

Stickstoffmanagement im ökologischen Landbau unter besonderer Berücksichtigung des Einsatzes von Zwischenfrüchten

H. J. Reents¹ und K. Möller²

Abstract: *The problems of nitrate mobilisation in spring and nitrate leaching in autumn in organic farming are discussed in relation to the natural nitrogen dynamics in soils. Results of different field trials have shown a high potential of nitrate leaching after harvesting peas or potatoes. Generally organic farmers prefer Brassicaceae as a catch crop but their transformation in soil is very slow. In comparison leguminous catch crops have a better nitrogen supply for the subsequent crops but associated with nitrate leaching potential. Therefore a strategy is developed to manage this conflict of aims – pollution control and stimulation of N-mobilisation - taking into consideration soil type and subsequent crop.*

Einleitung und Problemstellung

Die natürliche Stickstoffdynamik im Boden im Jahreslauf ist gekennzeichnet durch zwei deutlich wahrnehmbare Phasen der Stickstoffmobilisierung (Abb.1 Verlauf des Nitratgehaltes im Boden und der Verlauf der N-Aufnahme als Parameter vgl. SCHELLER 1993). Diese Phasen werden natürlicherweise durch Temperatur und Bodenfeuchte induziert und in der Regel durch Bodenbearbeitung verstärkt. Während der im Frühjahr mineralisierte Stickstoff vornehmlich der Ernährung der Kulturpflanzen dient, geht die Mineralisation während des Spätsommers und des Herbstes oftmals mit einer erhöhten Gefahr von emissionsbedingten Verlusten einher.

¹ Koordinator für ökologischen Landbau, Wissenschaftszentrum TUM-Weihenstephan, 85350 Freising, reents@weihenstephan.de

² LS für Phytopathologie TUM, jetzt Professur für Organischen Landbau, JLU Gießen, 35394 Gießen

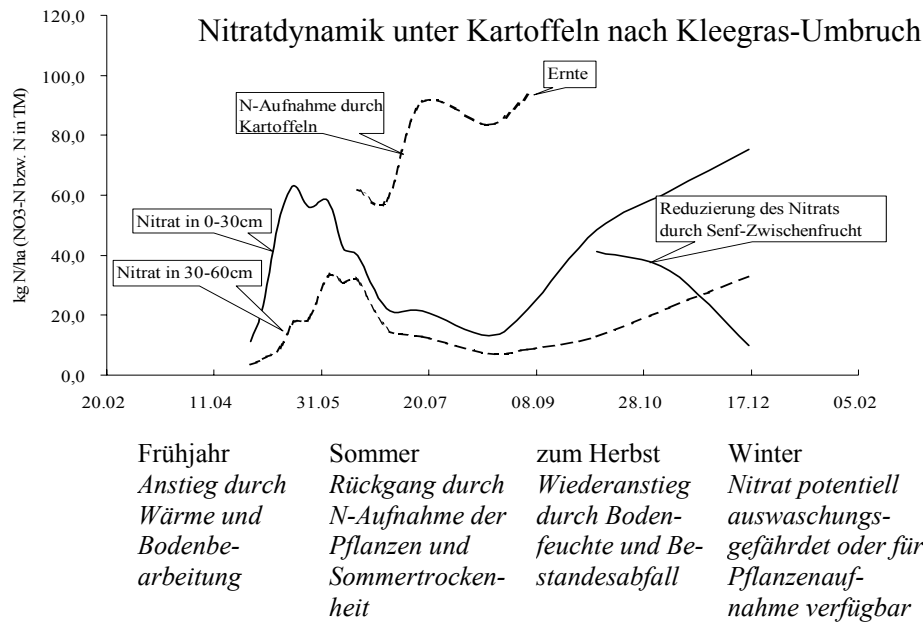


Abb. 1: Nitratdynamik im Boden und N-Aufnahme am Beispiel von Kartoffeln nach Klee-gras-Umbruch

Besonders stark ausgeprägt ist der Anstieg der Nitrat-Gehalte nicht nur nach dem Anbau von Futterleguminosen, sondern auch nach Körnerleguminosen und Kartoffeln (HAAS et al. 2000, REENTS et al. 1997, 2000). Das Wintergetreide als Folgefrucht ist bei normalem Saattermin aufgrund der geringen Herbstentwicklung nicht in der Lage, diesen Stickstoff vollständig aufzunehmen, so dass Verluste entstehen können.

In der derzeitigen Praxis des ökologischen Landbaus werden häufig nicht-Leguminosen (z.B. Senf, Ölerrettich) als Zwischenfrucht nach Körnerleguminosen bevorzugt, da sie die genannten Anforderungen der N-Aufnahme im Herbst zunächst am besten erfüllen, während nach der Kartoffelernte keine speziellen Maßnahmen durchgeführt werden. Aufgrund des weiten C/N-Verhältnisses oder auch wachstumshemmender Stoffe ist die N-Mobilisierung im folgenden Frühjahr verringert und es kommt zu Ertragseinbußen bei der Folgefrucht. Leguminosen-Zwischenfrüchte fördern das Wachstum der Folgefrucht, können aber gleichzeitig das Emissionspotenzial erhöhen besonders nach Herbstumbruch.

Zielsetzung des ökologischen Landbaus muss es sein, die Dynamik der Bodenprozesse mit dem Pflanzenwachstum in Einklang zu bringen.

Ergebnisse und Diskussion

Aus dem Spannungsfeld von Produktivität auf der einen und Umweltschutz auf der anderen Seite sind die Kriterien für angepasste und verbesserte Zwischenfruchtstrategien zu formulieren (Tab. 2). Eine entsprechende Abstimmung sollte zu einer Produktivitätsverbesserung führen bei gleichzeitiger Minimierung negativer Umwelteffekte wie Nitrat auswaschung oder Stickoxidemissionen. Für die Steuerung der Stickstoffdynamik im Boden im Jahreslauf sind folgende Ziele zu erreichen:

- N-Verfügbarkeit im Frühjahr erhöhen
- Nitrat im Herbst organisch fixieren

Am Beispiel des Fruchtfolge-Abschnittes „Erbsen – Zwischenfrucht – Nachfrucht“ lassen sich die Kriterien für die Entscheidungsfindung aufzeigen (Tab.2). Aufgrund der N-reichen Ernte- und Wurzelrückstände steigt der Nitratgehalt im Boden nach der Ernte und Bodenbearbeitung deutlich an.

In der Entscheidungshierarchie an erster Stelle steht die Frage, mit welcher Sicherheit Nitrat konserviert werden muss, z.B. in einem Grundwasserschutzgebiet. Dem steht gewissermaßen als konkurrierendes Ziel die Verbesserung des Vorfruchtwertes gegenüber. Auf der zweiten Entscheidungsebene ist die Feldkapazität (FK) des Standortes von erheblicher Bedeutung, d.h. geringe FK verlangt umfassendere N-Konservierung und spätere Mobilisierung als hohe FK. Auf der dritten Ebene sind die Nachfrucht und ihre Bedürfnisse zu berücksichtigen.

Die höchste Sicherheit in der Nitrataufnahme gewährleisten Brassicaceen und z.T. auch Roggen (s. Tab.1). Bei niedriger Feldkapazität (FK) kann eine Verfahrens-Kombination aus überwinternden Arten (Raps oder Winterrüben, vgl. MAIDL et al. 1994 und KÖNIG 1996) und nachfolgender Sommerung als das risikoärmste Verfahren angesprochen werden. Auf Standorten mit hoher FK ist dagegen sogar ein Wintergetreide als Folgekultur möglich. Eine zusätzliche Düngung der Nachfrucht wird dabei in der Regel notwendig sein. Bei voraussichtlich guter Herbstentwicklung können Leguminosen in einer Mischung mit Brassicaceen ebenfalls Grundwasserschutz gewährleisten, insbesondere in Kombination mit einer nachfolgenden Sommerung. Deren Wachstum und N-Versorgung wird durch dies Verfahren deutlich verbessert.

Steht die Förderung des Vorfruchtwertes der Erbsen als Zielsetzung im Vordergrund, müssen auf jeden Fall Leguminosen als Zwischenfrucht angebaut werden. Auf Standorten mit niedriger FK sollten sie mit Brassicaceen oder Gramineen kombiniert werden und als Hauptfrucht sollte eine Sommerung folgen. Winterharte Leguminosen wie Winterwicken sind auch als Reinbestände möglich. Bei hoher FK sind Reinbestände von Leguminosen als Zwischenfrüchte möglich; auch bei nachfolgendem Wintergetreide, das deutlich hinsichtlich Ertrag und Qualität von dieser Strategie profitiert.

Tab. 1: Nitratgehalte im Boden (kg Nitrat-N/ha in 0-90cm) nach Erbsenanbau und unterschiedlichen Zwischenfrüchten bei Umbruch im Oktober (Viehhausen, Boden uL) bzw. im Frühjahr (Scheyern, Boden sL-lS)

	Standort Viehhausen									Standort Scheyern					
	1997/98			1998/99			1999/2000			1996/97		1997/98		1998/99	
	Okt	Dez	Apr	Okt	Dez	Apr	Okt	Dez		Dez	Apr	Dez	Apr	Dez	Apr
Ölrettich	2,5	64,4	72,3	20,4	37,4	39,7	10,0	41,7		7,3	38,9	19,2	93,5	23,2	49,8
ÖIR geerntet				25,5	39,3	36,8	12,6	38,3							
Erbsen	14,8	98,1	129,3				27,8	66,0		24,9	71,7	38,8	126,6	31,2	55,7
Erbs+ÖIR.	2,8	69,1	81,3				12,5	38,4		11,5	60,2	18,6	107,9	21,4	46
Perserklee ¹	16,4	100,7	116,9							26,7	73,8	35,5	124,1	30,9	73,2
PerKI+ÖIR.	3,7	68,2	69,5												
SoWicken	16,1	139,8	142,7	70,1	76,8	47,0	30,1	85,4							
SoWick+ÖIR	3,8	118,9	83,4	31,3	71,6	45,7	14,6	61,1							
SoWick geernt.				60,4	49,3	32,0	24,0	51,5							
WiWicken										18,6	106,3	45,5	157,8	22,8	58,3
WiWick+Rog												35,2	181,9	28,6	56,6
WiRoggen												16,6	115,3		
ohne Einsaat				93,7	53,1	43,1	21,5	51,4						26,1	54,7

¹ am Standort Scheyern im letzten Jahr Sommerwicken

Literatur:

- HAAS, G. UND U. KÖPKE (2000): Underseeds in potatoes to minimize environmental burdens. – Proc. 13th IFOAM Sci. Conference, S. 391.
- KAINZ, M., G. GERL UND K. AUERSWALD (1997): Verminderung der Boden- und Gewässerbelastung im Kartoffelbau des ökologischen Landbaus. – Mitt. Deut. Bodenkdl. Ges., 85II, 1307-1310.
- KÖNIG, U.J. (1996): Zwischenfruchtanbau von Leguminosen. – Schriftenr. Bd. 6. Darmstadt: Inst. f. bio.-dyn. Forschung.
- MAIDL, F.X. UND M. AIGNER (1994): Stickstoffaufnahme verschiedener Zwischenfruchtarten. – Schule und Beratung, H 11/94, S. IV-4 – IV-8.
- REENTS, H. J., K. MÖLLER UND F.X. MAIDL (1997): Nutzung des Bodennitrats durch differenzierte Anbaustrategien von Getreide als Nachfrucht von Kartoffeln. – In: Köpke u. Eisele (Hrsg): Beitr. 4. Wiss. Tagung zum Ökol. Landbau, Berlin: Verl. Köster, S.129-135.
- REENTS, H.J. UND K. MÖLLER (2000): Effect of different green manure catch crops grown after peas on nitrate dynamicx in soils and on yield and quality of subsequent potatoes and wheat. – Proc. 13th IFOAM Conf. S. 73-76.
- SHELLER, E. (1993): Die Stickstoffversorgung der Pflanzen aus dem Stickstoff-Stoffwechsel des Bodens. – Weikersheim: Margraf.

Tab. 2: Beispiel für Entscheidungsstruktur „Stickstoff-Management mit Zwischenfrüchten nach Nitrat-induzierenden Hauptfrüchten“

	Hauptfrucht, die nach der Ernte im Herbst Nitratstickstoff im Boden freisetzt					
	Frühe Ernte: z.B. Erbse			späte Ernte: z.B. Kartoffeln		
Ziele	N konservieren		Vorfrucht verbessern	N konservieren		Vorfrucht verbessern
Zwischenfrucht-anbau mit Differenzierung nach Standort	Brassicaceen (oder Gramineen) bei niedriger FK überwinternde Formen empfehlenswert	Leguminosen + Brassicaceen, bei niedriger FK guter Bestand und überwinternd	Leguminosen auf Standorten mit hoher FK überwinternd geringeres Nitratrisiko	vor der Ernte: Brassicaceen - oder Sonnenblumeneinsaat (nach HAAS et al. 2000 KAINZ et al 1997)	nach der Ernte : 1) Getreide direkt nach der Ernte 2) Senf + Sommerung	Winterwicke (+ Gramineen)
Effekt im Herbst	beste Nitrataufnahme aus dem Boden, weites C/N-Verhältnis	gute Nitrataufnahme + N ₂ -Fixierung, weites C/N-Verhältnis aber höhere N-Menge durch höheren Ges.Ertrag	N ₂ -Fixierung und etwas geringere Nitrataufnahme, enges C/N-Verhältnis	Nitrataufnahme durch Pflanzen vor der Ernte, Pflanzenmasse mit weitem C/N-Verhältnis reduziert Nitratbildung	1) Nitrat wird noch im Herbst aufgenommen, reduziert weitere Umsetzung im Boden 2) noch gute Nitrataufnahme bei Saat Mitte Sep.	N ₂ -Fixierung und Nitrataufnahme
Konsequenzen für die Hauptfrucht in Abhängigkeit vom Standort	langsamer N-Umsatz ▪ auf allen Böden Anbau von Winterungen oder Sommerungen möglich ▪ bei niedriger FK Anbau von Sommerungen empfehlenswert Zusatzdüngung in der Regel notwendig	schnellerer und höherer N-Umsatz ▪ bei höherer FK Anbau von Winterungen möglich, ▪ bei niedriger FK sollte eine Sommerung folgen	schnellster und höchster N-Umsatz ▪ Winterung nur auf Böden mit ausreichender FK ▪ an sonstigen Standorten sind Sommerungen vorzuziehen	langsamer N-Umsatz ▪ auf allen Böden Anbau einer Winterung ▪ Sommerung nur bei zusätzlicher Maßnahme nach der Ernte Zusatzdüngung empfehlenswert	1) bevorzugt auf Böden mit höherer FK 2) alle Böden, besonders mit niedriger FK Nachdüngung im Frühjahr sinnvoll	besonders interessant für späte Sommerungen angepasste Bodenbearbeitung gegen Wiederaustrieb von Winterwicke

Bibliographische Angaben zu diesem Dokument:

(Preprint) Reents, Hans-Jürgen und Möller, Kurt (2001): Stickstoffmanagement im ökologischen Anbau unter besonderer Berücksichtigung des Einsatzes von Zwischenfrüchten. Beitrag präsentiert bei der Konferenz: 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Technische Universität München Freising-Weihenstephan, 6. bis 8. März 2001; veröffentlicht in: Reents, Hans-Jürgen, (Hrsg.) Beiträge zur 6. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau; Von Leit-Bildern zu Leit-Linien, Seite(n) 179-192. Verlag Dr. Köster, Berlin.

Das Dokument ist in der Datenbank „Organic Eprints“ archiviert und kann im Internet unter <http://orgprints.org/00001984/> abgerufen werden.