

Vegetabile Düngemittel: I. N-Umsatz im Boden bei Inkubationsexperimenten und in Feldversuchen

Plant derived organic fertilisers:

I. Soil N turnover in lab-incubation and field experiments

T. Müller¹, P. von Fragstein und Niemsdorff²

Key words: plant derived organic fertilisers, nitrogen, turnover, mineralisation, soil temperature

Schlüsselwörter: vegetabile Düngemittel, Stickstoff, Umsatz, Mineralisation, Bodentemperatur

Abstract:

Incubation and field experiments were carried out with a range of plant derived fertilisers. It could be shown that plant derived fertilisers, especially legume seed meals, have the potential to substitute common fast mineralising fertilisers such as horn meal.

Einleitung und Zielsetzung:

Traditionell wurden im ökologischen Gemüseanbau leicht umsetzbare organische Abfälle tierischer Herkunft wie Horn- und Blutmehl als Dünger eingesetzt. Als Folge des BSE-Skandals und bereits voraus gegangener Kritik an dieser Praxis wurden Düngemittel tierischer Herkunft mit Ausnahme von Hornprodukten aus den Richtlinien der Anbauverbände für Ökologischen Landbau gestrichen. Eine Strategie zum Ausgleich der dadurch entstandenen Nährstoffengpässe ist der Einsatz leicht umsetzbarer organischer Düngemittel pflanzlicher Herkunft (vegetabile Düngemittel). In Frage kommen hier neben verschiedenen bereits kommerziell angebotenen Düngemitteln (z.B. Rizinusschrot oder Phytoperls) vor allem Leguminosenkörnerschrote, die von den Anwendern selbst oder in Zusammenarbeit mit anderen Landwirten produziert werden können.

Dem Projekt lag folgende Hypothese zu Grunde: „Leguminosenkörnerschrote und andere vegetabile Düngemittel mit hohem Stickstoffgehalt (niedrigen C/N-Verhältnissen) werden, auch unter den Bedingungen des kühlen Frühjahrs, im Boden ausreichend schnell umgesetzt. Sie sind daher geeignet, einen wesentlichen Beitrag zur Stickstoff-Versorgung von Gemüsekulturen im ökologischen Landbau über das Jahr hinweg zu leisten.“

Methoden:

Die verwendeten Düngemittel sind in Tab. 1 charakterisiert. Rizinusschrot wurde als bereits gebräuchlicher vegetabiler Referenzdünger untersucht. Hornmehl diente als Referenzdünger tierischer Herkunft. Die Inkubations- und Feldversuche waren wie folgt aufgebaut:

Inkubationsversuche: Ah einer Parabraunerde, Ut3, pH 7,3, 1,2 % C, C/N 9; Düngung entsprechend 200 kg N_t ha⁻¹ 5 cm⁻¹ = 267 mg N_t kg⁻¹ Boden; Inkubation bei 5°C bzw. 15°C für 64 Tage bei 50 % WHK_{max}. mit vier Parallelen (Blockanlage)

Feldversuche: Kolluvisol, Ut3, pH 7,2, 1,4 % C, C/N 9,3; Kulturen: Brache, Radieschen, Weißkohl; Versuchsdauer: Ende März bis Mitte Juni 2003; Düngung ent-

¹ Inst. für Pflanzenernährung, Universität Hohenheim, Fruwirthstraße 20, D-70599 Stuttgart, e-mail: tmuller@wiz.uni-kassel.de, Fax: +49 (0)711 4593295

² Fachgebiet Ökologischer Land- und Pflanzenbau, Universität Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, D-37213 Witzenhausen, e-mail: pvf@wiz.uni-kassel.de, Fax: +49 (0)5542 981568

sprechend 0/80/140 kg N_t ha⁻¹ (Brache und Radieschen) bzw. 0/120/240 kg N_t ha⁻¹ (Kohl) mit Rizinusschrot oder Körnerschrot der Gelben Lupine; Blockanlage mit vier Parallelen (Radieschen, Brache) bzw. Lateinisches Quadrat mit fünf Parallelen (Kohl).

Die gemessenen Variablen waren u.a. mikrobielle Biomasse N (N_{mic}, CFE-Methode), K₂SO₄-extrahierbarer N (TON_{ext}) und mineralischer N (N_{min}). In den Feldversuchen wurden die Bodendaten in 0-15 cm Tiefe erhoben. In den Feldversuchen wurden ferner die N-Erträge (N_t) von Knolle und Blatt bzw. Kopf ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion:

Bei 15°C war die Mineralisation von Dünger-N in der Hornmehl-Variante am höchsten, gefolgt von Rizinusschrot (Abb. 1: N_{min}). Bei 5°C war jedoch die Mineralisation von Dünger-N in den Varianten mit Hornmehl und Körnerschrot der Gelben Lupine nahezu gleich, wieder gefolgt von Rizinusschrot. Im Unterschied zu den anderen Düngemitteln zeigte die Netto-N-Mineralisation in den Varianten mit Leguminosenkörnerschroten zumindest vorübergehend keine oder sogar eine negative Abhängigkeit von der Temperatur (Abb. 1: vgl. N_{min} bei 5 und 15°C). Offensichtlich wirken bei niedrigen Temperaturen andere Faktoren als das C:N-Verhältnis steuernd auf den N-Umsatz der Düngemittel. In Frage kommen hier die Gehalte an schwer abbaubaren Strukturkomponenten und die zeitliche Entkopplung des Umsatzes niedermolekularer N-Verbindungen vom Umsatz höhermolekularer C-reicher Stoffgruppen bei niedrigen Temperaturen (MAGID et al., 2001, 2004). Nach dem Rückgang von N_{mic} (Abb. 1, insbesondere bei 5 °C) waren mikrobielle Residualprodukte vermutlich eine Senke für den Dünger-N. Leguminosenkörnerschrote konnten in den Inkubationsexperimenten einen bedeutenden N-Primingeffekt auslösen (Abb. 1: Summe aus N_{min}, N_{mic} und TON_{ext} bei 5°C im Vergleich zu den eingesetzten 267 mg N_t kg⁻¹ Boden).

Tab. 1: Charakterisierung der untersuchten Düngemittel

Dünger	Abk.	Inkubations- & Feldversuche			van-Soest-Analyse (separate Charge)		
		C _t	N _t	C _t /N _t	NDF-ADF „Hemizellulose“ ¹	ADF-ADL „Zellulose“ ¹	ADL 'Lignin' ¹
		[%]	[%]		[%]	[%]	[%]
Ackerbohne ² (<i>Vicia faba</i> L.)	AB	43,0 & 43,8	4,5 & 4,6	9,7 & 9,6	18,2	11,3	1,7
Weißer Lupine ² (<i>Lupinus alba</i> L.)	LW	45,1	5,1	8,9	7,4	21,0	2,0
Gelber Lupine ² (<i>Lupinus luteus</i> L.)	LG	44,7 & 45,3	6,6 & 6,6	6,8 & 6,9	3,9	16,2	1,6
Phytoperls®	PP	41,3	8,0	5,2	20,7	1,2	31,1
Rizinusschrot (<i>Rizinus communis</i> L.)	RS	48,2	5,7	8,5	9,7	9,1	31,3
Hornmehl	HM	49,7	15,3	3,3	11,0	2,2	37,5

NDF = neutral detergent fibre, ADF = acid detergent fibre, ADL = acid detergent lignin

¹Charakterisierung der Pflanzenmaterialien, ²Körnerschrot

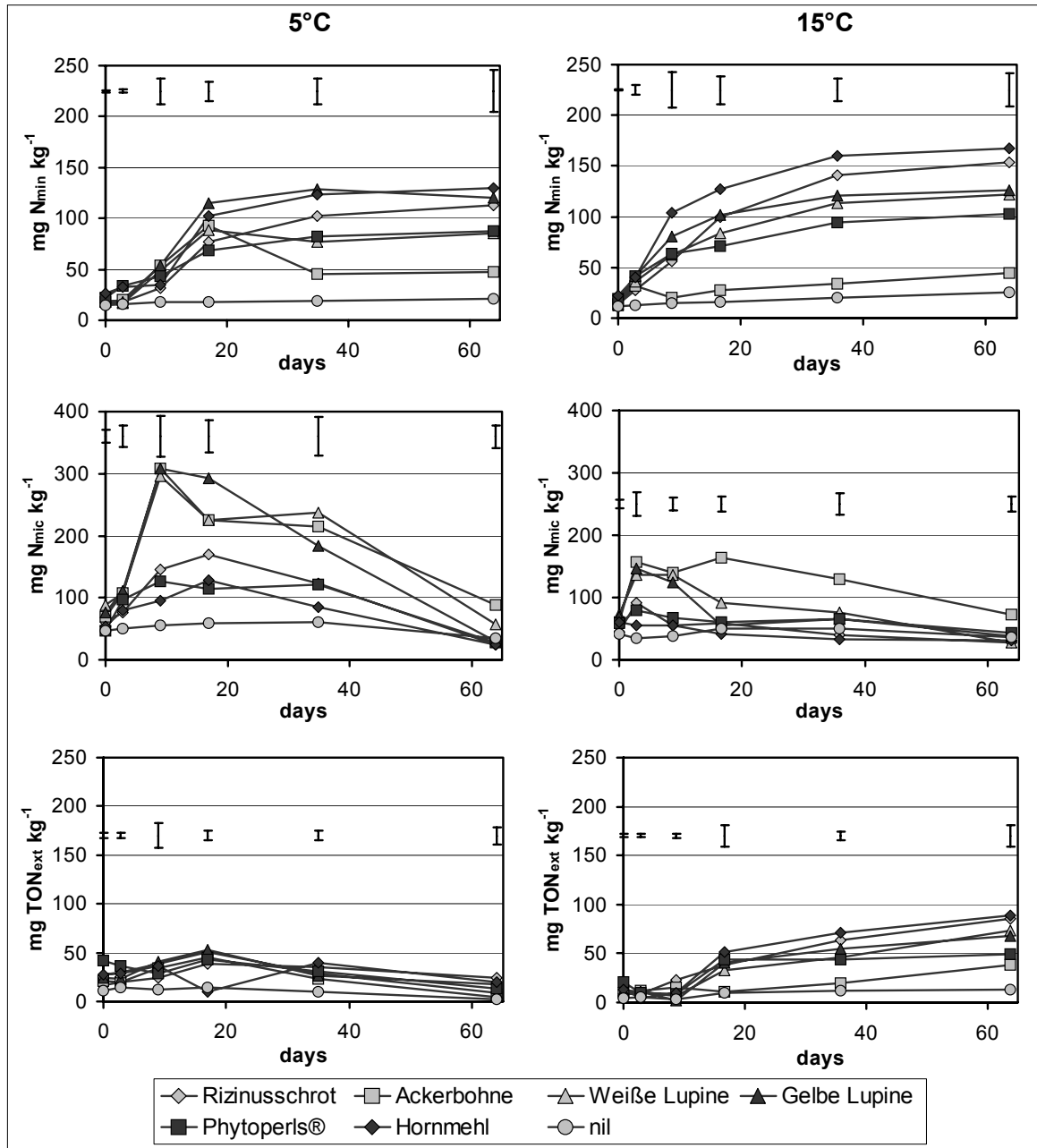


Abb. 1: N_{min} , N_{mic} und TON_{ext} während 64-tägiger Inkubation bei 5 und 15°C.

Unter den kühlen Frühjahrsbedingungen des Feldversuchs wurde das Lupinenkörnerschrot sogar etwas schneller umgesetzt als das Rizinusschrot. Innerhalb der Vegetationsperiode der Gemüsekulturen wurde der mit beiden Düngern zugeführte N praktisch vollständig mikrobiell umgesetzt (Tab. 2: Rechte Spalte am Versuchsende in der Brache). Zwischen den beiden Düngemitteln gab es kaum Unterschiede bei der N-Aufnahme durch die beiden Gemüsekulturen (Tab. 2: Pflanzen-N am Versuchsende). Auch in den Feldversuchen gab es Indizien für einen Rhizosphären-Primingeffekt (Tab. 2: Werte > 100 %) und ferner für die direkte Aufnahme von organischem N durch die Pflanzenwurzeln. Erhebliche Mengen an Dünger N bleiben nach der Ernte in mineralischer oder in leicht mineralisierbarer organischer Form (Wurzelmasse, Rhizodeposition) auf dem Acker zurück (Tab. 2: vgl. Radieschen und Kohl mit Brache in letzter Spalte).

Tab. 2: Mineralischer N (N_{\min}), mikrobieller N (N_{mic}), K_2SO_4 -extrahierbarer N (TON_{ext}) und oberirdischer Pflanzen-N (N_{Pflanzen}) sowie die Summen daraus während des Feldversuchs.

	$N_{\min}+N_{\text{mic}}+TON_{\text{ext}}$		N_{Pflanzen}	$N_{\min}+N_{\text{mic}}+TON_{\text{ext}}+N_{\text{Pflanzen}}$
	[% Dünger-N]		[% Dünger-N]	[% Dünger-N]
	Maximum	Versuchsende	Versuchsende	Versuchsende
Brache				
Rizinusschrot 80 kg N/ha	105	105	0	105
140 kg N/ha	87	87	0	87
Gelbe Lupine 80 kg N/ha	125	125	0	125
140 kg N/ha	127	116	0	116
Radieschen				
Rizinusschrot 80 kg N/ha	88	24	31	54
140 kg N/ha	70	55	26	81
Gelbe Lupine 80 kg N/ha	80	37	33	70
140 kg N/ha	127	51	24	75
Kohl				
Rizinusschrot 120 kg N/ha	62	25	43	67
240 kg N/ha	66	11	41	52
Gelbe Lupine 120 kg N/ha	65	20	51	71
240 kg N/ha	87	20	43	63

Schlussfolgerungen:

Leguminosenkörnerschrote (v.a. Gelbe Lupine), welche von Landwirten selbst produziert werden könnten, kommen als potentielle Substitute für Rizinusschrot und Hornmehl im ökologischen Gemüseanbau in Betracht. Dies gilt in gemäßigten Breiten insbesondere für das zeitige Frühjahr mit seinen noch sehr niedrigen Temperaturen. Nach der Ernte auf dem Acker verbleibender Dünger-N sollte unmittelbar durch eine Zweitkultur oder Zwischenfrucht genutzt werden. Anderenfalls besteht Auswaschungsgefahr, was ökologisch und ökonomisch bedenklich ist.

Literatur:

Magid J, Henriksen O, Thorup-Kristensen K, Mueller T (2001) Disproportionately high N-mineralisation rates from green manure at low temperatures – implications for modelling and management in cool temperate agro-ecosystems. *Plant and Soil* 228:73-82.

Magid J, Luxhøj J, Lyshede O (2004) Decomposition of plant residues at low temperatures separate turnover of nitrogen and energy rich tissue components in time. *Plant and Soil* 258, 351-365.

Danksagung:

Die Arbeit wurde mit Forschungsmitteln des BMVELs im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau gefördert. Wir danken Dorothea Driehaus, Gabi Dormann, Eberhard Kölsch, Anke Mindermann und allen studentischen Hilfskräften für ihre engagierte Mitarbeit.