

Wirkung von Zwischenfrüchten auf die Folgefrucht Hafer – angelegt als Untersaaten in Winterroggen und als Stoppelsaat

Rupert Fuchs¹, Kathrin Cais¹, Anna Rehm¹, Georg Salzeder² & Klaus Wiesinger¹

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz¹
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung²

Zusammenfassung

Die Studie zeigt die Ergebnisse einer Serie von Feldversuchen (2002-2006, zwei Orte, Südbayern, durchgeführt nach den Richtlinien des BSA 2000) auf vieharmen Biobetrieben mit Weißklee, Klee-Gras-Mischung, Rotklee und Gelbklee in Zwischenfruchtanbau als Untersaat. Ein Teil wurde in Frühjahrs- und Herbstsaat, ein Teil nur in Herbstsaat getestet. Zudem wurde ein Gemenge aus Weißem Senf und Sommerwicke in Stoppelsaat geprüft. Sämtliche Zwischenfrucht-Varianten entwickelten sich in allen Jahren und an allen Orten zufriedenstellend. Die Zwischenfrüchte - bis auf die Klee-Gras-Mischung im Herbstanbau – erhöhten die Korn- und Rohproteinerträge der Folgefrucht Hafer. Weißklee in Frühjahrssaat war die beste Untersaatvariante. Untersaaten von Rotklee (Herbstsaat) und ein Rotklee-Gras-Gemenge können die Ertragsleistung der Deckfrucht Winterroggen gefährden. Ein Gemenge aus Senf und Sommerwicke erhöhte den Korn- und den Rohproteinertrag der Folgefrucht Hafer nur etwa halb so stark wie die beste Untersaatvariante. Der Zwischenfrucht-Anbau von Weißklee (Frühjahrssaat) als Untersaat in Winterroggen und die Stoppelsaat eines Gemenges (Weißer Senf, Sommerwicke) nach Winterroggen kann empfohlen werden. Voraussetzung ist eine ausreichende Wasserversorgung des Standorts, wie er z.B. in Südbayern in der Regel gegeben ist.

Summary

The study presents the results of a series of field trials, conducted from 2002 to 2006 on two sites in southern Bavaria according to the guidelines of the BSA. The trials were carried out on stockless organic farms and they investigated the effects of undersowing white clover, legume-grass mixture, red clover and black medic in catch crops. One part was tested as both spring and autumn seeding, another part only as autumn seeding. Additionally a mixture of white mustard and common vetch was tested as stubble seed. All catch crop variants developed satisfactorily in all years and on all sites. The catch crops - except the legume-grass-mixture as autumn seed – increased the corn yield and protein yield of the subsequent oat crop. White clover sown in spring proved as best undersown nitrogen fixing crop. Undersowing of red clover (autumn seed) and a red clover-grass mixture can reduce the yield of the covering crop winter rye. A mixture of white mustard and common vetch increased the corn yield and protein yield of the subsequent crop oats only half as much as the best variant with undersowing. White clover as catch crop (spring seed), undersown in winter rye, and the stubble seed of a mixture of white clover and common vetch can be recommended, sufficient water supply of the site provided, such as in southern Bavaria.

Einleitung

Im viehlosen oder viehschwachen Öko-Ackerbaubetrieb ist der Anbau von Leguminosen in der Regel die wichtigste Stickstoffquelle. Zwischenfrüchte nutzen die Zeitspanne von der Ernte der Vorfrucht bis zur Aussaat der folgenden Hauptfrucht. Das Verfahren „Untersaat“ ermöglicht einen kostengünstigen und arbeitstechnisch einfachen Anbau. Deckfrucht und Untersaat stehen in gegenseitiger Konkurrenz um die Wachstumsfaktoren. Untersaaten können in Winterungen im Herbst oder im Frühjahr eingesät werden. Die Stoppelsaat von Zwischenfrüchten ermöglicht nach der Getreideernte eine Bodenbearbeitung, ist aber deshalb besonders witterungsabhängig und somit im Vergleich zur Untersaat mit mehr Risiko behaftet. Die Aufwuchsleistung der Zwischenfrüchte unterliegt aufgrund der Witterungseinflüsse sehr großen Schwankungen. Ein Zwischenfruchtanbau ist wegen der begrenzten Vegetationszeit und der Ansprüche an Temperaturverhältnisse und Wasserversorgung nur in bestimmten Gebieten wirtschaftlich sinnvoll. In Bayern kommen hierfür vor allem südbayerische Ackerbaugebiete in Frage. In Feldversuchen (2002-2006) wurde geprüft, welche Wirkungen mit den jetzigen Sorten von Futterpflanzen und Hafer im ökologischen Landbau erzielt werden können. Folgende Fragen wurden bearbeitet:

1. Welche der ausgewählten Leguminosenarten sind für eine Untersaat im Herbst bzw. Frühjahr in Winterroggen besonders geeignet?
2. Welche Wirkung geht von den eingesäten Arten auf die Deckfrucht Winterroggen aus?
3. Wie ist das Verfahren Stoppelsaat nach Winterroggen, mit einem Gemenge aus Weißem Senf und Sommerwicke, im Vergleich zu Untersaaten in Winterroggen zu bewerten?
4. Welche Gründüngungswirkung geht von den geprüften Zwischenfrüchten auf die Folgefrucht Hafer aus?

Material und Methoden

Die Feldversuche wurden an zwei Orten im südlichen Bayern, Tertiärhügelland, angelegt: A: Schönbrunn, Landkreis Landshut, Niederbayern; Höhe üNN 385 m, Jahresniederschlag 730 mm, mittl. Jahrestemperatur 7,8° C, Bodentyp Braunerde, humoser sandiger Lehm. B: Viehhausen, Lkr. Freising, Oberbayern; Höhe üNN 480 m, Jahresniederschlag 780 mm, mittl. Jahrestemperatur 7,5° C, Bodentyp Braunerde, schwach humoser sandiger Lehm. Die Felder gehören zu Biobetrieben, die seit langem ökologisch bewirtschaftet werden. Der Großvieheinheiten (GV)-Besatz in beiden Betrieben liegt unter 0,5 GV/ha. Somit sind beide Betriebe der Klasse vieharm wirtschaftender Ackerbaubetriebe zuzuordnen. Der Prüfzeitraum betrifft die Jahre Herbst 2002 bis Herbst 2006. Die Witterung war im Zeitraum in wichtigen Entwicklungsphasen für die jeweiligen Kulturen sehr variabel. Die Versuchsanlage erfolgte in vierfach breiten Kleinparzellen (1,5 x 8 m) mit einer Erntefläche von 48 m² nach der Anlagemethode Lateinisches Rechteck. Die Parzellen Stoppelsaat waren jeweils an den Seiten links und rechts des Teilblockes Untersaaten angelegt und gelten als gerecht verteilt. Die Eckpunkte der Beete des Winterroggen-Untersaatenversuches und die des Haferanbaues wurden deckungsgleich angelegt. Die Versuchsdurchführung erfolgte gemäß den Richtlinien des Bundessortenamtes (BSA 2000) unter Verwendung hierfür geeigneter Versuchstechnik. In Prüfung für die Untersaatvarianten waren: Weißklee, Rotklee, Gelbklee, und eine Klee-Gras-Mischung für den mehrjährigen Anbau (FM3). Folgende Saatstärken wurden verwendet: Weißklee 12

kg/ha, Rotklee 25 kg/ha, Gelbklee 25 kg/ha, Klee-Gras-Mischung 27 kg/ha (Rotklee 4 kg/ha, Luzerne 6 kg/ha, Weißklee 2 kg/ha, Wiesenschwingel 9 kg/ha, Wiesenlieschgras 4 kg/ha, Glatthafer 2 kg/ha), Senf 6 kg/ha, Sommerwicken 70 kg/ha.

Bei Rotklee wurde die Sorte Wiro, eine speziell für Begrünungszwecke gezüchtete Sorte von Wiesenrotklee, verwendet. Wegen ihrer geringen Wuchshöhe lässt sie eine nur geringe Beeinträchtigung beim Drusch der Deckfrucht erwarten. Für die Stoppelsaat wurde ein Gemenge aus Weißem Senf und Sommerwicken eingesetzt. Die produktionstechnischen Maßnahmen und Termine wurden ortsüblich und sachgerecht durchgeführt. In der Prüfvariante „ohne“ erfolgte nach der Ernte des Winterroggens eine flache Bodenbearbeitung mittels Fräse, die wegen des trenngenauen Arbeitens in den randomisiert angelegten Kleinparzellen verwendet wurde.

Für die Prüfglieder Weißklee und FM3 bestand der zusätzliche Prüffaktor „Untersaatzeitpunkt“ mit den Stufen „Herbst“ und „Frühjahr“. Die Einsaat „Herbst“ erfolgte unmittelbar nach der Saat des Winterroggens entweder am gleichen Tag in einem eigenen Arbeitsgang oder tags darauf. Der Zeitpunkt Frühjahr richtete sich nach dem Zeitpunkt für das Striegeln. Bei Verzicht auf den Striegeleinsatz wurde spätestens zu Schossbeginn eingesät. Im Feldversuch wurde das Stroh abgefahren, eine Variante mit Strohdüngung konnte wegen der fehlenden Häckslertechnik am Parzellenmähdrescher nicht geprüft werden.

Die Rohproteingehalte wurden nach der Methode Kjeldahl ermittelt.

Die statistische Auswertung der Einzelerperimente erfolgte mit dem Programm SAS. Verwendet wurde ein gemischtes Modell, Zwischenfrüchte und Einsaatzeitpunkte, fix, Blöcke/Säulen, Stufen, zufällig. Für den Test der Mittelwerte wurde der Student-Newman-Keuls-Test (SNK) verwendet: Unterschiedliche Buchstaben (A, B ...) stehen für die Irrtumswahrscheinlichkeit $p < 0,05$ = signifikant. Wegen der je nach Betrachtungszeitraum fehlenden Orthogonalität von Orten und Jahren wurden diese auch zu Umwelten zusammengefasst. Die Zahl der in die jeweilige Mittelwertberechnung eingegangenen Werte ist jeweils angegeben.

Ergebnisse

Ergebnisse zu Winterroggen/Untersaaten liegen aus 5 und zu Hafer aus 4 Versuchen vor.

Zwischenfrüchte, Aufwuchsleistung, pflanzenbauliche Merkmale

Die Einsaaten im Zeitpunkt „Herbst“ und „Frühjahr“ zeigten in der Entwicklung in der Phase „unter Deckfrucht“ jahresbedingt Unterschiede. In keinem Jahr war bei einer Untersaat ein Totalausfall gegeben, auch nicht zum Frühlingsanfang 2004 mit den häufigen und heftigen Spätfrösten. Beim Einsaattermin „Herbst“ zeigte sich im Vergleich zum „Frühjahr“ bei der Mischung eine unterschiedlich Ausprägung des Anteils Klee zu Gras: Bei der Herbstsaat war der Grasanteil deutlich höher. FM3 und Rotklee, Einsaat „Herbst“, können sich, vor allem bei niedriger Bestandesdichte der Deckfrucht so stark entwickeln, dass sie die Ernte der Deckfrucht beeinträchtigen. Im Versuchsjahr 2003 in Viehhausen beeinträchtigte die starke Trockenheit im Sommer die Entwicklung der Zwischenfrüchte erheblich. In diesem Jahr erreichte Weißklee als schwächste Zwischenfrucht nur etwa

1 dt/ha Trockenmasse-Ertrag, Gelbklee als stärkste kam auf 4 dt/ha. Die Gräser in der Klee-Gras-Mischung fielen im Trockenjahr 2003 fast völlig aus. Bei der Stoppelsaat von Sommerwicken kam es ebenfalls zu keinem Totalausfall, die Masse war mit geschätzten 8 dt/ha an Trockenmasse höher als bei den Untersaatvarianten.

Alle Zwischenfrüchte entwickelten sich artspezifisch zufriedenstellend, zeigten jedoch in den pflanzenbaulichen Merkmalen (Bestandeshöhe, Pflanzenlänge) und in ihrer Massenbildung erhebliche Schwankungen. Zwischenfrüchte mit Kleinkörnigen Leguminosen zur Gründüngung können in Untersaat in Winterroggen damit im ökologischen Landbau unter feuchten Standortverhältnissen (Jahresniederschlag 700-800 mm, Mittlere Jahrestemperatur 7,5–8° C, Braunerde) hinreichend sicher sowohl im Herbst als auch im Frühjahr angesät werden. Auch eine Zwischenfrucht mit Sommerwicken als Stoppelsaat nach der Ernte des Winterroggens ist unter diesen Standortbedingungen hinreichend sicher.

Weißklee bildete sehr dichte, üppige Bestände, jedoch im Vergleich zu Rotklee eine niedrigere Bestandeshöhe. Er erreichte - ohne Schnitt - das Stadium Blühbeginn. Den Winter über starb die Sprossmasse überwiegend ab. Rotklee bildete dichte Bestände und besaß eine gute Unkrautunterdrückung. Wenn kein Schnitt durchgeführt wurde, gelangte er zur Blüte. Im Spätherbst war Mehltreibefall zu beobachten. Den Winter über starb die Sprossmasse regelmäßig ab. Die Klee-Gras-Mischung (FM3) bildete ebenfalls dichte Bestände. Das Verhältnis von Klee und Gras der etablierten Bestände schwankte in einem weiten Bereich. Bei Herbstsaat war der Grasanteil deutlich höher als bei Frühjahrseinsaat. Der Grasanteil erreichte 2005 in Hohenkammer bei Herbstsaat bis zu 95 % und es trat an den Gräsern Gelbrost auf. Dagegen lag der Grasanteil bei der Frühjahrseinsaat nur bei 60 %. Gelbklee zeigte eine mittlere Massenbildung. Das Unkrautunterdrückungsvermögen war geringer als bei Rot- und Weißklee. Er gelangte, wenn kein Schnitt durchgeführt wurde, zur Blüte. Den Winter über starb die Sprossmasse überwiegend ab. Im Gesamteindruck der Zwischenfruchtbestände „Untersaaten“ im Zeitpunkt vor Winter bestanden zwischen Rotklee, Gelbklee, Weißklee und der FM-Mischung nur geringe Unterschiede.

Das Gemenge Senf/Sommerwicken in Stoppelsaat lief schnell auf und entwickelte sich üppig. Die Wicken erreichten das Stadium Blühbeginn und froren den Winter über nicht immer vollständig ab. Daraus ergab sich aber kein Problem in der Folgefrucht. Senf gelangte zur Vollblüte, froh aber immer sicher ab. Die Stoppelsaat mit Sommerwicken in Reinsaat machte immer einen guten Eindruck.

Im Frühjahr vor Umbruch waren bei den Kleearten teilweise die Blätter abgestorben und die Bodendeckung war dadurch reduziert.

Beim Gemenge hatte sich den Winter über teilweise winterhartes Beikraut eingestellt. In der Prüfvariante „ohne“ erfolgte nach der Ernte des Winterroggens eine flache Bodenbearbeitung mittels Fräse. Im weiteren Verlauf entwickelte sich jeweils eine standortspezifische Verunkrautung überwiegend aus Ausfallroggen, Ehrenpreis, Kamille und Vogelmie, die witterungsbedingt einen Bodendeckungsgrad von bis zu 60 % erreichte.

Wirkung der Untersaat auf die Deckfrucht Winterroggen – Korn- und Rohproteinträge

Die Untersaaten ließen im Vergleich zu „ohne“ keine oder in der Mehrzahl negative Wirkungen erkennen, die teilweise signifikant waren. Die Kornträge reichten bei „ohne“ von, 36,4 dt/ha 2003 in Hohenkammer bis 69,8 dt/ha 2004 in Schönbrunn und erreichten im Mittel 55,3 dt/ha.

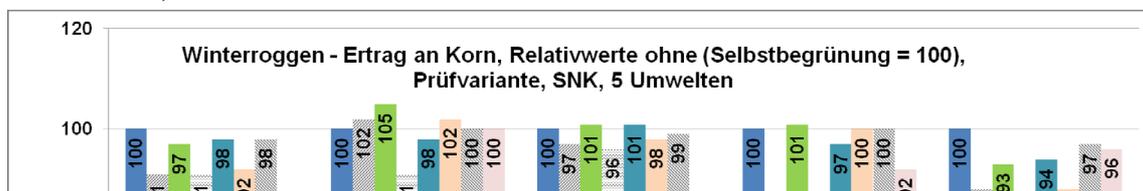


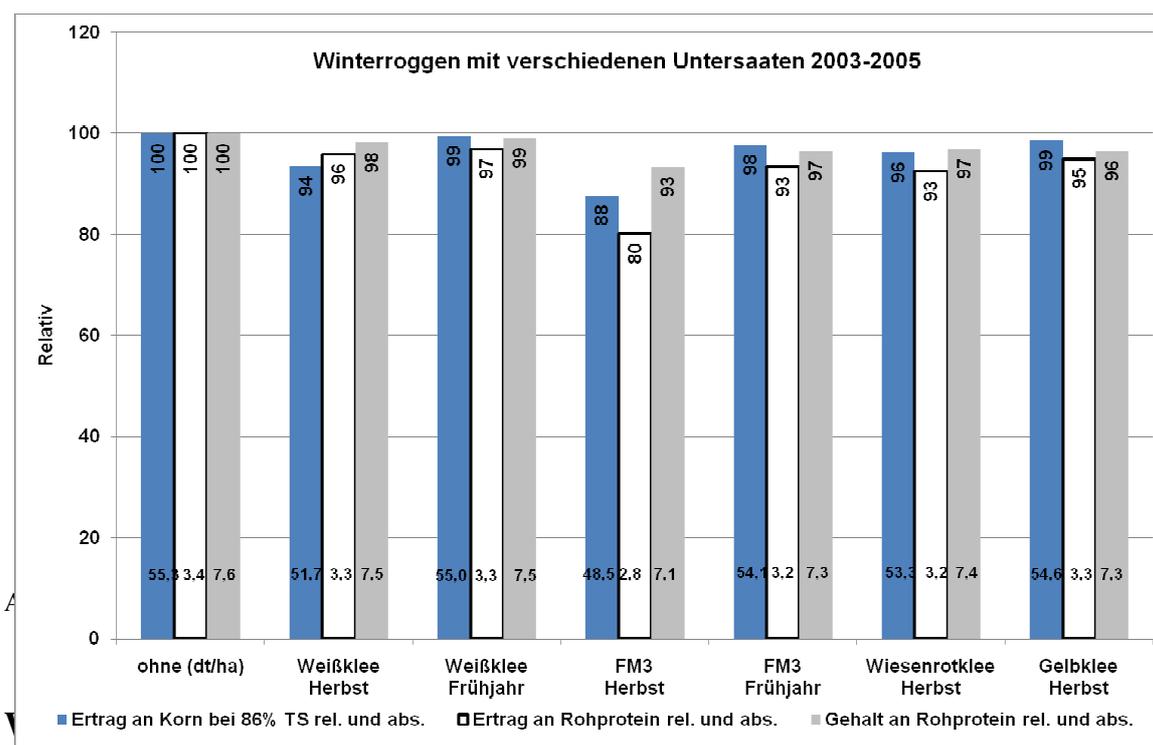
Abb. 1: Winterroggen, Kornenertrag relativ, Relativwert „ohne“ (Selbstbegr.) = 100, SNK-Test, Prüfvarianten, Hohenkammer und Schönbrunn, 2003 – 2005, 5 Umwelten

Eine Einsaat im Herbst erhöht im Vergleich zur Einsaat im Frühjahr das Ertragsrisiko der Deckfrucht Winterroggen. Die Mindererträge traten besonders stark beim Einsaatzeitpunkt „Herbst“ auf. Zudem bestanden Wechselwirkungen zwischen dem Zeitpunkt und der Art. Im orthogonalen Vergleich führte die FM3 in beiden Orten und Jahren zu erheblichen Ertragseinbußen im Kornenertrag der Deckfrucht. Sie erreichten 2005 in Schönbrunn mit 11,3 dt/ha entsprechend 21 Relativpunkten bei FM3-Herbst den Maximalwert. FM3 und Weißklee waren in ihrer Wirkung auf den Einsaatzeitpunkt unterschiedlich. Weißklee, im Herbst eingesät, verursachte keine oder wesentlich geringere Ertragseinbußen als FM3. Marktwarenerträge und Rohproteinerträge weichen in der Differenzierung nur unwesentlich von den Kornenerträgen ab. Die Deckfrucht wird durch eine art- und saatzeitangepasste Untersaat nicht negativ beeinflusst. Eine gesicherte positive Wirkung auf den Rohproteinertrag der Deckfrucht durch eine Untersaat kann nicht angenommen werden.

Jahr	Mittel 04 -05									Mittel 03 -05		
Ort	Hohenkammer			Schönbrunn			Mittel Orte			Mittel Umwelten		
Zeitpunkt/ Untersaat	Fr.	He.	Mittel	Fr.	He.	Mittel	Fr.	He.	Mittel	Fr.	He.	Mittel
Ertrag Korn rel.												
Weißklee	101	93	97	93	93	93	98	94	96	98	93	96
FM 3	98	88	93	94	79	87	96	83	89	96	84	90
Mittel	99	91	95	94	86	90	97	88	93	97	89	93
ohne	100			100			100			100		
ohne dt/ha	51,1			53,6			56,0			52,1		
Ertrag Rohprotein rel.												
Weißklee	98	103	101	99	92	95	98	96	97	98	96	97
FM 3	95	73	84	93	90	91	94	84	89	94	84	89
Mittel	97	88	92	96	91	93	96	90	93	96	90	93
ohne	100			100			100			100		
ohne dt/ha	4,0			3,2			3,5			3,5		
Gehalt Rohprotein % rel.												
Weißklee	97	100	99	100	98	99	99	98	99	99	98	99
FM 3	97	90	94	96	96	96	96	94	95	96	94	95
Mittel	97	95	96	98	97	97	98	96	97	98	96	97
ohne	100			100			100			100		
ohne %	7,7			7,6			7,6			7,6		

Tab.1: Winterroggen mit Untersaaten, Ertrag an Korn und Rohprotein, Gehalt an Rohprotein in % Relativwerte faktoriell, Hohenkammer und Schönbrunn 2003 bis 2005

Im Mittel der 5 Umwelten ergibt sich im relativen Kornertrag zu „ohne“ folgende Reihenfolge: Weißklee-Frühjahr = Gelbklee-Herbst (99 rel.) > FM3-Frühjahr (98 rel.) > Rotklee-Herbst (96 rel.); > Weißklee-Herbst (94 rel.) > FM3-Herbst (88 rel.). Für den Ertrag an Rohprotein gilt das Gleiche wie für den Kornertrag. Der direkte Vergleich der Werte ist wegen der fehlenden Rohproteinwerte 2004 Hohenkammer nicht möglich. In den Werten bei der Tausendkornmasse und beim Hektolitergewicht sind zwischen den Prüffaktoren keine erheblichen Abweichungen erkennbar.



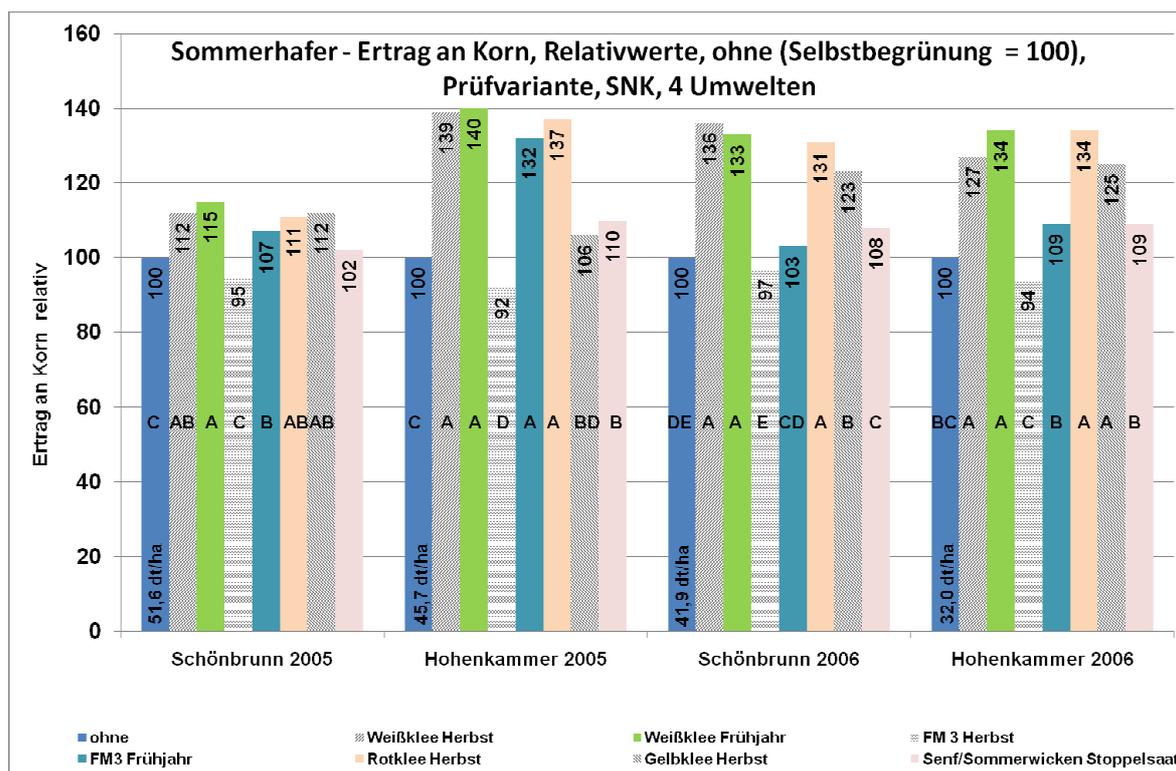
Sommerhafer – Korn- und Rohproteinträge

Sommerhafer zeigte nach allen Zwischenfrüchten - bis auf FM3-Herbst - im Vergleich zu „ohne“ immer Mehrerträge, die in der überwiegenden Zahl statistisch gesichert sind.

Bei „ohne“ reichte die Variationsbreite der Kornträge von 37,3 dt/ha 2006 Hohenkammer bis 51,6 dt/ha 2005 Schönbrunn, bei einem Mittel von 42,8 dt/ha.

In den Rohproteinträgen waren die positiven Wirkungen der Zwischenfrüchte noch deutlicher ausgeprägt. Im Mittel aller Umwelten lag der Ertrag an Rohprotein in „ohne“ bei

3,9 dt/ha, mit einer Spannweite von 3,1 dt/ha, (2006 in Hohenkammer) bis 4,7 dt/ha (2005 in Schönbrunn).



als der Zeitpunkt „Herbst“. Weißklee mit einem Relativwert von 131 übertraf FM3 mit nur 104 deutlich. Zwischen dem Faktor „Prüfvarianten“ (Weißklee, FM3) und dem Faktor „Einsaatpunkt“ („Herbst“, „Frühjahr“) bestanden unterschiedlich starke Ausprägungen sowie Wechselwirkungen in der Nachwirkung.

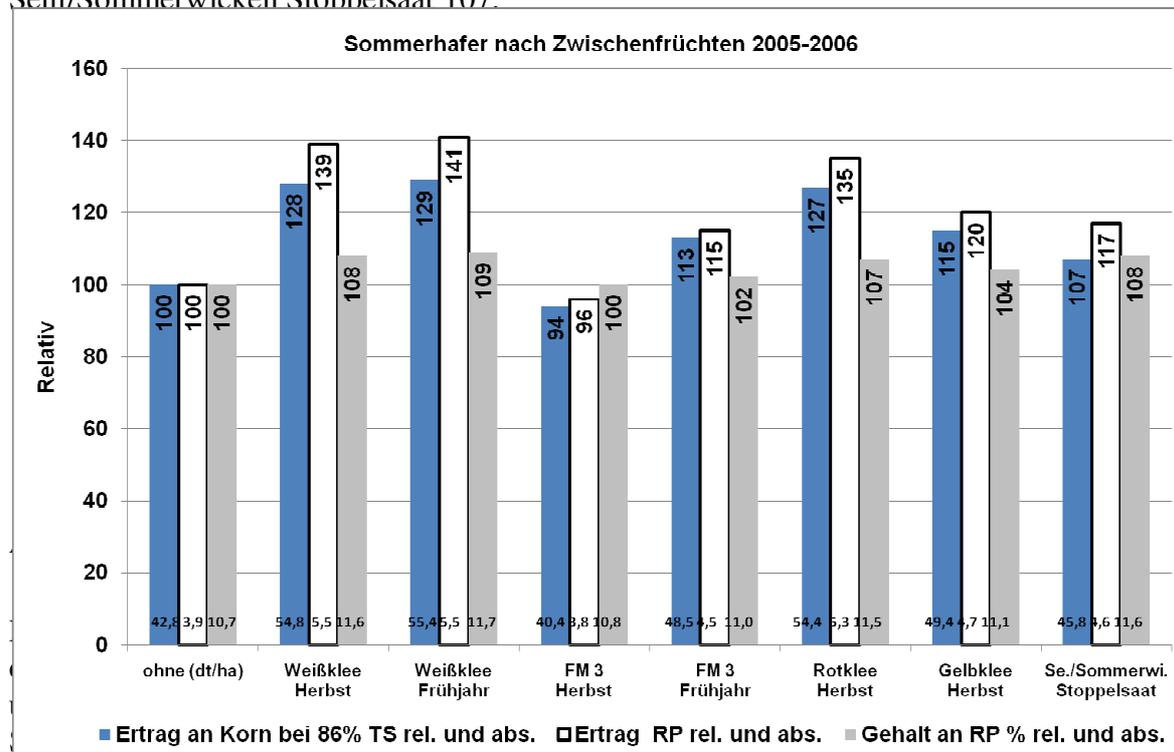
- Bei FM3 übertraf der Zeitpunkt „Frühjahr“ den Zeitpunkt „Herbst“ in allen Einzelfällen, während beim Weißklee die Unterschiede zwischen den Zeitpunkten wesentlich geringer ausgeprägt waren.

Jahr	2005						2006						Mittel 05-06								
	Hohenkammer			Schönbrunn			Schönbrunn			Hohenkammer			Hohenkammer			Schönbrunn			Mittel Orte		
Zeitpunkt/Untersaat	Fr.	He.	Mittel	Fr.	He.	Mittel	Fr.	He.	Mittel	Fr.	He.	Mittel	Fr.	He.	Mittel	Fr.	He.	Mittel	Fr.	He.	Mittel
Ertrag an Korn rel. ohne = 100																					
Weißklee	140	139	140	115	112	114	133	136	135	134	127	131	137	133	135	124	124	124	131	129	130
FM 3	132	92	112	107	95	101	103	97	100	109	94	102	121	93	107	105	96	101	113	95	104
Mittel	136	116	126	111	104	107	118	117	117	122	111	116	129	113	121	115	110	112	122	112	117
ohne	100			100			100			100			100			100			100		
ohne dt/ha	45,7			51,6			41,9			32,0			38,9			46,8			42,8		
Ertrag an Rohprotein rel. ohne = 100																					
Weißklee	151	149	150	128	126	127	142	150	146	145	132	139	148	141	144	135	138	137	142	139	140
FM 3	134	93	114	113	100	107	103	97	100	110	90	100	122	92	107	108	99	103	115	95	105
Mittel	143	121	132	121	113	117	123	124	123	128	111	119	135	116	126	122	118	120	128	117	123
ohne	100			100			100			100			100			100			100		
ohne dt/ha	4,1			4,7			3,8			3,1			3,6			4,3			3,9		
Gehalt an Rohprotein % rel. ohne = 100																					
Weißklee	109	107	108	110	111	111	107	110	109	110	104	107	110	106	108	109	111	110	109	108	109
FM 3	102	99	101	106	105	106	100	100	100	102	98	100	102	99	100	103	103	103	103	101	102
Mittel	106	103	104	108	108	108	104	105	104	106	101	104	106	102	104	106	107	106	106	104	105
ohne	100			100			100			100			100			100			100		
ohne %	10,5			10,6			10,5			11,2			10,9			10,6			10,7		

Tab. 2: Sommerhafer, Ertrag an Korn und Rohprotein in dt/ha und relativ, faktoriell, Prüfvarianten, Mittelwerte Relativzahlen aus 4 Umwelten

Der Grad der Differenzierung fiel im Rohproteinерtrag im Vergleich zum Kornertrag teils stärker aus, weil die Rohproteingehalte durch Gründungswirkung positiv beeinflusst

wurden. Im Mittel der Relativzahlen der Kornerträge über alle Umwelten erreichte Weißklee-Frühjahr einen Wert von 129, gefolgt von Weißklee-Herbst mit 128, Rotklee-Herbst 127, Gelbklee-Herbst 115, FM3-Frühjahr 113, „ohne“ 100 und FM3-Herbst 94 und Senf/Sommerwicken Stoppelsaat 107.



Sommerwicken erreichte im Vergleich zu „ohne“ einen mittleren Mehrertrag von 3,0 dt/ha, entspricht 7 Relativpunkten bei einer Spannweite von zwei bis zehn Punkten. Sie erreichte nicht das Niveau der besten Untersaatvariante Weißklee in Frühjahrssaat. Am weniger günstigen Standort (Hohenkammer) ist die Gründüngungswirkung effektiver als am besseren Standort (Schönbrunn).

Die Standfestigkeit des Hafers gelangt bei gut gelungener Zwischenfrucht an ihre Grenzen. 2005 trat an beiden Orten, in Schönbrunn stärker als in Hohenkammer, differenziertes Lager auf. Die höchsten Werte, jeweils Note 6,5, waren nach Weißklee Herbst, Weißklee Frühjahr und Gelbklee Herbst gegeben. Note 6,5 bedeutet: Neigung aller Halme um ca.

60 Grad oder nesterweise stärkeres Lager. Mit diesem Ausprägungsgrad war noch kein Schaden am Erntegut verbunden. Bei der Tausendkornmasse und dem Hektolitergewicht waren keine besonderen Auswirkungen erkennbar.

Diskussion

Zur Wirkung von Zwischenfrüchten, angebaut als Untersaaten in Wintergetreide (hier Winterroggen) auf eine nachfolgende Sommerung (hier Hafer) liegen für Bayern keine Versuchsergebnisse vor. Eigene Versuche wurden zu Winterweizen mit Folgefrucht Wintertriticale durchgeführt (Fuchs et al. 2007). Zu diesem Thema vorhandene Literatur stammt teilweise aus weit zurückliegenden Jahren (Becker-Dillingen 1929, Klapp 1958). Neuere Untersuchungen beziehen sich auf die Nachfrucht Kartoffel (Haas 2003) oder Kartoffel und Silomais (Kolbe 2003).

Die hier dargestellten Versuche wurden unter Bedingungen eines vieharmen Ackerbaus durchgeführt. Die Übertragung der Ergebnisse auf Produktionsbedingungen mit Viehhaltung ist daher nur mit Einschränkungen möglich.

Untersaaten im Herbst bedingen den Verzicht auf eine mechanische Unkrautbekämpfung durch Striegeln im Frühjahr und sind selbst durch Auswinterung gefährdet.

In der Deckfrucht Winterroggen bzw. der Folgefrucht Sommerhafer war trotz unterbliebenem Striegeln in „ohne“ gegenüber den Untersaaten (Herbsteinsaat) keine stärkere Verunkrautung auffällig. Eine Auswinterung von Untersaaten wurde nicht beobachtet, ebenso wenig ein Misslingen der Einsaaten im Frühjahr bei Trockenheit. Somit wird die von Klapp (1958) genannte geringe Sicherheit von Untersaaten nicht bestätigt. Die Ergebnisse stehen im Einklang mit den bei Kolbe et al. (2004) genannten Standortbeschreibungen, wonach Untersaaten für Standorte mit hohen Niederschlägen und einer guten Niederschlagsverteilung geeignet sind. Als ungeeignet werden dort Regionen mit Jahresniederschlägen von unter 450 mm beschrieben. Auch Standorte mit ausgeprägter Frühjahrs-trockenheit wie z. B. Gebiete in den fränkischen Regierungsbezirken sind für eine Untersaat im Frühjahr kritisch zu sehen. Für diese wäre eine Untersaat im Herbst überlegenswert. Die Massenbildung der Untersaaten wird wesentlich durch die witterungsabhängige Entwicklung der Deckfrucht in der Phase „unter Deckfrucht“ bestimmt, sowie den Witterungsbedingungen - vor allem den Niederschlägen, nach der Deckfruchternte.

In den meisten Fällen erfolgte im Aufwuchs der in Untersaat angelegten Zwischenfrüchte kein Schröpfungsschnitt, was in Einzelfällen im Nachhinein als nicht optimal beurteilt wurde. Ein Schröpfungsschnitt drängt Beikraut zurück und regt die Bestockung an. Möglicherweise hätte ein Schröpfungsschnitt beim Rotklee den Befall mit Mehltau verringert. Beim Einsaatzeitpunkt „Herbst“ bildeten die Zwischenfrüchte mehr Masse als beim Zeitpunkt „Frühjahr“. Demzufolge war auch die unkrautunterdrückende Wirkung in den Zwischenfruchtbeständen der Herbstsaatsaaten graduell stärker als die der Frühjahrseinsaaten. Die Gräser in der Mischung entwickelten sich bei Herbsteinsaat stärker als bei Frühjahrseinsaat und erreichten einen unerwünscht hohen Massenanteil. Bei günstigen Bedingungen, insbesondere bei wenig dichtem Bestand der Deckfrucht, können Untersaaten zu einer unerwünscht starken Konkurrenz zur Deckfrucht werden und diese negativ beeinflussen.

Die Gräser waren in Einzelfällen von Gelbrost, einer auch in Getreide auftretenden Krankheit, befallen. Das bei Klapp (1958) beschriebene phytosanitäre Risiko von Zwischenfrüchten für die Übertragung von Krankheiten auf die folgende Hauptfrucht kann somit nicht ausgeschlossen werden, wenngleich weder in der Deckfrucht Winterroggen noch bei der Folgefrucht Hafer ein auffälliges Auftreten von Getreidekrankheiten im Versuchszeitraum beobachtet wurde.

Untersaaten stehen in Konkurrenz zur Deckfrucht um Wasser, Nährstoffe und Licht. Zudem kann frühzeitiges Lager der Deckfrucht die Untersaat vernichten und umkehrt eine zu üppige Entwicklung der Untersaat Abreife und Ernte der Deckfrucht beeinträchtigen. Die FM3 - insbesondere die mitangesäten Gräser - entwickelte sich, abhängig von Einsaatzeitpunkt und Witterung, sehr stark. Eine negative Beeinträchtigung des Drusches und eine Einschränkung des Einsatzbereiches des Mähdreschers muss daher angenommen werden. Bestände mit übermäßig entwickelten Untersaaten trocknen weniger leicht ab. Dieser Tatbestand war im Versuchszeitraum bei der FM häufig gegeben. Wegen der besonders stark ausgeprägten ertragsmindernden Wirkung bei Klee-Gras in Herbsteinsaat ist von diesem Einsaatzeitpunkt abzuraten.

Bei Rotklee kann durch gezielte Sortenwahl z. B. Sorte von Wiesenrotklee statt von Normalrotklee das Risiko einer ertragsmindernden Wirkung verringert, aber nicht ganz ausgeschlossen werden. Weiß- und Gelbklee in Herbsteinsaat mindern den Ertrag der Deckfrucht deutlich weniger als Rotklee und eine Rotklee-Gras-Mischung.

Unter den im Versuchszeitraum gegeben sehr variablen Witterungsbedingungen, gelangen die Untersaaten im Frühjahr in allen Fällen. Das Verfahren Untersaat kann somit als relativ sicheres Verfahren zur Anlage von Zwischenfrüchten beurteilt werden. Für die geprüften kleinkörnigen Leguminosen Rotklee, Weißklee, Gelbklee und eine Klee-Gras-Mischung wird die in der Literatur (Becker-Dillingen 1929, Klapp 1958, Kolbe et. al. 2004) beschriebene Eignung für Untersaat, sowie deren pflanzenbaulichen Eigenschaften und Leistungen im Zwischenfruchtbau bestätigt. Hiernach eignen sich für Untersaat besonders Rotklee, Weißklee, Gelbklee und deren Mischungen mit Gräsern. In den beschreibenden Beobachtungen in den Versuchsberichten, hier nicht gezeigt, wird die große Schwankungsbreite in der zu erwartenden Massenbildung der Zwischenfrüchte deutlich.

Nach Kolbe et al. (2004) weist Rotklee mit 6 Jahren, im Vergleich zu Gelb- und Weißklee mit 2 – 3 Jahren nur eine relativ geringe Selbstverträglichkeit auf, was ihn in seiner Verwendung für den kurzfristigen Sommerzwischenfruchtbau in Fruchtfolgen, die bereits Rotklee enthalten, erheblich eingrenzt. Ein Überwachsen der Deckfrucht durch den Rotklee in Reinsaat ist im Versuchszeitraum nicht eingetreten. Allerdings wurde im Versuch die niedrigwachsende Wiesenrotkleesorte Wiro verwendet. Bei Sorten mit größerer Wuchshöhe, wie sie im Feldfutterbau eingesetzt werden, wäre eine ähnliche Wirkung wie bei der FM3 jahresabhängig nicht auszuschließen. Rotklee wird wegen der Notwendigkeit größerer Anbaupausen als weniger empfehlenswert beurteilt. Ebenfalls als weniger empfehlenswert erscheint eine Klee-Gras-Mischung, wegen der geringeren Vorfruchtwirkung und der durch die Gräser bedingten möglichen Infektionsbrücke für Getreidekrankheiten (Kolbe et al. 2004). Eine erhoffte positive Nachwirkung von Gründüngungsmaterial aus Gräsern im Vergleich zu den kleinkörnigen Leguminosen in Reinsaat konnte nicht festgestellt werden.

Durch Aufstellen von Sitzstangen für Greifvögel in der Zwischenfrucht und durch eine mitteltiefe Pflugfurche beim Umbruch kann eine erhöhte Gefährdung der Folgefrucht durch Mäuse entgegengewirkt werden.

Bestätigt werden mit den Beobachtungen die in der Literatur (Klapp 1958, Becker-Dillingen 1929) beschriebenen Ansprüche der Arten an den Wasserbedarf: Weißklee > Rotklee > Gelbklee.

Ein Vorteil der Klee-Gras-Mischung gegenüber Leguminosen in Reinsaat konnte in Massenbildung, Bodendeckung und Beikrautunterdrückung nicht erkannt werden. Nach den mit Reinsaat von Leguminosen gewonnenen Ergebnissen ist abzuleiten, dass zur Verbesserung der Ertragssicherheit eine Mischung aus Weißklee und Gelbklee aus ihren jeweils halben Saatenstärken in Reinsaat, das entspricht 6 kg/ha Weißklee und 8 kg/ha Gelbklee, anzuraten ist.

Ein Totalausfall einer Untersaat durch Lager der Deckfrucht wäre möglich. In den vier Versuchsjahren trat jedoch kein Lager auf. Bei der Sortenwahl für die Deckfrucht ist dennoch höchste Priorität auf die Standfestigkeit der Sorte zu legen. Nach den Beobachtungen im Versuchszeitraum ist anzunehmen, dass Sorten von Winterroggen mit kürzerer Pflanzenlänge für eine Untersaat günstiger sind als solche mit längerer. Bei der Sortenwahl für die Deckfrucht im Produktionsverfahren Winterroggen mit Untersaat ist diese Tatsache zu berücksichtigen. Wie die Ergebnisse zeigen, ist eine positive Wirkung der Untersaaten auf die Deckfrucht nicht zu erwarten. Daher ist unter den gegebenen Standort- und Witterungsbedingungen eine Einsaat im Herbst nicht anzuraten.

Frühjahrseinsaaten sind ebenso sicher wie Herbsteinsaaten und stellen eine wesentlich geringeres Risiko für die Beeinträchtigung der Deckfrucht dar. Ein besonderes Ertragsminderungspotential geht von den Gräsern in der Mischung aus, weil die Gräser bei Herbsteinsaat im Vergleich zur Frühjahrseinsaat einen unerwünscht hohen Anteil an

der Masse des Erntegutes erreichen. Der überwiegende Anteil im Feldbestand der Zwischenfrüchte sollte aus Leguminosen bestehen.

Die Bestandsgründung mit einem Gemenge aus Senf mit Sommerwicke gelang in allen Umwelten. Mit der Stoppelbearbeitung kann ein vorhandener Unkrautbesatz bekämpft werden. Durch die Bodenbearbeitung in diesem Zeitbereich besteht die Gefahr der Bodenaustrocknung, so dass das Ansaattrisiko im Vergleich zum Verfahren Untersaaten erhöht ist. Im Versuchszeitraum war die Ansaat der Zwischenfrucht nach Pflugfurche und Kreiselegge stets gelungen. Bei einer Untersaat entfällt die Unkraut bekämpfende Wirkung einer Stoppelbearbeitung. Die Gründüngungswirkung des Gemenges aus Senf und Sommerwicke in Stoppelsaat lag im Vergleich zur besten Untersaatvariante Weißklee, Frühjahrssaat, nur etwa halb so hoch.

Über den Einfluss von Sommerzwischenfrüchten auf die Nachfrucht liegen nur wenige Ergebnisse vor. Kolbe et al. (2004) nennt solche zu Silomais und Kartoffeln im ökologischen Landbau. Esser & Lütke-Entrup (1981) berichtet unter konventioneller Bewirtschaftung über Mehrerträge bei Sommergerste nach Gründüngung, ausgebracht als Untersaat in Winterroggen und bei Sommergerste nach Gründüngung, ausgebracht als Untersaat in Sommergerste. Ergebnisse zur Nachwirkung einer Sommerzwischenfrucht im ökologischen Landbau auf Sommerhafer sind nicht bekannt. Die Nachwirkungen der Gründüngung auf den Kornertrag von Sommerhafer reichen von gesichertem Kornertrag mindernd bei FM3-Herbst bis immer statistisch gesichert positiv bei Weißklee Herbst und Frühjahrseinsaat. Dieser bewirkte auch statistisch gesicherte positive Wirkungen auf Rohprotein-Gehalte und Rohprotein-Erträge. Aus Gründen der Verbesserung der Konkurrenzkraft und der Massenbildung auch bei geringeren Niederschlägen und somit der Nachfruchtwirkung bietet sich Gelbklee als Mischungspartner für Weißklee an. Eine genauere regionale Gliederung der Eignung von Standorten in Bayern für eine Gründüngung in Form von Untersaat im Herbst bzw. Frühjahr bzw. eine Stoppelsaat mit einem Gemenge aus Weißem Senf und Sommerwicke kann wegen der unzureichenden Repräsentanz der beiden Versuchsorte nicht abgeleitet werden.

Literatur

- Becker-Dillingen J (1929): Handbuch des Gesamten Pflanzenbaues einschließlich der Pflanzenzüchtung. Dritter Band: Handbuch des Hülsenfrüchtlersbaues und Futterbaues. Parey, Berlin
- Böhm H (2007): Rapsanbau im ökologischen Landbau - Auswirkungen von Vorfrucht, Reihenabstand und Unkraut mit Weißklee auf den Ertrag. In Zikeli S et al. (eds.): Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Band 1. Verlag Dr. Köster, Berlin; 109-112
- Bundessortenamt (Hrg.) (2000): Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen. Landbuch Verlagsgesellschaft mbH, Hannover
- Haas G & Köpke U (2000): Underseeds in potatoes to minimize environmental burdens. In: Alföldi T, Lockeretz W & Niggli U (eds): Proceedings 13th International IFOAM Scientific Conference, 28 to 31 August 2000, Basel (CH). Hochschulverlag, Zürich
- Esser J & Lütke-Entrup E (1981): Ackerfutterbau und Gründüngung haben Zukunft: die Arten und ihr Wert. Landwirtschaftliche Schriftenreihe, Heft 19. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup; 120 S.
- Kolbe H, Schuster M, Hänsel M, Grünbeck A, Schließer I, Köhler A, Karalus W, Krellig B, Pommer R & Arp B (2004): Zwischenfrüchte im Ökologischen Landbau.

– Fachmaterial Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. Eigenverlag der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Leipzig; 121 S.

Klapp E (1958): Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues, Paul Parey, Berlin und Hamburg, fünfte Auflage

Fuchs R, Salzedo G & Wiesinger K (2007): Leguminosen-Untersaaten im ökologischen Getreidebau, Ergebnisse dreijähriger Versuchsreihen In: Wiesinger K (Hrsg.):

Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern.

Ökolandbautag 2007. - Schriftenr. der LfL 3, 99-113

Zitiervorschlag: Fuchs R, Cais K, Rehm A, Salzeder G & Wiesinger K (2009):
Wirkung von Zwischenfrüchten auf die Folgefrucht Hafer – angelegt als Untersaaten
in Winterroggen und als Stoppelsaat. In: Wiesinger K & Cais K (Hrsg.): Angewandte
Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Ökolandbautag
2009, Tagungsband. –Schriftenreihe der LfL 7, 85-98