

Stickstoffversorgung von Weißkohl und Mais nach Winterzwischenfrucht-Leguminosen

Einleitung

Die Zufuhr von Stickstoff in den organisch wirtschaftenden Betrieb ist innerbetrieblich durch den Anbau von Leguminosen sicherzustellen. Werden spät gesäte oder gepflanzte Nachfrüchte wie Mais oder Kohlsorten angebaut, können Winterzwischenfrucht-Leguminosen in Reinsaat oder Gemenge eine interessante Option des Leguminosenbaus darstellen.

Material und Methoden

In Feldversuchen auf 3 Leitbetrieben im Rheinland wurde in den Jahren 2002 und 2003 die Stickstoffversorgung von Mais und Weißkohl als Nachfrucht von Winterzwischenfrucht-leguminosen (Zottelwicken, Inkarnatklée, Landsberger Gemenge, Wickroggen) untersucht (Tab. 1). Referenzvarianten waren Rübsen, Roggen und Gras in Reinsaat sowie Brache. Die Methodik und die Ergebnisse sind in einer Buchpublikation beschrieben. Nachfolgend werden vor allem die Handlungsempfehlungen vorgestellt.

Tab. 1: Bewirtschaftung der Feldversuchsflächen

Standort - Jahr	WG '02	WG '03	S '02	S '03	W '02	W '03
Saattermin Zwischenfrucht	23.8.01	30.8.02	28.9.01	20.9.02	5.11.01	19.8.02
Ernte / Mulch Zwischenfrucht	14.5.02	13.5.03	8.5.02	29.5.03	4.6.02	12.6.03
Umbruch Zwischen- frucht	15.5. Pflug	15.5. Fräse 15.5. Pflug	10.5. Grubber 11.5. Pflug	29.5. Pflug	5.6. Fräse 8.6. Pflug	12.6. Pflug
Saat-/ Pflanztermin Nachfrucht	17.5. Mais	16.5. Mais	17.5. Mais	30.5. Mais	17.6. Weißkohl	13.6. Weißkohl
Sorte	Agadir	Agadir	Arsenal	Agadir	Carolina	Ramco
Pflanzen/m ² etabliert	11	11	9	10	2,22	2,22
Zwischenernten	9.07.	14.07.	30.07.	21.07.	5.8.&17.9.	22.07.
Endernte Silomais	19.09.	2.09.	24.09.	9.09.		
Körnermais	-	14.10.	29.10.	14.10.		
Weißkohl					29.10.	15.10.

Handlungsempfehlungen

- Gegenüber üblichen **Aussaatempfehlungen** sind bei der Nutzung von Gemengen (Landsberger Gemenge, Wickroggen) vergleichsweise hohe Leguminosenanteile bzw. ein geringer Anteil an Nichtleguminosen (Welsches Weidelgras, Roggen) für eine hohe symbiotische N₂-Fixierung der Leguminosen günstig (Tab. 2).

- Soll die Winterzwischenfrucht **gemulcht** werden, um die Stickstoffversorgung der Folgefrucht zu gewährleisten, können Reinsaaten oder Gemenge mit geringem Anteil an Nichtleguminosen angebaut werden.

Tab. 2: Saatmengen und Saatlängen in den Versuchsjahren 2001 und 2002 am Standort Wiesengut und im Versuchsjahr 2003 auf allen drei Standorten

Varianten "Sortenname"	Saatlängen [Körner/m ²]				Saatmenge [kg/ha]			
	Zottel- wicke	Roggen Rübsen Gras	Klee	Summe	Zottel- wicke	Roggen Rübsen Gras	Klee	Summe
Schwarzbrache	-	-	-	-	-	-	-	-
Rübsen "Buko"	-	170	-	170	-	8	-	8
Inkarnatklee "Poppelsdorfer"	-	-	540	540	-	-	18	18
Landsberger Gemenge ¹⁾	170	85	340	595	68	3 ²⁾	12	83
Zottelwicken "Dr. Baumanns"	170	-	-	170	68	-	-	68
Wickroggen12	170	28	-	198	68	12	-	80
Wickroggen24	170	56	-	226	68	24	-	92
Grünroggen "Wiandi"	-	170	-	170	-	74	-	74
Welsches Weidelgras "Ligrande"	-	340	-	340	-	11 ²⁾	-	11

1) Landsberger Gemenge: Zottelwicke, Inkarnatklee und Welsches Weidelgras

2) Im Versuchsjahr 2001 16 kg/ha (510 Kö/m²) in Reinsaat und 7 kg/ha (340 Kö/ha) im Land.Gemenge

- Sollen Winterzwischenfrüchte verfüttert werden, ist für die **Frischverfütterung und Silierbarkeit** bei geeigneten Standortbedingungen die Beimischung von Welschem Weidelgras günstig (bspw. Landsberger Gemenge). Die Beimischung des Grases kann dann in der Saatmischung zwar höher als in den hier vorgestellten Versuchen sein, aber das Anbauziel hoher symbiotischer N₂-Fixierung ist nur mit hohen Ertragsleistungen der Leguminosen (Zottelwicke, Inkarnatklee) sicher zu stellen. Deshalb sind der Grasbeimischung Grenzen gesetzt.
- Nach Kulturen mit höheren Nitrat-Rest-Mengen im Boden und/oder an Standorten mit hoher Austragsgefährdung von Nitrat in tiefere Bodenschichten kann dem **Austrag von Nitrat** unter Zwischenfrucht **über Winter** mit der Beimischung von Nichtleguminosen (v.a. Roggen) entgegengewirkt werden (Abb. 1).
- Wird von dem allgemein **empfohlenen Saatzeitraum Ende August** abgewichen, ist bei später Saat mit deutlich geringeren Aufwuchsmengen der Zwischenfrucht zu rechnen. Können sehr späte Nutzungstermine bis in den Juni realisiert werden, bspw. für den Anbau von Kohl, kann die Zwischenfrucht trotz spätem Saattermin ähnlich hohe Sprossmasseerträge wie nach Frühsaat liefern.

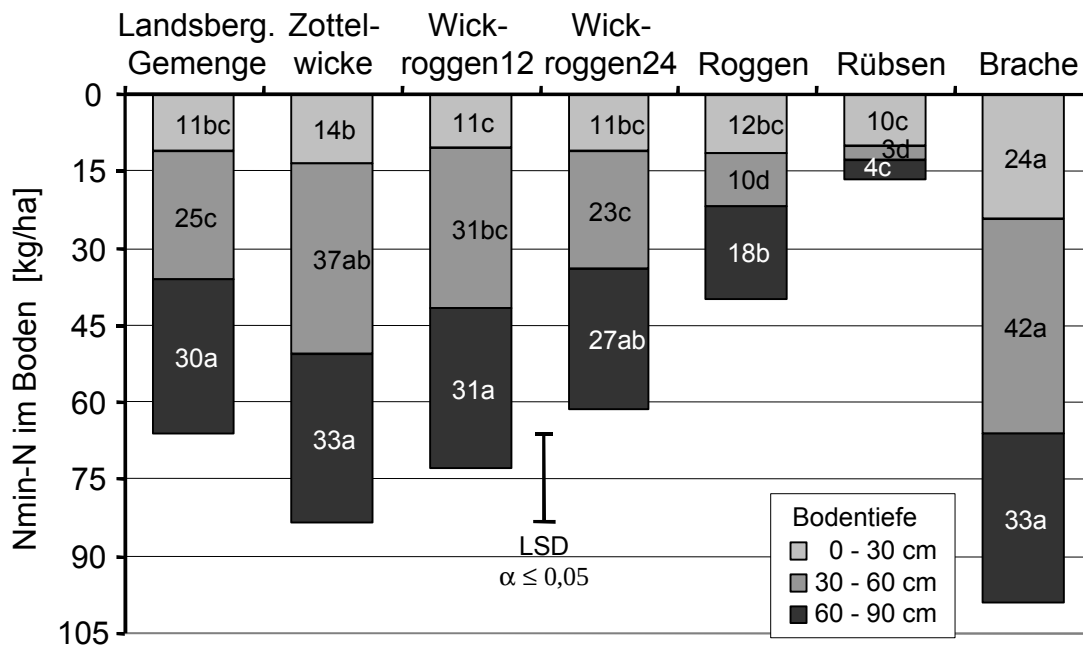


Abb.1: N_{min} -Mengen im Boden am 30. Oktober 2001 am Standort Wiesengut

(Variante "Wickroggen12 oder 24" bezeichnet die Aussaatmenge für Roggen in kg je ha; Werte mit verschiedenen Buchstaben einer Bodentiefe unterscheiden sich signifikant nach LSD $\alpha \leq 0,05$ Grenzdifferenzbalken für 0 - 90 cm Tiefe gesamt)

- Andererseits kann eine Saat Mitte-Ende August bei hohem **Unkrautdruck** zu lückig etablierten Zwischenfruchtbeständen führen. Dabei ist aber primär das Unkrautmanagement generell zu überprüfen (u.a. Fruchtfolge, Stoppelbearbeitung) und gegebenenfalls zu korrigieren, statt mit für einen geringen Unkrautdruck späten Saattermin Mindererträge der Zwischenfrucht zu provozieren.
- Für hohe Erträge und Stickstoffaufnahmen und damit **N_2 -Fixierungsleistungen** der Leguminosen ist die Wachstumsdauer **im Frühjahr** wesentlich. Gleichwohl ist die rechtzeitige Saat für eine gelungene Bestandesetablierung vor dem Winter essentiell. Vor- und über Winter sind die Zuwachsraten an Ertrag und die Stickstoff-Aufnahmeraten gering. In den eigenen Feldversuchen im Rheinland mit für Deutschland vergleichsweise hohen Jahresdurchschnittstemperaturen (langjähriges Mittel 11°C) wurden erst ab Mitte März tägliche Stickstoff-Aufnahmeraten von 1,5 - 2,5 kg N/ha festgestellt. **Je länger die Wachstumsdauer** der Zwischenfrucht ist, um so höher ist die im Sproß der Zwischenfrucht gebundene Stickstoffmenge. In den Versuchen mit der Nachfrucht Mais wurde die Zwischenfrucht Mitte Mai umgebrochen.
- Die untersuchten Winterzwischenfrucht-Leguminosen hatten in Reinsaat und im Gemenge im Mittel etwa **150 kg N/ha in den Sproß** aufgenommen (Spannweite 65 - 200 kg N/ha). Davon wurden etwa **100 kg N/ha symbiotisch fixiert**. Die restliche im Sproß der Zwischenfrucht festgestellte Stickstoffmenge stammte aus dem Boden-Stickstoffvorrat (Humus).
- Die **Sproßmasse** der Leguminosen wird wesentlich schneller zersetzt und **mineralisiert** als jene von Roggen oder Welschem Weidelgras. Je nach Gemengeanteil der Nichtleguminosen, der durch die Saatmischung beeinflusst werden kann, können schneller oder langsamer mineralisierbare Zwischenfruchtbestände zusammengestellt werden.

- In den eigenen Versuchen wurden nach dem Verbleib des Zwischenfruchtaufwuchses als Mulch sowie nach Umbruch und Saat der Nachfrucht innerhalb weniger Tage bis Wochen $N_{\min}$ -Mengen von **über 100 kg N/ha in der Krume mineralisiert** (Spannweite 50 bis 180 kg $N_{\min}$ -N) (Abb. 2).
- Nach Brache ohne Mulchzufuhr und nach den beernteten Zwischenfrucht-Varianten wurden im Boden $N_{\min}$ -Mengen in einem Zeitraum von etwa 8 Wochen nach Umbruch zwischen 50 und 75 kg N/ha mineralisiert. Der organische gebundene **Stickstoff im Boden (Humus)** trug damit wesentlich zur Stickstoffversorgung der Nachfrüchte bei.

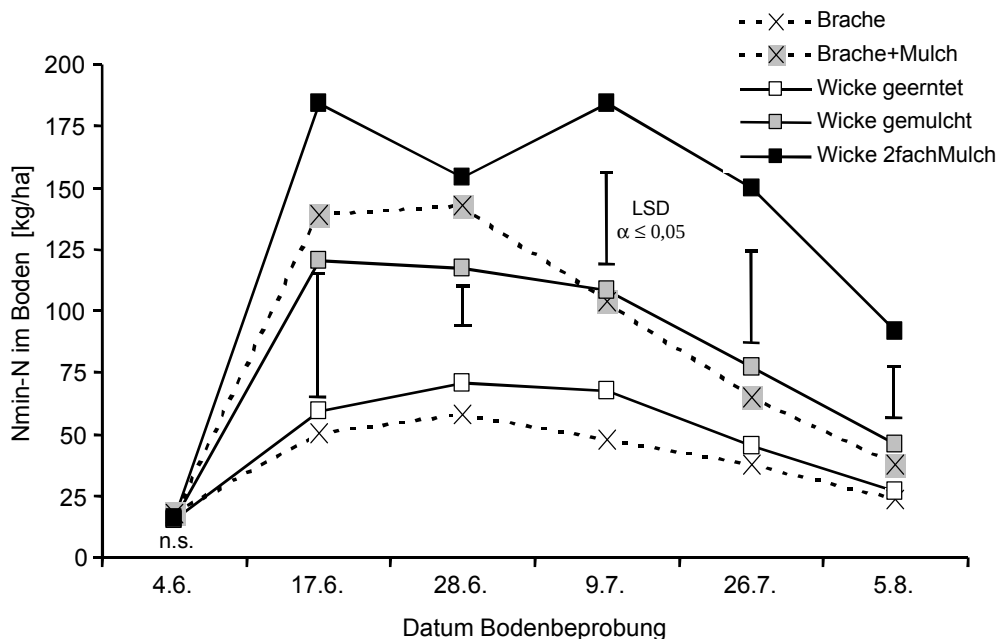


Abb. 2: Einfluß der Winterzwischenfrucht Zottelwicken und des Nutzungsverfahrens (Ernte Abfuhr/ Mulch) auf die $N_{\min}$ -Menge im Boden (0-35 cm Tiefe) nach Umbruch unter Nachfrucht Weißkohl am Standort 'W' Jahr 2002 (am 5.6. Zwischenfrucht gemulcht & eingefräst, 8. 6. gepflügt, 17.6. Weißkohl gepflanzt)

- Wird der Zwischenfruchtaufwuchs beerntet, führt die Stickstoffmineralisierung der Ernte- und Wurzelrückstände im Vergleich zu Schwarzbrache nur zu geringfügig höheren $N_{\min}$ -Mengen im Boden. Für die vor allem kurzfristig höhere Bereitstellung von Stickstoff für die Nachfrucht ist demnach der Verbleib der gemulchten Zwischenfrucht-Sproßmasse wesentlich.
- Werden - wie in den eigenen Untersuchungen - **Nachfrüchte mit einem langen Anbauzeitraum** über Sommer bis in den Herbst hinein angebaut (Mais, Weißkohl), wird in höheren Mengen Stickstoff aus dem Boden nachgeliefert (Humusmineralisierung). Bei warmen Temperaturen und hinreichender Bodenfeuchte können die im Boden mineralisierten N-Mengen über einen langen Zeitraum aufgenommen werden.
- Trotz unterschiedlicher Stickstoffaufnahmen der Nachfrüchte entsprechend den verschiedenen Versuchsvarianten (gemulcht oder geerntet, Zwischenfruchtart) waren die **Unterschiede im Trockenmasseertrag der Nachfrucht** gering bis gar nicht nachweisbar. Ursache hierfür ist das Kompensationsvermögen der Pflanzen bei der Ertragsbildung: Unterschiedliche Stickstoffmengen in der Nachfrucht führen nicht gleichermaßen zu unterschiedlichen Massenerträgen. Der Anteil der Restpflanze kann bei Mais und Kohl stärker variieren als der Kolben- bzw. Kopfertrag.

- Aus diesem Sachverhalt kann aber nicht abgeleitet werden, daß die hohen Stickstoffmengen in der Zwischenfrucht unwirksam waren. Mit dem Verbleib und der Einarbeitung des Zwischenfruchtmulchs auf der Fläche ist im Vergleich zur Beerntung von einer ausgeglichenen **Stickstoffbilanz** und damit auch **Humusbilanz** auszugehen (Abb. 3).

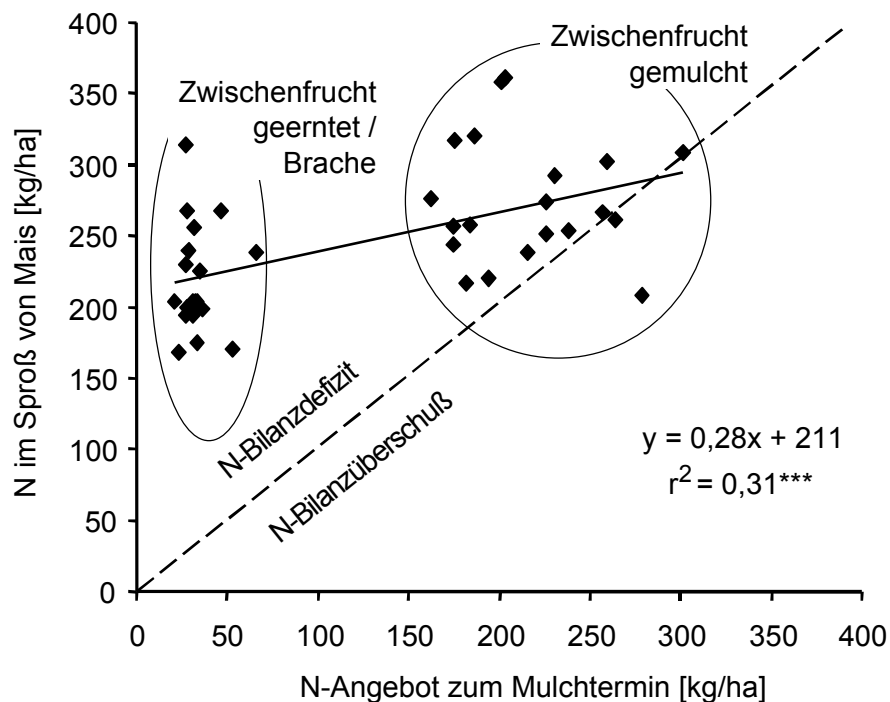


Abb. 3: Einfluß des N-Angebots zum Mulchtermin (Nmin im Boden und N im Mulch der Zwischenfrucht) auf die N-Menge im Sproß der Nachfrucht Mais am Standort Wiesengut am 19. Sep. 2002 im Jahr 2002 (n = 40)

- Wird der Zwischenfruchtbestand beerntet und **verfüttert**, kann die damit potentiell höhere Humuszehrung innerbetrieblich durch die Rückführung der entstehenden **Wirtschaftsdünger** auf die Fläche wieder ausgeglichen werden.
- Es gibt die leider wenig belegte grundsätzliche Befürchtung von **Fruchtfolgekrankheiten** auch beim Anbau von Zwischenfrüchten. Problematisch könnte vor allem der gemeinsame Anbau von Zottelwicken und Körnererbsen in einer Fruchtfolge sein (u.a. *Aphanomyces*-Wurzelfäule - *Aphanomyces euteiches*, und *Ascochyta*-Fuß- und Brennfleckenkrankheit - *mehrere Arten*). Zottelwicken werden dabei im Gemenge gegenüber Zottelwicke in Reinsaat vorteilhafter sein.

HAAS, G. 2004: Stickstoffversorgung von Weisskohl, Silo- und Körnermais durch Winterzwischenfrucht-Leguminosen. Schriftenreihe Institut für Organischen Landbau, ISBN 3-89574-533-2, Verlag Dr. Köster, Berlin, 80 S. mit vielen Fotos, Tabellen und Grafiken.

Das Projekt wurde überwiegend gefördert durch das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (FKZ 514-43.10/02OE318)