

Einfluss der Stickstoffaufnahme verschiedener Zwischenfrüchte auf die Nitratverlagerung über Winter und die potentielle Stickstoffnachlieferung für die Folgefrucht

Stumm, C.¹, Rohling, M.¹ & Döring, T.¹

Keywords: Zwischenfrüchte, Nitratauswaschung, C/N-Verhältnis, Stickstoffnachlieferung, Folgefrüchte

Abstract: In field trials with cover-crops (phacelia, rye, black-oats, turnip, radish, crimson and Persian clover), the potential to reduce nitrate leaching over winter was confirmed for all non-legume species. However, due to high losses of N out of shoot-biomass over winter and a wide C/N-ratio especially in the stem, the potential of these cover-crops to enhance mineralisation in spring may be relatively low.

Einleitung

Die Vermeidung von Nährstoffverlusten über Winter ist ein zentraler Aspekt des Zwischenfruchtanbaus sowohl unter dem Gesichtspunkt des Gewässerschutzes, als auch im Hinblick auf die Limitierung von Nährstoffimporten im ökologisch wirtschaftenden Betrieb. Während die Bedeutung von Zwischenfrüchten als Stickstoffsенke zur Reduzierung von Nitratverlagerung über Winter mittlerweile in der Praxis allgemein akzeptiert ist, sind im Hinblick auf die Wirksamkeit als Stickstoffquelle für die Folgefrucht viele Fragen ungelöst. So werden in der Praxis trotz üppiger Zwischenfruchtbestände vor Winter oftmals nur geringe Mineralisierungsleistungen im Frühjahr beobachtet. Inwieweit hohe N-Verluste aus der Sprossmasse nach Frosteinwirkung bzw. ein weites C/N-Verhältnisse nach Winter (Kolbe et al. 2007) für diese in der Praxis beobachtete niedrige Stickstoffnachlieferung von Zwischenfrüchten im Frühjahr verantwortlich sein könnten, wird seit 2016 unter verschiedenen Standortbedingungen auf Praxisbetrieben in NRW untersucht.

Material & Methoden

In einfaktoriellen Feldversuchen wurden folgende abfrierende und überwinternde Zwischenfrüchte in vierfacher Wiederholung als Blockanlage gesät und im Vergleich zur Kontrolle (unkrautfreie Brache) getestet: Phacelia (cv. Beehappy 12 kg/ha), Grünroggen (cv. Bonfire 120 kg/ha), Sandhafer (cv. Pratex 80 kg/ha), Inkarnatklee (cv. Linkarus 30 kg/ha), Perserklee (cv. Gorbi 35 kg/ha), Winterrüben (cv. Jupiter 15 kg/ha) und Örettich (cv. Silentina 25 kg/ha). Die Aussaat auf dem Praxisbetrieb in Niederkrüchten (60 m ü. NN, 9,6 °C, 750 mm, IS-sL, 50-70 BP) erfolgte nach Frühkartoffeln und Saatbettbereitung mit der Kreiselegge am 28.08.2017.

¹ Universität Bonn, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz, Professur Agrarökologie & Organischer Landbau, Katzenburgweg 3, 53115 Bonn, www.aol.uni-bonn.de, leitbetriebe@uni-bonn.de

Nach der Vorrucht Ackerbohnen wurde auf dem Versuchsbetrieb Wiesengut in Hennef/Sieg (65 m ü. NN, 10,3 °C, 840 mm, sL-uL, 60 BP) nach Pflugfurche und Saatbettbereitung mit der Kreiselegge am 23.08.2017 gesät.

Die Stickstoff- und Kohlenstoffaufnahme in den Spross wurde vor Beginn der Frostperiode und kurz vor Umbruch der Zwischenfrüchte im darauffolgenden Frühjahr anhand von Zeiternten (jeweils 2 x 0,25 m²) ermittelt. Dabei wurden auf dem Standort Wiesengut Blätter und Stängel der Zwischenfrüchte separiert. Ab Versuchsbeginn wurde monatlich der mineralisch gelöste Stickstoff in den Bodenschichten 0-30, 30-60 und 60-90 cm analysiert, dargestellt werden im Folgenden drei ausgewählte Termine. Die Daten wurden mit dem Statistikprogramm SAS varianzanalytisch ausgewertet mit anschließendem Mittelwertvergleich (Tukey-Test).

Ergebnisse

Alle nicht-legumen Zwischenfrüchte nahmen den mineralisch gelösten Stickstoff vor Winter auf beiden Standorten weitestgehend auf und bewahrten ihn damit vor der Verlagerung in tiefere Bodenschichten (Tab. 1). Dies bestätigt die zahlreichen Untersuchungen (u.a. Thorup-Kristensen 1994 und Grüner et al. 2007) zur Bedeutung von Zwischenfrüchten zur Reduzierung der Nitratverlagerung über Winter. In der unkrautfrei gehaltenen Kontrolle und den beiden Kleearten wurden bei hohen Niederschlagsmengen von November bis Januar erhebliche Mengen Nitrat in tiefere Bodenschichten, z.T. bereits unterhalb die Beprobungstiefe von 90 cm, verlagert.

Tabelle 1: Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte auf die Menge an mineralisch gelösten Stickstoff (NO₃-N, NH₄-N in kg ha⁻¹) im Boden auf einem Praxisbetrieb in Niederkrüchten und dem Versuchsbetrieb Wiesengut in Hennef über Winter 2017/18.

Standort/Datum	cm	KO	PH	GR	SH	IK	PK	WR	ÖR	GD
Wiesengut	0-30	25,1	14,4	19,5	17,7	20,0	24,6	12,8	13,7	8,7
	23.11. 30-60	41,4	4,9	4,5	5,8	14,6	15,9	4,4	5,0	n.n.
	60-90	33,6	4,4	3,1	4,0	22,8	26,6	2,9	2,1	17,8
23.1.	0-30	17,5	20,3	20,5	31,0	15,3	40,6	19,1	20,6	14,5
	30-60	11,5	8,7	7,3	10,8	10,1	22,4	6,3	5,5	6,5
	60-90	15,2	5,4	5,0	6,9	4,0	12,0	3,7	4,1	9,0
21.3.	0-30	19,5	37,1	15,4	48,0	18,9	39,5	37,9	42,8	23,1
	30-60	12,7	14,5	4,7	19,4	4,3	26,5	9,7	10,6	7,9
	60-90	11,0	5,6	3,3	13,6	3,8	25,6	3,9	19,8	n.s.
Niederkrüchten	0-30	20,0	11,0	14,2	15,9	13,8	21,6	13,3	10,8	7,2
	21.11. 30-60	110,1	30,8	12,7	15,9	104,4	88,7	15,1	6,5	38,9
	60-90	40,4	22,5	16,4	14,2	44,3	46,2	15,0	6,3	n.n.
25.1.	0-30	9,8	11,6	14,4	24,3	9,9	18,6	10,4	14,9	5,1
	30-60	4,1	5,9	4,3	9,7	5,7	7,2	4,7	6,5	n.s.
	60-90	12,8	5,5	6,9	8,0	8,4	14,5	4,8	5,0	9,2
6.3.	0-30	22,6	11,2	18,1	10,6	25,0	23,9	14,7	14,8	n.s.
	30-60	19,1	2,7	5,8	3,5	5,6	6,2	3,9	3,3	n.s.
	60-90	25,4	3,8	6,4	3,8	6,4	6,1	4,3	4,2	n.s.

PH - Phacelia, GR - Grünroggen, SH - Sandhafer, IK - Inkarnatklee, PK - Perserklee, WR - Winterrüben, ÖR - Ölrettich, GD - Grenzdifferenz $\alpha = 0,05$, Tukey-Test, n.n. - nicht normalverteilt, n.s. - nicht signifikant

Die Menge an mineralischem Stickstoff v.a. in der oberen Bodenschicht stieg am 21. März auf dem Wiesengut in den meisten Varianten deutlich an, mit Ausnahme der Kontrolle, des Grünroggens und des Inkarnatklees. Auf dem zweiten Standort ist dies zum gleichen Zeitpunkt nicht zu beobachten. Ein Zusammenhang mit dem Rückgang der Stickstoffmengen im Spross über Winter (vgl. Tab. 2) ließ sich anhand der hier analysierten Parameter jedoch nicht herstellen. Nach Winter wurde in allen Varianten, mit Ausnahme der Winterrüben auf dem Standort Niederkrüchten, z.T. deutlich weniger Stickstoff in den Sprossresten wiedergefunden (Tab. 2) als bei der Zeiternte im November. Dabei lag der Rückgang bei allen Kulturen im Blatt meist deutlich über dem im Stängel. Besonders hoch war der Unterschied auf dem Wiesengut in der Blattmasse des Sandhafers. Die geringste Differenz wurde beim abfrierenden Ölrettich festgestellt. Auf dem Standort Niederkrüchten waren die Verluste deutlich moderater. Auffallend ist, dass der relative Rückgang der Stickstoffmengen im Spross in beiden Versuchen weitaus höher ausfiel, als der relative Verlust an Trockenmasse. Dies könnte nach Ergebnissen von Schliephake (2003) durch direkte Auswaschung von Nitrat und organischen Verbindungen aus der Pflanze nach Frosteinwirkung erklärbar sein.

Tabelle 2: Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte auf die Trockenmasse, die Stickstoffaufnahme und das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff im Spross vor und nach Winter 2017/18 auf einem Praxisbetrieb in Niederkrüchten und dem Versuchsbetrieb Wiesengut in Hennef (auf letzterem Standort erfolgte die Analyse getrennt nach Blatt und Stängel).

Standort/Parameter	Datum	PH	GR	SH	IK	PK	WR	ÖR	GD	
Wiesengut										
TM (dt ha ⁻¹)	Stängel	23.11.	21,4	3,8	20,3	4,8	7,4	11,1	22,2	5,9
		21.03.	20,7	5,7	17,2			2,4	18,6	7,3
	Blatt	23.11.	8,3	15,0	15,1	8,5	6,5	13,1	10,7	4,5
		21.03.	7,9	10,3	9,1			5,8	10,3	n.s.
N im Spross (kg ha ⁻¹)	Stängel	23.11.	51,8	11,4	40,5	9,6	20,7	16,2	42,3	21,2
		21.03.	45,2	14,1	24,7			8,8	31,9	17,3
	Blatt	23.11.	40,6	60,0	58,9	43,5	38,5	51,7	56,2	15,4
		21.03.	32,7	37,2	20,9			23,2	43,0	21,1
C/N-Verhältnis	Stängel	23.11.	16,2	14,8	22,5	21,5	15,6	28,5	21,7	8,5
		21.03.	20,9	18,1	31,4			11,6	25,5	5,2
	Blatt	23.11.	8,4	11,4	11,7	9,3	8,0	11,4	8,4	1,5
		21.03.	9,2	12,7	17,3			10,1	9,8	2,4
Niederkrüchten										
TM (dt ha ⁻¹)		29.11.	30,2	26,6	36,9		14,7	34,9	36,5	4,8
		06.03.	29,4	28,2	32,4		11,2	33,1	36,5	11,6
N im Spross (kg ha ⁻¹)		29.11.	122,3	95,4	111,9		61,8	118,6	134,2	29,2
		06.03.	70,8	72,9	75,3		12,7	121,6	97,3	68,5
C/N-Verhältnis		29.11.	9,5	11,6	13,7		10,2	12,0	10,4	2,0
		06.03.	12,5	12,7	16,9		12,4	11,0	11,2	2,3

PH - Phacelia, GR - Grünroggen, SH - Sandhafer, IK - Inkarnatklee, PK - Perserklee, WR - Winterrüben, ÖR - Ölrettich, GD - Grenzdifferenz $\alpha = 0,05$, Tukey-Test, n.n. - nicht normalverteilt, n.s. - nicht signifikant, Fehlstellen in der Tabelle sind durch niedrige und damit nicht schneidbare Bestandeshöhen zu erklären.

Um die potentielle Stickstoffnachlieferung aus den Zwischenfrüchten für die Folgekultur abschätzen zu können, wurde das C/N-Verhältnis auf dem Standort Wiesengut getrennt nach Blatt und Stängel analysiert. Während in der Blattmasse, in der im Mittel vor Winter etwas mehr als die Hälfte des Stickstoff gespeichert wurde, das C/N-Verhältnis bei ca. zehn lag, wurden in den Stängeln nach Winter Werte bis über 30 erreicht. Mit Ausnahme der Winterrüben wurde das C/N-Verhältnis besonders im Stängel über Winter weiter. Diese Entwicklung war auch in etwas geringerem Umfang auf dem Standort Niederkrüchten am gesamten Spross festzustellen. Diese Ergebnisse unterstützen die Beobachtungen der Praxis, wonach die Sprossreste der meisten untersuchten (v.a. abfrierenden) Zwischenfrüchte nur einen vglw. geringen Beitrag zur Stickstoffnachlieferung im zeitigen Frühjahr für die Nachfrucht leisten können, bzw. im Extremfall sogar Stickstoff immobilisieren.

Fazit & Ausblick

Die eigenen Versuche bestätigen, dass alle getesteten nichtlegumen Zwischenfrüchte hohe Mengen Stickstoff vor Winter aufnehmen und damit vor der Verlagerung mit dem Sickerwasser bewahren können. Hohe Stickstoffverluste aus der Sprossmasse über Winter v.a. bei abfrierenden Zwischenfrüchten und weite CN-Verhältnisse in den Sprossresten deuten auf ein relativ geringes Stickstoffnachlieferungspotential für die Folgefrüchte hin.

Um die Verluste differenzierter betrachten zu können, erfolgt derzeit für die flüssige Phase eine Auswertung angelehnt an die Methode von Schliephake (2003), welche erweitert um die Methode nach Badawi et al. (2011) eine Berechnung der gasförmigen Verluste ermöglicht. Um die Stickstoffnachlieferung nicht nur potentiell abzuschätzen, werden aktuelle auf zwei Standorten die Nachfrüchte beprobt. Die zukünftigen Untersuchungen werden zusätzlich auf den Wurzelraum ausgeweitet.

Literatur

- Badawi A, Hartl W, Erhart E, Albert R, Wanek W & M Watzka (2011) Verluste der oberirdischen Biomasse von abrostenden Begrünpflanzen durch Ausgasung vor der Einarbeitung in den Boden. 14. Gumpensteiner Lysimeter-tagung 2011, 235-238
- Grüner A, Köppen D & Vágó I (2007) Lysimeterversuch zum Nitrataustrag mit dem Sickerwasser in unterschiedlichen Bodennutzungssystemen, Pflanzenbauwissenschaften, 11 (1), 12-19.
- Kolbe H, Schließer I & M Schuster (2007) Einfluss verschiedener Zwischenfrüchte als Vorfrüchte für die Ertrags- und Qualitätsleistung von Mais und Kartoffeln, Zwischenfrüchte im Ökolandbau, Schriftenreihe des LfULG, Heft 27/2010.
- Schliephake W (2003) Verminderung von Nährstoffverlusten durch effiziente Nährstoffverwertung bei differenzierter Bewirtschaftung“, Schriftenreihe der sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Heft 9.
- Thorup-Kristensen K (1994) The effect of nitrogen catch crop species on the nitrogen nutrition of succeeding crops, Fertilizer Research, 37(3), 227–234.