

## Entwicklung eines Prognosemodells für den N-Düngebedarf im ökologischen Gemüsebau

Sradnick A<sup>1</sup>, Feller C<sup>1</sup> & Fink M<sup>1</sup>

Keywords: fertilizer requirement, horticulture, nitrogen.

### Abstract

Several field grown vegetables are known to have a short vegetation period coupled with a high nitrogen demand. The proposed amendment of the German fertilization ordinance provides several changes. Thus in future organic vegetable farmers have to adapt their fertilization to reduce nitrogen surplus but still produce vegetables with good quality. The aim of our work was to predict the nitrogen supply in organic vegetable production with a simple model. This should allow organic farmers to reduce the nitrogen surplus and facilitate them to meet the regulation of the new fertilization ordinance. Therefore the parameters to predict the maximal nitrogen supply in organic fertilizers and their mineralization constants were estimated by single kinetic functions. We now have the possibility to predict the nitrogen mineralization or immobilization dependent on fertilizer quality. Finally, the calculated parameters are implemented in the N-Expert software and give organic vegetable farmers the possibility to predict the nitrogen demand in their production systems.

### Einleitung und Zielsetzung

Um die Vorgaben der EG-Nitratrichtlinie einzuhalten, aber auch Lösungen zu erarbeiten, die der gemüsebaulichen Praxis gerecht werden, werden weitreichende Veränderungen in der novellierten Düngeverordnung, Düngegesetz und Düngemittelverordnung erwartet. Vor allem der Einsatz von Wirtschafts- und Handelsdüngern (hauptsächlich Komposte, Gülle und Gärreste) wird zukünftig noch stärker limitiert sein. Kulturen im Gemüsebau sind gekennzeichnet durch eine teilweise kurze Vegetationsdauer, verbunden mit einem hohen Stickstoffbedarf. Das Gewährleisten des so entstehenden kurzfristig hohen Bedarfs an pflanzenverfügbarem Stickstoff stellt vor allem den ökologischen Gemüsebau vor Herausforderungen. Dies liegt hauptsächlich an schwer vorherzusagenden Stickstofffreisetzungsverläufen der eingesetzten organischen Düngemittel. Um weiterhin Produkte mit guter Qualität zu erzeugen, müssen viele gartenbauliche Betriebe den Einsatz von organischen Düngemitteln und auch die Planung der Fruchtfolge optimieren. Laut einer Meta-Studie sind zwar die Stickstoffemissionen im ökologischen Anbau je Flächeneinheit geringer als im konventionellen Anbau (Tuomisto et al. 2012), die Studie zeigt jedoch auch, dass pro vermarktetem Produkt dies, aufgrund von geringeren Erträgen und der Notwendigkeit guter Bodenfruchtbarkeit, nicht immer zutrifft (Tuomisto et al. 2012). Ziel dieser Arbeit war es die Stickstofffreisetzung organischer Dünger und von Ernterückständen im ökologischen Gemüsebau mit einem einfachen Modell vorherzusagen und so die Stickstoffbedarfsplanung im ökologischen Gemüsebau zu verbessern. Somit soll es den ökologisch wirtschaftenden Gemüsebaubetrieben

<sup>1</sup> Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V., Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979, Großbeeren, Deutschland., [sradnick@igzev.de](mailto:sradnick@igzev.de)

einzuhalten und Stickstoffemissionen oder Ertragsverluste zu vermeiden. Die Modellparameter und Kalkulationsansätze werden in das vom Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau entwickelte Computerprogramm (N-Expert) zur Bestimmung des Düngungsbedarfs von Gemüsekulturen einfließen.

### Methoden

In einer Literaturrecherche zu Publikationen, welche die Stickstofffreisetzung aus organischen Düngemitteln untersuchen, wurden aus über 100 Artikeln Stickstofffreisetzungsvläufe erfasst. Die Digitalisierung dargestellter Verläufe erfolgte mittels des R Softwarepaketes „pixmap“. Die Datenbank zur Beschreibung von Stickstoffmineralisationsverläufen aus organischen Düngemitteln umfasste für die Auswertung mehr als 1200 Datensätze. Nach der Einteilung der organischen Düngemittel in Kategorien wurde der Verlauf der Stickstofffreisetzung betrachtet. Der mineralische Stickstoff in den Düngemitteln ( $\text{NH}_4\text{-N}$  und  $\text{NO}_3\text{-N}$ ) wurde nicht explizit untersucht, da von der gleichen Stickstoffaufnahme wie für den mineralischen Stickstoff aus synthetischen Düngemitteln auszugehen ist. Mittels einer kinetischen Gleichung erster Ordnung:  $y(t) = N_{\text{max}} \cdot (1 - \exp(-k \cdot w(T) \cdot t))$  wurde die Stickstofffreisetzung ( $y(t)$ ) für den gesamten Datensatz im Jahr der Anwendung dargestellt, wobei  $N_{\text{max}}$  den Gehalt an mineralisierbaren organisch gebundenen Stickstoff (als Anteil gesamt Düngemittel  $N_{\text{org}}$   $\text{kg kg}^{-1}$ ) darstellt. Daneben gibt die Mineralisationsratenkonstante ( $k$ ) in Abhängigkeit von der Zeit ( $t$ ) nach Düngemittelapplikation die Geschwindigkeit der Freisetzung wider. Der Einfluss der Bodentemperatur ( $w(T)$ ) wurde durch eine typische Anpassungsfunktion berücksichtigt. Für die Bestimmung der maximalen Stickstofffreisetzung ( $N_{\text{max}}$ ) aus organisch gebundenem Stickstoff im Jahr der Anwendung wurden die organischen Düngemittel in insgesamt 52 Düngemittelkategorien (Komposte, Mist, Handelsdünger,...) eingeteilt. Die Parameter für die Kategorie: „pflanzliche Reststoffe“ fließt in die Vorhersage der Düngewirkung von Ernterückständen und Zwischenfrüchten in N-Expert ein.

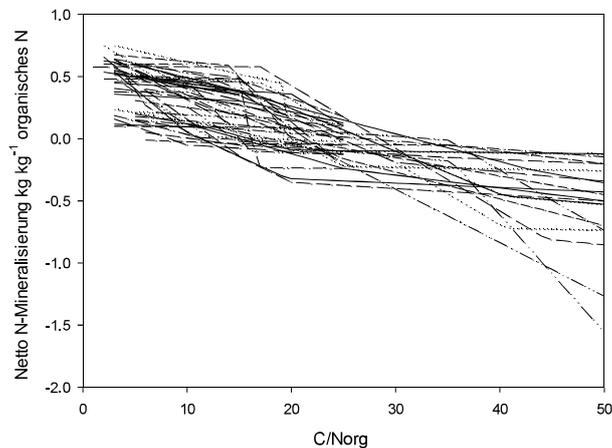


Abbildung 1. Beziehung zwischen Anteil an mineralisierbaren Stickstoff im Jahr der Anwendung ( $N_{\text{max}}$ ) und  $C/N_{\text{org}}$  Verhältnis der Düngemittelkategorien

## Ergebnisse und Diskussion

Die Abhängigkeit der Freisetzung von pflanzenverfügbarem Stickstoff konnte durch eine schrittweise lineare Regression für 52 Düngemittelkategorien widergespiegelt werden. Abbildung 1 zeigt die maximale Stickstofffreisetzung im Jahr der Anwendung in Abhängigkeit vom  $C/N_{org}$  Verhältnis. Wie zu erwarten nimmt der Anteil von pflanzenverfügbarem Stickstoff mit steigendem  $C/N_{org}$ -Verhältnis ab. Ähnliche Zusammenhänge wurden bereits für einzelne organische Düngemittel dargestellt (Jensen et al. 2005; Laber 2002; Webb et al. 2013), jedoch unterscheidet sich unser Modell durch die alleinige Berücksichtigung der organisch-gebundenen Stickstofffraktion. Dies erhöhte die Vorhersagbarkeit unseres Modells (Verkleinerung des Vorhersagefehlers) und bildet die Grundlage für eine Abschätzung der Düngewirkung organischer Düngemittel für den ökologischen Gemüsebau, da die mineralische Stickstofffraktion in organischen Düngemittel ( $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $NH_4^+$ ) oft direkt pflanzenverfügbar ist und so vom typischen Verlauf der Freisetzung abgekoppelt werden kann. Der maximale Anteil an verfügbarem Stickstoff im Jahr der Anwendung ( $kg\ kg^{-1}$  organisches N) ist neben dem  $C/N_{org}$  von der Art der Herstellung (z.B. Kompostierung) über ihres Ursprungs (tierisch, oder pflanzlich) abhängig. Die Düngemenge, Bodenart und Bodentemperatur haben hier keinen signifikanten Einfluss. Dies zeigt, dass eine Einteilung der organischen Düngemittel auf Grundlage ihrer Eigenschaften für die Modellierung der Stickstofffreisetzung sinnvoll ist. Unser einfaches Modell ist so universell für viele Standorte anwendbar. Unsere Untersuchungen zeigen auch, dass die im Modell berücksichtigte Mineralisationsratenkonstante innerhalb jeder Düngemittelkategorie keine Beziehungen zur maximalen Stickstofffreisetzung,  $C/N_{org}$  oder zur Düngemenge aufweist. So kann mittels Informationen zur Düngemittelkategorie,  $C_{org}$ ,  $N_{ges}$ ,  $N_{min}$  und zu erwartenden Bodentemperaturen die Stickstofffreisetzung aus vielen organischen Düngemitteln geschätzt werden, was eine erhebliche Vereinfachung für die Praxis darstellt. Es handelt es sich bei der Arbeit um einen reinen Modellierungsansatz, der ausschließlich auf Literaturdaten beruht. Es ist deshalb nötig das entwickelte Modell mit Hilfe von Praxisbetrieben oder Feldversuchen zu validieren. Nichts desto trotz ist es durch diese Arbeit möglich die Software N-Expert im ökologischen Freilandgemüsebau für die Bestimmung der Stickstofffreisetzung aus organischen Düngemitteln zu nutzen. Das angepasste Programm wird bereits auf der Internetseite unseres Instituts kostenlos zur Verfügung gestellt.

## Literatur

- Jensen LS, Salo T, Palmason F, Breland TA, Henriksen TM, Stenberg B, Pedersen A, Lundström C & Esala M (2005) Influence of biochemical quality on C and N mineralisation from a broad variety of plant materials in soil. *Plant and Soil* 273: 307-326.
- Laber H (2002) Kalkulation der N-Düngung im ökologischen Gemüsebau. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft 7: 1-77.
- Tuomisto H, Hodge I, Riordan P & Macdonald D (2012) Does organic farming reduce environmental impacts? – A meta-analysis of European research. *Journal of environmental management* 112: 309-320.
- Webb J, Sørensen P, Velthof G, Amon B, Pinto M, Rodhe L, Salomon E, Hutchings N, Burczyk P & Reid J (2013) An Assessment of the Variation of Manure Nitrogen Efficiency throughout Europe and an Appraisal of Means to Increase Manure-N Efficiency. *Adv Agron* 119: 371-442.