

# Leguminosen-Untersaaten im ökologischen Getreidebau Ergebnisse dreijähriger Versuchsreihen

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz<sup>1)</sup>  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung<sup>2)</sup>  
Rupert Fuchs<sup>1)</sup>, Georg Salzedo<sup>2)</sup> & Klaus Wiesinger<sup>1)</sup>

## Zusammenfassung

Es werden Zwischenergebnisse aus den Jahren 2003 bis 2005 einer bis 2007 laufenden Versuchsserie von zwei Versuchsorten (Tertiäres Hügelland, Bayern) dargestellt. Geprüft wurde die Wirkung von Zwischenfrüchten auf die Deckfrucht Winterweizen und die Folgefrucht Wintertriticale. Alle geprüften Arten - Gelbklee, Hornschotenklee, Rotklee, Weißklee - und eine Feldfutterbaumischung zeigten sich als tauglich für Untersaaten. Es bestanden Unterschiede im Wuchsverhalten und in der Aufwuchsleistung. Diese schwankte von ca. 1,0 dt/ha Trockenmasse (TM) im sommertrockenen Jahr 2003 bis ca. 20,0 dt/ha TM im Sommer 2004.

Die Zwischenfrüchte zeigten - im Vergleich zur Variante „ohne Untersaat = Selbstbe-grünung“ - auf die Kornerträge der Deckfrucht Winterweizen keine statistisch abzu-sichernden Auswirkungen. 2005 war an einem Standort ein Mehrertrag an Rohprotein – verursacht durch erhöhte Rohproteingehalte – bei der Deckfrucht Winterweizen bei allen Zwischenfruchtarten gegenüber „ohne Untersaat“ erkennbar. Dieser war für Weißklee, Gelbklee und die Mischung statistisch gesichert. In der Variante mit Gelbklee hatte Winterweizen den höchsten Wert mit 10,8 % Rohprotein in der TM erreicht. Die Differenz zu „ohne Untersaat“ (mit 9,7 % Rohprotein) betrug 1,1 Prozentpunkte. In keinem Versuchsjahr und an keinem Ort wurde ein Unterschied zwischen „ohne Untersaat“ und den Zwischenfrucht-Varianten im Hinblick auf das Auftreten von Krankheiten und auf pflanzenbauliche Merkmale des Winterweizens festgestellt. Auch bei den kornphysikalischen Parametern (Sortierung, Hektolitergewicht, Tausendkornmasse) wurden keine Unterschiede zwischen den Prüfvarianten gefunden.

Die Sommerzwischenfrüchte beeinflussten – je nach Jahreswitterung – den Ertrag der Folgefrucht Wintertriticale einmal positiv und einmal negativ. Die negative Ertragswir-kung trat als Folge des Trockenjahres 2003 auf, die sich noch bis ins Erntejahr 2004 bemerkbar machte. Im Wirtschaftsjahr 2004/05, mit günstiger Niederschlagsverteilung, verzeichnete Wintertriticale nach Zwischenfrucht signifikant höhere Erträge als „ohne“.

## Summary

The study presents intermediate results from the years 2003 to 2005 of a trials series ending in 2007 on two sites in the region "Tertiäres Hügelland" in Bavaria. It investigated the effects of catch crops on the covering crop winter wheat and the following crop winter triticale. All species tested – black medic, bird's-foot trefoil, red clover, white clover – and a mixture of field forage plants proved suitable as underseed with differences in growth behaviour and performance. These varied from approx. 1.0 dt/ha dry matter (D.M.) in the summer-dry year 2003 up to approx. 20.0 dt/ha D.M. in summer 2004.

Compared to the variant "without underseed = natural vegetation regeneration" the catch crop showed no statistically significant impacts on the grain yield of the covering crop. In 2005 one site showed an increase of the yield of crude protein – caused by a higher content of crude protein - of the covering crop winter wheat for all types of catch crop compared to "without underseed". This increase could be statistically confirmed for white clover, black medic and the mixture.

Winter wheat had reached the highest value of 10.8 % of crude protein in the dry matter in the variant of black medic. The difference to the variant "without underseed" (9.7 % crude protein) was 1.1 percent.

In none of the trial years and on none of the sites there was a difference between "without underseed" and the catch crop variants in terms of diseases and cultivation characteristics of winter wheat. The parameters of grain physics (sorting, hectolitre weight, thousand-grain mass) showed no differences in the tested variants.

Depending on the weather the summer catch crops either negatively or positively influenced the yield of the following crop winter triticale. The negative yield effects followed the dry year 2003 and even influenced the crop year 2004. In the marketing season 2004/05, with a more favourable distribution of annual precipitation, winter triticale yielded significantly higher after catch crop than "without".

# 1 Einleitung und Fragestellung

Im viehlosen oder viehschwachen Öko-Ackerbaubetrieb ist der Anbau von Leguminosen in der Regel die wichtigste Stickstoffquelle. Als Leguminosenarten stehen großkörnige Arten wie z. B. Ackerbohne, Futtererbse oder Lupine oder kleinkörnige Arten wie z. B. Rotklee, Luzerne, Gelbklee und Hornschotenklee für den Anbau zur Verfügung. Großkörnige Leguminosen stehen üblicherweise in Hauptfruchtstellung. Der Anbau von kleinkörnigen Leguminosen zur Gründüngung in Hauptfruchtstellung, z. B. in Form der Grünbrache, zieht den Verzicht auf den Anbau einer Marktfrucht nach sich. Der Zwischenfruchtanbau, also die Stellung zwischen zwei Hauptfrüchten, verlangt dagegen keinen Verzicht auf eine Hauptfrucht, ist aber wegen der nur begrenzt zur Verfügung stehenden Vegetationszeit und den in dieser Zeitspanne bestehenden Wasser- und Temperaturverhältnissen nur in bestimmten Gebieten wirtschaftlich sinnvoll. In Bayern kommen hierfür vor allem südbayerische Ackerbaugebiete in Frage.

Zwischenfrüchte nutzen die Zeitspanne von der Ernte der Vorfrucht bis zur Aussaat der folgenden Hauptfrucht. Das Verfahren „Untersaat“ ermöglicht einen kostengünstigen, arbeitstechnisch einfachen und somit wirtschaftlich effektiven Anbau von zur Untersaat geeigneten Pflanzen. Der ökologische Landbau bringt hierfür beste Voraussetzungen: Da im ökologischen Landbau keine Herbizide eingesetzt werden, ist eine frühzeitige und risikolose Einsaat von anderen Pflanzenarten in eine Deckfrucht als Untersaat möglich. Zudem ist der Pflanzenbestand, in den eingesät werden soll (Deckfrucht) im ökologischen Anbau im Vergleich zur konventionellen Bewirtschaftung weniger dicht und bietet somit gute Bedingungen für die Entwicklung der Untersaat. Beim Verfahren Untersaat stehen Deckfrucht und Untersaat in gegenseitiger Konkurrenz um die Wachstumsfaktoren. Die Aufwuchsleistung der Zwischenfrüchte ist wegen der kurzen Wachstumszeit zwischen der Ernte der Deckfrucht und dem Zeitpunkt für die Bodenbearbeitung zur Aussaat der folgenden Hauptfrucht begrenzt und unterliegt witterungsabhängig sehr großen Schwankungen (Becker-Dillingen 1929, Schindler 1953, Klapp 1958, Fischbeck et al. 1975, Esser & Lütke Entrup 1981, Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2004).

Folgende Versuchsfragen galt es zu bearbeiten:

#### Zwischenfrüchte

- Welche Grünmasse erreichen die Zwischenfrüchte bei Untersaat?
- Bestehen zwischen den geprüften Arten Unterschiede in der Sicherheit des Gelingens?
- Wie hoch ist ihre Konkurrenz zu Beikraut?

#### Komplex Untersaat und Deckfrucht Winterweizen

- Welche Auswirkungen gehen von den untergesäten Arten im Vergleich zu „ohne Untersaat“ auf den Ertrag der Deckfrucht Winterweizen aus?
- Welche Auswirkungen gehen von den untergesäten Arten im Vergleich zu „ohne Untersaat“ auf die Qualität des Erntegutes der Deckfrucht Winterweizen aus?

#### Nachwirkung der Zwischenfrüchte auf die Folgefrucht Wintertriticale

- Welche Auswirkungen gehen von den Sommerzwischenfrüchten im Vergleich zu „ohne Untersaat“ auf den Ertrag der Nachfrucht Wintertriticale aus?
- Welche Auswirkungen gehen von den Sommerzwischenfrüchten im Vergleich zu „ohne Untersaat“ auf die Qualität des Erntegutes der Nachfrucht Wintertriticale aus?

## **2 Material und Methoden**

Die Feldversuche, geplant als Versuchsserie für die Wirtschaftsjahre 2002/2003 bis 2006/2007, wurden an den Orten Schönbrunn und Viehhausen durchgeführt. Schönbrunn liegt im Landkreis Landshut, im Produktionsgebiet und Naturraum Tertiäres Hügelland auf einer Höhe von 385 m über NN. Das Mittel der langjährigen Jahresniederschläge beträgt 730 mm, die mittlere Jahrestemperatur 7,8 Grad Celsius. Die Ackerzahl des Feldes, Bodentyp Braunerde, mit humosem sandigem Lehm in der Krume, beträgt 60 Punkte.

Viehhausen liegt im Landkreis Freising, ebenfalls im Tertiären Hügelland auf einer Höhe von 480 m über NN. Die mittleren langjährigen Jahresniederschläge liegen bei 780 mm, die mittlere Jahrestemperatur 7,5 Grad Celsius. Der Bodentyp ist ebenfalls Braunerde, mit schwach humosem sandigem Lehm in der Krume, die Ackerzahlen reichen von 55 bis 62.

Die Feldversuche stehen auf Feldern von anerkannten Ökobetrieben. Die Betriebe sind Naturland- bzw. Bioland-zertifiziert. 1995 erfolgte die Umstellung des Betriebes Viehhausen, 1994 die von Schönbrunn.

Im Feldversuch kamen die Arten Gelbklees mit einer Saatstärke von ca. 16,0 kg/ha, Hornschotenklees mit ca. 18,0 kg/ha, Rotklee mit ca. 25,0 kg/ha, Weißklee mit ca. 10,0 kg/ha, allesamt in Reinsaat zum Einsatz. Zusätzlich war eine Mischung im Versuch („Bayerische Qualitätssaatgutmischung FM3“, bestehend aus 4,0 kg Rotklee, 6,0 kg Luzerne, 2,0 kg Weißklee, 9,0 kg Wiesenschwingel, 4,0 kg Wiesenlieschgras und 2,0 kg Glatthafer, zusammen 27,0 kg/ha). Die Auswahl der Arten erfolgte unter Berücksichtigung der Versuchsergebnisse der ehemaligen Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau 1983 – 1989 für den konventionellen Anbau. Der damalige Anbau wurde ausschließlich als Sommerzwischenfrucht in Form einer Stoppelsaat durchgeführt.

Der Versuch wurde in Kleinparzellen mit 1,5 m Breite und 8,0 m Länge bei 4fach wiederholte Parzellenbreite angelegt. Die Anlagemethode war Lateinisches Rechteck,

es wurde mit vier Wiederholungen gearbeitet. Wintertriticale folgte auf den gleichen Parzellen dem Winterweizen nach. Die Versuchsfläche wurde mittels im Feldrain angebrachten Markierungen eingemessen, so dass nach der Bodenbearbeitung zur Einarbeitung der Zwischenfrüchte die Aussaat der nachfolgenden Hauptfrucht auf den gleichen Parzellen wie die Zwischenfrüchte zur Anlage kamen. Bei Wintertriticale erfolgte die Ertragsfeststellung jedoch nur aus den beiden mittleren Parzellen, so dass Auswirkungen durch das Pflügen auf die Nachbarparzellen durch die bestehenden Trennparzellen ausgeschlossen wurden.

Bei Winterweizen und Wintertriticale wurde jährlich neu beschafftes konventionell erzeugtes Züchtersaatgut verwendet, für die Zwischenfrüchte jährlich neu beschafftes Ökosaatgut. Die Aussaat der Zwischenfrüchte erfolgte nach dem letzten Striegeln des Weizens im Frühjahr mittels einer Versuchssämaschine. Diese ist an den Auslaufrohren mit Prallblechen ausgestattet, so dass eine gleichmäßige Breitverteilung im Weizenbestand gewährleistet ist. Eine Saat mittels üblicher Drillmaschine mit hochgestellten Ausläufen wäre in der Verteilwirkung ähnlich einzustufen.

Alle Erhebungen sowie die Berichterstattung erfolgte nach den Richtlinien des Bundessortenamtes (Bundessortenamt 2000) für die jeweils bearbeitete Fruchtart. Die Masse der Zwischenfrüchte wurde geschätzt und die Bestandeshöhe gemessen. Zusätzlich erfolgten weitere Beobachtungen wie z. B. Lückigkeit, Bodendeckung und Verunkrautung. Bei den Getreidearten wurden die Erträge parzellenweise nach Vortrocknung des Erntegutes ermittelt und das Erntegut für weitere Untersuchungen verwendet.

Am gereinigten und getrockneten Erntegut von Winterweizen und Wintertriticale wurden TS-Feststellungen durchgeführt sowie die Sortierfraktionen bestimmt. An den aus der Vollkornfraktion entnommenen Proben fand die Untersuchung des Rohproteins nach der Methode Kjeldahl statt.

Diese Auswertung beinhaltet für die Sommerzwischenfrüchte und für Winterweizen im bisherigen Zeitraum der Wirtschaftsjahre 2002/2003 bis 2004/2005 fünf Versuche in drei Jahren, für die Feststellungen der Nachwirkung auf Wintertriticale liegen drei Ergebnisse aus zwei Jahren vor.

Die Auswertung erfolgte nach der bestehenden Anlagemethode mittels des Statistikprogramms SAS unter der Annahme eines fixen Modells für die Zwischenfruchtvarianten. Als statistischer Test für Mittelwerte wurde der Student-Newman-Keuls-Test (SNK) verwendet.

Die Versuchsserie ist noch nicht abgeschlossen und wird bis 2006/2007 fortgesetzt.

## **3 Ergebnisse**

### **3.1 Zwischenfrüchte, Aufwuchsleistung, Unterschiede zwischen den geprüften Arten**

Im Versuchszeitraum besaßen die Zwischenfrüchte zwischen der Ernte der Deckfrucht und ihrem Umbruch im Jahr 2003 in Viehhausen 63 Tage, im Jahr 2004 in Viehhausen 43 Tage, in Schönbrunn 42 Tage und im Jahr 2005 in Viehhausen 41 und in Schönbrunn 33 Tage an Wuchsdauer.

Im trockenen Sommer 2003 erreichten die Arten in Viehhausen nur minimale Bestandeshöhen von ca. 6 cm bei Weißklee bis 18 cm bei Rotklee und Aufwuchsleistungen, die artspezifisch differenziert waren: Weißklee litt am stärksten unter der Trockenheit. Rotklee kam geringfügig besser zurecht, reichte aber an die

Trockenheit verträglicheren Arten Gelbklee und Hornschotenklee nicht heran. In der Mischung versagten die Gräser. Die geschätzte Ertragsleistung an Trockenmasse lag zwischen ca. 1,0 dt/ha bei Rotklee, Weißklee und Mischung und bei ca. 4,0 dt/ha bei Gelb- und Hornschotenklee. Insgesamt blieb die Massenbildung bei allen Zwischenfruchtarten zu gering, um als gelungene Zwischenfrucht bezeichnet zu werden.

In 2004 entwickelten sich alle Zwischenfrüchte an beiden Orten bei ausreichenden Niederschlägen zufriedenstellend. Es zeigten sich die artspezifischen Unterschiede in der Massenbildung, in der Bestandeshöhe und in der Unkrautkonkurrenz: In der Massenbildung lagen Rotklee, Hornschotenklee und Weißklee vor der Mischung und diese wiederum vor Gelbklee. Die geschätzte Ertragsleistung an Trockenmasse lag zwischen ca. 10,0 dt/ha beim Gelbklee und 20,0 dt/ha bei den übrigen Arten.

Im Jahr 2005 entwickelte sich in Viehhausen die Deckfrucht Winterweizen bedingt durch günstige Wachstumsbedingungen sehr üppig, so dass sich die Untersaat anfänglich nur behaupten konnte. Hierbei kam es zur Ausdünnung beim Hornschotenklee. Hohe Niederschläge vor der Ernte zogen besonders in Viehhausen hohe Bodenwassergehalte nach sich, so dass der Versuchsmähdrescher in den Fahrspuren Bodenverdichtungen verursachte, welche die Entwicklung und Massenbildung aller Zwischenfruchtarten in der Folgezeit beeinträchtigte. Im gleichen Jahr wuchsen in Schönbrunn gute Zwischenfruchtbestände bei allen Arten heran.



Abb. 1: Rotklee unter Winterweizen (2004, Schönbrunn)

### 3.2 Komplex Untersaat und Deckfrucht

Der Anbau des Winterweizens erfolgte im ortsüblichen Produktionsverfahren: Grundbodenbearbeitung erste Oktoberhälfte, mit Pflug ohne Packer, Aussaat zwischen 10.10. (2002) und 16.10. (2003, 2005), Saatstärke 400 keimfähige Körner

pro m<sup>2</sup>, Sorten „Bussard“ bzw. „Achat“, striegeln 1 - 2x April bis Anfang Mai, Ernte 21. 07. (2003) bis 19.08. (2005).

Wie die statistischen Maßzahlen zeigen (Tab. 1), schwanken die Werte für das Bestimmtheitsmaß ( $r^2$ ) des Modells für die Erträge in allen Umwelten (Viehhausen 3jährige, Schönbrunn 2jährige Ergebnisse) von 0,45 (2005 Schönbrunn, Rohproteinertrag) bis 0,93 (2005 Viehhausen, Korn- und Marktwarenertrag).

Tab. 1: Winterweizen (Deckfrucht), statistische Maßzahlen für den Faktor „Untersaat“ auf die Erträge in Orten und Jahren;  $r^2$  = Bestimmtheitsmaß

Ernte-jahr	Ort	Erträge	$r^2$	Faktor Untersaat		Wahrscheinlichkeit (Pr > F)
				GD 5% rel.	Signifikanz	
2003	Viehhausen	Korn	0,82	4,7	n. sign.	0,4801
2003	Viehhausen	Marktware	kein Wert	kein Wert	entf.	kein Wert
2003	Viehhausen	Rohprotein	kein Wert	kein Wert	entf.	kein Wert
2004	Viehhausen	Korn	0,85	2,4	n. sign.	0,5041
2004	Viehhausen	Marktware	0,82	3,2	n. sign.	0,6971
2004	Viehhausen	Rohprotein	0,66	5,0	n. sign.	0,1782
2004	Schönbrunn	Kornertrag	0,89	7,2	n. sign.	0,2188
2004	Schönbrunn	Marktware	0,91	6,9	n. sign.	0,1195
2004	Schönbrunn	Rohprotein	0,87	9,2	n. sign.	0,4226
2005	Viehhausen	Korn	0,93	3,0	n. sign.	0,4430
2005	Viehhausen	Marktware	0,93	2,9	n. sign.	0,2529
2005	Viehhausen	Rohprotein	0,86	5,6	sign.	0,0190
2005	Schönbrunn	Korn	0,58	7,6	n. sign.	0,4056
2005	Schönbrunn	Marktware	0,58	7,7	n. sign.	0,3941
2005	Schönbrunn	Rohprotein	0,45	8,7	n. sign.	0,7679

Das Bestimmtheitsmaß ist ein Maß für das Verhältnis der Abweichungsquadrate der im Modell erfassten Einflussgrößen zum Rest. Es lässt hier somit Rückschlüsse auf die Wirkungen der Prüfvarianten auf die Erträge zu. Die Werte für 2005, Standort Schönbrunn, lassen keine Wirkungen der Untersaaten erkennen. In den übrigen Umwelten liegen die Maßzahlen höher und erreichen die Maximalwerte von 0,93 für 2005 in Viehhausen beim Korn- und Marktwarenertrag.

Die Signifikanzen (nicht dargestellt) von Blöcken oder Säulen, also von anagemethodisch gebildeten Teilflächen, weisen darauf hin, dass sich Bodenunterschiede auf der gleichen Feldfläche in gleichem Maße auswirken können wie die Zwischenfruchtvarianten. Statistisch gesicherte Unterschiede innerhalb der Zwischenfruchtvarianten sind als signifikanter Einfluss auf den Rohproteinertrag (s. Tab. 2) lediglich für 2005 in Viehhausen nachweisbar.

In diesem einen von fünf Ergebnissen, übertreffen im Rohproteinertrag alle Zwischenfrüchte der Tendenz nach „ohne“, wobei die Differenzen zu „ohne Untersaat“ bei Weißklee, Gelbklee und FM3-Mischung statistisch zu sichern sind. Bei Rotklee und Hornschotenklee wird die Signifikanzgrenze knapp verfehlt.

Für weitere Qualitätsparameter wie Tausendkornmasse, Hektolitergewicht und Rohproteingehalt (Tab. 3) konnten keine gesicherten Wirkungen der Untersaaten erkannt werden.

Tab. 2: Erträge des Winterweizens mit verschiedenen Untersaaten absolut und relativ, SNK<sup>1)</sup>, Jahre, Orte; Schö. = Schönbrunn, Vieh. = Viehhausen

Ernte-jahr	Ort	Untersaat	Ertrag an Korn bei 86 % TS dt/ha	Ertrag an Korn bei 86% rel.	SNK <sup>1)</sup> Ertrag an Korn	Ertrag an Marktware bei 86% TS dt/ha	Ertrag an Marktware bei 86% TS rel.	SNK <sup>1)</sup> Marktware	Ertrag an Rohprotein, dt/ha	Ertrag an Rohprotein rel.	SNK <sup>1)</sup> Ertrag an RP
2003	Vieh.	FM3-Mischung	41,1	101	A	k. Werte			k. Werte		
2003	Vieh.	Gelbkle	40,8	100	A	k. Werte			k. Werte		
2003	Vieh.	Hornschotenkle	41,5	102	A	k. Werte			k. Werte		
2003	Vieh.	Rotkle	39,7	97	A	k. Werte			k. Werte		
2003	Vieh.	Weißkle	41,0	100	A	k. Werte			k. Werte		
2003	Vieh.	ohne	40,8	100	A	k. Werte			k. Werte		
2003	Vieh.	Mittel	40,8								
2004	Vieh.	FM3-Mischung	52,9	99	A	49,5	100	A	5,7	97	A
2004	Vieh.	Gelbkle	52,9	99	A	49,4	100	A	5,5	93	A
2004	Vieh.	Hornschotenkle	53,1	99	A	49,3	100	A	5,9	100	A
2004	Vieh.	Rotkle	52,3	98	A	48,4	98	A	5,7	97	A
2004	Vieh.	Weißkle	52,9	99	A	49,2	100	A	5,8	98	A
2004	Vieh.	ohne	53,5	100	A	49,3	100	A	5,9	100	A
2004	Vieh.	Mittel	53,0			49,2			5,6		
2004	Schö.	FM3-Mischung	51,2	102	A	49,2	102	A	4,2	100	A
2004	Schö.	Gelbkle	48,5	96	A	46,6	97	A	4,0	95	A
2004	Schö.	Hornschotenkle	51,3	102	A	49,1	102	A	4,2	100	A
2004	Schö.	Rotkle	48,6	97	A	46,2	96	A	4,2	100	A
2004	Schö.	Weißkle	47,5	94	A	45,4	94	A	3,9	93	A
2004	Schö.	ohne	50,3	100	A	48,1	100	A	4,2	100	A
2004	Schö.	Mittel	49,6			47,4			4,1		
2005	Vieh.	FM3-Mischung	60,2	100	A	59,0	100	A	5,4	108	A
2005	Vieh.	Gelbkle	59,7	99	A	58,5	99	A	5,5	110	A
2005	Vieh.	Hornschotenkle	60,3	100	A	59,2	100	A	5,3	106	A,B
2005	Vieh.	Rotkle	59,1	98	A	57,8	98	A	5,3	106	A,B
2005	Vieh.	Weißkle	61,0	101	A	59,8	101	A	5,5	110	A
2005	Vieh.	ohne	60,1	100	A	59,0	100		5,0	100	B
2005	Vieh.	Durchschnitt	60,1			58,9			5,3		
2005	Schö.	FM3-Mischung	65,3	100	A	65,3	100	A	5,6	98	A
2005	Schö.	Gelbkle	62,0	95	A	62,2	95	A	5,4	95	A
2005	Schö.	Hornschotenkle	61,9	95	A	61,5	94	A	5,5	96	A
2005	Schö.	Rotkle	64,6	99	A	64,7	99	A	5,6	98	A
2005	Schö.	Weißkle	62,4	95	A	62,3	95	A	5,5	96	A
2005	Schö.	ohne	65,4	100	A	65,3	100	A	5,7	100	A
2005	Schö.	Durchschnitt	63,6			63,5			5,5		

<sup>1)</sup> = Student-Newman-Keuls-Test

Tab. 3: Winterweizen, Qualitätsmerkmale des Erntegutes mit verschiedenen Untersaaten; Schö. = Schönbrunn, Vieh. = Viehhausen

Ernte-jahr	Ort	Untersaat	Tausend-kornmasse (g)	Tausend-kornmasse (g) rel.	Hektoliter-gewicht (kg)	Hektoliter-gewicht (kg rel.)	Rohprotein-gehalt % i. d. TS	Rohprotein-gehalt % i. d. TS, rel.
2003	Vieh.	FM3-Mischung	k. Werte		k. Werte		k. Werte	
2003	Vieh.	Gelbkle	k. Werte		k. Werte		k. Werte	
2003	Vieh.	Hornschotenkle	k. Werte		k. Werte		k. Werte	
2003	Vieh.	Rotkle	k. Werte		k. Werte		k. Werte	
2003	Vieh.	Weißkle	k. Werte		k. Werte		k. Werte	
2003	Vieh.	ohne	k. Werte		k. Werte		k. Werte	
2004	Vieh.	FM3-Mischung	k. Werte		k. Werte		12,6	98
2004	Vieh.	Gelbkle	k. Werte		k. Werte		12,2	95
2004	Vieh.	Hornschotenkle	k. Werte		k. Werte		12,9	101
2004	Vieh.	Rotkle	k. Werte		k. Werte		12,7	99
2004	Vieh.	Weißkle	k. Werte		k. Werte		12,7	99
2004	Vieh.	ohne	k. Werte		k. Werte		12,8	100
2004	Vieh.	Mittel					12,6	
2004	Schö.	FM3-Mischung	45,9	100	83,7	100	9,6	99
2004	Schö.	Gelbkle	46,3	101	83,8	100	9,6	99
2004	Schö.	Hornschotenkle	45,8	100	83,5	100	9,6	99
2004	Schö.	Rotkle	45,9	100	83,4	100	9,9	102

Ernte-jahr	Ort	Untersaat	Tausend-kornmasse (g)	Tausend-kornmasse (g) rel.	Hektoliter-gewicht (kg)	Hektoliter-gewicht (kg rel.)	Rohprotein-gehalt % i. d. TS	Rohprotein-gehalt % i. d. TS, rel.
2004	Schö.	Weißklee	45,8	100	83,3	100	9,6	99
2004	Schö.	ohne	45,8	100	83,7	100	9,7	100
2004	Schö.	Mittel	45,9		83,5		9,7	
2005	Vieh.	FM3-Mischung	39,2	98	k. Werte		10,5	108
2005	Vieh.	Gelbklee	39,3	99	k. Werte		10,8	111
2005	Vieh.	Hornschotenklee	39,1	98	k. Werte		10,3	106
2005	Vieh.	Rotklee	39,5	99	k. Werte		10,4	107
2005	Vieh.	Weißklee	39,4	99	k. Werte		10,5	108
2005	Vieh.	ohne	39,8	100	k. Werte		9,7	100
2005	Vieh.	Mittel	39,4				10,3	
2005	Schö.	FM3-Mischung	45,8	108	69,3	101	9,9	98
2005	Schö.	Gelbklee	42,8	101	69,6	102	10,1	100
2005	Schö.	Hornschotenklee	42,7	101	69,8	102	10,4	103
2005	Schö.	Rotklee	42,8	101	69,0	101	10,1	100
2005	Schö.	Weißklee	42,1	100	67,7	99	10,2	101
2005	Schö.	ohne	42,3	100	68,5	100	10,1	100
2005	Schö.	Mittel	43,1		69,0		10,1	

Ebenso waren keine Auffälligkeiten an den Pflanzenbeständen während der Vegetation in den einzelnen Jahren an den Orten erkennbar. Somit gibt es keine Hinweise auf negative Wirkungen der Untersaaten auf die Entwicklung der Deckfrucht.



Abb. 2: Rotklee nach der Ernte der Deckfrucht Winterweizen, (2004, Viehhausen)

### 3.3 Nachwirkung der Zwischenfrucht auf die folgende Hauptfrucht Wintertriticale

Der Anbau des Wintertriticale erfolgte im ortsüblichen Produktionsverfahren: Grundbodenbearbeitung letzte Septemberdekade, mit Pflug ohne Packer, Aussaat in allen Jahren und Orten am 22.09., Saatstärke 350 - 380 keimfähige Körner pro m<sup>2</sup>, Sorte „Kitaro“, striegeln 1 - 2x Anfang April 2005 am Ort Schönbrunn, Verzicht 2004 und 2005 in Viehhausen, Ernte 28. 07. (2005) bis 09.08. (2004).

Im Versuchszeitraum liegen derzeit die Ergebnisse aus drei Umwelten vor: 2004 Viehhausen, 2005 Viehhausen und Schönbrunn.

Die Bestimmtheitsmaße für das Modell (Tab. 4), liegen beim Wintertriticale in allen Umwelten (Viehhausen 2jährige Ergebnisse aus 2004 und 2005, und Schönbrunn 1jährige Ergebnisse aus 2005) im Vergleich zum Winterweizen höher, wenngleich auch hier mit einem Wert von 0,32 beim Rohproteintrag für 2004, Viehhausen, ein weit von den übrigen abweichender Wert besteht. Vergleichbar mit den Wirkungen in Winterweizen sind auch bei Wintertriticale Signifikanzen von Blöcken oder Säulen, also von anagemethodisch gebildeten Teilflächen, vorhanden.

Wie die statistischen Maßzahlen der Irrtumswahrscheinlichkeiten zeigen (Tab. 4), sind beim Wintertriticale statistisch gesicherte Wirkungen der Sommerzwischenfrüchte auf die Ertragsleistungen an Korn, Marktware und Rohprotein vorhanden.

Tab. 4: Wintertriticale, statistische Maßzahlen für den Faktor „vorausgegangene Sommerzwischenfrucht (Untersaat in der Vorfrucht Winterweizen)“ auf die Erträge in Orten und Jahren; r<sup>2</sup> = Bestimmtheitsmaß

Ernte-jahr	Versuchsort	Erträge	r <sup>2</sup>	Faktor vorausgegangene Sommerzwischenfrucht (Untersaat)		Wahrscheinlichkeit (Pr > F)
				GD 5 % rel.	Signifikanz	
2004	Viehhausen	Korn	0,70	8,2	h. sign.	0,0022
2004	Viehhausen	Marktware	0,71	8,2	h. sign.	0,0018
2004	Viehhausen	Rohprotein	0,32	10,6	n. sign.	0,3242
2005	Viehhausen	Korn	0,98	1,6	s.h. sign.	<0,0001
2005	Viehhausen	Marktware	0,98	1,4	s.h. sign.	<0,0001
2005	Viehhausen	Rohprotein	0,87	4,6	s.h. sign.	0,0003
2005	Schönbrunn	Korn	0,78	9,0	n. sign.	0,1239
2005	Schönbrunn	Marktware	0,79	9,0	n. sign.	0,1305
2005	Schönbrunn	Rohprotein	0,77	10,0	sign.	0,0445

Nach Tab. 5 zeigen sich 2004 für Viehhausen bei allen Zwischenfrüchten im Vergleich zu „ohne Zwischenfrucht“ signifikant niedrigere Ertragszahlen. Dies ist für die Erträge an Korn und Marktware gleichsinnig ausgeprägt. Die Unterschiede zwischen den Sommerzwischenfrüchten – sie reichten von 10 bis 18 Relativpunkten – waren statistisch nicht abzusichern. Im Rohproteintrag bestanden hingegen zwischen allen Prüfvarianten keine signifikanten Unterschiede mehr.

Tab. 5: Wintertriticale nach verschiedenen Sommerzwischenfrüchten, Erträge an Korn und Rohprotein, Rohproteingehalt, absolut und relativ, SNK, Arten, Jahre, Orte; Schö. = Schönbrunn, Vieh. = Viehhausen

Ernte-jahr	Ort	Untersaat	Ertrag an Korn bei 14% dt/ha	Ertrag an Korn bei 14% rel.	SNK <sup>1)</sup> Ertrag an Korn	Ertrag Marktware bei 14% dt/ha	Ertrag Mw. bei 14% rel.	SNK <sup>1)</sup> Ertrag Mw.	Ertrag Rohprote-in dt/ha	Ertrag an RP rel.	SNK <sup>1)</sup> Ertrag an RP	Gehalt an RP in % der TM
2004	Vieh.	FM3-Mischung	46,9	86	B	46,0	86	B	3,8	90	A	9,4
2004	Vieh.	Gelbkle	47,6	87	B	46,6	87	B	4,1	98	A	10,0
2004	Vieh.	Hornschotenkle	44,6	82	B	43,6	81	B	3,9	93	A	10,2
2004	Vieh.	Rotkle	49,4	90	B	48,6	91	B	4,1	98	A	9,6
2004	Vieh.	Weißkle	48,4	89	B	47,6	89	B	4,1	98	A	10,0
2004	Vieh.	ohne	54,6	100	A	53,7	100	A	4,2	100	A	9,1
2004	Vieh.	Mittel	48,6			47,7			4,0			9,7
2005	Vieh.	FM3-Mischung	53,1	101	C	52,8	100	C	4,4	105	B,C	9,6
2005	Vieh.	Gelbkle	56,6	107	A	56,3	107	A	4,7	112	A,B	9,6
2005	Vieh.	Hornschotenkle	54,2	103	B	54,0	102	B	4,4	105	B,C	9,4
2005	Vieh.	Rotkle	56,3	107	A	56,1	106	A	4,7	112	A,B	9,6
2005	Vieh.	Weißkle	56,8	108	A	56,5	107	A	4,8	114	A	9,8
2005	Vieh.	ohne	52,8	100	C	52,7	100	C	4,2	100	C	9,2
2005	Vieh.	Mittel	55,0			54,7			4,5			9,5
2005	Schö.	FM3-Mischung	41,7	106	A	41,7	107	A	3,3	106	A,B	9,2
2005	Schö.	Gelbkle	44,1	113	A	44,0	113	A	3,6	116	A,B	9,5
2005	Schö.	Hornschotenkle	41,3	105	A	41,3	106	A	3,3	106	A,B	9,4
2005	Schö.	Rotkle	41,3	105	A	41,2	105	A	3,4	110	A,B	9,5
2005	Schö.	Weißkle	43,7	111	A	43,6	112	A	3,6	116	A	9,7
2005	Schö.	ohne	39,2	100	A	39,1	100	A	3,1	100	B	9,2
2005	Schö.	Mittel	41,9			41,8			3,4			9,4

<sup>1)</sup> = Student-Newman-Keuls-Test

Im Jahr 2005 in Viehhausen (siehe Tab. 5) übertrafen alle Zwischenfruchtvarianten im Korn- und Marktwarenertrag die Stufe „ohne“. Der Schwankungsbereich reicht von einem Relativpunkt bei der Mischung, statistisch nicht gesichert, über drei Relativpunkte bei Hornschotenkle, bereits gesichert, über sieben Punkte bei Gelb- und Rotkle bis acht Punkte bei Weißkle. Diese acht Punkte bei Weißkle machen 4,0 dt/ha an Kornertrag bzw. 3,8 dt/ha an Marktwarenertrag aus. Nach allen Zwischenfrüchten war der Gehalt an Rohprotein im Vergleich zu „ohne“ erhöht. Nach Tab. 5 waren im Jahr 2005 in Schönbrunn, ebenfalls nach den Zwischenfrüchten Tendenzen zu erhöhten Erträgen an Korn und Marktware erkennbar, konnten jedoch statistisch nicht abgesichert werden. Auch hier bewegte sich die Spannweite der Mehrerträge bei 5 bis 13 Relativpunkten.

## 4 Diskussion

Aufgrund der beschränkten Zahl der Jahre und Orte des vorgestellten Versuchs können aus den Ergebnissen noch keine verallgemeinerbaren Aussagen für alle bayerischen Anbaugebiete abgeleitet werden. Die aus den Einzelergebnissen abzuleitenden Erkenntnisse können jedoch unter Berücksichtigung der tatsächlichen Witterungs- und Standortbedingungen im Versuchszeitraum auf vergleichbare Gebiete in Südbayern übertragen werden.

In der Prüfvariante „ohne Untersaat“ entwickelte sich aus Ausfallgetreide und bodenbürtigen Beikrautsamen ein Bewuchs, der einen Bodendeckungsgrad von bis zu 50 % erreichte. In der Praxis wäre dieser Aufwuchs vorzeitig durch eine Stoppelbearbeitung beseitigt worden. Auf diese Variante „ohne Untersaat mit Stoppelbearbeitung“ musste verzichtet werden, weil bisher keine für den Kleinparzellenversuch geeigneten Geräte vorhanden sind, um diese Praxiswirkung zu simulieren. Bei Untersaat ist keine mechanische Bekämpfung von unerwünschten Begleitpflanzen in Form der Stoppelbearbeitung möglich.

Als Zwischenfrucht werden kleinkörnige Leguminosen verwendet, sodass sich bei einem Zwischenfruchtbau der Anteil an Leguminosen in der Fruchtfolge erhöht. Dadurch kann das Risiko für phytosanitäre Probleme von Leguminosen in Hauptfruchtstellung ansteigen. Bereits Klapp (1958) forderte Rücksichtnahme bei der Fruchtfolgegestaltung, wenn im Zwischenfruchtbau vermehrt Leguminosen eingeschaltet werden. Auf dieses Problem wird auch seitens der Ökolandbau-Beratung hingewiesen.

Die Deckfrucht sollte der Untersaat hinreichend Licht und Wasser belassen, damit diese sicher auflaufen und sich entwickeln kann (Becker-Dillingen 1929, Klapp 1958). Die Winterweizenbestände des Versuchszeitraumes erfüllten diese Bedingungen, so dass alle Zwischenfrüchte die „Unter-Deckfrucht-Phase“ schadlos überstanden. Hornschotenklee scheint in der Untersaatverträglichkeit geringfügig ungünstiger. Somit kann das bei Klapp (1958) auf Standorten mit Frühjahrstrockenheit beschriebene „Abspringen“ der Untersaaten nicht bestätigt werden. Es waren in allen Jahren und Orten insbesondere in den Monaten Mai und Juni ausreichend Niederschläge vorhanden, die ein Auflaufen und Überdauern bis zur Ernte der Deckfrucht sicherten.

Gelbklee, Hornschotenklee, Rotklee, Weißklee und die geprüfte Mischung zeigten in der Phase „unter Deckfrucht“ eine Eignung für Untersaat. Hornschotenklee war in seiner Verträglichkeit etwas empfindlicher als die anderen Arten.

Die Entwicklung und Massenbildung nach der Ernte der Deckfrucht schwankte in weitem Bereich und war stark von den Niederschlägen in den Monaten Juli und August abhängig. Wie die Beobachtungen in 2003 in Viehhausen zeigten, sind aber auch in dieser Region nicht sicher in allen Jahren ausreichende Niederschläge gegeben, um die angestrebte Massenbildung sicher zu gewährleisten. Die aus der Beimischung von Gräsern erwarteten Vorzüge einer Mischung bezüglich einer verbesserten Ausnutzung von Nährstoffen - insbesondere von Stickstoff - und somit einer größeren Massenbildung konnten nicht beobachtet werden.

Die Untersaat sollte sich in der Phase bis zur Beerntung der Deckfrucht nur schwach entwickeln und keine unerwünschten Wirkungen auf die Deckfrucht ausüben (Fischbeck et al. 1975). Solche Wirkungen könnten gegeben sein, wenn eine stark entwickelte Untersaat den Drusch der Deckfrucht beeinträchtigt. Solche negativen Wirkungen konnten im Versuchszeitraum nicht beobachtet werden, wobei bei relativ hoher Stoppel gedroschen wurde. Damit werden die Ergebnisse langjähriger Versuchsreihen aus Versuchsanstellungen von Esser & Lütke Entrup (1981) bestätigt. Aus der Praxis werden negative Auswirkungen auf das Abtrocknungsverhalten des Bestandes bzw. die Beobachtung, dass grüne Pflanzenteile einer kräftig entwickelten Untersaat beim Drusch zur unerwünschten Anhebung des Wassergehaltes im Korn und Stroh führen können, berichtet. Diese möglichen Effekte traten im Versuchszeitraum nicht auf, da hier die Bestände stets gut abgetrocknet bei „hoher Stoppel“ geerntet werden konnten. Die vorbeschriebenen Auswirkungen können in der Praxis zu kürzeren Zeitspannen für den Mähdreschereinsatz führen. Eine

Feststellung des Trockensubstanzgehaltes des Erntegutes am Erntetag erfolgte nicht, so dass das in der Fachliteratur genannte Risiko einer Erhöhung der Kornfeuchte nicht ausgeschlossen werden kann.

Der Aufwuchs der Zwischenfrucht ist mit den Stoppeln der Deckfrucht durchsetzt und wäre deshalb als Futter nur von mäßiger Qualität. Die Strohqualität kann durch grüne Pflanzenteile der Untersaat negativ beeinträchtigt sein. Das Stroh ist möglichst schnell nach dem Drusch zu bergen, um ein Absterben der erst spärlich entwickelten Zwischenfrucht unter einer zu dichten Strohschicht zu vermeiden. Wird das Stroh gehäckselt, sollte das Häckselgut gleichmäßig verteilt werden. Unter Strohanhäufungen „erstickt“ die Untersaat sehr schnell.

Der Wasserverbrauch gut entwickelter Zwischenfrüchte ist je nach Art sehr verschieden. In Versuchen wurde eine Verminderung des Bodenwassergehalts um 30 bis 50 % gegenüber der geschälten Stoppel festgestellt. In trockenen Lagen kann dieser Wasserverbrauch für die Nachfrucht gefährlich werden (Klapp 1958). Diese Aussage wird durch die Ergebnisse 2004 in Viehhausen bestätigt. Die weit unter dem langjährigen Mittel liegenden Niederschläge im Sommer und Herbst 2003 begrenzten das Wachstum der Zwischenfrüchte. Darüber hinaus wirkte deren Wasserverbrauch auch noch auf die Vor-Winterentwicklung des Wintertriticale nach, weil auch im Spätherbst nur wenig Niederschläge fielen. Die Wintertriticale-Bestände bestockten sich nach den Zwischenfrüchten deutlich schwächer und konnten diesen Rückstand auch im Frühjahr nicht mehr wettmachen. Der höhere Rohproteingehalt im Korn nach den Zwischenfrüchten im Vergleich zu „ohne“ dürfte wohl eher im Zusammenhang mit dem niedrigeren Ertrag stehen und weniger als Folge der N-Nachlieferungen aus den Zwischenfrüchten zu interpretieren sein. Für letztere

Anahme waren die Pflanzenmassen der Zwischenfrüchte zu gering.

Die Mehrerträge bei gelungener Zwischenfrucht und günstigen Bedingungen für die Nachfrucht (2005 in Viehhausen) erreichten nicht das gleiche Niveau wie die Mindererträge des Vorjahres. Bei Esser & Lütke Entrup (1981) werden allerdings bei Nachfrucht Sommergerste nach Winterroggen mit Untersaat im 12-jährigen Mittel unter konventionellen Bedingungen Mehrerträge von 6 Prozent durch Untersaat genannt. Wegen der bisher zu geringen Anzahl an Jahren können die Nachwirkungen noch nicht hinreichend sicher beurteilt werden. Gleiches gilt für die Bewertung der Feststellungen wie z. B. Bestandesdichten, Massenbildung, Auftreten von Lager und Krankheiten.

In der Mischung sind neben den Leguminosen Rotklee, Weißklee und Luzerne auch die dem Getreide verwandten Gräserarten Wiesenschwingel, Wiesenlieschgras und Glatthafer enthalten. Durch den Anbau einer Zwischenfrucht-Mischung mit Gräsern entsteht nunmehr eine „grüne Brücke“ zwischen dem Weizenanbau und dem folgenden Wintertriticaleanbau, so dass mit einem erhöhten Risiko der Übertragung von Krankheiten und Schädlingen zu rechnen ist. Bei einem hohen Getreideanteil in der Fruchtfolge ist eine Beschränkung von Gräsern und anderen Getreidearten als Zwischenfrüchte vorzunehmen. Insbesondere Fusarien-Krankheiten können sich in Fruchtfolgen mit hohem Getreideanteil häufen (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft 2004).

## **5 Schlussfolgerungen und Ausblick**

Rotklee, Weißklee und Gelbklee sind untersaatverträglicher als Hornschotenklee. Der höherwachsene Rotklee ist in der Massenleistung besser einzustufen als Weißklee, der sich durch seine Beikraut unterdrückende Wirkung auszeichnet. Letzterer hat

jedoch höhere Ansprüche an die Wasserversorgung. Gelbklee ist trockenheitsverträglicher als die anderen geprüften Arten, entwickelt sich bei ausreichenden Niederschlägen langsamer und bildet unter solchen Bedingungen weniger oberirdische Masse.

Die Mischung Gräser/Leguminosen befriedigt in der geprüften Zusammensetzung nicht. Die gegenüber Reinsaat von Rotklee reduzierte Saatmenge führte zu einer reduzierten Bestandesdichte von Rotklee in der Mischung, so dass die Vorteile der Massenbildung des Rotklees nicht mehr unter allen Bedingungen gegeben sind. Die beigemischte Luzerne ist von Vorteil, weil sie unter trockenen Bedingungen noch gutes Wachstum zeigt.

Wenn die Sämaschine auf dem Striegel aufgesattelt ist, fallen beim Zwischenfruchtbau in Untersaat nur die Saatgutkosten an. Somit besitzt der Zwischenfruchtbau in Form der Untersaat gegenüber dem Verfahren Stoppelsaat Kostenvorteile, weil keine Kosten für eine Bodenbearbeitung anfallen. Bei der Abwägung, wann ein Zwischenfruchtbau wirtschaftlich ist, ist die gesamte Fruchtfolge auf dem jeweiligen Feld zu berücksichtigen.

Möglicherweise ist Zwischenfruchtbau vor einer folgenden Sommerung wirtschaftlicher, weil hier das Risiko ungenügender Wasserversorgung durch Herbsttrockenheit nicht angenommen werden muss. Versuche mit dieser Fragestellung wurden bereits angelegt.

## Literatur

- Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau Freising-München (Hrsg.): Versuchsergebnisse, Futterpflanzen und Grünland, Heft 1983
- Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau Freising-München (Hrsg.): Versuchsergebnisse, Futterpflanzen, I. Teil, Hefte 1984-1989
- Becker-Dillingen, J. (1929): Handbuch des Gesamten Pflanzenbaues einschließlich der Pflanzenzüchtung, Dritter Band: Handbuch des Hülsenfruchterbaues und Futterbaues, Parey, Berlin
- Bundessortenamt (Hrsg.) (2000): Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen, Landbuch Verlagsgesellschaft mbH, Hannover
- Esser, J., Lütke Entrup, E. (1981): Ackerfutterbau und Gründüngung haben Zukunft: die Arten und ihr Wert, Anbauformen und Nutzung. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup
- Fischbeck G., Heyland K.-U., Knauer, N. (1975): Spezieller Pflanzenbau. UTB Ulmer, Stuttgart
- Klapp, E. (1958): Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues. Parey, Berlin
- Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, (Hrsg.) (2004): Zwischenfrüchte im Ökologischen Landbau. Internet: <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/LfL>
- Schindler, L. (Hrsg.) (1953): Die Landwirtschaft, Band II. Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München