

(Aus der Landwirtschaftlich-chemischen Bundesanstalt in Wien,
Direktor Hofrat Dipl.-Ing. Arnold Köchl)

Die Wirkung verschiedener Gründungspflanzen auf Ertrag und Erlös der Folgekultur

Von M. DACHLER und A. KÖCHL

Zusammenfassung

In dreijährigen Feldversuchen und in drei Klimagebieten („trocken“, „feucht“, „rauh“) wurden kleeartige Pflanzen als Unter- und Stoppelsaaten und diverse Nicht-Leguminosen nur als Stoppelsaat in ihrer Wirkung auf Ertrag und Erlös der Nachfrucht (Sommerweizen bzw. Hafer) getestet.

- Die höchsten Mehrerträge gegenüber der unbehandelten Variante (keine Grün- bzw. N-Mineraldüngung zur Folgefrucht) lieferten Untersaaten, und zwar Luzerne im trockenen Gebiet (+20 %) bzw. Rot- und Weißklee im feuchten (+30 %) bzw. rauhen (+40 %) Klimagebiet. Stoppelsaaten hatten für die Folgefrucht eine deutlich geringere ertragssteigernde Wirkung, im Falle von Kreuzblütlern lag der Mehrertrag zwischen 3 und 12 %.
- Unter Berücksichtigung der finanziellen Aufwendungen für die Zwischenfrucht konnten mit Luzerne im Trockengebiet nur minimale, hingegen mit Rot- und Weißklee in den beiden anderen Klimagebieten deutliche Mehrerlöse bei der Folgekultur erzielt werden. Stoppelsaaten führten bei allen geprüften Arten, bei kurzfristiger Betrachtung, zu Mindererlösen.
- Die Wirkung der Luzerne auf die Erhöhung der Bodenstickstoffmenge bzw. der Bodenfruchtbarkeit entspricht in diesen Versuchen einem mineralischen Stickstoffeinsatz in der Höhe von 90 kg N/ha, jene von Rot- bzw. Weißklee in den beiden anderen Klimagebieten in der Höhe von 60 kg N/ha.
- Der Einfluß der kleeartigen Untersaaten auf die Deckfrucht (Sommergerste) ist als relativ gering zu bezeichnen, nur auf einem Standort kam es zu signifikanten Mindererträgen durch die Untersaat von Perserklee.

Für feuchtere bzw. rauhere Lagen ist zur Gründüngung Rotklee bzw. auch Weißklee in Untersaat empfehlenswert, wobei damit auch ein finanzieller Gewinn verbunden ist. In trockeneren Lagen kommt als Gründüngung vor allem Luzerne in Untersaat in Frage. Kurzfristige finanzielle Vorteile sind mit Luzerne aber nicht zu erwarten.

Schlüsselworte: Gründüngung, Untersaat, Stoppelsaat, Zwischenfrucht.

Effects of different species as green manure on yield and proceeds of the subsequent crops

Summary

In three years of field trials and under three different climatic conditions ("dry", "wet", "rough"), the effects of different legumes as under- and stubble-seed and of non-legumes only as stubble seed, were tested on the yield and proceeds of the subsequent crop.

- The highest yield surplus compared with the respective untreated plot was reached with underseeds. In the rather dry area alfalfa (+20 % yield of the subsequent crop) was most effective, under humid conditions (+30 %) and under rough climatic conditions (+40 %) white or red clover. Stubble seeds had much lower positive effects. In the case of cruciferae the yield surplus of the subsequent crop ranged between 3 and 12 %.
- The economic proceeds (after deduction of the expenses for seed, soil cultivation etc.) were only very slightly positive with alfalfa (dry climate), but highly positive with red and white clover (humid and rough climate).
- The nitrogen effect in these trials was about 90 kg N/ha with alfalfa under dry climatic conditions and about 60 kg N/ha with red or white clover under wet or rough climatic conditions.
- The influence of legumes on the yield of the covercrop was generally low, only on one site yield losses of the covercrop were observed, when Persian clover was grown as underseed.

Under more humid or rough climatic conditions red or white clover can be recommended as underseed. With these green manures financial advantages can be expected. Under rather dry climatic conditions alfalfa as underseed has positive yield effects in the subsequent crop, but in the short term no financial advantages.

Key-words: green manure, underseed, stubble seed, catch crop.

1. Einleitung

Die Anbaufläche von Zwischenfrüchten wird vom Österreichischen Statistischen Zentralamt (1992) auf 63.000 ha geschätzt. Bezogen auf die Gesamtgetreidefläche beträgt der Anteil knapp 9,5 %. Über jene Flächen, die nur der Gründüngung dienen, sind keine Zahlenangaben vorhanden. Es ist aber anzunehmen, daß der Großteil der Zwischenfruchtfläche der Futternutzung dient und nur der kleinere Teil tatsächlich der Gründüngung.

Verglichen mit Deutschland, wo der Anteil von Zwischenfrüchten an der Gesamtgetreidefläche knapp 25 % beträgt, ist die Zwischenfruchtfläche – und damit auch die Gründüngungsfläche – in Österreich als relativ bescheiden zu bezeichnen.

Die vorwiegend positive Wirkung der Gründüngung wird von den meisten Autoren hervorgehoben. Sie ist auf Produktion und Zufuhr von organischer Substanz (z. B. LEHMANN et al. 1991), Verbesserung der Bodenstruktur (z. B. POMMER et al. 1982), Verminderung des Bodenabtrages und Nährstoffauswaschung (GUTSER und VILSMEIER 1989) und auf die Schaffung langsam fließender Stickstoffquellen (LÜTKE-ENTRUP 1989, SØRENSEN 1992) zurückzuführen.

Nach verschiedenen Autoren (zit. bei RENIUS und LÜTKE-ENTRUP 1992) kann in der Folgefrucht (Getreide und Zuckerrübe) mit einer Ertragssteigerung von 4 bis 6 % durch eine Stoppelsaat-Gründüngung gerechnet werden, wobei die positive Wirkung auf leichten Böden größer ist als auf schweren. HEISSENHUBER

und SCHMIDTLEIN (1987) berichten von Getreidemehrerträgen zwischen 6 und 12 % nach Sommerzwischenfrucht.

Als Nachteile einer Gründüngung gelten ein zu hoher Wasserverbrauch, die Förderung von Krankheiten und Schädlingen bei unsachgerechter Artenwahl bzw. ein erhöhter Unkrautdruck bei lückigen Beständen. Umgekehrt ist bei richtiger Artenwahl ein gewisser phytosanitärer Effekt (z. B. gegen Samenunkräuter oder Nematoden) zu erwarten (KAHNT 1981).

Schätzungen über die ökonomische Auswirkung der Gründüngung sind nur wenige bekannt. Lediglich BECKER und BUHLMANN (1982) berichten über beachtliche ökonomische Vorteile bei Anbau von Zwischenfrüchten auf Sandböden. HEISSENHUBER und SCHMIDTLEIN (1987) berichten von Mehrerlösen nach Sommerzwischenfrucht, die sich – nach Abzug der Kosten – im Gegenwert von 1 dt/ha Getreide bewegen.

Von der Landwirtschaftlich-chemischen Bundesanstalt wurden im Verlauf der letzten Jahre an drei Standorten, die sich klimatisch und bodenkundlich stark voneinander unterscheiden, die verschiedensten Gründüngungspflanzen als Unter- bzw. Stoppelsaat in ihrer Wirkung auf Ertrag und Erlös der Folgefrucht miteinander verglichen.

2. Versuchsanstellung

Die Versuche fanden in Fuchsenbigl (pannonisches Klimagebiet), in Wieselburg und Zwettl (baltisches Klimagebiet) statt. Über die Standortskarakteristika gibt die folgende Tabelle 1 Aufschluß.

Tabelle 1
Charakteristik der Versuchsstandorte

Klima	Fuchsenbigl „trocken“	Wieselburg „feucht“	Zwettl „rauh“
Seehöhe	150	290	550
Jahresmitteltemperatur	9,1	8,5	6,8
Ausgangsgestein	Löß	Schwemm- material	Silikatisches Material
Bodentyp	Tschernosem	Braunerde	Braunerde
pH in CaCl ₂	7,5	6,5	5,9
Sand/Schluff/Ton	40/42/18	3/67/30	48/36/16
Mittlerer Jahresniederschlag in mm	500	836	740
Carbonat (CaCO ₃) in %	15	0	0

In Vorversuchen wurden neben den in Tabelle 2 genannten, auf einem der Standorte noch folgende Arten geprüft: Bokharaklee (*Melilotus alba*), Hornklee (*Lotus corniculatus*), Fadenklee (*Trifolium dubium*), Erdklee (*Trifolium subterraneum*), Inkarnatklee (*Trifolium incarnatum*) und Wundklee (*Anthyllis vulneraria*). In den Folgejahren wurde aber entweder wegen zu hoher Saatgutkosten oder zu geringem Aufwuchs auf diese Arten verzichtet.

Als Deck- bzw. Vorfrucht diente in jedem Fall Sommergerste, die eine Stickstoffdüngung von ca. 90 kg/ha erhielt. Als Prüfkultur diente Sommerweizen, in Zwettl Hafer. Die Untersaaten wurden unmittelbar nach dem Anbau (Zwettl) bzw. im 1-Blatt-Stadium der Gerste seicht angebaut, die Stoppelsaaten nach der Ernte der Sommergerste. Aus klimatischen Gründen wurde in Zwettl auf den Anbau von Leguminosen als Stoppelsaat verzichtet. Keine der Stoppelsaaten erhielt eine Stickstoffdüngung.

Tabelle 2

Verwendete Arten, Saatstärken und Saatgutpreise in öS

Art	Saatstärke kg/ha	Preis	
		öS/kg	öS/ha
Gelbklee (<i>Medicago lupulina</i>)	20	65,-	1300,-
Perserklee (<i>Trifolium resupinatum</i>)	20	27,50	550,-
Weißklee (<i>Trifolium repens</i>)	15	60,-	900,-
Steinklee (<i>Melilotus alba</i>)	25	40,-	1000,-
Rotklee (<i>Trifolium pratense</i>)	20	55,-	1100,-
Luzerne (<i>Medicago sativa</i>)	30	43,-	1290,-
Sommerraps (<i>Brassica napus</i> var. <i>oleifera</i> s. v. <i>annua</i>)	20	32,50	650,-
Ölrettich (<i>Raphanus sativus oleiferus</i>)	20	35,-	700,-
Senf (<i>Sinapis alba</i>)	20	12,50	250,-
Chinakohlbastard (<i>Brassica campestris</i> [var. <i>oleifera</i> s. v. <i>biennis</i>])	15	32,50	490,-
Sonnenblume (<i>Helianthus annuus</i>)	30	15,-	450,-
Phacelia (<i>Phacelia tanacetifolia</i>)	15	80,-	1200,-

¹ Preisbasis Oktober 1993

Die Gründecken wurden im Spätherbst gemulcht und in den Boden eingearbeitet. Die unbehandelte Variante bzw. die Mineraldüngervarianten lagen zwischen Sommergersten-Ernte und Sommerweizen-(bzw. Hafer-)Anbau brach.

Die Wirkung der Zwischenfrüchte wurde an Hand einer ungedüngten Variante bzw. an einer Stickstoffsteigerungsreihe geprüft (0/30/60/90 kg N/ha bei Sommerweizen, 0/20/40/60 kg N/ha in Zwettl zu Hafer). Die einzelnen Prüfglieder wurden in dreifacher Wiederholung als ungeordneter Block angeordnet. Die Ergebnisse stellen jeweils den Mittelwert von drei Versuchsjahren dar (Fuchsenbigl 1986–1988, Wieselburg 1989, 1990, 1992 und Zwettl 1990, 1992, 1993).

3. Ergebnisse

Von vielen Praktikern wird ein negativer Einfluß auf die Deckfrucht durch den Anbau von Untersaaten befürchtet (im Trockengebiet wegen der Wasserkonkurrenz, im Feuchtgebiet wegen der Gefahr des Überwachsens). In den eigenen Versuchen war der negative Einfluß der Untersaaten auf den Ertrag der Deckfrucht relativ gering. Im Trockengebiet (Fuchsenbigl) hatten Untersaaten sowohl leicht positive als auch leicht negative Auswirkungen auf die Deckfrucht. Im Feuchtgebiet waren geringe Mindererträge bei der Deckfrucht zu verzeichnen, in Zwettl kam es, insbesondere bei Perserklee, zu einem signifikanten Minderertrag im Mittel der Jahre. Die Deckfrucht Sommergerste wurde vom Perserklee teilweise überwachsen (Tab. 3).

An dieser Stelle soll aber nicht verschwiegen werden, daß in Fuchsenbigl in einem der Versuchsjahre die Herbstackerung durch Trockenheit sehr erschwert bzw. unmöglich gemacht wurde und erst im Laufe des Winters durchgeführt werden konnte.

Die Auswirkungen der verschiedenen Zwischenfrüchte auf den Ertrag der Folgekultur gibt Tabelle 4 wieder.

Aus Tabelle 4 ist ersichtlich, daß nur Untersaaten zu signifikanten Mehrerträgen in der Folgekultur führten. Im Trockengebiet (Fuchsenbigl) war dies vor allem mit Luzerne und in geringerem Maße auch mit Gelbklee, Perserklee und

Tabelle 3

*Der Einfluß kleeartiger Untersaaten auf den Ertrag der Sommergersten-Deckfrucht
(in Rel. %)*

	Fuchsenbigl	Wieselburg	Zwettl
Gelbklee	104	98	95
Perserklee	99	99	85*
Weißklee	–	99	91
Steinklee	95	93	–
Rotklee	107	98	96
Luzerne	103	100	100
ohne Untersaat	100	100	100
in dt/ha	35,43	40,22	48,45

* signifikant gegenüber der Variante ohne Untersaat

Tabelle 4

*Die Wirkung verschiedener Unter- und Stoppelsaaten auf den Ertrag
(in Rel. %) der Folgekultur im Mittel von 3 Jahren*

Testkultur	Fuchsenbigl		Wieselburg		Zwettl	
	Unter-	Stoppel-	Unter-	Stoppel-	Unter-	Stoppel-
	saat	saat	saat	saat	saat	saat
Gelbklee	116*	107	123**	98	95	–
Perserklee	114*	107	122**	104	–	–
Steinklee	110	111	114	97	–	–
Weißklee	–	–	128**	96	139**	–
Luzerne	121**	107	119*	100	91	–
Rotklee	114*	106	132**	103	141**	–
Sommerraps	–	98	–	105	–	110
Ölrettich	–	105	–	112	–	108
Senf	–	103	–	107	–	104
Chinakohlbast.	–	108	–	–	–	–
Sonnenblume	–	93	–	95	–	–
Phacelia	–	101	–	100	–	97
Unbehandelte Variante N0	100		100		100	
N1	107		122**		114	
N2	115*		132**		129**	
N3	118*		140**		141**	
	100=31,26 dt/ha		100=33,91 dt/ha		100=46,27 dt/ha	

*= signifikant von der unbehandelten Variante verschieden

**= hochsignifikant von der unbehandelten Variante verschieden

(N0–N3=Fuchsenbigl und Wieselburg: 0, 30, 60, 90 kg N/ha; Zwettl: 0, 20, 40, 60 kg N/ha)

Rotklee zu erreichen. Im Feuchtgebiet (Wieselburg) zeigten bis auf Steinklee alle eingesetzten Kleearten signifikante Mehrerträge, allen voran Rotklee. In Zwettl (rauhes Klima) kam es zu den stärksten Differenzierungen. Weiß- und Rotklee bewirkten hochsignifikante Mehrerträge, Luzerne und Gelbklee – wegen des Kalkmangels bzw. zu niedrigen pH-Wertes des Bodens – erwartungsgemäß Mindererträge. Stoppelsaaten führten nur teilweise und tendenziell zu Mehrerträgen, die sich bei den Kreuzblütlern zwischen 3 und 12 % bewegten. Die Stickstoffsteigerungsreihe zeigte auf allen Standorten signifikante Mehrerträge.

Die Stickstoffnachlieferung bzw. bodenfruchtbarkeitssteigernde Wirkung von Zwischenfrüchten entsprach im Trockengebiet unter der Voraussetzung optimaler Artenwahl (Luzerne) einer N-Gabe von 90 kg/ha, im Feuchtgebiet und im rauen Klimagebiet (Rot- und Weißklee) einer N-Gabe von 60 kg/ha.

4. Ökonomische Auswertung

Zur ökonomischen Beurteilung der Zwischenfrüchte wurden vom Roherlös der Testfrucht (Sommerweizen bzw. Hafer) die verfahrensspezifischen Kosten, das sind bei den Zwischenfrüchten die Saatgut-, Bodenbearbeitungs-, Anbau- und Mulchkosten und bei den Mineraldüngervarianten die Düngemittel- und Ausbringungskosten, in Abzug gebracht. Wegen der zusätzlichen Saatbettbereitung kommt die Stoppelsaat teurer als die Untersaat. Zur besseren Vergleichbarkeit werden in Tabelle 5 die Mehr- oder Mindererlöse gegenüber der unbehandelten Variante angeführt.

Tabelle 5

*Mit Unter- und Stoppelsaaten verbundene Mehr- oder Mindererlöse bei der Folgekultur (in öS/ha) nach Abzug der verfahrensspezifischen Kosten
Durchschnittswerte aus drei Versuchsjahren*

Testkultur	Fuchsenbigl Sommerweizen		Wieselburg Sommerweizen		Zwettl Hafer	
	Unter-	Stoppel- saat	Unter-	Stoppel- saat	Unter-	Stoppel- saat
Gelbklee	-454,-	-1705,-	+ 534,-	-2603,-	-2758,-	-
Perserklee	+ 31,-	- 924,-	+1131,-	-1223,-	- 890,-	-
Steinklee	-855,-	- 993,-	- 208,-	-2644,-	-	-
Weißklee	-	-	+1513,-	-2374,-	+3108,-	-
Luzerne	+ 54,-	-1627,-	+ 61,-	-2355,-	-3284,-	-
Rotklee	-437,-	-1583,-	+1701,-	-1927,-	+3133,-	-
Sommerraps	-	-1947,-	-	-1228,-	-	-541,-
Ölrettich	-	-1258,-	-	- 454,-	-	-801,-
Senf	-	-1002,-	-	- 600,-	-	-905,-
Chinakohlbast.	-	- 759,-	-	-	-	-
Sonnenblume	-	-2224,-	-	-2124,-	-	-
Phacelia	-	-2173,-	-	-2313,-	-	-2759,-
Unbehandelte						
Variante N0	± 0,-		± 0,-		± 0,-	
N1	+147,-		+1935,-		+1232,-	
N2	+525,-		+1935,-		+2815,-	
N3	+338,-		+2640,-		+3972,-	

In Fuchsenbigl waren nur mit Luzerne und Perserklee (billiges Saatgut) minimale Mehrerlöse zu erzielen. In Wieselburg waren vor allem mit Rotklee und Weißklee deutliche Mehrerlöse zu verzeichnen, in Zwettl fielen bei den genannten Arten diese noch höher aus.

Mit Stoppelsaaten wurden generell Mindererlöse erzielt. Die mäßigen Mehrerträge wurden von den Aufwendungen mehr als kompensiert.

5. Diskussion

Eine Ursache für den negativen Einfluß der Untersaat auf die Deckfrucht in Zwettl ist im zeitgleichen Anbau von Deckfrucht und Untersaat zu suchen. Die Deckfrucht konnte dadurch keinen Wachstumsvorsprung entwickeln und

wurde – zumindest vom Perserklee – überwachsen. Dies legt die Empfehlung für einen etwas späteren Anbau der Untersaaten – etwa im Einblatt-Stadium der Gerste – nahe.

Die ertragssteigernde Wirkung von Stoppelfrüchten (v. a. Kreuzblütler) für die Folgefrucht liegen in den eigenen Versuchen in der selben Größenordnung wie sie von POMMER et al. (1982), RENTUS und LÜTKE-ENTRUP (1992) oder von HEISSENHUBER und SCHMIDTLEIN (1987) angegeben werden (4 bis 12 %). Mit kleeartigen Zwischenfrüchten sind uns keine Wirkungsprüfungen bekannt. KIRCHMANN (1988) hebt jedoch Rot- und Weißklee wegen ihres – im Vergleich zu anderen Kleearten – hohen Stickstoffanreicherungsvermögens in der Wurzel als besonders geeignet für die Gründüngung hervor. Aufgrund des generell weiteren C:N-Verhältnisses der Wurzel gegenüber dem Sproß wird der Stickstoff der Wurzel langsamer mineralisiert. Das könnte für die Folgefrucht von Bedeutung sein und – neben guter Substanzbildung und N-Akkumulation – das bessere Abschneiden von Rot- und Weißklee erklären.

Wie auch aus den vorliegenden Versuchen abzuleiten ist, betont LÜTKE-ENTRUP (1993a) die Vorteilhaftigkeit von Unter- gegenüber Stoppelsaaten. Über die Abschätzung der kurzfristigen ökonomischen Auswirkungen von Zwischenfrüchten sind uns nur wenige Arbeiten bekannt. BECKER und BUHLMANN (1982) berechneten für einen Standort mit leichtem Boden im Schnitt einer fünfschlägigen Fruchtfolge bei zweimaliger Gründüngung eine Erhöhung des Deckungsbeitrages von 100 DM jährlich. Bei Kosten, die dem Gegenwert von 4 dt/ha Getreide entsprechen, wurden von HEISSENHUBER und SCHMIDTLEIN (1987) Getreidemehrerträge in der Folge von Sommerzwischenfrüchten von 5 dt/ha festgestellt. Sie weisen aber auch darauf hin, daß auf trockenen Standorten Mindererträge zu gewärtigen sind.

Es soll ausdrücklich betont werden, daß von Zwischenfrüchten auch längerfristiger Nutzen ausgeht. So konnte LÜTKE-ENTRUP (1993b) nachweisen, daß nach Zwischenfrucht und Zuckerrübe der darauffolgende Winterweizen noch von der Zwischenfrucht profitierte. Ähnliches berichten BECKER und BUHLMANN (1982).

Schließlich läßt sich auch eine positive Wirkung auf die Bodengare und bei oftmaligem Anbau von Zwischenfrüchten auch auf den Humusgehalt bzw. generell auf die Bodenfruchtbarkeit erwarten. Wegen der schwierigen Bewertung wurde auf eine Einbeziehung dieser Faktoren in ökonomische Überlegungen aber verzichtet.

Literatur

- BECKER, F. A. und V. BUHLMANN, 1982: Gründüngung auf Sandböden. DLG-Mitt. 10, 614–616.
- GUTSER, R. und K. VILSMEIER, 1989: Wieviel Stickstoff hinterlassen Zwischenfrüchte? DLG-Mitt. 2, 66–68.
- HEISSENHUBER, A. und E.-M. SCHMIDTLEIN, 1987: Wie wirtschaftlich sind Sommerzwischenfrüchte? DLG-Mitt. 10, 532–534.
- KAHNT, G., 1981: Gründüngung. DLG-Verlag, Frankfurt.
- KIRCHMANN, H., 1988: Shoot and root growth and nitrogen uptake by six green manure legumes. Acta Agric. Scand. 38, 25–31.
- LEHMANN, J., H. U. BRINER und E. ROSENBERG, 1991: Zwischenkulturen – was können sie und was können sie nicht? Landwirtschaft Schweiz 4, 151–158.
- LÜTKE-ENTRUP, N., 1989: Zwischenfruchtbau – nur im Notfall? DLG-Mitt. 12, 626–627.
- LÜTKE-ENTRUP, N., 1993a: Mit Untersaaten kostengünstig begrünen. Top agrar 3, 8691.
- LÜTKE-ENTRUP, N., 1993b: Zwischenfruchtanbau und Mulchsaat zu Zuckerrüben im integrierten Pflanzenbau. Zuckerrübe 42, 205–208.
- POMMER, G., Th. BECK, H. BORCHERT und U. HEGE, 1982: Auswirkungen von Zwischen-

- fruchtanbau und Strohdüngung auf Ertragsleistung, Bodenstruktur und Bodenmikroorganismen-tätigkeit in einseitigen Getreidefruchtfolgen. Bayr. Landw. Jb. 59, 718-734.
- RENIUS, W., E. und N. LÜTKE-ENTRUP, 1992: Zwischenfruchtbau. DLG-Verlag, Frankfurt.
- SØRENSEN, J. N., 1992: Effect of catch crops on the content of soil mineral nitrogen before and after winter leaching. Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 155, 61-66.

(Manuskript eingelangt am 21. Februar 1994, angenommen am 1. März 1994)

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Ing. Dr. Michael DACHLER und Direktor Hofrat Dipl.-Ing. Arnold KÖCHL, Landwirtschaftlich-chemische Bundesanstalt, Trunnerstraße 1, A-1020 Wien