28,62 € beim Pflanzenschutzmitteleinsatz in den WE, im Vergleich zu den Sommererbsen entstanden. Da das Erntegut beim Drusch eine Restfeuchte aufweisen konnte, die eine problemlose Lagerung ermöglichte, mussten die Körnererbsen nicht nachgetrocknet werden. Zudem wurden die Erbsen direkt nach dem Drusch auf entsprechende Lastkraftwagen verladen und dementsprechend zum vereinbarten Lagerhaus abtransportiert. Daher sind keine Trocknungs- und Lagerkosten dem Unternehmen entstanden. Die Hagelversicherung und der Zinsansatz Feldinventar wurden mittels Daten des KTBL kalkuliert. Die Hagelversicherung wurde mit 1 % von der Marktleistung angesetzt. Der Zinsansatz Feldinventar wurde mit 4 % bei den SE und mit 6 % bei den WE kalkuliert, weil diese länger auf dem Feld verbleiben. Aus all diesen Kostenstellen ergeben sich als Summe die Direktkosten. Beim Vergleich aller acht Varianten sind diese Kosten bei der Variante 2 (WE Drillsaat 80 Körner/m²) mit 347,12 € am höchsten (vgl. Tabelle 24). Werden die Direktkosten von der Leistung abgezogen, erhält man die **direktkostenfreie Leistung in €/ha**. Zur Veranschaulichung der DAL und der Marktleistung aller Varianten, dient Abbildung 23.

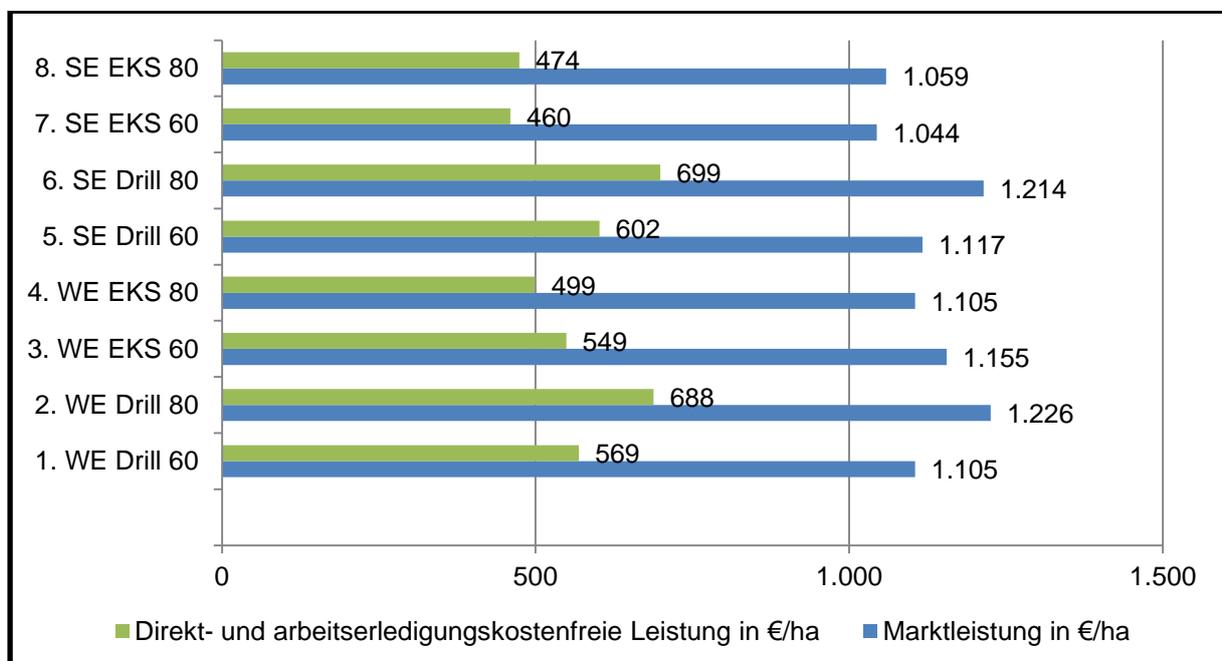


Abbildung 23: Darstellung der Direkt- und arbeitserledigungskostenfreien Leistung und Marktleistung der acht einzelnen Varianten

Zu den Arbeitserledigungskosten zählen die Maschinenkosten (feste, variable, Miete, Lohnunternehmer) und die Lohnkosten, die dem Produktionsprozess direkt zugeordnet sind [vgl. 31]. Die Kalkulation der Lohn- und Maschinenkosten wurde auf den Produktionsprozess der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH abgestimmt und mittels Daten des KTBL verrechnet. Der Lohnansatz für festangestellte Arbeitskräfte wurde mit 25 €/h kalkuliert und mit dem Faktor Akh/ha verrechnet. Hierbei wurden alle angefallenen Arbeiten auf dem Versuchsfeld in die Berechnung einbezogen. Dabei ist anzumerken, dass die Arbeitskraftstunden je nach Variante sehr unterschiedliche Werte aufweisen. Das liegt an der unterschiedlichen Intensität und des Maschineneinsatzes in Bezug auf die Variante. Daher sind bei den Einzelkornsaatvarianten höhere Arbeitskraftstunden durch die zweimalige Überfahrt bei der Aussaat entstanden, was letztendlich zu höheren Kosten führte. Der Fremdarbeitskräfteeinsatz wurde mit 15 € in die Berechnung einbezogen. Eventuelle Kosten für einen Lohnunternehmer bzw. für die Maschinenmiete sind im Unternehmen nicht entstanden. Die für die EKS benötigte Einzelkornsämaschine Väderstad „Tempo“ wurde von der Firma Väderstad dem Betrieb unentgeltlich zur freien Verfügung gestellt. Zur Kalkulation der festen und variablen Maschinenkosten wurden ebenfalls die entsprechenden Arbeitsgänge von der Bodenbearbeitung bis zum Mähdrusch der Körnererbse auf dem Versuchsfeld als Berechnungsgrundlage einbezogen. Diese fallen bedingt durch den Produktionsprozess bei den EKS-Varianten höher aus, als bei den Drillsaatvarianten. In Tabelle 24 wird ersichtlich, dass bei den Varianten 7+8 (SE EKS 60 + 80 Körner/m²) die höchsten Arbeitserledigungskosten von 518,38 €/ha entstanden sind. Abschließend werden von der **Leistung in €/ha** die Summe der **Direktkosten (€/ha)** und **Arbeitserledigungskosten (€/ha)** abgezogen. Das Resultat bildet die prozesskostenfreie Leistung (€/ha) bzw. nach DLG-Nomenklatur die DAL (Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung). Danach erreicht die Variante 6 (SE Drillsaat 80 Körner/m²) mit 698,71 €/ha (vgl. Tabelle 24) die höchste DAL aller Varianten und stellt aus betriebswirtschaftlicher Sichtweise das Optimum für das Unternehmen dar. Die DAL-Rechnung nach LÜTKE ENTRUP und SCHNEIDER 2003 (vgl. Tabelle A-10+A-11 im Anhang) verdeutlicht die Leistung der acht Versuchsvarianten und dient damit als Teilkostenrechnung. Zusammenfassend kann die DAL nach folgendem Berechnungsschema ermittelt werden:

$$\text{DAL} = (\text{Ertrag} * \text{Preis} + \text{Vorfruchtwert der Körnererbse}) - [(\text{Saatgutkosten} + \text{Dünger} + \text{Pflanzenschutz} + \text{Trocknung} + \text{Lagerung} + \text{Hagelversicherung} + \text{Zinsansatz Feldinventar}) + (\text{Personalaufwand (fremd)} + \text{Lohnkosten} + \text{Lohnunternehmer} + \text{Maschinenmiete} + \text{fixe Maschinenkosten} + \text{variable Maschinenkosten})]$$

6 Diskussion der Ergebnisse und Fazit

Vorwinterentwicklung der vier Varianten bei den Wintererbsen

DIEPENBROCK et. al. meinen, dass eine Aussaatstärke von 50 Pflanzen/m² bei Körnererbsen nicht unterschritten werden sollte. Da ansonsten mit einer Verunkrautung des lückigen Erbsenbestandes gerechnet werden muss. Zudem würden erhebliche Ernteerschwernisse, infolge der Verunkrautung des Bestandes auftreten [vgl. 33]. Deshalb wurden im Versuch die zwei Saatstärken 60 bzw. 80 Körner/m² gewählt, die unter Praxisbedingungen relevant sind bzw. in der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH und unter den dort vorherrschenden Standortbedingungen eine akzeptable Größe darstellen. BISCHOFF empfiehlt Saatstärken von 70-80 Körnern/m² auf mittleren Böden. Er verweist darauf, dass eine reduzierte Saatstärke von 60 Körnern/m² nur unter günstigen Anbaubedingungen, sowie mit einer entsprechend hohen Keimfähigkeit des Saatgutes zu empfehlen sei [vgl. 18]. Außerdem vertritt BISCHOFF zur Einzelkornsaat bei Körnerfuttererbsen folgende Meinung. Er betont eine exakte Tiefenablage und eine ebenso wirksame partielle Rückverfestigung unterhalb der abgelegten Saatkörner, was zu einem gleichmäßigen und recht schnellen Feldaufgang führen würde. Weitere Vorteile der EKS sieht er bezüglich der gleichmäßigen Längsverteilung der Pflanzen innerhalb der Reihe und die dadurch bedingt bessere Licht- bzw. Luftenwirkung auf die Einzelpflanze. Seiner Meinung nach erweisen sich technisch bedingte Reihenweiten von 25 cm bis 37,5 cm als praktisch. Jedoch würde sich die Standraumzumessung der Einzelpflanzen mit zunehmender Reihenweite verschlechtern [vgl. 34]. Anhand der unterschiedlichen Aussaatmethoden (Drillsaat/EKS) in Verbindung mit den zuvor angegebenen unterschiedlichen Saatstärken konnten bereits beim Feldaufgang Unterschiede festgestellt werden. Demzufolge waren wie in Tabelle 10 dargestellt, die Feldaufgangsraten bei beiden Einzelkornsaatvarianten der WE wesentlich besser, als bei beiden Drillsaatvarianten. Die Gründe hierfür liegen zum einen in der tieferen und exakteren Saatgutablage bei der Einzelkornsaat. Das bestätigt auch GABERLE (2013) in seinen Untersuchungen. Er empfiehlt bei großkörnigen Leguminosen den Einsatz von Einzelkornsämaschinen, weil durch die tiefere Saatgutablage eine verbesserte Frosttoleranz bei den Winterungen erkannt wurde. Des Weiteren begünstigt eine tiefere Saatgutablage ein rasches Auflaufen der Erbsenjungpflanzen. Das bringt vor allem der Erbse Vorteile, da sie bedingt durch die hypogäische Keimung und des hohen Keimwasserbedarfes, während der Keimphase, die tiefere Ablage positiv für sich zum Nutzen macht [vgl. 35]. Laut MAKOWSKI schützt eine tiefere Ablage des Saatkorns ebenfalls vor Taubenfraß [vgl. 36]. Außerdem konnte im Versuch nachgewiesen werden, dass bei der Drillsaat die angestrebte Aussaattiefe von 7 cm bei den Wintererbsen technisch bedingt nicht eingehalten werden konnte. Jedoch gab es bei der Einzelkornsaat auch einige Probleme hinsichtlich der Aussaat. So wurden bedingt durch die zweimalige Überfahrt, zur Erreichung einer Reihen-

weite von 37,5 cm, einige Drillreihen mit der Radspur der Einzelkornsämaschine sowie des Schleppers überrollt, was zu einem verzögertem Aufgang der Erbsenjungpflanzen in diesen Reihen führte (vgl. Abbildung 24). Die Ursachen lagen hier bei einer Verkrustung der Bodenoberfläche, welche die Jungpflanzen durchbrechen mussten. Dennoch erreichten die EKS-Varianten im Vergleich zur Drillsaat:

- bessere Feldaufgangsraten
- einheitlichere und höhere Pflanzenbestände
- homogenere Pflanzenbestände.



Abbildung 24: Verzögertes Auflaufen der Wintererbsen in den überrollten EKS-Reihen

(Quelle: Eigene Aufnahme)

Wie bereits im Ergebnisteil erläutert wurde, gab es bei der Sommererbseausaat Probleme hinsichtlich der exakten und spurgetreuen Fahrweise und führte damit z.T. zu etwas größeren Reihenweiten. Dennoch konnten, wie auch bei den Wintererbsen gleichmäßigere Feldaufgänge und der jeweils erwünschte Pflanzenbestand (60 bzw. 80 Körner/m²) mit der Einzelkornsämaschine erreicht werden.

Messung der Pfahlwurzel- und Hypokotyllängen an den Winter- und Sommererbsen

Eine exaktere Tiefenablage der Saatkörner bei der Einzelkornsaat kann an botanischen Pflanzenmerkmalen erkannt werden. So wurden im EC 12 bei den WE bzw. im EC16 bei den SE stichprobenartig Pflanzen aus den einzelnen Varianten entnommen und diese anhand botanischer Merkmale untersucht. Die tiefere Ablage der EKS-Varianten konnte nachweislich an den längeren Hypokotyllängen (Verbindungsstück zwischen dem Wurzelhals und den Keimblättern an einer Pflanze) bei den WE, aber auch bei den SE (vgl. Tabelle 12+13) festgestellt werden. Demnach waren die Hypokotyllängen bei allen EKS-Varianten im Durchschnitt ca. 2,5 cm länger, im Vergleich zu den Drillsaatvarianten. Dies gibt Rückschlüsse auf die exakte Tiefenführung, welche die Väderstad „Tempo“ leisten konnte. Bei der konventionellen Drillsaat mit der Väderstad „Spirit“ konnte trotz des erhöhten Schardruckes die Ablage der WE-Saatkörner auf 7 cm nicht eingehalten werden. Demzufolge traten erhebliche Schwankungen in der Aussaattiefe auf. Stellenweise konnten bereits in 3 cm Tiefe erste Saatkörner entdeckt werden. Nach BISCHOFF war eine tiefe Aussaat der WE auf 7 cm notwendig, weil dadurch ein wesentlicher Beitrag geleistet wurde, um die Auswinterungsverluste möglichst gering zu halten [37]. Bei der Sommererbsenaussaat wurde eine Saattiefe von 4 cm gewählt. Dennoch traten hier die gleichen Erscheinungen bezüglich der längeren Hypokotyllängen bei den EKS-Varianten auf. Des Weiteren konnte ein zusätzlicher positiver Effekt bei den EKS-Varianten erkannt werden. So konnte links und rechts neben der Saatreihe eine Dammbildung beobachtet werden (siehe Abbildung 25). Diese entstand durch die Druckrollen hinter dem Säaggregat der Väderstad „Tempo“. Die entstandenen Dämme sorgten für einen zusätzlichen Schutz der Jungpflanzen im Winter und begünstigten eine Anreicherung von Wasser in der Saatreihe, welches somit den Pflanzen direkt zur Verfügung stand.



Abbildung 25: Links EKS WE und rechts Drillsaat WE am 17.11.2012

(Quelle: Eigene Aufnahme)

Der Betriebsleiter KURT ENKE tendiert zu einer flacheren Aussaat bei Körnererbsen, weil nach seiner Meinung die Streckungsphase im Boden bis zum Durchbrechen des Sprosses an der Bodenoberfläche der Pflanze sehr viel Energie entziehen würde. Aus diesem Grund und aus den langjährigen Erfahrungswerten veranschlagt er die für ihn optimale Aussaattiefe der Körnererbsen bei 3-4 cm [vgl. 24]. Eine andere Auffassung vertritt AUFHAMMER. Er meint, dass es durch eine tiefere Saatgutablage zu Aufgangsverzögerungen kommen kann. Anderenfalls fördert die tiefere Ablage eine stärkere Bewurzelung der Pflanzen und bewirkt gerade in späteren Entwicklungsabschnitten eine kontinuierliche Wasserversorgung der Erbsenbestände [vgl. 38].

Die Messung der Pfahlwurzellängen ergab bei den EKS-Varianten der WE etwas kürzere Pfahlwurzeln, als bei den Drillsaatvarianten. Jedoch konnten diese Unterschiede bei den vier SE-Varianten nicht erkannt werden. Die etwas längeren Pfahlwurzeln an den WE-Pflanzen der Drillsaatvarianten könnten in Zusammenhang mit der etwas ungenaueren Ablagetiefe gebracht werden. Dadurch waren die Pflanzen bestrebt eine etwas längere Pfahlwurzel auszubilden. Außerdem wäre zu beachten, dass diese Längenmessung infolge des Versuches

nur in einem Jahr erfasst wurde. Um eine gesicherte Aussage diesbezüglich zu erhalten, müsste dieser Parameter in mehreren Versuchsjahren erfasst werden.

Auswinterungsverluste (Überwinterungsrate %) und Vegetationsverluste bei Winter- und Sommererbsen

Eine hohe Überwinterungsrate bei den Wintererbsen ist essentiell für eine optimale Bestandsdichte im Frühjahr und somit auch für eine hohe Ertragsfähigkeit verantwortlich. In der Tabelle 14 wird ersichtlich, dass die EKS-Varianten eine Überwinterungsrate von 93 % in Variante 3 (WE EKS 60 Körner/m²) und 97 % in Variante 4 (WE EKS 80 Körner/m²) erreichen konnten. Im Vergleich dazu lag die Überwinterungsrate in Variante 1 (WE Drillsaat 60 Körner/m²) bei 92 % und Variante 2 (WE Drillsaat 80 Körner/m²) konnte sogar 100 % aufweisen. Hieraus kann abgeleitet werden, dass bei verminderten Saatstärken (60 Körner/m²) die Pflanzenverluste über den Winter etwas höher waren als bei den üblichen Saatstärken mit 80 Körnern/m². GABERLE konnte bei seiner Versuchsauswertung sowohl bei der EKS 80 Körner/m², als auch bei der Drillsaat 80 Körner/m², eine Überwinterungsrate von 98 % bei der Winterkörnererbse James feststellen [vgl. 35]. Auch die TLL konnte im Erntejahr 2013 auf den 3 Versuchsstandorten in Dornburg, Friemar und Walbeck bei der Winterkörnererbse James (Drillsaat 80 Körner/m²), im Mittel der 3 Standorte sehr geringe bis geringe Auswinterungsverluste bestätigen [vgl. 39].

Bei der Beurteilung der Pflanzenverluste der WE im weiteren Vegetationsverlauf traten jedoch zusätzliche Verluste, infolge einer Krankheitsinfektion auf. Hier konnten durchschnittliche Verluste von min. 2,7 % bei Variante 1 bis max. 4,2 % bei Variante 2 erkannt werden. Die Ursache waren z.T. mit Falschen Mehltau (*Peronospora pisi*) infizierte Pflanzen, welche infolge des Befalls nicht mehr ertragsrelevant waren. Des Weiteren waren einige Pflanzen mit Fuß- und Welkekrankheiten befallen. Dabei handelte es sich hauptsächlich um eine Phomaart (*Phoma medicaginis* var. *pinodella*), die zu einer Wurzel- und Stengelbasisvermorschung führte, und schließlich zum Absterben der Wintererbsenpflanze verhalf [vgl.40]. Der Krankheitsdruck bei den Wintererbsen kann im Vergleich zu den Sommerungen als hoch eingeschätzt werden. Diese Aussage kann durch GUDDAT'S Ergebnisse bestätigt werden. Er konnte besonders bei der Sorte James ein verstärktes Auftreten von Grauschimmel (*Botrytis cinerea*), Falschem Mehltau (*Peronospora pisi*) sowie der Fuß- und Brennfleckenkrankheit (*Mycosphaella*) nachweisen [vgl. 39]. Ein Auftreten von Grauschimmel konnte im eigenen Versuch nach ergiebigen Niederschlägen Mitte Juni 2013 in dem Wintererbsenbestand im EC 67 erkannt werden. Um den Krankheitsverlauf zu stoppen, erfolgte dementsprechend eine Fungizidmaßnahme. Wie auch GUDDAT in seinem Versuchsbericht erläutert, kam es auch im eigenen Versuch nach der Schneeschmelze zu leichten Verbräunungen an

den Trieb- bzw. Blattspitzen, infolge langanhaltender Kälte und einer nicht geschlossenen Schneedecke, sodass einige Pflanzenteile aus dem Schnee ragten.

Die Vegetationsverluste bei den Sommerungen (vgl. Tabelle 16) sind dagegen nicht nennenswert. So konnte lediglich in Variante 5 (SE Drillsaat 60 Körner/m²) ein Verlust von 0,7 % verzeichnet werden. Dieser entstand bedingt durch das Abfressen eines Hasen.

Erfassung der Anzahl an Trieben pro Pflanze (Basale Verzweigungen)

Die Wintererbsen sind in der Lage neben dem Haupttrieb mehrere basale Verzweigungen an der Einzelpflanze zu bilden (vgl. Abbildung 26).



Abbildung 26: Verzweigte Wintererbsenpflanze am 28.04.2013 im EC 26

(Quelle: Eigene Aufnahme)

Bei der Untersuchung der Einzelpflanzen konnten im Durchschnitt 2-3 Triebe an einer Pflanze gezählt werden. Das Maximum lag bei 5 Trieben pro Pflanze. Beim Vergleich der vier WE-Varianten konnten die meisten Verzweigungen bei der Drillsaat 80 Körner/m²-Variante gezählt werden. Die geringste Anzahl wurde bei der EKS 80 Körner/m² -Variante ermittelt. Der Grund dafür könnte eine zu enge Standraumverteilung der Pflanzen innerhalb der Reihe

gewesen sein. Dadurch stellte die Konkurrenz der Pflanzen untereinander ein zu großes Potenzial dar, was die Seitentriebbildung folglich hemmte. URBATZKA bestätigt ebenfalls ein Verzweigungspotenzial bei Wintererbsen. In seinen Untersuchungen verglich er sieben Wintererbsengenotypen im Vergleich zu Sommererbsen in Rein- und Gemengesaat unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus. Er stellte fest, dass die halbblattlosen Wintererbsen, wozu auch die Sorte James gehört, immer eine signifikant geringere Anzahl an basalen Verzweigungen im Vergleich zu normalblättrigen Wintererbsen (z.B. EFB 33) in Reinsaat bildeten. Des Weiteren konnte er an der Sommerkörnererbse Santana keine basalen Verzweigungen bestätigen, sondern nur einen ertragsbildenden Haupttrieb [vgl. 41]. Die eigenen Ergebnisse verdeutlichen ebenso ein Ausbleiben von Verzweigungen bei den Sommererbsen (vgl. Tabelle 18). Aus diesem Sachverhalt kann folgende Schlussfolgerung gezogen werden. Die stärkere Verzweigung bei den Winterungen, fiel im Vergleich zu den Sommerungen deutlich höher aus. Da sich an diesen zusätzlichen Trieben sowohl Blüten als auch Hülsen bildeten, konnte mit einem höheren Ertrag der Wintererbsen gerechnet werden.

Ertragskomponenten

Das Hülsenbildungspotenzial war bei den Wintererbsen wesentlich höher ausgeprägt, als bei den Sommerungen (vgl. Abbildung 19). Demnach wurden in allen WE-Varianten im Durchschnitt 474 Hülsen/m² mehr gebildet, als bei den Sommererbsen. Nach DIEPENBROCK'S Aussage wird die Anzahl an Hülsen pro Pflanze von der Zahl der hülsentragenden Triebe und der durchschnittlichen Hülsenzahl pro Nodium (Knoten) bestimmt [vgl. 42]. Zudem ist der Hülsenansatz an den unteren Nodien der Pflanze mit durchschnittlich 2 Hülsen höher, als an den oberen, bei denen i.d.R. nur 1 Hülse gebildet wird. Wobei an den spät angelegten Blütenständen alle Blüten abgeworfen werden, meint AUFHAMMER. Die Hülsenzahl variiert je Pflanze aufwuchs- und sortenbedingt etwa zwischen 2 und 12 Hülsen pro Pflanze [vgl. 38]. Diese Erkenntnis konnte auch im eigenen Versuch bestätigt werden. So konnten bei den Wintererbsen relativ viele kleine Hülsen am oberen Pflanzenende erkannt werden. In diesen entwickelte sich häufig nur 1 Erbsenkorn vollständig aus. Infolge von langanhaltenden Regenperioden während der Wintererbsenblüte und einem anschließenden hohen Krankheitsbefallsdruck wurden zahlreiche Blüten abgeworfen. Der Blühbeginn der Wintererbsen war der 16.05.2013 und die Hauptblüte konnte am 22.05.2013 vermerkt werden. Im Gegensatz dazu konnte der Blühbeginn bei den Sommererbsen ca. einen Monat später, am 15.06.2013 verzeichnet werden. In den geschlossenen Erbsenbeständen konnten vereinzelt Grüne Erbsenblattläuse (*Acyrtosiphon pisum*) und auch einige Sandkäfer erkannt werden. Eine Bekämpfung der Erbsenblattläuse erfolgte jedoch nicht, da die wirtschaftliche Schadensschwelle nicht erreicht wurde. In dem Anbaujahr 2013 konnte auch kein Zuflug des Erbsenwicklers

(*Enarmonia nigricana* Fab.) beobachtet werden. Zudem konnten auch Marienkäfer als potenzielle Nützlinge erkannt werden. Beim erfassten Parameter Kornertrag in g/m² spiegeln sich die gleichen Zusammenhänge, wie bereits bei der Anzahl an Hülsen/m² wider. Das heißt infolge der höheren Anzahl an Hülsen/m² war bei den WE somit auch der Kornertrag in g/m² etwas höher, als bei den SE. Eine Ausnahme bildete die Drillsaat 80 Körner-Variante (vgl. Abbildung 20). In dieser Variante waren die Parzellenerträge der Sommererbsen den WE etwas überlegen. Aus der Gesamtbetrachtung heraus kann gesagt werden, dass die Sommererbsen den Kornertrag in Relation zu den Winterungen hauptsächlich über das höhere TKG wieder kompensiert haben. Deshalb sind die Varianzen in den Kornerträgen(g/m²) nicht ganz so hoch ausgefallen.

Zur erfassten Kornzahl pro Hülse kann folgende Schlussfolgerung gezogen werden. Die Sommererbsen konnten im Mittel der Werte 1 Korn je Hülse mehr ausbilden, als die Wintererbsen (vgl. Tabelle 19). Im Durchschnitt aller Werte bildeten die Wintererbsen ca. 3-4 Körner pro Hülse und die Sommererbsen ca. 4-5 Körner je Hülse aus. AUFHAMMER verweist auf durchschnittlich 5 Körner je Hülse. Er meint, dass ein umso größerer Teil an Blüten und kleineren Hülsen im Verlaufe von Reduktionsprozessen abgeworfen werden, je länger der Blühzeitraum aufgrund ständiger Neubildung von Blüten und je ungünstiger die Bedingungen für den Hülsenansatz und die Kornausbildung sind [vgl. 38]. Diese wissenschaftlichen Erkenntnisse bestätigen die eigenen Praxiserfahrungen, die in diesem Feldversuch erkannt wurden.

Im weiteren Entwicklungsverlauf folgen Prozesse, die das Kornertragspotenzial reduzieren. Zu diesen gehören der Blütenabwurf, der Abwurf kleiner Hülsen, die Reduktion von Kornanlagen in den Hülsen und eine unvollständige Kornausbildung. Letztendlich muss auch der Kornausfall aus platzenden Hülsen mit einkalkuliert werden, dessen Ausmaß sehr stark von der eingesetzten Erntetechnik abhängig ist [vgl. 38].

Kornertrag der 8 Versuchsvarianten

Infolge unterschiedlichen Abreifeverhaltens zwischen den Winter- und Sommererbsen erfolgte der Wintererbsendrusch vier Tage vor dem Sommererbsendrusch. Dabei wurde bei den Wintererbsen ein Restfeuchtegehalt von ca. 9 % ermittelt. Dies garantierte eine problemlose Lagerung des Ernteguts und eventuelle Trocknungskosten fielen somit nicht an. Aufgrund von zeitlichen aber auch personellen betrieblichen Umständen wurde pro Variante nur ein Ernteergebnis zur Auswertung des Feldversuches verwendet. Zusätzlich sollte angemerkt werden, dass die im Betrieb vorhandene Waage eine Genauigkeit von +/-20 kg aufweist und somit eventuelle Differenzen nicht ersichtlich werden. In jeder Variante wurden ca. 0,5 ha gedroschen und mit der Erntemenge dieser Fläche verrechnet.

Die eigenen Kornerträge der einzelnen Varianten sollen mit den Effekten bzw. vereinzelt Wirkungen vergleichbarer Prüfglieder der Ernteerträge von den Parzellenversuchen an der Hochschule Anhalt im Erntejahr 2013 verglichen werden. Jedoch sollte bemerkt werden, dass kein direkter Vergleich zwischen den Ernteergebnissen des Praxisversuches mit Großparzellen und den Kleinparzellen vorgenommen werden kann. Die Gründe sind zum einen die vorhandenen Randeffekte, welche bei den Kleinparzellen auftreten. Zumal die Erträge der Großparzellen zwangsläufig geringer ausfallen. Die Parzellenversuche der Hochschule Anhalt beinhalten eine Erntefläche von 1,375 × 8 m. Die eingesetzten Sorten waren ebenfalls die Sorte James als Winterung und die Sorte Rocket als Sommerform. Der Versuch beinhaltet pro Sorte drei Varianten mit einer einheitlichen Saatstärke von 80 Körnern/m² und einer konventionellen Drillsaat. Bei Variante 1 erfolgte eine Beimpfung des Saatguts mit einem Bakterienpräparat. Auf eine N-Düngung wurde in Variante 1 verzichtet. Die Varianten 2 + 3 waren ohne das Bakterienpräparat versehen, jedoch erfolgte eine N-Gabe in Höhe von 40 kg. Bei Variante 2 erfolgte die N-Gabe vor der Blüte und bei Variante 3 entsprechend zur Blüte. Dieser Versuchsaufbau gilt sowohl für die Sommerkörnererbse Rocket, als auch für die Winterkörnererbse James. Jede Variante wurde mittels vier Wiederholungen abgesichert und daraus ein Durchschnittswert gebildet. Der Vergleich zwischen Sommer- und Wintersorten von Erbsen wurde an der Hochschule Anhalt in den Versuchsjahren 2011/12 sowie 2012/13 durchgeführt. Durch die zusätzlichen N-Gaben bzw. die Beimpfung des Saatguts bei den Parzellenversuchen der Hochschule Anhalt können eventuelle Wirkungen vergleichbarer Prüfglieder nicht direkt mit den eigenen Ergebnissen verglichen werden. Denn im eigenen Versuch wurde das Saatgut nicht beimpft und eine zusätzliche N-Gabe kam aus ökonomischen Gründen nicht in Betracht. Die Parzellenerträge der Variante 1 (Beimpfung + ohne N) erreichten im Mittel der zwei Versuchsjahre 59,3 dt/ha (86 % TS im Korn) bei der Sorte Rocket. Die Winterform James generierte einen wesentlich geringeren Ertrag mit 49,7 dt/ha (86 % TS im Korn) unter gleichen Versuchsbedingungen innerhalb der zwei Jahre [43].

Laut GABERLE waren die Wintererbsenerträge im Mittel zweier Versuchsjahre (2011/12 und 2012/13) mit 43,4 dt/ha den Sommererbsenerträgen (34,7 dt/ha) deutlich überlegen. Er weist auf einen Ertragsvorteil der Einzelkornsaat gegenüber der Drillsaat. Dieser ist bei den Winterformen wesentlich deutlicher ausgeprägt als bei den Sommerformen. Seine Untersuchungen zur Produktionstechnik in Ackerbohnen und Erbsen erfolgten jedoch bezogen auf den ökologischen Landbau. Diese Ergebnisse wurden auf den Ökoflächen der LLFG in Bernburg/Strenzfeld ermittelt [vgl. 35]. Trotz der guten Auflaufbedingungen bei allen EKS-Varianten, konnten keine höheren Erträge bei diesen Varianten verzeichnet werden. Offensichtlich hat sich durch die sehr enge Standraumaufteilung der Pflanzen innerhalb der Reihen, eine zu starke Konkurrenz zwischen den einzelnen Erbsenpflanzen herausgebildet. Diese Erscheinung führte folglich zu etwas geringeren Erträgen im Vergleich zur Drillsaat.

Tausendkorngewichte und Korninhaltsstoffe der 8 Versuchsvarianten

Nach den Angaben von DIEPENBROCK et al. (1999) schwankt das TKG bei Körnererbsen zwischen 100 und 500 g. Des Weiteren ist das TKG sortenspezifisch festgelegt und weist bei den meisten Sorten einen mittleren Wert um 250 g auf [vgl. 42]. Die eigenen Versuchsergebnisse bestätigen ein geringeres TKG der Wintererbsen gegenüber den Sommererbsen. Sodass eine Varianz von ca. 30 g zwischen Winter- und Sommerform festgestellt wurde. GUDDAT (2014) konnte ein TKM von 196 g bei 86 % TS im Korn bei der Sorte James im Erntejahr 2013 feststellen. Dieser Wert setzt sich als Mittelwert zweier Versuchsstandorte (Dornburg + Friemar) der TLL in Thüringen zusammen [vgl. 39]. Beim Vergleich der Hochschulergebnisse konnten bei der Sorte Rocket aufgrund der höheren Erträge auch höhere TKG-Werte analysiert werden. Der Durchschnitt lag bei 227 g. Die Wintererbsen erreichten im Durchschnitt aller drei Varianten ein TKG von ca. 207 g. Demzufolge kann gesagt werden, dass hierbei ein Unterschied von 20 g entstanden ist. Daher sind die höheren TKG-Werte der Hochschule mit einem höheren Ertrag im Erntejahr 2013 begründet [vgl. 43]. Die LLFG hat in Kooperation mit der TLL ähnliche TKG-Werte im Vergleich zu den eigenen Ergebnissen im Erntejahr 2013 bei der Sorte James feststellen können. Über die drei Standorte Dornburg, Friemar und Walbeck wurde ein TKM von 176 g angegeben [44].

Durch die kulturartbedingte hohe Akkumulation an Nährstoffmengen während der vegetativen und generativen Entwicklungsphase der Körnererbsen, sind in der Kornmasse relativ hohe Nährstoffgehalte wiederzufinden. So sind die hohen Gehalte an Phosphor und Kalium im Korn wesentlich höher als bei den Getreidearten, meint AUFHAMMER [vgl. 38]. Die in den Tabellen 22+23 dargestellten Korninhaltsstoffe der Körnererbsen spiegeln die Aussage des Autors wider. Jedoch gab es bezogen auf die Nährstoffgehalte im Korn Unterschiede zwischen den Winter- und Sommerungen. Diesbezüglich wiesen die Wintererbsen etwas höhere Gehalte an Stickstoff, Phosphor und Kalium im Korn auf. Beim Vergleich der eigenen Werte mit den Richtwerten der LLFG wurden annähernd gleiche Nährstoffgehalte im Korn festgestellt [vgl. 45]. Etwas größere Abweichungen wurden wie schon bereits erwähnt besonders bei den Wintererbsen ersichtlich. Diesen Unterschied in den Nährstoffgehalten bestätigt auch AUFHAMMER (1998). Er verweist auf erhebliche Schwankungen innerhalb der Art bzw. zwischen den Arten und in Abhängigkeit von den Aufwuchsbedingungen. Aber auch ein Unterschied zwischen den Sorten und dem vorhandenen Nährstoffangebot seien realistisch [vgl. 38]. In diesem Falle könnten die Ursachen der leicht erhöhten Nährstoffgehalte der Sorte James gegenüber der Sorte Rocket sortenbedingt sein. Jedoch sind die anderen genannten Ursachen nicht gänzlich abzuweisen und könnten ebenso die Ursache für dieses Phänomen darstellen.

Ökonomische Auswertung

Um die acht Versuchsvarianten untereinander ökonomisch zu vergleichen bzw. bewerten zu können, wurde die DAL-Rechnung (Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung) angewandt. Dabei wurden betriebliche Daten, aber auch Daten aus dem KTBL „Betriebsplanung Landwirtschaft 2012/13“ als Berechnungsgrundlage verwendet. Die eigenen Ergebnisse sollen mit den Ergebnissen des Produktionsverfahrens Körnererbsen, anhand der prozesskostenfreien Leistung ausgewählter Testbetriebe Sachsen-Anhalts verglichen werden. Die Datengrundlage bzw. die Auswertung der Betriebe erfolgte durch die LLFG Sachsen-Anhalt. Da in Sachsen-Anhalt unterschiedliche Standortbedingungen hinsichtlich der Bodengüte vorzufinden sind, erfolgte eine Gruppeneinteilung in Abhängigkeit von der Ackerzahl in den jeweiligen Betrieben. Die Tabelle A-9 veranschaulicht die Ergebnisse des Körnererbsenanbaus im Erntejahr 2013 verschiedener Testbetriebe in Sachsen-Anhalt. Dort erfolgte wie bereits erwähnt eine Einteilung der Betriebe in Gruppen mit einer Ackerzahl <35, Betrieben mit Ackerzahlen zwischen 35 und 65 und Betrieben mit einer durchschnittlichen Ackerzahl >65 [46].

Die relativ hohen Erträge der acht verschiedenen Varianten ergeben in Verbindung mit dem Marktpreis von 24 €/dt eine überdurchschnittlich hohe Marktleistung. Hierbei erreichten alle Varianten Werte über 1000 €/ha. Aus der Sichtweise der Betriebsphilosophie von KURT ENKE müssen den Leguminosen die Vorfruchteffekte am höchsten angerechnet werden. Denn diese sind in vielerlei Hinsicht unbezahlbar und lassen sich bis zur zweiten Nachfrucht nach Körnererbsen wiederfinden. Deshalb wurde in der eigenen Berechnung der Vorfruchtwert der Leguminose einheitlich mit 238,77 €/ha veranschlagt und zusätzlich zur Marktleistung aufaddiert. In der DAL der Testbetriebe Sachsen-Anhalts wurde der Vorfruchtwert der Leguminose nicht mit einbezogen. Schließlich fällt die Marktleistung auch geringer aus, als in der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH. Zumal die hohen Leistungen aber auch durch die hohen Ernteerträge in den einzelnen Varianten bedingt sind. Den höchsten Kornertrag erzielte die Variante 2 (WE Drillsaat 80 Körner/m²) mit 51,07 dt/ha. Demzufolge erreichte diese Variante auch die höchste Leistung mit 1464,45 €/ha im Vergleich aller Varianten.

Analysiert man die Direktkosten, dann sind in der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH höhere Kosten im Bereich der Düngung und des Pflanzenschutzes entstanden. Diese Tatsache muss mit der höheren Intensität des Pflanzenbaues in dem Unternehmen begründet werden. Denn alle Pflanzenschutzmaßnahmen verliefen auf einem hohen Niveau. Die Auswahl an Pflanzenschutzmitteln erfolgte nicht unbedingt nach dem Kostenfaktor, d. h. es wurden nicht die günstigsten Mittel eingesetzt, sondern nach Erfahrungswerten und einer optimalen Wirkungsweise. Auch bei der Grundnährstoffversorgung wurden durch den Einsatz eines Spezialdüngemittels, die Versorgungsstufen mit Kalium und Phosphor im Boden auf einem hohen

Niveau gehalten, sodass auch die Folgekulturen davon profitieren können. Die Saatgutkosten waren etwas niedriger, im Vergleich zu den Ergebnissen der Testbetriebe Sachsen-Anhalts. Es wäre zu erwähnen, dass es Unterschiede beim Pflanzenschutz- und Düngemittleinsatz innerhalb der acht Varianten, zwischen den Winterungen und den Sommerungen gibt. So war der Pflanzenschutz- und Düngemittleinsatz bei den Wintererbsen etwas höher, als bei den Sommerungen, was auch die höheren Kosten verursachte. Bezüglich der Hagelversicherung und des Zinsansatzes waren die Unterschiede nicht nennenswert. Infolge all dieser Gründe sind bei den Wintererbsen etwas höhere Direktkosten im Vergleich zur Sommererbse entstanden. Der Kostenunterschied beläuft sich auf ca. 42 €/ha zwischen den Varianten 1-4 und 5-8. Die bereits erwähnte höhere Intensität spiegelt sich auch im Vergleich zur LLFG wider, denn hier ergab sich im Durchschnitt aller Betriebe ein Mittelwert von 289,67 €/ha bei den Direktkosten.

Bei den Arbeitserledigungskosten gibt es Unterschiede beim Lohnansatz sowie den festen und variablen Maschinenkosten zwischen den Drillsaat- und den Einzelkornsaatvarianten. Diese treten sowohl bei den Winter-, als auch bei den Sommerformen auf. Dadurch verursachten die EKS-Varianten höhere Kosten, infolge höherer Maschinen- und Verfahrenskosten, welche hauptsächlich bei der Aussaat entstanden sind. Der Blickpunkt sei hier nochmal der doppelten Überfahrt zu widmen. Auch die Arbeitskraftstunden pro Hektar sind bei den EKS-Varianten demzufolge höher kalkuliert. Im Vergleich zur LLFG sind insbesondere die festen Maschinenkosten, z.T. aber auch die variablen Maschinenkosten im eigenen Beispiel wesentlich höher ausgefallen. Das liegt zum einen an der kostenintensiveren Einzelkornsaat und der kostenintensiven Bodenbearbeitung des Schlages im Herbst 2012, bedingt durch eine extreme Mäusepopulation. Die erhöhte Intensität im Bereich des Pflanzenschutzes trägt ebenso zur Erhöhung der Maschinenkosten bei. Der Lohnansatz wurde mit 25 €/h in der eigenen Kalkulation bewertet. Dadurch ergeben sich in der eigenen DAL höhere Lohnkosten, als bei den Testbetrieben in Sachsen-Anhalt.

Letztendlich erreichte die Variante 6 (SE Drillsaat 80 Körner/m²) die höchste DAL mit **698,71 €/ha** im Vergleich aller acht Varianten. Diese war jedoch dicht gefolgt von Variante 2 (WE Drillsaat 80 Körner/m²) mit **687,82 €/ha**. Vergleicht man alle vier Drillsaatvarianten miteinander, dann waren in beiden Fällen (60 bzw. 80 Körner/m²) die Sommererbsen den Wintererbsen ökonomisch überlegen. Bei den Einzelkornsaatvarianten waren in beiden Fällen die Wintererbsen den Sommererbsen betriebswirtschaftlich überlegen. Der Unterschied zwischen Variante 3 und 7 lag bei ca. 89 €/ha. Eine Begründung dazu kann am jeweils höheren Ertrag bei den EKS-Varianten der WE im Vergleich zu den EKS-Varianten bei den SE gefunden werden. Beim Vergleich der DAL aller acht Varianten mit der Auswertung aller Betriebe der LLFG zur Körnererbsenernte 2013 ergeben sich Unterschiede von ca. 269 €/ha Minimum (Variante 8) bzw. 494 €/ha Maximum (Variante 6).

Der Anbau und die Produktionstechnik im Körnererbsenanbau stellen hohe Anforderungen an die Verwirklichung in den einzelnen Betrieben. Der bereits im Herbst 2012 angelegte Feldversuch in der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH gibt Anreize für die Verbesserung der Produktionstechnik im Körnererbsenanbau. Zugleich sollen damit dem Unternehmen Ansätze zur Erweiterung der Kulturartenvielfalt, wie in diesem Fall der Winterkörnererbse, als Anbaualternative nahe gebracht werden. Zugleich stellt der Anbau von Winterungen ebenso ein Risiko dar. Deshalb sollte die Sommererbse als eine sichere Kultur im Betrieb bestehen bleiben. Sie stellt dazu in Bezug auf die Winterungen ein optimales Instrument zur Risikodiversifizierung dar.

Aus dem groß angelegten Feldversuch und den ermittelten Ergebnissen können letztlich folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Es konnten keine wesentlichen Ertragsunterschiede zwischen den Winter- und Sommerformen der Körnererbse anhand des Feldversuches erkannt werden. Die Ertragsunterschiede zwischen den Drillsaatvarianten der WE und SE beliefen sich auf ca. 0,5 dt/ha. Bei der EKS verzeichneten die WE einen leichten Ertragsvorteil von 4,6 dt/ha bei einer Aussaatstärke von 60 Körnern/m² sowie knapp 2 dt/ha bei den 80 Körner-Varianten.
- Es entstanden Ertragsunterschiede bezogen auf das Aussaatverfahren bei der Winter- und Sommerform der Körnererbse. Die Wintererbse erreichte bei reduzierter Saatstärke (60 Kö/m²) durch die EKS einen etwas höheren Ertrag im Vergleich zur Drillsaat. Bei der erhöhten Saatstärke (80 Kö/m²) war jedoch die Drillsaat überlegen. Die Sommererbse lieferte dagegen mit der Drillsaat einen höheren Ertrag bei reduzierter Saatstärke (60 Kö/m²). Bei erhöhter Saatstärke (80 Kö/m²) war ebenfalls die Drillsaat deutlich überlegen
- Eine Aussaatstärke von 80 Körnern/m² ist bei der EKS nicht zu empfehlen, da sich die enge Standraumaufteilung der Einzelpflanzen hier negativ auf das Ertragspotenzial auswirkt. So bringt eine Saatmengenreduzierung (60 Körner/m²) bei der EKS im Durchschnitt höhere Erträge, weil die Pflanzen umso weniger in der Reihe miteinander konkurrieren. Deshalb war bei der EKS die Variante 3 (WE EKS 60 Körner/m²) ertraglich besser, als die 80 Körner-Varianten. Eine Ausnahme bildete hier lediglich die Variante 7 (SE EKS 60 Körner/m²), mit etwas geringeren Erträgen. Bei dieser Variante konnte der Ertragsvorteil einer Saatmengenreduzierung nicht erkannt werden. Obwohl in diesem Fall auch andere Ursachen von Bedeutung sein könnten.

- Bei der konventionellen Drillsaat sind erhöhte Saatstärken von 80 Körnern/m² für die Etablierung eines geschlossenen Bestandes und für einen gesicherten Ertragsaufbau notwendig und zugleich empfehlenswert.
- Die Drillsaat überzeugt in ihrer Flächenleistung und in der Standraumverteilung der Einzelpflanzen. Im Vergleich dazu stellt die Reihenweite von 37,5 cm bei der EKS **kein** Optimum zur Etablierung eines geschlossenen Erbsenbestandes dar. Aufgrund der zu großen Reihenweiten ist diese als eher impraktikabel zu sehen. Demzufolge wären Reihenweiten ab 25 cm wesentlich besser geeignet.
- Die Einzelkornsaat bei Körnererbsen verhilft zu gleichmäßigeren Aufgangsraten und somit zu homogeneren Beständen und verspricht ein sicheres Erreichen an Pflanzen/m². Jedoch ist ein Aufruf an die Landtechnikindustrie von Nöten, da die bereits auf dem Markt erhältlichen EKS-Maschinen z.T. ungünstige Reihenweiten für den Anbau dieser Kultur aufweisen. Folglich muss beim Einsatz solcher Maschinen eine doppelte Überfahrt einkalkuliert werden, um einigermaßen verträgliche Reihenweiten zu erzeugen. Dies erfordert ein spurgetreues Fahren, welches nur mit modernster GPS-Technik realisiert werden kann.
- Eine bessere Alternative wäre der Einsatz der im Betrieb vorhandenen Einzelkornsämaschine „Rau Unicorn Syncro“, mit der bereits die Rüben und auch Winteraps im Einzelkornsaatverfahren erfolgreich angebaut werden. Mit ihren 45er Reihenabständen könnte bei einer doppelten Überfahrt ein Endabstand von 22,5 cm erreicht werden. Jedoch gibt es laut Hersteller keine passenden Lochscheiben, die für die Aussaat von Körnererbsen geeignet wären.
- Die Auswinterungsverluste der WE konnten **nicht** von der Aussaatstärke bzw. Aussaattechnik abhängig gemacht werden. Die Verluste entstanden daher zufällig bzw. in Abhängigkeit von der Schneeeauflage im Winter.
- Aus ackerbaulicher Sichtweise stellt der Anbau von Wintererbsen keine langfristige Alternative für das Unternehmen dar, weil keine entscheidungsrelevanten Mehrerträge mit dieser Kultur erzielt wurden. Außerdem stellt die hohe Krankheitsanfälligkeit und die Gefahr einer Auswinterung bei dieser Kultur ein zu großes Anbaurisiko für das Unternehmen dar.

- Bei der Einzelkornsaat fallen höhere Arbeitserledigungskosten von ca. 70 €/ha im Vergleich zur im Betrieb üblichen Drillsaat an. Nachteilig wäre damit auch die geringere Flächenleistung bei der EKS in ha/h zu sehen.
- Das Nachfüllen des Saattanks gestaltet sich bei der Drillmaschine „Spirit“ sehr einfach und kann problemlos mit einem Überladewagen erledigt werden. Ein weiterer positiver Aspekt bezieht sich auf den großen Saattank, mit einem Tankvolumen von 3900 l. Bei der Einzelkornsämaschine „Tempo“ ist für den Nachfüllvorgang etwas mehr Zeit einzuplanen, da hierbei kein Überladewagen eingesetzt werden kann. Ein weiterer Nachteil sind die geringen Behältergrößen für das Saatgut, sodass ein Nachfüllen in geringeren Zeitabständen erfolgen muss.
- Hinsichtlich des Ertrages stellt die Variante 2 (WE Drillsaat 80 Körner/m²) das Optimum für den Betrieb dar, welches sich anhand dieses groß angelegten Feldversuches herauskristallisiert hat. Wird der Blickpunkt jedoch auf die ökonomischen Aspekte gerichtet, wäre die Variante 6 (SE Drillsaat 80 Körner/m²) für das Unternehmen, als eine Art richtungsweisende Empfehlung für die nächsten Anbaujahre sinnvoll.
- Das Anbauverfahren Sommererbsen Drillsaat 80 Körner/m² stellt aus anbautechnischer und betriebswirtschaftlicher Sichtweise die günstigste Alternative für das Unternehmen dar.

Dennoch müssen derartige Prognosen bzw. Anbauempfehlungen mit Vorsicht behandelt werden. Denn jedes Vegetationsjahr bringt witterungsbedingt einige Besonderheiten mit sich und somit müssen situationsbedingte und kurzfristige Entscheidungen einkalkuliert werden. Die vorliegenden Ergebnisse dieser Arbeit wurden lediglich in einem Vegetationsjahr erfasst. Um dem Unternehmen richtungs- bzw. zukunftsorientierte Anbaustrategien im Körnererbsenanbau anzubieten, bedarf es weiterer Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet. Diese müssen sich hinsichtlich der Aussaattechnik sowie in Verbindung mit der Fragestellung nach der optimalen Aussaatstärke im Körnererbsenanbau beschäftigen. Aber auch der kulturspezifische Aspekt sollte nicht außer Acht gelassen werden. Demnach könnte die Wintererbse nach weiterer züchterischer Bearbeitung in geraumer Zukunft ihr Ertragspotenzial im Vergleich zu den Sommerformen unter Beweis stellen. Dann hat das Unternehmen eine weitere Alternative zur Ertragsoptimierung im Körnererbsenanbau und kann neben der optimalen Produktionstechnik zusätzlich zwischen vielversprechenden Winter- und Sommerformen entscheiden.

7 Vereinfachte Kalkulation zur Rentabilität des Körnererbsenanbaus im Vergleich zu anderen Marktfrüchten bezogen auf das Unternehmen

In der nachfolgenden Tabelle 26 sind verschiedene übliche Fruchtfolgerotationen des Unternehmens analysiert wurden. Anbei wurden die Deckungsbeiträge für jede Kultur betriebspezifisch ermittelt.

Tabelle 26: Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH

Fruchtfolge-Nr.:	Kulturart + DB in €/ha					Kumulierte Werte in €/ha	Mittelwert DB in €/ha
	ZR	KE	Raps	WW	WW		
1	ZR	KE	Raps	WW	WW		
	1600	700	1138	991	830	5259	1051,8
2	ZR	KE	WW	WW	WRO		
	1600	700	1060	830	820	5010	1002
3	ZR	WW	KE	WW			
	1600	690	640	1060		3390	997,5
4	Raps	WW	WW				
	1078	991	830			2899	966,33
5	Raps	WW	WG				
	1078	991	828			2897	965,67
6	Raps	WW	KE	WW			
	1078	991	640	1060		3769	942,25

(Quelle: eigene Berechnungen)

Je nach Vorfrucht ergeben sich unterschiedliche Deckungsbeiträge pro Kultur. Wegen den positiven Vorfruchtwirkungen der Zuckerrüben erreichen die Körnererbsen nach Zuckerrüben einen etwas höheren Deckungsbeitrag, als nach Vorfrucht Winterweizen. In der letzten Tabellenspalte sind die Mittelwerte der einzelnen Kulturen pro Fruchtfolgerotation dargestellt. Demnach stellt die Fruchtfolge-Nr. 1 das Optimum dar, weil hier der höchste DB erreicht wird. Dennoch ist diese Fruchtfolge kritisch zu bewerten, weil Winterraps und Zuckerrüben in einer Rotation Probleme mit sich bringen. Diese Fruchtfolgegestaltung ist kritisch zu bewerten und stellt daher eine Ausnahme im Unternehmen dar. Sie ist als langfristige Fruchtfolge nicht zu empfehlen. Alle weiteren dargestellten Fruchtfolgen bilden eine feste Größe im Unternehmen. Es wird ersichtlich, dass in den Rotationen mit Zuckerrüben die höchsten DB erwirtschaftet werden. Hier zeichnen sich die positiven Vorfruchteffekte dieser Kultur deutlich ab.

7.1 Kalkulation der Wirtschaftlichkeit des Körnererbsenanbaus aus der Sichtweise aktueller Greening-Auflagen

2203 ha LN abzgl. 50 ha Feldgras → 2153 ha Ackerland
 5 % ökologische Vorrangflächen → 108 ha ÖVF

Das Unternehmen bewirtschaftet eine reine Ackerfläche von ca. 2153 ha. Damit es die Greening-Auflagen erfüllen kann, müssten 5 % der Ackerfläche als ökologische Vorrangflächen ausgewiesen werden. Das wären ca. 108 ha ökologische Vorrangflächen. Soweit diese nicht durch Baumreihen, Teiche, Brache usw. abgedeckt werden können, müsste die Anbaufläche von Körnererbsen etwas angehoben werden. Zur Erfüllung der Greening-Komponenten hätte das Unternehmen jedoch auch andere unterschiedliche Möglichkeiten. Dahingehend sollen nachfolgend drei unterschiedliche Handlungsstrategien kalkuliert werden und miteinander verglichen werden, die aus der Sichtweise des Unternehmens eine Möglichkeit darstellen (s. Tabelle 27).

Tabelle 27: Drei mögliche Handlungsstrategien für die Umsetzung der Greening-Auflagen in der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH

1. Variante	2. Variante	3. Variante
Greening über 7,14 % Körnererbsenanbau	Greening über 5 % Stilllegung + 2 % Winterweizen	Greening über 3,3 % einjährige Blühstreifen + 3,7 % Winterweizen
154 ha Körnererbsen DB= 670 €/ha (154 ha * 670 €/ha)	108 ha Stilllegung + 43 ha WW DB Stilllegung= 250 €/ha DB Winterweizen= 893 €/ha (108 * 250) + (43 * 893)	71 ha einjährige Blühstreifen + 80 ha WW DB Blühstreifen= 390 €/ha DB Winterweizen= 893 €/ha (71 ha * 390 €) + (80 * 893)
Gesamt-DB= 103.180 €	Gesamt-DB= 65.399 €	Gesamt-DB= 99.130 €

Die erste Möglichkeit besteht darin, die Umsetzung der Greeningauflage über den Anbau von Körnererbsen zu realisieren. Da Körnererbsen mit einem Gewichtungsfaktor von 0,7 angerechnet werden, müssten 7,14 % der Ackerfläche mit Erbsen bestellt werden. Das heißt es müssten 154 ha Körnererbsen angebaut werden. Es wird ein durchschnittlicher Deckungsbeitrag von 670 €/ha für die Körnererbsen unterstellt und mit der Fläche entsprechend verrechnet. Hierbei würde ein Gesamtdeckungsbeitrag von 103.180 € realisiert werden. Eine zweite Möglichkeit besteht darin, 5 % der Ackerfläche in eine Stilllegung umzuwandeln. Stilllegungen werden mit dem Faktor 1,0 angerechnet. Die restliche Fläche (2 %) würde mit Winterweizen bestellt werden. Daraus ergeben sich 108 ha Stilllegungsfläche, mit einem De-

ckungsbeitrag von 250 €/ha und 43 ha Winterweizen mit einem Deckungsbeitrag von 893 €/ha. Der Deckungsbeitrag bei einer Stilllegung ergibt sich aus der Flächenprämie, minus den Kosten für das Mulchen dieser Fläche (ca. 70 €/ha). Die dritte Variante stellt den Anbau von einjährigen Blühstreifen in den Fokus. Blühstreifen werden mit dem Faktor 1,5 (wenn sie nicht breiter als 20 m sind) angerechnet. Daher werden nur 3,3 % der Ackerfläche mit einjährigen Blühstreifen ausgestattet und die Restfläche mit Winterweizen (3,7 %) bestellt. Die Variante 3 erreicht einen vielversprechenden Gesamt-DB von 99.130 €. Bei allen drei Möglichkeiten setzt sich der DB aus der Leistung des einzelnen Produktionsverfahrens, einschließlich der Flächenprämie pro Hektar zusammen. Beim Vergleich der drei Varianten würde die Variante 1 den höchsten Gesamtdeckungsbeitrag mit 103.180 € erzielen. Dennoch stellt der Anbau von einjährigen Blühstreifen eine weitere rentable Möglichkeit, mit einem Gesamtdeckungsbeitrag von 99.130 €, für das Unternehmen dar. Die eigenen Berechnungen und Angaben zu den Gewichtungsfaktoren sind auf dem Stand vom 20. Oktober 2014. Jedoch können die errechneten Werte nur als Richtmaß gesehen werden, da sich bis zur vollständigen Durchsetzung der GAP-Reform 2015 voraussichtlich noch einige gesetzliche Veränderungen bezüglich des Greenings ergeben werden. Des Weiteren müssten für eine exaktere Einschätzung weitere Kompensationsmöglichkeiten wie z.B. der Anbau von Zwischenfrüchten beachtet werden. Letzten Endes wäre eine leichte Ausdehnung des Körnererbsenanbaus die wirtschaftlichste Alternative für das Unternehmen, um die Greening-Auflagen einzuhalten. Kurt Enke tendiert ebenfalls zu einer leichten Anbauausdehnung der Körnererbsen in seinem Unternehmen ab dem Anbaujahr 2015. Für die Ernte 2015 plant er bereits den Anbau von 142 ha Körnererbsen ein. Für ihn zählen beim Anbau dieser Kultur die positiven Vorfruchtwerte, die er mit 200-300 €/ha einkalkuliert. Zu den positiven Effekten nennt er unter anderem die Mehrerträge der Folgekulturen. In seinem Unternehmen stellt der Winterweizen eine optimale Folgefrucht nach Körnererbsen dar. Als einen weiteren positiven Aspekt sieht er die phytosanitäre Wirkung der Erbse, die in seiner getreidebetonten Fruchtfolge eine Bereicherung darstellt. Wie bereits in der Kalkulation zum Greening erwähnt, sieht auch er den Anbau von einjährigen Blühstreifen für sein Unternehmen als eine weitere Möglichkeit zur Erfüllung der Greening-Komponente in geraumer Zukunft. Dennoch müssen dazu noch einige Informationen und Erfahrungen gesammelt werden.

8 Zusammenfassung

Der Körnererbsenanbau gestaltet sich in vielerlei Hinsicht sehr schwierig. Die Gründe liegen vorwiegend in der im Vergleich zu anderen Kulturen mangelnden Wettbewerbsfähigkeit, verbunden mit entsprechenden Anbaurisiken bzw. Ertragsschwankungen. Folglich haben in den letzten Jahren viele Betriebe den Körnererbsenanbau gänzlich aufgegeben. Aufgrund der aktuellen politischen Diskussionen und neuen EU-Regelungen ab dem kommenden Jahr 2015 stellt der Anbau von Körnererbsen als Leguminose eine wieder steigende Relevanz, auch in reinen Marktfruchtbetrieben dar. Aus diesem Grund steigt das Interesse bei den Landwirten, wenn es um das Thema Anbaualternativen zur Sommerkörnererbse in diesem Sektor geht. So wurde in den letzten Jahren wieder verstärkt, jedoch hauptsächlich zu Versuchszwecken, der Anbau von Winterkörnererbsen in den Fokus gerückt. Damit die Landwirte dieser neuen Kultur eine entsprechende Akzeptanz verschaffen, ist die Vermittlung des notwendigen Know how, ein Vergleich der Erträge, eventuelle Anbauprobleme und die Ökonomie im Vergleich zu den Sommerkörnererbsen als herkömmliche Kultur von großer Bedeutung. Schließlich nutzen die Landwirte nur ökonomisch rentable Innovationen mit einem relativ geringen Anbaurisiko. Um der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH den Anbau von Winterkörnererbsen als eine Alternative zu den bereits langjährig im Anbau befindlichen Sommerkörnererbsen anzubieten, wurde ein bereits im Herbst 2012 angelegter Großfeldversuch zur Veranschaulichung genutzt. In diesem Versuch wurde die Sommerkörnererbse „Rocket“ der Winterkörnererbse „James“ in insgesamt acht Versuchsvarianten gegenübergestellt. Der Schwerpunkt lag dabei in der unterschiedlichen Produktionstechnik (Drillsaat, EKS) in Verbindung mit unterschiedlichen Aussaatstärken (60 bzw. 80 Körner/m²). Demnach wurde pro Kultur jedes Aussaatverfahren mit jeweils verschiedenen Saatstärken kombiniert und als Versuchsblock großtechnisch angelegt. Es entstanden vier unterschiedliche Varianten bei den Sommerungen und identisch dazu vier Varianten der Winterungen. Zur Auswertung dieses Versuches wurden entsprechende Untersuchungen an den Einzelpflanzen vorgenommen. Diese beinhalteten die Bestandsdichte, Hypokotyl- und Pfahlwurzellängen, Auswinterungsverluste, Anzahl an Trieben pro Pflanze und der Trockensubstanzgehalt der Ganzpflanze. Bei der Analyse der Ertragskomponenten wurde die Anzahl an Körnern pro Hülse, Hülsen/m² und das Korngewicht in g/m² ermittelt. Weitere entscheidungsrelevante Größen sind der Kornertrag der einzelnen Varianten und schließlich die ökonomische Auswertung des Versuches.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigen eine gleichmäßigere und exaktere Tiefenablage des Saatkorns in Verbindung mit homogeneren Pflanzenbeständen bei den EKS-Varianten, im Vergleich zur Drillsaat. Kulturartspezifische Unterschiede zwischen den Wintererbsen und den Sommererbsen konnten anhand der erhöhten Anzahl an basalen Seitentrieben und Hül-

sen/m² bei den Winterungen erkannt werden. Bei der Auswertung bezüglich des Kornertrages konnten die Drillsaatvarianten mit der erhöhten Aussaatstärke von 80 Körnern/m² profitieren und folglich erreichte Variante 2 (WE Drillsaat 80 Körner/m²) den höchsten Ertrag im Vergleich aller Varianten. Jedoch waren die Sommererbsen in der gleichen Variante im Ertrag nur etwas geringer, als die Winterungen. Die ökonomische Betrachtung jedoch spiegelt das Gegenteil wider. Durch die etwas geringeren Verfahrenskosten bei den Sommerungen erreichte die Variante 6 (SE Drillsaat 80 Körner/m²) die höchste DAL aller Varianten und stellt daher das ökonomische Optimum dar. Anhand der aus dieser Arbeit resultierenden Ergebnisse, kann folgende Empfehlung für das Unternehmen gegeben werden. Die konventionelle Drillsaat im Körnererbsenanbau stellt aus Kostengründen und aus der Sichtweise der Technikausstattung eine sichere Anbaualternative in den kommenden Jahren für das Unternehmen dar. Eine Saatmengenreduzierung bei der Drillsaat ist nicht zu empfehlen, da sich ein hoher Ertrag nur über einen ausreichend geschlossenen Erbsenbestand mit einer entsprechenden Bestandsdichte von mindestens 80 Körnern/m² realisieren lässt. Die Wintererbse stellt keine überzeugende Konkurrenz zur bisherigen Sommererbse dar, da die erzielten Erträge nur leicht über den der Sommererbsen lagen und diese Kultur ein zu großes Auswinterungsrisiko darstellt. Um eine gesicherte Aussage bzw. Einschätzung abzugeben, müssten derartige Versuche über einen längeren Zeitraum am Standort ausgewertet werden. Somit könnten unterschiedliche Jahreseffekte besser zum Ausdruck kommen und eine Entscheidungsfindung zwischen Winter- und Sommerform wird wesentlich einfacher.

9 Anmerkungen

[1] **BÖBE, A.** : Zeitloses bäuerliches innovatives Wissen „Vortrag Bodenfruchtbarkeit und Pflanzenernährung“ am 05.11.2013 in Bernburg/Strenzfeld

[2] **SCHMIDTKE, K. & KLÖBLE, U.** : Körnerleguminosen anbauen und verwerten. Warum Körnerleguminosen anbauen? Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft 2013 (Hrsg.) Heft 100, Seite 5-6

[3] **WEIMAR, S.** : Eiweißanbau im Griff. dlz- agrarmagazin. 01/2014, Seite 68-71

[4] **BISCHOFF, J.** : Eiweißpflanzenanbau in Sachsen-Anhalt/ Stellungnahme der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau. (LLFG), (Hrsg.) 12/2012, 3.1. Grundlagen des Körnerleguminosenanbaus./ 3.1.2 Fruchtfolgeansprüche und Fruchtfolgewert. Seite 9

[5] **Bundessortenamt (Hrsg.)** : Beschreibende Sortenliste. Getreide, Mais, Öl- und Faserpflanzen, Leguminosen, Rüben, Zwischenfrüchte. 2014, S. 216

URL:http://www.bundessortenamt.de/internet30/fileadmin/Files/PDF/bsl_getreide_2014.pdf

Letzter Zugriff am 25.09.2014 15:00 Uhr

[6] **IKEN, M. & FINCK, H.** : Saaten Union GmbH Isernhagen. (Hrsg.) Ackerbohnen und Futtererbsen. Praxisnah Sonderausgabe Leguminosen, o.J. Seite 4-5

[7] **Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (LLFG) (Hrsg.)** : Körnererbsen. Anbauempfehlung 15.03.2014, Seite 4

[8] **Destatis Statistisches Bundesamt**

URL.:

<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/FeldfruechteGruenland/AnbauflaecheFeldfruechte.html>

Letzter Zugriff am: 01.10.2014 23:30 Uhr

[9] **GUDDAT. C. et. al.** :Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) (Hrsg.) Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Körnererbsen 4. Auflage 2006 Seite 4

[10] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

URL: <http://www.bmelv-statistik.de/index.php?id=139&stw=H%C3%BCIsenfr%C3%BCchte>

Letzter Zugriff am 04.10.2014 21:00 Uhr

[11] BAUMGÄRTEL, T. et. al. : Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. (Hrsg.) Erhöhung des Anteils einheimischer Eiweißpflanzen und anderer heimischer Eiweißquellen in der Tierfütterung in Thüringen. (Potenzialstudie) 03/2013 Seite 4-16

[12] SCHULZ, N & LATACZ-LOHMANN, U. : Welches Greening für welchen Betrieb? top agrar. 09/2013. Seite 2-7

[13] ROTH AGRARHANDEL.: Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) Greening 2015* Stand 25.06.2014

URL: http://www.roth-agrar.de/pdf_files/pdf-saatgut/greening-info.pdf

Letzter Zugriff am 25.09.2014 16:45 Uhr

[14] AHRENS, K. : Geringe Effekte vom Greening erwartet. agrarzeitung. Frankfurt am Main. 03/2014 Seite 9

[15] Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau : Umsetzung der GAP-Reform 2014-2020. Umsetzung des Greenings. Zuweisung von Zahlungsansprüchen. Beraterseminar, Stand 03.09.2014 MLU, Referat 27 InVeKoS

URL:<http://www.invekos.sachsen->

[an-](http://www.invekos.sachsen-an-)

[halt.de/Profilinet_ST_P/public/Hilfe/Info/ST14_Beraterseminar_Betriebspraemie_GAP15.pdf](http://www.invekos.sachsen-an-halt.de/Profilinet_ST_P/public/Hilfe/Info/ST14_Beraterseminar_Betriebspraemie_GAP15.pdf)

Letzter Zugriff am 25.09.2014 17:15 Uhr

[16] URBATZKA, P. : Anbauwürdigkeit von Wintererbsen. Ein Vergleich zu Sommererbsen in Rein- und Gemengesaat unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus. Verlag: Dr. Kovac Hamburg 2010 Band 40. Seite 5

[17] SASS, O. : Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg Lembke KG. Körnerleguminosenzüchtung in und für Deutschland. Wie kann es weiter gehen? AbL-Züchtertreffen Leguminosen Hamm. 17. April 2012

URL:<http://www.vom-acker-in-den->

[futter-](http://www.vom-acker-in-den-futter-)

trog.de/fileadmin/Dokumente/Vom_Acker_in_den_Futtertrog/Das_Projekt/Veranstaltungen_-_Z%C3%BCchter/VortragDr.SassABLApril2012.pdf

Letzter Zugriff am 25.09.2014 17:50 Uhr

[18] BISCHOFF, J. : Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (LLFG) (Hrsg.): Körnererbsen. Anbauempfehlung 2014 Seite 7-9

[19] URBATZKA, P. et. al. : Anbauwürdigkeit von Wintererbsen. Ein Vergleich zu Sommererbsen in Rein- und Gemengesaat unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus. Verlag: Dr. Kovac Hamburg 2010 Band 40. Seite 5-8

[20] GRONLE, A. et. al. : Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg.). Körnerleguminosen und Bodenfruchtbarkeit. Kapitel 6: Aus der Forschung: Sommer- oder Wintererbse? o.J. Seite 47-48

[21] THOMASCHEWSKI, H. : Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau. (Hrsg.) Hinweise zur Sortenwahl Körnerfuttererbsen 2014.

Redaktionsschluss: 10.01.2014

[22] SAATEN-UNION : Saaten Union GmbH Isernhagen. (Hrsg.) Broschüre: Winterleguminosen – Eine echte Alternative! Informationsstand Mai 2012

[23] THOMASCHEWSKI, H. : Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt. Vortrag „Empfehlungen zur Sortenwahl bei Ölfrüchten, Körnerleguminosen und Sommergetreide“ Tagung: Pflanzenbau aktuell am 20. Januar 2014 in Bernburg

[24] Enke, K. : Geschäftsführer der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH. Betriebliche Daten des Unternehmens bzw. Persönliche Mitteilung 2014

[25] BLUME, H-P. et. al. : Lehrbuch der Bodenkunde. Scheffer/Schachtschabel (Buchverfasser) 15. Auflage Spektrum-Verlag. Kapitel 8.5.1.8 Tschernosem(Schwarzerde) Seite 494-495

[26] Klimaanpassung Sachsen-Anhalt

[URL: http://www.klikominfo.de/klima-in-sachsen-anhalt](http://www.klikominfo.de/klima-in-sachsen-anhalt)

Letzter Zugriff am 03.10.2014 19:00 Uhr

[27] Deutscher Wetterdienst. (Daten der Wetterstation Osterfeld 2014)

URL: <http://www.dwd.de/datenservice>

Letzter Zugriff am 15.05.2014 10:45 Uhr

[28] PFLUGHÖFT, O. et. al. : Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (Hrsg.) Pilzkrankheiten und Schädlinge bei Körnerfuttererbsen 2. ergänzte Auflage 2010 Seite 7-8

[29] WILD, M. et. al. :Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft. (Hrsg.) Körnerleguminosen und Bodenfruchtbarkeit. Kapitel 2: Bodenstruktur und Bestellung. o.J. Seite 16-23

[30] ALPMANN, D. & SCHÄFER, B : Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (Hrsg.) „ Der Wert von Körnerleguminosen im Betriebssystem“ Ufop-Praxisinformation. Neu konzipierte Auflage 2014. Seite 9-16

[31] RICHTER, R. : Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt. Dezernat Betriebswirtschaft. „Prozesskosten im Ackerbau in Sachsen-Anhalt „ Ausgabe 03/2014 Seite 3-4

[32] ALPMANN, D. et. al. : Körnerleguminosen anbauen und verwerten. Warum Körnerleguminosen anbauen? Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. (Hrsg.). 2013 Heft 100, Kapitel 13 „Wirtschaftlichkeit des Körnerleguminosenanbaus.“Seite 45-49

[33] DIEPENBROCK, W. /ELLMER, F. /LEON, J: Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. Grundwissen Bachelor. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart. 2005 Seite 188-198

[34] BISCHOFF, J.: Saaten Union GmbH Isernhagen(Hrsg.) Ackerbohnen und Futtererbsen. „Praxisnah Sonderausgabe Leguminosen.“ o.J. Seite 32-35

[35] GABERLE, K. : Untersuchungen zur Produktionstechnik in Ackerbohnen und Erbsen im ökologischen Landbau auf einem Löß-Schwarzerdestandort. Bachelorarbeit 10/2013 Hochschule Anhalt Seite 8-47

[36] MAKOWSKI, N. : 6.4. Körnerleguminosen. In: LÜTKE ENTRUP, N. / OEHMICHE N, J. (Hrsg.) Lehrbuch des Pflanzenbaues. Band 2: Kulturpflanzen Verlag Thomas Mann Gelsenkirchen-Buer. 2000 Seite 553-560

[37] BISCHOFF, J. : Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau. Sachsen-Anhalt. Persönliche Mitteilung 2013

[38] AUFHAMMER, W. : Getreide- und andere Körnerfruchtarten. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 1998. Kapitel 6: Anbau eiweißreicher Körnerfruchtarten. Seite 347-440

[39] GUDDAT, C. & SCHREIBER, E. : Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.). Maßnahmen im Pflanzenbau zur Anpassung an den Klimawandel. Sortenprüfung Wintererbse. Versuchsbericht 2013 pdf-Datei 03/2014 Seite 4-27

[40] PFLUGHÖFT, O. et. al. : Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (Hrsg.). Pilzkrankheiten und Schädlinge bei Körnerfüttererbsen. 2. ergänzte Auflage 2010 Kapitel 2.3 Seite 27-28

[41] URBATZKA, P. et. al. : Anbauwürdigkeit von Wintererbsen. Ein Vergleich zu Sommererbsen in Rein- und Gemengesaat unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus. Verlag: Dr. Kovac Hamburg 2010 Band 40. Seite 52-55

[42] DIEPENBROCK, W. et. al. : Spezieller Pflanzenbau. 3. neubearbeitete und ergänzte Auflage. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 1999. Kapitel 3.4.2. Erbse(*Pisum sativum* L.). Seite 228-237

[43] Hochschule Anhalt : Daten der Versuchsergebnisse Wintererbsen und Sommererbsen im Erntejahr 2012 und 2013 auf dem Schlag „Strenzfeld I“ Abteilung Feldversuchswesen. Gille, S. 2014

[44] THOMASCHEWSKI, H. : Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt. Persönliche Mitteilung der Versuchsergebnisse 09/2014

[45] VON WULFFEN, U. et. al. : Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt. (Hrsg.) Richtwerte für die Untersuchung und Beratung sowie zur fachlichen Umsetzung der Düngeverordnung (DüV). Stand: 15.02.2008 Kapitel 3. Nährstoffgehalte in pflanzlichen Erzeugnissen Seite 31

[46] RICHTER, R. : Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt. Dezernat Betriebswirtschaft. „Prozesskosten im Ackerbau in Sachsen-Anhalt“ Ausgabe 03/2014 Seite 21

10 Literaturverzeichnis

AHRENS, K. : Geringe Effekte vom Greening erwartet. agrarzeitung. Frankfurt am Main. 03/2014 Seite 9

ALPMANN, D. et. al. : Körnerleguminosen anbauen und verwerten. Warum Körnerleguminosen anbauen? Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. (Hrsg.) 2013 Heft 100, Kapitel 13 „Wirtschaftlichkeit des Körnerleguminosenanbaus.“Seite 45-49

ALPMANN, D. & SCHÄFER, B : Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen. (Hrsg.) „Der Wert von Körnerleguminosen im Betriebssystem“ Ufop-Praxisinformation. Neu konzipierte Auflage 2014. Seite 9-16

AUFHAMMER, W. : Getreide- und andere Körnerfruchtarten. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 1998 Kapitel 6. Anbau eiweißreicher Körnerfruchtarten. Seite 347-440

BAUMGÄRTEL, T. et. al. : Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) Erhöhung des Anteils einheimischer Eiweißpflanzen und anderer heimischer Eiweißquellen in der Tierfütterung in Thüringen. (Potenzialstudie) 03/2013 Seite 4-16

BISCHOFF, J. : Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (LLFG) (Hrsg.) Körnererbsen. Anbauempfehlung 2014 Seite 7-9

BISCHOFF, J. : Saaten Union GmbH Isernhagen (Hrsg.) Ackerbohnen und Futtererbsen. „Praxisnah Sonderausgabe Leguminosen.“ o.J. Seite 32-35

BISCHOFF, J. : Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau. Sachsen-Anhalt. Persönliche Mitteilung 2013

BISCHOFF, J.: Eiweißpflanzenanbau in Sachsen-Anhalt/ Stellungnahme der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau. (LLFG) (Hrsg.) 12/2012, Seite 9

BLUME, H-P. et. al. : Lehrbuch der Bodenkunde. Scheffer/Schachtschabel (Buchverfasser) 15. Auflage Spektrum-Verlag. Kapitel 8.5.1.8 Tschernosem(Schwarzerde) Seite 494-495

BÖBE, A. : Zeitloses bäuerliches innovatives Wissen „Vortrag Bodenfruchtbarkeit und Pflanzenernährung“ am 05.11.2013 in Bernburg/Strenzfeld

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

URL: <http://www.bmelv-statistik.de/index.php?id=139&stw=H%C3%BCIsenfr%C3%BCchte>

Letzter Zugriff am 04.10.2014 21:00 Uhr

Bundessortenamt (Hrsg.) : Beschreibende Sortenliste. Getreide, Mais, Öl- und Faserpflanzen, Leguminosen, Rüben, Zwischenfrüchte. 2014, S. 216

URL: http://www.bundessortenamt.de/internet30/fileadmin/Files/PDF/bsl_getreide_2014.pdf

letzter Zugriff: 25.09.2014 15:00 Uhr

Destatis Statistisches Bundesamt

URL:

<https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/FeldfruechteGruenland/AnbauflaecheFeldfruechte.html>

Letzter Zugriff am 01.10.2014 23:30 Uhr

Deutscher Wetterdienst: (Daten der Wetterstation Osterfeld 2014)

URL: <http://www.dwd.de/datenservice>

Letzter Zugriff am 15.05.2014 10:45 Uhr

DIEPENBROCK, W. / ELLMER, F. / LEON, J : Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. Grundwissen Bachelor. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart. 2005 Seite 188-198

DIEPENBROCK, W. et. al. : Spezieller Pflanzenbau. 3. neubearbeitete und ergänzte Auflage. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 1999. Kapitel 3.4.2. Erbse (*Pisum sativum* L.). Seite 228-237

ENKE, K. : Betriebsleiter der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH. Betriebliche Daten und persönliche Mitteilung. 2013/14

GABERLE, K. : Untersuchungen zur Produktionstechnik in Ackerbohnen und Erbsen im ökologischen Landbau auf einem Löß-Schwarzerdestandort. Bachelorarbeit 10/2013 Hochschule Anhalt Seite 8-47

GRONLE, A. et. al. : Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg.) Körnerleguminosen und Bodenfruchtbarkeit. Kapitel 6: Aus der Forschung – Sommer- oder Wintererbse o.J. Seite 47-48

GUDDAT, C. & SCHREIBER, E. : Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) Maßnahmen im Pflanzenbau zur Anpassung an den Klimawandel. Sortenprüfung Wintererbse. Versuchsbericht 2013 pdf-Datei 03/2014 Seite 4-27

GUDDAT, C. et. al. :Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) (Hrsg.) Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Körnererbsen 4. Auflage 2006 Seite 4

Hochschule Anhalt: Daten der Versuchsergebnisse Wintererbsen im Erntejahr 2013 auf dem Schlag „Strenzfeld I“ Abteilung Feldversuchswesen. Stefan Gille 2014

IKEN, M. & FINCK, H. : Saaten Union GmbH Isernhagen(Hrsg.) Ackerbohnen und Futtererbsen. Praxisnah Sonderausgabe Leguminosen, o.J. Seite 4-5

KLIMAANPASSUNG Sachsen-Anhalt

[URL:http://www.klikominfo.de/klima-in-sachsen-anhalt](http://www.klikominfo.de/klima-in-sachsen-anhalt)

Zugriff am 03.10.2014 19:00 Uhr

Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau: Umsetzung der GAP-Reform 2014-2020. Umsetzung des Greenings. Zuweisung von Zahlungsansprüchen. Beraterseminar, Stand 03.09.2014 MLU, Referat 27 InVeKoS

[URL:http://www.invekos.sachsen-](http://www.invekos.sachsen-an-)

[an-](http://www.invekos.sachsen-an-)

[halt.de/Profilinet_ST_P/public/Hilfe/Info/ST14_Beraterseminar_Betriebspraemie_GAP15.pdf](http://www.invekos.sachsen-anhalt.de/Profilinet_ST_P/public/Hilfe/Info/ST14_Beraterseminar_Betriebspraemie_GAP15.pdf)

Letzter Zugriff: 25.09.2014 17:15 Uhr

Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (LLFG) (Hrsg.) : Körnererbsen. Anbauempfehlung 15.03.2014, Seite 4

MAKOWSKI, N. 6.4. Körnerleguminosen : In: LÜTKE ENTRUP, N. / OEHMICHE N, J. (Hrsg.) Lehrbuch des Pflanzenbaues. Band 2: Kulturpflanzen Verlag Thomas Mann Gelsenkirchen-Buer 2000 Seite 553-560

PFLUGHÖFT, O. et. al. :Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V. (Hrsg.) Pilzkrankheiten und Schädlinge bei Körnerfuttererbsen 2. ergänzte Auflage 2010 Seite 7-28

RICHTER, R. : Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt. Dezernat Betriebswirtschaft. „Prozesskosten im Ackerbau in Sachsen-Anhalt „ Ausgabe 03/2014 Seite 3-21

ROTH AGRARHANDEL.: Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) Greening 2015* Stand 25.06.2014

URL: http://www.roth-agrar.de/pdf_files/pdf-saatgut/greening-info.pdf

Letzter Zugriff: 25.09.2014 16:45 Uhr

SAATEN-UNION (Hrsg.) Broschüre : Saaten Union GmbH Isernhagen. Winterleguminosen – Eine echte Alternative! Informationsstand Mai 2012

SASS, O. : Norddeutsche Pflanzenzucht Hans-Georg Lembke KG. Körnerleguminosenzüchtung in und für Deutschland. Wie kann es weiter gehen? AbL-Züchertreffen Leguminosen-Hamm, 17. April 2012

URL:<http://www.vom-acker-in-den-futter->

[trog.de/fileadmin/Dokumente/Vom_Acker_in_den_Futtertrog/Das_Projekt/Veranstaltungen_-_Z%C3%BCchter/VortragDr.SassABLApril2012.pdf](http://www.vom-acker-in-den-futter-trog.de/fileadmin/Dokumente/Vom_Acker_in_den_Futtertrog/Das_Projekt/Veranstaltungen_-_Z%C3%BCchter/VortragDr.SassABLApril2012.pdf)

Letzter Zugriff: 25.09.2014 17:50 Uhr

SCHMIDTKE, K. & KLÖBLE, U. : Körnerleguminosen anbauen und verwerten. Warum Körnerleguminosen anbauen? Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft 2013 (Hrsg.) Heft 100, Seite 5-6

SCHULZ, N & LATA CZ-LOHMANN, U. : Welches Greening für welchen Betrieb? top agrar. 09/2013. Seite 2-7

THOMASCHEWSKI, H. : Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt. Vortrag „Empfehlungen zur Sortenwahl bei Ölfrüchten, Körnerleguminosen und Sommergetreide“ Tagung: Pflanzenbau aktuell am 20. Januar 2014 in Bernburg

THOMASCHEWSKI, H. : Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt (Hrsg.) Hinweise zur Sortenwahl Körnerfüttererbsen 2014

Redaktionsschluss: 10.01.2014

THOMASCHEWSKI, H. : Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt. Persönliche Mitteilung der Versuchsergebnisse 09/2014

URBATZKA, P. et. al. : Anbauwürdigkeit von Wintererbsen. Ein Vergleich zu Sommererbsen in Rein- und Gemengesaat unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus. Verlag: Dr. Kovac Hamburg 2010 Band 40. Seite 5-55

VON WULFFEN, U. et. al. : Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt. (Hrsg.) Richtwerte für die Untersuchung und Beratung sowie zur fachlichen Umsetzung der Düngeverordnung (DüV). Stand: 15.02.2008 Kapitel 3. Nährstoffgehalte in pflanzlichen Erzeugnissen Seite 31

WEIMAR, S. : Eiweißanbau im Griff. dlz- agrarmagazin. 01/2014, Seite 68-71

WILD, M. et. al. : Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) Körnerleguminosen und Bodenfruchtbarkeit. Kapitel 2: Bodenstruktur und Bestellung. o.J. Seite 16-23

11 Anhang

Tabellenverzeichnis – Anhang zur Ergebnisermittlung

Tabelle A-1: Mögliche Saatverfahren bei Körnerleguminosen	88
Tabelle A-2: Mögliche Effekte der Vorwinteraussaat verglichen mit der Frühljahrsaussaat von Körnerleguminosen bzw. -sorten mit standortbezogen ausreichender Kälteresistenz.....	89
Tabelle A-3: Einzelkornsaat bei Körnerfuttererbsen auf einem stark tonigen Schluff (Ut4). Gemeinschaftsversuch der LLFG mit Uni Halle (2011)	90
Tabelle A-4: Bestimmung der Trockensubstanzgehalte der Ganzpflanzen bei den Winter- und Sommererbsen am 25.06.2013	90
Tabelle A-5: Darstellung der Düngungskosten bei den Wintererbsen	91
Tabelle A-6: Darstellung der Pflanzenschutzkosten bei den Wintererbsen	91
Tabelle A-7: Darstellung der Düngungskosten bei den Sommererbsen	91
Tabelle A-8: Darstellung der Pflanzenschutzkosten bei den Sommererbsen	92
Tabelle A-9: DAL von Körnererbsen der Testbetriebe Sachsen-Anhalts zur Ernte 2013.....	92
Tabelle A-10: Tabelle zur Berechnung der DAL der vier Wintererbsenvarianten anhand betrieblicher Daten bzw. KTBL-Werten.....	93
Tabelle A-11: Tabelle zur Berechnung der DAL der vier Sommererbsenvarianten anhand betrieblicher Daten bzw. KTBL-Werten.....	94

Tabelle A-1: Mögliche Saatverfahren bei Körnerleguminosen

Aussaatverfahren	Bemerkungen
Drillsaat mit konventioneller Sämaschine	<ul style="list-style-type: none"> • Saatgutverletzungen, insbesondere Quetschungen an großkörnigen Saatgut (Ackerbohnen) • Ohne einzelscharweise Tiefenführung zu geringe und zu ungleichmäßige Saattiefe • ungleichmäßige Ablageabstände in der Reihe
Aussaat von kalibriertem Saatgut mit der Einzelkornsämaschine	<ul style="list-style-type: none"> • Exakte Saattiefe und Pflanzenverteilung • gleichmäßige Einzelpflanzenentwicklung • insbesondere bei angehobener Saattiefe höhere Kornerträge als bei anderen Verfahren
Einpflügen des in Reihen abgelegten oder breit ausgestreuten Saatguts	<ul style="list-style-type: none"> • tiefe Saatgutablage, aber ggf. sehr grobe Bodenoberfläche • anschließend einebnende Bearbeitung erforderlich, wenn ein Bodenherbizid eingesetzt werden soll
Einpflügen von breit ausgestreutem Saatgut zusammen mit breit ausgestreuten mineralischen Düngergaben	<ul style="list-style-type: none"> • eventuell positive Effekte der „platzierten“ Minereraldüngung • bei hohen Düngergaben Keimungsbeeinträchtigung möglich

(Quelle: [38])

Tabelle A-2: Mögliche Effekte der Vorwinteraussaat verglichen mit der Frühlingsaussaat von Körnerleguminosen bzw. -sorten mit standortbezogen ausreichender Kälteresistenz

Vorteilhafte Effekte	Problematische Effekte
<ul style="list-style-type: none"> • Bei rechtzeitiger Aussaat rascher, hoher Feldaufgang aufgrund günstiger Bodentemperaturen im Herbst 	<ul style="list-style-type: none"> • Schäden durch Vogelfraß (Tauben, Krähen) bei zögerndem Feldaufgang nach später Aussaat im Herbst
<ul style="list-style-type: none"> • Kräftigere Einzelpflanzenentwicklung, geringere Saatkichten, niedrigerer Saatgutaufwand, insbesondere bei großkörnigen Arten und Sorten 	<ul style="list-style-type: none"> • Kälteschäden bei unzureichender oder zu weit fortgeschrittener Vorwinterentwicklung
<ul style="list-style-type: none"> • Längerfristig gesicherte Wasserversorgung durch tiefer reichende Bodendurchwurzelung, bessere Nutzung gespeicherter Winterfeuchte, kürzere Perioden mit hohem Wassersättigungsdefizit der Luft → geringerer Wasserverbrauch 	<ul style="list-style-type: none"> • Größere Gefahr des Befalls mit Pilzkrankheiten (<i>Botrytis</i> sp.) aufgrund längerfristig feuchter Bestandesoberflächen und hoher Luftfeuchte im Bestand
<ul style="list-style-type: none"> • Früherer Blüh- und Hülsenansatzbeginn unter kühleren Bedingungen → geringere Stressgefahr durch hohe Temperaturen und Läusebefall 	<ul style="list-style-type: none"> • Arten- und sortenverschieden stärkere Verzweigungsneigung an Nodien der Basalregion aufgrund längerer Zeiträume bis zur Internodienstreckung → ungleichmäßige Abreife
<ul style="list-style-type: none"> • Frühere Körnerreife und Erntetermine, größere Ertragssicherheit 	<ul style="list-style-type: none"> • Tieferer Hülsenansatz aufgrund kürzerer Internodien und der Entwicklung von Blütenständen an tiefer gelegenen Nodien → größere Gefahr von Kornverlusten beim Drusch

(Quelle: [38])

Tabelle A-3: Einzelkornsaat bei Körnerfuttererbsen auf einem stark tonigen Schluff (Ut4). Gemeinschaftsversuch der LLFG mit Uni Halle (2011)

	Reihenweite [cm]	Körner/m ²	[dt/ha (86%)]
Wintererbse cv. James	22,5	60	39
	22,5	80	34
	45	60	38
	45	80	31
Sommererbse cv. Salamanca	22,5	60	42
	22,5	80	36
	45	60	39
	45	80	32

(Quelle: [37])

Tabelle A-4: Bestimmung der Trockensubstanzgehalte der Ganzpflanzen bei den Winter- und Sommererbsen am 25.06.2013

Varianten-Nr.:	Probenentnahme am 25.06.2013 Wintererbsen EC 75		Probenentnahme am 25.06.2013 Sommererbsen EC 67	
	Trockensubstanzgehalt Probe 1	Trockensubstanzgehalt Probe 2	Trockensubstanzgehalt Probe 1	Trockensubstanzgehalt Probe 2
1/5 Drillsaat 60 Körner/m²	68,6 %	75,9 %	85,2 %	87,5 %
2/6 Drillsaat 80 Körner/m²	74,4 %	76,8 %	87,7 %	85,3 %
3/7 Einzel- kornsaat 60 Körner/m²	76,2 %	75,2 %	86,9 %	87,3 %
4/8 Einzel- kornsaat 80 Körner/m²	77,8 %	79 %	87,8 %	85,4 %

Tabelle A-5: Darstellung der Düngungskosten bei den Wintererbsen

<u>Düngungskosten in Wintererbsen</u>			
<u>Dünger</u>	<u>Preis</u>	<u>Menge je ha</u>	<u>Gesamtpreis</u>
PK 12,5+25+4,7+9	47,70 €/dt	1,93 dt	93,06 €
Nutri-Phite Magnum S	17,86 €/l	0,4 l	7,14 €
Nutri-Phite Magnum S	17,86 €/l	0,4 l	7,14 €
Gesamtkosten			<u>107,34 €</u>

Tabelle A-6: Darstellung der Pflanzenschutzkosten bei den Wintererbsen

<u>Pflanzenschutzmitteleinsatz in Wintererbsen</u>			
<u>PS-Mittel</u>	<u>Preis in €/l</u>	<u>Aufwandmenge</u>	<u>Gesamtpreis</u>
Bandur	18,90	4 l	75,60 €
Centium 36 CS	103,15	0,2 l	20,63 €
Ortiva	31,92	0,4 l	12,77 €
Ortiva	31,92	0,5 l	15,96 €
Folicur	21,13	0,4 l	8,45 €
Folicur	21,13	0,5 l	10,57 €
Kantor	18,62	0,2 l	3,72 €
Reglone	5,32	3 l	15,96 €
Gesamtkosten			<u>163,66 €</u>

Tabelle A-7: Darstellung der Düngungskosten bei den Sommererbsen

<u>Düngungskosten Sommererbsen</u>			
<u>Dünger</u>	<u>Preis</u>	<u>Menge je ha</u>	<u>Gesamtpreis</u>
PK 12,5+25+4,7+9	47,70 €/dt	1,93 dt	93,06 €
Nutri-Phite Magnum S	17,86 €/l	0,4 l	7,14 €
Gesamtkosten			<u>100,20 €</u>

Tabelle A-8: Darstellung der Pflanzenschutzkosten bei den Sommererbsen

<u>Pflanzenschutzmitteleinsatz in Sommererbsen</u>			
<u>PS-Mittel</u>	<u>Preis in €/l</u>	<u>Aufwandmenge</u>	<u>Gesamtpreis</u>
Bandur	18,90	4,7 l	88,83 €
Ortiva	31,92	0,5 l	15,96 €
Folicur	21,13	0,5 l	10,57 €
Kantor	18,62	0,2 l	3,72 €
Reglone	5,32	3 l	15,96 €
Gesamtkosten			<u>135,04 €</u>

Tabelle A-9: DAL von Körnererbsen der Testbetriebe Sachsen-Anhalts zur Ernte 2013

Bodengüte		Durchschnitt 2007-12	Ernte 2013 Alle Betriebe	Betriebe mit AZ < 35	Betriebe mit AZ 35 - 65	Betriebe mit AZ > 65
Ertrag	dt/ha	29,5	37,0	26,2	36,0	43,1
Preis	€/dt	19,20	22,98	21,71	23,62	23,10
Marktleistung*	€/ha	566,26	849,60	569,38	850,77	995,84
<i>Saat- und Pflanzgut</i>	€/ha	95,20	101,40	79,80	102,40	111,39
Dünger Grund	€/ha	58,33	79,99	63,80	75,25	91,88
Dünger N	€/ha	3,63	5,45	0,00	13,38	1,83
Dünger ges.	€/ha	61,96	85,44	63,80	88,63	93,71
Herbizide	€/ha	74,04	70,06	73,81	67,59	70,17
Fungizide	€/ha	3,43	3,76	0,00	2,94	6,29
Insektizide	€/ha	12,34	12,21	10,99	7,99	16,20
Wuchsstoff	€/ha	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Pflanzenschutz	€/ha	90,31	86,03	84,79	78,51	92,65
Trocknung	€/ha	7,92	8,09	7,64	16,46	1,62
Versicherung	€/ha	8,06	8,72	6,69	8,92	9,57
Direktkosten	€/ha	263,45	289,67	242,72	294,92	308,95
Lohnkosten	€/ha	55,96	67,36	56,54	61,93	77,12
variable Maschinenkosten	€/ha	139,78	126,88	121,55	122,36	133,17
feste Maschinenkosten	€/ha	115,91	132,01	130,40	125,25	138,21
Lohnarbeit	€/ha	10,40	7,15	2,86	3,58	12,16
Arbeitserledigungskosten	€/ha	322,06	333,40	311,35	313,11	360,66
Zinsansatz	€/ha	20,49	21,81	19,39	21,28	23,44
Prozeßkosten	€/ha	606,00	644,88	573,46	629,31	693,05
Prozeßkostenfreie Leistung	€/ha	-39,74	204,72	-4,09	221,47	302,79

* inclusive gekoppelter Prämie bis 2011

(Quelle: [46])

Tabelle A-10: Tabelle zur Berechnung der DAL der vier Wintererbsenvarianten anhand betrieblicher Daten bzw. KTBL-Werten

Berechnung der DAL nach LÜTKE ENTRUP und SCHNEIDER 2003		Wintererbsen 2013			
Variante		<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
		<u>Drillsaat 60 Kö/m²</u>	<u>Drillsaat 80 Kö/m²</u>	<u>EKS 60 Kö/m²</u>	<u>EKS 80 Kö/m²</u>
	Ertrag in dt/ha	46,05	51,07	48,14	46,05
	Preis in €/dt	24,00 €	24,00 €	24,00 €	24,00 €
Marktleistung	€/ha	1.105,20 €	1.225,68 €	1.155,36 €	1.105,20 €
Vorfruchtwert der Leguminosen	€/ha	238,77 €	238,77 €	238,77 €	238,77 €
Leistung	€/ha	1.343,97 €	1.464,45 €	1.394,13 €	1.343,97 €
Direktkosten	Saatgut	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €
	Düngung	107,34 €	107,34 €	107,34 €	107,34 €
	Pflanzenschutz	163,66 €	163,66 €	163,66 €	163,66 €
	Trocknung	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Lagerung	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Versicherung(Hagel)* 1 %	11,05 €	12,26 €	11,55 €	11,05 €
	Zinsansatz Feldinventar* 6 %	13,86 €	13,86 €	14,32 €	14,32 €
Summe Direktkosten	€/ha	345,91 €	347,12 €	346,88 €	346,38 €
Direktkostenfreie Leistung	€/ha	998,06 €	1.117,33 €	1.047,25 €	997,59 €
Arbeits erledigungskosten	Personalaufwand (fremd)	15,00 €	15,00 €	15,00 €	15,00 €
	Lohnansatz*(25 €/h; 3,15 bzw. 3,63 Akh/ha)	78,75 €	78,75 €	90,75 €	90,75 €
	Lohnunternehmer	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Maschinenmiete	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Feste Maschinenkosten*	194,78 €	194,78 €	236,28 €	236,28 €
	Variable Maschinenkosten*	140,98 €	140,98 €	156,44 €	156,44 €
Summe Arbeiterledigungskosten	€/ha	429,51 €	429,51 €	498,47 €	498,47 €
Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung	€/ha	568,55 €	687,82 €	548,78 €	499,12 €

* Kalkuliert mittels Daten des KTBL

Tabelle A-11: Tabelle zur Berechnung der DAL der vier Sommererbsenvarianten anhand betrieblicher Daten bzw. KTBL-Werten

Berechnung der DAL nach LÜTKE ENTRUP und SCHNEIDER 2003		Sommererbsen 2013			
Variante		<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
		<u>Drillsaat 60 Kö/m²</u>	<u>Drillsaat 80 Kö/m²</u>	<u>EKS 60 Kö/m²</u>	<u>EKS 80 Kö/m²</u>
	Ertrag in dt/ha	46,53	50,60	43,50	44,12
	Preis in €/dt	24,00 €	24,00 €	24,00 €	24,00 €
Marktleistung	€/ha	1.116,72 €	1.214,40 €	1.044,00 €	1.058,88 €
Vorfruchtwert der Leguminosen	€/ha	238,77 €	238,77 €	238,77 €	238,77 €
Leistung	€/ha	1.355,49 €	1.453,17 €	1.282,77 €	1.297,65 €
Direktkosten	Saatgut	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €
	Düngung	100,20 €	100,20 €	100,20 €	100,20 €
	Pflanzenschutz	135,04 €	135,04 €	135,04 €	135,04 €
	Trocknung	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Lagerung	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Versicherung(Hagel)* 1 %	11,17 €	12,14 €	10,44 €	10,59 €
	Zinsansatz Feldinventar* 4 %	8,73 €	8,73 €	9,04 €	9,04 €
Summe Direktkosten	€/ha	305,14 €	306,12 €	304,72 €	304,87 €
Direktkostenfreie Leistung	€/ha	1.050,35 €	1.147,05 €	978,05 €	992,78 €
Arbeits erledigungskosten	Personalaufwand (fremd)	15,00 €	15,00 €	15,00 €	15,00 €
	Lohnansatz*(25 €/h; 3,32 bzw. 3,8 Akh/ha)	83,00 €	83,00 €	95,00 €	95,00 €
	Lohnunternehmer	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Maschinenmiete	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
	Feste Maschinenkosten*	198,84 €	198,84 €	241,42 €	241,42 €
	Variable Maschinenkosten*	151,50 €	151,50 €	166,96 €	166,96 €
Summe Arbeiterledigungskosten	€/ha	448,34 €	448,34 €	518,38 €	518,38 €
Direkt- und arbeitserledigungskostenfreie Leistung	€/ha	602,01 €	698,71 €	459,67 €	474,40 €
* Kalkuliert mittels Daten des KTBL					

Danksagung

Zunächst möchte ich mich an dieser Stelle bei Herrn Kurt Enke und der gesamten Mannschaft der Agrarbetrieb Gröbitz GmbH für die Verwirklichung dieses groß angelegten Feldversuches und der hervorragenden Unterstützung bei allen Arbeiten auf dem Versuchsfeld recht herzlich bedanken.

Zudem gebührt mein Dank Herrn Prof. Dr. Dieter Orzessek und Herrn Dr. Joachim Bischoff für die sorgfältige Betreuung und Begutachtung dieser Bachelorarbeit.

Auch der Firma Väderstad, insbesondere Herrn Robert Winter und Herrn Wolfram Hastolz gilt ein besonderer Dank für die Bereitstellung der Einzelkornsämaschine und die Betreuung während des Anlegens dieses Großversuches.

Des Weiteren möchte ich mich bei meinen Eltern für die Unterstützung während des Studiums bedanken.

Abschließend gilt ein besonderer Dank meiner Schwester und meiner Lebenspartnerin.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich,

....., Matrikel-Nr.,
dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst, in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht in einem anderen Studiengang als Prüfungsleistung vorgelegt und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen (einschließlich der angegebenen oder beschriebenen Software) benutzt habe.

Bernburg (Saale), den 30.10.2014

.....
Steffen Helm