

# Gründüngungen richtig gewählt, mehr Stickstoff für die Hauptkultur

Gründüngungen sind wichtig zur Versorgung des Bodens mit Humus und Stickstoff. Sie vermindern das Auswaschen der Nährstoffe sowie die Oberflächenerosion und können das Unkrautwachstum unterdrücken. Die Bio-richtlinien fordern neu, als Ersatz zum Bodenschutzindex, einen Mindestanteil Gründüngungen, der entweder ganzjährig oder über den Winter angebaut werden kann. Die Frage der Begrünungsmöglichkeiten nach Gemüseernten im Oktober ist für den Gemüseanbau besonders wichtig.

Martin Koller, Anja Vieweger, Paul Mäder, FiBL, Frick, Regula Bauermeister, René Total, Agroscope FAW, Wädenswil, und Daniel Suter, Agroscope FAL, Reckenholz

## Versuchfragen

In Zusammenarbeit mit Agroscope FAW und Agroscope FAL richtete das FiBL zwei Versuche zu folgenden Fragen ein:

Wie wird am meisten Stickstoff zur Folgekultur übertragen?

Welche Gründüngungskulturen eignen sich am besten?

Zu welchem Zeitpunkt kann eine Winterbegrünung erfolgreich etabliert werden?

## I. Winterbegrünungen im Vergleich

Gegen Ende August 2003 wurden zwei verschiedene Gründüngungen gesät (s. Tabelle, Abb. 1). Acht Wochen nach der Aussaat wurden der Boden auf  $N_{min}$  und die Gründüngung auf ihren N-Gehalt in der Grünmasse untersucht. Im Folgejahr wurde anfangs Juni auf der Fläche, wo zuvor die verschiedenen Gründüngungen wuchsen, Lager-Weisskabis gepflanzt. Zum Vergleich haben wir die Kultur auch auf zwei Winterbracheparzellen (gedüngt/ungedüngt) geführt. Zur Ernte wurde das Kopfgewicht des Weisskabis in den fünf Versuchsvarianten bestimmt.

Wie erwartet war der Weisskabisertrag in der Variante mit Handelsdünger am höchsten. Am niedrigsten waren die Kopfgewichte des Weisskabis in den Parzellen der ungedüngten Winterbrache und der Klee-grasvariante.

Interessant war der Ertrag in der Phacelia-Klee-Variante. Hier war der Ertrag um 18% höher als in der ungedüngten Winterbrache. Dies kann auf die deutlich geringere N-Auswaschung zurückgeführt werden. Denn Mitte Oktober war der  $N_{min}$ -Gehalt des Bodens in dieser Variante am niedrigsten, der N-Gehalt in der Grünmasse



Abb. 1. Winterbegrünungen im Vergleich. Blick auf das Feld mit den Versuchspartellen. (Foto: M. Koller)

Fig. 1. Cultures d'hiver en comparaison: vue du champ avec les parcelles d'essai.

jedoch am höchsten. Da der Kleeanteil gering war, ist der durch Knöllchenbakterien fixierte N-Anteil vernachlässigbar.

Der geringe Unterschied zwischen der ungedüngten Winterbrache und der Klee-grasvariante lässt sich dadurch erklären, dass die Grünmasse bei der

Einarbeitung schon zu alt war. Ein weites Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis (C/N) im Klee-gras hemmt die mikrobielle Umsetzung des organisch gebundenen Stickstoffs in eine pflanzenverfügbare Form. Dies steht im Kontrast zur Phacelia-Gründüngung mit einem engeren C/N-Verhältnis.

**Tabelle: Winterbegrünungen und Winterbrachen im Vergleich.** Dargestellt sind die Versuchsvarianten mit den Kulturmassnahmen, die  $N_{min}$ -Gehalte des Bodens sowie die N-Gehalte in der Grünmasse der Gründüngung Mitte Oktober und das Kopfgewicht des Weisskabis zur Ernte im Folgejahr.

**Tableau: Comparaison d'engrais verts et de jachères.** Sont figurées les variantes à l'essai avec les mesures culturales, les teneurs en  $N_{min}$  du sol ainsi que les teneurs en azote de la masse végétale de l'engrais vert à mi-octobre, et le poids des têtes de choux blancs à la récolte l'année suivante.

Variante Variante	Kulturmassnahmen Mesures culturales	$N_{min}$ -Gehalt d. Bodens Teneur du sol en $N_{min}$	N-Gehalt Teneur en N	Weisskabisertrag Rendement du chou blanc
		(kg/ha, 0–60 cm)	(kg/ha)	(kg/a)
Winterbrache 1 Jachère 1	Ungedüngt, mehrfach geeeggt Sans fumure, hersé plusieurs fois	97	–	333
Winterbrache 2 Jachère 2	150 kgN/ha zur Kultur, mehrfach geeeggt 150 kgN/ha lors de la culture, hersé plusieurs fois	97	–	494
Phacelia-Klee <sup>1)</sup> Mélange phacélie trèfle <sup>1)</sup>	Ungedüngt Sans fumure	40	144	393
Klee-gras <sup>2)</sup> Mélange trèfle graminées <sup>2)</sup>	Ungedüngt Sans fumure	59	106	339

<sup>1)</sup> Phacelia (30%), Alexandriner- und Perserklee (70%); <sup>2)</sup> Englisches und Westerwoldsches Raigras (60%) und Inkarnatklee (40%)

<sup>1)</sup> Phacélie (30%), trèfle de Perse et d'Alexandrie (70%); <sup>2)</sup> Raygras anglais et de Westerwold (60%) et trèfle incarnat (40%)

Abb. 2. Winterbegrünungen und Untersaaten in der Fruchtfolge. Versuchsaufbau über drei Jahre. Die Kultur ist hellgrau und die Winterbegrünung dunkelgrau hinterlegt. Die Untersaaten sind mit dunkelgrauen Streifen dargestellt.

Fig. 2. Cultures d'hiver et semis sous couverture dans la rotation: organisation de l'essai pour les trois années. La culture est gris clair, l'engrais vert est gris foncé à l'arrière-plan. Les semis sous couverture sont représentés par des bandes gris foncé.

Variante/variante	Lauch/poireau			Weisskabis/chou blanc			Mais/maïs			Bemerkungen/remarques										
	2003			2004			2005													
	J	J	A	S	O	N	D	J	F		M	A	M	J	J	A	S	O	N	
Winterbrache, ungedüngt <i>Jachère hivernale, sans fumure</i>																				
Winterbrache, gedüngt <i>Jachère hivernale, avec fumure</i>																				150 kgN/ha pro Jahr 150 kgN/ha par année
Roggen/Hafer <i>Seigle/avoine</i>																				Aussaat: 03/04: Nov.; 04/05: März Semis: 03/04: nov.; 04/05: mars
Erbsen <i>Petits pois</i>																				Aussaat: 03/04: Nov.; 04/05: März Semis: 03/04: nov.; 04/05: mars
Erdklee <i>Trèfle souterrain</i>																				Einsaat: Ende Juli; eingearbeitet/abgefroren Semis: fin juillet; incorporé/gelé
Kleegras <i>Mélange trèfle graminées</i>																				Einsaat: Ende Juli; Mischung: engl. Ray-Gras, Weissklee Semis: fin juillet; mélange: ray-grass anglais, trèfle blanc

## II. Winterbegrünungen und Untersaaten in der Fruchtfolge

In einer dreijährigen Fruchtfolge mit Herbstlauch, Weisskohl und Mais wurden Roggen (Hafer im 3. Jahr) und Erbsen als Winterbegrünungen sowie Kleegras und Erdklee als Untersaaten mit zwei Winterbrachen (gedüngt/ungedüngt) verglichen. Der Versuchsaufbau ist in Abb. 2 dargestellt.

In 2003, dem ersten Jahr der Fruchtfolge, unterschied sich der Lauchtrag nicht zwischen den Varianten mit und ohne Untersaaten.

Im folgenden Jahr (2004) gab es deutliche Unterschiede im Weisskabisertrag zwischen den Versuchsvarianten mit Winterbegrünungen sowie mit abfrierenden und überwinternden Untersaaten (Abb. 3). Die beiden Varianten mit reinen Leguminosen (Erdklee-Untersaat und Erbsen-Winterbegrünung) wiesen gegenüber der ungedüngten Variante einen leichten Mehrertrag (5%) auf. Der Stickstoff aus der Roggen-Winterbegrünung bzw. der Kleegras-Untersaat war wohl infolge des weiten C/N-Verhältnisses nicht ertragswirksam.

Im dritten Versuchsjahr (2005) wurde Mais zur Nachbeprobung angesät. Die beiden Winterbegrünungen konnten in diesem Jahr erst im Frühjahr ausgesät werden, dafür unter deutlich besseren Bedingungen als im Herbst 2003. In nur acht Wochen konnten die Erbsen 70 kgN/ha in der Grünmasse

einlagern, doppelt so viel wie der Hafer, der anstelle des Roggens zur Winterbegrünung diente. Der bessere Stickstofftrag der Erbsen war vor allem auf die höheren Ernterückstände der Vorkultur zurückzuführen – in dieser kurzen Zeit wurde wahrscheinlich kaum Stickstoff von den Knöllchenbakterien fixiert.

Doch der N-Gehalt der Gründüngung allein war nicht entscheidend für den Erfolg der Hauptkultur. Für den Maisertrag schien vielmehr das C/N-Verhältnis in der Grünmasse die entscheidende Rolle zu spielen. Das Kleegras z. B. enthielt viel mehr Stickstoff

(95 kgN/ha) als die Erbsen, konnte diesen wegen des weiten C/N-Verhältnisses aber nicht an den Mais weitergeben. Die Grünmasse der Erbsen wies in dieser Hinsicht die bessere Qualität auf. So war der Maisertrag im Vergleich zum Kleegras um 20% höher, im Vergleich zum Hafer gar um 35% höher.

### Fazit

– Gründüngungen, die bereits früh im Herbst angesät werden, verhindern die Auswaschung von beträchtlichen Mengen an Stickstoff aus dem Wurzelbereich der Kultur.

– Für kurzfristige Begrünungen eignen sich gräserfreie Mischungen besser, da der Stickstoff für die Hauptkultur besser verfügbar ist. Mischungen mit Gräsern müssen früh gemulcht werden, um eine gute Verfügbarkeit des Stickstoffs aus der Grünmasse zu gewährleisten.

– Erbsen sind als Winterbegrünung nach Ende Okt./Anfang Nov. möglich und besser geeignet als der häufig angesäte Grünroggen. Die Saatgutkosten sind allerdings um 15–28% höher als für Roggen oder Hafer. Erbsen reagieren etwas empfindlicher als Roggen auf ungünstige Wetterverhältnisse.

– Untersaaten sind als Winterbegrünung grundsätzlich geeignet. Erst spät, zum letzten Hackdurchgang gesät, konkurrenzieren Untersaaten die Kultur nicht. Ein Nachteil sind die Erntereste der Hauptkultur, die stehen bleiben.

Um eine bessere Stickstoffwirkung auf die Folgekultur zu erzielen, müsste der Aufwuchs im Frühjahr einmal gemulcht werden oder eine reine Weissklee-Untersaat verwendet werden (kleinblättrige Sorte).

Dank:

Für die Finanzierung dieses Projektes danken wir dem BLW. Unser spezieller Dank gilt Daniel Hangartner, Christian und Erwin Rathgeb sowie Samuel Lüscher für die gute Zusammenarbeit und die Bereitstellung der Versuchsflächen.

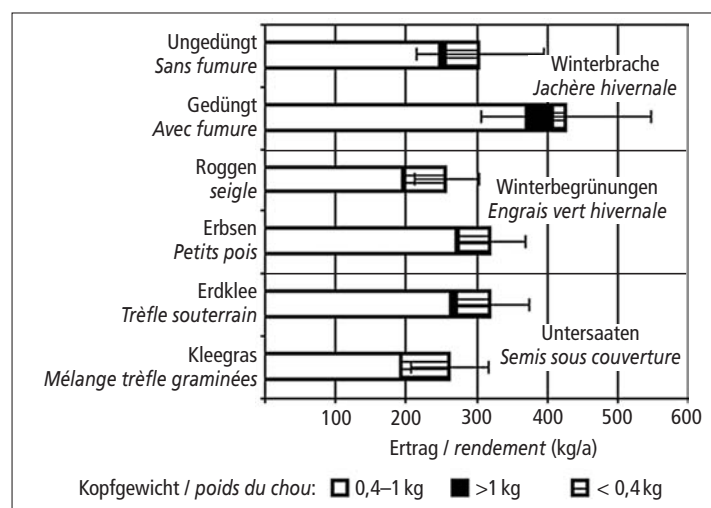


Abb. 3. Weisskabisertrag in Abhängigkeit der vorgängigen Winterbegrünungen, Untersaaten und Brachen. Angegeben ist der mittlere Flächenertrag für verschiedene Kopfgrößen sowie die Standardabweichung des Gesamtertrages.

Fig. 3. Rendement du chou blanc selon les cultures d'hiver précédentes, semis sous couverture et jachères. Le rendement à la surface est indiqué pour différentes grosseurs de têtes ainsi que la déviation standard du rendement total.

### Engrais verts appropriés: davantage d'azote pour la culture principale

L'institut de recherches en cultures biologiques et les stations Agroscope FAW, Wädenswil, ainsi qu'Agroscope FAL, Reckenholz, ont examiné dans deux essais des engrais verts pour la culture biologique.

Dans le premier essai, les scientifiques ont examiné l'effet de l'azote apporté par divers engrais verts sur la culture suivante, du chou de garde (voir tableau et fig. 1, p. 13). Ils ont constaté qu'un mélange de phacélie et de trèfle convenait le mieux pour éviter le lessivage d'azote et pour transmettre au chou blanc l'azote prélevé. En effet, la teneur du sol en  $N_{\min}$  à mi-octobre était la plus basse dans cette variante de l'essai, alors que la teneur en azote de la masse végétale de l'engrais vert était la plus élevée.

En comparaison avec le trèfle, le mélange phacélie-trèfle avait un meilleur rapport C/N, d'où une meilleure disponibilité de l'azote de la masse végétale pour la culture suivante de chou blanc. Le rendement s'est montré nettement plus élevé en comparaison avec la jachère sans engrais et avec les deux variantes avec trèfle.

Dans le deuxième essai, les chercheurs ont examiné de quelle manière des semis sous couverture répétés

et des cultures hivernales influençaient les rendements de la culture principale sur une rotation de trois ans. L'organisation de l'essai est présentée à la figure 2, v. p. 14.

En première année, les rendements des poireaux ne se sont pas distingués dans les diverses variantes de l'essai.

En deuxième année (2004), seulement les deux légumineuses seules (semis sous couverture de trèfle blanc et engrais vert de pois) ont permis un surplus de rendement de 5% par rapport à la jachère sans engrais (fig. 3, v. p. 14). L'azote du seigle en engrais vert et du trèfle en semis sous couverture n'a pas eu d'influence sur les rendements en raison d'un rapport C/N trop élevé.

En 2005, les résultats montrent que la quantité d'azote prélevée par les plantes mises en engrais vert et le rapport C/N dans leur masse végétale conditionnent la quantité d'azote disponible pour la culture suivante. Ainsi, le rendement de maïs après un engrais vert de pois s'est avéré de 20% supérieur à ce qu'il a été après du trèfle, et même de 35% en comparaison avec l'avoine utilisé comme engrais vert.