

# Abschlussbericht

Projekt-Nr.: 1252

## **Auswirkungen unterschiedlicher legumer Haupt- und Zwischenfrucht-Vorfrüchte auf Ertrag, Qualität und den Schaderregerbefall der ersten Nachfrucht (Kartoffel) sowie Ertrag und Qualität der zweiten Nachfrucht (Weizen)**

Wissenschaftlicher Projektleiter:  
Univ.-Prof. Dr. Bernhard Freyer

Wissenschaftliche Bearbeitung und Projektkoordination (IfÖL):  
DI Andreas Surböck

Projekt-Mitarbeiter (IfÖL): a.o.Univ.-Prof. Dr. Jürgen K. Friedel, Ing. Christoph Gabler,  
Sylvia Zeidler

Kooperationspartner: Landw. Fachschule Edelhof/Land-Impulse AgrolInnovation  
(Ing. Johann Ledermüller und Mitarbeiter)  
HR DI Elisabeth Schiessendoppler (freie Mitarbeiterin)

Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)  
Department für Nachhaltige Agrarsysteme  
Institut für Ökologischen Landbau (IfÖL)  
Gregor Mendel Strasse 33, A-1180 Wien  
+43-1-47654-3750 (fax – 3792)  
bernhard.freyer@boku.ac.at oder andreas.surböck@boku.ac.at

Projektlaufzeit: August 2002 bis 31. Jänner 2006

# Inhalt

<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>3</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>4</b>
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>5</b>
1.1 Problemstellung.....	5
1.2 Ziele des Projekts .....	6
<b>2 VERSUCHSANLAGE UND UNTERSUCHUNGSMETHODEN.....</b>	<b>7</b>
2.1 Versuchsanlage .....	7
2.1.1 Standort.....	7
2.1.2 Versuchsaufbau.....	7
2.1.3 Bodenkennwerte.....	9
2.2 Untersuchungsmethoden .....	10
2.2.1 Bodenuntersuchungen .....	10
2.2.2 Ertrags- und Qualitätsparameter .....	10
2.2.3 Bestandesentwicklung und Schaderreger.....	11
2.2.4 Nährstoffbilanzierung der Fruchtfolgevarianten .....	13
2.2.5 Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Fruchtfolgevarianten .....	13
2.2.6 Statistische Methoden .....	14
<b>3 ZEITLICHER ABLAUF DER ARBEITEN.....</b>	<b>14</b>
<b>4 ERGEBNISSE UND DISKUSSION.....</b>	<b>16</b>
4.1 Witterungsverlauf im Untersuchungszeitraum .....	16
4.2 Homogenität der Versuchsflächen .....	17
4.3 Haupt- und Zwischenfrucht-Vorfrüchte – Erträge.....	18
4.4 Bodenstickstoffdynamik und bodenbiologische Aktivität.....	20
4.4.1 Mikrobielle Biomasse und Aktivität.....	20
4.4.2 Gehalte an mineralischem Stickstoff ( $N_{\min}$ ).....	21
4.5 Kartoffel (1. Nachfrucht) .....	23
4.5.1 Schaderreger auf dem Pflanzgut.....	23
4.5.2 Entwicklung und Schaderreger im Bestand .....	23
4.5.3 Rohertrag und Qualität .....	25
4.5.4 Schaderreger am Erntegut.....	28
4.6 Winterweizen (2. Nachfrucht) - Ertrag und Qualität .....	32
4.7 Nährstoffbilanzen .....	33
4.8 Wirtschaftlichkeit.....	33
4.8.1 Marktertrag Kartoffel.....	33
4.8.2 Deckungsbeiträge .....	34
<b>5 ZUSAMMENFASSENDEN DISKUSSION.....</b>	<b>36</b>
<b>6 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK.....</b>	<b>41</b>
<b>7 LITERATUR .....</b>	<b>44</b>
<b>8 ANHANG .....</b>	<b>46</b>
8.1 Anhang A: Versuchspläne und weitere Versuchsergebnisse .....	46
8.2 Anhang B: Sorteneigenschaften, Saatgutgesetz und Entwicklungsstadien.....	57
8.3 Anhang C: Produktionsmaßnahmen .....	59

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Fruchtfolge- und Sortenvarianten .....	8
Tabelle 2: Zeitliche Abfolge der Feldfrüchte auf den Versuchsanlagen A ,B und C. ....	8
Tabelle 3: Gehalte an pflanzenverfügbaren Nährstoffen der Böden (0-30 cm Tiefe) der Versuchsanlagen A, B und C. ....	9
Tabelle 4: Definitionen zur Ermittlung des Befallsindex bei <i>Rhizoctonia</i> und Gew. Schorf .....	13
Tabelle 5: Berechnungsgrundlage der erweiterten Bodenbilanz .....	13
Tabelle 6: Zeitlicher Ablauf der Projektarbeiten in den Jahren 2002 bis Anfang 2006 .....	15
Tabelle 7: Ertragsdaten der Hauptfrüchte - Versuchsanlage A - C.....	18
Tabelle 8: Trockenmasse- und Stickstoffertrag, C/N-Verhältnis und Entwicklung der Zwischenfrucht/Untersaat (Werte der oberirdischen Biomasse) – Versuchsanlage A - C. ....	19
Tabelle 9: Mikrobielle Biomasse und Aktivität in Abhängigkeit von der Fruchtfolge – Versuchs- anlage A bis C.....	20
Tabelle 10: Rohertrag Kartoffelknollen in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte (Versuchsanlagen A – C).....	26
Tabelle 11: Befall der Kartoffelknollen mit <i>Rhizoctonia</i> in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte (Versuchsanlage A – C). ....	29
Tabelle 12: Befall der Kartoffelknollen mit Gew. Schorf in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte (Versuchsanlage A – C). ....	30
Tabelle 13: Kornertrag und Rohproteingehalt von Winterweizen in Abhängigkeit der Fruchtfolgevariante – Versuchsanlagen A und B.....	32
Tabelle 14: Deckungsbeiträge für die einzelnen Kulturen und Fruchtfolgedeckungsbeiträge in Abhängigkeit der Fruchtfolgevarianten für die Versuche A – C.....	35
Tabelle 15: Krankheitsauftreten im Pflanzgut – Versuchsanlage A - C. ....	48
Tabelle 16: Auftreten von <i>Rhizoctonia</i> im Kartoffelbestand in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte – Versuchsanlagen A - C. ....	48
Tabelle 17: Auftreten von schweren Virosen, Bestandesentwicklung und Blattverluste durch Kartoffelkäfer – Versuchsanlage A, Kartoffel Jahr 2003.....	49
Tabelle 18: Bestandesentwicklung, Auftreten von Krautfäule und Blattflächenverluste durch Kartoffelkäfer – Versuchsanlage B, Kartoffel Jahr 2004.....	49
Tabelle 19: Bestandesentwicklung und Auftreten von Krautfäule und Alternaria – Versuchsanlage C, Kartoffel Jahr 2005.....	50
Tabelle 20: Sortierung der Kartoffelknollen (in %) in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte – Versuchsanlagen A – C.....	50
Tabelle 21: TS-Gehalt, Rohertrag und Nitratgehalt der Kartoffelknollen in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte – Versuchsanlagen A – C, Sorte Ditta (S 3).....	51
Tabelle 22: Befall der Kartoffelknollen mit Silberschorf in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte (Versuchsanlage B und C, Boniturtermin Lagerung Nov./Dez.).....	51
Tabelle 23: Auftreten weiterer Krankheiten und Schädlinge (% befallene Knollen) im Versuch A nach der Ernte und während der Lagerung.....	52
Tabelle 24: Auftreten weiterer Krankheiten und Schädlinge (% befallene Knollen) im Versuch B nach der Ernte und während der Lagerung.....	52
Tabelle 25: Auftreten weiterer Krankheiten und Schädlinge (% befallene Knollen) im Versuch C nach der Ernte und während der Lagerung.....	52
Tabelle 26: Nährstoffbilanzen für N, P und K in Abhängigkeit der Fruchtfolgevarianten (Versuchsanlagen A – C).....	53
Tabelle 27: Marktertrag Kartoffelknollen (Knollen mit einer Größe von 35 – 60 mm) in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte – Versuchsanlagen A – C.....	54
Tabelle 28: Anteil gesunder bzw. schwach mit <i>Rhizoctonia</i> -Pocken befallener Kartoffelknollen in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte – Versuchsanlagen A – C.....	55
Tabelle 29: Anteil gesunder bzw. schwach mit Gew. Schorf befallener Kartoffelknollen in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte – Versuchsanlagen A – C.....	56
Tabelle 30: Eigenschaften der im Versuch verwendeten Sorten Agria, Nicola und Ditta (Quelle: Österreichische beschreibende Sortenliste, AGES 2005).....	57
Tabelle 31: Beschaffenheitsnormen betreffend den Virusgehalt des Kartoffelpflanzgutes (Quelle: Sorten und Saatgutblatt, Bundesamt für Ernährungssicherheit 2004).....	57
Tabelle 32: Entwicklungsstadien der Kartoffel (Quelle: Schiessendoppler und Cate 2002, 6).....	58
Tabelle 33: Produktionsmaßnahmen in den Versuchen A – C.....	59

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wetterdaten Jahre 2002 bis 2003. (Quelle: Messdaten der Klimastation der Fachschule Edelhof und langjährige Mittelwerte, Graf und Ledermüller 2003, 2004). .....	16
Abbildung 2: Wetterdaten Jahre 2004 und 2005. (Quelle: Messdaten der Klimastation der Fachschule Edelhof und langjährige Mittelwerte, Graf und Ledermüller 2005, 2006). .....	17
Abbildung 3: Boden-N <sub>min</sub> -Gehalte zu 5 Terminen (Versuche A und B) bzw. 4 Terminen (Versuch C) in Abhängigkeit von der Fruchtfolge. ....	21
Abbildung 4: Plan Versuchsanlage A. ....	46
Abbildung 5: Plan Versuchsanlage B. ....	46
Abbildung 6: Plan Versuchsanlage C. ....	47
Abbildung 7: Gesamtstickstoffgehalte im Boden der Fruchtfolgevarianten F 1 bis F4 - Versuchsanlagen A-C. ....	47

# 1 Einleitung

## 1.1 Problemstellung

Die Kartoffel zählt zu den ökonomisch wichtigsten Ackerbaukulturen im biologischen Landbau. In der Vermarktung werden heute hohe Anforderungen an die Sortierung und äußere Qualität der Kartoffel gestellt. Verschiedene Krankheiten wie die Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*), die Wurzeltöterkrankheit (*Rhizoctonia solani*), Gewöhnlicher Kartoffelschorf (*Streptomyces scabies*) oder die Dürffleckenkrankheit (*Alternaria solani*) sowie Drahtwürmer (*Agriotes lineatus*) beeinträchtigen die Kartoffelqualität und führen zu hohen Abzügen bei der Sortierung der Ware und damit zu wirtschaftlichen Verlusten.

In der Untersuchungsregion steht die Kartoffel in der Fruchtfolge häufig nach Sommerungen wie Sommergerste, Hafer oder Erbsen in Kombination mit Untersaaten zur Futternutzung oder Stoppelfrüchten zur Gründüngung. Die relativ kurze Vegetationsperiode nach der Hauptfruchternte vor dem Kartoffelanbau sollte durch einen Zwischenfruchtanbau zur Stickstoff- und Biomasseanreicherung genutzt werden. Durch einen geeigneten Hauptfrucht-/Zwischenfruchtanbau kann über die Anreicherung von Stickstoff und Pflanzenbiomasse im Boden als wesentliche Komponenten des vorbeugenden Pflanzenschutzes neben dem Ertrag auch die Kartoffelgesundheit und damit die Knollenqualität beeinflusst werden. Fruchtfolgewirkungen sind Schaderreger-spezifisch. So kann das Auftreten von *Rhizoctonia solani* über die in den Boden eingebrachte organische Substanz in Abhängigkeit von deren Verrottungsgrad gefördert werden, während diese in Form einer Gründüngung auf den Gewöhnlichen Schorf (*Streptomyces scabies*) hemmend wirkt. Ungeachtet dessen benötigt der Biolandbau eine hohe Versorgung mit organischer Substanz, um eine entsprechende Nährstoffverfügbarkeit über die Förderung der Mikroorganismen im Boden zu erzielen.

Aus der Problembeschreibung leitet sich damit folgende übergeordnete Forschungsfrage unter den Bedingungen des Standortes Edelfhof sowie den Rahmenrichtlinien des biologischen Landbaus ab:

Welche Vorfruchtkombination aus Hauptfrucht und Zwischenfrüchten ist unter Beachtung ökologischer Mindestanforderungen (Bodenbedeckung, Grundwasserschutz) und der Wirtschaftlichkeit geeignet, gesunde und qualitativ wie quantitativ ansprechende Kartoffelerträge zu erzielen?

Es werden verschiedene Fruchtfolgevarianten mit unterschiedlichem Angebot an Stickstoff und organischer Substanz im Hinblick auf ihre Ertragswirkung und ihren Einfluss auf das Auftreten verschiedener Krankheiten, vor allem Wurzeltöterkrankheit und Gew. Schorf, und verschiedener Schädlinge getestet.

## 1.2 Ziele des Projekts

1. Übergeordnetes Ziel : Klärung der Zusammenhänge von Hauptfrucht-Zwischenfrucht-kombinationen (Erbse +/- Zwischenfrucht, Getreide +/- Untersaat) auf das Schaderregervorkommen, den Ertrag und die Qualität von Kartoffeln (1. Nachfrucht) und den Ertrag und die Qualität von Getreide (2. Nachfrucht). Die Umweltverträglichkeit und die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Fruchtfolgeglieder wird bewertet.

2. Aus dem übergeordneten Ziel ergeben sich folgende Teilziele:

*Teilziel 1:* Ermittlung der Auswirkungen unterschiedlicher Hauptfrucht-Zwischenfruchtkombinationen auf folgende Eigenschaften:

a) auf den Ertrag der Hauptfrucht und Zwischenfrucht/Untersaat und der Folgekulturen:

1. Nachfrucht (Kartoffeln) und 2. Nachfrucht (Winterweizen)

b) auf das Auftreten von Schaderregern im Kartoffelanbau

c) auf das Auftreten von Beikräutern im Kartoffelanbau

d) auf die äußere Beschaffenheit und die Gesundheit der Kartoffel (1. Nachfrucht)

e) auf das Auftreten von Krankheiten während der Lagerperiode

f) auf die Boden- $N_{\min}$ -Dynamik bei den geprüften Fruchtfolgegliedern und die Nährstoffbilanz

g) auf die bodenmikrobielle Biomasse und Aktivität

*Teilziel 2:* Untersuchung der Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Anbauvarianten durch Ermittlung der Deckungsbeiträge unter Berücksichtigung der Arbeitszeitaufwendungen.

*Teilziel 3:* Ermittlung der Wirkung einer direkten Regulierung mittels eines Pflanzenstärkungsmittels (Bakterienpräparat) auf Ertrag und das Auftreten von Schaderregern der Kartoffel gegenüber einer unbehandelten Variante (untersucht bei einer Kartoffelsorte).

## 2 Versuchsanlage und Untersuchungsmethoden

### 2.1 Versuchsanlage

#### 2.1.1 Standort

Der Feldversuch wurde auf den seit 1993 biologisch bewirtschafteten Flächen der Landwirtschaftlichen Fachschule Edelfhof, im Waldviertel nahe Zwettl in Niederösterreich durchgeführt. Der Betrieb liegt im Hauptproduktionsgebiet Wald- und Mühlviertel. Das Waldviertel ist ein Hochplateau, das den kräftigen West- bis Nordwestwinden frei ausgesetzt ist, daher herrscht ein eher kühles und raueres Wetter vor. Edelfhof liegt auf 600 m Seehöhe und weist einen mittleren Jahresniederschlag von 663 mm und eine mittlere Jahrestemperatur von 7,3 °C auf.

#### 2.1.2 Versuchsaufbau

Der Versuch war in das Fruchtfolgegrundschemata des Betriebes der Fachschule eingebunden und umfasste drei Fruchtfolgeglieder. Um Witterungseinflüsse berücksichtigen zu können, wurde der Versuch zeitversetzt in drei aufeinander folgenden Jahren angelegt (Tabelle 2).

**Versuchsanlage A:** Mit der Versuchsanlage A wurde im April 2002 begonnen. Auf rund 2500 m<sup>2</sup> wurden insgesamt 52 Parzellen eingerichtet. Zur Zeit der notwendigen Aussaat der Vorfrüchte Anfang April 2002 war die Finanzierung des Projekts noch nicht absehbar. Der Versuch wurde von der Fachschule Edelfhof daher mit Eigenmitteln vor allem nach arbeitstechnischen Gesichtspunkten als Streifenversuch (Langparzellenmethode) angelegt (siehe Abbildung 4 im Anhang A).

**Versuchsanlage B, C:** Beim Versuchsdesign handelte es um eine Strip-Plot-Anlage mit 4 Wiederholungen (siehe Abbildung 5 und 6 im Anhang A). Dieser Versuchstyp ist dadurch gekennzeichnet, dass zwei einfaktorielle Blockversuche (Faktor Fruchtfolge und Faktor Sorte) im rechten Winkel übereinander liegen und so jeweils Streifen mit gleicher Stufe eines Faktors entstehen. Bei der statistischen Auswertung des Versuches können beide Faktoren mit gleicher Genauigkeit geprüft werden, während die Wechselwirkung beider Faktoren mit höherer Genauigkeit untersucht wird. Es wurden insgesamt 64 Parzellen (Parzellengröße: 5,60 m x 6,00 m) auf einer Versuchsfläche von rund 2300 m<sup>2</sup> (ohne Wege und Versuchsmantel) angelegt. Das Versuchsdesign wurde in Diskussion mit Prof. Karl Moder (BOKU Wien, Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur, Institut für angewandte Statistik und EDV) und den Projektpartnern erarbeitet.

Die Versuche wurden mit der Aussaat der zwei Hauptfrüchte Erbse und Hafer als Vorfrüchte zu Kartoffel begonnen. Aufgrund ihrer unkrautunterdrückenden Wirkung wurde wie in der Praxis üblich eine Futtererbse (Peluschke) gewählt. Eine weitere Differenzierung der Fruchtfolgevarianten erfolgte durch die Untersaat von Weißklee auf der Hälfte der Haferfläche. Die Erbsenfläche wurde nach der Ernte ebenfalls geteilt, gegrubbert und auf einem Teil eine Zwischenfrucht bestehend aus Senf und Phacelia angesät. Ergänzt wurde das Gemenge durch die aufgehenden Ausfallersbse. Insgesamt wurden vier Fruchtfolgevarianten hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Nachfrüchte Kartoffel und Winterweizen geprüft (Tabelle 1).

Senf wurde als Bestandteil des Zwischenfruchtgemenges gewählt, da er auch bei einer späten Saatzeit viel Biomasse bilden kann. Er wurde trotz einer möglichen Förderung der virösen Eisenfleckigkeit an der Kartoffelknolle dem Ölrettich vorgezogen, da die viröse Eisenfleckigkeit nach den Erfahrungen von Frau HR DI Schiessendoppler in heimischen Produktionsgebieten weitgehend unbedeutend ist. Aus pflanzenbaulicher Sicht besteht bei Ölrettich die Gefahr, dass er nicht abfriert und in der Folgefrucht wieder austreibt.

**Tabelle 1: Fruchtfolge- und Sortenvarianten**

Fruchtfolgevariante	Kurzbez.*	Sortenvariante
Erbse ohne Zwischenfrucht**	<b>F 1</b> (Erbse o. ZF)	Agria, Nicola, Ditta, Ditta+P
Erbse mit Zwischenfrucht ohne Leguminosen***	<b>F 2</b> (Erbse + ZF)	Agria, Nicola, Ditta, Ditta+P
Hafer ohne Untersaat	<b>F 3</b> (Hafer o. US)	Agria, Nicola, Ditta, Ditta+P
Hafer mit Untersaat Weißklee	<b>F 4</b> (Hafer + US)	Agria, Nicola, Ditta, Ditta+P

\* ... Kurzbezeichnung der Variante

\*\* ... abgesehen von Ausfallerbse

\*\*\* ...leguminosenfreies Gemenge: Senf, Phacelia sowie Ausfallerbse

Je Fruchtfolgevariante wurden im darauffolgenden Jahr die drei Kartoffelsorten Agria, Ditta und Nicola (= Sortenvarianten) angebaut (Tabelle 1, Sorteneigenschaften: siehe Tabelle 30 im Anhang B). Der Pflanzabstand betrug 30 cm in der Reihe und 70 cm zwischen den Reihen. Ein Teil des Pflanzguts der Sorte Ditta wurde vor dem Legen mit Proradix im Tauchverfahren (Aufwandmenge für ein Hektar: 60 g Proradix in 80 Liter Wasser gelöst) behandelt. Die Wirkung des Präparates auf die Entwicklung und den Krankheitsbefall des Krautes und der Knollen wurde im Vergleich zur unbehandelten Ditta geprüft (Versuchsanlage A: nur in der Fruchtfolgevariante F 2, Versuchsanlagen B, C: in den Fruchtfolgevarianten F 1 bis F 4). Aus versuchstechnischen Gründen wurde die Variante zur Testung des Bakterienpräparates wie eine „Sortenvariante“ in die Versuche eingebunden (Kurzbez.: S 4: Ditta + P). Nach der Kartoffelernte wurde über die gesamte Versuchsfläche einheitlich Winterweizen angesät (Tabelle 2).

**Tabelle 2: Zeitliche Abfolge der Feldfrüchte auf den Versuchsanlagen A ,B und C.**

Jahr	Versuchsanlage A	Versuchsanlage B	Versuchsanlage C
2002	Erbse (+/- Zwischenfrucht)/ Hafer (+/- Untersaat)	Winterweizen	Hafer (mit Kleeuntersaat)
2003	<b>Kartoffel</b>	Erbse (+/- Zwischenfrucht)/ Hafer (+/- Untersaat)	Winterweizen
2004	Winterweizen (mit Luzerneuntersaat)	<b>Kartoffel</b>	Erbse (+/- Zwischenfrucht)/ Hafer (+/- Untersaat)
2005	Luzerne	Winterweizen (mit Luzerneuntersaat)	<b>Kartoffel</b>



### 2.1.3 Bodenkennwerte

Die drei Versuchsanlagen lagen in unmittelbarer Nähe zueinander und in kurzer Entfernung zu den Betriebsgebäuden der Landwirtschaftlichen Fachschule Edelfhof. Die Böden der Versuche können als saure Braunerde angesprochen werden. Die Bodenart ist lehmiger Sand. Der Standort ist seichtgründig und bezüglich der Wasserverhältnisse als trocken bis mäßig feucht zu bezeichnen.

Der pH-Wert ( $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ ) innerhalb der Anlagen lag bis in eine Bodentiefe von 30 cm bei 6,1 (Versuchsanlage A und B) bzw. 6,6 (Versuchsanlage C). Der Humusgehalt des Standorts (0-30 cm Bodentiefe) war mit 5,1 % bei der Versuchsanlage A und 7,2 % bei der Versuchsanlage B als sehr hoch einzustufen, was sich auch in günstigen Analysewerten beim nachlieferbaren Stickstoff auswirkte. Die sehr hohen Humusgehalte der Anlagen A und B sind durch eine frühere Nutzung als Grünland (bis ins Jahr 1992) und eine regelmäßige Düngung mit Stallmistkompost zu begründen. Der Standort der Versuchsanlage C hatte mit 3,1 % einen im Ackerbau mittleren bis guten Humusgehalt und einen hohen Wert beim nachlieferbaren Stickstoff.

Bei den pflanzenverfügbaren Nährstoffen wies der Boden der Versuchsanlage A sehr niedrige Phosphorgehalte auf, während bei Versuchsanlage B ausreichende pflanzenverfügbare Phosphormengen festgestellt wurden (Einstufung nach CAL – Extrakt). Beide Versuchsstandorte hatten hohe Gehalte an pflanzenverfügbarem Kalium- und Magnesium. Die Analyse des Bodens der Versuchsanlage C erbrachte bei allen Hauptnährstoffen eine sehr hohe Versorgung (Tabelle 3).

**Tabelle 3: Gehalte an pflanzenverfügbaren Nährstoffen der Böden (0-30 cm Tiefe) der Versuchsanlagen A, B und C.**

Versuchs-anlage	Nachlieferbarer N mg/1000 g/7d		Phosphor (CAL) in mg/1000 g		Kalium (CAL) in mg/1000 g		Mg (CaCl <sub>2</sub> ) in mg/1000 g	
	Wert	Einstufung	Wert	Einstufung	Wert	Einstufung	Wert	Einstufung
A	81	E	24	B	243	D	138	D
B	65	C	48	C	349	E	184	D
C	76	E	133	D	736	E	136	D

Vor dem Anbau der Kartoffel wurde auf den Standorten der Versuchsanlagen A und B eine Düngung mit 280 bzw. 300 dt/ha Rindermistkompost durchgeführt. Aufgrund von Analysenwerten (durchgeführt von der AGES, Landwirtschaftliche Untersuchung und Forschung Wien) ergeben sich zugeführte Nährstoffmengen im Versuch A von 37 kg/ha Phosphor (P) und 303 kg/ha Kalium (K) und im Versuch B von 68 kg/ha P und 530 kg/ha K. Man kann mit einer Ausnutzung von 15 – 25 % des Phosphors und 50 – 60 % des Kaliums im Jahr der Anwendung rechnen (Möller et. al. 2003, 51). Der eingesetzte Dünger war ein Mistkompost, der auf Mieten gelegt und mehrmals umgesetzt wurde. Er enthielt daher sehr wenig unverrottete Bestandteile und wies ein enges C/N-Verhältnis von 16:1 auf. Der Versuch C wurde zum Kartoffelanbau nicht gedüngt.

Die Versuchsstandorte waren frei von Kartoffelzystennematoden (Versuch B und C) bzw. wurden Pathotypen (Ro1) von *Globodera rostochiensis* (Versuch A) festgestellt (Durchführung der Untersuchung: AGES Wien), gegen welche die Versuchssorten resistent sind.

## 2.2 Untersuchungsmethoden

### 2.2.1 Bodenuntersuchungen

#### Homogenität der Versuchsflächen anhand des Gesamtstickstoffgehalts

Der Gesamtstickstoff wurde mittels C/N-Analyzer (Elementanalysator der Fa. Leco) an den gesiebten Bodenproben (Bodentiefe von 0 – 30 cm, Versuchspartellen Sorte Ditta – S 3) bestimmt. Die Probenahme erfolgte bei der Versuchsanlage A im November 2002 und bei Versuchsanlage B und C jeweils beim Einrichten der Versuche im April 2003 bzw. 2004.

#### Bodenmikrobielle Biomasse und Aktivität

Die Bodenproben zur Erfassung der mikrobiellen Biomasse und Aktivität wurden vor dem Legen der Kartoffel im April (0 – 30 cm Bodentiefe, Versuchspartellen Sorte Ditta – S 3) gezogen. Die Proben wurden auf 2 mm gesiebt und zur Bestimmung der mikrobiellen Biomasse bei  $-20^{\circ}\text{C}$  gelagert. Die Gehalte an mikrobieller Biomasse wurden mittels Fumigations-Extraktions-Methodik geschätzt und in mikrobiellen Biomasse-Kohlenstoff sowie –Stickstoff umgerechnet (Brookes et al. 1985, Vance et al. 1987). Die C- und N-Gehalte wurden an einem TOC/TN<sub>b</sub>-Analysator (Fa. Dimatec, D) bestimmt. Die Bestimmung der mikrobiellen Aktivität erfolgte anhand der Arginin-Desaminierung (Kandeler 1993) an den bis zur Analyse bei  $4^{\circ}\text{C}$  gekühlten Proben.

#### Gehalt an mineralischem Stickstoff ( $N_{\min}$ )

Zur Feststellung des  $N_{\min}$ -Gehaltes wurden auf den Versuchspartellen der Kartoffelsorte Ditta (S 3) in den Fruchtfolgevarianten 1 – 4 mittels Bodenbohrer Proben aus 2 Horizonten (0-30 cm, 30-60 cm) gezogen. Die Probenahme erfolgte zu 5 Terminen, verteilt über die drei geprüften Fruchtfolgeglieder: nach der Ernte der Hauptfrüchte Erbse und Hafer bzw. zum Anbau der Zwischenfrucht (Termin 1), vor dem Umbruch der Zwischenfrucht bzw. Untersaat (Termin 2), vor dem Legen der Kartoffel (Termin 3), unter Winterweizen im November (Termin 4) und im Frühjahr Ende April/Anfang Mai (Termin 5). Zur Analyse wurden die Proben mit 0.0125 M  $\text{CaCl}_2$ -Lösung im Überkopfschüttler extrahiert und anschließend die Konzentration von  $\text{NO}_3^-$  und  $\text{NH}_4^+$  im Extrakt photometrisch bestimmt (ÖNORM L 1091, 1988: 2).

### 2.2.2 Ertrags- und Qualitätsparameter

#### Getreide, Erbsen und Zwischenfrüchte

Die Erhebung des Ertrages der Hauptfrüchte (Vorfrüchte zu Kartoffel – Versuchsanlage A-C: Hafer, Erbsen; Nachfrucht zu Kartoffel – Versuchsanlage A und B: Winterweizen) wurde mit einem Partellenmähdrescher durchgeführt. Dazu wurde über die gesamte Partellenlänge ein Erntestreifen von einer Mähdrescherbreite gedroschen. Es wurde jeweils die Menge an Frischmasse erhoben und aus einer anteiligen Mischprobe die Trockenmasse von Korn und bei Getreide zusätzlich vom Stroh bestimmt. Für die Erhebung der oberirdischen Biomasse der Zwischenfrüchte bzw. der Untersaat (Frisch- und Trockenmasse, gesamter Aufwuchs inkl. Beikräuter und Ausfallgetreide) wurden  $2 \text{ m}^2$  (Versuchsanlage A) bzw.  $3 \text{ m}^2$  (Versuchsanlage B und C) je Fruchtfolgevariante und Wiederholung vor dem Abfrieren der Zwischenfrüchte (Ende Oktober/Anfang November) geerntet.

Die Bestimmung der Stickstoffgehalte in der Biomasse und im Erntegut erfolgte an vorgetrockneten und gemahlten Mischproben durch Verbrennung mittels eines C/N-Analyzers (Elementanalysator der Fa. Leco). Der Rohproteingehalt im Winterweizen wurde durch Multiplikation des N-Gehalts mit dem Faktor 5,7 ermittelt.

## Kartoffel

Die Ernte der Kartoffel in den Versuchsanlagen erfolgte nach Absterben des Krautes und Erreichen der Schalenfestigkeit der Knollen. Je Fruchtfolgevariante und Sorte wurden vier Nettoparzellen mit einer Größe von 19,6 m<sup>2</sup> bei der Versuchsanlage A und 11,2 m<sup>2</sup> bei den Versuchsanlagen B und C (4 Reihen mit 70 cm Reihenabstand und 7 bzw. 4 m Länge) ausgewiesen. Die Rodung der Reihen wurde maschinell mit einem Quersiebroder durchgeführt. Die Knollen wurden per Hand in Kleinkisten gefüllt und das Erntegewicht jeder Parzelle festgestellt. Aufgrund der hohen Bodenfeuchtigkeit im Jahr 2005 erfolgte die Kartoffelernte in der Versuchsanlage C mit einer Vollerntemaschine, wobei das Erntegut direkt in die Kleinkisten entladen wurde. Nach einer Wundheilungsphase von ca. 14 Tagen wurde das Erntegut maschinell sortiert und das Gewicht der einzelnen Größenklassen (Knollengrößen: < 35 mm, 35 – 60 mm, > 60 mm) erhoben. Nach der ersten Augenscheinbonitur der Kartoffelknollen wurden diese in Kleinkisten in einem Keller längerfristig eingelagert. Die Lagerbedingungen (Temperatur und Luftfeuchte) wurden stichprobenartig mittels eines Datenloggers überprüft und aufgezeichnet.

Von Knollen der Sorte Ditta (Fruchtfolgevarianten F 1 – F 4) wurde die Trockenmasse und der Gesamtstickstoffgehalt bestimmt. Der Nitratgehalt der Kartoffelknollen wurde vom Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie, Abteilung Lebensmitteltechnologie, mittels Nitrat-Reflectoquant-Teststreifen der Fa. Merck festgestellt.

### 2.2.3 Bestandesentwicklung und Schaderreger

#### Deckungsgrade Zwischenfrucht/Untersaat

Der prozentuelle Anteil der jeweils von Zwischenfrucht/Untersaat und Beikraut bedeckten Bodenfläche wurde optisch auf Prozent genau geschätzt (Ende Okt. -Versuchsanlage B und C).

#### Bonituren Kartoffel

- Pflanzgut:

Für den Anbau in den Versuchen B und C wurde ein Zertifiziertes Kartoffelpflanzgut der Klasse A verwendet. Die gute Pflanzgutqualität bezüglich schwerer Viren wurde durch eine durchgeführte Augenstecklingsprüfung und deren Auswertung mittels Augenscheinbonitur bestätigt. Für den Versuch A stand nur ein Zertifiziertes Pflanzgut der Klasse B mit höherer Toleranzgrenze für schwere Viren zur Verfügung. (Beschaffennormen betreffend den Virusgehalt des Kartoffelpflanzgutes siehe Tabelle 31 im Anhang B).

Vor dem Legen der Kartoffel wurde eine Augenscheinprüfung an repräsentativen Proben des Pflanzgutes der drei Versuchssorten Agria, Nicola und Ditta durchgeführt. Dabei wurden charakteristische Symptome nachfolgender Krankheiten und des Befalles mit tierischen Schaderregern ausschließlich an der ungeschnittenen Knolle bewertet:

a) Qualitativ und quantitativ: Wurzeltöterkrankheit (*Rhizoctonia solani*), Gew. Kartoffelschorf (*Streptomyces scabies*) und Silberschorf (*Helminthosporium solani*).

b) Ausschließlich qualitativ und soweit an der Knollenoberfläche erkennbar: Knollenfäule (*Phytophthora infestans*), Fusarium-Trockenfäule (*Fusarium spp.*), Hartfäule (*Alternaria solani*, *A. alternata*), Bakteriennassfäulen (Verursacher: *Erwinia spp.*, *Clavibacter michiganensis ssp. sepedonicus* und *Ralstonia solanacearum*), viröse Ringnekrose (PVY<sup>NTN</sup>), Pfropfenkrankheit (Tabakrattle-Virus) sowie Fraß durch Drahtwurm (*Agrotis spp.*) und Erdräupen (*Agrotis segetum Schiff u.a.*).

- *Bestand:*

Die Aufgangsbonitur im Juni wurde an jeweils 50 Stauden je Parzelle durchgeführt. Erhoben wurden die Triebkraft und das Auftreten von Auflaufkrankheiten wie Wurzeltöterkrankheit und Bakteriosen. Es wurde eine Bewertung der charakteristischen Symptome des Befalles mit schweren Virose – Blattrollkrankheit (Blattrollvirus der Kartoffel, PLRV), schweres Mosaik und Kräuselkrankheit (Kartoffelvirus Y, PVY) – vorgenommen. Für die Bewertung der Triebkraft und des Auftretens der Wurzeltöterkrankheit wurden die Staudenhöhen und in Abhängigkeit davon die Anzahl der normalentwickelten Pflanzen, der Pflanzen mit ein- und wenigen Trieben und die Fehlstellen festgehalten und in Prozent umgerechnet. Die Kartoffelstauden wurden in drei Größenklassen unterteilt: große, mittlere und kleine bzw. gerade aufgelaufene Stauden. An Hand dieser Aufnahmen wurde eine Wertzahl (Index) nach folgender Formel berechnet:

$$(\% \text{ eintriebige} \times 2 + \% \text{ wenigtriebige} \times 1) \times 1 \text{ (für große Stauden)} + (\% \text{ eintriebige} \times 2 + \% \text{ wenigtriebige} \times 1) \times 2 \text{ (für mittlere Stauden)} + (\% \text{ eintriebige} \times 2 + \% \text{ wenigtriebige} \times 1) \times 3 \text{ (für kleine bzw. gerade aufgelaufene Pflanzen)} + \% \text{ Fehlstellen} \times 4$$

Je höher die Indexzahl desto stärker (qualitativ und quantitativ) war das Auftreten der Wurzeltöterkrankheit im Bestand.

An zwei Terminen wurde eine Augenscheinprüfung auf Krautfäule (*Phytophthora infestans*), Dürrfleckenkrankheit (*Alternaria solani* und *alternata*), jeweils qualitativ und quantitativ, und eine qualitative Prüfung auf *Colletotrichum*-Welkekrankheit im wachsenden Bestand durchgeführt. Das Auftreten von Kartoffelkäfern (*Leptinotarsa decemlineata*) wurde durch eine quantitative Bewertung des Fraßschadens (Reduzierung der Blattfläche in Prozent) festgehalten.

- *Erntegut:*

Die Knollen wurden nach der Ernte und zweimal während der Lagerperiode (November/Dezember und März) bonitiert. An der ganzen Knolle erfolgte eine qualitative und quantitative Augenscheinprüfung auf charakteristische Symptome von Knollenkrankheiten und –schädigungen wie unter Punkt „Bonituren Kartoffel – Pflanzgut“ beschrieben (an jeweils 100 zufällig entnommenen Knollen je geernteter Parzelle). Die Prüfung am Erntegut wurde durch eine Augenscheinprüfung an der geschnittenen Knolle ergänzt (jeweils 25 Knollen je geernteter Parzelle). Diese umfasste parasitäre Schädigungen wie unter Pflanzgut – Punkt b angegeben sowie viröse Eisenfleckigkeit (Tabakrattle-Virus) und nichtparasitäre Schädigungen (Hohlherzigkeit und Graufleckigkeit).

Die Augenscheinprüfung an den Knollen von Wurzeltöterkrankheit (*Rhizoctonia solani*) und Gew. Kartoffelschorf (*Streptomyces scabies*) wurde nach dem Schema von J. Demel/H. Wenzl (Schiessendoppler 2003) vorgenommen. 100 nach dem Zufallsprinzip bemusterter und gewaschener Knollen je Parzelle wurden visuell bonitiert und je nach Besatz mit *Rhizoctonia*-Pocken bzw. Schorfbefall Befallsklassen zugeordnet (Befallsklassen 1 – 8 nach Schema Demel/Wenzl, zusätzlich Befallsklasse 9 durch *Rhizoctonia* deformierte Knollen). An Hand der Klasseneinstufung wurde die Befallsintensität mit folgender Formel ermittelt (Schema Demel/Wenzl, adaptiert von Schiessendoppler, verwendet am BFL, Abteilung Kartoffelpathologie bei der Prüfung der biologischen Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln für die amtliche Registrierung im Zeitraum von 1980 bis 2002) (Tabelle 4):

$$\text{Befallsintensität} = P_1 \times 0 + P_{2-3} \times 2,5 + P_{4-5} \times 4,5 + P_{6-8} \times 7 + P_9 \times 9$$

Anmerkungen: Prozent Knollen in den Befallsklassen ( $P_{1-9}$ ) x Multiplikations-Faktor.  
Mögliche Werte: 0 (nur gesunde Knollen) – 900 (höchster Befall).

**Tabelle 4: Definitionen zur Ermittlung des Befallsindex bei *Rhizoctonia* und Gew. Schorf**

Befallsklassen (P)	Multiplikationsfaktor	Bezeichnung	% der Oberfläche mit Schorfbefall
1	0	kein Befall (gesunde Knollen)	kein Befall
2 – 3	2,5	schwacher Befall	> 0 – 2,8
4 – 5	4,5	mittlerer Befall	> 2,8 - 18
6 – 8	7,0	starker Befall	> 18 - 77
9	9,0	deformierte Knollen ( <i>nur Rhizoctonia</i> )	> 77

## 2.2.4 Nährstoffbilanzierung der Fruchtfolgevarianten

Die Bestimmung der Nährstoffgehalte im Erntematerial erfolgte an vorgetrockneten und gemahlten Mischproben: Stickstoff und Kohlenstoff durch Verbrennung mittels eines C/N-Analyzers (Elementanalysator der Fa. Leco) an der BOKU (Proben Versuche A - C), Phosphor und Kalium (Proben Versuch B) an der AGES am Kompetenzzentrum Elemente. Mit den Nährstoffgehalten (Analyse- und Literaturwerte) und den Bewirtschaftungs- und Ertragsdaten wurde eine erweiterte Bodenbilanz für die einzelnen Fruchtfolgevarianten berechnet (Tabelle 5). Für die N-Bodenbilanz wurde die Höhe der legumen N<sub>2</sub>-Bindung mit vereinfachten Verfahren der N<sub>2</sub>-Fixierungsabschätzung ermittelt (Stein-Bachinger et al. 2004). Der N-Eintrag über die Atmosphäre und die asymbiotische N-Bindung wurde dem N-Verlust durch Denitrifikation gleichgesetzt und bleibt somit bilanzmäßig außer Ansatz.

**Tabelle 5: Berechnungsgrundlage der erweiterten Bodenbilanz**

Nährstoffzufuhr (N, P, K)	Nährstoffabfuhr (N, P, K)
+ Saatgut	- Ernteprodukte
+ Biologische N <sub>2</sub> -Fixierung (Erbse, Ausfallerbse, Untersaat Weißklee)	
[+ Organische Düngung (Stallmistkompost)]	
<b>Σ Zufuhr</b>	<b>Σ Abfuhr</b>
<b>Saldo = Σ Zufuhr - Σ Abfuhr</b>	

## 2.2.5 Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Fruchtfolgevarianten

Biologische Speisekartoffeln werden vor allem in einer Sortierung zwischen 35 und 60 mm vermarktet. Für Knollengrößen über 60 mm ist die Nachfrage geringer, Knollen unter 35 mm werden aussortiert. Die Kartoffelknollen müssen gesund, d.h. weitgehend frei von *Rhizoctonia*-, Schorf- und Drahtwurmbefall sein (Ackerl 2006). Zur Beurteilung des Marktertrages wurden daher folgende Kriterien in Abhängigkeit der Fruchtfolgevarianten gegenübergestellt:

Marktertrag (Rohertrag x % Sortierung 35 – 60 mm), Pocken-Befall (*Rhizoctonia solani*): % gesunde und schwach befallene Knollen (≤ Befallsklasse 3 nach Demel/Wenzl), Befall Gew. Schorf: % gesunde und schwach befallene Knollen (≤ Befallsklasse 3 nach Demel/Wenzl bzw. ≤ 2,8 % Befall der Knollenoberfläche).

Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit des geprüften Fruchtfolgeausschnitts (Hafer/Erbse – Kartoffel – Winterweizen) in Abhängigkeit der unterschiedlichen Vorfruchtkombinationen wurde mit der klassischen Deckungsbeitragsrechnung vorgenommen:

Die Hauptleistung ergab sich aus den Erträgen der einzelnen Fruchtfolgevarianten mal den durchschnittlichen Verkaufspreisen. Die als Speisekartoffel vermarktbare Menge wurde

durch Multiplikation des Marktertrags mit dem Anteil an gesunden bzw. schwach mit *Rhizoctonia* oder Gew. Schorf befallener Knollen errechnet (jeweils mit dem niedrigsten %-Satz einer der beiden Krankheiten an gesunden/schwach befallener Knollen). Der Marktertrag an Knollen mit über 60 mm wurde nicht berücksichtigt. Die Höhe der Preise für Winterweizen war abhängig vom Rohproteingehalt. Die variablen Kosten wurden aufgrund des tatsächlichen Arbeits- und Produktionsmitteleinsatzes berechnet, wobei ein notwendiger höherer Aufwand im Versuch auf Praxisbedingungen abgestimmt wurde. Es wurde nur Originalsaatgut verwendet. Die Preise für das Erntegut und für die Produktionsmittel stammen aus Informationen der Landwirtschaftlichen Fachschule Edelhof ergänzt durch Daten aus Betriebserhebungen (Schneeberger et al. 2005, 6) und Saatgutpreislisten (RWA 2005). Die Daten für die Ernteversicherung, variable Maschinenkosten und für die Lohnernte wurden dem Standarddeckungsbeitragskatalog für den Biologischen Landbau (BMLFUW 2002) entnommen. Die Kosten für den Anbau (inkl. Saatgutkosten) und das Mulchen der Zwischenfrüchte und der Untersaat wurden der Kartoffel, die Kosten für die Ausbringung des Stallmistkomposts der jeweilig gedüngten Feldfrucht, angelastet.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist nicht die absolute Höhe des Deckungsbeitrages der einzelnen Kulturen und des Fruchtfolgedeckungsbeitrages sondern die Differenz zwischen den einzelnen Fruchtfolgevarianten maßgeblich. Daher wurden bei der DB-Berechnung auch keine Direktzahlungen (Betriebsprämie, ÖPUL-Prämien) berücksichtigt.

## 2.2.6 Statistische Methoden

Die Auswertung der Ergebnisse der Versuchsanlage A erfolgte mittels der beschreibenden Statistik. Parzellengenauere Erhebungen in vierfacher Wiederholung von Bodenanalysen und Erntedaten liefern Informationen zu möglichen Bodenunterschieden innerhalb des Versuches und zur besseren Interpretation der Ergebnisse.

Die Ergebnisse der Versuchsanlagen B und C (Strip-Plot Anlage, siehe Punkt 2.1.2) wurden mittels mehrfaktorieller Varianzanalyse auf Variantenunterschiede getestet. Die Untersuchung des Einflusses der Faktoren Fruchtfolge und Sorte auf Erträge und Krankheitsbefall der Kartoffelknollen erfolgte getrennt unter Aufhebung der Wirkung des jeweils anderen Faktors. Im Versuch C waren 3 Parzellen in einer Wiederholung durch Staunässe beeinträchtigt. Der Versuch wurde daher als „Gemischtes Modell“ ausgewertet, welches unvollständige Messwiederholungen erlaubt und adjustierte Mittelwerte berechnet. Die Analyse von Unterschieden zwischen den Sorten- und Fruchtfolgevarianten wurde mit einem paarweisem Mittelwertvergleich nach Tukey bzw. Tukey-Kramer ( $P < 0,05$ ) durchgeführt. Die verwendeten Statistikprogramme waren SPSS 12 und SAS 8.

## 3 Zeitlicher Ablauf der Arbeiten

Die Anlage der Versuche und die Aussaatmaßnahmen wurden von der Fachschule Edelhof in Zusammenarbeit bzw. in Absprache mit dem IfÖL durchgeführt. Die Pflegemaßnahmen in den Beständen erfolgten durch die Fachschule Edelhof. Für die Saat- und Pflegemaßnahmen wurden praxisübliche Maschinen verwendet. In Arbeitsteilung (Fachschule Edelhof/Saatzucht Edelhof und IfÖL) wurden die Bodenproben gezogen und die Erträge erhoben. Die Aufarbeitung und Analyse der Boden- und Pflanzenproben erfolgten im Labor des Instituts für Ökologischen Landbau und im Labor des Institutes für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. Die Bonituren im Kartoffelbestand und am Erntegut wurden unter Anleitung und Mitarbeit von Frau DI Elisabeth Schiessendoppler durchgeführt. Die Arbeitsschritte zu den Versuchen und der Zeitpunkt ihrer Durchführung sind in Tabelle 6 angeführt (Produktionsdaten der Versuchsanlagen siehe Tabelle 33 im Anhang C).

Tabelle 6: Zeitlicher Ablauf der Projektarbeiten in den Jahren 2002 bis Anfang 2006

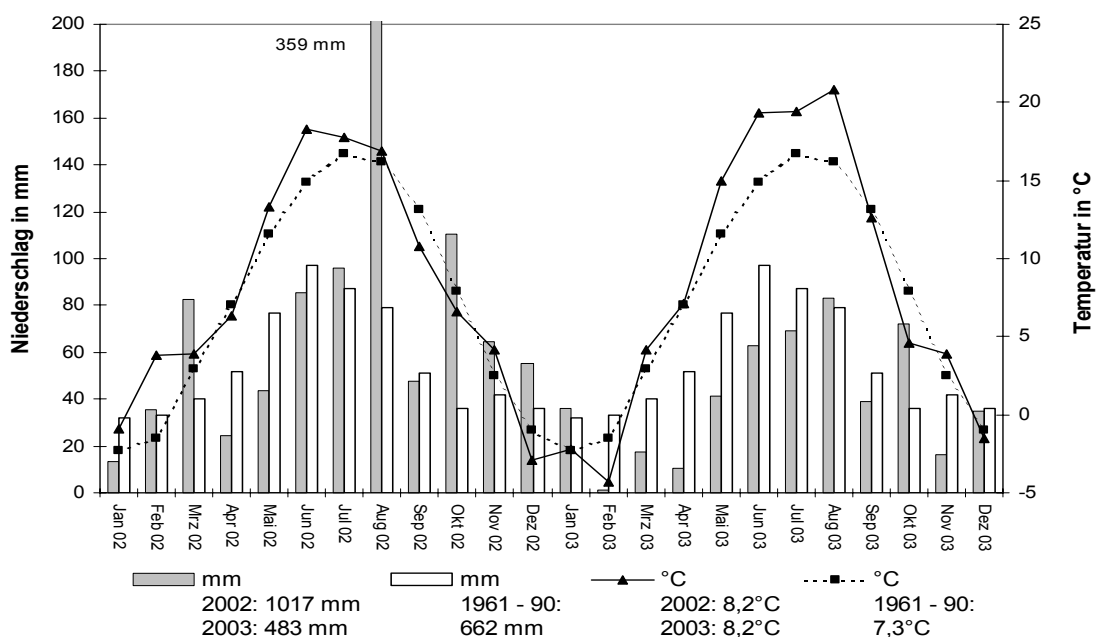
Tätigkeit	Termin	Versuch		
		A	B	C
<b>2002:</b>				
Anlage Versuch , Saat Erbse und Hafer	April	X		
Einsaat Untersaat Weißklee	Mai	X		
Ertragserhebung Erbse und Hafer	Ende Juli, Anf. August	X		
Saat Zwischenfrucht, Entnahme von Bodenproben (N <sub>min</sub> )	August	X		
Ertragserhebung Zwischenfrüchte und Untersaat, Entnahme von Bodenproben (N <sub>min</sub> )	November	X		
<b>2003:</b>				
Augenscheinprüfung Kartoffelpflanzgut, Entnahme von Bodenproben (N <sub>min</sub> , Bodenmikrobiologie), Legen Kartoffel	April	X		
Anlage Versuch ,Saat Erbse und Hafer, Entnahme von Bodenproben (Gesamtstickstoff Nt)	März, April		X	
Einsaat Untersaat Weißklee	Mai		X	
Aufgangs- und Bestandesbonituren Kartoffel	Juni, Juli	X		
Ertragserhebung Erbse und Hafer	Anfang August		X	
Ertragserhebung Kartoffel, Augenscheinprüfung Erntegut	August	X		
Saat Zwischenfrucht, Entnahme von Bodenproben (N <sub>min</sub> )	Mitte August		X	
Saat Winterweizen	Anfang Oktober	X		
Ertragserhebung Zwischenfrüchte und Untersaat, Entnahme von Bodenproben (N <sub>min</sub> )	Ende Okt., Anfang Nov.		X	
Augenscheinprüfung Erntegut, Entnahme von Bodenproben (N <sub>min</sub> )	November	X		
<b>2004:</b>				
Augenscheinprüfung Erntegut, Entnahme von Bodenproben (N <sub>min</sub> )	März, Mitte April	X		
Anlage Versuch ,Saat Erbse und Hafer, Entnahme von Bodenproben (Gesamtstickstoff Nt)	März, April			X
Augenscheinprüfung Kartoffelpflanzgut, Entnahme von Bodenproben (N <sub>min</sub> , Bodenmikrobiologie), Legen Kartoffel	April, Anfang Mai		X	
Einsaat Untersaat Weißklee	Mai			X
Aufgangs- und Bestandesbonituren Kartoffel	Juni bis August		X	
Ertragserhebung Erbse und Hafer, Ertragserhebung Winterweizen	August	X	X	
Saat Zwischenfrucht, Entnahme von Bodenproben (N <sub>min</sub> )	Ende August			X
Ertragserhebung Kartoffel, Augenscheinprüfung Erntegut	Mitte/Ende Sept.		X	
Saat Winterweizen	Mitte Oktober		X	
Ertragserhebung Zwischenfrüchte und Untersaat, Entnahme von Bodenproben (N <sub>min</sub> )	Ende Okt., Anfang Nov.			X
Augenscheinprüfung Erntegut, Entnahme von Bodenproben (N <sub>min</sub> )	November		X	
<b>2005:</b>				
Augenscheinprüfung Erntegut, Entnahme von Bodenproben (N <sub>min</sub> )	März, Mitte April		X	
Augenscheinprüfung Kartoffelpflanzgut, Entnahme von Bodenproben (N <sub>min</sub> , Bodenmikrobiologie), Legen Kartoffel	April, Anfang Mai			X
Aufgangs- und Bestandesbonituren Kartoffel	Juni bis August			X
Ertragserhebung Winterweizen	Ende August		X	
Ertragserhebung Kartoffel, Augenscheinprüfung Erntegut	Ende Sept./ Anf. Okt.			X
Saat Winterweizen	Mitte Oktober			X
Augenscheinprüfung Erntegut, Entnahme von Bodenproben (N <sub>min</sub> )	November			X
<b>2006</b>				
Augenscheinprüfung Erntegut	März			X

## 4 Ergebnisse und Diskussion

### 4.1 Witterungsverlauf im Untersuchungszeitraum

Die Klimastation der Fachschule Edelfhof weist langjährige Mittelwerte in der Hauptvegetationszeit April bis September von 443 mm Niederschlag und einer Temperatur von 13,3 °C auf. Die Witterung der Jahre des Untersuchungszeitraums 2002 bis 2005 war sehr unterschiedlich. In den Jahren 2002 und 2005 waren sowohl über das gesamte Jahr als auch in der Hauptvegetationszeit April bis September sehr hohe Niederschlagsmengen zu verzeichnen. Das Jahr 2003 war sehr trocken, im Jahr 2004 fiel eine durchschnittliche Niederschlagsmenge (Mittlere Niederschläge in mm April bis September: 2002: 656, 2003: 306, 2004: 430, 2005: 670). Im Jahr 2002 wiesen die Monate Mai und Juni eine um 2 – 3 °C höhere Monatsdurchschnittstemperatur als im langjährigen Mittel auf. Die mittlere Temperatur in der Vegetationszeit von April bis September 2002 entsprach aber aufgrund eines kühlen Aprils und Septembers dem langjährigen Durchschnittswert. Im Jahr 2003 war es in den Monaten Mai bis August sehr warm mit 3 – 5 °C höheren Monatsmittelwerten. In den Jahren 2004 und 2005 lagen die mittlere Temperatur der Monate April bis September weitgehend im langjährigen Mittel. (Mittlere Temperaturen in °C April bis September: 2002: 13,9; 2003: 15,7; 2004: 13,5; 2005: 13,9) (Abbildung 1 und 2).

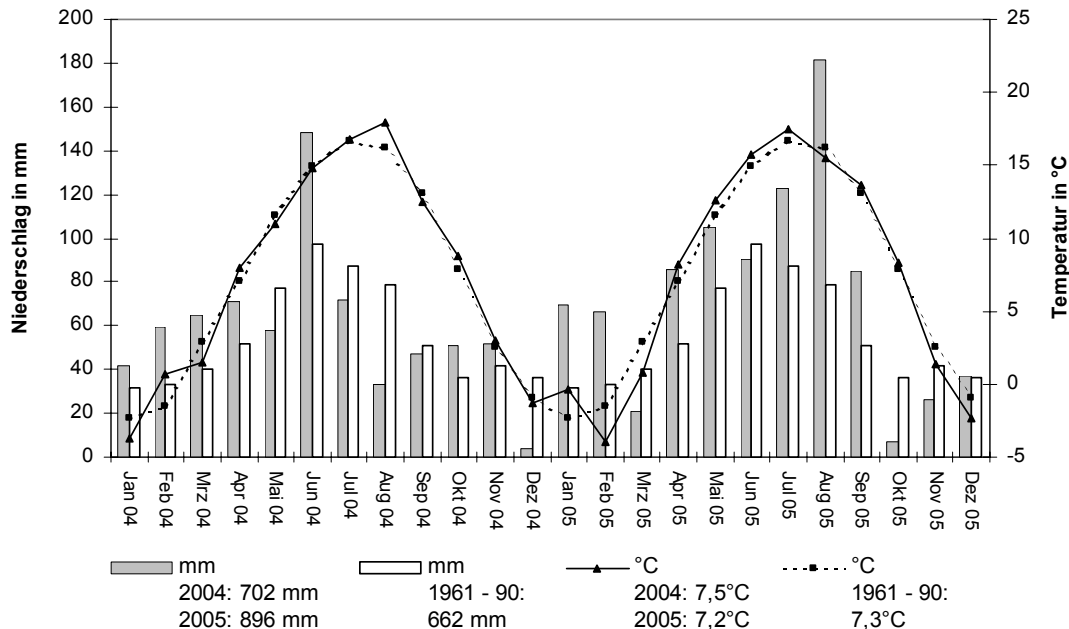
Ausschlaggebend für das Pflanzenwachstum ist neben den Gesamtregenmengen die Verteilung der Niederschläge. Die Besonderheit im Jahr 2002 waren die extrem hohen Niederschlagsmengen im Monat August mit rund 350 % der langjährigen Mittelwerte. Nach üblichen Niederschlagsmengen im September waren im Oktober wieder vermehrt Niederschläge zu verzeichnen (rund 200 % über dem langjährigen Mittel). Das Jahr 2003 war durch sehr geringe Niederschläge in den Monaten Februar bis Juli gekennzeichnet. In den Monaten März bis Juli lag der Niederschlag bei nur rund 50 % der langjährig verzeichneten Niederschlagsmenge in diesen Monaten. Erst ab August entsprachen die Niederschläge weitgehend den Durchschnittswerten mit Ausnahme höherer Mengen im Oktober (Abbildung 1).



**Abbildung 1: Wetterdaten Jahre 2002 bis 2003.** (Quelle: Messdaten der Klimastation der Fachschule Edelfhof und langjährige Mittelwerte, Graf und Ledermüller 2003, 2004).



In der ersten Hälfte des Jahres 2004 fiel, den Monat Mai ausgenommen, mehr Niederschlag als im langjährigen Mittel. Im Juni wurden 148 mm Niederschlag gemessen, ca. 50 % mehr als der langjährige Durchschnitt in diesem Monat. Geringer fielen die Niederschlagsmengen im Juli und vor allem im August aus, während die Herbstmonate weitgehend den durchschnittlichen Werten entsprachen. Im Jahr 2005 regnete es zwischen April und September, mit Ausnahme des Juni, sehr viel und regelmäßig (+ 55 % mehr Niederschlag als im langjährigen Durchschnitt) (Abbildung 2).



**Abbildung 2: Wetterdaten Jahre 2004 und 2005.** (Quelle: Messdaten der Klimastation der Fachschule Edelhof und langjährige Mittelwerte, Graf und Ledermüller 2005, 2006).

## 4.2 Homogenität der Versuchsflächen

Der Gesamtstickstoffgehalt in 0 – 30 cm Bodentiefe beträgt im Mittel über alle Fruchtfolgevarianten 0,31 % bei Versuchsanlage A und 0,43 % bei Versuchsanlage B. Die Werte in beiden Versuchen sind im oberen Bereich des in der Literatur angegebenen Schwankungsbereichs für Ackerböden von 0,02 – 0,4 % Gesamtstickstoff zu finden (Schachtschabel et al. 1992, 260). Der Boden der Versuchsanlage C weist mit 0,19 % einen mittleren Gesamtstickstoffgehalt auf. Im Versuch B und C lagen zu Versuchsbeginn statistisch gesichert keine Unterschiede im Gesamtstickstoffgehalt zwischen den Fruchtfolgevarianten vor (Tukey-Test,  $P < 0,05$ ). Im Versuch A ist aufgrund der Anlage nur eine deskriptive Auswertung möglich, wobei die Schwankungsbreite zwischen den Varianten auf diesem Standort ebenfalls gering ist (siehe Abbildung 7 im Anhang A). Bei den Böden der Versuchsstandorte wurde ein ähnliches mittleres C/N-Verhältnis festgestellt (Schwankungsbreite: 9,5 Versuch C – 9,8 Versuch B).

### 4.3 Haupt- und Zwischenfrucht-Vorfrüchte – Erträge

Der Kornenertrag (86 % TM) der Hauptfrucht Erbse lag in den Versuchen A bis C zwischen 21,99 dt/ha und 26,74 dt/ha. Trotz unterschiedlicher Winterungsbedingungen in den einzelnen Anbaujahren blieben die Futtererbsenerträge auf einem konstanten Niveau. Im Gegensatz dazu schwankten die Hafererträge sehr stark zwischen den Versuchsjahren. Obwohl Hafer empfindlich auf Wassermangel reagiert, erreichte der Hafer die höchsten Kornenerträge (86 % TM) im trockenen und warmen Jahr 2003 (Versuch B). Der mit 25.03.03 frühe Anbautermin hat sich positiv auf die Entwicklung des Hafers ausgewirkt. Im Jahr 2004 (Versuch C) konnte der Hafer dagegen aufgrund hoher Bodenfeuchte im zeitigen Frühjahr erst Mitte April angesät werden. Der Bestand blieb die gesamte Vegetationszeit schwach und lieferte einen geringen Kornenertrag. Zwischen den Fruchtfolgevarianten mit gleicher Hauptfrucht waren die Ertragsunterschiede in den einzelnen Versuchen mit Ausnahme der Hafervarianten im Versuch B gering. Eine Ertragsminderung im Jahr 2003 bei der Variante mit Untersaat (F 3) aufgrund des geringen Wasserangebots im Juni bei gleichzeitigem Wachstum von Hafer und Untersaat ist möglich (Tabelle 7).

**Tabelle 7: Ertragsdaten der Hauptfrüchte - Versuchsanlage A - C.**

Versuch	Erntejahr	Fruchtfolge- variante  Ertrag	F 1: Erbse ohne ZF		F 2: Erbse + ZF		F 3: Hafer ohne US		F 4: Hafer + US	
			Ertrag dt/ha	N-Abfuhr kg/ha	Ertrag dt/ha	N-Abfuhr kg/ha	Ertrag dt/ha	N-Abfuhr kg/ha	Ertrag dt/ha	N-Abfuhr kg/ha
A	2002	Korn, 86 % TM	21,99		24,56		39,37		41,57	
		Stroh, TM	- *	- *	- *	- *	k.E.		k.E.	
B	2003	Korn, 86 % TM	24,69	70	21,62	60	52,69	74	45,39	65
		Stroh, TM	- *	- *	- *	- *	21,58	12	18,38	10
C	2004	Korn, 86 % TM	25,92	75	26,74	79	15,80	21	18,62	24
		Stroh, TM	- *	- *	- *	- *	16,87	16	19,75	15

\*...Das Erbsenstroh wurde gehäckselt und in den Boden eingearbeitet, das Haferstroh wurde vom Feld abgefahren. k.E.: das Haferstroh wurde abgefahren, der Ertrag aber nicht bestimmt.

Das Zwischenfruchtgemenge aus Senf, Phacelia und Ausfallerbse (Variante F 2: Erbse mit ZF) hat sich in allen Anbaujahren gut entwickelt. In den Versuchen B und C erreichte die Variante F 2 einen signifikant höheren Trockenmasseertrag der oberirdischen Biomasse im Vergleich zu den Varianten F 1 (Erbse ohne ZF mit Ausnahme der Ausfallerbse) und F 3 (Hafer ohne US). Im Versuch A konnte die Weißkleeuntersaat (Variante F 4) ihren Entwicklungsvorsprung aufgrund hoher Niederschläge im August 2002 nutzen und mit 24,7 dt/ha den höchsten Biomasseertrag erzielen. Der Aufwuchs der Ausfallerbse war in allen Versuchen gering. Im Jahr 2002 besonders, da eine verzögerte Stoppelbearbeitung aufgrund hoher Bodenfeuchte zu einem Umbruch von teilweise bereits aufgegangenen Ausfallerbse führte. Der neuerliche Aufgang erreichte nur mehr eine geringe Bestandesdichte und einen niedrigen Trockenmasseertrag. Im Jahr 2003 (Versuch B) führten Trockenheit und hohe Temperaturen zum Absterben der Untersaat im Juli. Der Klee (Weißklee mit Perserkleeanteil) wurde deshalb in der Variante F 4 nach der Haferernte mit einem Striegel mit Säaufsatz ohne weitere Bodenbearbeitung direkt in die Stoppeln nachgesät. Der Aufwuchs des Klees blieb aufgrund starker Konkurrenz von Ausfallhafer aber mäßig. Der Ausfallhafer ist auch für den mit 14,8 dt/ha relativ hohen Trockenmasseertrag an oberirdischer Biomasse der Variante F 3 in diesem Jahr verantwortlich (Tabelle 8).

Mit hohen Aufwuchsmengen der Zwischenfrüchte konnte auch mehr Stickstoff in der oberirdischen Biomasse gebunden werden. In den Versuchen B und C lagen die Stickstoffträge der oberirdischen Biomasse der Variante F 2 signifikant über den Werten der Varianten F 1, F 3 und F 4. Die Ausfallersbse (F 1) und das Zwischenfruchtgemenge (F 2) wiesen in allen Versuchen ein engeres C/N-Verhältnis als die Varianten F 3 (Ausfallhafer) und F 4 (Weißklee bzw. Weißklee mit Ausfallhafer im Versuch B) auf. Bei Versuch B wird jedoch angenommen, dass teilweise Stoppeln des Haferstrohs in den Proben waren und mitanalysiert wurden, was zu den außergewöhnlich weiten C/N-Verhältnissen der Variante F 3 und vor allem der Variante F 4 geführt haben könnte (Tabelle 8).

**Tabelle 8: Trockenmasse- und Stickstofftrag, C/N-Verhältnis und Entwicklung der Zwischenfrucht/Untersaat (Werte der oberirdischen Biomasse) – Versuchsanlage A - C.**

Versuch	Erntejahr	Fruchtfolgevariante	Oberird. Biomasse		Oberird. Biomasse				Entwicklung	
			TM-Ertrag dt/ha	Stw	N-Ertrag kg/ha	Stw	CN-Verhältnis	Stw	Fruchtdeckung %	Beikrautdeckung %
A	2002	F 1	4,9	0	12	5	9,9	0,9		
		F 2	16,0	0	59	8	9,7	0,7		
		F 3	0,0	0	0	0	0,0	0,0		
		F 4	24,7	0	79	7	13,0	1,1		
B	2003	F 1	12,0	a 4	46	a 20	9,3	0,4	31	12
		F 2	25,8	b 2	85	b 8	11,3	0,6	88	1
		F 3	14,8	ac 2	31	a 3	19,1	0,3	50	3
		F 4	21,6	bc 5	32	a 8	27,8	3,7	82	1
C	2004	F 1	7,9	a 5	38	a 24	7,6	0,2	28	12
		F 2	17,1	b 5	76	b 12	7,7	0,6	85	3
		F 3	4,2	a 2	14	a 6	10,7	1,1	13	6
		F 4	10,2	ab 4	35	a 14	10,9	0,1	50	4

Legende: Fruchtfolgevarianten: F 1 Erbse ohne ZF (außer Ausfallersbse), F 2 Erbse + ZF (Gemenge aus Senf, Phacelia und Ausfallersbse), F 3 Hafer ohne US (Ausfallhafer), F 4 Hafer + US (Weißklee und Ausfallhafer bzw. nur Weißklee); Stw...Standardabweichung; Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (Tukey-Test:  $P < 0,05$ ).

Das Beikrautkommen in den Versuchen B und C blieb in allen Varianten neben dem Aufwuchs der Zwischenfrucht/Untersaat bzw. des Ausfallhafers mit 1 – 12 % mittlere Deckungsgrade gering. Der Umbruch der Zwischenfrüchte erfolgte im Versuch A im Frühjahr 2003 mit dem Grubber, in den Versuchen B und C jeweils im Herbst mit einer Pflugfurche (Tabelle 8).

## 4.4 Bodenstickstoffdynamik und bodenbiologische Aktivität

### 4.4.1 Mikrobielle Biomasse und Aktivität

Die mikrobielle Biomasse repräsentiert das für die Umsetzungsvorgänge im Boden verantwortliche Stoffwechsellpotential, welches unmittelbar über die Art und Menge der in den Boden eingebrachten organischen Substanz beeinflusst wird. Über die verschiedenen Vorfruchtkombinationen vor Kartoffel wurde dem Boden organische Substanz in unterschiedlicher Menge und Qualität zugeführt.

In allen Versuchen lagen sowohl die Werte an mikrobiellen Biomasse-Kohlenstoff und -Stickstoff als auch die Maßzahlen zur mikrobiellen Aktivität der geprüften Fruchtfolgevarianten in einem engen Schwankungsbereich und unterschieden sich nicht signifikant voneinander (Tabelle 9). Ein Grund dafür könnte in der guten Stickstoff- und Humusversorgung aller drei Versuchsstandorte liegen. Eine kurzfristige unterschiedliche Versorgung mit organischer Substanz wird abgepuffert und hat keinen Einfluss auf die Bodenmikrobiologie. Unterschiedliche Effekte könnten auch schon im Herbst aufgetreten und über das Winterhalbjahr ausgeglichen worden sein.

Andererseits erfolgte die Bodenprobennahme am Beginn der Vegetationszeit. Dieser Termin wird empfohlen, um repräsentative Werte zur mikrobiellen Biomasse zu erhalten (Insam et al., 1989). Eine spätere Reaktion der mikrobiellen Biomasse bei günstigeren Bodenbedingungen und zunehmender Umsetzung der organischen Substanz ist möglich. Nach Niklas, 1975 (zitiert in Kolbe et al. 2004, 16) ist eine erhöhte biologische Aktivität im Boden jedoch nur nach großen Gründüngungspflanzenmengen messbar.

**Tabelle 9: Mikrobielle Biomasse und Aktivität in Abhängigkeit von der Fruchtfolge – Versuchsanlage A bis C.**

Versuch	Jahr	Parameter Fruchtfolge- variante	Mikrobieller Biomasse-Kohlenstoff		Mikrobieller Biomasse-Stickstoff		Ver- hältnis $C_{mic}/N_{mic}$	Arginin-Ammonifikations- Aktivität	
			$\mu\text{g } C_{mic} \text{ g}^{-1} \text{ TS}$	Stw	$\mu\text{g } N_{mic} \text{ g}^{-1} \text{ TS}$	Stw		$\mu\text{g } N \text{ g}^{-1} \text{ TS h}^{-1}$	Stw
A	2003	F 1	474	49	68	6	6,9	3,0	0,8
		F 2	488	20	69	1	7,1	3,0	0,7
		F 3	544	30	81	5	6,7	3,5	0,8
		F 4	476	41	69	4	6,8	3,3	0,7
B	2004	F 1	279	a 60	47	a 9	5,9	4,3	a 0,3
		F 2	298	a 91	51	a 16	5,9	4,4	a 0,6
		F 3	293	a 56	51	a 7	5,7	4,6	a 0,3
		F 4	321	a 79	53	a 12	6,0	4,2	a 0,5
C	2005	F 1	263	a 77	50	a 16	5,3	2,6	a 0,6
		F 2	265	a 21	52	a 5	5,1	2,6	a 0,8
		F 3	300	a 50	56	a 6	5,3	2,6	a 0,9
		F 4	259	a 78	54	a 11	4,8	2,8	a 0,4

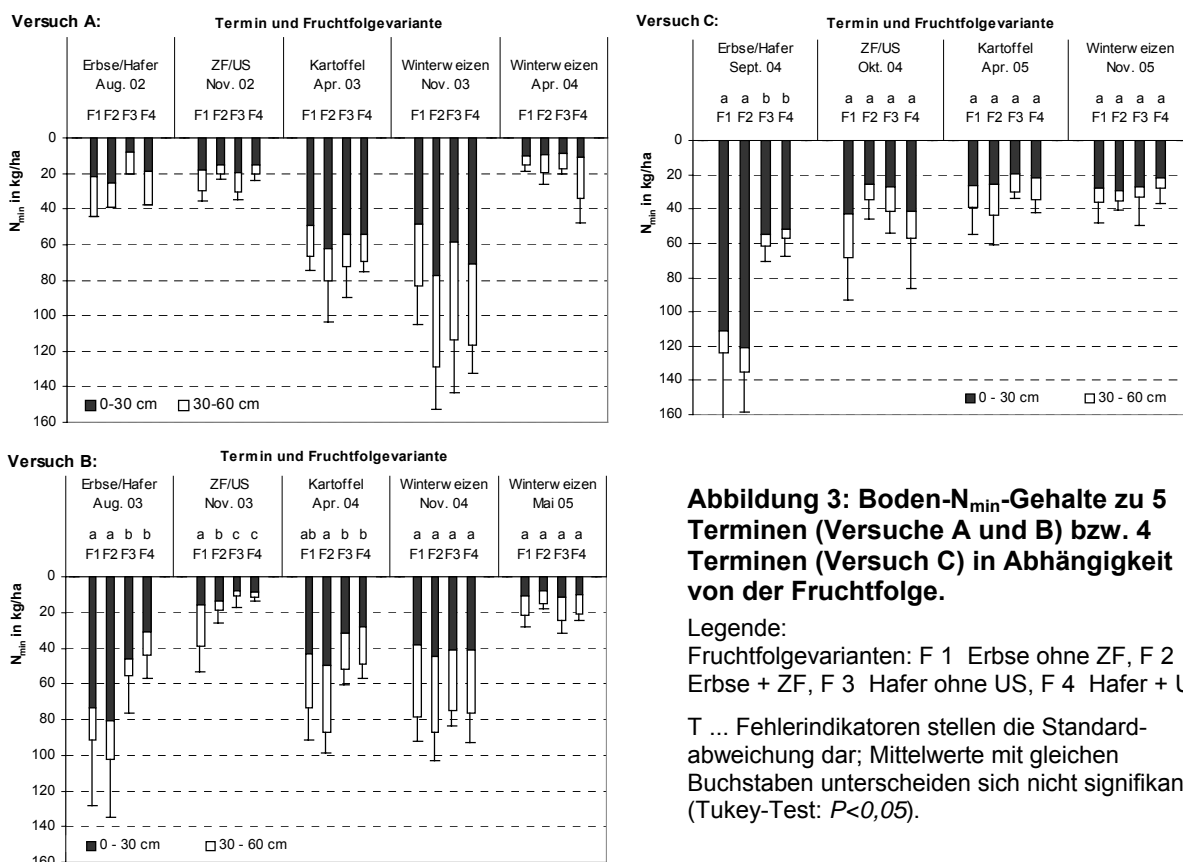
Legende: Fruchtfolgevarianten: F 1 Erbse ohne ZF, F 2 Erbse + ZF, F 3 Hafer ohne US, F 4 Hafer + US;  
Stw ... Standardabweichung; Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (Tukey-Test:  $P < 0,05$ ).

#### 4.4.2 Gehalte an mineralischem Stickstoff ( $N_{\min}$ )

Mit den vier bis fünf über den Untersuchungszeitraum verteilten Probenahmeterminen ist die Boden- $N_{\min}$ -Dynamik über alle geprüften Fruchtfolgeglieder nachvollziehbar (Abbildung 3).

Im Versuch B und C lagen die  $N_{\min}$ -Gehalte in 0 – 60 cm Bodentiefe beim ersten Termin (nach Ernte der Vorfrüchte Erbse und Hafer) bei den Varianten F 1 (Erbse ohne ZF) und F 2 (Erbse + ZF) signifikant über den Varianten F 3 (Hafer ohne Untersaat) und F 4 (Hafer + Untersaat). Die Futtererbse hinterließ aufgrund ihrer Fähigkeit der Luftstickstoffbindung hohe Mengen an mineralischem Stickstoff im Boden (Mittelwert über F 1 und F 2: Versuch B: 97 kg/ha, Versuch C: 129 kg/ha). Im Versuch A waren die  $N_{\min}$ -Gehalte nach Erbse im Vergleich zu Versuch B und C wesentlich geringer und lagen auf ähnlichem Niveau wie in den Hafervarianten.

In der oberirdischen Biomasse des Zwischenfruchtgemenges aus Senf, Phacelia und Ausfallerbse (F 2) wurde in allen Versuchen zwischen 59 und 85 kg Stickstoff gespeichert und somit die hohen Bodenstickstoffgehalte bis in den Herbst (Termin 2) deutlich reduziert. Der  $N_{\min}$ -Gehalt unter Ausfallerbse (F 1) ging ebenfalls zurück, aufgrund der geringeren Aufwuchsmengen und einer zusätzlich Stickstofffixierung der Ausfallerbse jedoch weniger. Im Versuch B war der Stickstoffgehalt dieser Variante am höchsten und unterschied sich statistisch abgesichert von allen Fruchtfolgevarianten. Im Versuch C konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Bodenstickstoffgehalten kurz vor dem Umbruch der Zwischenfrüchte festgestellt werden.



Im April vor dem Legen der Kartoffel waren im Versuch A in allen Fruchtfolgevarianten, im Versuch B vor allem bei den Erbsenvarianten (F 1: Erbse ohne ZF, F 2: Erbse + ZF), hohe Stickstoffmengen verfügbar (Termin 3). Im Versuch C wurden bei diesem Termin in allen Varianten niedrige Bodenstickstoffgehalte bis max. 44 kg/ha festgestellt. Als ein Grund dafür wird eine gehemmte N-Mineralisierung wegen ungünstiger Lebensbedingungen für die Bodenorganismen (kühler und aufgrund hoher Feuchtigkeit wenig durchlüfteter Boden im zeitigen Frühjahr 2005) gesehen.

Nach Kartoffeln waren unter Winterweizen im November (Termin 4) in allen Fruchtfolgevarianten der Versuche A und B hohe  $N_{\min}$ -Gehalte im Boden zu verzeichnen (Versuch A bis 120 kg N/ha, Versuch B bis 88 kg N/ha). Im Frühjahr (April, Termin 5) standen dem Winterweizen jedoch nur mehr geringe direkt wirksame Stickstoffmengen zu Verfügung. Da Winterweizenbestände im Herbst nur wenig Stickstoff aufnehmen, ist der Verbleib des restlichen Stickstoffs bis in das Frühjahr zu klären. Im Gegensatz zu den Versuchen A und B waren die  $N_{\min}$  Werte im Herbst unter Winterweizen im Versuch C gering (zwischen 28 und 36 kg/ha) (Abbildung 3). Hohe Niederschläge über die Sommermonate und ein später Erntetermin könnten die Gründe dafür sein, da der N-Entzug über die Kartoffel trotz höherer Erntemengen und die N-Nachlieferung des Standorts in ähnlicher Höhe wie bei den Versuchen A und B waren.

## 4.5 Kartoffel (1. Nachfrucht)

### 4.5.1 Schaderreger auf dem Pflanzgut

Im Versuch B wurde für die Sorten Nicola und Ditta bei *Rhizoctonia* ein höherer Befallsindex und somit ein geringerer Anteil gesunder bis schwach befallener Knollen festgestellt. Der Befall der Pflanzknollen mit Gew. Schorf lag bei allen Versuchen sehr niedrig. Ein starker Befall mit Silberschorf wurde beim Pflanzgut aller Sorten des Versuches A und bei der Sorte Ditta für den Versuch C, mit jeweils unter 10 % gesunder und schwach befallener Knollen bonitiert (Tabelle 15 im Anhang A). Die Übertragung von *Rhizoctonia* und Silberschorf erfolgt sowohl pflanzgut- als auch bodenbürtig. Auflaufschäden sind möglich. Ein Befall des Saatguts mit Gewöhnlichem Schorf ist von geringerer Bedeutung, sofern nicht die Region der Augen betroffen ist (Schiessendoppler und Cate 2002, 54). Zusätzlich ist der Erreger des Gew. Schorfes ebenfalls im Boden vorhanden, er verursacht jedoch keine Auflaufschäden.

### 4.5.2 Entwicklung und Schaderreger im Bestand

Das Legen der Kartoffel erfolgte im Versuch A am 25.04.2003. In den Versuchen B und C konnten die Pflanzkartoffeln aufgrund einer hohen Bodenfeuchte im April erst Anfang Mai in den Boden gebracht werden (Versuch B: 05.05.2004, Versuch C: 02.05.2005).

Die ersten Anzeichen der Wurzeltöterkrankheit (*Rhizoctonia solani*) werden durch verzögertes Auflaufen, reduzierte Sprosslängen, Fehlstellen und die Ausbildung von nur ein- oder wenigtriebigen Stauden als Folge von Schädigungen an der Stängelbasis durch Nekrotisierungen unterschiedlichen Grades sichtbar (Hoffmann und Schmutterer 1999, 326; Schiessendoppler und Cate 2002, 36). Nasskalte Witterung während des Auflaufens begünstigt das *Rhizoctonia*-Auftreten. Bei der Aufgangsbonitur im Juni wurden diese Parameter bonitiert und daraus eine Indexzahl berechnet (Tabelle 16 im Anhang A). In allen Fruchtfolgevarianten und Sorten aller drei Versuche wurde ein Auftreten von *Rhizoctonia* beobachtet. Im Versuch A war der Befall mit einer mittleren Indexzahl über dem Gesamtversuch von 17 jedoch sehr gering. Die warme und trockene Witterung im Mai 2003 war ausschlaggebend dafür. In den Jahren 2004 und 2005 herrschte nach dem Legen eine kühlere Witterung mit regelmäßigen Niederschlägen vor. Dieser Umstand führte zu einem höheren *Rhizoctonia*-Auftreten in den Versuchen B und C (Mittelwerte Indexzahl Gesamtversuch: Versuch B: 72, Versuch C: 104). Innerhalb der einzelnen Sorten wurden in Abhängigkeit von den Fruchtfolgevarianten keine signifikanten Unterschiede festgestellt (Versuche B und C). Betrachtet man den mittleren Befallsindex der einzelnen Fruchtfolgen aller geprüften Sorten, weist in jedem Versuch die Fruchtfolgevariante F 2 (Erbse + ZF) den geringsten Indexwert auf, jedoch nicht statistisch abgesichert. Während im Versuch B keine Sortenunterschiede nachweisbar waren, lag der *Rhizoctonia*-Befall der Sorte Nicola im Versuch C signifikant unter dem der Sorten Agria und Ditta.

Im Versuch A wurde im Kartoffelbestand am 10.06.2003 ein mittlerer Besatz mit schweren Virose bei der Sorte Agria von 3,3 %, bei Nicola von 21,5 % und Ditta von 26,3 % ermittelt (Tabelle 17 im Anhang A). Die gesetzliche Toleranzgrenze für den Virusbesatz war bei Nicola und Ditta damit deutlich überschritten. Durch den hohen Virusbefall dieser Sorten bedingte Ertrags- und Qualitätsminderungen waren nicht auszuschließen. In den Versuchen B und C lag Anfang Juli der mittlere Besatz mit schweren Virose bei allen Sorten aufgrund der besseren Pflanzgutqualität deutlich unter der gesetzlichen Toleranzgrenze von 10 % für den Virusbesatz bei direkter Nachkommenschaft (Bundesamt für Ernährungssicherheit 2004, 22). Die Bestände waren aufgrund der Augenscheinbonitur frei von Bakteriosen und

fakultativ auftretenden Virosen, wie Stängelbunt (*Tabakrattle-Virus*) und Aucubamosaik (*Aucubamosaik-Virus*).

Mit regelmäßigen Bestandesbeobachtungen und der zeitgerechten Durchführung von Regulierungsmaßnahmen wurde versucht, den Befall mit Krautfäule und Kartoffelkäfer im Bestand so gering wie möglich zu halten und einen punktuell stärkeren Krankheitsdruck zu verhindern. Die Sorten sollten ihr Ertragspotential in Abhängigkeit der Fruchtfolgevarianten ausschöpfen können, um mögliche Unterschiede deutlich zu machen.

#### **Versuch A (Jahr 2003):**

Die Aufnahme des Entwicklungsstadiums der Bestände Mitte Juli zeigte über alle Sorten einen Vorsprung der Fruchtfolgevarianten ohne Zwischenfrucht bzw. Untersaat (F 1 und F 3) gegenüber den Varianten mit eingearbeitetem Zwischenfruchtgemenge bzw. Weißkleeuntersaat (F 2 und F 4). Die unterschiedliche Entwicklung glich sich mit zunehmender Reife gegen Ende Juli weitgehend an. Der Bestand war frei von Dürrfleckenkrankheit (*Alternaria spp.*). Das Krautfäuleauftreten war infolge der trockenheißen Witterung außerordentlich gering und auf vereinzelt in der Variante Hafer + US (F 4) festgestellte Läsionen beschränkt. Trotz durchgeführter Regulierungsmaßnahmen gab es Mitte Juli einen hohen Kartoffelkäferdruck und dadurch frühzeitigen Verlust an Assimilationsfläche der Pflanzen. Massive Fraßschäden wurden in der Fruchtfolgevariante Erbse ohne ZF (F 1), vor allem bei den Sorten Agria und Ditta, festgestellt. Der Kartoffelkäfer kann im Bestand zeitlich in unterschiedlicher Stärke auftreten. Die Randlage der Versuchspartellen dieser Variante hat daher den früheren Käferbefall begünstigt. Eine negative Auswirkung auf das Knollenwachstum in dieser Variante ist anzunehmen. Bei der folgenden Bonitur Ende Juli war die Blattfläche bei der Sorte Agria bereits über alle Varianten im ungefähr gleichen Ausmaß (ca. 90 Prozent) reduziert. Der Umfang des Blattfraßes der Sorten Nicola und Ditta konnte aufgrund der schon fortgeschrittenen Abreife nicht mehr ausgewertet werden (Tabelle 17 im Anhang A, Entwicklungsstadien Kartoffel siehe Tabelle 32 im Anhang B).

#### **Versuch B (Jahr 2004):**

Zu den jeweiligen Boniturterminen Mitte Juli und Anfang August wiesen alle Sorten über alle geprüften Fruchtfolgevarianten das gleiche Entwicklungsstadium auf. Ein Befall einzelner Pflanzen mit der Dürrfleckenkrankheit (*Alternaria spp.*) wurde festgestellt. Das Krautfäuleauftreten war infolge der feuchteren Witterung im Jahr 2004 stärker als im vergangenen Jahr, wodurch eine zweimalige Behandlung mit einem Kupferpräparat notwendig war. Bis zum 03.08.04 stieg der Blattbefall im Bestand mit Krautfäule in Abhängigkeit von der Sorte auf ca. 50 bis 70 %. Innerhalb einer Sorte schwankte der Anteil befallener Blatt- und Stängelmasse zwischen den einzelnen Fruchtfolgevarianten nur wenig. Der Blattflächenverlust durch Kartoffelkäferfraß blieb bei allen Sorten und Fruchtfolgevarianten aufgrund eines geringen Befalls im Jahr 2004 und der rechtzeitigen Regulierung durch händisches Absammeln und des Einsatzes eines biologischen Mittels gegen Kartoffelkäfer gering (Tabelle 18 im Anhang A).

#### **Versuch C (Jahr 2005):**

Dieser Versuch war geprägt durch eine vorerst langsame Jugendentwicklung der Kartoffelbestände, eine üppige Krautentwicklung im Juli und einer verzögerten Abreife. Verantwortlich dafür waren regelmäßige Niederschläge in meist hoher Menge über die gesamte Vegetationszeit. Die Sorten Agria und Nicola wiesen bei den Boniturterminen Ende Juli und Anfang/Mitte August einen Entwicklungsvorsprung gegenüber der Sorte Ditta auf. Innerhalb der einzelnen Sorten wurde in den Fruchtfolgevarianten weitgehend das gleiche Entwicklungsstadium festgestellt. Der Befall mit Kartoffelkäfer war gering, die Blattverluste durch Larvenfraß vernachlässigbar. Ende Juli wurde ein erster geringer Krautfäulebefall an



den Blättern bonitiert. Dürrflecken traten vor allem bei den Sorten Agria (9 % mittlerer Blattbefall) und Nicola (5 % mittlerer Blattbefall) auf. Bis zum 11.08. stieg der Befall mit Krautfäule bei den Sorten Ditta und Agria im Mittel auf 13 bis 21 % an, bei Nicola blieb der Befall mit 3 % über die Fruchtfolgevarianten sehr gering. In den Sorten gab es zwar Unterschiede zwischen den Fruchtfolgevarianten, jedoch in einem geringen Ausmaß. Da der Krautfäuledruck aufgrund der Witterung 2005 hoch war, wurde in der kritischen Phase durch mehrmalige Behandlungen mit Kupfermitteln versucht das Absterben des Kartoffelkrauts zu verzögern und Knolleninfektionen weitgehend zu verhindern (Tabelle 19 im Anhang A).

Aufgrund der intensiven Pflege der Kartoffelbestände bei allen Versuchen mit dem Einsatz von Häufelgerät, Striegel und Rollsternhacke kam in allen Fruchtfolge- und Sortenvarianten bis zur Ernte nur wenig Beikraut auf.

### 4.5.3 Rohertrag und Qualität

#### Rohertrag:

Zwischen den einzelnen Versuchsjahren waren die Unterschiede im erreichten Knollenrohertrag der Kartoffeln sehr groß (Tabelle 10). So lag der mittlere Rohertrag der Versuchsanlage A bei 239,2 dt/ha, während im Versuch B im Mittel 328,7 dt/ha Kartoffel geerntet werden konnten. Das Ertragspotential des Standorts wurde im Versuch C im Jahr 2005 mit 410,0 dt/ha weitgehend ausgeschöpft. Damit wurde ein um 71 % höherer Rohertrag als im Versuch A im Jahr 2003 erzielt. Aufgrund der ähnlichen Verhältnisse zwischen den Versuchsanlagen in Bezug auf Bodenart und Nährstoffversorgung, werden die großen Ertragsunterschiede vor allem auf die Witterungsbedingungen und den Schaderregerdruck in den einzelnen Anbaujahren zurückgeführt. Der Wassermangel aufgrund der trocken-heißen Witterung im Jahr 2003 und der starke Kartoffelkäferbefall beeinträchtigten einerseits die Staudenentwicklung und verringerten andererseits die Lebensdauer des photosynthetisch aktiven Blattapparates. Die Kartoffelernte im Versuch A wurde daher schon am 14.08.2003 durchgeführt. Die Wasserversorgung der Bestände und die Temperaturen waren in den Jahren 2004 und vor allem 2005 weit günstiger, der Krankheits- und Schädlingsdruck konnte gering gehalten werden. Beide Faktoren führten zu einer längeren Vegetationszeit der Kartoffelbestände und üblicher Erntetermine um Mitte September.

Im Versuch A lag der mittlere Ertrag über alle Fruchtfolgevarianten (Mittelwert Sorte) von Agria geringfügig über den Erträgen der Sorten Nicola und Ditta. Im Versuch B schwankten die mittleren Roherträge zwischen den Sorten nur um maximal 10,8 dt/ha, die Ertragsunterschiede waren daher nicht signifikant. Die mittelspäte Sorte Agria nutzte im Versuch C die lange Vegetationszeit und erreichte statistisch gesichert den höchsten Knollenertrag aller Sorten. Der Rohertrag von Nicola war signifikant höher als der Ertrag der Sorte Ditta mit einer Proradixbehandlung (Tabelle 10).

Beim Vergleich Ditta ohne und mit Proradixbehandlung des Pflanzguts wurden im Versuch B und C keine signifikanten Differenzen beim Rohertrag (Mittelwert Sorte) festgestellt. In der Tendenz aller drei Versuchsjahre lag der Ertrag der Sortenvariante Ditta + Proradix immer geringfügig (zwischen 6,9 und 22,1 dt/ha) unter der Vergleichsvariante Ditta (Versuch A: Prüfung nur mit der Fruchtfolgevariante F 2, Versuch B und C: im Mittel über die Fruchtfolgevarianten F 1 – F 4) (Tabelle 10).

**Tabelle 10: Rohertrag Kartoffelknollen in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte (Versuchsanlagen A – C).**

Versuch	Sorte Frucht- folge	AGRIA		NICOLA		DITTA		DITTA + Proradix		MW Fruchtfolge		
		Rohertrag dt/ha	Stw	Rohertrag dt/ha	Stw	Rohertrag dt/ha	Stw	Rohertrag dt/ha	Stw	Rohertrag dt/ha	Stw	%
A	F 1	218,6	17	224,7	6	204,5	9			<b>215,9</b>	14	90
	F 2	266,5	13	241,5	35	264,8	24	254,3	18	<b>257,6</b>	26	108
	F 3	235,1	21	209,1	22	215,8	27			<b>220,0</b>	24	92
	F 4	272,4	20	253,6	22	263,5	50			<b>263,2</b>	31	110
	MW Sorte	<b>248,2</b>	28	<b>232,2</b>	27	<b>237,1</b>	40			<b>239,2</b>		100
B	F 1	329,5	a 42	319,0	a 31	347,0	ab 33	333,3	a 38	<b>332,2</b>	34	101
	F 2	339,1	a 15	344,5	a 12	319,9	ab 16	341,2	a 5	<b>336,2</b>	15	102
	F 3	335,2	a 17	310,5	a 27	352,5	a 13	308,3	a 12	<b>326,6</b>	25	99
	F 4	323,4	a 37	316,6	a 14	314,8	b 19	323,9	a 11	<b>319,7</b>	21	97
	MW Sorte	<b>331,8</b>	28	<b>322,7</b>	24	<b>333,5</b>	26	<b>326,6</b>	23	<b>328,7</b>		100
ns												
C	F 1	440,2	a 44	397,4	a 57	405,7	a 40	360,4	a 28	<b>400,9</b>	49	98
	F 2	480,3	a 47	445,9	a 30	419,5	a 33	399,0	a 23	<b>436,2</b>	44	106
	F 3	459,0	a 24	394,6	a 34	392,0	a 20	369,5	a 34	<b>400,9</b>	44	98
	F 4	437,6	a 57	428,4	a 7	374,1	a 17	371,1	a 20	<b>402,2</b>	42	98
	MW Sorte	<b>454,3</b>	43	<b>416,5</b>	39	<b>395,7</b>	32	<b>373,6</b>	28	<b>410,0</b>		100
		a		b		bc		c				

Legende: Fruchtfolgevarianten: F 1 Erbse ohne ZF, F 2 Erbse + ZF, F 3 Hafer ohne US, F 4 Hafer + US.  
Stw...Standardabweichung; Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant, ns...keine signifikanten Unterschiede zwischen den Mittelwerten (Test: Tukey/Tukey-Kramer,  $P < 0,05$ ).

Die geprüften Hauptfrucht-Zwischenfrucht-Vorfrüchte (Fruchtfolgevarianten) führten innerhalb einer Sorte mit Ausnahme der Sorte Ditta im Versuch B zu keinen signifikanten Unterschieden im Rohertrag (Versuch B und C) (Tabelle 10). Bei der angesprochenen Ditta war der Ertrag der Variante F 3 (Hafer ohne Untersaat) gesichert höher als bei der Variante F 4 (Hafer mit Untersaat). Die Durchschnittserträge der Fruchtfolgevarianten über alle geprüften Sorten (MW Fruchtfolge) unterschieden sich sowohl bei Versuch B als auch bei Versuch C nicht voneinander. Im Versuch A im Jahr 2003 waren die Ertragsunterschiede zwischen den Fruchtfolgevarianten größer, der Versuch konnte aufgrund seiner Anlageform statistisch aber nicht ausgewertet werden. Bei den Varianten Erbsen mit Zwischenfruchtgemenge (F 2) bzw. Hafer mit Weißkleeuntersaat (F 4) in diesem Versuch lag der Rohertrag bei jeder Sorte und im Durchschnitt der Sorten über den Varianten Erbse ohne Zwischenfrucht (F 1) und Hafer ohne Untersaat (F 3). Ausschlaggebend dafür war die gute Entwicklung des Zwischenfruchtgemenges und der Weißkleeuntersaat im Jahr davor.

Auffällig bei Betrachtung des Mittelwerts über die Fruchtfolge in allen Versuchsjahren ist, dass die Variante Erbse mit Zwischenfruchtgemenge Senf, Phacelia und Ausfallersbse (F 2) bei den Versuchen B und C den höchsten und im Versuch A den zweithöchsten Rohertrag erzielte.

**Sortierung:**

Die Sortierung der Kartoffelknollen wurde nach den am Markt nachgefragten Größenklassen durchgeführt. Die Verteilung der Knollengrößen der einzelnen Sorten entsprach der Beschreibung ihrer Knollenmerkmale im Sortenkatalog (NÖS, 2003). Den höchsten Anteil an Knollen mit über 60 mm Durchmesser hatte in jedem Versuchsjahr die Sorte Agria (Einstufung Knollengröße nach NÖS: sehr groß), geringere Knollengrößen erreichten Nicola und Ditta (Einstufung Knollengröße nach NÖS: mittel bis groß). Ditta ohne Proradixbehandlung bildete in allen Versuchsjahren tendenziell größere Knollen als Ditta mit Proradix aus (Versuch A: Prüfung nur mit der Fruchtfolgevariante F 2, Versuch B und C: im Mittel über die Fruchtfolgevarianten F 1 – F 4).

Die Unterschiede bei der Sortierung in Abhängigkeit der Fruchtfolgevarianten waren in den Versuchen B und C sehr gering. Im Versuch A waren die Differenzen deutlicher. Wie bei den Erträgen erzielten in diesem Versuch die Varianten mit Zwischenfrucht bzw. Untersaat (F 2 und F 4) auch bei der Sortierung ein besseres Ergebnis, mit höheren Anteilen an Knollen in der gewünschten Größenklasse von 35 – 60 mm, als die Varianten F 1 (Erbse ohne ZF) und F 3 (Hafer ohne US) (siehe Tabelle 20 im Anhang A).

**Inhaltsstoffe:**

Sowohl die mittleren Trockensubstanzgehalte der Sorte Ditta in den Versuchen (A: 21,0 %, B: 20,3 %, C: 19 %) als auch die mittleren Nitratgehalte (Versuch A: 112 mg/kg FS, B: 91 mg/kg FS, C: 64 mg/kg FS) sanken von Versuch A im Erntejahr 2003 bis zum Versuch C im Erntejahr 2005 ab (Tabelle 21 im Anhang A). Dieser Umstand ist auf die unterschiedliche Wasserversorgung in den einzelnen Versuchsjahren zurückzuführen (Mittlere Niederschläge in mm April bis September: 2003, Versuch A: 306; 2004, Versuch B: 430; 2005, Versuch C: 670, langjähriger Durchschnitt: 443). In Trockenjahren sind die Trockenmassegehalte der Knollen höher, bei guter Wasserversorgung nehmen die N-Gehalte und damit auch der Nitratgehalt in den Knollen ab (Möller et. al. 2003, 19).

Beim Nitratgehalt wurden keine Unterschiede in Abhängigkeit der Vorfrüchte (Fruchtfolgevarianten) in den Versuchen B und C festgestellt. Im Versuch A sind die Differenzen zwischen den Nitratgehalten der Fruchtfolgevarianten größer. Der Nitratgehalt der Knollen der Variante F 4 (Hafer mit Weißkleeuntersaat) lag zwischen 100 und 165 % über den Gehalten der Varianten F 1 bis F 3. Im Versuch C wiesen die Knollen der Variante Erbse + ZF (F 2) einen signifikant geringeren Trockenmassegehalt als die Knollen von F 1 (Erbse ohne ZF) und F 4 (Hafer + US) auf (Tabelle 21 im Anhang A). Die gemessenen Nitratgehalte am Versuchsstandort sind als gering einzustufen und liegen auf gleichem und auch unter dem Niveau von Nitratuntersuchungen in biologisch angebauten Kartoffeln in Bayern (Reents et. al. 1997, 359; Samwel 2006).

#### 4.5.4 Schaderreger am Erntegut

**Rhizoctonia-Krankheit** (Erreger: *Rhizoctonia solani*),  
**Gewöhnlicher Kartoffelschorf** (Erreger: *Streptomyces scabies*):

Im Vergleich der Erntejahre wurde im Versuch A sowohl der höchste Befall mit *Rhizoctonia* (Befallsindex Versuchsmittel: 414) als auch mit Gew. Schorf (Befallsindex Versuchsmittel: 388) festgestellt (Tabelle 11). Bei den Versuchen B und C wurde aufgrund der Augenscheinbonitur ein mittlerer Befallsindex von 277 und 252 bei *Rhizoctonia* sowie 282 und 237 beim Gew. Schorf berechnet. Die Bodenart und der pH-Wert zwischen den Versuchsflächen ist sehr ähnlich. Der höhere Befall mit Gew. Schorf im Versuch A wird daher auf die Trockenheit zur Zeit des Knollenansatzes und die hohen Temperaturen im Jahr 2003 zurückgeführt. Diese Bedingungen herrschten 2003 auch zur Zeit des Auflaufens der Kartoffel, was gegen ein starkes Auftreten von *Rhizoctonia* spricht. Eine nasskalte Witterung beim Auflaufen war hingegen in den Jahren 2004 (Versuch B) und vor allem 2005 (Versuch C) zu verzeichnen. Der bonitierte *Rhizoctonia*-Befall beim Auflaufen der Bestände mit einem geringen Befallsindex bei Versuch A und höheren Indices bei B und C bestätigen diese Annahme (siehe Kapitel 4.5.2). *Rhizoctonia*-Befall trat im Versuch A vor allem als Sekundärinfektion auf den durch Schorfpusteln vorgeschädigten Schalenteilen der geprüften Sorten auf. Die Infektion könnte nach dem Absterben des Krautes bis zur Ernte erfolgt sein, da sich in diesem Zeitraum die Sklerotien auf den Knollen besonders stark bilden (Möller et. al. 2003, 115).

Beim Sortenmittelwert wies Agria in allen Versuchen das stärkste Auftreten von *Rhizoctonia* und Gew. Schorf auf (Tabelle 11). In den Versuchen B und C konnte dieser Unterschied zu den anderen Sortenvarianten statistisch abgesichert werden. Der geringste Befallsindex bei beiden Krankheiten wurde in allen Versuchen bei der Sorte Nicola festgestellt. Signifikant war dieser Unterschied bei *Rhizoctonia* und Schorf zu allen geprüften Sortenvarianten im Versuch C. Im Versuch B unterschied sich Nicola im *Rhizoctonia*-Befall nur von der Sorte Agria, beim Gew. Schorf lag der Befallsindex von Nicola signifikant unter dem Index von Agria und Ditta. Agria ist laut Sortenbeschreibung eine stark schorfanfällige Sorte. Ditta und Nicola weisen eine weit geringere Anfälligkeit auf (siehe Tabelle 30 im Anhang B). Der höhere Befall von Agria mit *Rhizoctonia*-Pocken lag vor allem an den zahlreichen Sekundärinfektionen an den Schorfpusteln der Schale dieser Sorte.

**Tabelle 11: Befall der Kartoffelknollen mit *Rhizoctonia* in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte (Versuchsanlage A – C).**

Versuch	Sorte Fruchtfolge	AGRIA		NICOLA		DITTA		DITTA + Proradix		MW Fruchtfolge		
		Befallsindex	Stw	Befallsindex	Stw	Befallsindex	Stw	Befallsindex	Stw	Befallsindex	Stw	%
A	F 1	567	50	414	63	343	51			<b>442</b>	110	107
	F 2	417	110	338	20	391	38	373	21	<b>382</b>	71	92
	F 3	515	25	351	18	423	35			<b>429</b>	74	104
	F 4	489	45	380	42	335	27			<b>401</b>	76	97
	MW Sorte	<b>497</b>	81	<b>371</b>	47	<b>373</b>	51			<b>414</b>		100
B	F 1	404	a 102	201	a 68	254	a 26	240	a 49	<b>275</b>	100	99
	F 2	395	a 57	206	a 31	259	a 62	201	a 17	<b>265</b>	90	96
	F 3	425	a 79	257	a 44	231	a 50	239	a 33	<b>288</b>	96	104
	F 4	429	a 47	218	a 77	246	a 52	227	a 41	<b>280</b>	102	101
	MW Sorte	<b>413</b>	68	<b>221</b>	77	<b>247</b>	45	<b>227</b>	37	<b>277</b>		100
		a		b		b		b				
C	F 1	363	a 25	128	a 10	249	a 53	221	a 52	<b>240</b>	93	95
	F 2	348	a 43	158	ab 30	248	a 23	216	a 25	<b>243</b>	76	96
	F 3	337	a 43	137	a 26	267	a 30	234	a 85	<b>249</b>	90	99
	F 4	390	a 20	183	b 28	257	a 24	259	a 58	<b>277</b>	85	110
	MW Sorte	<b>359</b>	40	<b>152</b>	32	<b>257</b>	32	<b>241</b>	55	<b>252</b>		100
		a		b		c		c				

Legende: Fruchtfolgevarianten: F 1 Erbse ohne ZF, F 2 Erbse + ZF, F 3 Hafer ohne US, F 4 Hafer + US.  
Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant, ns...keine signifikanten Unterschiede zwischen den Mittelwerten (Test: Tukey/Tukey-Kramer,  $P < 0,05$ ).

Beim Vergleich Ditta ohne und mit Proradixbehandlung war tendenziell über alle 3 Versuchsjahre sowohl der *Rhizoctonia*-Befall als auch der Befall mit Gew. Schorf bei Ditta mit Proradix geringer. Diese Differenzen im Befallsindex konnten jedoch statistisch nicht abgesichert werden (Versuch A: Prüfung nur mit der Fruchtfolgevariante F 2, Versuch B und C: im Mittel über die Fruchtfolgevarianten F 1 – F 4). Bei Betrachtung nur des Anteils an gesunden bzw. schwach befallener Knollen konnte in einem Versuch eine gesicherte Wirkung von Proradix auf den Schorfbefall nachgewiesen werden (siehe Kap. 4.8.1 und Tabelle 29 im Anhang A).

Im Bezug auf den Einfluss der Fruchtfolge auf das Auftreten von *Rhizoctonia* ist kein eindeutiger, d.h. statistisch abgesicherter, Vorteil einer Variante erkennbar. Die statistische Auswertung der einzelnen Sorten im Versuch B und C zeigte keine gesicherten Unterschiede zwischen den Fruchtfolgevarianten. Ausgenommen davon war die Sorte Nicola im Versuch B, bei welcher der Befallsindex der Variante F 4 (Hafer + US) signifikant höher war als bei den Varianten F 1 (Erbse ohne ZF) und F 3 (Hafer ohne US). Der Vergleich der über alle Sorten berechneten Fruchtfolgemittelwerte erbrachte keine signifikanten Ergebnisse (Tabelle 11).

**Tabelle 12: Befall der Kartoffelknollen mit Gew. Schorf in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte (Versuchsanlage A – C).**

Versuch	Sorte Frucht- folge	AGRIA		NICOLA		DITTA		DITTA + Proradix		MW Fruchtfolge			
		Befalls- index	Stw	Befalls- index	Stw	Befalls- index	Stw	Befalls- index	Stw	Befalls- index	Stw	%	
A	F 1	572	78	289	28	385	56			<b>415</b>	132	107	
	F 2	482	57	284	27	358	52	323	50	<b>375</b>	95	96	
	F 3	493	53	315	28	379	17			<b>396</b>	83	102	
	F 4	429	69	314	23	363	39			<b>369</b>	66	95	
	MW Sorte	<b>494</b>	81	<b>300</b>	29	<b>371</b>	43			<b>388</b>		100	
B	F 1	361	a 48	183	a 86	274	a 28	246	a 22	<b>266</b>	81	94	a
	F 2	357	a 49	235	a 18	244	b 32	243	a 22	<b>270</b>	60	96	a
	F 3	415	a 40	254	a 21	282	a 20	261	a 23	<b>303</b>	72	108	b
	F 4	387	a 39	242	a 51	265	ab 29	256	a 22	<b>287</b>	68	102	ab
	MW Sorte	<b>380</b>	46	<b>229</b>	54	<b>266</b>	29	<b>252</b>	21	<b>282</b>		100	
		a		b		c		cb					
C	F 1	371	a 79	113	a 25	236	a 18	222	a 22	<b>235</b>	102	99	ns
	F 2	388	a 75	94	a 23	230	a 31	217	a 26	<b>232</b>	115	98	
	F 3	404	a 65	96	a 9	253	a 14	220	a 20	<b>243</b>	126	103	
	F 4	408	a 59	103	a 19	235	a 20	199	a 11	<b>236</b>	121	100	
	MW Sorte	<b>393</b>	59	<b>102</b>	17	<b>238</b>	22	<b>215</b>		<b>237</b>		100	
		a		b		c		c					

Legende: Fruchtfolgevarianten: F 1 Erbse ohne ZF, F 2 Erbse + ZF, F 3 Hafer ohne US, F 4 Hafer + US.  
Stw...Standardabweichung; Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant, ns...keine signifikanten Unterschiede zwischen den Mittelwerten (Test: Tukey/Tukey-Kramer,  $P < 0,05$ ).

Die Auswertung des Befalls der Knollen mit Gew. Schorf ergab ein ähnliches Bild wie bei *Rhizoctonia*. Innerhalb der Sorten wurde im Versuch B und C mit Ausnahme einer Sorte (Sorte Ditta, Versuch B) kein signifikanter Unterschied zwischen den Fruchtfolgevarianten festgestellt. Bei Ditta unterschied sich der Befallsindex der Fruchtfolgevariante F 2 (Erbse + ZF) signifikant vom Index der Varianten F 1 (Erbse ohne ZF) und F 3 (Hafer ohne US). Im Versuch B war der Befallsindex (Mittelwert Fruchtfolge) der Erbsenvarianten (F 1 und F 2) statistisch gesichert geringer als bei der Variante Hafer ohne Untersaat (F 3) (Tabelle 12).

Bei der Betrachtung aller Versuche fallen folgende Tendenzen in Bezug auf das Auftreten von *Rhizoctonia* und Gew. Schorf auf:

Im Versuch B und C wiesen bei beiden Krankheiten die Fruchtfolgevarianten Erbse mit und ohne Zwischenfrucht (F 1 und F 2) einen geringeren Befall als beide Hafervarianten auf (F 3 und F 4). Im Versuch A lag ebenfalls die Variante F 2 voran, wobei in diesem Jahr auch bei der Variante Hafer mit Untersaat gesündere Knollen geerntet werden konnten.

**Weitere Krankheiten und tierische Schaderreger:**

Der starke Befall aller Sorten mit Gew. Schorf im Versuch A und bei der Sorte Agria in den Versuchen B und C überlagerte den Silberschorfbefall dieser Knollen und machte eine quantitative Bonitur des Silberschorfs (*Helminthosporium solani*) nicht möglich. Ausgewertet wurde daher nur Nicola, Ditta und Ditta + Proradix der Versuche B und C (Boniturtermin: Nov./Dez.). Als Ergebnis kam in beiden Jahren ein ähnlich hoher Befall mit geringen Unterschieden zwischen den Sorten und Fruchtfolgevarianten heraus (Tabelle 22 im Anhang A).

Bei den Augenscheinprüfungen unmittelbar nach der Ernte und während der Lagerung wurden weitere Krankheiten und Fraßschäden von Erdräupen und Drahtwürmern bonitiert. Das Auftreten im Allgemeinen und die Unterschiede zwischen den Fruchtfolgevarianten waren aber äußerst gering, die Daten wurden daher nicht im Detail ausgewertet. Der mittlere Befall der einzelnen Sortenvarianten der Versuche A bis C ist in den Tabellen 23 – 25 im Anhang A dargestellt.

Der Anteil der Knollen der einzelnen Sorten mit Schädigungen durch Erdräupen und Drahtwurmfraßlöchern lag in allen Versuchen bzw. Erntejahren jeweils unter 0,6 %. Auch im sehr trockenen Anbaujahr 2003 wurde kein höherer Drahtwurmbefall verzeichnet, obwohl Drahtwürmer bei anhaltender Trockenheit verstärkt lebende Pflanzenteile angreifen (Schiessendoppler und Cate, 2002, 117).

Im Versuch A und B wurden bei allen Sorten mit Ausnahme von Agria charakteristische Symptome der virösen Ringnekrose festgestellt. Im Versuch A ist der Befall höher und auf den hohen Infektionsgrad der Pflanzknollen der Sorten Nicola und Ditta mit dem Kartoffelvirus Y zurückzuführen. Nabelendfäule wurde in allen Versuchen in geringem Umfang festgestellt. Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) wurde nur im Versuch C, sowohl nach der Ernte als auch während der Lagerung, bonitiert (höchster Befall: Sorte Nicola mit 2,9 % der Knollen mit Knollenfäule im Dezember am Lager). Teilweise waren die infizierten Knollen sekundär von Trockenfäuleerregern (*Fusarium spp.*) befallen, bei Nicola vereinzelt auch mit Nassfäule. Nach längerer Lagerung (Boniturtermin März) trat Trockenfäule in allen Versuchen auf: In geringem Umfang und vor allem lokal auf kleine Verletzungen der Knolle beschränkt im Versuch A und B, mit höherem Anteil infizierter und in stärkerem Ausmaß befallener Knollen im Versuch C. Der stärkere Befall im Versuch C steht in Verbindung mit dem Knollenfäulebefall und ev. einem höheren Anteil an verletzten Knollen aufgrund des Einsatzes einer Vollerntemaschine gegenüber dem geteilten Ernteverfahren mit schonender händischer Knollenaufnahme bei den Versuchen A und B.

## 4.6 Winterweizen (2. Nachfrucht) - Ertrag und Qualität

Nach dem Kartoffelanbau in den Versuchen A und B wurde in den Parzellen der Sorte Ditta der Ertrag der Nachfrucht Winterweizen erhoben. Da im Versuch B bei Ditta entgegen dem Versuchstrend andere Fruchtfolgevarianten höhere Knollenerträge erreichten, wurden zusätzlich zur Kontrolle die Weizenparzellen nach Ditta mit Proradixbehandlung geerntet. Die Unterschiede im Weizenertrag zwischen den Fruchtfolgevarianten entsprachen in beiden Versuchen weitgehend den Variantenunterschieden beim Kartoffelertrag im Jahr davor, d.h. höherer Erträge der Varianten F 2 (Erbse + ZF) und F 4 (Hafer + US) im Vorversuch A. Im Versuch B, der statisch ausgewertet werden konnte, unterschied sich nach Ditta der Winterweizenertrag (86 % TM) der Variante F 3 gesichert von F 4, nach Ditta + Proradix wurden keine Ertragsunterschiede in Abhängigkeit der Fruchtfolge festgestellt. Die Rohproteingehalte im Weizen der Fruchtfolgevarianten unterschieden sich sowohl nach Ditta als auch nach Ditta+P nicht voneinander (Tabelle 13).

**Tabelle 13: Kornertrag und Rohproteingehalt von Winterweizen in Abhängigkeit der Fruchtfolgevariante – Versuchsanlagen A und B.**

Versuch	Erntejahr	Vorfrucht Kartoffel/ Sorten- variante	Parameter Fruchtfolge- variante	Winterweizen Kornertrag, 86 % TM			Winterweizen Rohprotein		
				dt/ha	Stw		%	Stw	
A	2004	Ditta	F 1	39,02		2,1	10,5	0,2	
		Ditta	F 2	43,83		5,8	10,8	0,4	
		Ditta	F 3	36,77		1,7	10,8	0,3	
		Ditta	F 4	40,07		4,4	11,2	0,6	
B	2005	Ditta	F 1	48,49	ab	8,6	12,9	a	0,7
		Ditta	F 2	43,62	ab	7,5	12,4	a	1,0
		Ditta	F 3	49,07	a	6,0	13,1	a	0,7
		Ditta	F 4	39,36	b	3,8	12,2	a	0,1
B	2005	Ditta+P	F 1	38,73	a	10,6	11,8	a	0,9
		Ditta+P	F 2	47,45	a	7,4	12,5	a	1,0
		Ditta+P	F 3	40,65	a	7,2	12,7	a	1,0
		Ditta+P	F 4	42,54	a	3,7	12,3	a	1,1

Legende: Fruchtfolgevarianten: F 1 Erbse ohne ZF, F 2 Erbse + ZF, F 3 Hafer ohne US, F 4 Hafer + US.  
Stw...Standardabweichung; Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant, (Tukey-Test:  $P < 0,05$ ).



## 4.7 Nährstoffbilanzen

Zu den Ergebnissen der Nährstoffbilanzen ist anzumerken, dass nur der im Versuch geprüfte Fruchtfolgeausschnitt berechnet wurde (Tabelle 26 im Anhang A). Die Leistungen des ein- oder mehrjährigen Futterleguminosenanbaus, das Grundgerüst der Fruchtfolgen für den biologischen Landbau, werden nur über die Rückführung der Nährstoffe über den Stallmistkompost berücksichtigt. Die getesteten Vorfrüchte unterscheiden sich durch die symbiotische Stickstofffixierung der Erbse und durch die Strohabfuhr beim Hafer.

Ein positiver Bilanzsaldo für die Nährstoffe N, P und K wurde nur im Versuch B, aufgrund der Einbringung höherer Nährstoffmengen über die zweimalige Stallmistkompostgabe erreicht. Im Versuch A wurde mehr P abgeführt als in den Boden eingebracht wurde, im Versuch C weisen alle Nährstoffe einen negativen Bilanzsaldo auf.

Auffällig sind die hohen zu- und abgeführten Kaliummengen. Die Versuchsstandorte sind sehr gut mit Kalium versorgt. Im Stallmistkompost und bei den Ernteprodukten vor allem in den Kartoffeln und im Haferstroh wurden daher im Vergleich zu Literaturwerten hohe Kaliumgehalte festgestellt. Das Haferstroh ist auch für die höhere Abfuhr von Kalium in den Fruchtfolgevarianten F 3 (Hafer ohne US) und F 4 (Hafer + US) verantwortlich. Die P-Bilanzsalden unterscheiden sich nur geringfügig zwischen den Fruchtfolgevarianten.

Bei der N-Bilanz weisen die Erbsenvarianten (F 1 und F 2) aufgrund der Stickstofffixierung bessere Werte auf. Ein guter N-Bilanzsaldo der Variante Hafer mit Untersaat (F 4) ist von einer hohen Biomassebildung des Weißklees mit entsprechender Stickstofffixierungsleistung abhängig (Tabelle 26 im Anhang A).

## 4.8 Wirtschaftlichkeit

### 4.8.1 Marktertrag Kartoffel

In den Versuchen B und C konnte beim Marktertrag der Knollen (nur Knollen zwischen 35 und 60 mm), wie beim Knollenrohertrag, kein abgesicherter Einfluss der Fruchtfolge festgestellt werden (Tabelle 27 im Anhang A). Der Vorversuch A hatte geringere Erträge und einen höheren Anteil an kleinen Knollen als die Folgeversuche. Der Marktertrag im Erntejahr 2003 machte die Vorteile der Fruchtfolgevarianten F 2 und F 4 mit Zwischenfrucht bzw. Untersaat gegenüber den Varianten ohne aktiver Einsaat einer Zwischenfrucht (F 1 und F 3) noch deutlicher. Die Versuche B und C wiesen höhere Anteile an Übergrößen (> 60 mm) auf. Der Marktertrag, d.h. die gewünschte Knollengröße, kann aber bei langer Wachstumsperiode durch das Abschlagen des Kartoffelkrauts beeinflusst werden. Die Tendenzen beim Marktertrag über alle Versuche waren gleich wie beim Rothertrag.

Auch bei den Krankheiten *Rhizoctonia* und Gew. Schorf zeigte die Auswertung der Anteile an gesunden bzw. schwach befallener Knollen in Abhängigkeit der Fruchtfolgevarianten ein ähnliches Bild wie die ermittelten Befallsindizes über alle geernteten Kartoffeln (Tabelle 28 und 29 im Anhang A). Einige Unterschiede wurden jedoch deutlicher und konnten statistisch abgesichert werden: Im Versuch C (*Rhizoctonia*-Befall, Fruchtfolgemitteiwert über alle Sorten) lag der Anteil an gesunden Knollen der Varianten F 1 bis F 3 signifikant höher als bei der Variante F 4 (Hafer + US). Im Versuch B konnte ein gesicherter positiver Einfluss der Proradixbehandlung auf den Befall mit Gew. Schorf festgestellt werden. Ditta mit Proradix hatte einen um 8 % höheren Anteil an gesunden bzw. schwach befallener Knollen als die unbehandelte Ditta.

## 4.8.2 Deckungsbeiträge

Durch die Berechnung des Fruchtfolgedeckungsbeitrages kann die Vorfruchtleistung von nicht marktgängigen Kulturen, wie der Anbau einer Zwischenfrucht oder Untersaat, monetär bewertet werden. Die Leistungen einer Zwischenfrucht können vielfältig sein, wie z. B. die Humuslieferung, eine zeitgerechte Bereitstellung von Nährstoffen oder phytosanitäre Effekte. Die unmittelbaren Auswirkungen auf die Nachfrucht liegen vor allem im Ertragszuwachs und in einer Qualitätssteigerung, wie ein geringerer Krankheitsbefall der Kartoffelknollen oder ein höherer Rohproteingehalt bei Weizen. Diese Wirkungen wurden direkt in den Deckungsbeitrag der Nachfrüchte über einen höheren Marktertrag oder einen höheren Preis einberechnet (Tabelle 14).

Bei der Erbse war der mittels Deckungsbeitrag berechnete ökonomische Wert in Abhängigkeit des Ertrages bei allen Versuchen niedrig. Im Versuch A und B erzielten die Erbsen einen geringeren Deckungsbeitrag als der Hafer. Im Versuch C erreichte die Erbse aufgrund hoher Erträge einen guten Deckungsbeitrag, während beim Hafer die sehr niedrigen Erträge in diesem Versuch zu negativen Deckungsbeiträgen führten. Für die Einbeziehung der Erbse in die Fruchtfolge ist ihr Vorfruchtwert, insbesondere aufgrund ihrer Fähigkeit der Luftstickstoffbindung und der Verbesserung der Bodenstruktur, entscheidend.

Beim Deckungsbeitrag der Kartoffel ist zu berücksichtigen, dass nur der Marktertrag an gesunden Knollen zwischen 35 und 60 mm in die Berechnung des Verkaufserlöses einbezogen wurde. Im Versuch A waren aufgrund des hohen Schorfbefalls und der geringeren Erträge in Abhängigkeit der Fruchtfolgevariante nur zwischen 52,4 und 94,4 dt/ha als Speisekartoffel vermarktbar. In diesem Jahr waren die Deckungsbeiträge der Kartoffel bei allen Fruchtfolgevarianten negativ. Hier wäre ein Verkauf des Gesamtertrages als Stärkeindustriekartoffel anzuraten, der positive Deckungsbeiträge für die Kartoffel bringen würde (F 1: 89, F 2: 602, F 3: 196, F 4: 581 € je ha, in der Tabelle 14 nicht dargestellt). Die Rohproteingehalte unter 11 % bei den Varianten F 1 bis F 3 waren auch für die niedrigen Deckungsbeiträge beim Winterweizen verantwortlich, was in Summe zu negativen Fruchtfolgedeckungsbeiträgen mit Ausnahme der Variante F 4 im Versuch A führte.

Im Versuch B waren die Erträge und Qualitäten höher als im Versuch A. Es wurden Fruchtfolgedeckungsbeiträge in Summe der 3 Jahre zwischen 1886 und 2684 € (bei der Kartoffelsorte Ditta) und zwischen 2043 und 2598 € (bei Ditta mit Proradixbehandlung) erzielt. Der Deckungsbeitrag der Kartoffel war bei den Fruchtfolgevarianten mit Erbse (F 1 und F 2) sowohl bei Ditta als auch bei Ditta mit Proradix höher als bei den Hafervarianten. Der mit 1307 € je ha sehr hohe Deckungsbeitrag bei Winterweizen nach Ditta in der Variante F 3 (Hafer ohne US) ist auf einen hohen Kornertrag und einen guten Preis aufgrund eines Rohproteingehaltes von über 13 % zurückzuführen. Der höhere Deckungsbeitrag aller Fruchtfolgevarianten bei der Sorte Ditta mit Proradix gegenüber Ditta ohne Proradixbehandlung lag vor allem an einen etwas höheren Marktertrag (Knollen zw. 35 und 60 mm) und an größeren Anteilen an gesunden Knollen. Für die Proradixbeizung wurden Zusatzkosten von 100,- € je ha (Mittelkosten und Kosten für die Durchführung der Flüssigbeize) angenommen.

Im Versuch C schwankten die Deckungsbeiträge der Kartoffel zwischen den Fruchtfolgevarianten nur geringfügig. Dass der Deckungsbeitrag in der Variante F 2 (Erbse + ZF) trotz höchstem Knollenrohertrag nicht höher war, lag an dem mit 75 % geringsten Anteil der Fruchtfolgevarianten an Knollen mit einer Sortierung zwischen 35 und 60 mm und beinahe gleichen Anteilen an gesunden Knollen. Werden die Knollen über 60 mm in die Deckungsbeitragsrechnung miteinbezogen, erzielt die Variante F 2 mit Abstand den höchsten Deckungsbeitrag (Ergebnisse nicht dargestellt). Der negative Deckungsbeitrag des Hafers führte zu im Mittel 283 € geringeren Fruchtfolgedeckungsbeiträgen der Hafervarianten (F 3 und F4) gegenüber den Erbsenvarianten (F 1 und F 2).

Im Mittel über die Versuche A, B und C erreichten die Erbsen- und Hafervarianten ähnlich hohe Deckungsbeiträge, wobei Hafer als Futterware vermarktet wurde. Beim mittleren Deckungsbeitrag der Kartoffel wurde bei der Variante F 2 mit 1145 € der höchste Wert berechnet.

**Tabelle 14: Deckungsbeiträge für die einzelnen Kulturen und Fruchtfolgedeckungsbeiträge in Abhängigkeit der Fruchtfolgevarianten für die Versuche A – C.**

Versuch	Kultur	Fruchtfolge- variante	F 1	F 2	F 3	F 4
A	Erbse/Hafer	DB in € je ha	34	91	109	134
	Kartoffel (Ditta)	DB in € je ha	-1180	-428	-993	-448
	Winterweizen	DB in € je ha	127	186	100	464
	DB Fruchtfolge - Summe in € je ha für 3 Jahre		<b>-1019</b>	<b>-152</b>	<b>-784</b>	<b>151</b>
	DB Fruchtfolge - Mittelwert in € je ha und Jahr		<b>-340</b>	<b>-51</b>	<b>-261</b>	<b>50</b>
B	Erbse/Hafer	DB in € je ha	3	-65	229	144
	Kartoffel (Ditta)	DB in € je ha	1319	1348	1147	1179
	Winterweizen	DB in € je ha	776	663	1307	564
	DB Fruchtfolge - Summe in € je ha für 3 Jahre		<b>2097</b>	<b>1945</b>	<b>2684</b>	<b>1886</b>
	DB Fruchtfolge - Mittelwert in € je ha und Jahr		<b>699</b>	<b>648</b>	<b>895</b>	<b>629</b>
	Erbse/Hafer	DB in € je ha	3	-65	229	144
	Kartoffel (Ditta+P)	DB in € je ha	2032	1912	1220	1666
	Winterweizen	DB in € je ha	437	752	594	638
	DB Fruchtfolge - Summe in € je ha für 3 Jahre		<b>2472</b>	<b>2598</b>	<b>2043</b>	<b>2447</b>
	DB Fruchtfolge - Mittelwert in € je ha und Jahr		<b>824</b>	<b>866</b>	<b>681</b>	<b>816</b>
C	Erbse/Hafer	DB in € je ha	129	147	-161	-128
	Kartoffel (Ditta)	DB in € je ha	2474	2515	2544	2387
	DB Fruchtfolge - Summe in € je ha für 3 Jahre		<b>2602</b>	<b>2662</b>	<b>2384</b>	<b>2259</b>
	DB Fruchtfolge - Mittelwert in € je ha und Jahr		<b>1301</b>	<b>1331</b>	<b>1192</b>	<b>1130</b>
A bis	Erbse/Hafer	MW* DB in € je ha	55	58	59	50
	Kartoffel (Ditta)	MW* DB in € je ha	871	1145	900	1039
C	DB Fruchtfolge - Summe in € je ha für 3 Vers.		<b>926</b>	<b>1202</b>	<b>959</b>	<b>1089</b>

\*MW...Mittlerer Deckungsbeitrag über die Versuche A bis C.

## 5 Zusammenfassende Diskussion

### Einfluss der Fruchtfolgevarianten auf den Kartoffelertrag

Die Rohrerträge an Kartoffelknollen sind mit Versuchsmitteln im Bereich von 239,2 bis 410,0 dt/ha in den Jahren 2003 bis 2005 für den biologischen Landbau als äußerst hoch zu bezeichnen, wobei die erfahrungsgemäß höheren Erträge und die genauere Ernte in Exaktversuchen zu berücksichtigen sind. Im Vergleich dazu werden mittlere Praxiserträge von Speisekartoffeln (Erntejahre 2003 und 2004) von Biomarktfruchtbetrieben von 158,4 bis 187,0 dt/ha und von konventionellen Vergleichsbetrieben dazu in der Höhe von 300,2 bis 342,3 dt/ha angeführt (BMLFUW 2004, 113; BMLFUW 2005, 84). Nach Möller et al. (2003, 20, 21) übt die Bodenart keinen großen direkten Einfluss auf die Höhe des Knollenertrages aus. Die Kartoffel besitzt auf unterschiedlichen Bodenarten eine hohe Ertragsstabilität. Bedeutende Ertragsfaktoren sind eine ausreichende Wasserversorgung und ein gutes Stickstoffangebot (Möller et al. 1997, 380; Möller et al. 2003, 19). Die gute Ertragsleistung der Versuchsstandorte ist vor allem auf die hohen Humusgehalte mit entsprechenden Gesamtstickstoffgehalten und hohem Stickstoffnachlieferungsvermögen zurückzuführen. In den Jahren 2004 und vor allem 2005 sicherten regelmäßige Niederschläge in der Vegetationszeit eine gute Wasserversorgung. In der Versuchsanlage C (Erntejahr 2005) wurde daher auch ohne Düngung mit Stallmistkompost im Vergleich zu den Versuchen A und B sehr hohe Knollenroherträge erzielt.

In den Versuchen B und C wurde kein gesicherter Einfluss einer Fruchtfolgevariante auf den Knollenertrag festgestellt. Eine Ausnahme war der signifikant höhere Knollenertrag der Variante F 3 (Hafer ohne US) gegenüber der Variante Hafer mit Untersaat (F 4) bei der Sorte Ditta im Versuch B. Dieser Unterschied war entgegen des Trends in den Versuchen und ist aufgrund weitgehend gleicher Bodenbedingungen und einheitlicher Entwicklung der Vorrucht innerhalb des Versuchs B nicht erklärbar.

Die einheitliche Tendenz bei beiden Versuchen und in allen Sorten mit der erwähnten Ausnahme war ein Ertragsvorteil der Variante Erbse mit Zwischenfruchtgemenge (F 2) gegenüber den anderen Fruchtfolgevarianten (F 1, F 3 und F 4). Es wird angenommen, dass die guten Standort- und Wachstumsbedingungen in den Versuchen B und C die unterschiedlichen Wirkungen der Fruchtfolgevarianten teilweise nivelliert und die Ertragsunterschiede geringer gehalten haben. Im Vorversuch A bei ungünstigen Witterungsbedingungen waren die Ertragsvorteile der Variante F 2 und zusätzlich der Variante F 4 aufgrund der guten Entwicklung des Weißklee deutlicher, wegen der Anlagengestaltung des Versuches sind diese Unterschiede aber nicht statistisch abzusichern.

Wichtig für eine positive Ertragswirkung auf die Kartoffeln war eine gutes Wachstum der Zwischenfrucht mit entsprechender Biomasseentwicklung und Aufnahme höherer Mengen an Stickstoff. Die Zwischenfrucht aus Senf, Phacelia und Ausfallerbse (F 2) entwickelte sich in allen Versuchen gut, die Weißkleeuntersaat (F 4) nur im Versuch A. Mit der Speicherung des Stickstoffs im Pflanzenmaterial wurden Nährstoffverluste vermindert. Der Stickstoff wurde rechtzeitig für das Kraut- und Knollenwachstum im Kartoffelbestand wieder freigesetzt. Zusätzliche positive Wirkungen auf das Bodenleben, die Bodenstruktur und den Lufthaushalt durch die eingebrachte Pflanzenmasse sind zu erwarten. Die sichere Entwicklung des Zwischenfruchtgemenges (F 2) lag an dem guten Aufgang, der Spätsaatverträglichkeit und der kurzen Entwicklungszeit von Senf und Phacelia. Das Gelingen der Untersaat Weißklee war stark von den Witterungsbedingungen und der Entwicklung der Deckfrucht Hafer abhängig. Der Aufgang der Ausfallerbse war nicht zufriedenstellend, darüber hinaus benötigen Peluschnen für eine gute Sprossentwicklung eine längere Vegetationszeit. Bei hoher Trockenmassebildung ist aber auch bei Erbsen mit einer entsprechend hohen N-Speicherung im Spross zu rechnen. Zusätzlich wird durch die

Leguminöse Erbse Luftstickstoff gebunden, was eine Ertragswirkung auf Kartoffel erwarten lässt.

Futter- und Körnerleguminosen sowie Klee gras gelten als günstige Vorfrüchte zu Kartoffeln. Bei Erbsen wird eine angepasste Strategie des Zwischenfruchtanbaus, vor allem mit Leguminosen, empfohlen, um die N-Versorgung der nachfolgenden Kartoffel zu verbessern. Der geringere Vorfruchtwert der Getreidearten sollte mit einer Leguminosen-Zwischenfrucht, wenn möglich ergänzt mit einer organischen Düngung, erhöht werden (Dierauer und Speiser 2002, 1; Freyer 2003, 56; Möller et al. 2003, 28, 31), was verschiedene Versuche bestätigen. Paffrath (2005, 41) stellte im Mittel von vier Prüffahren einen signifikanten Mehrertrag der Kartoffel von 14 % nach Körnererbsen gegenüber Sommerweizen (beide mit der Zwischenfrucht Phacelia) fest. Bei einem Versuch in Norddeutschland wurde nach der Vorfrucht Körnererbse mit abfrierendem Senf als Zwischenfrucht ein mittlerer Mehrertrag von 27,2 dt/ha Kartoffelknollen gegenüber einer selbstbegrünten Kontrolle erzielt (Böhm 2001, 270). In Bayern wurden über zwei Jahre verschiedene Leguminosenzwischenfrüchte nach Körnererbse (darunter auch Erbse als Zwischenfrucht und ein Erbsen-Ölrettich Gemenge) im Vergleich zu Ölrettich in Reinsaat geprüft. Auf einem schwachen Standort führten die Leguminosenzwischenfrüchte zu deutlichen Mehrträgen der Kartoffeln. Auf einem besseren Standort konnte kein Unterschied im Knollenertrag zwischen allen geprüften Zwischenfruchtvarianten festgestellt werden (Möller und Reents 1999, 111). Bei einer dreijährigen Prüfung in Sachsen konnten mit verschiedenen Leguminen und nicht Leguminen Zwischenfrüchten, unter anderem auch Senf und Phacelia, Mehrträge an Kartoffelknollen gegenüber keinem Zwischenfruchtanbau geerntet werden (Kolbe et al. 2004, 15).

### **Einfluss der Fruchtfolgevarianten auf das Auftreten von Schaderregern im Kartoffelanbau**

Sowohl mit der Wahl der Vorfrucht als auch mit einem geeigneten Zwischenfruchtanbau kann das Krankheitsauftreten in der nachfolgenden Kartoffel beeinflusst werden. So wird z. B. Hafer eine Minderung des *Rhizoctonia*-Befalls der Kartoffel zugesprochen (Frank und Murphy 1977, zitiert in Keller et al. 1999, 123, Gudmestad, 2005).

In den durchgeführten dreijährigen Versuchen war kein statistischer Vorteil für eine der geprüften Fruchtfolgevarianten in Bezug auf das Auftreten von *Rhizoctonia* zu beobachten. Wie beim Kartoffelrohhertrag traten aber einheitliche Tendenzen über alle Prüffahre auf. Bei Betrachtung der mittleren Befallsindizes der Fruchtfolgevarianten weist die Variante mit Zwischenfruchtgemenge (F 2) in allen Versuchen sowohl im wachsenden Bestand als auch auf der geernteten Knolle niedrige Werte auf. In den Versuchen B und C hat auch die Vorfruchtvariante Erbse ohne Zwischenfrucht (F 1) einen geringeren *Rhizoctonia*-Befall der Kartoffelknolle als die Hafervarianten F 3 und F 4. Im Versuch A konnte hingegen mit Hafer und der gut entwickelten Weißkleeuntersaat (F 4) ein niedriger Befallsindex erzielt werden. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass entweder eine ausgewogene N-Versorgung die Vitalität der Kartoffel erhöht oder Wurzelausscheidungen der Leguminosen positiv wirken.

Beim Befall der Knollen mit **Gewöhnlichem Schorf** wurden in allen Versuchen weitgehend die gleichen Tendenzen beim mittleren Befallsindex der Fruchtfolgevarianten über die Sorten wie bei *Rhizoctonia* festgestellt. Im Versuch B war das geringere Schorfaufreten bei den Erbsenvarianten (F1 und F2) zu der Variante Hafer ohne Zwischenfrucht (F 3) auch statistisch gesichert.

*Rhizoctonia* soll gegenüber der Bodenmikroflora eine relativ geringe Konkurrenzkraft aufweisen. Mit dem Zwischenfruchtgemenge aus Senf, Phacelia und Ausfallerbse (Variante F 2) wurden größere Mengen an organischer Substanz mit einem günstigen C/N-Verhältnis in den Boden eingebracht. Damit könnte das Bodenleben angeregt und die *Rhizoctonia*-

Antagonisten stimuliert worden sein. Mit Förderung der Abbauvorgänge durch die Bodenmikroflora wird die CO<sub>2</sub>-Anreicherung im Boden erhöht und der Pilz zurückgedrängt (Banville et al. 1996, 326, Johnson und Leach, 2002; Möller et al. 2003, 116). Bei der Variante F 1 (Erbsen ohne Zwischenfrucht mit Ausnahme der Ausfallerbbsen) wurde in den Versuchen B und C ca. nur die Hälfte an organischer Substanz mit den Ausfallerbbsen im Vergleich zur Variante F 2 in den Boden gebracht. Es ist anzunehmen, dass neben der Menge der Gründüngung eine ausgewogene Stickstoffversorgung und die Verbesserung der Bodenstruktur über die Vorfrucht eine Rolle spielte. Der hohe Biomasseertrag mit entsprechender N<sub>2</sub>-Fixierung der Weißkleeuntersaat im Versuch A und der niedrige Befallsindex bestätigen die getroffenen Annahmen. In Möller et al. (2003, 116) wird im Sinne einer Förderung der Umsetzungsprozesse im Boden nach der Einarbeitung der Anbau von leguminosenbetonten Zwischenfruchtgemengen vor Kartoffeln empfohlen. Bei der Variante F 4 wurden in den Versuchen B und C größere Mengen organischer Biomasse in Form von Ausfallhafer und Weißklee bzw. nur Weißklee als bei der Variante F 1 eingearbeitet, wobei das mögliche höhere C/N-Verhältnis dieser Varianten in Verbindung mit geringen Bodenstickstoffwerten nachteilig war. Nach Van Bruggen et al (1996, 412) hat sowohl die Art der organischen Substanz als auch der Zersetzungsgrad Einfluss auf das Auftreten von *Rhizoctonia*. Unverrottete organische Bestandteile mit weitem C/N-Verhältnis und die dadurch entstehenden Hohlräume im Boden bewirken ein höheres Porenvolumen im Kartoffeldamm mit einer befallsfördernden Wirkung auf *Rhizoctonia* und Schorf (Keller et al. 1999, 125).

Hoffmann und Schmutterer (1999, 305) führen die Kulturarten-spezifische schorfmindernde Wirkung einer Gründüngung vor allem auf die Anreicherung von Antagonisten im Boden zurück. Daneben könnte die Ansäuerung des Bodens (Senkung des pH-Werts) über die Gründüngung eine Rolle spielen (Wenzl 1975, 420). Die „Qualität“ der Zwischenfrüchte der Variante F 2 dürfte ebenfalls zu dem geringeren Schorfaufreten beigetragen haben, da speziell Senf eine schorfmindernde Wirkung zugesprochen wird (Wenzl 1975, 418; Hoffmann und Schmutterer 1999, 305; Möller et al. 2003, 125).

### **Wirkung des Pflanzenstärkungsmittels Proradix**

Proradix basiert auf dem Bakterienstamm *Pseudomonas* sp., welcher nach Anwendung als Beizmittel die Wurzeln besiedelt und die pflanzeigenen Abwehrkräfte der Kartoffel gegenüber bodenbürtigen Krankheitserregern steigern soll. Nach dreijähriger Prüfung des Mittels konnte keine statistisch gesicherte Wirkung auf den Ertrag und mit einer Ausnahme auch auf den Krankheitsbefall nachgewiesen werden. Einheitliche Tendenzen über alle drei Prüfjahre waren jedoch erkennbar:

Der Knollenertrag der Sorte Ditta mit Proradixbehandlung lag in allen Jahren geringfügig unter der Kontrollvariante Ditta ohne Proradix (Mittelwert über die Versuche A bis C: 13,2 dt/ha). Der berechnete Indexwert, d.h. der Krankheitsbefall mit *Rhizoctonia* und Gew. Schorf der Knollen, war hingegen in allen drei Versuchen bei der mit Proradix gebeizten Ditta etwas geringer. Die antagonistische Wirkung gegen *Streptomyces scabies*, dem Erreger des Kartoffelschorfs, war dabei deutlicher erkennbar als gegen *Rhizoctonia solani*. Die Proradixbehandlung brachte im Mittel der Versuche einen um 9 % höheren Anteil an gesunden bzw. schwach mit Gew. Schorf befallenen Knollen. Im Versuch B war dieser Unterschied statistisch signifikant.

Versuche mit Proradix in Deutschland erbrachten sehr divergierende Ergebnisse. Bei zwei Tests wurde keine Ertragssteigerung erreicht, bei einem Versuch in Norddeutschland konnten dagegen teilweise signifikante Mehrerträge nach Proradixbehandlung erzielt werden. Bei der Regulierung von *Rhizoctonia* mit Proradixbeizung wurden sowohl positive Wirkungen als auch keine befallsmindernden Effekte festgestellt (Karalus 2003, 26; Paffrath et al. 2003, 95; Schleuß 2005, 153).

## **Einfluss der Fruchtfolgevarianten auf den Ertrag von Winterweizen nach Kartoffel**

Kartoffel ist im allgemeinen eine gute Vorfrucht für Winterweizen. Sie fördert den Strukturzustand des Bodens und wird, wie auch in den Versuchen A und B, häufig mit größeren Mengen an organischem Wirtschaftsdünger versorgt. Vor allem im Versuch B wurden gute Winterweizenerträge mit Rohproteinerträgen von über 12 % geerntet. Die günstigen Witterungsbedingungen im Jahr 2005 und die gute Nährstoffversorgung (auch über hohe Stallmistkompostgaben zur Kartoffel) waren dafür ausschlaggebend. Im Versuch A waren die Erträge etwas geringer, aber vor allem der Rohproteingehalt war im Bereich von 10,5 bis 11,5 % in Abhängigkeit der Fruchtfolgevarianten nicht zufriedenstellend. Winterweizen hat einen hohen Stickstoffbedarf und steht daher häufig direkt nach Futter- und Körnerleguminosen. In der geprüften Fruchtfolgegestaltung sind gute Erträge in gewünschter Qualität nicht immer zu garantieren.

Andererseits wurden im Herbst nach dem Kartoffelanbau in beiden Versuchen, sehr hohe  $N_{\min}$ -Gehalte im Boden festgestellt. Winterweizen kann diesen Stickstoff wegen der geringen Wurzelentwicklung im Herbst nicht gut nutzen (Herrmann & Plakolm, 1993, 184). Im Frühjahr standen dem Winterweizen nur mehr geringe Stickstoffmengen zur Verfügung. Der Verbleib des Stickstoffs über die Wintermonate ist daher zu prüfen.

Die Unterschiede zwischen den Fruchtfolgevarianten in Bezug auf die Weizenqualität (Rohproteingehalt) waren gering und nicht abzusichern. Beim Weizenertrag hatte die Variante F 2 (Erbse + ZF) im Versuch A und im Versuch B nach Ditta mit Proradix, wie bei den Kartoffelerträgen, auch beim Winterweizen Vorteile, jedoch nicht statistisch gesichert. Die Speicherung von Stickstoff in der oberirdischen Biomasse der gut entwickelten Zwischenfrucht dürfte für eine kontinuierliche Stickstoffbereitstellung bis zur zweiten Nachfrucht Winterweizen gesorgt haben. Die Ergebnisse nach Ditta im Versuch B wichen dagegen, wie schon bei den Kartoffelerträgen, von diesem Trend ab. Aufgrund der mit Hafer und Erbsen sehr unterschiedlichen Vorvorfrüchte wurden größere Differenzen erwartet, wobei die guten Standortbedingungen zu berücksichtigen sind.

## **Nährstoffbilanzen und Einfluss der Fruchtfolgevarianten auf die Boden-N-Dynamik**

Die Vorfrucht Futtererbse hinterließ aufgrund ihrer Luftstickstoffbindung deutlich mehr Stickstoff für die Nachfrucht als Hafer, auch wenn der mit den Erbsenkörnern vom Feld abtransportierte Stickstoff in etwa der gesamt-pflanzlich fixierten Stickstoffmenge entspricht (Freyer et al. 2005, 129). Mit dem Zwischenfruchtgemenge der Variante F 2 nach Erbse gelang in allen Versuchen eine bedarfsangepasste Stickstoffversorgung für die nachfolgende Kartoffel. Mit dem geringen Aufwuchs der Ausfallerbse konnte der Stickstoff für die Nachfrucht auf dem guten Versuchsstandort nicht in dem Ausmaß wie bei der Variante F 2 gebunden und bereitgestellt werden. Mit einer gut entwickelten Kleeuntersaat in Getreide ist eine  $N_2$ -Fixierung bis 70 kg/ha möglich (Kolbe et. al. 2004, 10), was mit der Variante F 4 (Hafer mit Untersaat Weißklee) nur im Versuch A erreicht wurde. Vor dem Legen der Kartoffel wurden in allen Fruchtfolgevarianten mit Ausnahme im Versuch B ähnlich hohe  $N_{\min}$ -Werte und mikrobielle Stickstoffgehalte festgestellt. Möller et al. (2003, 43-45) weisen darauf hin, dass jedoch mit den  $N_{\min}$ -gehalten im Frühjahr aufgrund vielfältiger Einflussfaktoren keine sichere Aussage über den weiteren Verlauf der Mineralisation getroffen werden kann.

Ob im Herbst nach Kartoffel hohe Nitratgehalte im Boden auftreten, hängt vom Ausreifungsgrad des Kartoffelbestandes (bei früher Abreife bleibt mehr Stickstoff im Kraut), einem frühen Erntetermin und der damit verbundenen Bodenbearbeitung und der zeitgerechten Nährstoffbereitstellung aus einer organischen Düngung zum Kartoffelanbau

ab. Die hohen Nitratgehalte unter Winterweizen im Herbst im Versuch A und B können mit diesen Faktoren begründet werden. Bei Versuchen in Deutschland wurden verschiedene Strategien zur Bindung des Stickstoffs nach Kartoffel geprüft. Diese reichen von Untersaaten in Kartoffeln (Haas 2002, 105-112), den Anbau von Zwischenfrüchten vor dem Winter- und Sommerweizenanbau bis zu frühen Saatterminen von Wintergetreide (Reents und Möller 1999, 213-222). Es konnten die Nitratgehalte mit diesen Strategien verringert werden, jedoch ist eine weitere Optimierung des Systems Untersaaten notwendig bzw. hatte die geprüfte Senfzwischenfrucht negative Auswirkungen auf den Ertrag und die Qualität von Winterweizen.

### **Wirtschaftlichkeit der Fruchtfolgevarianten**

Bekannt ist, dass der Kartoffel- und Winterweizenanbau große wirtschaftliche Bedeutung innerhalb des biologischen Landbaus einnimmt. Aufgrund der preislichen Differenzierung in Proteingehaltsklassen haben Unterschiede im Ertrag und der Qualität bei Winterweizen große Auswirkung auf die Höhe des Deckungsbeitrages. So betrug die Schwankungsbreite zwischen dem geringsten und höchsten Winterweizendeckungsbeitrag in den Fruchtfolgevarianten der Versuche A und B 1207 €. Bei Speisekartoffeln ist für einen guten Deckungsbeitrag ein entsprechender Ertrag in der gewünschten Sortierung mit einem hohen Anteil an gesunden Knollen anzustreben. Im Versuch A bei ungünstigen Witterungsbedingungen im Kartoffelanbaujahr 2003 wirkte sich der Einfluss der guten Zwischenfrucht (F 2) und Untersaat (F 4) auch deutlich auf den Deckungsbeitrag der Kartoffel aus. Bei den weiteren Versuchen B und C wurde die günstige Wirkung des Zwischenfruchtgemenges (F 2) auf den Krankheitsbefall und den Ertrag durch durchgehend hohe Deckungsbeiträge bei der Kartoffel bestätigt.



## 6 Schlussfolgerungen und Ausblick

Untersuchungen zu Auswirkungen von Vorfrüchten auf die Kartoffelgesundheit haben bisher keine einheitlichen Ergebnisse geliefert. Zwar konnten in den hier präsentierten Ergebnissen ebenso nur vereinzelt statistisch abgesicherte Effekte ermittelt werden. Die einheitlichen Tendenzen über alle Versuche lassen jedoch in der Zusammenschau mit den umfangreichen Beobachtungen über vier Jahre und Hinweisen aus der Literatur eindeutige Schlussfolgerungen zu. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass neben der Interpretation der Einzelwirkungen von Maßnahmen, die Gesamtwirkungen innerhalb eines Fruchtfolgeglieders zu bewerten sind, d.h. Erträge, Pflanzengesundheit, Stickstoffdynamik und Wirtschaftlichkeit:

Etablierung von Zwischenfrüchten auf Standorten mit einer begrenzten Zwischenfruchtanbauperiode:

- Das Gemenge aus Senf, Phacelia und Ausfallerbse hat sich unter den gegebenen Standortbedingungen mit oft kurzer Wachstumszeit aufgrund seines guten Aufgangs und seiner schnellen Entwicklung als sichere Zwischenfrucht erwiesen. Die Etablierung der Weißkleeuntersaat in Hafer ist unsicher und von den Witterungsbedingungen und der Entwicklung der Deckfrucht abhängig. Eine geringe Bestandesdichte der Deckfrucht und eine frühe Einsaat ist anzustreben. Die Entwicklung der Ausfallerbse war von den speziellen Bedingungen eines Exaktversuches beeinträchtigt (inhomogene Auflaufbedingungen aufgrund der schwierigen Bearbeitung kleiner Versuchspartellen, wie beim Häckseln des Erbsenstrohs oder beim Grubbern), wobei ein entsprechendes Wachstum aber auch unter Praxisbedingungen nicht immer gewährleistet ist.

Ertragswirkung von unterschiedlichen Vorfrucht-Zwischenfrucht-Kombinationen auf die nachfolgende Kartoffel:

- Mit der Vorfrucht Erbse und dem nachfolgenden Zwischenfruchtgemenge (F 2: Erbse + Zwischenfruchtgemenge aus Senf, Phacelia und Ausfallerbse) wurde über alle drei Prüffahre die höchste und sicherste Wirkung auf den Kartoffelknollenertrag erzielt. Verantwortlich dafür war der hohe Biomasseertrag des Zwischenfruchtgemenges mit einer entsprechenden Stickstoffkonservierung für die Folgefrucht Kartoffel. Auf Standorten mit hoher Stickstoffversorgung und -nachlieferung und mit kurzer Vegetationszeit für die Zwischenfrucht ist diese Vorfrucht-Zwischenfrucht-Kombination zu empfehlen.

Auf Standorten mit einer knappen Stickstoffversorgung und -nachlieferung ist vor dem Anbau von Kartoffeln im Hinblick auf den Ertrag die Vorfrucht Erbse und eine legume Zwischenfrucht oder eines Gemenges mit hohem Leguminosenanteil einer Vorfrucht Hafer mit Weißkleeuntersaat, aufgrund der unsicheren Entwicklung der Untersaat, vorzuziehen. Bei später Aussaat der Zwischenfrucht kann ein Gemengeanteil von nichtlegumen Zwischenfrüchten, wie Phacelia, Senf oder Ölrettich, einen raschen Aufgang gewährleisten und zu einer hohen Grünmassebildung beitragen.

Phytopathogene Wirkung von unterschiedlichen Vorfrucht-Zwischenfrucht-Kombinationen auf die nachfolgende Kartoffel:

- Eine befallsmindernde Wirkung der Haupt- und Zwischenfrüchte vor Kartoffel auf *Rhizoctonia* und Gew. Schorf dürfte von höheren Mengen an in den Boden eingebrachter und leicht abbaubarer Pflanzenmasse (niedriges C/N-Verhältnis) ausgehen und auf dem legumigen Stickstoff beruhen. Beide Faktoren regen die Umsetzungsvorgänge im Boden an und stimulieren somit die Antagonisten der beiden Krankheiten (das antiphytopathogene Potential).  
Beide Voraussetzungen wurden von der Fruchtfolgevariante Erbse mit Zwischenfrucht (F 2) mit geringen Befallsindices in allen Versuchen am besten unter Beweis gestellt.
- Die dem Hafer in der Literatur zugesprochene Verminderung des *Rhizoctonia*-Befalls konnte nicht bestätigt werden. Ein reduzierter Krankheitsbefall, sowohl mit *Rhizoctonia* als auch mit Gew. Schorf, wurde nur in Verbindung mit einer gut entwickelten Untersaat (Versuch A: 24,7 dt/ha TM Weißklee) erreicht.

Wirtschaftlichkeit der Fruchtfolgeglieder:

- Die Untersuchung der Wirtschaftlichkeit bestätigt die Ertrags- und Qualitätssicherung mit der Variante F 2 (Erbse + ZF) durch im Vergleich zu den anderen Fruchtfolgevarianten durchgehend guten Deckungsbeiträgen der Kartoffel inkl. der Einbeziehung der für die Zwischenfrucht entstehenden Kosten.

Aus den Untersuchungen kann vorläufig der Schluss gezogen werden, dass die Körnerleguminose Erbse mit einer nachfolgenden nicht-legumigen / legumigen Zwischenfrucht einen tendenziell mindernden Befall von *Rhizoctonia* und Gew. Schorf bewirkt. Auch pflanzenbaulich und ökonomisch ist diese Variante als vorteilhaft anzusehen. Darüber hinaus kann vermutet werden, dass bei einer besseren Etablierung der Ausfallersbse im Zwischenfruchtgemenge das Ergebnis noch besser ausfallen würde.

Wirkung des Pflanzenstärkungsmittels:

- Eine befallsmindernde Wirkung einer Proradixbehandlung des Pflanzguts auf den Knollenertrag und den Krankheitsbefall (*Rhizoctonia*., Gew. Schorf) konnte nicht abgesichert werden. In der Tendenz wurde ein etwas geringerer Ertrag, aber auch ein geringerer Krankheitsbefall gemessen. Das Pflanzenstärkungsmittel kann daher unter den angegebenen Bedingungen einen Beitrag zur Qualitätssicherung leisten.

Wirkung der Fruchtfolgevarianten auf die zweite Nachfrucht Kartoffel, Boden N-Dynamik des Fruchtfolgeausschnitts:

- Ein unterschiedlicher Einfluss der Fruchtfolgevarianten auf den Ertrag und die Qualität der zweiten Nachfrucht Winterweizen konnte statistisch nicht abgesichert werden. Wesentlich für die Entwicklung des Winterweizens ist die Nutzung des nach Ernte der Kartoffel verbliebenen Reststickstoffs. Die Untersuchungen zur N-Dynamik ( $N_{\min}$ -Gehalte über den geprüften Fruchtfolgeausschnitt – eine ergänzende Untersuchung im Kontext mit der zentralen Forschungsfrage zur Kartoffelgesundheit) zeigen, dass der Verlauf der N-Aufnahme nach Kartoffeln einer detaillierten Analyse bedarf. Vor allem eine frühzeitige Abreife des Kartoffelkrauts und eine zu späte Nährstoffbereitstellung für die Kartoffel kann zu hohen Gehalten an pflanzenverfügbarem Stickstoff im Boden nach der Ernte führen, welche der folgende Winterweizen im Herbst nicht nutzen kann. Derzeit besteht ein Erklärungsbedarf für den Verbleib von ca. 50 kg N/ha über das Winterhalbjahr, der nach Kartoffeln entweder ausgewaschen, denitrifiziert, vom Winterweizen aufgenommen oder im Boden gespeichert wird.

Aus den Ergebnissen des Projekts und unter Einbeziehung bisher vorliegender Ergebnisse aus der Literatur sind folgende zukünftige Forschungsansätze von Relevanz (eher ertragsschwacher Standort, eher kurze Vegetationsperiode):

- Zwischenfrucht: Senf- und/oder Leguminoseneinsaat (Lupine, Ackerbohne, Sommerwicke) zur Ausfallerbse, Überprüfung einer ausschließlichen Senfgründung auf die nachfolgende Kartoffel sowie Beimengung von Hafer/Roggen in die Zwischenfrucht
- N-Dynamik nach Kartoffeln resp. der Folgekultur auf lehmig, sandigen Standorten
- Strategien zur Bindung des Stickstoffs nach Kartoffeln (z. B.: mit Zwischenfrüchten oder der Einsaat von Untersaaten in Kartoffeln)
- Überprüfung weiterer alternativer Pflanzgutbehandlungsmittel

Darüber hinaus sind entsprechende Fruchtfolgeschemata zur Verbesserung der Kartoffelgesundheit unter anderen Standortbedingungen (vor allem bezüglich Nährstoffversorgung und Bodenart, aber auch betreffend Witterungsbedingungen und Krankheits- und Schädlingsauftreten) zu überprüfen.

## 7 Literatur

- Ackerl, J. (2006): Persönliche Mitteilung am 19.04.2006.
- AGES (2004): Österreichische beschreibende Sortenliste 2004, Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21 / 2004 der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Wien.
- AGES (2005): Österreichische beschreibende Sortenliste 2005. Landwirtschaftliche Pflanzenarten. Schriftenreihe 21 / 2005 der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Wien.
- Banville, G.J., Carling, D.E. und Otrysko, B.E. (1996): Rhizoctonia disease on potato. 321-330. In: B. Sneh et al. (eds.): Rhizoctonia Species: Taxonomy, Molecular Biology, Ecology, Pathology and Disease Control by Kluwer Academic Publishers.
- BMLFUW - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2002): Standarddeckungsbeiträge und Daten für die Betriebsberatung im Biologischen Landbau 2002/03. Wien: Selbstverlag.
- BMLFUW (2004): Grüner Bericht 2004 – Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft im Jahre 2003. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft, Wien.
- BMLFUW (2005): Grüner Bericht 2005. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft, Wien.
- Böhm, H. (2002): Bodenseparierung mit integriertem Zwischenfruchtanbau und variiertes organischer Düngung im ökologischen Kartoffelbau. In: H.J. Reents (Hrsg.): Beitr. 6 Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Freising-Weihenstephan, 269-272, Berlin: Dr. Köster.
- Brookes, P. C., Landman, A., Pruden, G., and Jenkinson, D. S. (1985): Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: A rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. Soil Biol. Biochem. 17, 837-842.
- Bundesamt für Ernährungssicherheit (2004): Sorten- und Saatgutblatt 2004. 12. Jahrgang, Sondernummer 17. Schriftenreihe 11 – 2004.
- Frank, J.A. und Murphy, H.J. (1977): The effect of crop rotations on *Rhizoctonia* disease of potatoes. Am. Potato J. 5, 315-322. Zitiert in Keller, E. R., Hanus, H. und Heyland, K.-U. (1999): Handbuch des Pflanzenbaus 3. Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Freyer, B. (2003): Fruchtfolgen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Freyer, B., Pietsch, G., Hrbek, R. und Winter, S. (2005): Futter und Körnerleguminosen im biologischen Landbau. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf.
- Gudmestad, N.C. (2005): *Rhizoctonia* canker of potato. Entnommen am 28.01.2005 aus: <http://www.ndsu.nodak.edu/instruct/gudmesta/lateblight/rhizoctext.html>
- Haas, G. (2003): Untersaaten in Kartoffeln: Sonnenblume, Mais oder Gelbsenf. In: Dokumentation – 10 Jahre Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Landwirtschaftliche Fakultät. S. 105-112.
- Herrmann, G. und Plakolm, G. (1993): Ökologischer Landbau, Grundwissen für die Praxis. Verlagsunion Agrar.
- Hoffmann, G. M. und Schmutterer, H. (1999): Parasitäre Krankheiten und Schädlinge an landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Johnson, S. B. und Leach S. S. (2006): Rhizoctonia Diseases on Potatoes. Aus: <http://www.umext.maine.edu/onlinepubs/htmpubs/2273.htm>.
- Kandeler, E. (1993): Bestimmung der Arginin-Desaminierung. In: F. Schinner, R. Öhlinger, E. Kandeler, and R. Margesin (Eds.), Bodenbiologische Arbeitsmethoden., 2 ed. Springer Berlin, p. 183-186.
- Karalus, W. und Grünbeck, A. (2003): Helfen Pflanzenstärkungsmittel gegen *Rhizoctonia*? In: Kartoffelbau, 1/2/2003 (54. Jg.), S 26-27.
- Insam, H., Parkinson, D., Domsch, K. H. (1989): Influence of macroclimate on soil microbial biomass. Soil Biol. Biochem. 21, 211-221.
- Keller, E. R., Hanus, H. und Heyland, K.-U. (1999): Handbuch des Pflanzenbaus 3. Knollen- und Wurzelfrüchte, Körner- und Futterleguminosen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Kolbe, H., Schuster, M., Hänsel, M., Grünbeck, A., Schließer, I., Köhler, A., Karalus, W., Krellig, B., Pommer, R. und Arp, B. (2004): Zwischenfrüchte im Ökologischen Landbau. Fachmaterial Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. Fachbereich Pflanzliche Erzeugung. Leipzig.

- Möller, K. und Reents, H. J. (1999): Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte nach Körnererbsen auf die Nitratgehalte im Boden und das Wachstum der Folgefrucht (Kartoffeln, Weizen). In: Hoffmann, H. und Müller, S. (Hrsg.): Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 23.-25. Februar 1999 in Berlin. Verlag Dr. Köster, Berlin, S.109-112.
- Möller, K., Kolbe, H. und Böhm, H. (Hrsg.) (2003): Handbuch Ökologischer Kartoffelbau. Österreichischer Agrarverlag.
- NÖS (2003): Saatkartoffeln aus Niederösterreich, Sortenkatalog 2003. Informationsbroschüre der Niederösterreichische Saatbaugenossenschaft., Meires.
- ÖKL - Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (2005): ÖKL-Richtwerte für die Maschinenselbstkosten 2005. Wien: Selbstverlag.
- ÖN L1091(1988): Chemische Bodenuntersuchungen - Bestimmung von mineralischem Stickstoff - Nmin-Methode.
- Paffrath, A., Leisen, E., Peine, A., Vorländer, Ch., Berg, M. und Neuhoff, D. (2003): Kartoffelanbau. In: Dokumentation – 10 Jahre Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Landwirtschaftliche Fakultät. S. 76-104.
- Paffrath, A. (2005): Einfluss von Ackerbohnen, Körnererbsen, Buschbohnen und Rotkleegrass auf die Folgefrucht Kartoffeln. In: In: Heß, J. u. Rahmann, G. (Hrsg.): Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau – Ende der Nische, 1.-4. März 2005 an der Universität Kassel. kassel university press GmbH, Kassel. S 39-42.
- Reents, H.J., Möller, K., v. Tucher, S. und M. Kainz (1997): Aspekte der Sortenwahl bei Kartoffeln für den ökologischen Landbau. In: Köpke, U. und Eisele J.-A. (Hrsg.): Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 3.-4. März 1997 an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 355-360.
- Reents, H.J. und K. Möller (1999): Strategies to avoid nitrate leaching after potato crops by applying different cultivation methods to the following cereals. In: Olesen, J.E., R. Eitun, M.J. Gooding, E.S. Jensen u. U. Köpke (Hrsg.): Proceedings from an international workshop "Designing and testing crop rotation for organic farming", S. 213-222.
- RWA Raiffeisen Ware Austria (2005): Schriftliche Mitteilung vom 20.10.2005.
- Samwel, M. (2006): Entnommen am 18.05.2006 aus: <http://www.umweltinstitut.org/frames/essen/kartoffel.htm>
- Schachtschabel, P., Blume, H.-P., Brümmer, G., Hartge, K.-H. und Schwertmann, U. (1992): Lehrbuch der Bodenkunde. 13. durchgesehene Auflage. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Schiessendoppler, E. und Cate P. (2002): Wichtige Krankheiten und Schädlinge der Kartoffel. Institut für Phytomedizin im Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, Wien.
- Schiessendoppler, E. (2003): Schriftliche Mitteilungen.
- Schleuß, U. und Böhm, H. (2005): Reduzierung von *Rhizoctonia solani* im ökologischen Kartoffelbau. In: Heß, J. u. Rahmann, G. (Hrsg.): Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau – Ende der Nische, 1.-4. März 2005 an der Universität Kassel. kassel university press GmbH, Kassel. S153-154.
- Schneeberger, W., Eder, M., Darnhofer, I., Walla, Ch. Und Zollitsch, W. (2005): Biologischer Landbau in Österreich. In: Ländlicher Raum. Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Jahrgang 2005.
- Stein-Bachinger, K., Bachinger, J. und Schmitt, L. (2004): Nährstoffmanagement im Ökologischen Landbau. Ein Handbuch für Beratung und Praxis. KTBL-Schrift 423. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt.
- Van Bruggen, A.H.C., Grünwald, N.J. und Bolda, M. (1996): Cultural methods and soil nutrient status in low and high input agricultural systems, as they affect *Rhizoctonia* species, 407-421. In: In: B. Sneh et al. (eds.): *Rhizoctonia* Species: Taxonomy, Molecular Biology, Ecology, Pathology and Disease Control by Kluwer Academic Publishers.
- Vance, E. D., Brookes, P. C., and Jenkinson, D. S. (1987): An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol. Biochem.* 19, 703-707.
- Wenzel, H. (1975): Die Bekämpfung des Kartoffelschorfs durch Kulturmaßnahmen. *Z. Pflanzenkrankh. Pflanzenschutz* 82, 410-440.

## 8 Anhang

### 8.1 Anhang A: Versuchspläne und weitere Versuchsergebnisse

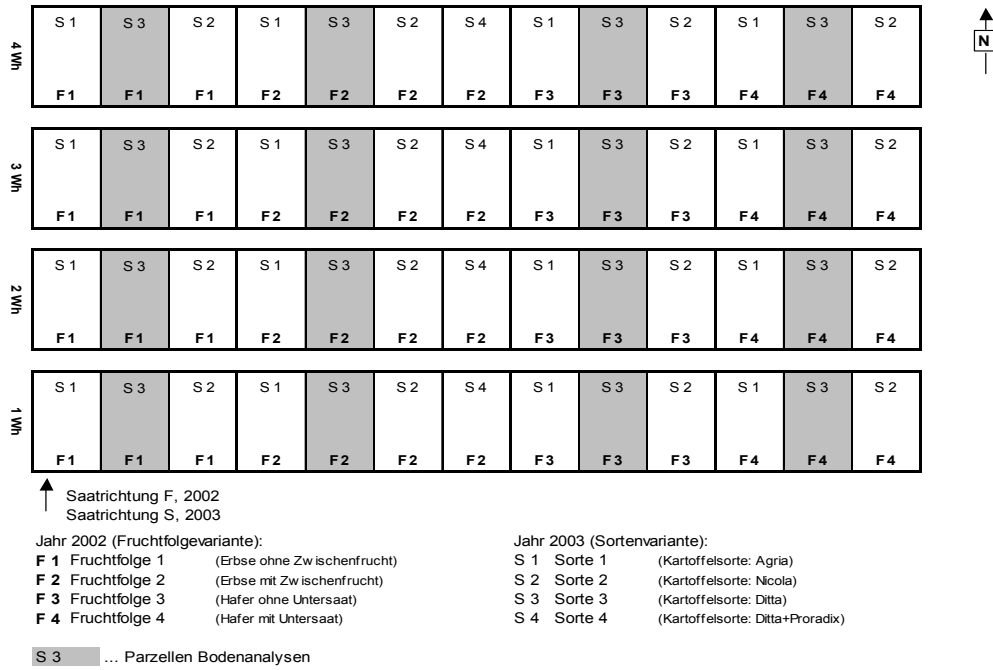


Abbildung 4: Plan Versuchsanlage A.

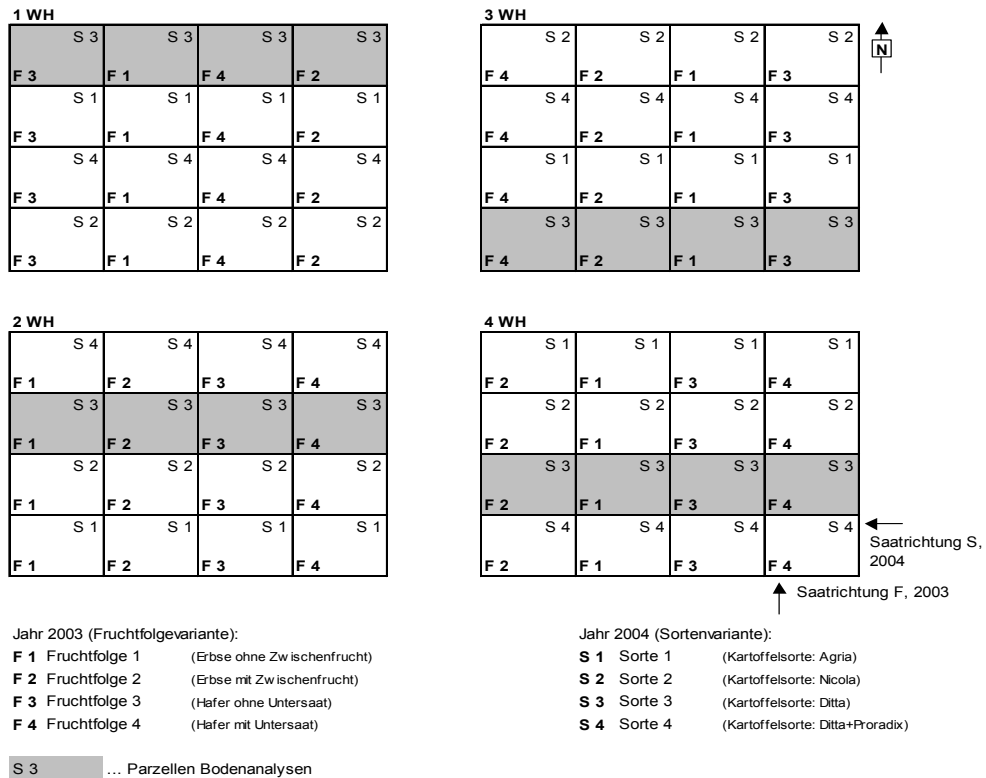


Abbildung 5: Plan Versuchsanlage B.

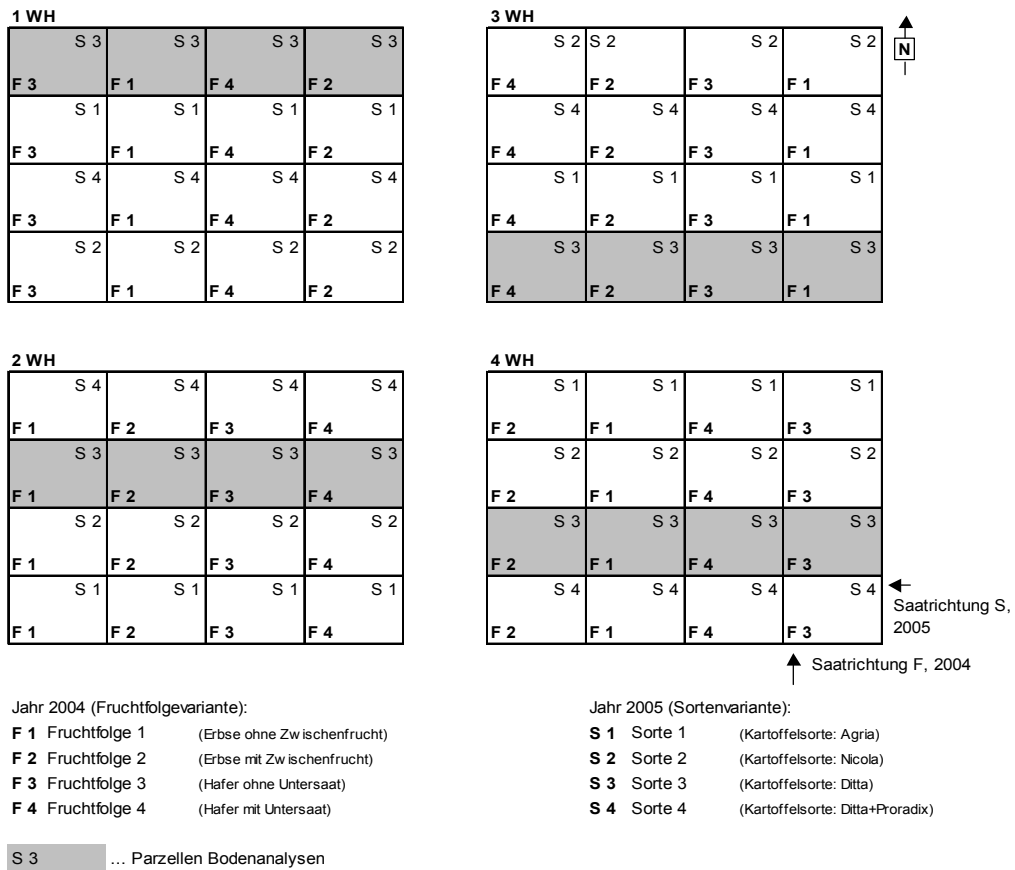
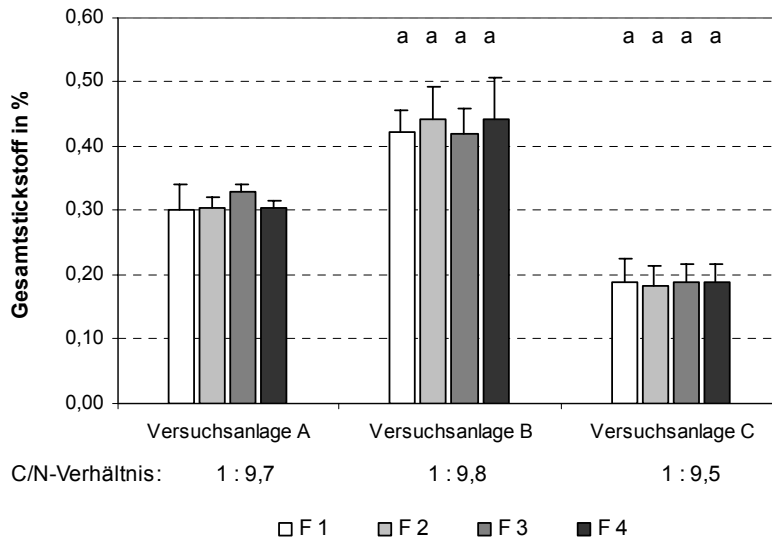


Abbildung 6: Plan Versuchsanlage C.



Legende: Fruchtfolgevarianten: F 1 Erbsen ohne ZF, F 2 Erbsen + ZF, F 3 Hafer ohne US, F 4 Hafer + US  
 T ... Fehlerindikatoren stellen die Standardabweichung dar; Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (Tukey-Test:  $P < 0,05$ ).

Abbildung 7: Gesamtstickstoffgehalte im Boden der Fruchtfolgevarianten F 1 bis F 4 - Versuchsanlagen A-C.

Tabelle 15: Krankheitsauftreten im Pflanzgut – Versuchsanlage A - C.

Versuch	Jahr	Sorte	<i>Rhizoctonia</i>		Gew. Schorf		Silberschorf	
			Befallsindex	% ges. Knollen*	Befallsindex	% ges. Knollen*	Befallsindex	% ges. Knollen*
A	2003	AGRIA	81	94	84	98	661	2
		NICOLA	153	82	128	90	1059	8
		DITTA	103	91	161	96	662	8
B	2004	AGRIA	171	96	111	95	482	22
		NICOLA	460	78	131	94	143	84
		DITTA	506	58	239	73	227	68
C	2005	AGRIA	118	91	155	99	390	43
		NICOLA	30	94	161	97	306	63
		DITTA	122	95	238	91	629	1

\*% ges. Knollen: gesunde und schwach befallene Knollen ( $\leq$  Befallsklasse 3 nach Demel/Wenzl) in %.

Tabelle 16: Auftreten von *Rhizoctonia* im Kartoffelbestand in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte – Versuchsanlagen A - C.

Versuch	Sorte	AGRIA		NICOLA		DITTA		DITTA + Proradix		MW Fruchtfolge		
		Befallsindex	Stw	Befallsindex	Stw	Befallsindex	Stw	Befallsindex	Stw	Befallsindex	Stw	%
A	F 1	10	3	27	9	22	12			<b>19</b>	11	114
	F 2	13	13	21	10	8	6	23	9	<b>14</b>	11	80
	F 3	13	5	24	12	21	11			<b>19</b>	10	111
	F 4	6	4	21	19	22	21			<b>16</b>	17	95
	MW Sorte	<b>10</b>	7	<b>23</b>	12	<b>18</b>	13			<b>17</b>		100
B	F 1	57	a 20	86	a 35	77	a 12	81	a 23	<b>75</b>	24	104
	F 2	53	a 11	65	a 16	69	a 5	64	a 26	<b>63</b>	16	87
	F 3	63	a 11	91	a 15	76	a 12	84	a 24	<b>78</b>	18	109
	F 4	71	a 19	68	a 11	77	a 25	76	a 20	<b>73</b>	18	101
	MW Sorte	<b>61</b>	16	<b>77</b>	22	<b>75</b>	14	<b>76</b>	23	<b>72</b>		100
ns												
C	F 1	131	a 13	85	a 26	118	a 24	106	a 35	<b>110</b>	24	105
	F 2	115	a 25	61	a 18	121	a 16	96	a 20	<b>98</b>	16	94
	F 3	106	a 13	74	a 19	147	a 22	109	a 23	<b>109</b>	18	105
	F 4	100	a 30	81	a 16	116	a 12	106	a 33	<b>101</b>	18	97
	MW Sorte	<b>113</b>	23	<b>75</b>	20	<b>126</b>	20	<b>103</b>	24	<b>104</b>		100
		a		b		a		ab				

Legende: Fruchtfolgevarianten: F 1 Erbse ohne ZF, F 2 Erbse + ZF, F 3 Hafer ohne US, F 4 Hafer + US.  
Stw...Standardabweichung; Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant, ns...keine signifikanten Unterschiede zwischen den Mittelwerten (Test: Tukey/Tukey-Kramer,  $P < 0,05$ ).



**Tabelle 17: Auftreten von schweren Virose, Bestandesentwicklung und Blattverluste durch Kartoffelkäfer – Versuchsanlage A, Kartoffel Jahr 2003.**

Sorte	Fruchtfolge-variante	Bonitur: 10.06.03	Bonitur: 14.07.03		Bonitur: 30.07.03	
		Schwere Virose (%)	Entwicklungs- stadium (Code)	Kartoffelkäfer Blattverlust (%)	Entwicklungs- stadium (Code)	Kartoffelkäfer Blattverlust (%)
AGRIA	F 1	2	81-83	65	87	> 90
	F 2	3	81	23	87	> 90
	F 3	6	83	12	85	93
	F 4	2	80	6	85	88
NICOLA	F 1	17	83-85	28	87-89	n.a.
	F 2	22	81-83	23	87-89	n.a.
	F 3	25	83-85	13	87-89	n.a.
	F 4	19	81	10	<u>87</u> *-89	n.a.
DITTA	F 1	24	83-85	65	<u>87-89</u>	n.a.
	F 2	22	81-83	13	87-89	n.a.
	F 3	25	85-87	19	<u>87-89</u>	n.a.
	F 4	28	79	15	87-89	n.a.
DITTA + P	F 2	31	85	19	87-89	n.a.

Legende: Fruchtfolgevarianten: F 1 Erbse ohne ZF, F 2 Erbse + ZF, F 3 Hafer ohne US, F 4 Hafer + US.

\*...unterstrichener Code: der Großteil der Kartoffelstauden befindet sich in diesem Entwicklungsstadium.

Definition Endwicklungsstadien: siehe Tabelle 32 im Anhang B.

**Tabelle 18: Bestandesentwicklung, Auftreten von Krautfäule und Blattflächenverluste durch Kartoffelkäfer – Versuchsanlage B, Kartoffel Jahr 2004.**

Sorte	Fruchtfolge-variante	Bonitur: 22.07.04			Bonitur: 03.08.04		
		Entwicklungs- stadium (Code)	Krautfäule Blattbefall (in %)	Kartoffelkäfer Blattflächen- verlust (in %)	Entwicklungs- stadium (Code)	Krautfäule Blattbefall (in %)	Kartoffelkäfer Blattflächen- verlust (in %)
AGRIA	F 1	65	16,8	1,3	81	69,5	1,3
	F 2	65	17,8	1,1	81	65,8	1,4
	F 3	65	20,0	1,3	81	66,0	1,4
	F 4	65	9,3	0,8	81	61,5	0,9
NICOLA	F 1	65	7,5	1,6	81	58,5	1,9
	F 2	65	7,8	1,5	81	49,5	1,6
	F 3	65	6,3	1,3	81	52,5	1,3
	F 4	65	4,6	0,9	81	53,3	1,4
DITTA	F 1	65	9,5	0,7	81	63,0	0,7
	F 2	65	12,0	0,3	81	63,3	0,4
	F 3	65	6,5	0,6	81	60,0	0,8
	F 4	65	11,8	0,5	81	64,5	0,5
DITTA + Proradix	F 1	65	7,0	0,6	81	59,0	0,8
	F 2	65	4,8	0,4	81	56,5	0,7
	F 3	65	6,5	0,7	81	59,3	1,3
	F 4	65	1,9	0,5	81	50,0	0,9

Legende: Fruchtfolgevarianten: F 1 Erbse ohne ZF, F 2 Erbse + ZF, F 3 Hafer ohne US, F 4 Hafer + US.

Definition Endwicklungsstadien: siehe Tabelle 32 im Anhang B.

**Tabelle 19: Bestandesentwicklung und Auftreten von Krautfäule und Alternaria – Versuchsanlage C, Kartoffel Jahr 2005.**

Sorte	Fruchtfolgevariante	Bonitur: 29.07.05			Bonitur: 11.08.05	
		Entwicklungsstadium (Code)	Krautfäule Blattbefall (in %)	Alternaria Blattbefall (in %)	Entwicklungsstadium (Code)	Krautfäule Blattbefall (in %)
AGRIA	F 1	81	4,3	11,3	<u>82</u> -83	23,5
	F 2	81	0,6	9,8	<u>82</u> -83	18,5
	F 3	81	0,8	8,3	82	20,8
	F 4	81	1,3	8,0	82	20,8
NICOLA	F 1	<u>81</u> *-82	0,2	8,1	83- <u>86</u>	2,1
	F 2	<u>81</u> -82	0,3	4,3	83-85	3,0
	F 3	<u>81</u> -82	0,3	5,9	83- <u>86</u>	1,6
	F 4	<u>81</u> -82	0,9	1,8	83- <u>85</u>	5,9
DITTA	F 1	78-79/80	1,9	1,3	81-82	18,3
	F 2	78-79/80	3,7	1,0	81-82	19,3
	F 3	78-79/80	3,7	1,0	81-83	23,5
	F 4	78-79/80	0,9	1,0	81-82	12,1
DITTA + Proradix	F 1	<u>79-79/80</u>	2,2	1,3	<u>81</u> -83	18,8
	F 2	<u>79-79/80</u>	0,7	1,1	81-82	15,3
	F 3	<u>79-79/80</u>	0,3	1,0	81- <u>82</u>	8,8
	F 4	<u>79-79/80</u>	0,3	1,0	81-82	10,0

Legende: Fruchtfolgevarianten: F 1 Erbse ohne ZF, F 2 Erbse + ZF, F 3 Hafer ohne US, F 4 Hafer + US.

\*...unterstrichener Code: der Großteil der Kartoffelstauden befindet sich in diesem Entwicklungsstadium.

Definition Entwicklungsstadien: siehe Tabelle 32 im Anhang B.

**Tabelle 20: Sortierung der Kartoffelknollen (in %) in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte – Versuchsanlagen A – C.**

Versuch	Sorte	AGRIA			NICOLA			DITTA			DITTA + Proradix			MW Fruchtfolge			
		Fruchtfolgevariante	<35 mm	35-60 mm	>60 mm	<35 mm	35-60 mm	>60 mm	<35 mm	35-60 mm	>60 mm	<35 mm	35-60 mm	>60 mm	<35 mm	35-60 mm	>60 mm
A	F 1		11	87	2	29	70	0	29	71	1				23	76	1
	F 2		6	90	5	23	76	0	15	84	1	18	81	1	14	83	2
	F 3		8	87	5	29	70	0	22	78	0				20	78	2
	F 4		5	88	7	20	80	0	14	85	1				13	84	3
	MW Sorte		7	88	5	25	74	0	20	79	1				18	81	2
B	F 1		3	50	46	5	70	25	4	74	22	5	79	16	4	68	27
	F 2		2	49	49	5	63	31	3	73	24	3	75	22	4	65	31
	F 3		2	48	51	4	66	30	3	72	25	4	74	21	3	65	32
	F 4		2	49	49	5	65	30	4	74	22	5	80	15	4	67	29
	MW Sorte		2	49	49	5	66	29	4	73	23	4	77	19	4	66	30
C	F 1		1	74	25	13	84	4	4	77	19	5	83	12	6	79	15
	F 2		2	69	30	10	87	2	5	75	20	5	82	12	6	78	16
	F 3		2	75	23	13	86	1	4	80	16	5	79	17	6	80	14
	F 4		2	73	25	9	87	4	5	82	13	7	81	12	6	80	14
	MW Sorte		2	72	26	11	86	3	5	78	17	6	81	13	6	80	15

Legende: Fruchtfolgevarianten: F 1 Erbse ohne ZF, F 2 Erbse + ZF, F 3 Hafer ohne US, F 4 Hafer + US.

**Tabelle 21: TS-Gehalt, Rohertrag und Nitratgehalt der Kartoffelknollen in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte – Versuchsanlagen A – C, Sorte Ditta (S 3).**

Versuch	Erntejahr	Fruchtfolge- variante	Gehalt Trocken- substanz (%)		Stw		Rohertrag dt/ha		Stw		Gehalt Nitrat (mg/kg FS)		Stw	
A	2003	F 1	21,3		0,8		204,5		9		79		26	
		F 2	20,3		0,8		264,8		24		100		19	
		F 3	21,6		1,1		215,8		27		75		5	
		F 4	20,8		1,6		263,5		50		199		30	
B	2004	F 1	19,6	a	1,0		347,0	ab	33		109	a	38	
		F 2	20,4	a	2,1		319,9	ab	16		98	a	41	
		F 3	20,4	a	1,6		352,5	a	13		84	a	20	
		F 4	21,0	a	0,2		314,8	b	19		75	a	37	
C	2005	F 1	19,4	a	1,2		405,7	a	40		66	a	16	
		F 2	18,1	b	1,0		419,5	a	33		69	a	15	
		F 3	18,8	ab	1,1		392,0	a	20		70	a	37	
		F 4	19,6	a	0,7		374,1	a	17		50	a	16	

Legende: Fruchtfolgevarianten: F 1 Erbse ohne ZF, F 2 Erbse + ZF, F 3 Hafer ohne US, F 4 Hafer + US.  
Stw...Standardabweichung; Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant, (Tukey-Test:  $P < 0,05$ ).

**Tabelle 22: Befall der Kartoffelknollen mit Silberschorf in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte (Versuchsanlage B und C, Boniturtermin Lagerung Nov./Dez.).**

Versuch	Sorte Frucht- folge	AGRIA*		NICOLA		DITTA		DITTA + Proradix		MW Fruchtfolge		
		Befalls- index	Stw	Befalls- index	Stw	Befalls- index	Stw	Befalls- index	Stw	Befalls- index	Stw	%
B	F 1			530	28	573	78	554	19	<b>553</b>	48	100
	F 2			504	39	561	97	541	69	<b>535</b>	55	97
	F 3			516	35	578	19	554	43	<b>549</b>	40	100
	F 4			539	37	607	28	552	25	<b>566</b>	41	103
	MW Sorte			<b>522</b>	34	<b>580</b>	60	<b>550</b>	39	<b>551</b>		100
C	F 1			539	55	559	85	639	3	<b>579</b>	68	100
	F 2			529	103	574	68	644	7	<b>583</b>	84	100
	F 3			521	58	557	28	646	25	<b>575</b>	67	99
	F 4			547	45	560	36	652	10	<b>586</b>	58	101
	MW Sorte			<b>534</b>	63	<b>562</b>	51	<b>645</b>	13	<b>581</b>		100

Legende: Fruchtfolgevarianten: F 1 Erbse ohne ZF, F 2 Erbse + ZF, F 3 Hafer ohne US, F 4 Hafer + US.  
\*...Die Sorte Agria konnte aufgrund eines starken Befalls mit Gew. Schorf nicht exakt bonitiert werden.

**Tabelle 23: Auftreten weiterer Krankheiten und Schädlinge (% befallene Knollen) im Versuch A nach der Ernte und während der Lagerung.**

Schädling/ Krankheit										
	Erdräupe	Drahtwurm	Ringnekrose (Ernte, Aug. 03)	Ringnekrose (Lagerung, Nov. 03)	Nabelendfäule (Lagerung, März 04)	Trockenfäule (Lagerung, März 04) ≤ 10 % der Kn.*	Trockenfäule (Lagerung, März 04) 11-20 % der Kn.	Trockenfäule (Lagerung, März 04) ganze Knolle		
Sorte										
AGRIA (F 1 - F 4)	0,2	0,1	0,0	0,0	0,5	0,8	0,0	0,3		
NICOLA (F 1 - F 4)	0,5	0,4	3,9	3,8	7,8	0,3	0,3	0,0		
DITTA (F 1 - F 4)	0,6	0,6	1,7	4,3	5,5	1,3	0,0	0,0		
DITTA+P (nur F 2)	0,6	0,4	3,2	7,8	1,8	0,0	0,0	0,0		

Legende: Kn.\*...Knollenoberfläche

**Tabelle 24: Auftreten weiterer Krankheiten und Schädlinge (% befallene Knollen) im Versuch B nach der Ernte und während der Lagerung.**

Schädling/ Krankheit										
	Erdräupe	Drahtwurm	Ringnekrose (Ernte, Sept. 04)	Ringnekrose (Lagerung, Nov. 04)	Nabelendfäule (Ernte, Sept. 04)	Nabelendfäule (Lagerung, März 05)	Trockenfäule (Lagerung, März 05) ≤ 10 % der Kn.*	Trockenfäule (Lagerung, März 05) 11-20 % der Kn.	Trockenfäule (Lagerung, März 05) ganze Knolle	
Sorte										
AGRIA (F 1 - F 4)	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	2,5	0,3	0,0	
NICOLA (F 1 - F 4)	0,2	0,2	0,6	0,3	0,1	2,0	5,8	0,0	0,0	
DITTA (F 1 - F 4)	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	1,0	3,5	0,0	0,0	
DITTA+P (F 1 - F 4)	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2	1,0	3,0	0,0	0,0	

Legende: Kn.\*...Knollenoberfläche

**Tabelle 25: Auftreten weiterer Krankheiten und Schädlinge (% befallene Knollen) im Versuch C nach der Ernte und während der Lagerung.**

Schädling/ Krankheit														
	Erdräupe	Drahtwurm	Knollenfäule (Ernte, Okt. 05)	Trockenfäule - Sekundärinfekt. (Ernte, Okt. 05)	Knollenfäule (Lagerung, Dez. 05)	Trockenfäule - Sekundärinfekt. (Lagerung, Dez. 05)	Nabelendfäule (Ernte, Okt. 05)	Nabelendfäule (Lagerung, Dez. 05)	Trockenfäule (Lagerung, Dez. 05) 0-100% der Kn.*	Trockenfäule (Lagerung, März 05) ≤ 10% der Kn.	Trockenfäule (Lagerung, März 05) 11-20% der Kn.	Trockenfäule (Lagerung, März 05) 21-50% der Kn.	Trockenfäule (Lagerung, März 05) 51-100% der Kn.	Knollenfäule (Lagerung, März 06)
Sorte														
AGRIA (F 1 - F 4)	0,1	0,3	0,3	0,0	0,6	0,5	0,1	0,1	1,5	2,8	0,3	0,0	0,0	0,0
NICOLA (F 1 - F 4)	0,2	0,2	1,5	0,0	2,9	1,9	0,1	0,2	1,5	3,0	0,3	0,3	3,0	2,0
DITTA (F 1 - F 4)	0,3	0,5	1,8	0,1	0,7	0,6	0,1	0,1	1,3	3,0	0,6	1,8	0,6	0,0
DITTA+P (F 1 - F 4)	0,5	0,4	1,1	0,1	0,3	0,1	0,4	0,0	1,7	3,1	0,8	0,0	1,3	1,5

Legende: Kn.\*...Knollenoberfläche

Tabelle 26: Nährstoffbilanzen für N, P und K in Abhängigkeit der Fruchtfolgevarianten (Versuchsanlagen A – C).

Versuch	Fruchtfolge	Zufuhr (kg N/ha)				Abfuhr (kg N/ha)				Zufuhr (kg P/ha)				Abfuhr (kg P/ha)				Zufuhr (kg K/ha)				Abfuhr (kg K/ha)			
		F 1	F 2	F 3	F 4	F 1	F 2	F 3	F 4	F 1	F 2	F 3	F 4	F 1	F 2	F 3	F 4	F 1	F 2	F 3	F 4	F 1	F 2	F 3	F 4
A	Vorfrucht + ZF/US	77	80	3	77	62	69	65	69	1	1	1	1	8	9	14	15	2	2	1	1	18	20	50	53
	Stallmistkompost	170	170	170	170					37	37	37	37					302	302	302	302				
	Kartoffel - Ditta	8	8	8	8	59	84	69	90	1	1	1	1	11	14	12	14	10	10	10	10	119	146	126	149
	Winterweizen	3	3	3	3	70	79	69	78	1	1	1	1	17	19	17	18	1	1	1	1	36	36	37	37
	<b>Saldo - 3 Jahre</b>	<b>55</b>	<b>32</b>	<b>-20</b>	<b>32</b>					<b>-3</b>	<b>-7</b>	<b>-8</b>	<b>-11</b>					<b>225</b>	<b>222</b>	<b>190</b>	<b>186</b>				
<b>Saldo - 1 Jahr</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>-7</b>	<b>11</b>					<b>-1</b>	<b>-2</b>	<b>-3</b>	<b>-4</b>					<b>75</b>	<b>74</b>	<b>63</b>	<b>62</b>					
B	Stallmistkompost	122	122	122	122					26	26	26	26					216	216	216	216				
	Vorfrucht + ZF/US	99	78	3	29	70	60	86	76	1	1	1	1	9	8	18	17	2	2	1	1	21	18	69	56
	Stallmistkompost*	188	188	188	188					47	47	47	47					309	309	309	309				
	Kartoffel - Ditta	8	8	8	8	97	91	104	91	1	1	1	1	18	16	18	18	10	10	10	10	192	181	192	171
	Winterweizen	3	3	3	3	109	83	97	102	1	1	1	1	21	16	17	20	1	1	1	1	33	26	30	29
<b>Saldo - 3 Jahre</b>	<b>143</b>	<b>165</b>	<b>36</b>	<b>81</b>					<b>28</b>	<b>37</b>	<b>23</b>	<b>22</b>					<b>292</b>	<b>313</b>	<b>244</b>	<b>280</b>					
<b>Saldo - 1 Jahr</b>	<b>48</b>	<b>55</b>	<b>12</b>	<b>27</b>					<b>9</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>7</b>					<b>97</b>	<b>104</b>	<b>81</b>	<b>93</b>					
B	Stallmistkompost	122	122	122	122					26	26	26	26					216	216	216	216				
	Vorfrucht + ZF/US	99	78	3	29	70	60	86	76	1	1	1	1	9	8	18	17	2	2	1	1	21	18	69	56
	Stallmistkompost*	188	188	188	188					47	47	47	47					309	309	309	309				
	Kartoffel - Ditta+P	8	8	8	8	92	99	89	96	1	1	1	1	17	18	16	17	10	10	10	10	178	190	171	185
	Winterweizen	3	3	3	3	75	103	88	92	1	1	1	1	15	20	16	17	1	1	1	1	22	32	25	28
<b>Saldo - 3 Jahre</b>	<b>182</b>	<b>137</b>	<b>61</b>	<b>86</b>					<b>35</b>	<b>31</b>	<b>25</b>	<b>24</b>					<b>318</b>	<b>298</b>	<b>271</b>	<b>267</b>					
<b>Saldo - 1 Jahr</b>	<b>61</b>	<b>46</b>	<b>20</b>	<b>29</b>					<b>12</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>8</b>					<b>106</b>	<b>99</b>	<b>90</b>	<b>89</b>					
C	Vorfrucht + ZF/US	102	95	3	31	74	79	37	39	1	1	1	1	9	10	7	8	2	2	1	1	22	22	42	49
	Kartoffel - Ditta	8	8	8	8	85	113	89	81	1	1	1	1	20	20	20	20	10	10	10	10	212	214	212	209
	<b>Saldo - 2 Jahre</b>	<b>-49</b>	<b>-88</b>	<b>-115</b>	<b>-81</b>					<b>-27</b>	<b>-27</b>	<b>-25</b>	<b>-25</b>					<b>-221</b>	<b>-224</b>	<b>-243</b>	<b>-247</b>				
	<b>Saldo - 1 Jahr</b>	<b>-25</b>	<b>-44</b>	<b>-58</b>	<b>-41</b>					<b>-13</b>	<b>-14</b>	<b>-12</b>	<b>-13</b>					<b>-111</b>	<b>-112</b>	<b>-121</b>	<b>-124</b>				

Legende: Fruchtfolgevarianten: F 1 Erbse ohne ZF, F 2 Erbse + ZF, F 3 Hafer ohne US, F 4 Hafer + US.

**Tabelle 27: Marktertrag Kartoffelknollen (Knollen mit einer Größe von 35 – 60 mm) in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte – Versuchsanlagen A – C.**

Versuch	Sorte Frucht- folge	AGRIA		NICOLA		DITTA		DITTA + Proradix		MW Fruchtfolge		
		Marktertrag dt/ha	Stw	Marktertrag dt/ha	Stw	Marktertrag dt/ha	Stw	Marktertrag dt/ha	Stw	Marktertrag dt/ha	Stw	%
A	F 1	191,0	16	158,5	22	144,4	12			<b>164,6</b>	26	85
	F 2	239,1	17	185,4	40	223,9	27	206,9	21	<b>216,1</b>	36	111
	F 3	204,6	17	148,3	32	169,3	34			<b>174,1</b>	36	90
	F 4	238,8	25	203,6	24	225,6	62			<b>222,7</b>	40	115
	MW Sorte	<b>218,4</b>	28	<b>174,0</b>	35	<b>190,8</b>	50			<b>194,4</b>		100
B	F 1	165,6	a 20	224,3	a 33	256,1	a 53	260,6	a 14	<b>226,7</b>	49	104
	F 2	165,4	a 17	217,9	a 2	233,1	a 43	255,5	a 44	<b>218,0</b>	45	100
	F 3	159,7	a 30	204,7	a 26	254,3	a 61	228,4	a 23	<b>211,8</b>	50	97
	F 4	156,0	a 12	204,2	a 14	231,7	a 34	259,8	a 35	<b>212,9</b>	46	98
	MW Sorte	<b>161,7</b>	19	<b>212,8</b>	22	<b>243,8</b>	45	<b>251,1</b>	31	<b>217,3</b>		100
		a	b	c	c							
C	F 1	323,3	a 16	333,2	a 49	309,4	a 11	298,3	a 19	<b>316,1</b>	29	97
	F 2	327,7	a 39	389,1	a 24	314,8	a 13	329,6	a 40	<b>340,3</b>	41	105
	F 3	341,3	a 29	340,6	a 34	312,4	a 21	290,7	a 17	<b>322,0</b>	31	99
	F 4	314,5	a 29	370,9	a 12	304,9	a 22	299,1	a 20	<b>323,8</b>	35	99
	MW Sorte	<b>326,7</b>	28	<b>358,5</b>	37	<b>310,2</b>	15	<b>306,7</b>	28	<b>325,5</b>		100
		ab	b	a	a							

Legende: Fruchtfolgevarianten: F 1 Erbse ohne ZF, F 2 Erbse + ZF, F 3 Hafer ohne US, F 4 Hafer + US.  
Stw...Standardabweichung; Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant, ns...keine signifikanten Unterschiede zwischen den Mittelwerten (Test: Tukey/Tukey-Kramer:  $P < 0,05$ ).

**Tabelle 28: Anteil gesunder bzw. schwach mit *Rhizoctonia*-Pocken befallener Kartoffelknollen in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte – Versuchsanlagen A – C.**

Versuch	Sorte Frucht- folge	AGRIA		NICOLA		DITTA		DITTA + Proradix		MW Fruchtfolge		
		% ges. Knollen	Stw	% ges. Knollen	Stw	% ges. Knollen	Stw	% ges. Knollen	Stw	% ges. Knollen	Stw	%
A	F 1	1	1	48	10	67	10			<b>39</b>	30	81
	F 2	42	33	67	4	68	10	67	6	<b>59</b>	22	124
	F 3	15	7	66	5	55	10			<b>45</b>	24	95
	F 4	16	11	55	6	72	6			<b>48</b>	26	100
	MW Sorte	<b>19</b>	22	<b>59</b>	10	<b>65</b>	10			<b>48</b>		100
B	F 1	48	a 25	86	a 11	84	a 7	85	a 9	<b>76</b>	21	101
	F 2	50	a 13	90	a 4	81	a 12	91	a 0	<b>78</b>	19	104
	F 3	39	a 17	78	a 5	88	a 5	88	a 3	<b>73</b>	22	98
	F 4	42	a 7	81	a 8	83	a 14	87	a 6	<b>73</b>	20	98
	MW Sorte	<b>45</b>	16	<b>84</b>	8	<b>84</b>	10	<b>88</b>	5	<b>75</b>		100
		a	b	b	b	b						
C	F 1	73	a 5	86	a 1	77	a 4	81	a 4	<b>79</b>	6	101
	F 2	74	a 6	83	ab 3	78	a 4	84	a 4	<b>79</b>	6	102
	F 3	73	a 6	85	a 3	77	a 3	81	a 2	<b>79</b>	6	101
	F 4	68	a 6	80	b 3	77	a 2	75	a 6	<b>75</b>	6	96
	MW Sorte	<b>72</b>	6	<b>83</b>	3	<b>77</b>	3	<b>80</b>	5	<b>78</b>		100
		a	b	ac	bc							

Legende: Fruchtfolgevarianten: F 1 Erbse ohne ZF, F 2 Erbse + ZF, F 3 Hafer ohne US, F 4 Hafer + US.  
Stw...Standardabweichung; Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant, ns...keine signifikanten Unterschiede zwischen den Mittelwerten (Test: Tukey/Tukey-Kramer:  $P < 0,05$ ).

**Tabelle 29: Anteil gesunder bzw. schwach mit Gew. Schorf befallener Kartoffelknollen in Abhängigkeit von Fruchtfolge und Sorte – Versuchsanlagen A – C.**

Versuch	Sorte Frucht- folge	AGRIA		NICOLA		DITTA		DITTA + Proradix		MW Fruchtfolge			
		% ges. Knollen	Stw	% ges. Knollen	Stw	% ges. Knollen	Stw	% ges. Knollen	Stw	% ges. Knollen	Stw	%	
A	F 1	7	5	73	8	36	18			<b>39</b>	30	93	
	F 2	18	6	74	8	42	10	55	14	<b>45</b>	25	107	
	F 3	18	7	61	3	37	6			<b>38</b>	19	92	
	F 4	30	14	64	8	42	8			<b>45</b>	17	108	
	MW Sorte	<b>18</b>	12	<b>68</b>	9	<b>39</b>	11			<b>42</b>		100	
B	F 1	43	a 15	89	a 13	73	ab 8	85	a 3	<b>72</b>	21	102	ab
	F 2	49	a 17	84	a 7	83	c 9	87	a 6	<b>75</b>	19	106	a
	F 3	29	a 7	84	a 10	71	a 6	80	a 5	<b>66</b>	23	93	c
	F 4	39	a 13	83	a 16	78	bc 9	80	a 5	<b>70</b>	21	99	bc
	MW Sorte	<b>40</b>	14	<b>85</b>	11	<b>76</b>	9	<b>83</b>	5	<b>71</b>		100	
		a		b		c		b					
C	F 1	50	a 21	99	a 1	83	a 6	90	a 3	<b>81</b>	21	101	ns
	F 2	42	a 18	100	b 0	86	a 9	91	a 4	<b>80</b>	25	100	
	F 3	41	a 15	100	b 0	81	a 8	90	a 1	<b>78</b>	26	98	
	F 4	38	a 14	100	ab 1	86	a 8	96	a 3	<b>80</b>	27	100	
	MW Sorte	<b>43</b>	16	<b>100</b>	0	<b>84</b>	7	<b>92</b>	3	<b>80</b>		100	
		a		b		b		b					

Legende: Fruchtfolgevarianten: F 1 Erbse ohne ZF, F 2 Erbse + ZF, F 3 Hafer ohne US, F 4 Hafer + US.  
Stw...Standardabweichung; Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant, ns...keine signifikanten Unterschiede zwischen den Mittelwerten (Test: Tukey/Tukey-Kramer:  $P < 0,05$ ).



## 8.2 Anhang B: Sorteneigenschaften, Saatgutgesetz und Entwicklungsstadien

**Tabelle 30: Eigenschaften der im Versuch verwendeten Sorten Agria, Nicola und Ditta** (Quelle: Österreichische beschreibende Sortenliste, AGES 2005)

Sorte	Wuchstyp	Reifezeit	Kochtyp	Nematoden-resistenz	Blattrollvirus	Y-Virus	A-Virus	Krautfäule	Knollenfäule	Schorf
Agria	Stängelblatttyp, hoch	mittelspät	mehlig	Ro1	5	5	2	4	2	8
Nicola	Blattstängeltyp, mittelhoch	mittelfrüh	festkochend	Ro1	7	6	1	4	4	3
Ditta	Blattstängeltyp, mittelhoch	mittelfrüh	festkochend	Ro1	5	5	1	4	2	3

Ro1=resistent gegen den Pathotyp Ro1 von *Globodera rostochiensis* (Gelber Kartoffelnematode), Krankheitsanfälligkeit: 1 = fehlend bis sehr gering, 5 = mittel, 9 = sehr stark

**Tabelle 31: Beschaffenheitsnormen betreffend den Virusgehalt des Kartoffelpflanzgutes** (Quelle: Sorten und Saatgutblatt, Bundesamt für Ernährungssicherheit 2004).

Virusart	Toleranzgrenzen (Zählprozent)	Pflanzgut Einstufung	Gesetzliche Grundlage	Verwendet im Versuch
Schwere Viren PVY+PLRV+PVA*	7-10 % für die repräsentative Probe von 100 Knollen nachgewiesen im ELISA-Test	Zertifiziertes Pflanzgut, Klasse B	Saatgutgesetz 1997	<b>A</b>
Schwere Viren PVY+PLRV+PVA*	≤ 10 %* für die repräsentative Probe von 100 Knollen nachgewiesen im ELISA-Test  * Partien mit max. 6 % schwere Viren	Zertifiziertes Pflanzgut  Zertifiziertes Pflanzgut, Klasse A	Saatgutgesetz 1997, zuletzt geändert durch das Bundesgesetz BGBl.I Nr. 110/2002	<b>B, C</b>

\*PVA im Verhältnis 1 : 3

**Tabelle 32: Entwicklungsstadien der Kartoffel** (Quelle: Schiessendoppler und Cate 2002, 6)

<b>Code</b>	<b>Definition</b>
<b>0</b>	<b>Keimung</b>
01	Knolle nicht gekeimt
02	Keime gespitzt, max. 2 mm lang
05	Knolle angekeimt, Keime > 2 mm lang
09	Fortgeschrittenes Keimstadium und Wurzelbildung
<b>10</b>	<b>Auflaufen</b>
11	Pflanze durchbricht die Erdoberfläche
15	Erste Blätter entfalten sich
<b>20</b>	<b>Blatt- und Stängelausbildung</b>
21	Entwicklung weiterer Blätter
25	Erscheinen weiterer Stängel
<b>30</b>	<b>Längenwachstum/Wuchshöhe</b>
31	Beginn des Längenwachstums (ca. 15 cm)
35	Mitte des Längenwachstums (ca. 25 cm)
39	Ende des Längenwachstums (> 25 cm)
<b>40</b>	<b>Schließen des Bestandes</b>
41	Erste Pflanzen gegenüberliegender Reihen berühren einander
49	Bestand geschlossen
<b>50</b>	<b>Knospenbildung</b>
51	Pflanze beginnt Knospen zu bilden
59	Knospenbildung beendet
<b>60</b>	<b>Blüte</b>
61	Beginn der Blüte
65	Volle Blüte
69	Blüte abgeschlossen
<b>70</b>	<b>Ausbildung der Beeren</b>
71	Beginn des Beerenansatzes
75	Mitte des Beerenansatzes
79	Erste Beeren fallen ab
<b>80</b>	<b>Vergilbung der Pflanze</b>
81	Erste Blätter werden gelb
83	Hälfte der Blätter vergilbt
85	Blätter überwiegend vergilbt, Stängel beginnt zu vergilben
87	Stängel vergilbt
89	Pflanze völlig abgestorben
<b>90</b>	<b>Reife der Knollen zum Zeitpunkt der Ernte</b>
91	Knollen noch nicht schalenfest
95	Knollen schalenfest
99	Knollen lösen sich von den Stolonen

### 8.3 Anhang C: Produktionsmaßnahmen

Tabelle 33: Produktionsmaßnahmen in den Versuchen A – C.

Fruchtfolge	Maßnahme	Versuch A	Versuch B	Versuch C
<b>Futtererbse</b>	Düngung Rindermistkompost (dt/ha)	-	200	-
	Düngung Zeitpunkt	-	Frühjahr 2003	-
	Grundbodenbearbeitung (Pflug)	Herbst 2001	Frühjahr 2003	Herbst 2003
	Sorte	Sirius	Vivioletta	Vivioletta
	Saatmenge (kg/ha)	220	286	220
	Datum Saat	09.04.2002	04.04.2003	16.04.2004
	Datum Ernte	30.07.2002	06.08.2003	24.08.2004
<b>Zwischenfrucht (Variante F 2)</b>	Senf / Phacelia (kg/ha)	6 / 6	10 / 10	10 / 10
	Datum Saat	06.08.2002	15.08.2003	30.08.2004
<b>Hafer</b>	Düngung Rindermistkompost (dt/ha)	-	200	-
	Düngung Zeitpunkt	-	Frühjahr 2003	-
	Grundbodenbearbeitung (Pflug)	Herbst 2001	Frühjahr 2003	Herbst 2003
	Sorte	Expander	Expander	Expander
	Saatmenge (kg/ha)	170	170	170
	Datum Saat	05.04.2002	25.03.2003	16.04.2004
	Datum Ernte	09.08.2002	06.08.2003	18.08.2004
<b>Untersaat (Variante F 4)</b>	Weißklee (kg/ha)	10	10	15
	Datum Saat	10.05.2002	19.05.2003	19.05.2004
<b>Kartoffel</b>	Düngung Rindermistkompost (dt/ha)	280	200 / 100	-
	Düngung Zeitpunkt	Frühjahr 2003	Herbst 2003/ Frühjahr 2004	-
	Grundbodenbearbeitung (Pflug)	Frühjahr 2003	Herbst 2003	Herbst 2004
	Sorte	Agria Nicola Ditta	Agria Nicola Ditta	Agria Nicola Ditta
	Datum Pflanzung	25.04.2003	05.05.2004	02.05.2005
	Datum Ernte	13./14.08.2003	16./17.09.2004	22./23.09.2005
	Pflanzenschutz Kartoffelkäfer	Novodor (1x)	Neem Azal (1x)	Novodor (1x)
	Pflanzenschutz Krautfäule	-	Cuprofor (2x)	Cuprofor (1x) Funguran (2 x)
<b>Winterweizen</b>	Düngung Rindermistkompost (dt/ha)	-	-	-
	Düngung Zeitpunkt	-	-	-
	Grundbodenbearbeitung (Pflug)	Herbst 2003	Herbst 2004	Herbst 2005
	Sorte	Exklusiv	Exklusiv	Exklusiv
	Saatmenge (kg/ha)	180	180	180
	Datum Saat	01.10.2003	12.10.2004	12.10.2005
	Datum Ernte	18.08.2004	26.08.2005	2006