

**Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei
Mecklenburg-Vorpommern
Institut für Acker- und Pflanzenbau**

Abschlussbericht

Bezeichnung der Forschungsleistung:

**Einfluss legumer Vorfrüchte auf Ertrag und Qualität von Winterweizen im
ökologischen Landbau**

Fo.-Nr.: 4/05

Verantwortlicher Themenbearbeiter: Dr. H. Gruber

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. (FH) U. Thamm

23.11.07
.....
Datum

.....
Themenbearbeiter

.....
Direktor

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Zielstellung

2. Methode

2.1 Versuchsplan Vorfrucht

2.2 Versuchsplan Nachfrucht Winterweizen

3. Ergebnisse

3.1 Ergebnisse zu den Vorfrüchten

3.1.1 Ertrag

3.1.2 N-Gehalt und N-Entzug

3.1.3 N-Gehalte im Boden zu Vegetationsende

3.2 Ergebnisse zur Nachfrucht Winterweizen

3.2.1 Kornertrag

3.2.2 Kornqualität

4. Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Literatur

Anhang

1 Einleitung und Zielstellung

In den ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Mecklenburg-Vorpommern wurden im Jahr 2006 knapp 4000 Hektar Weizen angebaut (Abb. 1). Das sind weniger als 20 % der gesamten Getreidefläche im Öko-Landbau. Etwa 70 % der Weizenfläche wurden mit Winterweizen bestellt. Stärker als andere Getreidearten wird der Weizen nach seiner Qualität aufgekauft und bezahlt. Dabei gibt es deutliche Unterschiede zwischen Regionen, Vermarktungsart und teilweise auch zwischen Verbandsware und EU-Ware. Im ökologischen Landbau liegt der Schwerpunkt im Anbau von Sorten mit E- und A-Qualität (E = Eliteweizen, A = Qualitätsweizen). Wesentliche Gründe dafür sind die anhaltend starke Nachfrage nach Backweizen (Feuchtglutengehalt über 22 %) und ein deutlich höherer Preis als für Futterweizen. Praxiserhebungen zeigen jedoch immer wieder, dass die Qualitätsanforderungen der Aufkäufer nur begrenzt erfüllt werden können. Daher sind Überlegungen zur Verbesserung der Backqualität von besonderer Bedeutung.

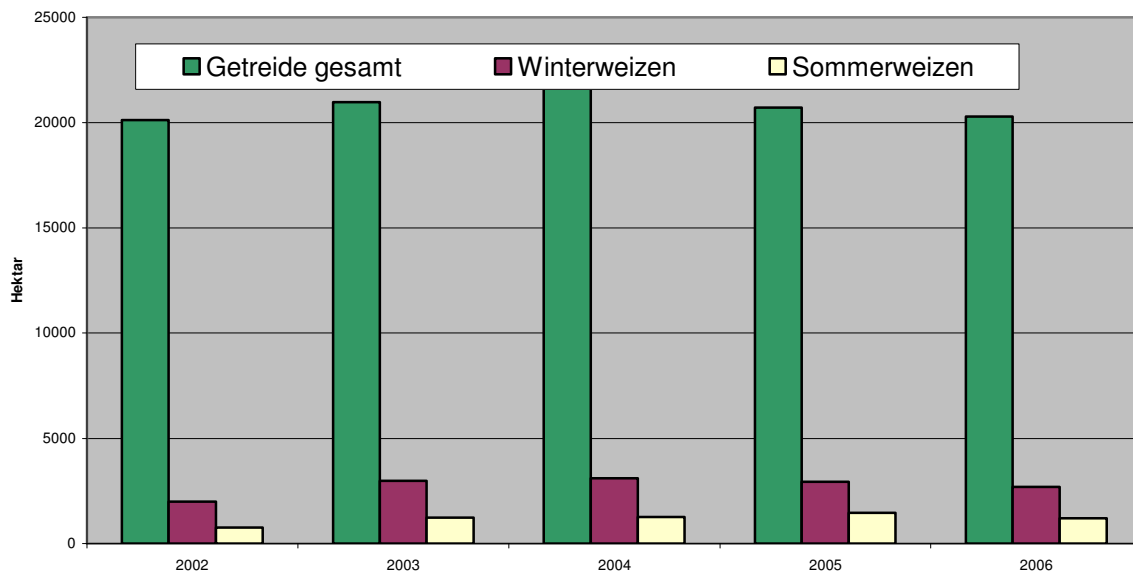


Abb. 1: Entwicklung der Getreide- und Weizenanbaufläche in Mecklenburg-Vorpommern (o.V., 2006)

Bereits in der Vergangenheit war die Qualität von Weizen Gegenstand verschiedener Untersuchungen (ERNST, 2001; GRUBER & THAMM, 2001). Im Mittelpunkt standen acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen, unter anderem die Wirkung verschiedener Klee grasumbruchtermine. Ein Vergleich der Vorfruchtwirkung von überjährigem Klee gras mit der von Erbsen wurde 1999 an Hand zweier getrennt angelegter Sortenversuche vorgenommen. Zwar zeigte diese Betrachtung Vorfruchteffekte, jedoch waren die Ergebnisse auf Grund der Einjährigkeit

und der fehlenden Randomisierung nur begrenzt belastbar (Abb. 2). Die Lupine wurde bisher nicht mit einbezogen, obwohl sie als Winterweizenvorfrucht von Bedeutung ist.

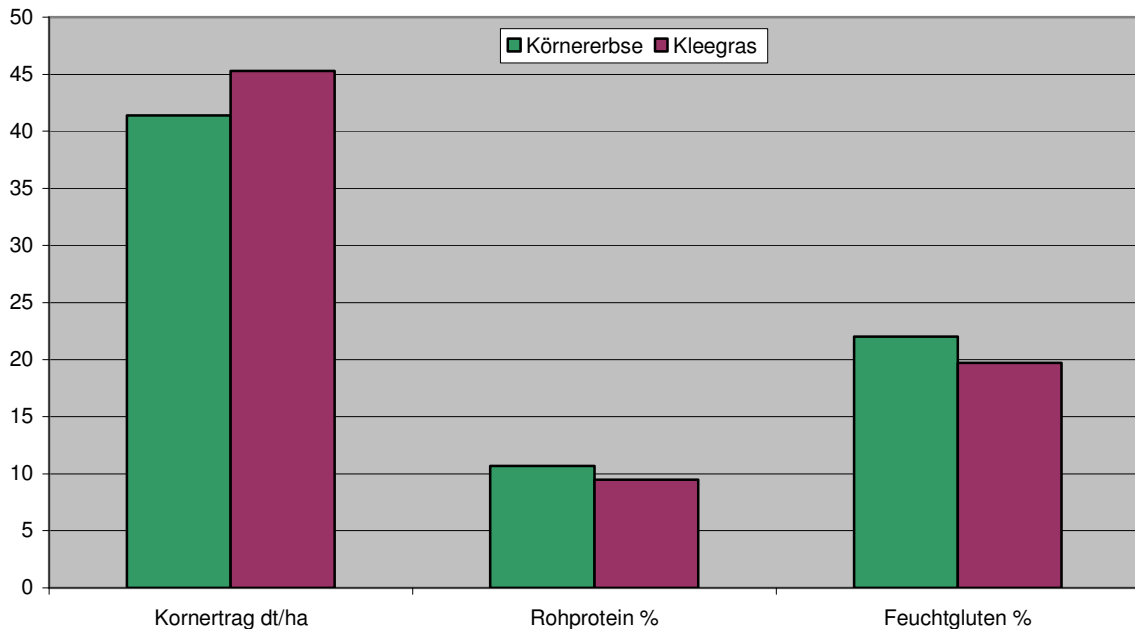


Abb. 2: Einfluss der Vorfrucht auf Ertrag und Qualität von Winterweizen (GRUBER & THAMM, 2001)

Eine von ERNST (2001) durchgeführte Praxiserhebung ließ ebenfalls die Vermutung zu, dass unterschiedliche Vorfrüchte Ertrag und Qualität von Winterweizen beeinflussen könnten (Tab. 1). Daher stand die Forderung der Landwirte und Berater, einen Versuch zur Prüfung der Vorfruchtwirkung verschiedener legumer Vorfrüchte durchzuführen.

Ab 2003 wurde auf dem Versuchsfeld in Gülzow ein Versuch mit vier verschiedenen Vorfruchtvarianten zu Winterweizen angelegt, die in der Praxis häufig von Bedeutung sind.

Ziel dieser Untersuchungen waren Aussagen zum Einfluss der Vorfrucht auf Ertrag und Qualität von Winterweizen.

Tab. 1: Einfluss von Vorfrucht und Ackerzahl auf Ertrag und Qualität von Winterweizen (Ergebnisse aus Praxiserhebungen, ERNST, 2001)

Vorfrucht	Ackerzahl (n)		Ertrag (dt/ha)	Rohproteingehalt (%)	Feuchtglutengehalt (%)
2-jähriges Klee gras	um 50	(14)	39,7	12,3	24,4
1-jähriges Klee gras	um 50	(9)	42,3	11,1	22,8
Körnerleguminosen	um 40	(12)	25,2	9,8	22,0

2 Methode

Der Versuch wurde als einfaktorielles lateinisches Quadrat in vierfacher Wiederholung angelegt und im Fruchtfolgefeld Körnerleguminosen eingegliedert. Dadurch konnte nur eine Frühljahrsaussaat aller Prüfglieder vorgenommen und das üblicherweise als Untersaat angebaute Klee gras nicht getestet werden. Die Aussaat erfolgte nach Maisvorfrucht und Vorvorfrucht Getreide. Die Parzellenbreite betrug 4,5 Meter, um bei der Nachfrucht den Randeinfluss auszuschalten. Der Ertragsermittlung diente sowohl bei den Vorfrüchten als auch bei der Nachfrucht nur der 1,5 Meter breite mittlere Parzellenabschnitt. Die gesamte Anlage wurde beerntet, wobei das Klee gras und die Körnerleguminosen abgefahren wurden und die Brachemischung sowie das Körnerleguminosenstroh auf dem Feld verblieben. Die Nachfrucht Winterweizen (Sorte Capo) wurde zum ortsüblichen Termin einheitlich über alle Varianten mit Großtechnik ausgedrillt und die Parzellen in der Größe der Parzellen der Vorfrüchte nachträglich eingemessen und eingehakt.

Als Vorfrüchte wurden vier sehr häufig im Öko-Landbau vorkommende Fruchtarten und Mischungen ausgewählt (s. Versuchsplan). Der Vergleich mit einer nichtlegumenen Vorfrucht war nicht vorgesehen. Die Lupinen und Erbsen wurden als Körnerfrüchte angebaut und gedroschen. Das Stroh verblieb auf der Fläche. Die Klee grasmischung wurde wie ein Futterschlag ein bis zwei Mal geerntet und die Grünmasse abgefahren. Bei der Brachemischung erfolgte die Beerntung nur zur Bestimmung der Nährstoffentzüge und potentiell gelieferten Nährstoffmengen für die Nachfrucht. Die Grünmasse blieb auf der Fläche. Mit dem Grubber wurden nach der Ernte die verbleibenden Pflanzenreste eingearbeitet.

2.1 Versuchsplan Vorfrüchte

Pflanzenart: Lupinen, Erbsen Klee gras, Brachemischung

Prüfungsart: Artenvergleich

Versuchsort: Gülzow Öko-Versuchsfeld

Prüffaktor: A Vorfrüchte $a = 4$

Stufenbeschreibung:

PG-Nr.	Art	Saatmenge
1	Blaue Lupine, Sorte Borweta	120 Kö./m ²
2	Körnerfuttererbsen, Sorte Attika	90 Kö./m ²
3	Rotklee gras (Rotklee 12 kg/ha, Deutsches Weidel gras 4 kg/ha, Welsches Weidel gras 4 kg/ha, Weißklee 2 kg/ha)	22 kg/ha
4	Brachemischung (60 % Perserklee, 40 % Phacelia)	11 + 7 kg/ha

Versuchsanlage: Lateinisches Quadrat $r = 4$, je Teilstück 3 Parzellen (4,5 m Parzellenbreite)

Hinweise zur Versuchsdurchführung:

- Reihenabstand: ortsüblich/fruchtartenspezifisch
- Pflegemaßnahmen: Körnerleguminosen Blindstriegeln und nach Aufgang striegeln
- Ernte fruchtartenspezifisch

Lageplan:

	L 1	L 2	L 3	L 4
R 4	4	3	2	1
R 3	2	1	4	3
R 2	3	4	1	2
R 1	1	2	3	4

2.2 Versuchsplan Nachfrucht Winterweizen

Pflanzenart: Winterweizen

Prüfungsart: Untersuchung der Vorfruchtwirkung

Versuchsort: Gülzow Öko-Versuchsfeld

Prüffaktor: A Winterweizenanbau nach verschiedenen Vorfrüchten a = 4

Stufenbeschreibung:

PG-Nr.	Winterweizen (Sorte Capo) nach verschiedenen Vorfrüchten:
1	Winterweizen nach Blauen Lupinen
2	Winterweizen nach Körnerfuttererbsen
3	Winterweizen nach Rotklee gras
4	Winterweizen nach Brachemischung (Perserklee/Phacelia)

Versuchsanlage: Lateinisches Quadrat r = 4, je Teilstück 3 Parzellen mit 1,5 m Parzellenbreite

Hinweise zur Versuchsdurchführung:

- Aussaat Winterweizen bis Anfang Oktober
- Aussaatmenge 400 kf. Kö./m²
- Reihenabstand: ortsüblich
- Pflegemaßnahmen: Blindstriegeln und striegeln nach Aufgang (ab 3-Blatt-Stadium)
- Ernte: Kerndrusch der mittleren Parzelle mit Parzellentechnik

Lageplan:

	L 1	L 2	L 3	L 4
R 4	4	3	2	1
R 3	2	1	4	3
R 2	3	4	1	2
R 1	1	2	3	4

Für die N_{min}-Werte wurden je Parzelle durch zwei Einstiche Bodenproben mit dem Bohrstock entnommen, und daraus eine Mischprobe angefertigt. Die Untersuchung der Komponenten Nitrat- und Ammoniumstickstoff erfolgte nach der CaCl₂ Methode (VDLUFA I).

Die N-Untersuchungen an der Vorfrucht wurden mit der Standardmethode nach Kjeldal (nasse Veraschung) vorgenommen und immer Prüfgliedweise aus einer Mischprobe ermittelt.

Für die Qualitätsuntersuchungen am Weizen wurde ebenfalls eine Mischprobe je Prüfglied hergestellt und die Untersuchungen nach Standardmethoden (ICC 105/106) durchgeführt, allerdings wurde die Rohprotein- und Feuchtglutenbestimmung am Schrot vorgenommen.

Für die Bestimmung des Sedimentationswertes wurde ein dem Standard (ICC 118) entsprechendes Mehl angefertigt und nach ICC-Standard Nr. 116 die Untersuchung vorgenommen.



Fotos: Versuchsanlage Vorfrüchte 2003 links und 2004 rechts



Versuchsanlage Nachfrucht Winterweizen, Sorte Capo, 2005

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Ergebnisse zu den Vorfrüchten

3.1.1 Ertrag

Die Erträge der Vorfrüchte waren insbesondere von Klee gras und der Brachemischung zwischen den Jahren sehr unterschiedlich und entsprachen nicht immer den Erwartungen.

So wurde im Jahr **2003** bei der Vorfrucht Klee gras keine Ertragsbestimmung vorgenommen, da bedingt durch Trockenheit kein nennenswerter Aufwuchs herangewachsen war. Die Verunkrautung war relativ stark, so dass das Unkraut Mitte Juni abgemulcht wurde, die Grünmasse aber auf dem Bestand verblieb. Zum gleichen Zeitpunkt wurde die Vorfrucht Brachemischung gemulcht, das Pflanzenmaterial verblieb auf dem Feld. Weitere Schnitte waren auf Grund der Trockenheit nicht möglich. Der Korn ertrag lag bei den Lupinen bei 20 dt/ha und bei den Erbsen bei 22 dt/ha. Damit entsprach der Lupinen ertrag nicht ganz den Erwartungen, was aber auf die Trockenheit während der Vegetationszeit zurückgeführt werden kann.

2004 wurde sowohl bei den Körnerleguminosen als auch bei der Futter- und Brachemischung ein standorttypischer Ertrag erreicht. Unerwartet hoch war der Trockenmasseertrag der Brachemischung, der fast doppelt so hoch war wie der Ertrag der Futtermischung Klee gras.

Im Jahr **2005** wurde durch eine 6-wöchige sehr trockene Phase im März und April das Pflanzenwachstum in allen Varianten verzögert. Mit dem Spätfrost am 21.04.2005 fror der Haupttrieb der Lupinen größtenteils ab. Die Erbsen entwickelten sich bei den stark wechselnden Temperaturen nur zögerlich. Nach ca. vier Wochen bildeten die Lupinen zu einem großen Teil Seitentriebe, die nur für geringe Erträge sorgten. Das Klee gras konnte nur in einem Schnitt sehr spät beerntet werden. Bereits Mitte Juni wurde das Unkraut in einer Schnitthöhe von ca. 20 cm abgemäht, die Grünmasse verblieb auf der Fläche. Die Brachemischung wurde in diesem Jahr zwei Mal gemulcht, die Grünmasseerträge festgestellt und die N-Gehalte beider Aufwüchse untersucht.

Im Mittel der drei Jahre wurden mit Lupinen ähnliche Erträge erreicht wie mit Erbsen (Abb. 3). Ein Vergleich mit den Ergebnissen aus Sortenversuchen zeigt, dass insbesondere bei Lupinen höhere Erträge am Standort erreicht werden können, wobei die Lupinensorte Borweta zu den ertragsschwächeren und die Erbsensorte Attika zu den leistungsstärksten Sorten gehören (GRUBER & THAMM, 2003 u. 2005). Während der Jahreseinfluss auf den Korn ertrag bei den Erbsen gering war, traten bei Lupinen starke witterungsbedingte Unterschiede zwischen den Jahren auf (Tab A 1). Die Stroherträge der Körnerleguminosen lagen über den Ertragsmittelwerten bei Rotklee gras. Die Körnerleguminosen reagieren damit weniger stark auf Witterungsunterschiede zwischen den Jahren und sind als Vorfrüchte auf die-

sem Standort sicherer als das Futtergemenge. Klee gras reagiert sehr deutlich auf das Wasserangebot, so dass Jahre wie 2003 negativ auf die Ertragsbildung wirken. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass Bestände, die als Untersaaten etabliert wurden, sicherer und höher im Ertrag liegen. Ein Vergleich mit den Ergebnissen aus der Fruchtfolge am gleichen Standort zeigt, dass etwa 64 dt/ha Trockenmasseertrag im Mittel mehrerer Jahre möglich sind (GRUBER & THAMM, 2005a). Unerwartet hohe Trockenmasseerträge wurden mit der Grünbrachemischung aus Perserklee und Phacelia erreicht. Auch in der sehr trockenen Vegetationsperiode des Jahres 2003 wurden 30 dt/ha Trockenmasseertrag ermittelt (Abb. 3).

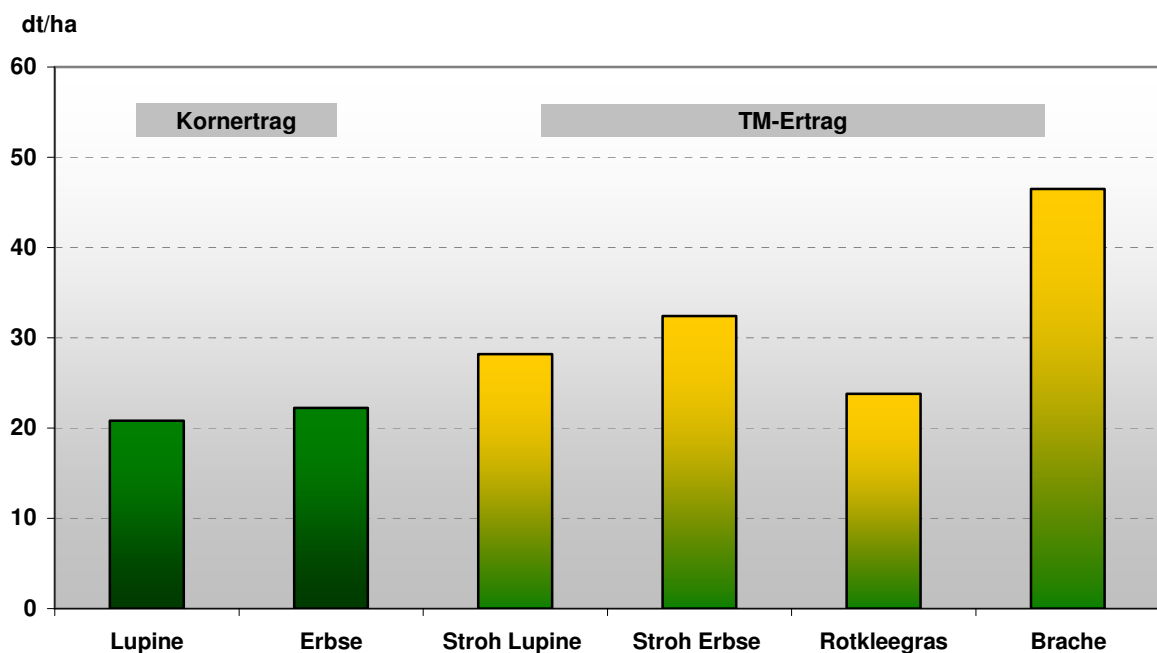


Abb. 3: Korn- und Trockenmasseertrag der Vorfrüchte (Mittelwerte 2003-2005)

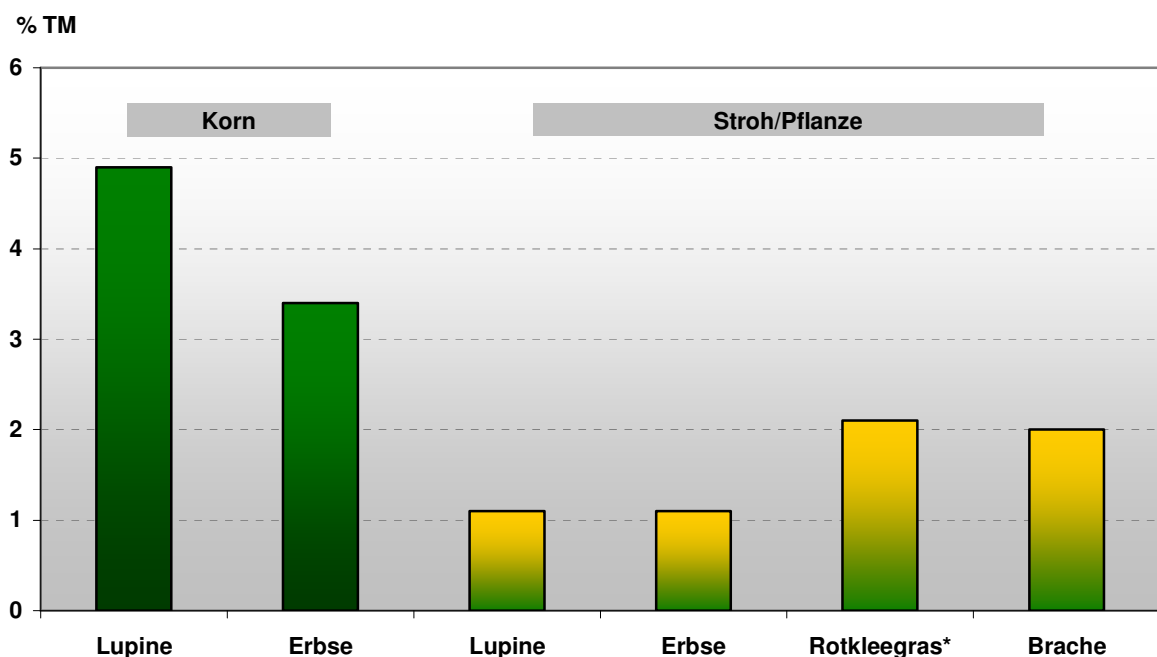
3.1.2 N-Gehalt und N-Entzug

Aus den Beständen wurde in allen Pflanzenteilen der N-Gehalt bestimmt und ein Mittelwert errechnet (Abb. 4, Tab. A 2). Bei Lupinen lagen die Gehalte im Korn zwischen 4,8 und 5,0 % und damit unter den von der LUFA für konventionelle Lupinen angegebenen Durchschnittswerten (o. V. 2004). Im Stroh wurden Gehalte zwischen 0,8 und 1,3 % festgestellt, die teilweise über den konventionellen durchschnittlichen Richtwerten lagen. Bei den Erbsen wurde ein N-Gehalt im Korn zwischen 3,1 und 3,6 % und bei Stroh zwischen 0,8 und 1,4 % festgestellt. Die Gehalte im Stroh waren damit ähnlich hoch wie im Lupinenstroh. Auch bei den Erbsen wurden sowohl im Korn als auch im Stroh geringere Gehalte festgestellt als in den Richtwerten ausgewiesen.

Beim Rotklee gras lagen die N-Gehalte zwischen 2,3 % und 2,5 % und damit leicht unter den angegebenen Mittelwerten sowohl für konventionelle (o. V. 2004) als auch für ökologische

Kleegrasgemenge (STEIN-BACHINGER et al., 2004). Geht man davon aus, dass im Jahr 2003 der N-Gehalt auch bei Rotklee gras gering gewesen wäre (siehe Abb. 4 adjustierter Mittelwert), erhöht sich die Diskrepanz zu Werten aus der Literatur weiter. Bei der Brache lagen die N-Gehalte zwischen 1,3 und 3,4 % in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt, womit die Unterschiede zwischen den Jahren größer waren als bei Rotklee gras.

Auf Grund der im Vergleich zum konventionellen Anbau geringeren N-Gehalte und geringeren Erträge ist davon auszugehen, dass auch die zyklierenden Nährstoffmengen ein niedrigeres Niveau aufweisen (STEIN-BACHINGER et al, 2004).



* adjustierter Mittelwert

Abb. 4: N-Gehalte der Vorfrüchte (Mittelwerte, 2003-2005)

Für alle Vorfrüchte wurde der sich aus Ertrag und N-Gehalt ergebende N-Entzug berechnet. Insgesamt waren der N-Entzug während der Vegetation mit 119 kg/ha (Korn und Stroh) und die vom Feld gefahrene N-Menge mit 87,1 kg/ha bei den Lupinen am größten, gefolgt von den Erbsen mit 101 bzw. knapp 65 kg/ha. Sowohl durch das Futtergemenge als auch die Brachemischung wurden während der Vegetationszeit deutlich geringere N-Mengen entzogen und im Falle des Rotklee grasses auch vom Feld gefahren (Abb. A5, Tab. A 3).

Geht man davon aus, dass die Nährstoffe, die in dem auf der Fläche verbleibenden Material enthalten sind, zu einem großen Anteil der Nachfrucht zur Verfügung stehen, müsste die Brachemischung die besten Voraussetzungen für hohe Erträge und gute Qualitäten liefern, wohl wissend, dass Menge und Zeitpunkt der Lieferung und damit die Beeinflussung unterschiedlicher Ertragsparameter schwer zu quantifizieren sind. Gleichfalls geht mit einem ho-

hen Stickstoffangebot aus der Vorfrucht immer auch eine verstärkte Auswaschungsgefahr einher, insbesondere bei ausreichend Niederschlägen in der vegetationsfreien Zeit. Ein Indiz dafür sind hohe N_{min}-Gehalte im Boden zu Vegetationsende.

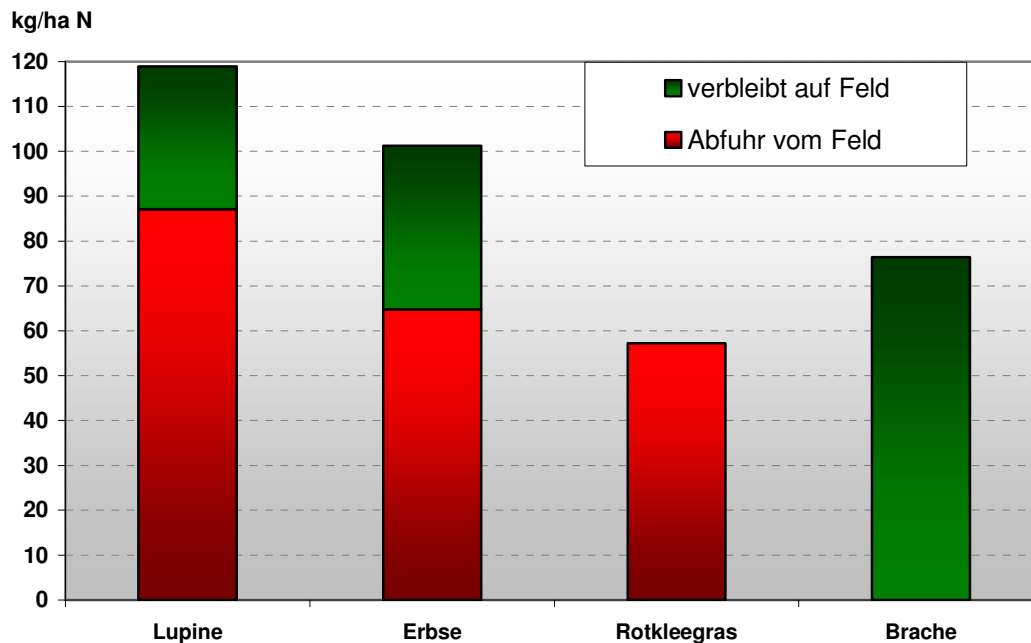


Abb. 5: N-Entzug durch die Vorfrüchte (Mittelwerte, 2003-2005)

3.1.3 N_{min}-Gehalte im Boden zu Vegetationsende

Zu Vegetationsende wurden unter der Brache in einer Tiefe von 0-60 cm und 0-90 cm im Mittel der Jahre tendenziell höhere N_{min}-Gehalte ermittelt (Tab. 2, Tab. A 4). Das bestätigt die Vermutung, dass im Herbst eingearbeitete Biomasse die Bodengehalte erhöht und damit die Gefahr der Auswaschung verstärkt wird. Ein Vergleich mit den Gehalten unter Körnerleguminosen zeigt, dass auch unter den Erbsen mit erhöhten Werten gerechnet werden muss und hier bereits vor Winter eine N-Verlagerung stattgefunden hat. Dagegen sind die Lupinen auf Grund des höheren Rohfasergehaltes langsamer in der Nährstoffumsetzung und daher ungefährlicher, ebenso wie das Klee gras mit einem weiteren C/N-Verhältnis.

Die Ergebnisse bestätigen die in der Fruchtfolge am Standort Gülzow langjährig gewonnenen Daten (GRUBER & THAMM, 2005a). Darüber hinaus zeigen diese Daten auch, dass im Frühjahr eine Nivellierung der Gehalte eintritt und die Differenz zwischen den Herbst- und Frühjahrsgehalten bei den Erbsen besonders hoch ist, was ein Zeichen für verstärkte Auswaschung ist.

Tab. 2: N_{min}-Gehalte im Boden zu Vegetationsende unter verschiedenen Vorfrüchten

	N-Gehalt (kg/ha) 2003-05				
	N _{min}			Summe N _{min} 0-60 cm	Summe N _{min} 0-90 cm
	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm		
Blaue Lupinen	24	26	[18]	50	[62]
Körnerfuttererbsen	25	28	[22]	53	[72]
Rotklee gras	27	26	[11]	53	[64]
Brachemischung	29	35	[16]	64	[78]

[] adjustierte MW

3.2 Ergebnisse zur Nachfrucht Winterweizen

3.2.1 Kornertrag

In den ersten zwei Jahren wurde im Mittel der Vorfrüchte ein Weizenertrag von 36,2 bzw. 36,8 dt/ha, im dritten Versuchsjahr ein Ertrag von 44,4 dt/ha erreicht. Sowohl 2004 als auch 2005 und 2006 konnten zwischen den Varianten keine signifikanten Ertragsunterschiede festgestellt werden. Nach allen vier Vorfrüchten wurden im Mittel der Jahre etwa 39 dt/ha erreicht (Tab. 3, Tab. A 5). Das Ertragsniveau entspricht den standörtlichen Möglichkeiten. Der in der Einleitung aufgezeigte höhere Ertrag nach überjährigem Klee gras konnte nach Frühjahrsblanksaat nicht nachgewiesen werden. Die im Jahr 2003 für Klee gras schlechten Wachstumsbedingungen und damit vermeintlich geringe N-Fixierungsleistung hatten keinen Einfluss auf den Kornertrag bei Weizen. Nach Lupinen, die im Jahr 2003 für die eigene Ertragsbildung 81 kg N/ha entzogen, wurde ein ebenso hoher Ertrag festgestellt. Weder die besonders hohen Vorfruchterträge im Jahr 2004 noch die sehr geringen im Jahr 2005 hatten einen Einfluss auf den Weizenertrag. Auch nach der Brachemischung, die in den Jahren sehr unterschiedlich hohe N-Mengen im Aufwuchs akkumulierte, konnten keinerlei Ertragsunterschiede zu anderen Vorfrüchten festgestellt werden (Tab. 3). Den geringen Unterschieden zwischen den Varianten stehen die deutlich größeren zwischen den Jahren (4 dt/ha) gegenüber (Varianzanalyse siehe Anhang).

Untersuchungen zu Vorfruchteffekten von Körnerleguminosen auf die Nachfrucht Weizen wurden auch bei POMMER (2000) beschrieben. Trotz sehr unterschiedlicher Erträge bei Ackerbohnen, Erbsen und Gelber Lupine traten weder bei der ersten Nachfrucht Weizen noch bei der zweiten Nachfrucht Roggen ein gesicherter Ertragseffekt auf. Auch in diesem Versuch wurde überjähriges Klee gras aus versuchstechnischen Gründen nicht einbezogen. Der indirekte Vergleich zeigte jedoch, dass überjähriges Klee gras besonders positiv auf die zweite Nachfrucht wirkt. Später einsetzende Mineralisierungsvorgänge und das Mehr an Wurzelrückständen im Vergleich zu den Körnerleguminosen sorgen für eine längerfristige Wirkung. SURBÖCK et al. (2007) berichten ebenfalls von ausbleibenden Vorfruchteffekten.

In einem dreijährigen Versuch wurde die Wirkung von Körnererbsen und Hafer mit und ohne Zwischenfrüchte auf die Nachfrucht Kartoffel untersucht. Die wie in anderen Versuchen sehr unterschiedlichen Erträge der Vorfrucht und der Zwischenfrucht hatte keinerlei Einfluss auf die Erträge der Kartoffeln. RINNOFNER et al. (2005) untersuchte den Effekt von legumen und nicht legumen Zwischenfrüchten nach Weizen auf die N-Gehalte im Boden und auf Ertrag und Qualität der Nachfrucht Kartoffel. Auch unter den Bedingungen begrenzter Wasserverfügbarkeit im pannonischen Gebiet in Österreich konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Ursachen können die unkontrollierte N-Freisetzung aus der organischen Masse, die unterschiedliche Mineralisation im Boden, verstärkte Auswaschung bei legumen Vorfrüchten und Priming Effekte mit verstärktem Humusabbau bei Einarbeitung organischer Masse in den Boden sein.

Dass es im Rahmen dieses hier vorgestellten Versuches nicht möglich war, Ertragseffekte der Vorfrüchte nachzuweisen, zeigt einmal mehr die komplizierten natürlichen Umsetzungsprozesse, die von der Aussaat bis zur Ernte zwar in einzelnen Anschnitten unterschiedlich verlaufenden aber dennoch am Ende der Vegetationszeit ohne nennenswerten Effekt auf den Ertrag der Nachfrucht bleiben. Dabei ist es unerheblich ob die Vorfrucht eine Grünbrache mit erheblichen Mengen an eingearbeiteter Biomasse oder aber Körnererbsen war.

Tab. 3: Bestandesdichte und Ertrag von Winterweizen nach verschiedenen Vorfrüchten (adjustierte Mittelwerte)

Vorfrucht	Bestandesdichte	Kornertrag	RP-Ertrag
	Ähren/m ²	dt/ha	dt/ha
	2004-06		
Blaue Lupinen	404	39,5	3,6
Körnerfuttererbsen	404	38,8	3,6
Rotkleegras	387	38,9	[3,6]
Brachemischung	432	39,3	[3,6]
Mittel	407	39,1	3,6
GD (5 %)		3,6	0,3

[] geringere Anzahl Werte

3.2.2 Kornqualität

Die Ergebnisse der Qualitätsuntersuchungen zeigen gesicherte Unterschiede zwischen den verschiedenen Vorfruchtvarianten (Tab. 4, Tab. A 6). Im Mittel der Jahre war der Rohproteingehalt nach Körnererbsen signifikant höher als bei Lupinen und der Brachemischung. Nur die Vorfrucht Kleegras erreichte ähnliche Werte wie die Vorfrucht Erbsen. Höhere Rohproteingehalte bei Erbsenvorfrucht wurden bereits in früheren Vergleichen festgestellt, die allerdings, wie eingangs erwähnt, nicht aus einem randomisierten Versuch stammen und damit nur begrenzt belastbar sind.

Nach Körnererbsen wurde auch der höchste Feuchtglutengehalt festgestellt. Er unterschied sich deutlich zu allen anderen Varianten.

Der Sedimentationswert erreichte nach Rotklee gras und Brachemischung gesichert höhere Werte.

Die festgestellten Unterschiede aller Backqualitätsparameter zwischen den Varianten sind marginal und aus wirtschaftlicher Sicht unbedeutend. Diese Feststellung wird noch durch den hohen Jahreseffekt unterstrichen. So traten beim Rohproteingehalt zwischen den Jahren Gehaltsunterschiede in Höhe von 0,55 % in der Trockenmasse auf (Varianzkomponenten siehe Anhang) wogegen zwischen den Varianten maximal 0,2 % festgestellt wurden. Auch beim Feuchtglutengehalt und Sedimentationswert wurden gleiche Tendenzen nachgewiesen. So fiel zum Beispiel das Jahr 2005 durch besonders geringe Rohprotein- und Feuchtglutengehalte auf. Diese Feststellung wird auch durch GRUBER & THAMM (2005) bestätigt. Darüber hinaus zeigt sich in dieser jährlichen Sortenauswertung neben starken Jahreseinflüssen ein deutlicher Standorteffekt.

Tab. 4: Qualität von Winterweizen nach verschiedenen Vorfrüchten (adjustierte Mittelwerte)

Vorfrucht	Rohproteingehalt % TM	Sedimentationswert Eh	Feuchtglutengehalt im Schrot % in 86% TM	TKM in g
	2004-06			
Blaue Lupinen	10,5	36,0	18,2	46,6
Körnerfuttererbsen	10,7	36,3	19,7	46,3
Rotklee gras	[10,6]	[38,7]	[18,8]	[45,8]
Brachemischung	[10,5]	[37,7]	[19,3]	[47,4]
Mittel	10,6	37,2	19,0	46,5
GD (5 %)	0,2	0,9	0,4	0,5

[] geringere Anzahl Werte

In der Literatur wird häufig nach überjährigem Klee gras die beste Weizenqualität erreicht. Allerdings handelt es sich bei diesen Ergebnissen in der Regel nicht um Daten aus einem randomisierten Versuch, sondern häufig um Zusammenstellungen aus verschiedenen Versuchen oder Betrieben (POMMER, 1995; o. V., 2000; ERNST, 2001). Die darin dokumentierte positive Wirkung des Klee grasses beruht in der Regel auf seine höhere Masse an Ernte- und Wurzelrückständen bei mittlerer Umsetzungsgeschwindigkeit. Der vergleichsweise geringe Biomasseertrag bei einer Frühjahrsansaat, wie hier im Versuch, führt zu geringeren Rückständen, die nur kurzzeitig und weder ertrags- noch qualitätsbeeinflussend auf die Nachfrucht wirken. Die positive Wirkung der Erbse auf die Weizenqualität war nicht zu erwarten. Da einerseits unter Erbsen zu Vegetationsende der höhere Nmin-Gehalt im Boden gemessen wurde, lag die Vermutung nahe, dass N-Auswaschung stattfindet und/oder bereits aus der Biomasse umgesetzter Stickstoff im Frühjahr in erster Linie für die Ertragsbildung zur Verfügung steht. Andererseits führt die Einarbeitung des Erbsenstrohs mit einem engen C/N-

Verhältnis zur Aktivierung von Abbauprozessen im Herbst und der freiwerdende Stickstoff wird teilweise in die mikrobielle Biomasse eingebaut. Im Frühjahr erfolgt bei ausreichend Wärme und Feuchtigkeit eine allmähliche Freisetzung und steht der Pflanze gerade zum Zeitpunkt der Inhaltsstoffeinlagerung zur Verfügung. Untersuchungen in Bio-Betrieben Deutschlands (SCHMIDT, 2007) haben einen engen Zusammenhang zwischen N-Gehalt im Korn und der sommerlichen Mineralisation ergeben. Da unter den Nordostdeutschen Standortbedingungen durch sommerliche Trockenphasen (besonders im Juni) immer mit einer eingeschränkten Mineralisation gerechnet werden muss, kann der Einfluss dieses Faktors nicht ausgeschlossen werden. Daher besteht die Möglichkeit, dass im Herbst eingearbeitete Biomasse, zum Beispiel von der Brachemischung, nicht bis zum Schluss mineralisiert wird. Das bedeutet aber auch, dass die gewonnenen Ergebnisse sehr Standort gebunden sind und unter anderen Mineralisationsbedingungen Vorfrüchte mit weniger schnell umsetzbarer Biomasse durchaus Qualitätsvorteile bringen können.

4. Zusammenfassung und Schlussfolgerung

In einem randomisierten Parzellenversuch wurden über drei Jahre vier verschiedene Vorfrüchte (Blaue Lupine, Körnererbse, Klee gras Frühjahrsblanksaat, Grünbrache Phacelia/Perserklee) angebaut und deren Einfluss auf Ertrag und Qualität von Winterweizen (Sorte Capo) geprüft. Überjähriges Klee gras konnte aus versuchstechnischen Gründen nicht einbezogen werden.

Nach allen Vorfrüchten wurde ein dem Standort angemessener Kornertrag (Mittel der Jahre und Varianten 39,1 dt/ha) erreicht. Allerdings war in keinem der drei Jahre ein signifikanter Einfluss der Vorfrucht auf den Ertrag festzustellen.

Dagegen wiesen die Parameter der Kornqualität signifikante Unterschiede auf. Die beste Kornqualität wurde nach der Vorfrucht Erbsen erreicht. Indessen waren die Qualitätswerte nach der Vorfrucht Lupine unterdurchschnittlich.

Als Hauptursache für die geringe Differenzierung werden die am Standort vorliegenden Mineralisierungsbedingungen angesehen, die trotz unterschiedlicher Mengen an Biomasserückständen eine zielgerichtete Nährstofffreisetzung nicht zulassen.

Da zwischen den geprüften Varianten weder Ertrags- noch nennenswerte Qualitätsunterschiede nachweisbar waren, ist die Entscheidung für eine Vorfrucht nicht erforderlich.

Bei der Auswahl der Vorfrüchte sollte daher auf Vielfalt gesetzt werden. Somit kann Winterweizen sowohl nach Klee gras als auch nach Körnerleguminosen angebaut werden. Fruchtfolge technisch wird dadurch die Flexibilität erhöht. Da Körnerleguminosen in der Regel das zweite Fruchtfolgeglied einleiten und im einfachen oder Überfruchtwechsel ein bis zwei Mal Getreide folgt, kann direkt nach Erbsen oder Lupinen Winterweizen angebaut werden.

Die Auswahl der Vorfrucht für Winterweizen sollte nach folgenden Kriterien erfolgen:

- Überjähriges Klee gras kann kostengünstig als Untersaat etabliert und nach dem Hauptnutzungsjahr als Vorfrucht zu Winterweizen genutzt werden.
- Frühjahrsansaat en (Klee gras oder andere Mischungen), zum Beispiel nach intensiver Unkrautbekämpfung und Winterfurche, können neben den Körnerleguminosen als Vorfrucht dienen.
- Die Auswahl der Körnerleguminosen als Vorfrucht zu Winterweizen muss sich nach den Standortbedingungen und dem Anbauerfolg richten. Auf mittleren Böden kommen sowohl Erbsen als auch Lupinen nebeneinander als Vorfrucht in Betracht.
- In Jahren, in denen der Weizen eine hohe wirtschaftliche Vorzüglichkeit gegenüber anderen Getreidearten aufweist, können bei Beachtung allgemeiner Fruchtfolgeregeln alle legumen Vorfrüchte für dessen Anbau genutzt werden.

Literatur

- ERNST, H.(2001): Einfluss acker- und pflanzenbaulicher Maßnahmen auf die Weizenqualität im Ökologischen Landbau in Mecklenburg-Vorpommern. Diplomarbeit am Institut für Umweltgerechten Pflanzenbau der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock
- GRUBER, H. & U. THAMM, 2003: Sortenbericht ökologischer Landbau der Landesforschungsanstalt Mecklenburg-Vorpommern, Gülzow
- GRUBER, H. & U. THAMM, 2005: Sortenbericht ökologischer Landbau der Landesforschungsanstalt Mecklenburg-Vorpommern, Gülzow
- GRUBER, H. & U. THAMM, 2005a: Standortspezifische Auswirkungen einer langjährigen ökologischen Bewirtschaftung auf acker- und pflanzenbauliche sowie umweltrelevante Parameter. Abschlussbericht 22/04 der Landesforschungsanstalt Mecklenburg-Vorpommern, Gülzow
- GRUBER, H. & U. THAMM, 2001: Acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen zur Sicherung hoher Qualitäten bei Backweizen im ökologischen Anbau Abschlussbericht 23/02/97/01 der Landesforschungsanstalt Mecklenburg-Vorpommern, Gülzow
- o.V., 2000: Ökologischer Landbau - Sortenversuche in Deutschland (Getreide und Körnerleguminosen) Hrsg. Verband der Landwirtschaftskammern e. V.
- o. V., 2004: Düngung - Hinweise und Richtwerte für die Landwirtschaftliche Praxis. Hrsg. Ministerium für Ernährung Landwirtschaft, Forsten und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern
- o. V., 2006: Anbauumfang im ökologischen Landbau in Mecklenburg-Vorpommern, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern
- POMMER, G. (1995): Möglichkeiten der Beeinflussung der Backqualität von Weizen, Dinkel und Roggen durch Anbaumaßnahmen. SÖL Berater-Rundbrief 3/1995
- POMMER, G. (2000): Anbauverfahren mit Körnerleguminosen im ökologischen Landbau. SÖL-Berater-Rundbrief 3/2000, S. 29-35
- RINNOFNER, T., J. K. FRIEDEL, R. FARTHOFER, G. PIETSCH, B. FREYER (2005): Effizienz verschiedener Zwischenfruchtvarianten unterschiedlich hohen Leguminosenanteils in der Reduktion der Mineralstoffgehalte im Boden unter pannonischen Standortbedingungen. Mitt. Ges. Pflanzenbauwissenschaften (2005)17 S. 391-392
- SCHMIDT, H. (2007): Problembereiche im Öko-Ackerbau - Analyse von Praxisbeispielen. Stiftung Ökologie und Landbau, Verlag Dr. Köster, Berlin
- STEIN-BACHINGER, K.; J. BACHINGER, L. SCHMITT, 2004: Nährstoffmanagement im ökologischen Landbau. KTBL-Schrift 423

SURBÖCK, A., E. SCHIESSENDOPPLER, J. LEDERMÜLLER, J. K. FRIEDEL, B. FREYER
(2004): Auswirkungen unterschiedlicher Vorfruchtkombinationen aus Haupt- und Zwischenfrucht auf Ertrag und den Schaderregerbefall der Folgefrucht Kartoffel. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung ökologischer Landbau Universität Hohenheim 20.-23. März 2007, S. 345-348

Anhang

Tab. A 1: Ertrag der Vorfrüchte

Vorfrucht	Kornertrag dt/ha			Strohertrag TM dt/ha			Futterertrag TM dt/ha		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Bl. Lupine Borweta	19,6	33,2	9,5	22,3	33,5	28,8			
Körnerfuttererbsen Attika	22,8	24,5	19,3	20,3	40,6	36,2			
Rotklee+Dt. Wei+W.Weii+Weißklee							0	32,2	39,3
Brachemisch (60% Per.+40% Pha)							30,4	49,6	59,6

Tab. A 2: N-Gehalt der Vorfrüchte (% i. TM)

Vorfrucht	N - Gehalt Korn			N- Gehalt Stroh			N-Gehalt Futterpfl.*		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Bl. Lupine Borweta	4,8	4,9	5,0	0,8	1,2	1,3			
Körnerfuttererbsen Attika	3,1	3,5	3,6	0,8	1,4	1,0			
Rotklee+Dt. Wei+W.Weii+Weißklee								2,4	2,4
Brachemisch (60% Per.+40% Pha)							1,3	1,9	2,5

* Mittel der Aufwüchse/Schnitte

Tab. A 3: N-Entzug der Vorfrüchte (ikg/ha durch TM)

Vorfrucht	N- Entzug			N- Entzug Stroh			N- Entzug Futterpfl.		
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005
Bl. Lupine Borweta	80,7	139,7	40,9	17,9	40,2	37,5			
Körnerfuttererbsen Attika	60,8	73,8	59,7	16,3	56,8	36,2			
Rotklee+Dt. Wei+W.Weii+Weißklee							0	76,4	94,2
Brachemisch (60% Per.+40% Pha)							39,5	94,1	95,6

Tab. A 4: N_{min}-Gehalte im Boden zu Vegetationsende unter verschiedenen Vorfrüchten

	N-Gehalt (kg/ha)				
	N _{min}			Summe N _{min} 0-60 cm	Summe N _{min} 0-90 cm
	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm		
Probenahme 21.10.2003					
Blaue Lupinen	33	28	-	62	-
Körnerfuttererbsen	32	26	-	58	-
Rotklee gras	29	23	-	52	-
Brachemischung	35	34	-	69	-
Probenahme 11.11.2004					
Blaue Lupinen	24	27	17	51	68
Körnerfuttererbsen	28	35	16	63	78
Rotklee gras	37	40	10	77	87
Brachemischung	40	51	14	91	105
Probenahme 11.11.2005					
Blaue Lupinen	15	22	19	37	56
Körnerfuttererbsen	16	23	27	39	66
Rotklee gras	13	16	12	29	41
Brachemischung	13	20	19	33	52
Mittelwert 2003-05					
Blaue Lupinen	24	26	[18]	50	[62]

Körnerfuttererbsen	25	28	[22]	53	[72]
Rotkleegras	27	26	[11]	53	[64]
Brachemischung	29	35	[16]	64	[78]

[] adjustierte Werte

Tab. A 5: Bestandesdichte und Erträge von Winterweizen nach verschiedenen Vorfrüchten

Vorfrucht	Bestandesdichte Ähren/m ²			
	2004	2005	2006	2004-06
Blaue Lupinen	373	360	480	404
Körnerfuttererbsen	355	375	481	404
Rotkleegras	385	355	422	387
Brachemischung	368	413	515	432
Mittel	370	376	474	407

Fortsetzung Tab. A 5

Vorfrucht	Korntrag dt/ha				RP-Ertrag dt/ha			
	2004	2005	2006	MW	2004	2005	2006	MW
Blaue Lupinen	37,5	36,8	44,3	39,5	3,6	3,1	4,0	3,6
Körnerfuttererbsen	36,5	36,8	43,2	38,8	3,5	3,3	3,9	3,6
Rotkleegras	35,8	37,1	43,9	38,9		3,3	3,9	3,6
Brachemischung	35,1	36,7	46,1	39,3		3,2	4,1	3,6
GD (5 %)	7,8	6,2	8,6	3,6				0,3

Tab. A 6: Qualität von Winterweizen nach verschiedenen Vorfrüchten

Vorfrucht	Rohprotein i. % TM				Sedimentationswert Eh			
	2004	2005	2006	MW	2004	2005	2006	MW
Blaue Lupinen	11,2	9,8	10,6	10,5	40	28	40	36,0
Körnerfuttererbsen	11,3	10,4	10,5	10,7	39	31	39	36,3
Rotkleegras		10,2	10,4	10,6		32	42	38,7
Brachemischung		10,2	10,2	10,5		32	40	37,7
GD (5 %)				0,2				0,9

Fortsetzung Tab. A 6

Vorfrucht	Feuchtgluten % in 86% TM				TKM g			
	2004	2005	2006	MW	2004	2005	2006	MW
Blaue Lupinen	21,2	14,8	18,5	18,2	45,3	39,8	46,0	46,6
Körnerfuttererbsen	22,1	17,5	19,5	19,7	43,8	39,9	46,6	46,3
Rotkleegras		16,4	18,4	18,8		38,5	46,4	45,8
Brachemischung		17,1	18,7	19,3		40,9	47,2	47,4
GD (5 %)				0,4				0,5

Varianzanalyse, Varianzkomponenten

Verfahrensname: SERIE A-LR - einfaktorielles lat. Rechteck Orte (oder Jahre) =zufällig
 Entwickler des Verfahrens: Dr. Andrea Zenk (Umsetzung) und Volker Michel (Konzeption)
 Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern
 Information und Kontakt - siehe Infotext in PIAFStat

Datum der Auswertung: Mittwoch, 24. Januar 2007

Serien- bezeichnung	Auswert.- jahr	einbezogene Versuche
AT öko 0169 04-06	2007	3

Datenbasis: Merkmal: Kornertrag bei 86% TS dt/ha

a	Gesamt- N	fehlende Werte	Serien- mittel
4	48	0	39.1435

adjustierte Mittelwerte und Anzahl Werte

F1	Sorte	KNR	adjust Mittelw.	SE	Anz. Versuche	Ges. - N
1	WW n. Bl. Lupine	'	39.5017	2.7695	3	12
2	WW n. Körnerfuttererbsen	'	38.8358	2.7695	3	12
3	WW n. Rotklee gras	'	38.9100	2.7695	3	12
4	WW n. Brachemischung	'	39.3267	2.7695	3	12

durchschnittliche absolute GD (alpha=0.05) aller paarweisen Vergleiche - t-Test

arit_MW	MIN	MAX	MEDIAN	N
3.60452	3.60452	3.60452	3.60452	6

durchschnittliche relative GD (alpha=0.05) aller paarweisen Vergleiche - t-Test

arit_MW_ rel	MIN_rel	MAX_rel	MEDIAN_ rel	N
9.20847	9.20847	9.20847	9.20847	6

Liste alle paarweisen Vergleiche mit GD (alpha=0.05) - t-Test

Effect	F1	_F1	Estimate	lsd	test
F1	1	2	0.6658	3.60452	-
F1	1	3	0.5917	3.60452	-
F1	1	4	0.1750	3.60452	-
F1	2	3	-0.07417	3.60452	-
F1	2	4	-0.4908	3.60452	-
F1	3	4	-0.4167	3.60452	-

Varianztabelle der fixen Effekte

Effect	Num DF	Den DF	FValue	ProbF	test
F1	3	6	0.10	0.9597	-

Varianzkomponenten zufälliger Effekte und s%

F1	Cov Parm	Estimate	sRest%
1	Jahr	16.3184	.
2	Jahr*WDH	6.4621	.
3	Jahr*SAEULE	7.2873	.
4	Jahr*F1	0	.
5	Residual	13.0200	9.21817

Datenbasis: Merkmal: Tausendkornmasse, lufttrocken g

a	Gesamt-N	fehlende Werte	Serienmittel
4	40	8	43.44

adjustierte Mittelwerte und Anzahl Werte

F1	Sorte	KNR	adjust Mittelw.	SE	Anz. Versuche	Ges. - N
1	WW n. Bl. Lupine	'	46.5688	0.1322	3	12
2	WW n. Körnerfuttererbsen	'	46.3018	0.1322	3	12
3	WW n. Rotkleegrass	'	45.8158	0.1423	2	8
4	WW n. Brachemischung	'	47.4199	0.1423	2	8

durchschnittliche absolute GD (alpha=0.05) aller paarweisen Vergleiche - t-Test

arit_MW	MIN	MAX	MEDIAN	N
0.47040	0.40826	0.50002	0.47853	6

durchschnittliche relative GD (alpha=0.05) aller paarweisen Vergleiche - t-Test

arit_MW_rel	MIN_rel	MAX_rel	MEDIAN_rel	N
1.08288	0.93982	1.15105	1.10160	6

Liste alle paarweisen Vergleiche mit GD (alpha=0.05) - t-Test

Effect	F1	_F1	Estimate	lsd	test
F1	1	2	0.2670	0.40826	-
F1	1	3	0.7531	0.47853	*
F1	1	4	-0.8511	0.47853	*
F1	2	3	0.4861	0.47853	*
F1	2	4	-1.1180	0.47854	*
F1	3	4	-1.6041	0.50002	*

Varianztabelle der fixen Effekte

Effect	Num DF	Den DF	FValue	ProbF	test
F1	3	4	28.23	0.0038	*

Varianzkomponenten zufälliger Effekte und s%

F1	Cov Parm	Estimate	sRest%
1	Jahr	2.7175	.
2	Jahr*WDH	3.57E-40	.

3	Jahr*SAEULE	6.69E-56	.
4	Jahr*F1	0.03243	.
5	Residual	3.2E-12	.000004117

relative Residuen außerhalb +/- 10%

Es sind keine rel.Residuen ausserhalb +/- 10% vorhanden!

Datenbasis: Merkmal: Rohproteinertrag (i.TM) dt/ha

a	Gesamt-N	fehlende Werte	Serienmittel
4	40	8	3.59275

adjustierte Mittelwerte und Anzahl Werte

F1	Sorte	KNR	adjust Mittelw.	SE	Anz. Versuche	Ges. - N
1	WW n. Bl. Lupine	'	3.5817	0.2308	3	12
2	WW n. Körnerfuttererbsen	'	3.5783	0.2308	3	12
3	WW n. Rotkleegras	'	3.5870	0.2394	2	8
4	WW n. Brachemischung	'	3.6332	0.2394	2	8

durchschnittliche absolute GD (alpha=0.05) aller paarweisen Vergleiche - t-Test

arit_MW	MIN	MAX	MEDIAN	N
0.33520	0.29133	0.35680	0.34076	6

durchschnittliche relative GD (alpha=0.05) aller paarweisen Vergleiche - t-Test

arit_MW_rel	MIN_rel	MAX_rel	MEDIAN_rel	N
9.32978	8.10871	9.93109	9.48471	6

Liste alle paarweisen Vergleiche mit GD (alpha=0.05) - t-Test

Effect	F1	_F1	Estimate	lsd	test
F1	1	2	0.003333	0.29133	-
F1	1	3	-0.00531	0.34076	-
F1	1	4	-0.05156	0.34076	-
F1	2	3	-0.00864	0.34076	-
F1	2	4	-0.05489	0.34076	-
F1	3	4	-0.04625	0.35680	-

Varianztabelle der fixen Effekte

Effect	Num DF	Den DF	FValue	ProbF	test
F1	3	4	0.08	0.9672	-

Varianzkomponenten zufälliger Effekte und s%

F1	Cov Parm	Estimate	sRest%
1	Jahr	0.1058	.
2	Jahr*WDH	0.06223	.

3	Jahr*SAEULE	0.08756	.
4	Jahr*F1	0	.
5	Residual	0.06606	7.15382

Datenbasis: Merkmal: Rohprotein (Korn/Kern) in TM (%)

a	Gesamt-N	fehlende Werte	Serienmittel
4	40	8	10.48

adjustierte Mittelwerte und Anzahl Werte

F1	Sorte	KNR	adjust Mittelw.	SE	Anz. Versuche	Ges. - N
1	WW n. Bl. Lupine	'	10.5333	0.3196	3	12
2	WW n. Körnerfuttererbsen	'	10.7333	0.3196	3	12
3	WW n. Rotklee gras	'	10.6053	0.3219	2	8
4	WW n. Brachemischung	'	10.5053	0.3219	2	8

durchschnittliche absolute GD (alpha=0.05) aller paarweisen Vergleiche - t-Test

arit_MW	MIN	MAX	MEDIAN	N
0.14710	0.12767	0.15636	0.14964	6

durchschnittliche relative GD (alpha=0.05) aller paarweisen Vergleiche - t-Test

arit_MW_rel	MIN_rel	MAX_rel	MEDIAN_rel	N
1.40361	1.21822	1.49201	1.42785	6

Liste alle paarweisen Vergleiche mit GD (alpha=0.05) - t-Test

Effect	F1	_F1	Estimate	lsd	test
F1	1	2	-0.2000	0.12767	*
F1	1	3	-0.07199	0.14964	-
F1	1	4	0.02801	0.14964	-
F1	2	3	0.1280	0.14964	-
F1	2	4	0.2280	0.14964	*
F1	3	4	0.1000	0.15636	-

Varianztabelle der fixen Effekte

Effect	Num DF	Den DF	FValue	ProbF	test
F1	3	34	4.63	0.0081	*

Varianzkomponenten zufälliger Effekte und s%

F1	Cov Parm	Estimate	sRest%
----	----------	----------	--------

1	JAHR	0.3006	.
2	Residual	0.02368	1.46833

relative Residuen auBerhalb +/- 10%

Es sind keine rel.Residuen ausserhalb +/- 10% vorhanden!

Datenbasis: Merkmal: Feuchtgluten

a	Gesamt-N	fehlende Werte	Serienmittel
4	40	8	18.42

adjustierte Mittelwerte und Anzahl Werte

F1	Sorte	KNR	adjust Mittelw.	SE	Anz. Versuche	Ges. - N
1	WW n. Bl. Lupine	'	18.1667	1.5176	3	12
2	WW n. K6rnerfuttererbsen	'	19.7000	1.5176	3	12
3	WW n. Rotklee gras	'	18.7536	1.5215	2	8
4	WW n. Brachemischung	'	19.2536	1.5215	2	8

durchschnittliche absolute GD (alpha=0.05) aller paarweisen Vergleiche - t-Test

arit_MW	MIN	MAX	MEDIAN	N
0.41671	0.36160	0.44287	0.42395	6

durchschnittliche relative GD (alpha=0.05) aller paarweisen Vergleiche - t-Test

arit_MW_rel	MIN_rel	MAX_rel	MEDIAN_rel	N
2.26226	1.96308	2.40427	2.30156	6

Liste alle paarweisen Vergleiche mit GD (alpha=0.05) - t-Test

Effect	F1	_F1	Estimate	lsd	test
F1	1	2	-1.5333	0.36160	*
F1	1	3	-0.5870	0.42395	*
F1	1	4	-1.0870	0.42395	*
F1	2	3	0.9464	0.42395	*
F1	2	4	0.4464	0.42395	*
F1	3	4	-0.5000	0.44287	*

Varianztabelle der fixen Effekte

Effect	Num DF	Den DF	FValue	ProbF	test
F1	3	34	26.58	<.0001	*

Varianzkomponenten zufälliger Effekte und s%

F1	Cov Parm	Estimate	sRest%
1	Jahr	6.8616	.
2	Residual	0.1900	2.36613

relative Residuen außerhalb +/- 10%

Es sind keine rel.Residuen ausserhalb +/- 10% vorhanden!

Datenbasis: Merkmal: Sedimentationswert des Kornes

a	Gesamt-N	fehlende Werte	Serienmittel
4	40	8	36.3

adjustierte Mittelwerte und Anzahl Werte

F1	Sorte	KNR	adjust Mittelw.	SE	Anz. Versuche	Ges. - N
1	WW n. Bl. Lupine	'	36.0000	3.2169	3	12
2	WW n. Körnerfuttererbsen	'	36.3333	3.2169	3	12
3	WW n. Rotkleegras	'	38.6613	3.2246	2	8
4	WW n. Brachemischung	'	37.6613	3.2246	2	8

durchschnittliche absolute GD (alpha=0.05) aller paarweisen Vergleiche - t-Test

arit_MW	MIN	MAX	MEDIAN	N
0.85725	0.74388	0.91106	0.87215	6

durchschnittliche relative GD (alpha=0.05) aller paarweisen Vergleiche - t-Test

arit_MW_rel	MIN_rel	MAX_rel	MEDIAN_rel	N
2.36158	2.04925	2.50981	2.40261	6

Liste alle paarweisen Vergleiche mit GD (alpha=0.05) - t-Test

Effect	F1	_F1	Estimate	lsd	test
F1	1	2	-0.3333	0.74388	-
F1	1	3	-2.6613	0.87215	*
F1	1	4	-1.6613	0.87215	*
F1	2	3	-2.3279	0.87215	*
F1	2	4	-1.3279	0.87215	*
F1	3	4	1.0000	0.91106	*

Varianztabelle der fixen Effekte

Num	Den
-----	-----

Effect	DF	DF	FValue	ProbF	test
F1	3	34	15.14	<.0001	*

Varianzkomponenten zufälliger Effekte und s%

F1	Cov Parm	Estimate	sRest%
1	Jahr	30.8434	.
2	Residual	0.8039	2.46999

relative Residuen außerhalb +/- 10%

Es sind keine rel.Residuen ausserhalb +/- 10% vorhanden!

Anhang

Tab. A1: Lageplan des Zwischenfruchtversuches
(einfaktorielle Blockanlage)

R 4	4	3	6	5	2	1
R 3	2	1	5	6	4	3
R 2	3	4	6	5	1	2
R 1	1	2	5	6	3	4

Tab. A2: Aufgangs- und Erntedatum, Zwischenfruchtversuch

Anbaumischung	Datum Aufgang				Datum Ernte			
	2001	2002	2003	2004	01/02	02/03	03/04	04/05
S.-Wicke+Senf	19.08.	28.08.		27.08.	18.10.	16.10.	13.10.	02.11.
Phacelia+Senf	21.08.	28.08.		27.08.	18.10.	16.10.	13.10.	02.11.
Perserklee+Phacelia	21.08.	28.08.			18.10.	16.10.	13.10.	
Grünl.erbse+Sonnenbl.+S.-Wicke	19.08.	28.08.			18.10.	16.10.	13.10.	
Wickroggen	15.08.	28.08.		27.08.	13.05.		05.05.	10.05.
Landsberger Gemenge	20.08.	28.08.		27.08.	13.05.		05.05.	23.05.

Tab. A3: Anzahl Tage Aufgang bis Ernte und TS-Gehalte, Zwischenfruchtversuch

Anbaumischung	Tage Aufgang - Ernte				TS-Gehalt (%)			
	01/02	02/03	03/04	04/05	2002	2003	2004	2005
S.-Wicke+Senf	60	49		67	18,6	19,5	14,1	21,7
Phacelia+Senf	58	49		67	17,7	17,4	14,1	21,7
Perserklee+Phacelia	58	49			12,7	14,8	11,9	
Grünl.erbse+Sonnenbl.+S.-Wicke	60	49			14,6	13,6	13,2	
Wickroggen	271			256	17,1		15,0	16,9
Landsberger Gemenge	266			269	14,6		17,6	22,5

Tab. A4: Grünmasse- und TM-Erträge, Zwischenfruchtversuch

Anbaumischung	Grünmasseertrag (dt/ha)				TM-Ertrag (dt/ha)			
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005
S.-Wicke+Senf	99	85	111	49	18,4	16,5	15,6	10,6
Phacelia+Senf	94	79	116	34	16,7	13,7	16,3	7,3
Perserklee+Phacelia	92	30	94		11,7	4,5	11,2	
Grünl.erbse+Sonnenbl.+S.-Wicke	108	74	100		15,8	10,1	13,2	
Wickroggen	197		258	123	33,6		38,7	20,9
Landsberger Gemenge	191		138	57	27,9		24,3	12,9

Tab. A5: N- und P-Gehalte in der Pflanze, Zwischenfruchtversuch

Anbaumischung	N-Gehalt (% TM)				P-Gehalt (% TM)			
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005
S.-Wicke+Senf	3,4	2,3	2,9	1,8	0,56	0,42	0,40	0,33
Phacelia+Senf	2,8	2,4	2,7	1,7	0,57	0,45	0,41	0,34
Perserklee+Phacelia	2,5	3,3	2,6		0,65	0,64	0,55	
Grünl.erbse+Sonnenbl.+S.-Wicke	3,6	3,0	3,5		0,57	0,41	0,42	
Wickroggen	2,4		2,8	2,5	0,40		0,41	0,36
Landsberger Gemenge	2,8		2,5	1,9	0,44		0,36	0,31

Tab. A6: K- und Mg-Gehalte in der Pflanze, Zwischenfruchtversuch

Anbaumischung	K-Gehalt (% TM)				Mg-Gehalt (% TM)			
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005
S.-Wicke+Senf	3,10	0,87	3,31	2,22	0,35	0,29	0,36	0,33
Phacelia+Senf	3,07	0,96	3,38	2,23	0,38	0,29	0,33	0,32
Perserklee+Phacelia	3,37	1,24	3,74		0,47	0,57	0,49	
Grünl.erbse+Sonnenbl.+S.-Wicke	3,61	1,13	2,64		0,35	0,43	0,42	
Wickroggen	2,73		2,68	2,15	0,14		0,12	0,20
Landsberger Gemenge	3,13		2,66	1,98	0,20		0,17	0,22

Tab. A7: Ca- und Na-Gehalte in der Pflanze, Zwischenfruchtversuch

Anbaumischung	Ca-Gehalt (% TM)				Na-Gehalt (% TM)			
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005
S.-Wicke+Senf	1,70	1,08	1,49	1,08	0,02	0,04	0,08	0,03
Phacelia+Senf	2,92	1,17	1,54	1,11	0,02	0,04	0,07	0,03
Perserklee+Phacelia	4,99	2,26	2,18		0,01	0,03	0,05	
Grünl.erbse+Sonnenbl.+S.-Wicke	1,62	0,95	1,26		0,01	0,02	0,03	
Wickroggen	0,34		0,30	0,51	0,01		0,01	0,04
Landsberger Gemenge	0,68		0,52	0,57	0,02		0,02	0,01

Tab. A8: Rohasche- und Rohproteingehalte in der Pflanze, Zwischenfruchtversuch

Anbaumischung	Rohasche (% TM)				Rohprotein (% TM)			
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005
S.-Wicke+Senf	12,3	10,2	12,3	8,7	21,1	14,6	18,4	11,0
Phacelia+Senf		10,8	15,0	13,0	17,2	14,9	16,7	10,3
Perserklee+Phacelia		19,1	22,1		15,5	20,5	16,4	
Grünl.erbse+Sonnenbl.+S.-Wicke	13,2	13,0	11,2		22,8	18,5	21,9	
Wickroggen	7,7		7,9	8,5	14,7		17,6	15,5
Landsberger Gemenge	10,3		9,9	10,7	17,5		15,5	11,7

Tab. A9: Rohfasergehalte und leichtlösliche Kohlenhydrate in der Pflanze, Zwischenfruchtversuch

Anbaumischung	Rohfaser (% TM)				leichtlösliche Kohlenhydrate (% TM)			
	2002	2003	2004	2005	2002	2003	2004	2005
S.-Wicke+Senf	26,5	26,2	25,0	35,7	5,1	15,8	12,3	8,9
Phacelia+Senf		27,5	23,6	34,9		12,3	11,0	8,6
Perserklee+Phacelia		12,7	11,1			12,9	16,3	
Grünl.erbse+Sonnenbl.+S.-Wicke	19,4	17,8	19,5		10,3	18,0	14,2	
Wickroggen	30,8		27,7	21,9	11,0		10,8	20,4
Landsberger Gemenge	23,4		20,7	21,9	14,5		19,9	23,3

Tab. A10: Verfahrenskosten (€/ha, KTBL-Kalkulationsdaten Ökologischer Landbau)

	Arbeits- erledigungskosten (13 €/Akh)	Festkosten	Veränderbare Kosten	Gesamtkosten
Pflügen mit Aufsatteldreh- pflug, 8 Schare, 280 cm, 140 kW, Packer	11,70	22,78	31,63	66,11
Säen mit Saatbettkombi- nation und Sämaschine, 6,0 m; 120 KW	5,33	15,05	12,93	33,31
Gesamtkosten Anbau Zwischenfrüchte				92,84
Stoppelgrubbern , Grub- ber 6,0 m, 120 KW	3,25	12,08	9,95	25,28
Säen mit Saatbettkombi- nation und Sämaschine, 6,0 m; 120 KW	5,33	15,05	12,93	33,31
Gesamtkosten Anbau Zwischenfrüchte				58,59
Säen mit Kreiselegge und Sämaschine, 4,0 m, 120 KW	8,58	16,32	18,84	43,74

Nachfrucht Vorfrucht	Luzerne, Klee, Gräser (mehrjährig)	Luzerne, Klee (ein- bis überjährig)	Lupinen, Serradella, Wicken, Sojabohnen	Ackerbohnen	Erbsen, Linsen	Gräser (ein- bis überjährig)	W.-Weizen (Back- u. Futterqualität)	S.-Weizen, Durum (Back- u. Futterqualität)	Weizen (Brauqualität)	Dinkel	Triticale	W.-Roggen	W.-Gerste (Futterqualität)	S.-Gerste (Futterqualität)	S.-Gerste (Brauqualität)	Hafer	Silo- u. Körnermais	Futterrüben	Zuckerrüben	Frühkartoffeln (Speisequalität)	Mittelfrühe Kartoffeln (Speisequalität)	Späte Kartoffeln (Verarbeitungsqualität)	W.-Raps	Sonnenblumen	Eignung der Vorfrüchte für die Nach- früchte	
	Luzerne, Klee, Gräser (mehrjährig)																	(S) (W)	(S) (W)		(S)	(S) (W)	(S) (W)			
Luzerne, Klee (ein- bis überjährig)																										
Ackerbohne						(U)	(U)	(U) S	(U)	(U)	(U)			(U) S	(U) S	(U) S	(U) S	(U) S	(U) S	(U) S	(U) S	(U) S	(U) S		(U) S	
Erbse, Linse						(S)	S	S W	S	S	S	(S)	(S)	S (W)	S (W)	S (W)	S W	S W	S W	S W	S (W)	S W	S W		S W	
Lupine, weiß																										
Lupine, gelb																										
Lupine, blau								S (W)						S (W)	S (W)	S (W)	S (W)	S (W)	S (W)	S (W)	S (W)	S (W)	S (W)		S (W)	
Gräser (ein- bis überjährig)								S (W) L						S (W) (L)	S (W)	S (W) L	S W L	S (W) L	S (W)	S L	S W L	S W L	S W L			
W.-Weizen, Dinkel			US (W)	US (W)	US (W)	US (W) L					U(S) L	U(S) L	U L	US (W) L	US (W) L	US (W) L	US (W) L	US (W) L	US (W) L	US (W) L	US (W) L	US (W) L	US (W) L		US W(L)	
S.-Weizen, Durum			US (W)	US (W)	US (W)	US (W) L		US (W) L		US (L)	US L	US L	U L	US (W) L	US (W) L	US (W) L	US (W) L	US (W) L	US (W)	US L	US W L	US W L	US W L		US W(L)	
W.-Roggen, Triticale	US	US	US (W)	US (W)	US (W)	US (W) L	US L	US (W) L	US (L)	US L	US L	US L	U L	US (W) L	US (W) L	US (W) L	US (W) L	US (W) L	US (W) L	US L	US W L	US W L	US W L		US W(L)	sehr ungünstig, unmöglich 80 - 90 %

