

Universität für Bodenkultur, Wien

University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna

Department für Nachhaltige Agrarsystem

Department of Department of Sustainable Agricultural Systems



Diplomarbeit

Überprüfung ausgewählter Körner- und Futtererbsensorten im Biologischen Landbau hinsichtlich ihrer Anbaueignung im Pannoni- kum und ihres Futterwertes

Betreuung

Gabriele Pietsch, Mag.rer.nat. Dr.nat.techn.

(Institut für Ökologischen Landbau – Division of Organic Farming)

Werner Zollitsch, Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn.

(Institut für Nutztierwissenschaften – Division of Livestock Sciences)

(Zweitbetreuung)

Bernhard Freyer, Univ.Prof. Dipl.-Agr.Biol. Dr. Ing.

(Institut für Ökologischen Landbau – Division of Organic Farming)

(Hauptbetreuung)

Verfasst von:

Walter Starz

9840068

890

Landwirtschaft

Blumengasse 6/103 1180 Wien 0699/12034829

Lagerstraße 26 9300 St. Veit/Glan 04212/33152

E-Mail: walterstarz@gmx.at

Fassung: 19.08.2004

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	6
1.1. Allgemeines	6
1.2. Frage- und Problemstellung.....	7
1.3. Arbeitshypothesen	9
1.4. Ziele.....	10
2. Literaturübersicht.....	11
2.1. Pflanzenbauliche Ansprüche	11
2.1.1. Standortansprüche	11
2.1.2. Erbsen-Varietäten	11
2.1.3. Wuchstypen.....	12
2.1.4. Fruchtfolge.....	13
2.1.5. Kulturführung	14
2.1.6. Ernte	15
2.1.7. Stickstoff-Fixierleistung und Stickstoff-Bilanz.....	16
2.2. Tierische Schaderreger	17
2.2.1. Erbsenblattlaus.....	17
2.2.2. Erbsenwickler	17
2.2.3. Erbsenkäfer	18
2.3. Futterwert.....	19
2.4. Wirtschaftlichkeit	21
3. Material und Methoden.....	24
3.1. Standort.....	24
3.2. Erbsensorten und Versuchsanordnung	24
3.3. Zeitplan und Maßnahmen	26
3.4. Pflanzenbauliche Erhebungen	28
3.4.1. Bonituren	28

3.4.1.1. Feldaufgang.....	28
3.4.1.2. Beikraut	28
3.4.1.3. Wuchshöhe.....	28
3.4.1.4. LAI	28
3.4.1.5. Entwicklungsstadium	29
3.4.1.6. Lagerung	29
3.4.1.7. Hülsen je Pflanze und Körner je Hülse	29
3.4.1.8. Kornreife	29
3.4.2. Korn- und Strohertrag.....	29
3.4.3. Wurzelertrag	30
3.4.4. Gehalt an mineralischem Stickstoff (N _{min}) im Boden.....	30
3.4.5. Stickstoff-Fixierleistung	33
3.4.6. Stickstoff-Flächenbilanz	33
3.5. Tierische Schaderreger	33
3.5.1. Erbsenblattlaus.....	33
3.5.2. Erbsenwickler und Erbsenkäfer	34
3.6. Futterwertbestimmung	34
3.6.1. Rohrnährstoffe, Stärke und Zucker	34
3.6.2. Bitterstoffe (Tannine).....	35
3.6.3. Aminosäuren	35
3.6.4. Energiegehalt	35
3.7. Wirtschaftlichkeit	36
3.8. Statistische Auswertung	36
4. Ergebnisse	37
4.1. Klima und Witterungsverlauf	37
4.2. Pflanzenbauliche Daten	38
4.2.1. Bonitur-Daten	38
4.2.1.1. Bestandesdichte	38
4.2.1.2. Beikraut	38
4.2.1.3. Wuchshöhe.....	39
4.2.1.4. LAI	40
4.2.1.5. Entwicklung	41
4.2.1.6. Reife und Kornansatz.....	41
4.2.1.7. Lagerung	42

4.2.2. Ernteparameter.....	43
4.2.2.1. Strohertrag.....	43
4.2.2.2. Kornertrag.....	44
4.2.2.3. Wurzelertrag.....	47
4.2.2.4. Mineralischer Stickstoff (N _{min}).....	48
4.2.2.5. Stickstofffixierung und Stickstoffbilanz.....	48
4.3. Tierische Schaderreger	49
4.3.1. Erbsenblattlaus.....	49
4.3.2. Erbsenkäfer und Erbsenwickler	50
4.4. Futterwert.....	51
4.4.1. Gehalt an Rohnährstoffen	51
4.4.1.1. Rohprotein (XP).....	51
4.4.1.2. Rohfett (XL)	52
4.4.1.3. Rohfaser (XF).....	53
4.4.1.4. Stickstofffreie Extraktstoffe (XX).....	53
4.4.2. Gehalt an Rohstärke und Zucker	54
4.4.3. Gehalt an Bitterstoffen (Tannin)	55
4.4.4. Gehalt an Aminosäuren (AS)	56
4.4.5. Energiegehalt	58
4.4.6. Zusammenfassung Futterwert.....	59
4.5. Deckungsbeiträge	60
5. Diskussion	62
5.1. Arbeitshypothese A.....	62
5.1.1. Beikrautunterdrückung	62
5.1.2. Kornertrag.....	63
5.1.3. Stickstoff-Fixierung	64
5.1.4. Schädlingsbefall	65
5.1.5. Futterwert	66
5.2. Arbeitshypothese B.....	67
5.2.1. Beikrautdruck.....	67
5.2.2. Kornertrag.....	68
5.2.3. Stickstoff-Fixierleistung	68
5.3. Arbeitshypothese C.....	69

6. Zusammenfassung	70
7. Summary	72
8. Danksagung	74
9. Quellenverzeichnis	75
10. Abbildungsverzeichnis	79
11. Tabellenverzeichnis.....	81
12. Anhang	83
12.1. Pflanzenbau	83
12.2. Tierische Schädlinge	89

1. Einleitung

1.1. Allgemeines

Die Körnererbse gehört für biologisch wirtschaftende Betriebe zu den wichtigsten Eiweißfuttermitteln. Sie wird bevorzugt in der Schweine- und Geflügelfütterung eingesetzt. Neben der Bedeutung als Futtermittel nimmt die Körnererbse eine wichtige Stellung in der Fruchtfolge ein (HERRMANN und PLAKOLM, 1993: 197).

Im Jahr 2000 wurden in Österreich 3427 ha Bio-Körnererbsen auf 982 Betrieben angebaut (INVEKOS, 2000). Im Jahr darauf waren es 4392 ha auf 1186 Betrieben (INVEKOS, 2002).

Der Deckungsbeitrag (DB) ist bei biologisch kultivierten Körnererbsen nicht immer positiv. Das ist unter anderem ein Grund dafür, warum diese nicht in größeren Mengen in Österreich angebaut werden und Bio-Körnererbsen auch auf dem internationalen Markt eine Mangelware sind. In Tabelle 1 findet sich eine Auflistung der zu erwartenden DB bei einem bestimmten ha Ertrag (GRÖSS, 2003).

Tabelle 1: DB von Körnererbse in Abhängigkeit des ha Ertrages

Körnererbsen-Ertrag in dt/ha	Deckungsbeitrag (DB) in €
20	-71
25	+37
30	+145

(Quelle: GRÖSS, 2003)

Die Unsicherheit beim DB ergibt sich, wie aus Tabelle 1 ersichtlich, durch die Variation der Kornerträge. So schwanken beispielsweise die Erträge der Bio-Körnererbsen in Kärnten zwischen 500 kg/ha und 4000 kg/ha (WUTTE, 2003). In Niederösterreich treten Schwankungen von Totalausfall bis 3500 kg/ha auf. Im Trockengebiet sind die Hauptursachen für Ertragsschwankungen die geringen Niederschläge, die Erbsenblattlaus und Fußkrankheiten bei zu enger Fruchtfolge (weniger als 6 Jahre Anbaupause zwischen Körnererbse und der nächsten Körnerleguminose). Es gibt kaum geeignete und erlaubte Pflanzenschutzmittel für die Biologische Landwirtschaft. Weitere Problemfaktoren sind die Schaderreger Erbsenkäfer und Erbsenwickler sowie

der Beikrautdruck. In der Praxis werden als Beikrautunterdrücker Futtererbsen (Peluschken) zu den Körnererbsen gemengt, die durch ihre Wüchsigkeit helfen, das Beikraut in Schach zu halten. Futtererbsen können allerdings problematisch bei der Ernte sein, denn sie neigen dazu im Reifezustand stark zu lagern, was die Ernte mit dem Mähdrescher erschwert (SCHMIDT, 2003).

Die niederösterreichischen Bio-Bauern erwirtschafteten in den letzten Jahren Körnererbsenerträge von 1500 – 2000 kg/ha. Bei den dort verwendeten Sorten handelte es sich bei den Körnererbsen um Profi, Jackpot, Miami, Gotik, Sponsor und bei den Futtererbsen um Sirius, Arvika, Dora, Andrea, Livioletta (SCHMIDT, 2004a).

Da in den letzten Jahren ein Anstieg an Schweine und Geflügel haltenden Bio-Betrieben zu verzeichnen war, werden auch dementsprechende Eiweißfuttermittel für diese Tiergruppen benötigt. Dieser Bedarf wird in nächster Zeit durch Auslaufen der Ausnahmeregelung (EG-Verordnung 2092/91) betreffend den Einsatz konventioneller Futtermittel noch erhöht werden. Die Körnererbse wäre eine ideale Futterkomponente, da sie neben der Eiweißkomponente auch viel Stärke als Energiekomponente bereitstellt. Für die Zukunft gilt es optimierte Anbaubedingung bzw. angepasste Sorten zu finden, die einen Ertrag sicherstellen, der zu einem positiven DB führt.

1.2. Frage- und Problemstellung

Da in der Biologischen Landwirtschaft größtenteils Tiere mit einem hohen genetischen Leistungspotenzial verwendet werden, benötigen diese auch eine relativ hohe Zufuhr an Nährstoffen. Vor allem in der Schweine- und Geflügelfütterung ist eine ausreichende Versorgung mit Eiweiß und essentiellen Aminosäuren enorm wichtig. Der Eiweißbedarf der Tiere in der konventionellen Landwirtschaft wird größtenteils über Sojaextraktionsschrot gedeckt. Soja ist auf dem Weltmarkt zurzeit eine attraktive Handelsware mit hohem Eiweißgehalt. Da Soja hauptsächlich aus konventionellen Herkünften stammt und für biologisch wirtschaftende Betriebe gemäß EG-Verordnung 2092/91 kein erlaubtes Futtermittel ist, stellt sich die Frage über einen Einsatz in der Biologischen Landwirtschaft erst gar nicht. Aus diesem Grund ist man auf andere Eiweißträger angewiesen. Grundsätzlich sollte in der biologischen Landwirtschaft von übermäßigen Importen abgesehen werden, da diese dem Kreislaufge-

danken (Stoffflüsse sollen möglichst geschlossen am Betrieb ablaufen) stark widersprechen.

Die Körnererbse ist neben der Ackerbohne die wichtigste Körnerleguminose in Österreich, einerseits als Luftstickstoffsammler und andererseits als Eiweißfuttermittel. Trotz ihrer Bedeutung für die Biologische Landwirtschaft, wird sie nicht in ausreichendem Maße produziert.

Es erscheint plausibel, wenn die Ackerbauregionen des österreichischen Osten vermehrt Bio-Körnererbsen anbauen, die dann viehhaltenden Bio-Betrieben als Eiweißfuttermittel zur Verfügung stehen. Für den eigenen Betrieb sind Körnererbsen eine Auflockerung der Fruchtfolge und eine zusätzliche N-Quelle durch die symbiontische Luftstickstoff-Bindung.

Die vorliegende Arbeit soll Probleme bzw. Fragen aus der Praxis aufzeigen. So soll versucht werden, für folgende sechs Fragen geeignete Lösungsvorschläge zu bieten.

1. Welche der überprüften Körner- und Futtererbsen-Sorten sind für die Biologische Landwirtschaft im pannonischen Klimagebiet am besten geeignet?
2. Welche Vorteile hat der Futtererbsenanbau mit Körnernutzung gegenüber dem Körnererbsenanbau?
3. Welchen Einfluss auf die Kulturführung haben die Wuchstypen Blatt- und Rankentyp der Körnererbse?
4. Wie hoch ist die fixierte Luftstickstoffmenge der überprüften Sorten bzw. Sorten-Gemenge?
5. Welcher N-Flächenbilanzsaldo ergibt sich bei Körner- und Futtererbsenanbau in Reinsaat und im Gemenge?
6. Welche Unterschiede bestehen zwischen Körner- und Futtererbsen hinsichtlich ihres Futterwertes?

1.3. Arbeitshypothesen

Anhand der im vorausgehenden Kapitel gestellten sechs Fragen können folgende drei Arbeitshypothesen aufgestellt werden.

A. Futtererbsen-Sorten sind bei Körnernutzung hinsichtlich Beikrautunterdrückung, Kornertag, Stickstofffixierung, Schädlingsbefall und Futterwert gegenüber Körnererbsen positiver oder zumindest gleichwertig zu beurteilen.

Fast alle Fragen (Ausnahme Frage 3) führen zur Hypothese A. Die in der Hypothese A genannten Parameter sollen dazu herangezogen werden, um mögliche Unterschiede zwischen Futter- und Körnererbsen aufzuzeigen.

B. Durch die Kombination von Wuchstypen (Körnererbse Blatt- und Rankentypen) oder Varietäten (Körner- und Futtererbsen) werden der Beikrautdruck geringer, der Kornertag und die Stickstofffixierleistung höher.

Die Fragen 3, 4 und 5 bilden die Basis für die Hypothese B. Hier sollen drei der bereits in Hypothese A genannten Parameter betrachtet werden. Diese dienen dazu Sorten in Reinsaat und im Gemenge miteinander zu vergleichen, damit Unterschiede festgestellt werden können.

C. Sorten bzw. Sorten-Gemenge mit einer hohen Ertragsstabilität liefern positive Deckungsbeiträge.

Hypothese C nimmt Bezug auf die Frage 1, da geeignete Sorten bzw. Sorten-Gemenge positive Deckungsbeiträge aufweisen müssen.

1.4. Ziele

Die Ziele dieser Arbeit können in folgenden fünf Punkten zusammengefasst werden:

- Die Untersuchung der Biomasseproduktion (ober- und unterirdisch), Gesamt-Stickstoff-Aufnahme und Stickstofffixierleistung von Körner- und Futtererbsen in Reinsaat und als Gemenge.
- Die Untersuchung der Stickstoff-Dynamik im Boden (Horizont 0 – 90cm) unter den verwendeten Erbsensorten bzw. Sorten-Gemengen.
- Die Untersuchung der Konkurrenzkraft von Körner- und Futtererbsen gegenüber Beikräutern und deren Anfälligkeit gegenüber Schaderregern.
- Die Untersuchung des Futterwertes von Körner und Futtererbsen.
- Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit für Körner- und Futtererbsen sowie von den Sortengemengen.

2. Literaturübersicht

2.1. Pflanzenbauliche Ansprüche

2.1.1. Standortansprüche

Humose Lössböden und humose lehmige Sandböden mit guter Wasserversorgung sind für Körnererbsen ideale Standorte (ENTRUP et al., 2003: 6). Dagegen sind schwere, kalte, tonige Böden weniger günstig, da frühzeitig kein ideales Saatbett bereitet werden kann und die Bodenstruktur und eventuell auch Staunässe eine gute Bodendurchlüftung nicht in ausreichendem Maße sicherstellen können (KELLER et al., 1999: 573). Der pH-Wert des Bodens sollte zwischen 6,2 und 7,0 liegen (ENTRUP et al., 2003: 6), was durch einen ausreichenden Kalkgehalt gegeben ist (SPERBER et al., 1988: 58). Gleichermaßen ungünstig wirken sich Staunässe und Trockenheit während der Blüte und der Zeit des Hülsenwachstums aus (GEISLER, 1988: 371), da mit starken Blüten- bzw. Hülsenabwurf zu rechnen ist (GEISLER, 1983: 149).

Als ideale Standorte für den Körnererbsenanbau in Österreich ist in erster Linie die pannonische Region zu nennen. Günstig eignen sich auch die Übergangslagen, solange diese nicht zu hoch liegen oder aber zu hohe Niederschlagsmengen aufweisen (SPERBER et al., 1988: 58).

2.1.2. Erbsen-Varietäten

Die Erbse (*Pisum sativum*) wird botanisch in mehrere Con-Varietäten unterteilt, die sich auch nach der Nutzung unterscheiden. Die Körnererbse (*Pisum sativum* conv. *sativum*) wurde ursprünglich als Trockenspeiseerbsen verwendet, jedoch heute fast ausschließlich als Tierfutter eingesetzt. Charakteristisch ist, dass im trockenen Zustand die Samen ihre runde Form behalten (SPERBER et al., 1988: 56).

Die Erbse für Speisezwecke ist die Markerbse (*Pisum sativum* conv. *medullare*). Diese wird grün geerntet und eingefroren oder eingelegt. Trocknen die Samen aus, verlieren sie die runde Form und schrumpfen unter Formveränderung (SPERBER et al., 1988: 56). Eine zweite Form der Speiseerbse ist die Zuckerbse (*Pisum sativum* conv. *axiphium*). Im großflächigen Feldanbau wird sie jedoch kaum verwendet (GEIS-

LER, 1983: 144). Zuckrerbsen werden neben Markerbsen und anderen Formen speziell im Gartenbau genutzt (HEYNITZ und MERCKENS, 1994: 218f).

Die letzte ökonomisch bedeutende Form der Erbse ist die Futtererbse (*Pisum sativum* conv. *speciosum*). Die kleinsamigen Futtererbsen werden auch Peluschken genannt. Sie liefern geringe Kornerträge und hohe Grünmasseerträge (SPERBER et al., 1988: 56). In erster Linie werden sie als Grünfüttermittel und zur Gründüngung verwendet (SATTLER und WISTINGHAUSEN, 1989: 187).

In Tabelle 2 sind die wichtigsten Unterschiede zwischen Körner- und Futtererbsen angeführt.

Tabelle 2: Merkmale von Körner- und Futtererbsen

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

TKG: Tausend-Korn-Gewicht (durchschnittliches Gewicht von tausend Körnern)

(Quelle: SPERBER et al., 1988, verändert)

2.1.3. Wuchstypen

Bei Körnererbsen unterscheidet man zwischen drei Wuchstypen (siehe Abbildung 1). Es handelt sich hierbei um blattlose-, halbblattlose- und Blatt-Typen. Die Wuchstypen unterscheiden sich durch das Vorhandensein bzw. Fehlen von Blättern. Zwischen Blatttyp und halbblattlosem Typ wird durch das Fehlen der Fiederblätter kaum eine Assimilationseinschränkung festgestellt. Die fehlende Assimilationsleistung wird durch die anderen grünen Organe fast vollständig kompensiert. Bei den blattlosen Typen ist eine Reduktion der Assimilationsleistung feststellbar, jedoch wird durch eine Verringerung der Blattanzahl auch die transpirationsfähige Oberfläche der Pflanze reduziert. Dadurch sind die Pflanzen resistenter gegenüber Trockenheit. Eine

zweite positive Eigenschaft ist die Ausbildung von Ranken anstelle der Fiederblätter. Diese Ranken geben dem Gesamtbestand Halt, womit dem Problem der Lagerung, also dem am Boden Liegen der Pflanze zur Ernte, entgegen gewirkt wird. Die Ranken der einzelnen Pflanzen verhaken sich ineinander und verhindern so das Flachliegen der Einzelpflanzen (DIEPENBROCK et al., 1999: 229).

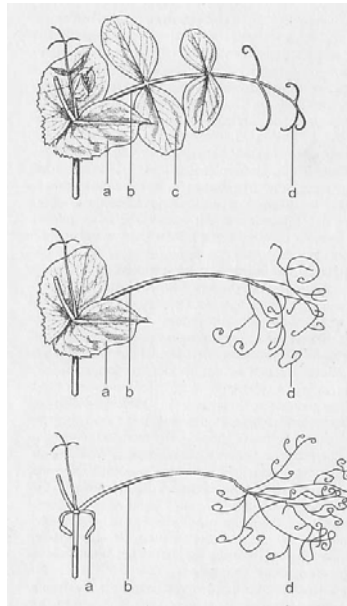


Abbildung 1: Wuchstypen der Erbse. Oben – Blatttyp, Mitte – Halbblattlos und Unten – blattlos. A = Nebenblätter, b = Blattachse, c = Fiederblätter und d = Ranken

(Quelle: DIEPENBROCK et al., 1999)

2.1.4. Fruchtfolge

Die Erbse ist selbst-unverträglich und es wird empfohlen Anbaupausen von 5 – 6 Jahren einzuhalten, bevor wieder Erbse in einer Rotation auf demselben Feld angebaut werden kann. Bei Unterschreiten dieser Zeitspanne tritt die so genannte Erbsenmüdigkeit auf. Diese äußert sich in Form von Keimungsanomalien, Aufgangsstörungen, verringertem Wurzelwachstum, Ertragseinbußen und schlechter Wüchsigkeit durch vermehrtes Auftreten von Pilzen und Nematoden, sowie einer Abnahme der Bakterienknöllchen (ENTRUP et al., 2003: 8).

Getreide ist meistens die Vorfrucht für Erbsen. Der Standort sollte frei von Quecke und sonstigen Beikräutern sein. Dieser Anforderung wird am besten Winterroggen gerecht, da er die beste Beikrautunterdrückung aufweist. Die Tiefendurchwurzelung

des Roggens ist eine zweite positive Vorleistung für die Folgekultur Erbse (FREYER, 2003: 73).

Die Erbse hat einen sehr hohen Vorfruchtwert. Es werden große Mengen an mineralisierbarem Stickstoff und ein gut garer Boden hinterlassen (SPERBER et al., 1988: 59). Den Stickstoff können die Kulturen Winterweizen, Wintergerste und Winterroggen am besten verwerten (FREYER, 2003: 73).

2.1.5. Kulturführung

Die Körnererbse sollte so früh wie möglich ausgesät werden. Je nach Standort findet die Aussaat im März bzw. bis Anfang April statt (SPERBER et al., 1988: 60). Die Durchschnittstemperatur sollte nicht unter 3,5° C liegen, um das Keimen nicht zu verzögern. Eine längere Keimdauer führt zu einem geringeren Feldaufgang, da die Samen durch Pilzinfektionen zum Absterben gebracht werden (VÖLKEL, 2004).

80 – 100 Pflanzen je m² gelten als durchschnittliche Bestandesdichte, wobei bei früheren Sorten höhere und bei späteren Sorten geringere Pflanzendichten zu wählen sind. Hinsichtlich der Reihenweite geht man von einem Reihenabstand von 20 – 30 cm aus (GEISLER, 1988: 371). In der Biologischen Landwirtschaft stellt das Beikraut im Körnererbsenbestand ein großes Problem dar. Da sich die Erbsen ab einer gewissen Bestandeshöhe zu verranken beginnen ist eine Arbeit mit dem Striegel, dem wichtigsten Beikrautbekämpfungsgesetz in der Biologischen Landwirtschaft, nicht mehr möglich. Deshalb ist das Blindstriegeln (striegeln bis zum Aufruf der Erbsenpflanzen) enorm wichtig (SPERBER et al., 1988: 147). Um das Problem des Verrankens etwas hinauszuzögern, wird ein größerer Reihenabstand gewählt, womit ein Maschinhacken möglich wird. Die Abstände können gleichmäßig bis auf 37,5 cm verbreitert werden oder aber es werden Fahrgassen angelegt mit einer Breite von bis zu 50 cm und Reihenabständen von 25 cm (BUDIG, 2004). Mit dieser Kulturführung können zwei Hackdurchgänge bis zum Verranken vorgenommen werden. Die Reduzierung des Beikrautes ist entsprechend größer, als bei einmaliger Bearbeitung mit dem Striegel. Auf skelettreichen Böden ist das Hacken entsprechend erschwert. Üblicherweise wird die Erbsensaat angewalzt und dabei werden auch die Steine wieder in den Boden gedrückt. Beim Hacken aber kommen diese Steine wieder aus dem

Boden und können bei der Ernte mittels Drescher hinderlich sein (DIEPENBROCK et al., 1999: 236).

2.1.6. Ernte

Körnererbsen werden bei einem Wassergehalt von 14 % geerntet. Dienen die Körner der Saatgutvermehrung, soll der Wassergehalt sogar etwas höher sein (17 – 19 %). Je feuchter die Samen, desto weniger werden beim Dreschen beschädigt. Die natürliche Trocknung der Samen kurz vor der Ernte geht sehr schnell vor sich. Bei einem Feuchtegehalt von 40 % dauert es 3 – 5 Tage bis die Erbsen gedroschen werden können (DIEPENBROCK et al., 1999: 236). Damit aber eine lange Lagerung der Erbsen erfolgen kann, ist es notwendig, diese nach der Ernte (vor allem bei höheren Wassergehalten) nachzutrocknen. Bei längeren Lagerzeiten soll der Wassergehalt der Samen auf unter 12 % abgesenkt werden (GEISLER, 1988: 372). Die Trocknung sollte langsam erfolgen und nicht mehr als 50° C erreichen (DIEPENBROCK et al., 1999: 237). Höhere Temperaturen während der Trocknung beeinträchtigen die Keimfähigkeit (GEISLER, 1988: 372).

Erbsen neigen dazu, zum Erntezeitpunkt stark zu lagern (besonders Futtererbsen). Da die Pflanzen sich dann sehr nahe am Boden befinden, muss der Mähdrescher den Mähbalken sehr tief absenken. In einem Erbsenfeld sollten keine größeren Steine liegen, denn diese würden das Mähwerk des Dreschers beschädigen. Die Ährenheber sind bei der Erbsenernte enorm wichtig, meistens wird jedoch jeder zweite oder dritte Ährenheber durch einen Spezialährenheber ersetzt. Ein Beispiel dafür wäre der Teleskopährenheber. Bei diesem kann der Mähbalken weiter vom Boden entfernt sein (ca. 10 cm). Die Erntegeschwindigkeit kann mittels Teleskopährenheber auch erhöht werden (SPERBER et al., 1988: 63).

Bei lagernden Erbsenbeständen ist darauf zu achten, dass die Druschrichtung nur gegen die Lagerrichtung oder quer zu Lagerrichtung vorgenommen werden kann (SPERBER et al., 1988: 64).

Hinsichtlich der Druschorgane des Dreschers gelten folgende Bedingungen:

- mäßige Trommeldrehzahl (450 – 600 U/min)
- weite Stellung des Dreschkorbes
- Lamellensiebe sollten steil sein (10 – 15 mm)
- genügend starker Wind zur Reinigung
- Entladen des Korntanks bei Leerlaufdrehzahl (SPERBER et al., 1988: 64)

2.1.7. Stickstoff-Fixierleistung und Stickstoff-Bilanz

Der Stickstoffbedarf von Leguminosen ist generell hoch. Dieser Bedarf kann größtenteils über die symbiotische Luftstickstoffbindung mit Hilfe der Knöllchenbakterien gedeckt werden. Neben dem gebundenen Stickstoff aus der Atmosphäre wird auch Stickstoff aus der Bodenlösung aufgenommen. Bei hohen Mengen an pflanzenverfügbarem Stickstoff im Boden wird weniger Stickstoff über die Knöllchenbakterien fixiert. Bei einer Boden-Stickstoff-Konzentration von 30 – 60 ppm kann bis zu 80 % des aufgenommenen Stickstoffs aus der Atmosphäre stammen (GEISLER, 1983: 131).

Es kann von einer Stickstoffanreicherung von 100 – 200 kg N/ha bei Erbse als Hauptkultur und 50 – 70 kg N/ha als Zwischenfrucht ausgegangen werden. Dieser Stickstoff ist nicht sofort pflanzenverfügbar und die Folgefrucht kann nur einen Teil davon nutzen (SPERBER et al., 1988: 59).

Die Stickstoffbilanz errechnet sich, indem man von der Stickstofffixierung den Stickstoff im Korn abzieht, da diese für gewöhnlich vom Feld abtransportiert werden. Nach dieser Berechnung ergibt sich meist eine negative Stickstoffbilanz. Dies ist der Regelfall für einen viehlosen, biologisch wirtschaftenden Betrieb. Anders sieht dies bei einem viehhaltenden Betrieb aus, wo der Stickstoff über die organische Düngung mittels Stallmist wieder auf das Feld gebracht wird (MAYER und HEß, 1997).

2.2. Tierische Schaderreger

Pflanzenkrankheiten spielen bei der Körnererbse im Trockengebiet keine große Rolle. In der vorliegenden Untersuchung wurden hinsichtlich des Pflanzenschutzes die drei wichtigsten Körnererbsen-Schaderreger in der Biologischen Landwirtschaft (Erbsenblattlaus, Erbsenwickler und Erbsenkäfer) betrachtet.

2.2.1. Erbsenblattlaus

Die Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphon pisum*) überwintert als Ei an Leguminosen (z.B. Klee oder Luzerne). Nach dem Schlüpfen in den Monaten April bis Mai (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999: 577) vermehrt sie sich parthenogenetisch (durch Jungfernzeugung). Dabei kommen auch geflügelte Blattlausformen vor, die dann die Winterwirtspflanze verlassen und Erbsenbestände aufsuchen (SPERBER et al., 1988: 154). Bevorzugt werden Triebspitzen und junge Blätter befallen. Bei trockenem und warmem Klima entwickeln sich rasant große Kolonien. Trockenheit und ein hoher Blattlausbefall verursachen das Absterben von Blättern oder sogar ganzer Triebe. Es kann auch zu einer Reduktion des Blüten- bzw. Fruchtansatzes kommen. Im Juli und August beginnen die Blattlauspopulationen zusammenzubrechen. Die Gründe dafür können eine Verschlechterung der Nahrungsqualität (meistens einhergehend mit dem Abreifen der Bestände), hohe Temperaturen oder natürliche Feinde sein. Nützlinge, welche den Blattlausbefall reduzieren können, sind unter anderem Marienkäfer (wie *Coccinella septempunctata* und *Adalia bipunctata*), Schwebfliegen (wie *Epi-syrphus balteatus*) und Brackwespen (wie *Aphidius ervi*) (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999: 577f).

2.2.2. Erbsenwickler

Beim Erbsenwickler (*Cydia nigricana*) handelt es sich um einen Schmetterling, der mit der Eiablage in der Blütezeit (ab Ende Mai) beginnt. Die Eier werden an den Laub- oder Kelchblättern der Erbse abgelegt, wo nach ca. einer Woche die Raupen schlüpfen, die sich in die Hülsen bohren (SPERBER et al., 1988: 155). Es sind kaum mehr als zwei Raupen je Hülse zu finden, da später eindringende Raupen von den

bereits in der Hülse befindlichen gefressen werden. Das Fraßbild der Erbsenwickler-
raupen ist durch Höhlungen, die in den jungen Samen gefressen werden, erkennbar.
Während eines Erbsenwickler-Entwicklungszyklus (ca. zwei bis dreieinhalb Wochen)
können so bis zu vier Samen beschädigt oder aufgeessen werden. Nach dieser Zeit
platzen die Hülsen auf oder die Raupen fressen ein Loch in die Hülsenwand. Im
Freien begeben sie sich dann in den Boden, wo sie sich entweder verpuppen oder in
einem Seidenkokon gesponnen den Winter überdauern (HOFFMANN und SCHMUTTE-
RER, 1999: 582f).

Natürliche Gegenspieler des Erbsenwicklers sind unterschiedliche Hautflügler, Arten
wie Braconide (*Ascogaster quadridentata*) und Ichneumonide (*Glypta haesitator* und
Pristomerus vulnerator) (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999: 578).

2.2.3. Erbsenkäfer

Der Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum*) überwintert als Käfer an geschützten Standorten.
Ein Befall des Erbsenbestandes kann auf zwei Arten erfolgen, entweder über konta-
miniertes Saatgut oder durch aktives Einfliegen in den Bestand. Ein Zuflug erfolgt
erst ab einer Temperatur von über 16° C, das um den Zeitpunkt der Blüte der Fall ist.
Die adulten Käfer ernähren sich vornehmlich von Pollen, der für die Eireifung wichtig
ist, und des Weiteren von Blättern und Blüten. Ein Weibchen kann bis zu 500 Eier an
die Hülsen legen. Die geschlüpften Larven bohren sich durch die Hülsenwand in die
Samen und fressen, während sich der Same entwickelt, ein zylindrisches Loch hin-
ein. Lediglich die Samenschale bleibt über, welche dann als Fenster bezeichnet wird.
Im Samen erfolgt die Verpuppung und der Schlupf. Meistens gelangen die Käfer
auch in das Lager, wo sie aber keinen weiteren Schaden anrichten (HOFFMANN und
SCHMUTTERER, 1999: 580f). Ein Teil der Käfer schlüpft aus den Samen am Feld und
sucht Überwinterungsquartiere auf (SPERBER et al., 1988: 155).

Probleme bereitet der Käfer bei der Produktion von Speiseerbsen und Erbsensaat-
gut. Speiseerbsen werden durch den Fraß ungenießbar und Saaterbsen verlieren
einen Großteil der Keimfähigkeit. In unseren Breiten gilt jedoch der Erbsenkäfer nicht
als großer wirtschaftlicher Schädling (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999: 581).

Als natürliche Gegenspieler des Erbsenkäfers gelten parasitische Hymenopteren-Arten (HOFFMANN und SCHMUTTERER, 1999: 581).

2.3. Futterwert

Die Körnererbse gehört in der österreichischen Biologischen Landwirtschaft zu den wichtigsten einheimischen Eiweißfuttermitteln, vor allem in der Schweine- und Geflügelfütterung. Bei der Verfütterung der Körnererbse gilt es aber einige Dinge zu beachten, die nachstehend angeführt sind.

Der Einsatz der Körnererbse wird durch limitierende Faktoren wie z.B. durch Methioninarmut, sowie durch Bitter- und Hemmstoffe begrenzt (ZOLLITSCH et al., 2002: 54f). In Tabelle 3 sind die empfohlenen Höchstmengen an Erbsen in den Rationen für Schwein und Geflügel dargestellt.

Tabelle 3: Empfohlene Höchsteinsatzmengen von Körnererbsen in der Tagesration für Schwein und Geflügel

Nutzungsrichtungen	Menge in % der Gesamtfutter-Trockenmasse
Leere/tragende Sauen	20
Laktierende Sauen	20
Mastschweine	20 – 30
Ferkel	10
Legehennen	20 – 30
Aufzuchtgeflügel	20 – 30
Mastgeflügel	30

(Quelle: ZOLLITSCH et al., 2002, verändert)

Wie ebenfalls erwähnt, besitzt die Erbse auch einige unerwünschte Futterinhaltsstoffe. Zu diesen zählen die Tannine (Gerbsäuren), die unter anderem eine schlechtere Proteinverdauung bewirken (JEROCH et al., 1999: 212). Der Tanningehalt kann bis zu 2 % ausmachen, Sortenunterschiede sind jedoch feststellbar. Die Tannine können zu den Bitterstoffen gezählt werden und sind deshalb auch hemmend bei der Futteraufnahme. Trypsininhibitoren bewirken eine Inaktivierung von Trypsin und Chymotrypsin, was in weiterer Folge negativ auf die Proteinverdauung wirkt. Diese sind in nur äußerst geringen Mengen vorhanden. Hämagglutinine können Anomalien der

roten Blutkörperchen verursachen. Für eine Verschlechterung der Zinkverwertung ist die Phytinsäure verantwortlich, die in Erbsen Werte bis 2% erreichen kann. Diese eben genannten Inhaltsstoffe könnten durch eine Hitzebehandlung teilweise unschädlich gemacht werden. In der Praxis wird dies aber kaum vollzogen, da eine solche Behandlung nicht wirtschaftlich ist (LETTNER, 1990: 2).

Neben dem Gehalt an Protein spielt auch die Proteinqualität eine wichtige Rolle. Ein maßgeblicher Parameter der Proteinqualität ist die Aminosäurezusammensetzung. Im Vergleich zu Getreide ist die Erbse reicher an Lysin, jedoch ist der Gehalt an schwefelhaltigen Aminosäuren (AS) sehr gering (JEROCH et al., 1999: 213). Eine genaue Auflistung der Erbseninhaltsstoffe findet sich in Tabelle 4 und Tabelle 5.

Tabelle 4: Inhaltsstoffe der Körnererbse

Futtermittel	TM	XA	XP	XL	XF	XX	XS	XZ
	g/kg FM	g/kg TM						
Erbse	880	34	251	15	67	633	478	61

TM = Trockenmasse, FM = Frischmasse, XA = Rohasche, XP = Rohprotein, XL = Rohfett, XF = Rohfaser, XX = Stickstofffreie Extraktstoffe, XS = Stärke, XZ = Zucker

(Quelle: JEROCH et al., 1999)

Tabelle 5: Aminosäurezusammensetzung der Körnererbse

Futtermittel	XP	Lys	Met	Met+Cys	Thr	Trp
	g/kg TM	g/kg TM				
Erbse	238	17	2,4	5,9	8,9	2,2

Lys = Lysin, Met = Methionin, Cys = Cystein, Thr = Threonin, Trp = Tryptohan

(Quelle: JEROCH et al., 1999)

Körnererbsen werden von Schweinen sehr gut verdaut und liefern diesen große Mengen an Energie. Die Methioninarmut kann durch Getreidezusätze teilweise ausgeglichen werden. Bei Geflügel wirken die relativ hohen Werte von Faserstoffen und Oligosacchariden nachteilig auf die Verdaulichkeit, was auch negative Auswirkung auf den energetischen Futterwert hat. Werden die Körner geschält, kann damit die Verdaulichkeit und der energetische Futterwert gesteigert werden. In der Geflügelfüt-

terung ist besonders auf eine ausreichende Ergänzung der schwefelhaltigen Aminosäuren zu achten (JEROCH et al., 1999: 213f).

Neben dem Haupteinsatzgebiet der Erbse in der Schweine- und Geflügelfütterung ist auch ein Einsatz in der Wiederkäuerfütterung möglich. In der Stiermast beispielsweise kann die Erbse als alleinige Eiweißquelle herangezogen werden (JEROCH et al., 1999: 214). Zu beachten ist, dass Erbsenprotein im Pansen durch die mikrobielle Tätigkeit fast vollständig abgebaut wird. Dies begrenzt ihre Wertigkeit für den Einsatz in Rationen von Hochleistungskühen (KNAUS et al., 2001).

Etwa 15 % des Erbsenproteins erreichen unabgebaut den Dünndarm, wo es absorbiert werden kann (BELLOF et al., 2004). Die hohe Abbaurate des Erbsenproteins wird durch den hohen Gehalt an Stärke kompensiert. Durch die Stärke, die den Mikroben Energie liefert, wird mikrobielles Protein aufgebaut, das dem Tier im Darm zur Verfügung steht (DACCORD und ARRIGO, 1994).

2.4. Wirtschaftlichkeit

Die erheblichen Ertragsschwankungen bei Körnererbsen machen es nicht immer einfach, eine sichere Kalkulation vorzunehmen. Die klassische Deckungsbeitragsrechnung bildet die einfachste und gängigste Grundlage für die monetäre Bewertung des Körnererbsenanbaues.

Das Problem des klassischen Deckungsbeitrages (DB) ist, dass die Vorfruchtleistungen der Erbse, oder einer beliebigen anderen Kultur, nicht berücksichtigt werden. Unter Vorfruchtleistungen versteht man das Bereitstellen positiver Effekte für die Folgefrucht. Solche Effekte wären z.B. die Humuslieferung, die strukturverbessernde Wirkung, phytosanitäre Effekte, die Mobilisierung zusätzlicher Nährstoffe, die Beeinflussung von Beikrautflora und Bodenleben sowie die Erosionsschutzwirkung oder die Stabilisierung von Agrarökosystemen (WEITBRECHT und PAHL, 2000: 39).

Werden die Vorfruchtleistungen nicht mitberücksichtigt, kann es passieren, dass eine ohnehin wettbewerbskritische Kultur, wie z.B. die Körnererbse, gegenüber anderen Kulturen ökonomisch schlecht abschneidet. Der Mehrertrag in der Folgefrucht, der beispielsweise durch den Anbau von Körnererbsen als Vorfrucht gegeben ist, wäre

aber der Vorfrucht hinzuzurechnen und nicht der Folgefrucht (ENTRUP et al., 2003: 16).

Bei einem erweiterten DB werden die Vorfruchtleistungen berücksichtigt. Damit die Vorfruchtleistungen korrekt eingeschätzt werden, müssen diese nach einem Schema bewertet werden. Zwei Ansätze sind in Tabelle 6 dargestellt. Rein rechnerisch ergibt sich der erweiterte DB durch Addition der monetären Vorfruchtleistungen zum klassischen DB. Der Vorfruchtwert der Körnererbse kann mit einer ungefähren Größenordnung von 100 – 175 € angegeben werden (WEITBRECHT und PAHL, 2000: 40f).

Tabelle 6: Ansatzmöglichkeiten zur Bewertung ausgewählter Vorfruchtleistungen

Bezeichnung	Alternative Beschaffungsmöglichkeiten (Ansatz 1)	Auswirkungen auf die Nachfolgefrucht (Ansatz 2)
Lieferung bzw. Verfügbarmachung von Stickstoff	<ul style="list-style-type: none"> • Gründüngung • Einsatz betriebsfremder Wirtschaftsdünger (Gülle) • Zukauf organischer Handelsdünger u. a. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ertragszuwachs • Qualitätssteigerung
Lieferung von Humus	<ul style="list-style-type: none"> • Gründüngung • Einsatz betriebsfremder Wirtschaftsdünger (Mist) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ertragszuwachs • Geringeres Ertragsrisiko
Verbesserung der Bodenstruktur	<ul style="list-style-type: none"> • Andere Gareförderer • Untersaaten in Referenzkultur 	<ul style="list-style-type: none"> • Ertragszuwachs • Verminderter Aufwand für Bodenbearbeitung • Geringerer Saatgutbedarf
Verminderung von Krankheiten und Schädlingen	<ul style="list-style-type: none"> • Weitere Fruchtfolgen • Andere Feindpflanzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Ertragszuwachs • Geringeres Ertragsrisiko

(Quelle: WEITBRECHT und PAHL, 2000)

Eine weitere Möglichkeit zur monetären Bewertung wäre die Ermittlung des Fruchtfolge Deckungsbeitrages. Hier wird die Leistung eines gesamten Fruchtfolge-Systems erfasst (ENTRUP et al., 2003: 16). Diese Form des Deckungsbeitrages lässt auch gut erkennen, welchen Wert nichtmarktgängige Kulturen haben wie beispielsweise Klee gras oder Zwischenfrüchte (WEITBRECHT und PAHL, 2000: 41).

In Tabelle 7 sind alle drei erwähnten Formen des Deckungsbeitrages nochmals dargestellt. Es ist ersichtlich aus welchen Parametern sich die einzelnen DB zusammensetzen.

In vorliegender Arbeit wurde die Wirtschaftlichkeit mittels klassischem (einfachen) DB ermittelt.

Tabelle 7: Berücksichtigte Größen, Aussage und Betrachtungszeitraum des klassischen Deckungsbeitrages (DB) und seiner weiterentwickelten Stufen

<i>Bezeichnung</i>	<i>Einfacher DB</i>	<i>Erweiterter DB</i>	<i>Fruchtfolge-DB</i>
<i>Berücksichtigte Größen</i>	<u>Proportionale (Markt-) Leistung:</u> Verkaufserlöse, Ausgleichszahlung Proportion. Spezialkosten: Saatgut, Düngung, Hagelversicherung, Maschinenkosten (Maschinenring), Trocknung, Zinsanspruch u. a.		
		<u>Vorfruchtleistungen:</u> Lieferung von Stickstoff und org. Substanz für die Folgefrucht, Förderung der Bodenstruktur und Bodengesundheit, Ertragseffekte auf die Folgefrucht	<u>Fruchtfolgeleistung:</u> Deckungsbeiträge aller Fruchtfolgeglieder (einschl. Brache und Zwischenfrüchte), Humus- und N-Bilanzen
<i>Aussage</i>	Leistung einer isoliert betrachteten Kultur	Leistung eines Fruchtfolgefeldes	Leistung und Stabilität eines Fruchtfolgesystems
<i>Betrachtungszeitraum</i>	<u>Kurzfristig:</u> Vegetationsperiode (Saatbettbereitung bis Ernte)	<u>Mittelfristig:</u> Vegetationsperiode und Nachwirkungen von Nachfrucht	<u>Langfristig:</u> Gesamte Rotationsdauer einer Fruchtfolge

(Quelle: WEITBRECHT und PAHL, 2000)

3. Material und Methoden

3.1. Standort

Der Versuch wurde auf den biologisch bewirtschafteten Flächen der Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien in Raasdorf durchgeführt. Geographisch liegt die Versuchsfläche somit am westlichen Rand des Marchfeldes, im Übergangsbereich zwischen westeuropäischem und osteuropäischem kontinentalem Klima (FRANK, 1999: 3ff).

Die Versuchsflächen liegen 145 – 152 m über dem Meeresspiegel und werden dem Pannonikum zugeordnet. Kennzeichnend für dieses Gebiet sind der viele Sonnenschein, die hohen Temperatursummen während der Vegetationsperiode und die geringen Niederschlagsmengen. Im Mittel liegt die Jahrestemperatur bei 9° C und die Niederschläge betragen 500 – 600 mm (FRANK, 1999: 6).

Der Boden der Versuchsfläche ist ein Tschernosem (Schwarzerde), wo Löß das Ausgangsmaterial bildet. Charakteristisch für Tschernoseme sind tiefreichende A-Horizonte. Tschernoseme zählen zu den fruchtbarsten Böden Österreichs, die Ertragskraft wird jedoch durch ungenügendes Wasserangebot begrenzt (FRANK, 1999: 8f). Im Oberboden der Versuchsfläche kommt fast ausschließlich lehmiger Schluff als Bodenart vor und der pH-Wert liegt im alkalischen Bereich zwischen 7,5 und 8 (FRANK, 1999: 46ff).

3.2. Erbsensorten und Versuchsanordnung

Im Versuch wurden acht Erbsen-Sorten sowie vier Sorten-Gemenge (siehe Tabelle 8) miteinander verglichen. Hafer diente als Referenzpflanze (Vergleichspflanze) zur Ermittlung der Stickstoff-Fixierleistung.

Die in der Literaturübersicht als halblattlose Typen bezeichneten Körnererbsen werden in diesem Versuch als „Rankentyp“ bezeichnet.

Tabelle 8: Beschreibung der Versuchsvarianten

Variante	Sorte (Mischungsverhältnis in %)	Typ	Varietät
1	Gotik	R	K
2	Herold	R	K
3	Sponsor	R	K
4	Bohatyr	B	K
5	Erbi	B	K
6	Dora	B	F
7	Rhea	B	F
8	Sirius	B	F
9	Hafer	Ref	Ref
15	Herold/Rhea (75:25)	R/B	K/F
17	Sponsor/Rhea (75:25)	R/B	K/F
20	Erbi/Gotik (75:25)	B/R	K/K
24	Gotik/Erbi (75:25)	R/B	K/K

R = Rankentyp

K = Körnererbse

B = Blatttyp

F = Futtererbse

Ref = Referenzfrucht

Durch den Anbau von Gemengen wurde versucht die Vorteile von Körner- und Futtererbsen bzw. von Körnererbsen Blatt- und Rankentyp in Reinsaat zu kombinieren. Körnererbsen liefern höhere Kornerträge und die Rankentypen zeigen eine geringe Lagerneigung. Die Futtererbsen sind durch ihre Wüchsigkeit in der Lage das Beikraut besser zu unterdrücken. Nachteilig wirkt sich sicherlich die unterschiedliche Kornabreife von Körner- und Futtererbsen aus.

Abbildung 2 zeigt die Anordnung der Varianten im Versuchsplan. Alle oben genannten Varianten wurden in vier Wiederholungen randomisiert angebaut (d.h. zufällig auf die Parzellen verteilt). Lediglich in der ersten Wiederholung waren die Varianten der Reihe nach angeordnet. Durch die ungerade Anzahl an Varianten kam es zwischen den Wiederholungsblöcken zu Überlappungen. Der Versuch wurde auf den Längsseiten von einem Mantel begrenzt, in dem Variante 2 eingesät wurde.

Eine Parzelle hatte eine Dimension von 7 m Länge und 5,4 m Breite und innerhalb der Parzelle befand sich ein Mantel von 1 m (siehe Abbildung 3, Seite 31).



	1. WH				2. WH			3. WH		4. WH	
	MANTEL (Herold)				MANTEL			MANTEL			
1	5	3	8	24	3	2	5	7	24	6	15
2	5	4	9	1	24	4	6	2	15	17	24
3	1	5	15	6	17	15	3	8	4	7	1
4	2	6	17	5	20	7	4	9	2	3	8
5	5	7	20	8	9	1	20	17	5	9	20
	MANTEL (Herold)				MANTEL			MANTEL			

Abbildung 2: Versuchsanlage (Fett gedruckt die Variantennummer und kursiv die Parzellennummer. Färbig die Wiederholung und weiß überzählige Parzellen)

3.3. Zeitplan und Maßnahmen

In Tabelle 9 sind die gesamten Arbeitsabläufe des Versuches mit dem jeweiligen Datum dargestellt.

Tabelle 9: Zeitplan mit durchgeführten Maßnahmen		
Zeitraum/Datum	Maßnahme	Anmerkung
Mitte März 2003	Umbruch	mittels Grubber
Mitte März 2003	Saatbettbereitung	mittels Kreiselegge
24.03.2003	Saat	mittels Parzellensämaschine
25.03.2003	1. N _{min} Probennahme	Bodentnahme 0 – 90 cm
30.04.2003	1. Bonitur zum Auflauf	Aufgang Beikrautbesatz
16.05.2003	Bestandespflge	Händische Roggen Entfernung
03. und 04.06.2003	2. Bonitur zur Blüte	Beikrautbesatz Wuchshöhe LAI (Baltflächenindex) Schädlingsbonitur (Erbsenblattlaus) Entwicklungsstadium

25.06.2003	3. Bonitur zur Hülsenbildung	Beikrautbesatz Hülsen je Pflanze Lagerung Kornreife
04.07.2003	4. Bonitur zur Ernte	Spätverunkrautung Körner je Hülse Lagerung Kornreife
07.07.2003	händische Ernte	oberirdische Pflanze
08.07.2003	maschinelle Ernte	mittels Parzellenmähdrescher
08. und 09.07.2003	2. N _{min} Probenahme	Bodenentnahme 0 – 90 cm
09.07 – 14.07.2003	Wurzelprobenentnahme	mittels Wurzelsonde
15.07. – 21.07.2003	Aufarbeitung von Korn und Stroh	TM-Bestimmung Vermahlen der Proben
21.07. – 29.07.2003	Aufarbeitung der Wurzeln	Waschen mittels Wurzelwaschanlage Auszählen der Wurzeln TM-Bestimmung Vermahlen der Proben
06.08. – 22.08. und 07.10. – 15.10.2003	Futterwertanalyse	Weender Futterwertanalyse Stärke Zucker titrimetrische Bitterstoffbestimmung
November 2003	Schädlingsbonitur in den geernteten Körnern	Erbsenwickler Erbsenkäfer
Mai 2004	Aminosäurenbestimmung	Nahinfrarotspektroskopie

3.4. Pflanzenbauliche Erhebungen

3.4.1. Bonituren

In der Vegetationsperiode wurden insgesamt vier Bonituren für jede Parzelle durchgeführt, wo unterschiedliche Parameter untersucht und die entsprechenden Daten erhoben wurden. Der Zeitraum, wann die Untersuchungen stattgefunden haben ist aus Tabelle 9 ersichtlich.

3.4.1.1. Feldaufgang

Für die Bewertung des Feldaufganges wurden pro Parzelle zwei mal 2 m Pflanzen in der Saatreihe ausgezählt (insgesamt 4 m je Parzelle). Damit wurde die Anzahl der Pflanzen je m² berechnet.

3.4.1.2. Beikraut

Das Auftreten von Beikraut (Beikrautdeckungsgrad) wurde bei den ersten drei Terminen subjektiv abgeschätzt und mit Zahlen von 1 – 10 codiert: 1 = 0 – 10 %, 2 = 10 – 20 %, 3 = 20 – 30 %, usw. Daneben wurden auch noch alle vorkommenden Beikräuter botanisch erhoben. Bei der vierten und letzten Beikrautbonitur wurde speziell die Spätverunkrautung betrachtet und nach demselben Zahlensystem bewertet wie bereits beschrieben. Zusätzlich wurde eine Artenbestimmung der am häufigsten vorkommenden Beikräuter vorgenommen.

3.4.1.3. Wuchshöhe

Die Wuchshöhe wurde zum Zeitpunkt der Blüte ermittelt. Dafür wurden fünf Pflanzen je Parzelle gemessen und daraus der Mittelwert errechnet.

3.4.1.4. LAI

Mittels der LAI-Sonde (LAI = leaf area index; Blattflächen-Index) wurde die Beschattung der Bodenoberfläche durch die angebaute Sorte, zur Blüte, untersucht. Der Messvorgang gestaltete sich so, dass zuerst eine Messung oberhalb des Pflanzenbestandes stattfand und dann vier Messungen an der Bodenoberfläche vorgenommen wurden. Die Messungen wurden im Schatten durchgeführt. Pro Parzelle fanden

zwei Messwiederholungen statt. Die Sonde speichert die Messwerte und bildet automatisch den Mittelwert, der über einen Computer abgefragt werden kann.

3.4.1.5. Entwicklungsstadium

Zur Erhebung des Blüh-Entwicklungsstadiums erfolgte eine optische Beurteilung der sich in Blüte befindenden Pflanzen mit Zahlen von 1 – 10 (1 = 0 – 10 %, 2 = 10 – 20 %, 3 = 20 – 30 %, usw.). 10 würde bedeuten, dass alle Pflanzen in Blüte stehen und 1, dass zwischen 0 und 10 % der Pflanzen blühen.

3.4.1.6. Lagerung

Das Ausmaß der Lagerung wurde bei den letzten beiden Bonituren erhoben. Die Bewertung erfolgte in Zahlen von 1 – 5 (1 = aufrecht stehend, 2 = lagernd mit Neigungswinkel 90-45°, 3 = lagernd 45°, 4 = lagernd 45 – 0° und 5 = liegend 0°).

3.4.1.7. Hülsen je Pflanze und Körner je Hülse

Bei der Ermittlung der Hülsen je Pflanze wurde der Hülsenbesatz von fünf Pflanzen je Parzelle ermittelt und daraus der Mittelwert gebildet (im Rahmen der dritten Bonitur). Die durchschnittliche Körneranzahl je Hülse ergab sich aus dem Mittel von fünf Hülsen je Parzelle (im Rahmen der vierten Bonitur).

3.4.1.8. Kornreife

Die Reife der Erbsen-Körner wurde bei der dritten Bonitur mit Zahlen von 1 – 3 (1 = grün, 2 = noch zerbeißbar und 3 = steinhart) bonitiert. Zur Einstufung der Reife wurden einige Körner, sofern möglich, mit den Zähnen zerbissen. Bei der vierten Bonitur wurde die Reife in prozentualen Punkten von 1 – 10 (1 = 0 – 10 %, 2 = 10 – 20 %, 3 = 20 – 30 %, usw.) der totreifen Körner (steinharte Körner) angegeben.

3.4.2. Korn- und Strohertrag

Bei der Ernte der oberirdischen Pflanzenteile wurde zweimal 0,96 m² je Parzelle geerntet (entspricht je 4 Reihen zu 2 m). Die Lage der Erntefläche ist aus Abbildung 3 (Seite 31, gestrichelte Rechtecke) ersichtlich. Das Erntegut wurde stationär gedroschen und in Korn und Stroh separiert. Dieses Material wurde für die Ertragsbestimmung, die Trockenmassebestimmung (Trocknung bei 100° C) und die Bestimmung

des Stickstoffgehaltes (Trocknung bei 60° C und anschließende Vermahlung) von Korn und Stroh über einen C/N-Analyzers ermittelt.

Mittels eines Parzellenmähdreschers wurde der Kornfrischmasseertrag je Parzelle ermittelt und dann auf den erwarteten Ertrag je Hektar hochgerechnet.

3.4.3. Wurzelertrag

Die Wurzeln der Pflanze wurden mit einer Wurzelsonde gewonnen (nach der Ernte im Juli 2003). Hierzu wurden, wie ebenfalls aus Abbildung 3 ersichtlich, vier Bohrungen je Parzelle vorgenommen und auf zwei Horizonte (0 – 30 cm und 30 – 60 cm) aufgeteilt. In einer Wurzelwaschanlage erfolgte die Trennung von Wurzeln und Erde. Hierbei wurde die getrocknete Probe mit einem Wasserstrahl und Druckluft über ein Sieb (Maschenweite = 760 µm) ausgewaschen. Die gewonnenen Wurzeln wurden getrocknet und dann für die Stickstoffbestimmung vermahlen.

3.4.4. Gehalt an mineralischem Stickstoff (N_{\min}) im Boden

Zur Berechnung der Stickstoffbilanz wurde der mineralische Stickstoff (N_{\min}) im Boden bestimmt (zur Saat – rote Punkte, nach der Ernte – blaue Punkte, siehe Abbildung 3). Nur bei den Haferparzellen wurden noch zusätzliche vier Bohrungen vorgenommen (grüne Punkte in Abbildung 3). Die gezogenen Proben wurden auf drei Horizonte aufgeteilt (0 – 30 cm, 30 – 60 cm und 60 – 90 cm) und der mineralische Stickstoffgehalt analysiert.

Der N_{\min} -Gehalt des Bodens ist der „mineralische“, in anorganischer Verbindung vorliegende und somit sofort pflanzenverfügbare Stickstoff, der bei der Entnahme aus dem gesamten durchwurzelbaren Bodenprofil vorhanden ist. Der N_{\min} -Gehalt ist die Summe des austauschbar gebundenen Ammonium- und Nitrat-Stickstoff (ÖNORM L 1091, 1988: 2).

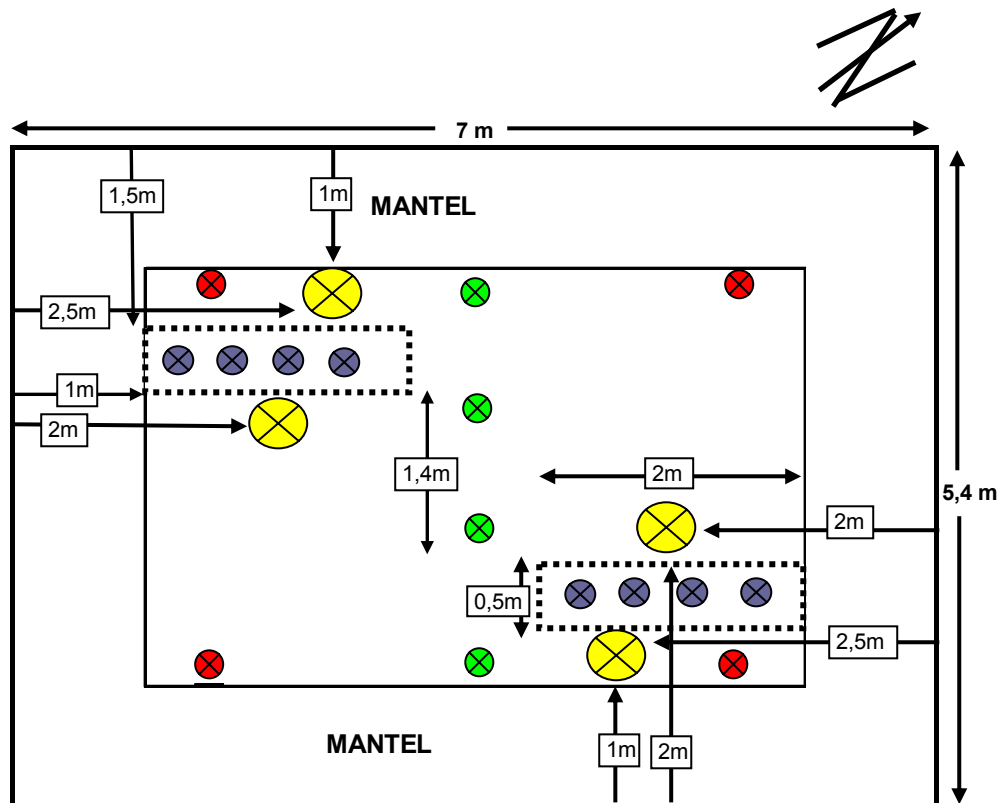


Abbildung 3: Plan der Versuchsparzelle (Grün und Rot die N_{\min} Einstiche bei der Saat. Blau die N_{\min} Einstiche nach der Ernte auf der händisch geernteten Fläche, Gelb die Einstiche mit der Wurzelsonde)

Bis zur N_{\min} -Analyse im Labor wurden die Bodenproben bei $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ gelagert. Die tiefgefrorenen Bodenproben wurden einen Tag vor der Untersuchung im Kühlschrank bei $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ langsam aufgetaut. Danach kamen sie im Labor bis zur Aufbereitung in eine Kühltasche. Zuerst erfolgte eine händische Homogenisierung der Bodenproben, welche anschließend auf 0,1 g (je Probe 50 g Boden) genau in Kunststoffschüttelflaschen eingewogen wurde. Die beprobten Flaschen wurden mit je 200 ml 0,0125 M Calciumchlorid-Dihydratlösung versetzt und eine Stunde lang im Überkopfschüttler geschüttelt. Danach erfolgte die Filtration der Bodenlösung. Die ersten 50 ml wurden verworfen. Nur ein kleiner Teil des Filtrats wurde in dicht verschlossene Kunststoff-Fläschchen gefüllt, die bis zur photometrischen Messung wiederum bei $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ aufbewahrt wurden. Die photometrische Bestimmung des Ammonium- und Nitrat-Stickstoffs erfolgte nach der ÖNORM L1091-Methode.

Die Meßwerte der photometrischen Untersuchung wurden in [mg.l⁻¹] angegeben und mit nachstehender Formel in [mg N.100 g⁻¹ Boden] umgerechnet:

$$\frac{\text{MW} \times [\text{CaCl} + \text{EW} \times (\text{WG} : 100)]}{10 \times \text{EW} \times (1 - \text{WG} : 100)} = \text{mg N.100 g}^{-1} \text{ Boden}$$

MW.....Messwert in [mg l⁻¹]

CaCl.....Zugesetzte CaCl-Lösung in [ml]

EW.....Einwaage naturfeuchter Boden (50g)

WG.....Wassergehalt des Bodens in %

Die Gehalte an Nitrat- bzw. Ammonium-N wurden um den gravimetrisch bestimmten Bodenfeuchtegehalt korrigiert und mit der, in einer Voruntersuchung (FREYER et al., 2000) ermittelten Lagerungsdichte (1,29 g cm⁻³ von 0 – 30 und 30 – 60 cm; 1,33 g cm⁻³ von 60 – 90 cm; 1,35 g cm⁻³ von 90 – 120 cm), auf die jeweilige, beprobte Schichtdicke in kg/ha umgerechnet.

Die analysierten N_{min}-Werte beziehen sich auf Nitrat-N, da aus bereits vorgenommenen Untersuchungen nur verschwindend geringe Ammonium-N Werte festgestellt wurden.

Für die Bestimmung des Wassergehaltes des Bodens wurde je 50 g naturfeuchter Boden in eine Petrischale eingewogen, in der die Probe 24 Stunden lang bei 105 °C trocknete und anschließend durch Wägen das Trockengewicht des Bodens bestimmt wurde. Der gravimetrische Wassergehalt des Bodens in % wurde mit der nachstehenden Formel berechnet. Mit Hilfe der Lagerungsdichte wurde der gravimetrische Wassergehalt auf den volumetrischen Wassergehalt umgerechnet.

$$\frac{\text{Feuchtgewicht des Bodens} - \text{Trockengewicht des Bodens}}{\text{Feuchtgewicht des Bodens}} \times 100 = \text{Wassergehalt des Bodens in \%}$$

3.4.5. Stickstoff-Fixierleistung

Die Stickstofffixierleistung der Erbse wurde mit Hilfe der erweiterten Differenzmethode (nach HAUSER, 1987) berechnet, die wie folgt lautet:

$$[(\text{Sproß-N}_{\text{Leg}} + \text{Korn-N}_{\text{Leg}} + \text{Wurzel-N}_{\text{Leg}}) - (\text{Sproß-N}_{\text{Ref}} + \text{Korn-N}_{\text{Ref}} + \text{Wurzel-N}_{\text{Ref}})] + (\text{N}_{\text{min}} \text{ im Boden}_{\text{Leg}} - \text{N}_{\text{min}} \text{ im Boden}_{\text{Ref}}) = \text{N}_2\text{-Fixierleistung}$$

Alle Werte in dieser Gleichung werden in kg/ha angegeben. Der Index Leg bedeutet Leguminose und Ref steht für Referenzfrucht.

In dieser Untersuchung war Hafer die Referenzfrucht um die N₂-Fixierleistung der Leguminose mit dieser Methode ermitteln zu können. Diese sollte ähnliche Mengen an bodenbürtigem N aufnehmen wie die Leguminose.

3.4.6. Stickstoff-Flächenbilanz

Für die Berechnung der Stickstoffbilanz wurde von der Stickstofffixierleistung der Leguminose, der Stickstoffertrag im Korn abgezogen. Dies ist deshalb notwendig, da der Stickstoff im Korn nicht am Feld verbleibt, sondern als Ernteprodukt vom Feld abtransportiert wurde.

3.5. Tierische Schaderreger

Für die hier beschriebenen Methoden wurden nur die Varianten 1 – 8 (Erbsenreinsaat) herangezogen.

3.5.1. Erbsenblattlaus

Der Befall durch Blattläuse wurde optisch abgeschätzt. Die erste Blattlaus-Bonitur (04.06.2003) erfolgte im Rahmen der zweiten pflanzenbaulichen Bonitur. Bei der ersten Bonitur waren die Blattläuse kurz zuvor zugeflogen. Eine zweite Bonitur wurde am 17.06.2003 durchgeführt. Bonitiert wurde nach einem selbst definierten Boniturschlüssel mit folgenden Abstufungen: 0 = kein Befall, 1 = 1 – 2 ungeflügelte Blattläuse mit wenigen Nachkommen, 2 = kleine Kolonie in der Triebspitze, 3 = mittlere Kolonie in der Triebspitze, 4 = Tiere beginnen von der Triebspitze aus weitere Teile der Pflanze zu befallen, 5 = totaler Befall der gesamten Pflanze. Pro Parzelle wurde

der Blattlausbefall von zehn Pflanzen bonitiert und der Mittelwert davon errechnet. Für die Beurteilung wurden zuerst die Triebspitzen der Pflanzen bewertet und im Weiteren die gesamte Pflanze.

3.5.2. Erbsenwickler und Erbsenkäfer

Der Befall durch Erbsenwickler und Erbsenkäfer wurde anhand der geernteten Körner durchgeführt. Hierzu wurden 100 Körner je Parzelle ausgezählt, die dann auf Fraßspuren von Erbsenwicklern und Fraßlöcher von Erbsenkäfern untersucht wurden. Die Fraßspuren sahen aus als ob jemand vom Korn kleine Stücke abgebissen hätte. Fraßlöcher des Erbsenkäfers sahen aus wie zylindrisch in das Korn gebohrte Löcher.

3.6. Futterwertbestimmung

Für die hier beschriebenen Methoden wurden nur die Varianten 1 – 8 (Erbsenreinsaat) herangezogen.

3.6.1. Rohnährstoffe, Stärke und Zucker

Bei der sog. Weender Analyse werden die Trockenmasse, die Rohasche, das Rohfett, das Rohprotein und die Rohfaser bestimmt. Die Bezeichnung Rohnährstoffe wird deshalb gewählt, da die Fraktionen nicht in reiner Form ermittelt werden. Die übrig gebliebenen Fraktionen werden rechnerisch erhoben. Diese sind das Rohwasser, die organische Substanz und die Stickstofffreien Extraktstoffe (JEROCH et al., 1999: 33).

Die Weender-Analyse wurde nach dem amtlichen Methodenbuch der ALVA (1983) durchgeführt.

Die Analyse von Stärke und Zucker wurde nach dem Österreichischen Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen der ALVA (1983) durchgeführt.

3.6.2. Bitterstoffe (Tannine)

Die Bestimmung des Tanningehaltes im Erbsenkorn erfolgte mittels titrimetrischer Bitterstoffbestimmung (NAUMANN und BASSLER, 1976). Dabei wurde die Probe mit Hautpulver entgerbt und mit Hyperjodit oxydiert, um anschließend aus dem Jodverbrauch bei der Titration den Tanningehalt zu errechnen.

3.6.3. Aminosäuren

Die Ermittlung des Gehaltes an essentiellen Aminosäuren erfolgte mit der NIRS (Nahinfrarotspektroskopie) bei der Firma DEGUSSA nach der dort üblichen Methodik.

3.6.4. Energiegehalt

Der Energiegehalt der Körnererbse wurde für Rinder, Schweine und Geflügel auf Basis des analysierten Nährstoffgehaltes berechnet.

Für Rinder erfolgt die Angabe der Energie als Umsetzbare Energie (ME) und bei Milchkühen als Netto-Energie-Laktation (NEL). Die Formeln für die Berechnung wurden den DLG -Futterwerttabellen für Wiederkäuer (DLG, 1997: 12) entnommen.

$$\begin{aligned} \text{ME (MJ/kg T)} &= 0,0312 * \text{gDXL} + 0,0136 * \text{gDXF} + 0,0147 * \text{g(DOM - DXL - DXF)} + \\ &0,00234 * \text{gXP} \\ \text{NEL (MJ/kg T)} &= 0,6 * (1 + 0,004 * [\text{q} - 57]) * \text{ME (MJ)} \\ \text{GE (MJ/kg T)} &= 0,0239 * \text{gXP} + 0,0398 * \text{gXL} + 0,0201 * \text{gXF} + 0,0175 + \text{gXX} \\ \text{q} &= \text{ME/GE} * 100 \end{aligned}$$

Die Energieangabe für Schweine erfolgt ebenfalls als Umsetzbare Energie (ME) und für die Berechnung wurde die Formel aus den DLG-Futterwerttabellen für Schweine (DLG, 1991:12) herangezogen.

$$\begin{aligned} \text{ME (MJ/kg T)} &= 0,021 * \text{DXP} + 0,0374 * \text{DXL} + 0,0014 * \text{DXF} + 0,0171 * \text{DXX} - 0,0068 * \\ &(\text{BFS} - 100) \\ \text{BFS} &= \text{DXX} - \text{DXF} - \text{XS} - \text{XZ} \end{aligned}$$

Bei der energetischen Futterwertschätzung beim Geflügel konnte keine geeignete Formel für ein Einzelfuttermittel gefunden werden. Deshalb wurde auf die Formel für Alleinfuttermittel zurückgegriffen (JEROCH et al., 1999: 160).

$$ME \text{ (MJ/kg T)} = (15,51 * XP + 34,41 * XL + 16,69 * XS + 13,01 * XZ) * 10^{-3}$$

Erläuterung:

XP	Rohprotein	DXP	verdauliches Rohprotein
XL	Rohfett	DXL	verdauliches Rohfett
XF	Rohfaser	DXF	verdauliche Rohfaser
XX	Stickstofffreie Extraktstoffe	DXX	verdauliche Stickstofffreie Extraktstoffe
XS	Stärke	DOM	verdauliche organische Masse
XZ	Zucker	BFS	bakteriell fermentierbare Substanz

3.7. Wirtschaftlichkeit

Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit des Erbsenanbaues wurde mit der klassischen Deckungsbeitragsrechnung vorgenommen. Der DB wurde mit einem Programm des Institutes für Agrarökonomik an der BOKU Wien berechnet. Es handelt sich hierbei um ein Programm, das speziell für den Biologischen Landbau konzipiert ist.

3.8. Statistische Auswertung

Die gesammelten Daten wurden statistisch mittels SPSS 11.5 (Superior Performance Software System) ausgewertet. Zur Auswertung wurde die zweifaktorielle Varianzanalyse verwendet, wobei die Varianten und die Wiederholungen die fixen Faktoren darstellten. Der Vergleich der Mittelwerte wurde mit Hilfe des Tukey-Test vorgenommen (Signifikanzniveau von $p < 0,05$). Mittelwerte, die sich nicht voneinander unterscheiden, sind mit demselben Buchstaben gekennzeichnet. Die statistisch ausgewerteten Daten sind normalverteilt und varianzhomogen. Der Test auf Normalverteilung erfolgte mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Test. Getestet wurden hierzu die Residuen der Daten. Die Varianzhomogenität wurde über die Schiefe der Daten analysiert.

4. Ergebnisse

4.1. Klima und Witterungsverlauf

Betrachtet man das Klima in dem vorliegenden Untersuchungszeitraum (Oktober 2002 bis Juli 2003, siehe Abbildung 4), so fällt auf, dass die Niederschlagsmenge stark vom langjährigen Mittel abweicht. So waren vom Oktober bis Dezember 2002 (vor der Aussaat der Körnererbsen) überdurchschnittlich hohe Niederschlagsmengen zu verzeichnen. Diese nahmen dann kontinuierlich von Jänner bis Februar 2003 ab, wobei in diesem Monat sogar gar kein Niederschlag feststellbar war. Bis Mai 2003 stieg die Niederschlagsmenge wieder an, sodass für diesen Monat ausreichende Mengen an Regen verzeichnet werden konnten, während in den vorausgehenden und darauf folgenden Monaten der Niederschlag deutlich unter den zu erwartenden Werten blieb, sodass in der Hauptwachstumsperiode der Körnererbse (März – Juli) der Niederschlag (166 mm) um 100 mm geringer ausfiel als im langjährigen Mittel (265mm). Im Unterschied zum Niederschlag war die Temperatur bis auf kleine Abweichungen (v.a. im Februar und Juni) dem langjährigen Mittel angepasst.

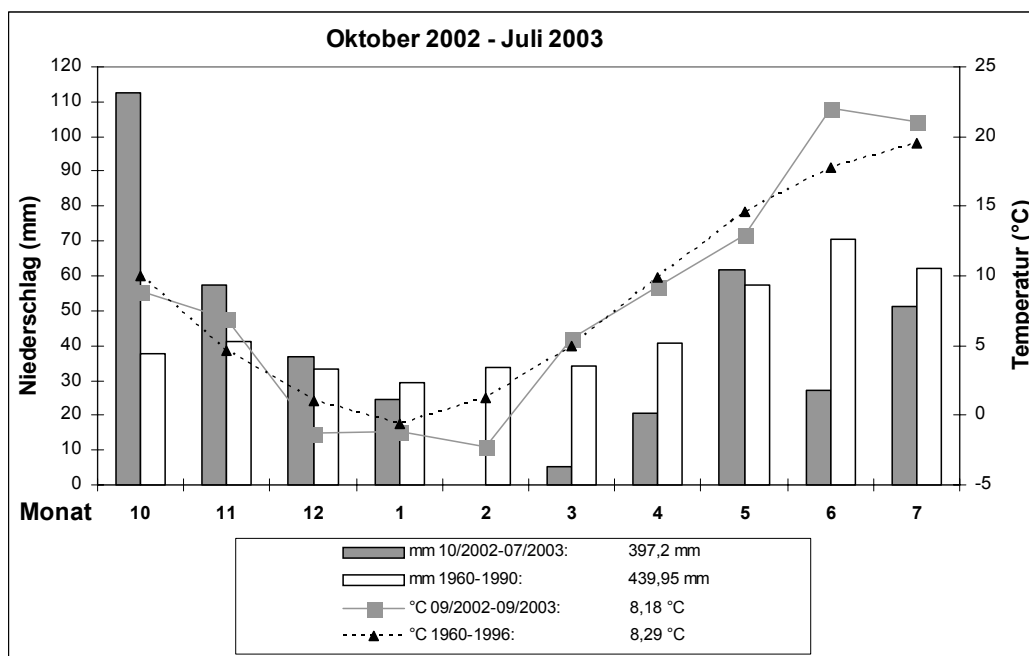


Abbildung 4: Gegenüberstellung der Niederschlags- und der Temperaturwerte des längjährigen Mittels und des Untersuchungszeitraumes (Quelle: Klimamess-Station am Standort Groß-Enzersdorf)

4.2. Pflanzenbauliche Daten

4.2.1. Bonitur-Daten

4.2.1.1. Bestandesdichte

Obwohl bei allen geprüften Erbsensorten die gleiche Saatgutmenge pro m² ausgesät wurde (120 Körner je m²), war eine große Variationsbreite im Hinblick auf die aufgegangeenen Pflanzen pro m² feststellbar. So wies Bohatyr mit 104 Pflanzen pro m² die geringste und Rhea mit 172 Pflanzen pro m² die höchste Pflanzenanzahl auf. Die Bestandesdichte aller anderen Sorten und Sorten-Gemenge lag zwischen diesen Werten (siehe Tabelle 29 im Anhang).

4.2.1.2. Beikraut

In Abbildung 5 wurden exemplarisch die Beikrautdeckungsgrade von drei Erbsensorten und zwei Sorten-Gemengen dargestellt, wobei die Sorten, die die geringsten und die größten Beikrautwerte aufwiesen für die Darstellung ausgewählt wurden.

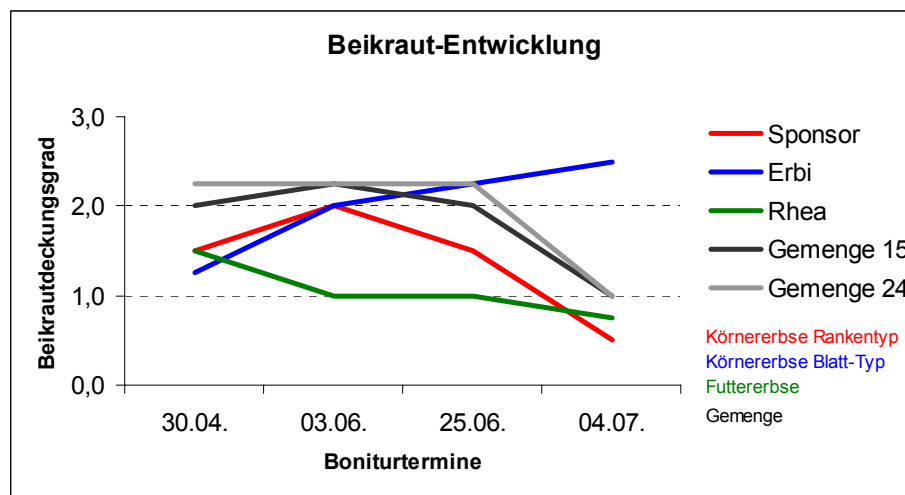


Abbildung 5: Entwicklung des Beikrautbestandes in ausgewählten Erbsensorten und -gemengen während der untersuchten Vegetationsperiode

Beikrauthäufigkeit Stufen: 1 = 0-10%, 2 = 10-20% und 3 = 20-30% der Fläche mit Beikraut

Obwohl keine Maßnahmen zur Beikrautreduktion eingesetzt wurden, kam es zu keinem starken Wachstum der Beikräuter. Aufgrund dieses Ergebnisses konnte man hinsichtlich des Beikrautes feststellen, dass dieses während der gesamten Vegetationszeit im Hinblick auf das Wachstum der Erbsen eine untergeordnete Rolle spielte. Darüber hinaus konnten zwei Beobachtungen im Bezug auf den Beikrautdruck ge-

macht werden: Zum einen verringerte sich dieser bis zur Ernte hin bei allen untersuchten Sorten mit Ausnahme von Erbi und zum anderen war bei Variante 15 (Sorten-Gemenge von Sponsor und Erbi) ein anfänglicher Anstieg der Beikrautwerte zu registrieren. Die Parzellen mit Erbi zeigten einen teilweise lückigen Bestand. Dies dürfte der Grund sein, warum sich das Beikraut in der Sorte Erbi besser entwickeln konnte.

In Tabelle 10 sind die bei den Beikrautbonituren vorgefundenen Beikräuter entsprechend ihrer Häufigkeit zu Gruppen angeordnet.

Tabelle 10: Arten-Zusammensetzung der Beikräuter (alle genannten Beikrautarten einer Prozentstufe treten gemeinsam in dieser Häufigkeit auf)

Häufigkeit in %	Beikrautarten
60	Windenknöterich (<i>Polygonum convolvulus</i>)
30	Ackerkratzdistel (<i>Cirsium arvense</i>), Gemeiner Holzzahn (<i>Galeopsis tetrahit</i>), Weißer Gänsefuß (<i>Chenopodium album</i>), Klettenlabkraut (<i>Galium aparine</i>), Ehrenpreis (<i>Veronica hederifolia</i>)
10	Besenrauke (<i>Descurainia sophia</i>), Amarant (<i>Amaranthus retroflexus</i>), Klatschmohn (<i>Papaver rhoeas</i>), englisches Raygras (<i>Lolium perenne</i>), Phacelia (<i>Phacelia tanacetifolia</i>), Hundskamille (<i>Anthemis arvensis</i>), Spitzwegerich (<i>Plantago lanceolata</i>), Ackerrittersporn (<i>Consolida regalis</i>), Schafgarbe (<i>Achillea millefolium</i>)

Weiters ist noch zu erwähnen, dass in der Zeit kurz vor der Ernte (Spätverunkrautung) Weißer Gänsefuß verstärkt auftrat. Auf einigen Parzellen war ein vermehrtes Vorkommen von Ackerkratzdistel, Hundskamille, Schafgarbe und Wermut zu beobachten.

4.2.1.3. Wuchshöhe

Den durchschnittlich höchsten Pflanzenbestand hatte die Sorte Dora mit 83 cm und den niedrigsten die Sorte Erbi mit 40 cm. Aus Abbildung 6 ist ersichtlich, dass die Futtererbsen sich in der Wuchshöhe, sowohl in der Reinsaat als auch im Gemenge, signifikant von den übrigen Varianten unterschieden. Dagegen gab es zwischen den Wuchsformen Rankentyp und Blatttyp keine signifikanten Unterschiede in der Wuchshöhe.

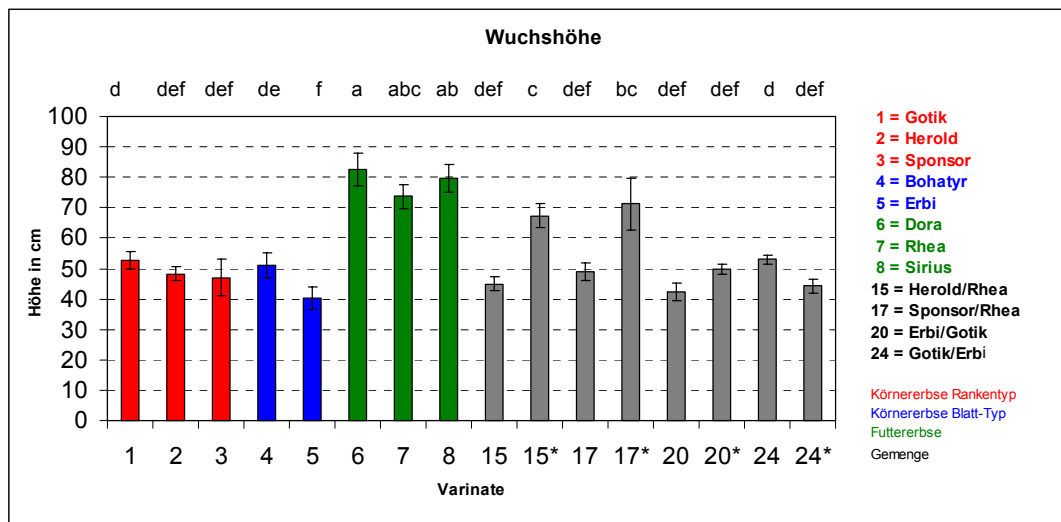


Abbildung 6: Wuchshöhe der Sorten und Sorten-Gemenge in cm am 03. und 04.06.2003 zur Blüte

*: zweiter Gemengepartner mit dem geringeren Saatmischungsanteil (25%)

4.2.1.4. LAI

Der Blattflächenindex (=LAI, leaf area index) war bei den Futtererbsen Rhea und Sirius signifikant höher als bei den Reinsaaten von Ranken- und Blatttyp der Körnererbse.

Tabelle 11: LAI Werte der Sorten und Sorten-Gemenge am 03. und 04.06.2003 zur Blüte

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe	
LAI	1	Gotik	1,7	0,3	de	
	2	Herold	1,8	0,1	cde	
	3	Sponsor	1,7	0,2	de	
	4	Bohatyr	1,8	0,2	de	
	5	Erbi	1,8	0,2	cde	
	6	Dora	2,1	0,2	abc	
	7	Rhea	2,3	0,2	a	
	8	Sirius	2,2	0,2	ab	
	15*	Herold/Rhea	1,9	0,2	bcde	
	17*	Sponsor/Rhea	2,0	0,2	abcd	
	20*	Erbi/Gotik	1,8	0,1	cde	
	24*	Gotik/Erbi	1,6	0,1	e	
	s					

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

Aus Tabelle 11 ist weiters ersichtlich, dass die Variante 17 einen signifikant höheren LAI-Wert aufwies als Variante 24. Variante 17 hatte einen 25-prozentigen Anteil an der Futtererbsensorte Rhea. Dagegen war Gemenge 24 eine Mischung von Ranken- und Blatttyp ohne Futtererbse. Dies zeigt, dass die Futtererbsen im Sorten-Gemenge

zu einer höheren Beschattung des Bodens beitragen, gegenüber Sorten-Gemengen ohne Futtererbsen

4.2.1.5. Entwicklung

Der Entwicklungsstand wurde optisch in Prozent der in Blüte befindlichen Körnererbsen bewertet. In Tabelle 12 sind signifikante Unterschiede zwischen einigen Wuchstypen feststellbar. Während der Bonitur konnte man erkennen, dass beispielsweise die Sorten Dora und Rhea (Futtererbsen) mit dem Wert 7,5 (65 – 75 % in Blüte) im Vergleich zu den Sorten Sponsor (9,3 = 83 – 93 % in Blüte) und Gotik (9 = 80 – 90 % in Blüte) deutlich in der Entwicklung zurücklagen. Die Unterschiede sind signifikant.

Tabelle 12: Entwicklungsstadium zum Zeitpunkt der Blüte, gemessen in Prozent der in Blüte befindlichen Pflanzen am 03. und 04.06.2003

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
Entwicklungs- stadium zur Blüte	1	Gotik	9,0	0,8	ab
	2	Herold	8,3	0,5	abcd
	3	Sponsor	9,3	0,5	a
	4	Bohatyr	8,8	1,0	abc
	5	Erbi	9,3	0,5	a
	6	Dora	7,5	0,6	cd
	7	Rhea	7,5	0,6	cd
	8	Sirius	8,0	0,0	abcd
	15*	Herold	8,3	0,5	abcd
	15*	Rhea	7,8	0,5	bcd
	17*	Sponsor	8,8	0,5	abc
	17*	Rhea	7,3	0,5	d
	20*	Erbi	8,8	0,5	abc
	20*	Gotik	9,0	0,0	ab
	24*	Gotik	9,0	0,0	ab
	24*	Erbi	8,8	0,5	abc
s					

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

4.2.1.6. Reife und Kornansatz

Zum Zeitpunkt der Ernte waren die Körner aller Varianten und Gemenge im Totreife-Stadium. Obwohl bei der Entwicklung ein signifikanter Unterschied zwischen den Wuchstypen feststellbar war, konnte dies bei der Kornreife nicht mehr festgestellt werden. Die Trockenheit dürfte ein schnelleres Abreifen der Futtererbsen verursacht haben, sodass Körner- und Futtererbsen zur selben Zeit die Kornreife erlangten.

Der Körner- und Hülsenansatz unterschied sich kaum. So hatte Herold und Sponsor im Gemenge mit 2,5, den geringsten und Gotik und Bohatyr mit 4,3 den höchsten Ansatz an Hülsen je Pflanze. Den geringsten Kornansatz je Hülse hatten die Sorten Sponsor und Erbi mit 5 Samen je Hülse. Dem gegenüber standen die Sorten Rhea- und Gotik im Gemenge mit 6,5 Samen je Hülse (siehe Tabelle 34 und Tabelle 35 im Anhang).

4.2.1.7. Lagerung

In Abbildung 7 ist das Ausmaß der Lagerung der Bestände vom 25.06.2003 bei der Hülsenbildung dargestellt.

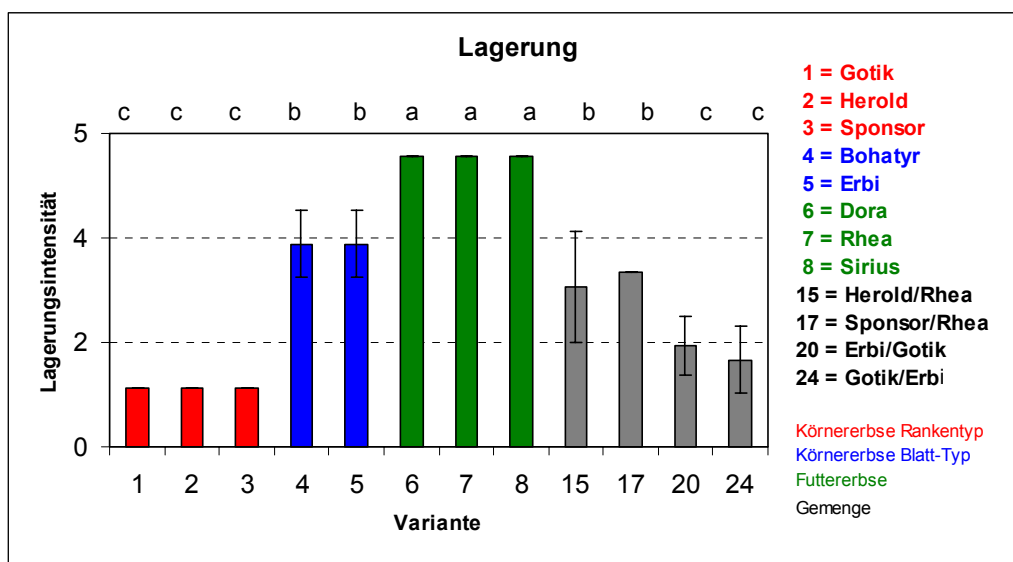


Abbildung 7: Lagerung der Sorten und Sorten-Gemenge am 25.06.2003 bei der Hülsenbildung

Lagerungsintensität: 1=stehend 90°, 2=lagernd 90-45°, 3=lagernd 45°, 4=lagernd 45-0° und 5=liegend 0° zur Bodenoberfläche

Die Wuchstypen konnten signifikant voneinander unterschieden werden. So lagerten die Futtererbsen (Variante 6, 7 und 8) am stärksten. Sie lagen dabei fast vollkommen am Boden. Der Rankentyp hingegen stand fast senkrecht und bildet mit Hilfe der Ranken einen dicht verflochtenen Bestand. Zwischen den beiden genannten Wuchstypen lag der Blatttyp. Die Neigung zur Bodenoberfläche betrug hier durchschnittlich 45°. Gemenge mit Futtererbse und Rankentyp (Variante 15 und 17) gehörten in dieselbe statistische Gruppe, wie die Blatttypen.

4.2.2. Ernteparameter

4.2.2.1. Strohertrag

Der Trockenmasse-Strohertrag der überprüften Varianten unterschied sich kaum (Tabelle 13). Die Werte für die Frischmasse betragen zwischen 8046 kg/ha (Sorten-Gemenge 20) und 11175 kg/ha (Dora).

Tabelle 13: Trockenmasse-Strohertrag der Sorten und Sorten-Gemenge in kg/ha

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
Trockenmasse Stroh in kg je ha	1	Gotik	2509,6	296,5	ab
	2	Herold	2303,2	262,1	ab
	3	Sponsor	2531,6	386,2	ab
	4	Bohatyr	2323,8	463,6	ab
	5	Erbi	2042,0	352,8	ab
	6	Dora	2610,6	508,3	a
	7	Rhea	2559,1	212,1	a
	8	Sirius	2157,0	275,3	ab
	15*	Herold/Rhea	2248,1	291,9	ab
	17*	Sponsor/Rhea	2195,9	285,3	ab
	20*	Erbi/Gotik	1851,7	120,3	b
	24*	Gotik/Erbi	2447,5	159,2	ab
		s			

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

Betrachtet man den Stickstoffertrag so geht aus Tabelle 14 hervor, dass sich Erbi und Dora signifikant von einander unterschieden. Dora zeigte den mengenmäßig größten Ertrag an Stickstoff mit 56,1 kg/ha. Zwar erbrachte Erbi nicht den geringsten Stickstoffertrag, doch zählte der Wert von 37,4 kg/ha zu den geringeren N-Stroherträgen.

Tabelle 14: Stickstoffertrag im Stroh der Sorten und Sorten-Gemenge in kg/ha

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
N- Ertrag im Stroh in kg je ha	1	Gotik	45,3	4,3	ab
	2	Herold	43,8	6,0	ab
	3	Sponsor	43,8	7,5	ab
	4	Bohatyr	41,9	7,8	ab
	5	Erbi	37,4	8,9	b
	6	Dora	56,1	13,9	a
	7	Rhea	49,6	7,6	ab
	8	Sirius	36,8	2,5	b
	15*	Herold/Rhea	41,8	13,0	ab
	17*	Sponsor/Rhea	40,4	12,2	ab
	20*	Erbi/Gotik	35,5	1,5	b
	24*	Gotik/Erbi	49,2	10,9	ab

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

Das Kohlenstoff/Stickstoff (C/N) Verhältnis des Erbsenstrohs betrug zwischen 20 (Dora) und 24,6 (Sponsor) (siehe Tabelle 39 im Anhang).

4.2.2.2. Kornertrag

Die praxisübliche Angabe des Hektarertrages bezieht sich auf die Frischmasse bei der Ernte. Also wird dem Erntegut ein gewisser Feuchtegehalt unterstellt. Abbildung 8 zeigt die durchschnittlichen Erträge für die einzelnen Varianten. Die beiden Blatttypen Bohatyr (2674 kg/ha) und Erbi (2548 kg/ha) lieferten die höchsten Erträge. Dicht gefolgt von Gotik (2450 kg/ha), Variante 24 (2346 kg/ha), sowie von den beiden Futtererbsen Rhea (2256 kg/ha) und Sirius (2243 kg/ha). Die restlichen drei, Variante 15 (2050 kg/ha), 17 (1936 kg/ha) und 20 (1974 kg/ha), lagen knapp hinter Sponsor (2128 kg/ha), aber vor Herold (1909 kg/ha). Weit im Ertrag zurück lag die Sorte Dora (1229 kg/ha).

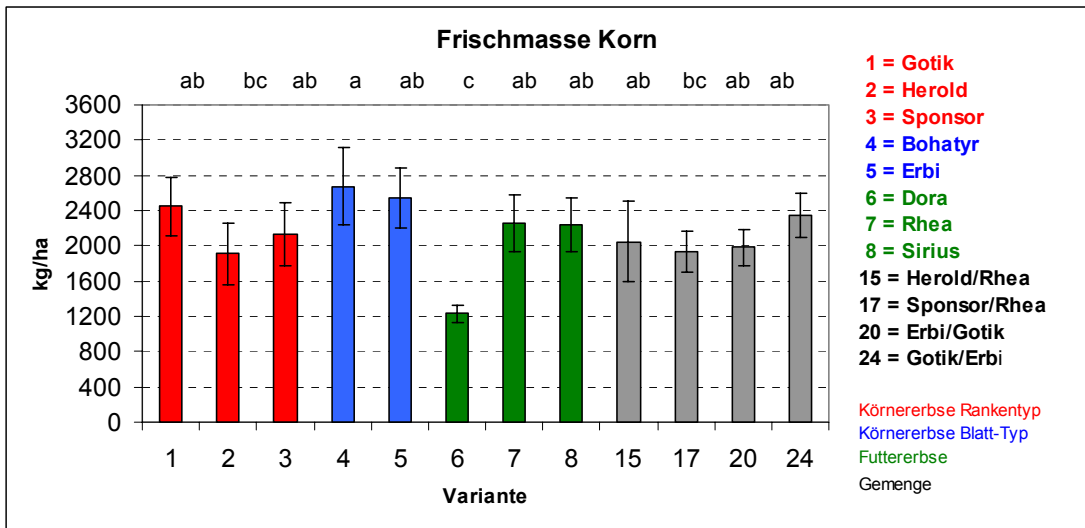


Abbildung 8: Mittelwerte der FM-Kornerträge der Sorten und Sorten-Gemenge in kg/ha

Die TM-Kornerträge sind in der Tabelle 15 festgehalten. Zwischen den Erträgen ergaben sich kaum signifikante Unterschiede (abgesehen von den drastisch differierenden Ertragsleistungen der Sorte Bohatyr und Dora).

Tabelle 16 zeigt den Stickstoffertrag, den die Körner der Sorten und Sorten-Gemenge durchschnittlich erreichten. Interessant ist, dass die Sorten Erbi den höchsten, die Sorte Dora den geringsten Stickstoffertrag erreicht hat. Betrachtet man nun Tabelle 14, ergab sich genau Gegenteiliges. Hier hatte die Sorte Dora den höchsten Stickstoffertrag im Stroh.

Die Werte beim Kohlenstoff/Stickstoff (C/N) Verhältnis betragen zwischen 11 (Dora) bis 13,1 (Gotik) (siehe Tabelle 40 im Anhang).

Tabelle 15: Trockenmasse-Kornerträge der Sorten und Sorten-Gemenge in kg/ha

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe	
Trockenmasse Korn in kg je ha	1	Gotik	2212,9	294,2	ab	
	2	Herold	1698,3	357,1	bc	
	3	Sponsor	1930,9	325,0	ab	
	4	Bohatyr	2415,8	393,2	a	
	5	Erbi	2304,2	311,3	ab	
	6	Dora	1117,5	81,5	c	
	7	Rhea	2049,3	304,4	ab	
	8	Sirius	2048,9	283,3	ab	
	15*	Herold/Rhea	1855,8	409,5	ab	
	17*	Sponsor/Rhea	1749,8	212,4	abc	
	20*	Erbi/Gotik	1789,6	177,9	abc	
	24*	Gotik/Erbi	2122,8	232,1	ab	
	s					

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

Tabelle 16: Stickstoffertrag im Korn der Sorten und Sorten-Gemenge in kg/ha

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe	
N-Ertrag im Korn in kg je ha	1	Gotik	70,6	9,7	ab	
	2	Herold	60,4	11,4	bc	
	3	Sponsor	68,8	11,0	ab	
	4	Bohatyr	81,7	12,3	ab	
	5	Erbi	85,4	13,4	a	
	6	Dora	42,8	4,2	c	
	7	Rhea	75,7	9,7	ab	
	8	Sirius	75,5	6,7	ab	
	15*	Herold/Rhea	65,8	12,6	abc	
	17*	Sponsor/Rhea	62,4	6,8	abc	
	20*	Erbi/Gotik	64,4	6,6	abc	
	24*	Gotik/Erbi	71,7	12,0	ab	
	s					

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

4.2.2.3. Wurzelertrag

Abbildung 9 gibt graphisch die Menge der produzierten Wurzel-trockenmasse in kg/ha wieder. Die größten Schwankungen in der Wurzel-trockenmasse traten in einer Bodentiefe von 0 – 30 cm auf.

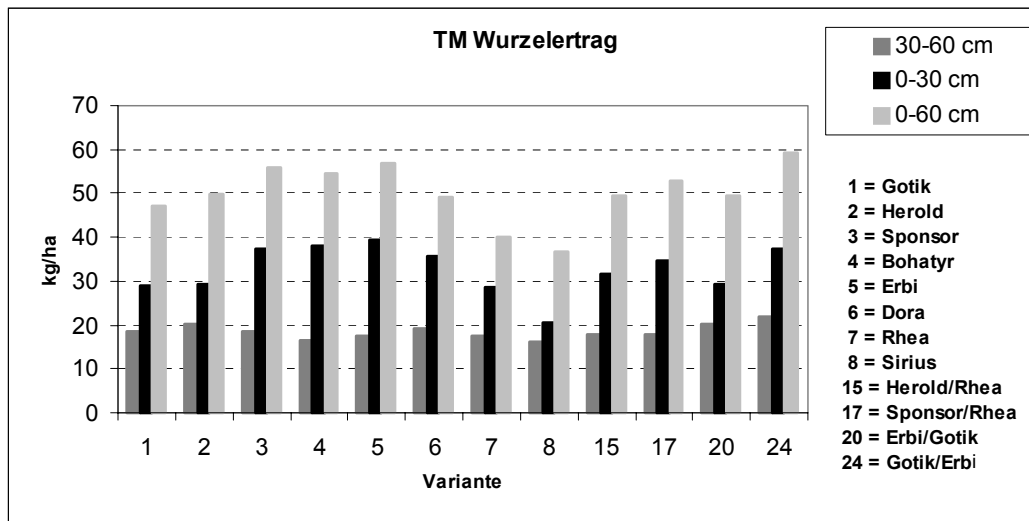


Abbildung 9: Wurzel-Trockenmasse der Sorten und Sorten-Gemenge in kg/ha im Horizont 0 – 30, 30 – 60 und 0 – 60 cm

Der Stickstoffertrag in den Wurzeln der Sorten und Sorten-Gemenge (siehe Tabelle 17) lag zwischen 8 und 10 kg N/ha. Es wurde kein signifikanter Unterschied ermittelt.

Tabelle 17: Stickstoffertrag in den Wurzeln in kg/ha

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
N- Ertrag in der Wurzel in kg je ha	1	Gotik	8,3	1,7	a
	2	Herold	8,6	1,3	a
	3	Sponsor	9,7	2,7	a
	4	Bohatyr	8,9	1,8	a
	5	Erbi	10,1	2,7	a
	6	Dora	10,0	2,4	a
	7	Rhea	8,4	2,8	a
	8	Sirius	6,5	1,2	a
	15*	Herold/Rhea	8,3	1,6	a
	17*	Sponsor/Rhea	9,2	2,5	a
	20*	Erbi/Gotik	8,3	1,0	a
	24*	Gotik/Erbi	10,2	3,8	a

MW = Mittelwert der Variante

s = **signifikant**, ns = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

4.2.2.4. Mineralischer Stickstoff (N_{\min})

Die erste N_{\min} Probennahme erfolgte am 30.04.2003 nach der Saat. Hier wurden von jeweils vier Parzellen die Proben vermengt und dann analysiert. Die Parzellen wurden zusammengefasst, um so einen groben Überblick über die N_{\min} Verhältnisse am Standort zu bekommen. Die N_{\min} Werte auf der gesamten Versuchsfläche bewegten sich zwischen 29 und 51 kg NO_3 -Stickstoff in kg/ha.

Bei der Ernte am 08. und 09.07.2003 erfolgte die zweite N_{\min} Probennahme. Hier wurde jede Parzelle gesondert analysiert. Die Werte auf der gesamten Versuchsfläche lagen zwischen 20 und 29 kg NO_3 -Stickstoff in kg/ha (siehe Tabelle 41 im Anhang).

4.2.2.5. Stickstofffixierung und Stickstoffbilanz

Die N_2 -Fixierleistung der Sorten und Gemenge ist in Abbildung 10 dargestellt. Die Fixierung von Luftstickstoff war teilweise innerhalb eines Wuchstypus sehr hohen Schwankungen unterlegen. Dies wird deutlich, wenn man die Futtererbsen betrachtet, wie Rhea (53,3 kg/ha) und Dora (23,2 kg/ha).

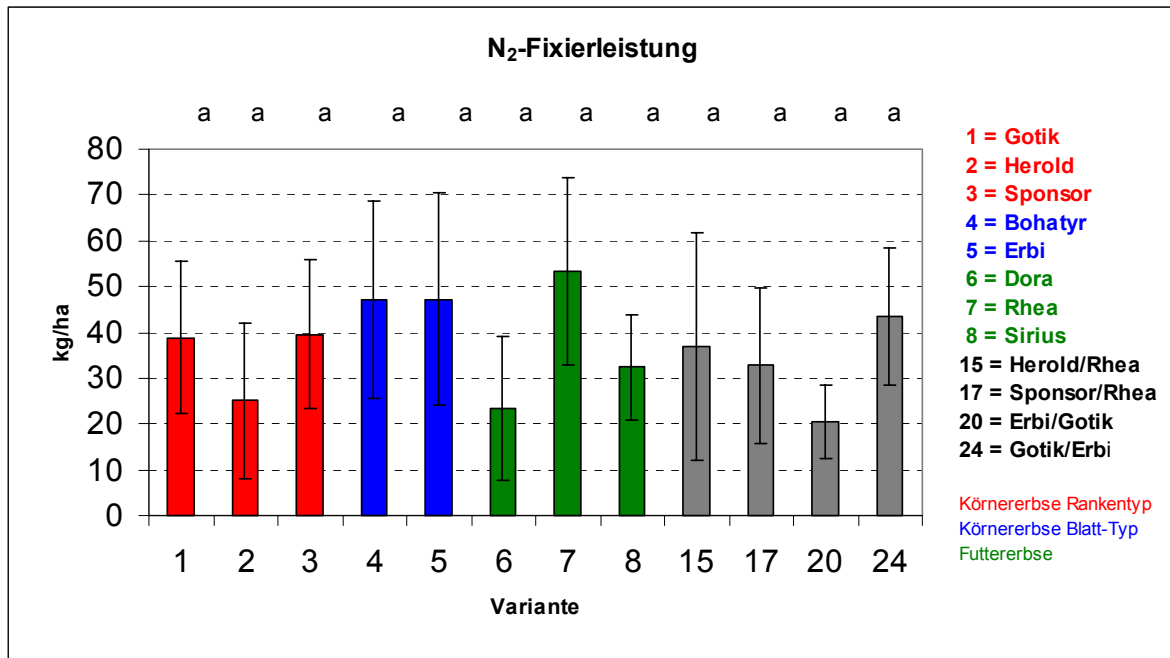


Abbildung 10: Fixierte Menge an Luftstickstoff zur Ernte der Sorten und Sorten-Gemenge in kg/ha

Tabelle 18 zeigt die Stickstoffbilanz für die gesamte Pflanze (inkl. Wurzeln). Die Bilanz errechnet sich, indem von der von der Erbse fixierten Stickstoffmenge, die Stick-

stoffmenge im Korn abgezogen wird. Durch die negative Stickstoffbilanz wird deutlich, wie hoch der Stickstofftransport durch das Korn ist. Bei der Betrachtung der Stickstoffbilanz sollte aber bedacht werden, dass hier der Stickstoff, der durch eine potentielle Rückführung über organische Wirtschaftsdünger zurück aufs Feld kommt, sowie der von der Leguminose durch Wurzelausscheidungen abgegebene Stickstoff, bei der Berechnung nicht berücksichtigt wurde.

Tabelle 18: Gesamt-N-Flächenbilanz in kg/ha

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW Gesamt
Stickstoff- bilanz in kg/ha	1	Gotik	-45,0
	2	Herold	-51,2
	3	Sponsor	-34,4
	4	Bohatyr	-59,9
	5	Erbi	-32,8
	6	Dora	-67,5
	7	Rhea	-45,3
	8	Sirius	-22,9
	15*	Herold/Rhea	-61,1
	17*	Sponsor/Rhea	-50,1
	20*	Erbi/Gotik	-60,2
	24*	Gotik/Erbi	-52,9

MW = Mittelwert der Variante

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

4.3. Tierische Schaderreger

4.3.1. Erbsenblattlaus

Der anfänglich hohe Befall mit Erbsenblattläusen ist bis auf die Sorte Dora, wie Abbildung 11 zeigt, zurückgegangen. Die Sorte Dora zeigte einen konstanten bzw. leicht ansteigenden Befall beim ersten und zweiten Boniturtermin. Die Sorten Bohatyr und Gotik zeigten dagegen einen drastischen Abfall der Blattlauspopulation. In Abbildung 11 wurden vier ausgewählte Sorten dargestellt, um eine übersichtliche grafische Darstellung zu erhalten.

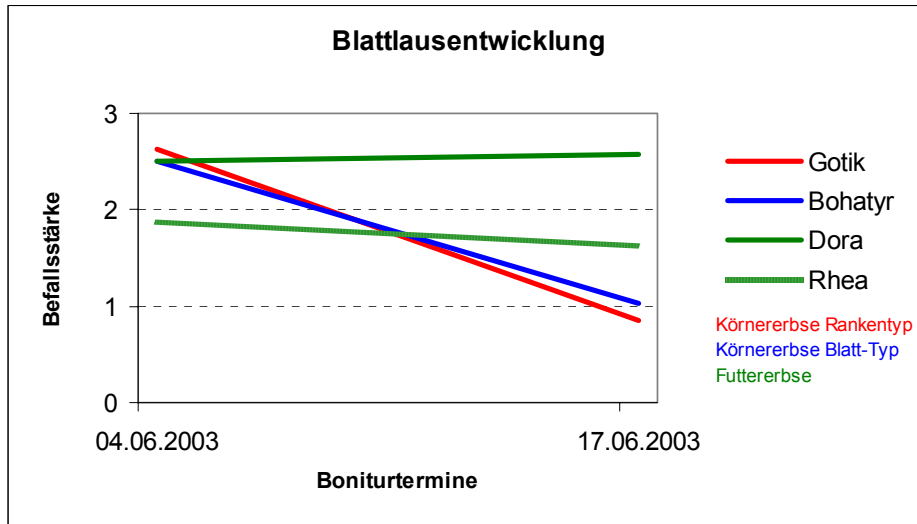


Abbildung 11: Blattlausbefall der Sorten und Sorten-Gemenge

4.3.2. Erbsenkäfer und Erbsenwickler

Der Erbsenkäferbefall war, wie aus Abbildung 12 ersichtlich, bei den Sorten Dora und Rhea am geringsten und bei den Sorten Herold und Bohatyr am höchsten. Dagegen zeigt Tabelle 19, dass es beim Befall mit Erbsenwickler keine Sortenunterschiede gab. Die Befallsstärke bewegte sich zwischen 4,8 (Rhea) und 6,8 (Sponsor) ange-fressenen Körnern von insgesamt 100 ausgezählten Körnern.

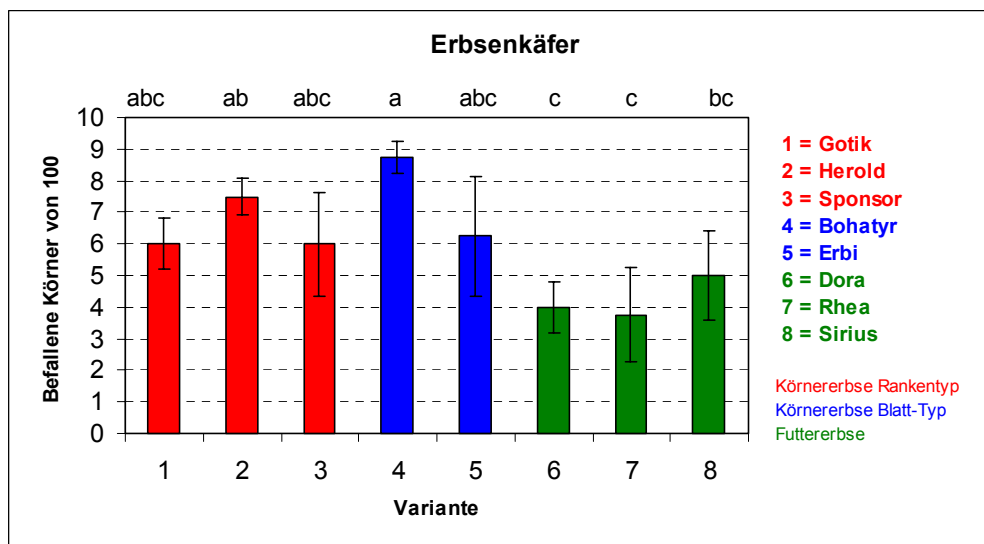


Abbildung 12: Erbsenkäferbefall der Sorten und Sorten-Gemenge

Tabelle 19: Erbsenwicklerbefall der Sorten und Sorten-Gemenge

Parameter	Var	Sorte	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
Erbsenwickler- befall je 100 Körner	1	Gotik	5,5	1,3	a
	2	Herold	6,3	1,7	a
	3	Sponsor	6,8	1,0	a
	4	Bohatyr	5,8	1,0	a
	5	Erbi	6,0	1,4	a
	6	Dora	5,3	1,3	a
	7	Rhea	4,8	1,0	a
	8	Sirius	5,8	1,7	a
		s			

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

4.4. Futterwert

Alle Werte sind auf die Trockenmasse bezogen. Der Trockenmassegehalt für die einzelnen Sorten finden sich am Ende dieses Kapitels in Tabelle 25.

4.4.1. Gehalt an Rohnährstoffen

4.4.1.1. Rohprotein (XP)

Der Gehalt an Rohprotein, dem wichtigsten Inhaltsstoff der Erbse, schwankte von 26,1% bei Dora und 22,3% bei Gotik. Abbildung 13 zeigt, wie sich diese beiden Werte signifikant voneinander unterschieden. Die Futtererbsen Dora und Rhea hatten signifikant höhere Proteingehalte als die Ranken- und Blatttypen mit der Ausnahme Erbi.

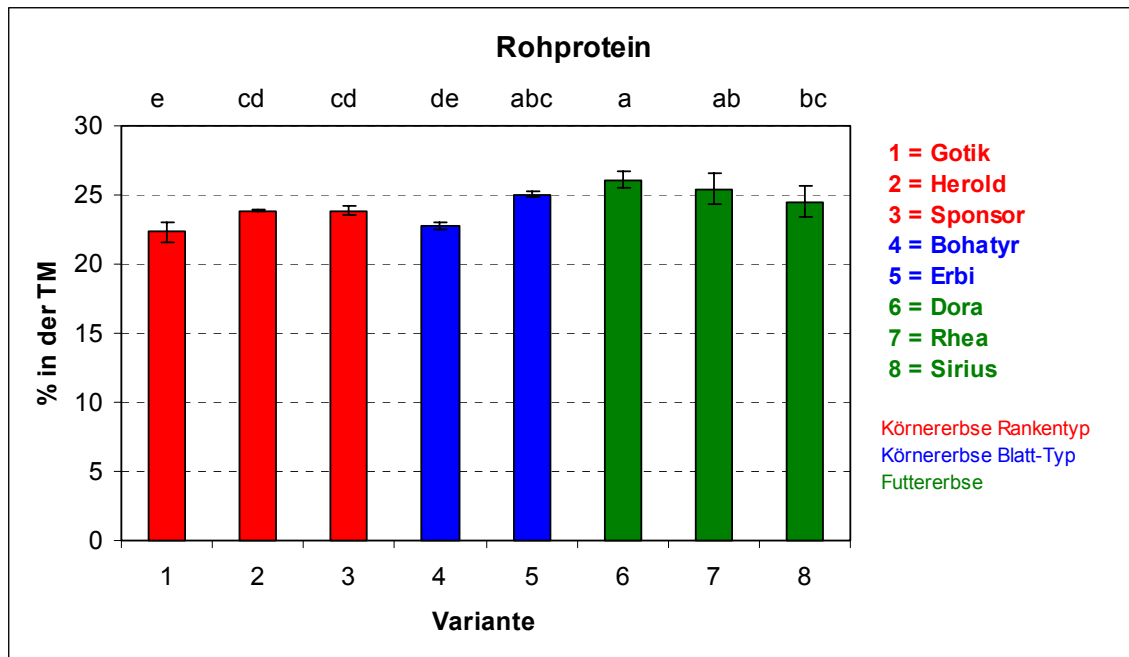


Abbildung 13: Rohproteingehalt in % der Trockenmasse

Die Absolutwerte für den Rohproteingehalt in der Trockenmasse sind in Tabelle 25 (Seite 59) angegeben.

4.4.1.2. Rohfett (XL)

Die Rohfettwerte in der Erbse waren sehr gering und bewegten sich in einer Größenordnung von ca. 1% in der Trockenmasse. Dabei zeigten die Werte aus Tabelle 20 Sponsor mit dem höchsten Rohfettgehalt von 1,3 % in der TM und Herold mit der geringsten Rohfettkonzentration von 0,9 % in der TM.

Tabelle 20: Werte für Rohfett in % der Trockenmasse

Parameter	Var	Sorte	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
XL	1	Gotik	1,3	0,1	ab
	2	Herold	0,9	0,1	c
	3	Sponsor	1,3	0,2	a
	4	Bohatyr	1,2	0,1	abc
	5	Erbi	1,1	0,2	abc
	6	Dora	1,1	0,0	abc
	7	Rhea	1,1	0,1	abc
	8	Sirius	1,0	0,3	bc
s					

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

4.4.1.3. Rohfaser (XF)

Die Werte für die Rohfaser bewegten sich von 7,7% in der TM bei Dora und 6,7% in der TM. Tabelle 21 zeigt, dass es zwischen den Sorten kaum bis keine signifikanten Unterschiede gab.

Tabelle 21: Werte für die Rohfaser in % der Trockenmasse

Parameter	Var	Sorte	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
XF	1	Gotik	7,1	0,4	ab
	2	Herold	7,2	0,4	ab
	3	Sponsor	6,9	0,4	ab
	4	Bohatyr	6,7	0,2	b
	5	Erbi	6,9	0,1	ab
	6	Dora	7,7	0,6	a
	7	Rhea	7,5	0,4	ab
	8	Sirius	7,2	0,3	ab
		s			

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

4.4.1.4. Stickstofffreie Extraktstoffe (XX)

Aus Tabelle 22 geht hervor, dass es zwischen den Sorten einige signifikante Unterschiede gab. Den höchsten Wert gab es bei den Sorten Gotik (69,3% in der TM) und Bohatyr (jeweils 69,3% in der TM). Dagegen wies Dora (65,2% in der TM) den niedrigsten Wert auf.

Tabelle 22: Werte für die Stickstofffreien Extraktstoffe in % der Trockensubstanz

Parameter	Var	Sorte	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
XX	1	Gotik	69,3	0,7	a
	2	Herold	68,1	0,4	ab
	3	Sponsor	67,9	0,2	b
	4	Bohatyr	69,3	0,4	a
	5	Erbi	67,0	0,3	bc
	6	Dora	65,2	0,6	d
	7	Rhea	66,0	1,1	cd
	8	Sirius	67,3	0,8	bc
		s			

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

4.4.2. Gehalt an Rohstärke und Zucker

Die Stärkegehalte zeigten teilweise große Schwankungen. Abbildung 14 zeigt die Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten. Die Sorte Bohatyr hatte mit 53,9% in der TM den höchsten Rohstärke-Anteil Wert. Sponsor war mit 51,4% in der TM in die nächst niedrigeren Gruppe und die Sorten Dora (47,9% in der TM) und Rhea (47,8% in der TM) fanden sich in jener Gruppe mit den niedrigsten Gehalten an Rohstärke.

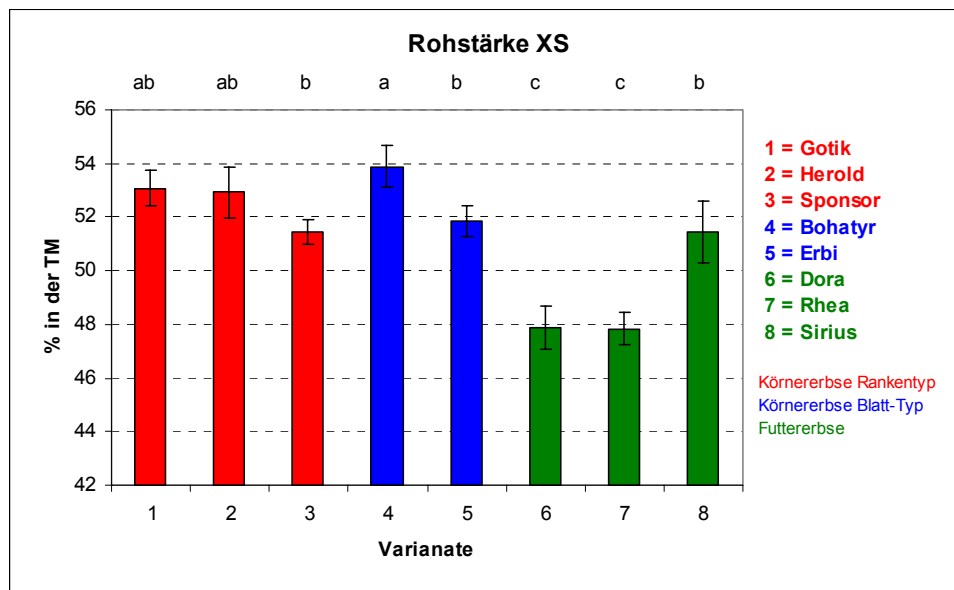


Abbildung 14: Prozentuale Gehalte an Rohstärke in der Trockenmasse

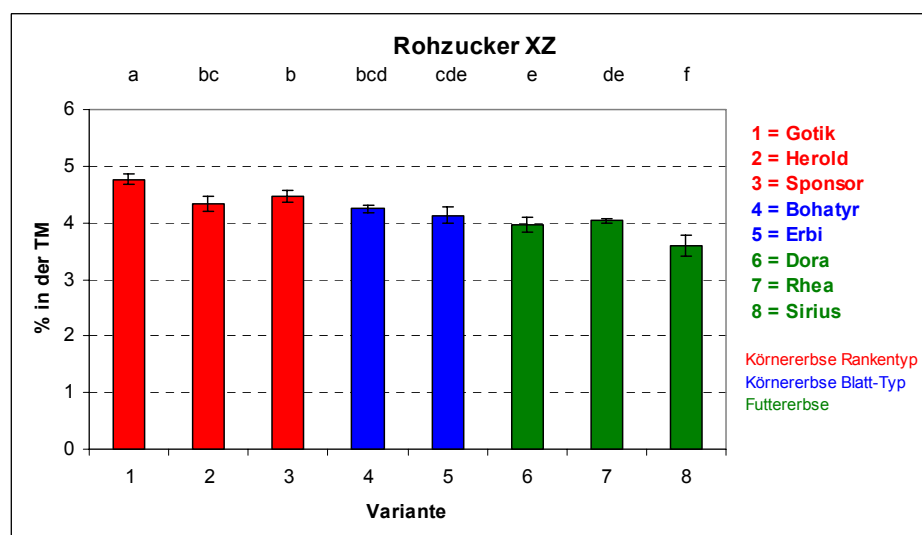


Abbildung 15: Prozentuale Gehalte an Rohzucker in der Trockenmasse

Die Gehalte und signifikanten Unterschiede von Rohzucker sind in Abbildung 15 dargestellt, wobei die Abbildung den sinkenden Gehalt von Rohzucker von links nach rechts zeigt, also von den Rankentypen mit den höchsten Werten zu den Futtererbsen mit den geringsten Rohzuckerwerten. Den höchsten Rohzuckergehalt konnte man bei der Sorte Gotik mit 4,8% in der TM beobachten. Dem gegenüber erreichte die Sorte Sirius lediglich 3,6% Rohzucker in der TM.

4.4.3. Gehalt an Bitterstoffen (Tannin)

Unabhängig vom Typ wiesen die Körnererbsen die geringsten Tanningehalte auf, alle Futtererbsen die höchsten. Die Sorten mit den niedrigsten Werten waren Gotik und Herold mit je 0,06% in der TM. Dora und Rhea zeigten als Futtererbsen mit jeweils 1,06% in der TM die höchsten Gehalte.

4.4.4. Gehalt an Aminosäuren (AS)

Es wurden 9 wichtige Aminosäuren analysiert und ihr Gehalt, wie aus Tabelle 23 ersichtlich, in g der Trockenmasse angegeben. Daraus ist zu erkennen, dass die Futtererbsen bis auf wenige Ausnahmen fast immer höhere bzw. gleichwertige Werte im Vergleich zu Körnererbsen aufwiesen.

Tabelle 23: Auflistung der Aminosäuregehalte je Sorte in g der TM

Var	Sorte	Methinin Met	Cystein Cys	Met + Cys	Lysin Lys	Threonin Thr	Tryptophan Trp	Arginin Arg	Isoleucin Ile	Leucin Leu	Valin Val
1	Gotik	1,80	2,98	4,83	13,80	7,05	1,80	15,33	8,25	14,20	9,10
2	Herold	1,90	3,00	4,93	14,60	7,45	1,90	17,73	8,63	15,00	9,60
3	Sponsor	1,88	3,08	4,98	14,93	7,55	1,88	17,05	9,00	15,50	9,75
4	Bohatyr	1,85	3,00	4,83	14,35	7,20	1,80	16,05	8,58	14,68	9,33
5	Erbi	1,95	3,10	5,03	15,23	7,68	1,95	19,00	9,05	15,83	9,98
6	Dora	2,03	3,20	5,28	15,58	7,98	2,05	21,90	9,15	16,13	10,40
7	Rhea	1,98	3,18	5,20	15,13	7,80	2,00	21,00	8,90	15,58	10,15
8	Sirius	1,98	3,10	5,08	14,95	7,68	1,98	20,80	8,63	15,10	9,88

Im Folgenden werden die Aminosäuren Methionin und Cystein in Summe und Lysin gesondert betrachtet.

Die beiden Aminosäuren Methionin und Cystein waren bei den Varianten 6 und 7 (Futtererbsen) signifikant höher als bei den Körnererbsen. Abbildung 16 zeigt diese Unterschiede graphisch. Bei der Aminosäure Lysin waren die Werte der Futtererbsen nicht signifikant höher als die der Körnererbsen (siehe Abbildung 17).

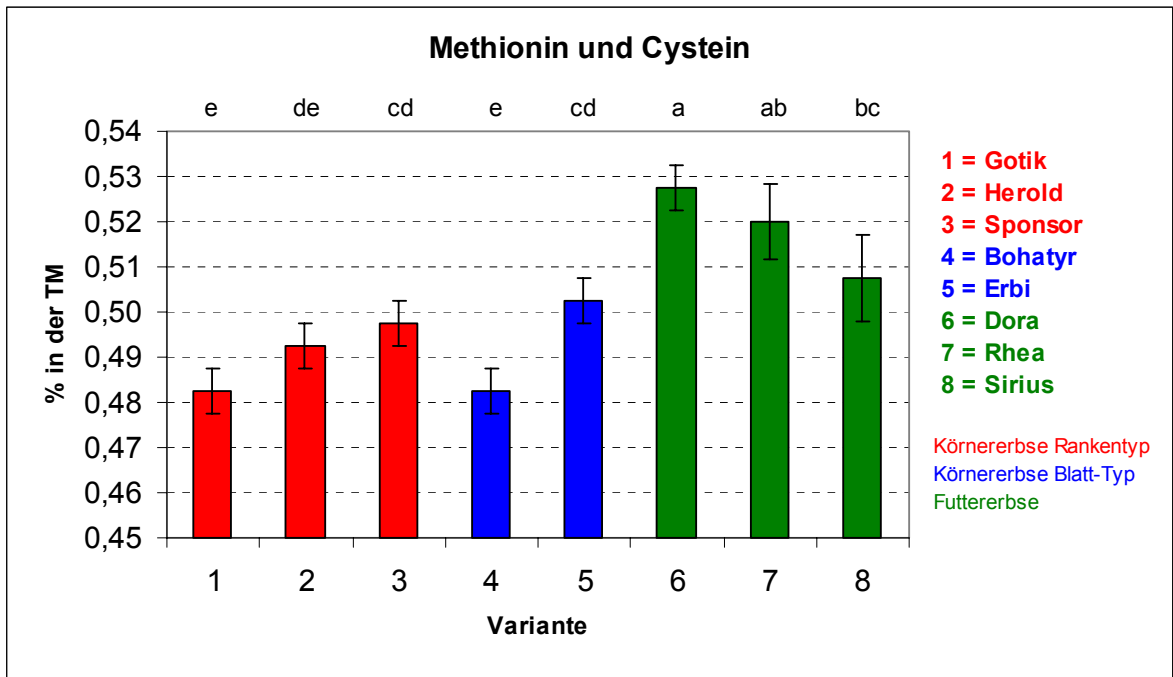


Abbildung 16: Summe der Gehalte an Methionin und Cystein je Variante in % der TM

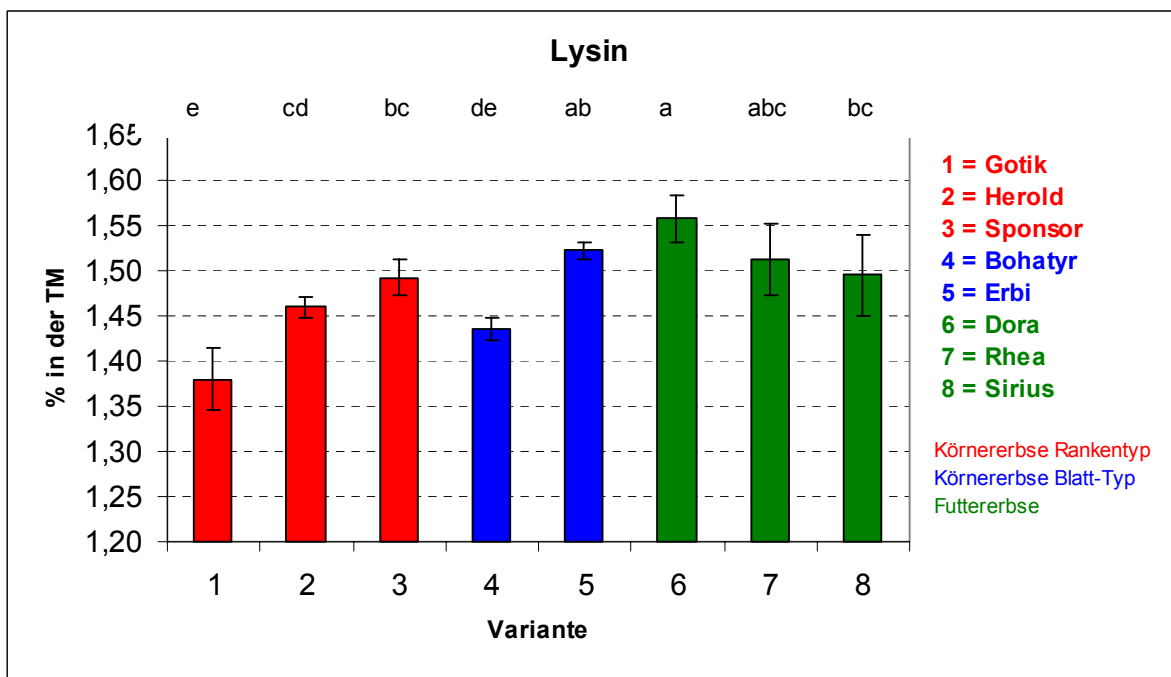


Abbildung 17: Gehalte an Lysin je Variante in % der TM

4.4.5. Energiegehalt

Tabelle 24 zeigt eine Auflistung der unterschiedlichen Energiewerte der Körner- und Futtererbsensorten für die Tierarten Rind, Schwein und Geflügel. Die Energiewerte für das Rind wurden einerseits für den Mastbereich in Umsetzbarer Energie (ME) und für Milchkühe in Netto-Energie-Laktation (NEL) angegeben. Bei Schwein und Geflügel erfolgte die Angabe des Energiegehaltes als Umsetzbarer Energie (ME).

Tabelle 24: Energiewerte der Erbsensorten in MJ/kg TM

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	MW	MW	MW
			MJ ME Rind	MJ NEL Rind	MJ ME Schwein	MJ ME Geflügel
Energiewerte	1	Gotik	13,29	8,35	15,88	13,37
der Erbse	2	Herold	13,29	8,34	15,91	13,40
für	3	Sponsor	13,32	8,35	15,88	13,32
Rind, Schwein	4	Bohatyr	13,30	8,35	15,94	13,49
und Geflügel	5	Erbi	13,33	8,36	15,95	13,45
	6	Dora	13,30	8,33	15,71	12,92
	7	Rhea	13,30	8,33	15,67	12,82
	8	Sirius	13,28	8,33	15,82	13,19

MW = Mittelwert der Variante

4.4.6. Zusammenfassung Futterwert

Tabelle 25 stellt nochmals alle wichtigen Werte zusammenfassend in g je kg TM dar.

Tabelle 25: Werte für die Inhaltstoffe der Sorten in g je kg Trockenmasse

Var	Sorte	Merkmal in g/kg TM								
		Trockenmasse TM	Rohasche XA	Rohprotein XP	Rohfett XL	Rohfaser XF	Stickstofffreie Extraktstoffe XX	Rohstärke XS	Rohzucker XZ	Tannin
1	Gotik	906	33	223,45	12,53	71,03	693,00	530,68	47,68	0,61
2	Herold	904	32	238,58	8,78	72,05	680,60	529,28	43,30	0,60
3	Sponsor	904	34	238,75	13,20	69,48	678,55	514,35	44,75	1,71
4	Bohatyr	904	32	227,58	11,95	67,43	693,05	538,90	42,43	2,26
5	Erbi	904	33	250,23	11,08	68,78	669,93	518,65	41,25	1,44
6	Dora	902	36	261,08	10,60	76,50	651,85	478,75	39,68	10,60
7	Rhea	902	35	254,13	10,78	74,85	660,23	478,45	40,38	10,64
8	Sirius	900	34	245,25	9,60	72,25	672,90	514,43	35,98	7,41

4.5. Deckungsbeiträge

Wie sich der klassische Deckungsbeitrag errechnet ist in Tabelle 26 dargestellt.

DB-Körnererbse (Sorte Bohatyr)				
Leistungen:				
Ertrag:	26,70dt/ha	4% Verluste	=	25,63 dt/ha
Preis	24€/dt		=	615,12 €
<hr/>				
Variable Kosten:				
Saatgut	0,72€/kg	300kg/ha	=	216,00 €
Ernteversicherung			=	17,00 €
Trocknung	2,25€/dt		=	60,08 €
variable Maschinenkosten			=	156,04 €
Lohndrusch			=	95,00 €
Summe variabler Kosten			=	544,12 €
<hr/>				
	Leistungen			615,12 €
	variable Kosten		-	544,12 €
	DB		=	<u>71,00 €</u>

Tabelle 26: Beispiel für die Berechnung eines klassischen DB bei Körnererbse

Der Preis für Biologische Körnererbsen beläuft sich momentan auf 24 €/dt. Das ist der Preis, den die „Agentur für Bio-Getreide“ bezahlt. Hiervon sind bereits die Dienstleistungskosten der Lagerstelle abgezogen (SCHMIDT, 2004b). Hinsichtlich der Verluste bei Ernte und Lagerung wurde ein Wert von 4 % angenommen. Die Daten für Ernteversicherung, variable Maschinenkosten, Trocknungskosten und Arbeitszeitbedarf (9,1 AKh/ha) stammen aus dem Katalog der Standarddeckungsbeiträge (BMLFUW, 2002:36).

Tabelle 27 gibt die Zusammenstellung der variablen Maschinenkosten wieder. Daraus ist ersichtlich, welche Maschinen in welchem Zeitumfang eingesetzt wurden.

Körnererbse (Futterware)							Summe	156,04
Variable Maschinenkosten (Standardmechanisierung)							MwSt.	26,01
Arbeitsgang	Maschinen	€/h	h	Geräte	€/h	h	130,03	
Ackerung	Allradtraktor 70 kW (95 PS)	10,56	2,10	Schälgrubber	18,00	2,10	59,98	
1 x Saatbettbereitung	Allradtraktor 70 kW (95 PS)	10,56	1,20	Kreiselegge 3m	5,20	1,20	18,91	
Säen	Standardtraktor Hinterradantrieb 35 kW (48 PS)	5,11	1,20	Traktorsämaschine 3 m	1,95	1,20	8,47	
Walzen	Standardtraktor Hinterradantrieb 35 kW (48 PS)	5,11	0,50	Cambridgewalze 3m	0,67	0,50	2,89	
2 x Striegeln	Standardtraktor Hinterradantrieb 35 kW (48 PS)	5,11	1,40	Hackstriegel, 6m	4,05	1,40	12,82	
Korntransport	Allradtraktor 70 kW (95 PS)	10,56	0,50	6 t Anhänger 2-achsig	1,65	0,50	6,11	
Grubbern	Allradtraktor 70 kW (95 PS)	10,56	0,60	Grubber 11 Zinken, 2,5m, Krümmer	3,30	0,60	8,32	
		0,00						
		0,00						
Rüstzeit	Standardtraktor Hinterradantrieb 35 kW (48 PS)	5,11	0,80				4,09	
Rüstzeit	Allradtraktor 70 kW (95 PS)	10,56	0,80				8,45	
Rüstzeiten insgesamt			1,60					
Arbeitszeitbedarf			9,1 AKh					

Tabelle 27: Detaillierte Auflistung der variablen Maschinenkosten

In Tabelle 28 sind die Deckungsbeiträge aller Varianten zusammenfassend dargestellt.

Sorte/Gemenge	Ertrag der Korn FM in dt/ha	Saatgutkosten in €/kg	Saatgutbedarf in kg/ha	Deckungsbeitrag in €/ha
Gotik	24,50	0,70	300	7
Herold	19,10	0,50	290	-16
Sponsor	21,20	0,66	320	-38
Bohatyr	26,70	0,72	300	71
Erbi	25,50	0,71	300	49
Dora	12,30	0,99	280	-290
Rhea	22,60	0,99	175	29
Sirius	22,40	0,99	270	-70
Herold/Rhea	20,50	0,62	250	3
Sponsor/Rhea	19,40	0,74	280	-72
Erbi/Gotik	19,80	0,73	300	-75
Gotik/Erbi	23,50	0,76	300	-7

Tabelle 28: Deckungsbeiträge für die einzelnen Sorten und Gemenge in Euro.

5. Diskussion

Zu den in dieser Arbeit gestellten Fragen finden sich kaum Daten in der jüngeren Literatur. Aus diesem Grund wird versucht die Ergebnisse größtenteils mit Eigeninterpretationen zu erklären.

Es gilt zu bedenken, dass die gewonnenen Ergebnisse das Versuchsjahr 2003 am Standort Raasdorf (biologisch bewirtschaftete Flächen der Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien) widerspiegeln. Da es sich um ein sehr trockenes Jahr handelte, können die Ergebnisse in feuchten Jahren differieren. Deshalb ist es nicht möglich, nach nur einem Versuchsjahr eine eindeutige Sortenempfehlung abzugeben. Jedoch können die gewonnenen Ergebnisse als Tendenzen angesehen werden.

5.1. Arbeitshypothese A

Futtererbsen-Sorten sind bei Körnernutzung hinsichtlich Beikrautunterdrückung, Kornertrag, Stickstofffixierung, Schädlingsbefall und Futterwert gegenüber Körnererbsen positiver oder zumindest gleichwertig zu beurteilen.

5.1.1. Beikrautunterdrückung

Der Beikrautbestand auf den Versuchsflächen wurde über die gesamte Vegetationsperiode betrachtet und subjektiv in Prozent an der Gesamtfläche abgeschätzt. An vier Terminen (von Ende April bis Anfang Juli) wurden die Daten erhoben und die Beikrautentwicklung betrachtet. Die Beikrautbestände in den einzelnen Varianten blieben über die Vegetationsperiode hin fast annähernd stabil und fielen zur Ernte hin ab.

Interessant erschien die Beikrautentwicklung, da keinerlei Regulationsmaßnahmen getroffen wurden und sich der Beikrautdruck trotzdem nicht erhöhte. Ein Faktor, der dabei mitspielte, war sicherlich die geringe Niederschlagsmenge (siehe Abbildung 4, Seite 37). Nach der Erbsensaat gab es kaum Niederschläge. Größere Niederschlagsmengen traten erst im Mai auf, als der Erbsenbestand bereits gut und dicht entwickelt war. Somit hatte das Beikraut keine Möglichkeit sich gegenüber den Erb-

sen zu behaupten. Trotz der trockenen Witterung erreichten die Futtererbsen eine durchschnittliche Wuchshöhe von ca. 80 cm (siehe Abbildung 6, Seite 40).

Da Futtererbsen keine Ranken ausbilden, mit denen sie den gesamten Bestand aufrecht halten könnten, neigen sie sehr stark zur Lagerung (siehe Abbildung 7, Seite 42). Das Lagern der Bestände kann so weit führen, dass die Pflanzen vollkommen flach am Boden liegen. Trotz dieser Tatsache kam es auf den Versuchspartzellen mit Futtererbsen zu keinem stärkeren Auftreten von Beikräutern.

Futtererbsen unterdrückten das Beikraut im ungefähr gleichen Ausmaß wie die Körnererbsen. Somit kann Hypothese A hinsichtlich der Beikrautunterdrückung angenommen werden.

5.1.2. Kornertrag

Der Kornertrag wies große Schwankungen auf. So erreichte die Sorte Bohatyr einen Ertrag von 26,7 dt/ha und die Sorte Dora 12,3 dt/ha (siehe Abbildung 8, Seite 45). Demgegenüber stehen konventionelle Erbsenerträge von durchschnittlich 43,8 dt/ha (AGES, 2003: 129). Die durchschnittlichen Erträge in der Biologischen Landwirtschaft in Niederösterreich liegen zwischen 15 – 20 dt/ha (SCHMIDT, 2004a).

Im Trockengebiet ist hauptsächlich das Wasser ein limitierender Faktor für den Ertrag. Eine ungünstige Wasserversorgung erhöht den Blüten- bzw. Hülsenabwurf (GEISLER, 1983:149). Bei Betrachtung von Abbildung 4 (Seite 37) ist ersichtlich, dass es in den Herbst- und Wintermonaten hohe Niederschlagssummen gab. Dieses Wasser wurde aber nicht im Boden bis zur Saat gespeichert. Dies wird deutlich, wenn man die ermittelte Bodenfeuchte bei der ersten N_{\min} Analyse (Probennahme erfolgte einen Tag nach der Saat am 25.03.2003) betrachtet. Die Feuchte (gravimetrischer Wassergehalt) betrug hier um die 12 % in allen drei Horizonten (0 – 90 cm). Somit hatten die Erbsen von Anfang an wenig Wasser zur Verfügung. Dieser Zustand verschlimmerte sich noch während der Vegetationsperiode. Erst im Mai gab es Niederschlagsmengen, die dem langjährigen Mittel entsprachen.

Bis auf die Sorte Dora waren die Futtererbsen im Ertrag ähnlich wie die Körnererbsen. Statistische Unterschiede wurden nicht festgestellt. Deshalb kann Hypothese A hinsichtlich des Kornertrages angenommen werden.

5.1.3. Stickstoff-Fixierung

Die geprüften Erbsen-Sorten unterschieden sich hinsichtlich der Menge des fixierten Stickstoffs statistisch nicht voneinander, weil die Standardabweichungen der Mittelwerte zu groß waren. Ein Grund für diese großen Schwankungen kann mit der Position der Referenzfrucht erklärt werden. In dieser Versuchsanordnung war in einer Wiederholung eine Parzelle mit der Referenzpflanze (Hafer) vorgesehen. Die Referenzpflanze in einer Wiederholung wurde für alle Varianten herangezogen. Damit der Fehler des Standortes (große Bodeninhomogenitäten auf der Versuchsfläche) minimiert werden kann, wäre es günstig bei jeder Versuchsparzelle gleichzeitig auch die Referenzfrucht zu kultivieren. Somit könnte die N₂-Fixierleistung für jede Parzelle mit der parallel dazu angebauten Referenzfrucht errechnet werden.

Bei der Berechnung der gesamten Stickstoffbilanz ergaben sich negative Werte, die von -22,9 (Sirius) bis -67,5 (Dora) kg/ha reichten.

Wird die Stickstoff-Flächenbilanz nur mit der angegebenen Berechnungsmethode durchgeführt, werden einige Aspekte außer Acht gelassen. So wird der Stickstoff nicht berücksichtigt, der während des Pflanzenwachstums über die Wurzelausscheidungen abgegeben wird, nicht vernachlässigt werden. Diese Mengen belaufen sich auf etwa 13 % der Stickstoffmenge im Korn (MAYER et. al., 2002). Weiters muss bei viehhaltenden Betrieben muss der durch die organische Düngung rückgeführte Stickstoff mit einkalkuliert werden. Man kann davon ausgehen, dass etwa 50% des geernteten Stickstoffs wieder als Dünger auf das Feld kommt, wobei dieser Stickstoff als positiver Wert in die Stickstoffbilanz miteinfließt. Die restlichen 50 % des Stickstoffes im Ernteprodukt gehen bei der Veredelung über das Tier, sowie bei der Lagerung und Ausbringung des Mistes verloren (MAYER und HEß, 1997).

Da es bei der Fixierung von Luftstickstoff keine signifikanten Unterschiede zwischen den Körner- und Futtererbsen gab, kann die Hypothese A in diesem Punkt angenommen werden.

5.1.4. Schädlingsbefall

Die Befallsstärke von Erbsenblattläusen wurde zu zwei Terminen subjektiv abgeschätzt. Dabei zeigte sich, dass der Blattlausbefall bei den Körnererbsen schneller abnahm als bei den Futtererbsen. Ein Grund dafür dürfte die Vegetationsdauer sein. Futtererbsen sind spätreif (SPERBER et al., 1988:56) und daher länger grün als die Körnererbsen. Somit fanden die Blattläuse bei den Futtererbsen noch Nahrung, als die Körnererbsen bereits abgetrocknet waren. Die Erbsenblattläuse saugen bevorzugt an den Triebspitzen und jungen Blättern. Sie schädigen hier in erster Linie den Fruchtansatz. Den Hauptschaden richten die Blattläuse durch Übertragung von Viren an (HERRMANN und PLAKOLM, 1993: 279). Geeignete und für die Biologische Landwirtschaft erlaubte Pflanzenschutzmittel sind kaum bis nicht verfügbar. Betrachtet man den unsicheren Deckungsbeitrag der Erbse, erscheint eine Behandlung außerdem unwirtschaftlich.

Für die Abschätzung des Befalles mit Erbsenwickler und Erbsenkäfer wurden 100 Körner je Parzelle untersucht. Ca. 5% der Körner wiesen Fraßschäden des Erbsenwicklers auf (siehe Tabelle 19, Seite 51). Zwischen den Sorten gab es keine signifikanten Unterschiede. Mit Fraßlöchern des Erbsenkäfers versehene Körner betrug ebenfalls um die 5 % an der Gesamternte (siehe Abbildung 12, Seite 50). Hier zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Sorten Herold, Bohatyr, Dora und Rhea. Die beiden Futtererbsensorten (Dora und Rhea) zeigten einen signifikant niedrigeren Befall mit Erbsenkäfer als die Körnererbsen (Herold: Rankentyp und Bohatyr: Blatttyp).

Generell kann aber gesagt werden, dass nur der Blattlausbefall einen wirklich großen Schaden anrichten kann. Der Befall von Erbsenwickler und Erbsenkäfer, der jeweils 5 % betrug, dürfte für die Biologische Landwirtschaft nicht weiter beunruhigend sein. Hier dürfte eine regulierende Maßnahme daher wenig sinnvoll sein.

Hypothese A kann hinsichtlich des Erbsenblattlausbefalles angenommen werden, da die Futtererbsen zwar einem längeren Druck durch die Blattläuse ausgeliefert waren, es jedoch keine signifikanten Unterschiede gab. Hinsichtlich des Befalles mit Erbsenwickler und Erbsenkäfer kann Hypothese A angenommen werden, da im ersten Fall die Futtererbsen gleichwertig gegenüber den Körnererbsen sind und im zweiten Fall sogar besser abschneiden.

5.1.5. Futterwert

Die untersuchten Futterinhaltsstoffe bei den Futtererbsen waren in den meisten Fällen günstiger oder gleichwertig wie bei den Körnererbsen. Es gab nur wenige Ausnahmen, in denen die Futtererbsen gegenüber den Körnererbsen ungünstiger zu beurteilen waren.

Bei den Inhaltsstoffen Rohfett und Rohfaser konnten keine Sortenunterschiede festgestellt werden. Die Werte lagen bei Rohfett um 1% in der Trockenmasse und bei der Rohfaser um 7% in der Trockenmasse.

Die Gehalte an Rohstärke waren in den Futtererbsensorten Dora (47,9 % in der TM) und Reha (47,8 % in der TM) signifikant geringer als bei den Körnererbsen (Bohatyr 53,9 % in der TM). Lediglich die Sorte Sirius (Futtererbse) konnte mit den Körnererbsen konkurrieren.

Die Tanninwerte waren in den Futtererbsen (Körnererbsen 0,06 % in der TM und Futtererbsen 1,06 % in der TM) am höchsten. Diese Tatsache ist für die Fütterung wichtig, da Tannine führen zu einer Senkung der Futteraufnahme und setzen die Proteinverdauung herab (JEROCH et. al., 1999: 212). Deshalb ist es für die praktische Fütterung wichtig, nicht zu hohe Mengen an Tanninen in die Ration zu bringen.

Beim Rohprotein waren die Futtererbsen nicht schlechter als die Körnererbsen. Bei der Sorte Dora verhielt es sich sogar so, dass diese mit 26,1 % in der TM den höchsten Gehalt aufwies. Was es bei Dora jedoch zu bedenken gab, war der geringe Ertrag, den diese Sorte lieferte. Hier ist eindeutig erkennbar, dass bei einem geringen Ertrag die Inhaltsstoffe konzentrierter sind. Langjährige Untersuchungen des Futtermittel-Labors des Instituts für Nutztierwissenschaften an der BOKU in Wien haben Rohprotein-Werte von konventionellen Erbsen festgestellt, die sich von 19,5 – 25,3 % in der TM bewegen (WEIHS und WIDHALM, 2003). Bei den, in dieser Arbeit untersuchten Sorten wies die Körnererbse Gotik mit 22,3 % in der TM den geringsten Rohproteingehalt auf.

Vergleicht man die Energiewerte zwischen Erbse und Sojaextraktionsschrot, so waren kaum energetische Nachteile der Erbse erkennbar. Die untersuchten Sorten erbrachten Energiewerte bei Mastrindern bzw. Milchkühen die von 13,28 bis 13,33 MJ ME bzw. von 8,33 bis 8,36 MJ NEL reichten. Dem gegenüber steht ungeschälter und

dampferhitzter Sojaextraktionsschrot mit 13,75 MJ ME und 8,63 MJ NEL (DLG, 1999). Bei den Schweinen reichten die Energiewerte der untersuchten Erbsensorten von 15,67 bis 15,95 MJ ME. Hier erreicht der ebenfalls wie oben aufbereitete Sojaextraktionsschrot 14,8 MJ ME (DLG, 1999). Die Energiewerte für das Geflügel reichten von 12,82 bis 13,49 MJ ME und die von Sojaschrot liegen bei 9,9 MJ ME (BÖHME, 1989: 101).

Hypothese A kann beim Futterwert für wichtige Inhaltsstoffe angenommen werden, jedoch muss sie für Rohstärke, Rohzucker und die Tannine verworfen werden.

5.2. Arbeitshypothese B

Durch die Kombination von Wuchstypen (Körnererbse Blatt- und Rankentypen) oder Varietäten (Körner- und Futtererbsen) werden der Beikrautdruck geringer, der Kornertrag und die Stickstofffixierleistung höher.

5.2.1. Beikrautdruck

Bei den Sorten-Gemengen wurde der Beikrautdruck wie bei den Reinsaaten subjektiv beurteilt. Hierzu wurde der prozentuelle Befall der Fläche mit Beikraut optisch abgeschätzt. Die Beikrautentwicklung bei den Sorten-Gemengen verhielt sich nicht anders als bei den Reinsaaten. Der Beikrautbestand blieb während der Vegetationsperiode annähernd stabil und fiel zur letzten Bonitur (am 04.07.2003, kurz vor der Ernte) hin ab.

Durch die Kombination von Rankentyp mit Blatttyp oder Futtererbse wäre zu erwarten gewesen, dass durch die gegenüber den Rankentypen-Reinsaaten höhere Beschattung eine bessere Unterdrückung der Beikräuter erfolgt. Dies konnte jedoch nicht nachgewiesen werden. Durch die geringen Niederschlagsmengen hatte es auch das Beikraut schwer sich gegenüber den Kulturpflanzen zu behaupten. Dies dürfte auch ein Grund sein, warum es zwischen keiner Variante signifikante Unterschiede in der Beikrauthäufigkeit gab.

Auch das Ausmaß der Lagerung hatte keinen Einfluss auf das Auftreten von Beikraut. Bei Sorten-Gemengen mit Rankentypen war zu erwarten, dass die Ranken die Futtererbsen oder Erbsen vom Blatttyp besseren Halt gaben und so ein Lagern stark

einschränkten. Dies würde in weiterer Folge bedeuten, dass eine Spätverunkrautung schlechter möglich wäre, da der Bestand nicht nahe am Boden liegt. Doch auch hier konnten keine Unterschiede festgestellt werden. Wie bereits bei den Futtererbsen-Reinsaaten gezeigt, hatte die Lagerung keinen Einfluss auf das Auftreten von Beikräutern.

Da die Sorten-Gemenge keine bessere sondern eine gleichwertige Beikrautunterdrückung gegenüber den Reinsaaten zeigten, muss Hypothese B hinsichtlich des Beikrautdruckes verworfen werden.

5.2.2. Kornertrag

Bei den Sorten-Gemengen lagen die Erträge zwischen 23,5 dt/ha (Variante 24) und 19,7 dt/ha (Variante 20). Mit einer statistischer Auswertung konnten keine Unterschiede zu den Reinsaaten festgestellt werden.

Auch bei den Sorten-Gemengen dürften die geringen Niederschläge den Ertrag stark eingeschränkt haben, so dass die vermutete positive Wirkung schon aus diesem Grund nicht wirksam werden konnte

Die Hypothese B wird bei Betrachtung der Kornerträge daher verworfen.

5.2.3. Stickstoff-Fixierleistung

Bei den Sorten-Gemengen stellt sich dieselbe Problematik wie bereits oben unter Hypothese A beschrieben. Die Standardabweichungen waren zu groß und deshalb wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

Demnach wird Hypothese B für die Stickstoff-Fixierleistung verworfen. Die Sorten-Gemenge fixierten nicht mehr Luft-N als die Reinsaaten und sind insofern als gleichwertig zu beurteilen.

5.3. Arbeitshypothese C

Sorten bzw. Sorten-Gemenge mit einer hohen Ertragsstabilität liefern positive Deckungsbeiträge.

Die Wirtschaftlichkeit der Varianten wurde mit Hilfe der klassischen Deckungsbeitrags-Rechnung bewertet. Den höchsten DB erzielten hierbei die Varianten 4 (Bohatyr) und 5 (Erbi). Alle übrigen Varianten schwankten zwischen leicht positivem (29 €) und stark negativem (-290 €) Ergebnis.

Den größten Einfluss auf das Ergebnis hatte der Flächenertrag. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, unterliegt der Biologische Körnererbsenanbau (in Österreich – eigentlich überall) großen Kornertragsschwankungen (SCHMIDT, 2003; WUTTE, 2003). Somit ist die kritische Haltung der Bauern gegenüber dem Körnererbsenanbau durchaus gerechtfertigt. Dieser Versuch hat jedoch gezeigt, dass je nach Sorte auch positive DB erreichbar sind.

Bei der Berechnung des DB wurden die Ausgleichszahlungen so wie die finanziellen Zuschüsse für Biologische Wirtschaftsweise nicht berücksichtigt. Unter Hinzurechnung dieser Beträge würden die DB stärker positiv werden.

Wie bereits in der Literaturübersicht bei der Wirtschaftlichkeit gezeigt, wurde gibt es mehrere Möglichkeiten, den DB einer Kultur zu berechnen. Neben dem klassischen (einfachen) DB gibt es noch den erweiterten und den Fruchtfolge-DB (WEITBRECHT und PAHL, 2000: 39-41). Wie die genaue Bewertung dieser erfolgt, wurde bereits erklärt (siehe Kapitel 2.4 Wirtschaftlichkeit, Seite 21).

Hypothese C kann hinsichtlich geeigneter Reinsaatensorten wie Bohatyr oder Erbi angenommen werden. Hinsichtlich der Gemenge muss die Hypothese C verworfen werden, da diese keine eindeutig positiven DB lieferten.

6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Diplomarbeit wurde ein Erbsensortenversuch im Biologischen Landbau im pannonischen Klimagebiet durchgeführt. Ziel dieses Versuches auf den biologisch bewirtschafteten Flächen der Versuchswirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien war der Vergleich von Körner- und Futtererbsensorten in Reinsaat und Gemenge hinsichtlich der Konkurrenzkraft gegenüber Beikräutern und Schädlingen, der N₂-Fixierleistung und N-Dynamik im Boden, ihres Futterwertes und der Wirtschaftlichkeit. Dabei wurden vier Themenbereiche behandelt, die sich durch die gesamte Arbeit ziehen: pflanzenbauliche Ansprüche, tierische Schaderreger, Futterwert und Wirtschaftlichkeit.

Bei der Beikrautunterdrückung konnte kein Sorten bzw. Sorten-Gemenge bedingter Unterschied festgestellt werden. Beikraut trat wegen der trockenen Witterung in der Wachstumsphase kaum auf und stellte auch ohne regulierenden Eingriff kein Problem dar. Die Intensität des Schädlingsbefalls war nicht sortenabhängig. Ein erwähnenswerter Schädling war die Erbsenblattlaus. Hier bedingte die Trockenheit ein schnelleres Abreifen der Erbsenbestände, was auch die Blattlauspopulationen rasch dezimierte.

Die N₂-Fixierleistung der Sorten und Sorten-Gemenge brachte keine Unterschiede, da die Streubreite zu groß war, was mit der Stellung der Referenzpflanze zusammenhängen dürfte. Die N-Flächenbilanz war bei allen Sorten und Sorten-Gemengen negativ. Hier wurde der N aus organischer Düngung und den Wurzelausscheidungen nicht berücksichtigt.

Die Futtererbsen hatten höhere Werte an Rohprotein und Rohstärke als die Körnererbsen. Hinsichtlich des Energiegehaltes waren die Futtererbsen zu Sojaextraktionschrot zumindest gleichwertig.

Die Wirtschaftlichkeit wurde mit Hilfe der klassischen Deckungsbeitragsrechnung festgestellt. Dabei schnitten die Körnererbsen vom Blatttyp am besten ab. Ausschlaggebend für die Höhe des DB war in erster Linie der Ertrag.

Für die Praxis wäre ein Anbau mit Futtererbsen in Reinsaat nicht zu empfehlen, da in feuchten Jahren mit Problemen hinsichtlich Lagerung und daraus resultierender

Spätverunkrautung zu rechnen ist. Die extreme Lagerung der Futtererbsen macht auch ein Ernten mit dem Mähdrescher schwierig. Damit der Landwirt die Vorteile der Futtererbsen nutzen kann, wäre ein Anbau im Gemenge zu empfehlen. Diese schnitten nicht schlechter als die Reinsaaten ab. Günstig sind sicherlich auch die Körnererbsen vom Blatttyp, vor allem in Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit. Sie lieferten unter trockenen Bedingungen noch gute Erträge, die zu einem positiven DB führten.

Um eine genauer Empfehlung bestimmter Erbsensorten abzugeben, bedarf es noch weiterführender Untersuchungen, damit die beispielsweise die Situation in feuchten Jahren betrachtet werden kann. Ausführlicher wären sicherlich die Gemenge zu prüfen. Hinsichtlich der Referenzpflanze bedarf es einer besseren Auswahl und besseren Positionierung im Versuch.

Generell kann gesagt werden, dass Futtererbsen in vielen Punkten besser bzw. gleichwertig den Körnererbsen sind. Begrenzend für die Verfütterung von Futtererbsen wirken die Tanningehalte.

Bei den Sorten-Gemengen kann nicht gesagt werden, dass diese besser wären als die Reinsaaten. Sie sind eher als gleichwertig einzustufen.

7. Summary

In the present diploma thesis, an experiment involving pea varieties was carried out under the conditions of organic farming in the pannonical climatic area. The experiment was conducted on the organically managed fields of the research farm of the University of Natural Resources and Applied Life Sciences Vienna. The goal of the experiment was to compare pure seed and mixtures of green and field pea varieties regarding their competitive ability against weeds and pests, their N₂-storage capacity and N-dynamics in the soil, their feeding value and their economic efficiency. Four subject areas were covered throughout the work: plant-cultivation requirements, pests, feeding value and economical competitiveness.

Concerning weed suppression, no differences could be found between pea varieties and pea variety mixtures, respectively. Because of the dry weather, weeds hardly occurred in the growth period and therefore did not cause any problems even without controlling interventions. The intensity of pest infestation was independent of the pea variety, with the pea aphid being a relevant pest. In this case, the drought caused a faster ripening of the pea stands, which led to a rapid decimation of the aphid population as well.

Concerning the N₂-storage capacity of the pea varieties and pea variety mixtures, no significant difference could be detected due to the high variability, which might be caused by the location of the reference plant. The N-balance per unit of surface area was negative for all pea varieties and pea variety mixtures. For this balance, N coming from organic fertilization and rhizodeposition was not considered.

The field peas contained higher contents of crude protein and starch than the green peas. Regarding the estimated energy content, the field peas were at least equivalent to extracted soybean meal.

Economic efficiency was calculated using the method of the classical margin of loss. The green peas of the leaf type showed the best results. The yield was primarily determining the margin of loss.

For practical use, cultivation of field peas as pure seed cannot be recommended, since humid years generate a tendency of laying down which lead to a late weed in-

festation. The extreme laying down of the field peas result in difficulties in reaping with the combine harvester. To be able to utilize the advantages of field peas, the farmer should cultivate pea variety mixtures. Quality of mixtures was not worse than that of the pure seeds. The green peas of the leaf type are also favourable, particularly concerning their economic efficiency. Under dry conditions, they still supplied good yields, which led to a positive margin of loss.

To make a more reliable recommendation for specific pea varieties, additional studies have to be carried out, especially in humid years. The pea variety mixtures should be examined in more detail. Regarding the reference plant, a better selection and positioning is required in the experiment.

Generally, it can be concluded that in many aspects, field peas are equivalent or even better than the green peas. A limiting factor for the use of field peas as feedstuff is their tannin content.

Regarding the pea variety mixtures, these are not generally better than pure seeds. From this experiment, they have to be classified as being equivalent to the pure seeds.

8. Danksagung

An erster Stelle möchte ich Gabriele Pietsch danken, die mir von Anfang bis Ende eine wertvolle Unterstützung und Hilfe war. Durch sie konnte ich leicht in die Arbeit hineinflinden und wurde während der Arbeiten immer konstruktiv und zuvorkommend unterstützt.

Werner Zollitsch möchte ich danken für die gute Zusammenarbeit im Bereich der Futtermittelwertbestimmung. Als Zweitbetreuer war er mir eine gute Unterstützung bei den Literaturstudien und bei der Arbeit im Labor.

Bernhard Freyer möchte ich dafür danken, dass er die Hauptbetreuung für diese nun vorliegende Diplomarbeit übernommen hat. In der Zeit der Vorplanung kamen von ihm gute und bereichernde Vorschläge für den Feldversuch.

Besonderer Dank gebührt Christoph Gabler, der mich in die praktischen Arbeiten am Feld gut eingelernt hat und ansonsten eine große Hilfe und Unterstützung war.

Ebenso besonderen Dank möchte ich Beatrix Widhalm und Alfred Weihs aussprechen, die mich im Tierernährungslabor ebenfalls schnell und gut eingelernt haben und bei den Analysen eine wertvolle Unterstützung waren.

Für das Korrekturlesen dieser Arbeit bedanke ich mich bei Irene Hartl.

Abschließend möchte ich mich zuerst bei all den fleißigen Händen bedanken, die mich bei der Feldarbeit und der Aufarbeitung der Proben unterstützt haben. Zum Schluss möchte ich noch all jenen danken, die mir auf meine vielen Fragen und Probleme gute Antworten und Lösungen übermittelt haben.

9. Quellenverzeichnis

- ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten), (1983): Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Wien. Selbstverlag ALVA.
- AGES (Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH), (2003): Österreichische beschreibende Sortenliste 2003 – Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Wien.
- BELLOF, G., SPANN, B. und WEISS J. (2004): Inhaltsstoffe, Futterwert und Einsatz von Erbsen in der Nutztierfütterung, at: : <http://www.ufop.de/2734.htm> (15.02.2004).
- BMLFUW (2002): Standarddeckungsbeiträge und Daten für die Betriebsberatung im Biologischen Landbau 2002/2003. Wien. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- BÖHME, H. (1989): Körnerleguminosen in der Tierernährung – Körnerleguminosen – Tagungsband zum Expertenkolloquium am 7.-8.11.1988 in Königswinter und Dokumentation der Forschungsvorhaben. Reihe A: Angewandte Wissenschaft Heft 367. Münster-Hiltrup. Landwirtschaftsverlag GmbH.
- BUDIG, M. (2004): Neuer Ansatz zur Unkrautregulierung in Körnererbsen. Hessisches Dienstleistungszentrum für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz, at: http://www.hdlgn-hessen.de/landwirtschaft/oekologischerlandbau/end_ackerpflanze/erbsen_weite_reihe.htm (07.02.2004).
- DACCORD, R. und ARRIGO, Y. (1994): Nährwert der Proteinerbse beim Wiederkäuer. Agrarforschung 1 (2), 91-93.
- DIEPENBROCK, W., FISCHBECK, G., HEYLAND, K.-U. und KNAUER N. (1999): Spezieller Pflanzenbau. 3., Aufl., Stuttgart. Eugen Ulmer, UTB.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), (1991): Futterwerttabellen - Schweine. 6., Aufl., Frankfurt am Main. DLG-Verlags-GmbH.
- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), (1997): Futterwerttabellen - Wiederkäuer. 7., Aufl., Frankfurt am Main. DLG-Verlags-GmbH.

- DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), (1999): Wiederkäuer und Schweine – Kleiner Helfer für die Berechnung von Futterrationen. 10., Akt., Aufl., Frankfurt am Main. DLG-Verlags-GmbH.
- EDER, M. und SCHNEEBERGER, W. (2002): Wie Biobauern ihre Äcker nutzen. Blick ins Land 11, 38-39.
- ENTRUP, N. L., PAHL, H. und ALBRECHT, R. (2003): UFOP-Praxisinformation - Fruchtfolgewert von Körnerleguminosen. Akt., Aufl., Berlin.
- FRANK, R. (1999): Bodenzustandsinventur des Schlags R1/2 der Versuchswirtschaft Großenzersdorf mittels Kriging- und Polynominterpolation. Wien: Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur.
- FREYER, B., FRIEDEL, J.K., VOGL, C.R., EHRMANN, O. und PIETSCH G. (2000): Monitoring von Bodenkennwerten in der Umstellung auf Ökologischen Landbau im Trockengebiet Ostösterreichs. Abschlussbericht Forschungsprojekt Nr. 1170 Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- FREYER, B. (2003): Fruchtfolgen. Konventionell – Integriert – Biologisch. Stuttgart. Eugen Ulmer.
- GEISLER, G. (1983): Ertragsphysiologie von Kulturarten des gemäßigten Klimas. Berlin, Hamburg. Paul Parey.
- GEISLER, G. (1988): Pflanzenbau – Ein Lehrbuch – Biologische Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion. 2., Aufl., Berlin, Hamburg. Paul Parey.
- GRÖSS, C. (2003): persönliche Mitteilung am 14.05.2003.
- HAUSER, S. (1987): Schätzung der symbiotisch fixierten Stickstoffmenge von Ackerbohnen (*Vicia faba* L.) mit erweiterten Differenzmethoden. Dissertation, Georg-August-Universität, Göttingen.
- HERRMANN, G. und PLAKOLM, G. (1993): Ökologischer Landbau – Grundwissen für die Praxis. 2., Aufl., Wien, München, Frankfurt (Main), Münster, Bern: Verlagsunion Agrar.

- HEYNITZ, K. v. und MERKENS, G. (1994): Das biologische Gartenbuch – Gemüse, Obst, Blumen, Gehölze auf biologisch-dynamischer Grundlage. 6., Aufl., Stuttgart. Eugen Ulmer.
- HOFFMANN, G. M. und SCHMUTTERER, H. (1999): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- INVEKOS (2000): Daten über flächen- und tierbestandsbezogene Förderungen landwirtschaftlicher Betriebe in der Region Mostviertel-Eisenwurzen. BMLFUW/LFRZ (Land- und Forstwirtschaftliches Rechenzentrum), Wien – aus KIRNER et al. 2002.
- INVEKOS (2002): Daten über flächen- und tierbestandsbezogene Förderungen landwirtschaftlicher Betriebe in der Region Mostviertel-Eisenwurzen. BMLFUW/LFRZ (Land- und Forstwirtschaftliches Rechenzentrum), Wien – aus EDER und SCHNEEBERGER 2002.
- JEROCH, H., DROCHNER, W., SIMON, O. (1999): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- KELLER, E. R., HANUS, H. und HEYLAND, K.-H. (1999): Handbuch des Pflanzenbaues – Band 3: Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen. Stuttgart. Eugen Ulmer.
- KIRNER, L., EDER, M. und SCHNEEBERGER W. (2002): Strukturelle Merkmale der Bio-betriebe 2000 in Österreich – Vergleich zu den konventionellen Betrieben im Invekos und der Agrarstrukturerhebung. Ländlicher Raum 1.
- KNAUS, W., STEINWIDDER, A. and ZOLLITSCH, W. (2001): Energy and protein balance in organic dairy cow nutrition – model calculations based on EU regulations. In: Hovi, M. and Baars, T. (eds) Breeding and Feeding for Animal Health and Welfare in Organic Livestock Systems. Proceedings of the Fourth NAHWOA Workshop, 24-27 March 2001, Wageningen, The Netherlands. VEERU, University of Reading, Reading, UK.
- LETTNER, F. (1990): Alternative Eiweißfuttermittel für Schwein und Geflügel. Der Förderungsdienst – Fachzeitschrift für Agrarwirtschaft, Ernährung und Ökologie 1, 1-7.

- MAYER, J. und HEß, J. (1997): Welchen Beitrag zur Stickstoffversorgung leisten Körnerleguminosen? *Ökologie & Landbau* 103, 3/1997: 18.22.
- MAYER, J., BUEGGER, F., JENSEN, E. S., SCHLOTTER, M. UND HEß, J. (2002): Estimating N rhizodeposition of grain legumes using a ^{15}N in situ stem labelling method. *Soil Biology & Biochemistry*. Article in Press.
- NAUMANN, C. und BASSLER, R. (1976): Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Darmstadt. Vdlufa-Verlag.
- ÖNOEM L 1091 (1988): Chemische Bodenuntersuchungen „N_{min}-Methode“; FNA 202.
- SATTLER, F und WISTINGHAUSEN, E. v. (1989): Der landwirtschaftliche Betrieb – Biologisch-Dynamisch. 2., Aufl., Stuttgart: Eugen Ulmer.
- SCHMIDT, J. (2003): persönliche Mitteilung am 17.05.2003.
- SCHMIDT, J. (2004a): persönliche Mitteilung am 02.02.2004.
- SCHMIDT, J. (2004b): persönliche Mitteilung am 16.02.2004.
- SPERBER, J., BARISICH, R, EDINGER, E und WEIGL, W. (1988): Öl- und Eiweißpflanzen – Anbau – Kultur – Ernte. Wien, München, Frankfurt (Main), Münster, Bern: Verlagsunion Agrar.
- VÖLKEL, G. (2004): Erbsen und Ackerbohnen im neuen Glanz. Hessisches Dienstleistungszentrum für Landwirtschaft, Gartenbau und Naturschutz, at: http://www.hdlgn-hessen.de/landwirtschaft/oekologischerlandbau/end_ackerpflanze/erback01.htm (08.02.2004).
- WEIHS, A. und WIDHALM, B. (2003): Persönliche Mitteilung am 14.08.2003.
- WEITBRECHT, B und PAHL, H. (2000): Lohnt sich der Anbau von Körnerleguminosen? *Ökologie und Landbau* 116 (4), 39-41.
- WUTTE, H. (2003): persönliche Mitteilung am 17.05.2003.
- ZOLLITSCH, W., WAGNER, E. und WLCEK, S. (2002): Ökologische Schweine/Geflügel Fütterung. Leopoldsdorf: Österreichischer Agrarverlag.

10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wuchstypen der Erbse. Oben – Blatttyp, Mitte – Halbblattlos und Unten – blattlos. A = Nebenblätter, b = Blattachse, c = Fiederblätter und d = Ranken	13
Abbildung 2: Versuchsanlage (Fett gedruckt die Variantenummer und kursiv die Parzellenummer. Färbig die Wiederholung und weiß überzählige Parzellen)	26
Abbildung 3: Plan der Versuchsparzelle (Grün und Rot die N_{\min} Einstiche bei der Saat. Blau die N_{\min} Einstiche nach der Ernte auf der händisch geernteten Fläche, Gelb die Einstiche mit der Wurzelsonde).....	31
Abbildung 4: Gegenüberstellung der Niederschlags- und der Temperaturwerte des längjährigen Mittels und des Untersuchungszeitraumes (Quelle: Klimamess-Station am Standort Groß-Enzersdorf)	37
Abbildung 5: Entwicklung des Beikrautbestandes in ausgewählten Erbsensorten und -gemengen während der untersuchten Vegetationsperiode	38
Abbildung 6: Wuchshöhe der Sorten und Sorten-Gemenge in cm am 03. und 04.06.2003 zur Blüte	40
Abbildung 7: Lagerung der Sorten und Sorten-Gemenge am 25.06.2003 bei der Hülsenbildung.....	42
Abbildung 8: Mittelwerte der FM-Kornerträge der Sorten und Sorten-Gemenge in kg/ha.....	45
Abbildung 9: Wurzel-Trockenmasse der Sorten und Sorten-Gemenge in kg/ha im Horizont 0 – 30, 30 – 60 und 0 – 60 cm.....	47
Abbildung 10: Fixierte Menge an Luftstickstoff zur Ernte der Sorten und Sorten-Gemenge in kg/ha	48
Abbildung 11: Blattlausbefall der Sorten und Sorten-Gemenge	50
Abbildung 12: Erbsenkäferbefall der Sorten und Sorten-Gemenge.....	50

Abbildung 13: Rohproteingehalt in % der Trockenmasse	52
Abbildung 14: Prozentuale Gehalte an Rohstärke in der Trockenmasse	54
Abbildung 15: Prozentuale Gehalte an Rohzucker in der Trockenmasse.....	54
Abbildung 16: Summe der Gehalte an Methionin und Cystein je Variante in % der TM	57
Abbildung 17: Gehalte an Lysin je Variante in % der TM	57

11. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: DB von Körnererbse in Abhängigkeit des ha Ertrages	6
Tabelle 2: Merkmale von Körner- und Futtererbsen	12
Tabelle 3: Empfohlene Höchsteinsatzmengen von Körnererbsen in der Tagesration für Schwein und Geflügel	19
Tabelle 4: Inhaltsstoffe der Körnererbse.....	20
Tabelle 5: Aminosäurezusammensetzung der Körnererbse	20
Tabelle 6: Ansatzmöglichkeiten zur Bewertung ausgewählter Vorruchtleistungen ...	22
Tabelle 7: Berücksichtigte Größen, Aussage und Betrachtungszeitraum des klassischen Deckungsbeitrages (DB) und seiner weiterentwickelten Stufen	23
Tabelle 8: Beschreibung der Versuchsvarianten	25
Tabelle 9: Zeitplan mit durchgeführten Maßnahmen	26
Tabelle 10: Arten-Zusammensetzung der Beikräuter (alle genannten Beikrautarten einer Prozentstufe treten gemeinsam in dieser Häufigkeit auf)	39
Tabelle 11: LAI Werte der Sorten und Sorten-Gemenge am 03. und 04.06.2003 zur Blüte	40
Tabelle 12: Entwicklungsstadium zum Zeitpunkt der Blüte, gemessen in Prozent der in Blüte befindlichen Pflanzen am 03. und 04.06.2003.....	41
Tabelle 13: Trockenmasse-Strohertrag der Sorten und Sorten-Gemenge in kg/ha...	43
Tabelle 14: Stickstoffertrag im Stroh der Sorten und Sorten-Gemenge in kg/ha	44
Tabelle 15: Trockenmasse-Kornerträge der Sorten und Sorten-Gemenge in kg/ha..	46
Tabelle 16: Stickstoffertrag im Korn der Sorten und Sorten-Gemenge in kg/ha	46
Tabelle 17: Stickstoffertrag in den Wurzeln in kg/ha.....	47
Tabelle 18: Gesamt-N-Flächenbilanz in kg/ha	49

Tabelle 19: Erbsenwicklerbefall der Sorten und Sorten-Gemenge	51
Tabelle 20: Werte für Rohfett in % der Trockenmasse	52
Tabelle 21: Werte für die Rohfaser in % der Trockenmasse	53
Tabelle 22: Werte für die Stickstofffreien Extraktstoffe in % der Trockensubstanz....	53
Tabelle 23: Auflistung der Aminosäuregehalte je Sorte in g der TM.....	56
Tabelle 24: Energiewerte der Erbsensorten in MJ/kg TM.....	58
Tabelle 25: Werte für die Inhaltstoffe der Sorten in g je kg Trockenmasse	59
Tabelle 26: Beispiel für die Berechnung eines klassischen DB bei Körnererbse	60
Tabelle 27: Detaillierte Auflistung der variablen Maschinenkosten.....	61
Tabelle 28: Deckungsbeiträge für die einzelnen Sorten und Gemenge in Euro.	61
Tabelle 29 – Anhang: Anzahl der Aufgelaufenen Erbsenpflanzen auf einem m ²	83
Tabelle 30 – Anhang: Beikrauthäufigkeit beim Auflauf	83
Tabelle 31 – Anhang: Beikrauthäufigkeit zur Blüte	84
Tabelle 32 – Anhang: Beikrauthäufigkeit bei der Hülsenbildung.....	84
Tabelle 33 – Anhang: Beikrauthäufigkeit kurz vor der Ernte.....	85
Tabelle 34 – Anhang: Durchschnittliche Anzahl an Hülsen auf einer Pflanze.....	85
Tabelle 35 – Anhang: Durchschnittliche Anzahl an Körner in einer Hülse	86
Tabelle 36 – Anhang: TM-Ertrag an Wurzel in den oberen Bodenschichten	86
Tabelle 37 – Anhang: TM-Ertrag an Wurzel in den unteren Bodenschichten	87
Tabelle 38 – Anhang: Gesamter TM-Ertrag an Wurzel.....	87
Tabelle 39 – Anhang: C/N Verhältnis im Stroh	88
Tabelle 40 – Anhang: C/N Verhältnis im Korn	88
Tabelle 41 – Anhang: N _{min} bei der Ernte.....	89
Tabelle 42 – Anhang: Blattlausbefall zur Blüte	89
Tabelle 43 – Anhang: Blattlausbefall zwei Wochen nach der Blüte	89

12. Anhang

12.1. Pflanzenbau

Tabelle 29 – Anhang: Anzahl der Aufgelaufenen Erbsenpflanzen auf einem m²

Bestandesdichte (Pflanzenzahl/m²) am 30.04.2003

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW Zahl/m ²	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
Bestandesdichte	1	Gotik	143,8	13,5	ab
	2	Herold	142,7	12,1	ab
	3	Sponsor	160,9	27,2	a
	4	Bohatyr	103,6	9,5	b
	5	Erbi	145,3	17,4	ab
	6	Dora	158,3	2,9	a
	7	Rhea	171,9	3,6	a
	8	Sirius	163,0	22,0	a
	15*	Herold/Rhea	137,5	15,1	ab
	17*	Sponsor/Rhea	156,3	28,2	a
	20*	Erbi/Gotik	135,9	21,7	ab
	24*	Gotik/Erbi	132,8	18,0	ab
			s		

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

Tabelle 30 – Anhang: Beikrauthäufigkeit beim Auflauf

Beikraut-Bonitur 1(=0-10%)-10(=90-100%) am 30.04.2003

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
Beikraut 1	1	Gotik	2,3	0,5	ab
	2	Herold	2,3	0,5	ab
	3	Sponsor	1,5	0,6	ab
	4	Bohatyr	2,8	0,5	a
	5	Erbi	1,3	0,5	ab
	6	Dora	1,5	0,6	ab
	7	Rhea	1,5	0,6	ab
	8	Sirius	1,0	0,0	b
	15*	Herold/Rhea	2,0	0,8	ab
	17*	Sponsor/Rhea	1,8	1,0	ab
	20*	Erbi/Gotik	1,8	1,0	ab
	24*	Gotik/Erbi	2,3	1,0	ab
			s		

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

Tabelle 31 – Anhang: Beikrauthäufigkeit zur Blüte

Beikraut-Bonitur 1(=0-10%)-10(=90-100%) am 03. und 04.06.2003

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
Beikraut 2	1	Gotik	2,3	1,0	
	2	Herold	2,0	0,0	
	3	Sponsor	2,0	0,0	
	4	Bohatyr	3,0	0,8	
	5	Erbi	2,0	0,8	
	6	Dora	1,0	0,0	
	7	Rhea	1,0	0,0	
	8	Sirius	1,0	0,0	
	15*	Herold/Rhea	2,3	0,5	
	17*	Sponsor/Rhea	2,5	0,6	
	20*	Erbi/Gotik	3,8	0,5	
	24*	Gotik/Erbi	2,3	0,5	
			ns		

MW = Mittelwert der Variante

s = signifikant, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

Tabelle 32 – Anhang: Beikrauthäufigkeit bei der Hülsenbildung

Beikraut-Bonitur 1(=0-10%)-10(=90-100%) am 25.06.2003

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
Beikraut 3	1	Gotik	2,0	0,8	
	2	Herold	2,0	0,0	
	3	Sponsor	1,5	0,6	
	4	Bohatyr	3,3	1,0	
	5	Erbi	2,3	1,3	
	6	Dora	1,3	0,5	
	7	Rhea	1,0	0,0	
	8	Sirius	1,3	0,5	
	15*	Herold/Rhea	2,0	0,0	
	17*	Sponsor/Rhea	2,0	0,8	
	20*	Erbi/Gotik	3,8	1,0	
	24*	Gotik/Erbi	2,3	0,5	
			ns		

MW = Mittelwert der Variante

s = signifikant, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

Tabelle 33 – Anhang: Beikrauthäufigkeit kurz vor der Ernte

Spätverunkrautung 1(=0-10%)-10(=90-100%) am 04.07.2003

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
Beikraut 4	1	Gotik	1,3	0,5	
	2	Herold	1,3	0,5	
	3	Sponsor	0,5	0,6	
	4	Bohatyr	2,3	1,3	
	5	Erbi	2,5	1,7	
	6	Dora	0,3	0,5	
	7	Rhea	0,8	0,5	
	8	Sirius	0,8	0,5	
	15*	Herold/Rhea	1,0	0,0	
	17*	Sponsor/Rhea	1,8	1,0	
	20*	Erbi/Gotik	3,5	1,3	
	24*	Gotik/Erbi	1,0	0,0	
			ns		

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

Tabelle 34 – Anhang: Durchschnittliche Anzahl an Hülsen auf einer Pflanze

Hülsen je Pflanze am 25.06.2003

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
Hülsen	1	Gotik	4,3	0,5	a
	2	Herold	3,3	0,5	ab
	3	Sponsor	3,8	0,5	ab
	4	Bohatyr	4,3	1,0	a
	5	Erbi	3,8	0,5	ab
	6	Dora	3,3	0,5	ab
	7	Rhea	3,8	0,5	ab
	8	Sirius	3,5	0,6	ab
	15*	Herold	2,5	0,6	b
	15*	Rhea	4,0	0,0	ab
	17*	Sponsor	2,5	0,6	b
	17*	Rhea	4,0	0,8	ab
	20*	Erbi	4,0	0,0	ab
	20*	Gotik	3,3	1,0	ab
	24*	Gotik	3,5	0,6	ab
	24*	Erbi	3,3	0,5	ab
			s		

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

Tabelle 35 – Anhang: Durchschnittliche Anzahl an Körner in einer Hülse

Körner je Hülse am 04.07.2003

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
Körner	1	Gotik	6,3	0,5	ab
	2	Herold	5,8	0,5	abc
	3	Sponsor	5,0	0,0	c
	4	Bohatyr	5,3	0,5	bc
	5	Erbi	5,0	0,0	c
	6	Dora	5,8	0,5	abc
	7	Rhea	5,8	0,5	abc
	8	Sirius	6,0	0,0	abc
	15*	Herold	5,8	0,5	abc
	15*	Rhea	6,5	0,6	a
	17*	Sponsor	5,8	0,5	abc
	17*	Rhea	6,5	0,6	a
	20*	Erbi	5,0	0,0	c
	20*	Gotik	6,5	0,6	a
	24*	Gotik	6,3	0,5	ab
	24*	Erbi	5,3	0,5	bc
	s				

MW = Mittelwert der Variante

s = signifikant, ns = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

Tabelle 36 – Anhang: TM-Ertrag an Wurzel in den oberen Bodenschichten

Trockenmasse-Ertrag an Wurzeln von 0-30 cm in kg/ha

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe	
TM Wurzel 1	1	Gotik	28,8	7,5	a	
	2	Herold	29,4	6,3	a	
	3	Sponsor	37,3	14,6	a	
	4	Bohatyr	38,2	13,3	a	
	5	Erbi	39,3	7,2	a	
	6	Dora	35,7	8,6	a	
	7	Rhea	28,6	11,7	a	
	8	Sirius	20,6	7,2	a	
	15*	Herold/Rhea	31,6	7,8	a	
	17*	Sponsor/Rhea	34,8	8,1	a	
	20*	Erbi/Gotik	29,2	3,8	a	
	24*	Gotik/Erbi	37,3	23,5	a	
		s				

MW = Mittelwert der Variante

s = signifikant, ns = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

Tabelle 37 – Anhang: TM-Ertrag an Wurzel in den unteren Bodenschichten

Trockenmasse-Ertrag an Wurzeln von 30-60 cm in kg/ha

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe	
TM Wurzel 2	1	Gotik	18,4	5,0	a	
	2	Herold	20,3	4,2	a	
	3	Sponsor	18,5	8,6	a	
	4	Bohatyr	16,3	3,9	a	
	5	Erbi	17,5	11,7	a	
	6	Dora	19,2	4,7	a	
	7	Rhea	17,5	6,7	a	
	8	Sirius	16,3	1,2	a	
	15*	Herold/Rhea	17,8	5,1	a	
	17*	Sponsor/Rhea	17,9	7,0	a	
	20*	Erbi/Gotik	20,2	4,0	a	
	24*	Gotik/Erbi	21,9	4,2	a	
			s			

MW = Mittelwert der Variante

s = signifikant, ns = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

Tabelle 38 – Anhang: Gesamter TM-Ertrag an Wurzel

Trockenmasse-Ertrag an Wurzeln von 0-60 cm in kg/ha

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe	
TM Wurzel 3	1	Gotik	47,1	11,6	a	
	2	Herold	49,8	5,2	a	
	3	Sponsor	55,7	17,9	a	
	4	Bohatyr	54,5	11,4	a	
	5	Erbi	56,8	14,2	a	
	6	Dora	49,1	15,5	a	
	7	Rhea	40,0	14,2	a	
	8	Sirius	36,8	6,9	a	
	15*	Herold/Rhea	49,4	10,0	a	
	17*	Sponsor/Rhea	52,7	12,8	a	
	20*	Erbi/Gotik	49,5	1,8	a	
	24*	Gotik/Erbi	59,2	22,3	a	
			s			

MW = Mittelwert der Variante

s = signifikant, ns = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

Tabelle 39 – Anhang: C/N Verhältnis im Stroh

Kohlenstoff-Stickstoff Verhältniss im Stroh

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
C/N Stroh	1	Gotik	23,2	2,3	a
	2	Herold	22,1	0,4	a
	3	Sponsor	24,6	3,8	a
	4	Bohatyr	23,0	1,0	a
	5	Erbi	23,0	2,2	a
	6	Dora	20,0	4,0	a
	7	Rhea	21,9	2,7	a
	8	Sirius	24,1	3,0	a
	15*	Herold/Rhea	24,1	6,2	a
	17*	Sponsor/Rhea	23,5	3,4	a
	20*	Erbi/Gotik	21,6	1,5	a
	24*	Gotik/Erbi	21,6	4,7	a
			s		

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

Tabelle 40 – Anhang: C/N Verhältnis im Korn

Kohlenstoff-Stickstoff Verhältniss im Korn

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
C/N Korn	1	Gotik	13,1	0,8	a
	2	Herold	11,8	0,6	bcd
	3	Sponsor	11,7	0,5	bcd
	4	Bohatyr	12,4	0,6	abc
	5	Erbi	11,3	0,3	d
	6	Dora	11,0	0,4	d
	7	Rhea	11,4	0,5	cd
	8	Sirius	11,3	0,6	d
	15*	Herold/Rhea	11,7	0,4	bcd
	17*	Sponsor/Rhea	11,6	0,4	bcd
	20*	Erbi/Gotik	11,7	0,6	bcd
	24*	Gotik/Erbi	12,6	0,9	ab
			s		

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

Tabelle 41 – Anhang: N_{min} bei der Ernte

Gehalt an mineralischen Stickstoff (N_{min}) zur Ernte am 08. und 09.07.2003

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
N _{min}	1	Gotik	23,5	8,6	
	2	Herold	21,6	3,4	
	3	Sponsor	25,2	6,3	
	4	Bohatyr	22,6	6,8	
	5	Erbi	22,2	2,5	
	6	Dora	24,1	5,5	
	7	Rhea	27,5	3,6	
	8	Sirius	24,8	3,1	
	15*	Herold/Rhea	28,9	9,0	
	17*	Sponsor/Rhea	28,7	17,4	
	20*	Erbi/Gotik	20,4	10,1	
24*	Gotik/Erbi	21,8	4,4		
<i>ns</i>					

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

12.2. Tierische Schädlinge

Tabelle 42 – Anhang: Blattlausbefall zur Blüte

Blattlaus Bonitur(1(=geringer Befall)-5(=Totalbefall)) am 03. und 04.06.2003

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
Blattlaus 1	1	Gotik	2,6	0,6	
	2	Herold	2,6	0,9	
	3	Sponsor	2,9	0,5	
	4	Bohatyr	2,5	0,8	
	5	Erbi	2,1	0,9	
	6	Dora	2,5	0,4	
	7	Rhea	1,9	0,3	
	8	Sirius	2,1	0,3	
	<i>ns</i>				

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil

Tabelle 43 – Anhang: Blattlausbefall zwei Wochen nach der Blüte

Blattlaus Bonitur(1(=geringer Befall)-5(=Totalbefall)) am 17.06.2003

Parameter	Var	Sorte/Gemenge	MW	Stdabw	Tukey-Test Gruppe
Blattlaus 2	1	Gotik	0,9	1,0	ab
	2	Herold	0,8	0,6	b
	3	Sponsor	0,6	0,8	b
	4	Bohatyr	1,0	1,0	ab
	5	Erbi	1,2	1,0	ab
	6	Dora	2,6	1,3	a
	7	Rhea	1,6	0,6	ab
	8	Sirius	1,1	1,0	ab
s					

MW = Mittelwert der Variante

s = *signifikant*, *ns* = nicht signifikant

Stdabw = Standardabweichung

*: 1. Sorte 75%, 2. Sorte 25% Saatmischungsanteil