

**Tagungsbeitrag zu:**

Jahrestagung der DBG, Kommission IV

**Titel der Tagung:**

„Böden - eine endliche Ressource“

**Veranstalter:**

DBG, September 2009, Bonn

**Termin und Ort:** 05. - 13.09.2009 Bonn**Berichte der DBG** (nicht begutachtete online Publikation) <http://www.dbges.de>**Schlagspezifische N - Mineralisationsberechnungen als Teilinstrument einer internetgestützten Düngeplanung zu Winterweizen in Niedersachsen***Horst Ringe<sup>1</sup>, Sabine Heumann<sup>1</sup>, Jürgen Böttcher<sup>1</sup>***Zusammenfassung und Ausblick**

Für ausgewählte Versuchsflächen und Schläge von Pilotbetrieben wurden schlagspezifische Berechnungen der N-Nettomineralisation als Bestandteil eines Online-Düngeplanungsprogramms für Winterweizen durchgeführt. Mit der berechneten N-Mineralisation sind unter Berücksichtigung der N-Aufnahme, N-Düngung und der N-Auswaschung schlagspezifische Hinweise zum Bodenvorrat an mineralischen Stickstoff im Frühjahr zur 2. N-Gabe möglich. Diese ermöglichen es dem Landwirt, Zeitpunkt und N-Menge präziser zu bestimmen und damit ökonomischer und ökologischer zu handeln. Zur 3. N-Gabe wird die N-Mineralisation insbesondere für ungepflügte Flächen überschätzt. Eine Korrektur der Gleichungen soll mit Säulenversuchen im Freiland erfolgen. Für später ist geplant, dass nach Eingabe leicht verfügbarer Stand-

ort- und Bewirtschaftungsdaten die Berechnungen vollautomatisch ablaufen und der Landwirt online Düngungshinweise erhält.

**Schlüsselworte:** Stickstoff, N-Mineralisation, N-Düngung, Gewässerschutz, Beratung

**Einleitung**

Die Landwirtschaft in Deutschland weist weiterhin hohe N-Überschüsse auf. Diese beruhen zu großen Teilen auf Problemen im Bereich der Tierhaltung und der Verwertung organischer Dünger. Es gibt jedoch auch bei der Mineraldüngung Einsparpotenzial, insbesondere dann, wenn man den Mineralstickstoffgehalt des Bodens möglichst exakt voraussagen kann.

Deshalb initiierten die Projektpartner Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Projektkoordination und Versuchsbetreuung), das Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Christian-Albrechts-Universität Kiel (Stickstoffaufnahme und Ertragsvorhersage), Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Bodenwasserhaushalt, N-Auswaschung) und das Institut für Bodenkunde der Leibniz-Universität Hannover (Stickstoffmineralisation) das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderte Verbundprojekt: „Umsetzung eines Internetdienstes zur nutzungs- und schlagspezifischen N-Düngeplanung unter Einbeziehung von Pilotbetrieben“ um Bilanzüberschüsse in der Getreideproduktion zu reduzieren. Hierzu wird für die Landwirte ein kostenloses Online-Angebot zum aktuellen Stickstoffdüngerbedarf von Winterweizen unter [www.isip.de](http://www.isip.de) entwickelt. Die Abschätzung der N-Mineralisation spielt neben anderen Faktoren bei der Vorhersage des Gehaltes an mineralischem Stickstoff im Boden und damit für die Höhe des N-Düngebedarfes eine wichtige Rolle.

<sup>1</sup> Leibniz Universität Hannover, Institut für Bodenkunde, Herrenhäuser Str. 2, 30419 Hannover, Tel.: 0511 / 762-2624  
Fax: 0511 / 762-5559  
E-Mail: [ringe@ifbk.uni-hannover.de](mailto:ringe@ifbk.uni-hannover.de)

## Mineralisationsgleichungen und –typen

Von mehreren hundert Bodenproben, die von unterschiedlichen Versuchsvarianten auf Standorten über ganz Niedersachsen verteilt stammen, wurden im Labor Langzeitinkubationen unter definierten Temperatur- und Feuchtebedingungen mit wiederholten N-Auswaschungen durchgeführt. Der Bebrütungszeitraum betrug mindestens 180 Tage. Aus den Einzelwerten für die Auswaschung wurden mit einem 2-Pool-Modell Kurvenverläufe erstellt und daraus ein langsam (Nslow) und ein schnell mineralisierbarer Pool (Nfast) abgeleitet. Später erfolgte eine Einteilung in 4 Mineralisationstypen (Schwarzerden, übrige Lößböden, Sandböden Humusstufe  $\leq$  h3, Sandböden Humusstufe  $>$  h3).

Aus Brutversuchen in denen der Wassergehalt bzw. die Temperatur variierte, konnten Temperatur- und Wassergehaltsfunktionen zur Beschreibung der N-Mineralisation abgeleitet werden.

Die im Labor ermittelten Gleichungen wurden im Freiland an Säulen überprüft, die von Ackerflächen aus unterschiedlichen niedersächsischen Landschaften entnommen und für einen Zeitraum von mehr als 200 Tagen gemeinsam im Freiland aufgestellt wurden. Die Mineralisierung in den Säulen während der Bebrütung im Freiland konnte sehr gut mit den erstellten Gleichungen nachvollzogen werden.

## Versuchsstandorte

Seit 2006 werden die Mineralisationsgleichungen auf Winterweizenflächen der Versuchsstationen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Borwede BOR, Hamerstorf HAM, Poppenburg POP, Schickelsheim/Königslutter KOE), seit 2008 auch auf Flächen von Pilotbetrieben („1“, „2“, „3“, „4“ z.B. BOR1), die in der Nähe der Versuchsstationen ansässig sind, getestet (Abb. 1).

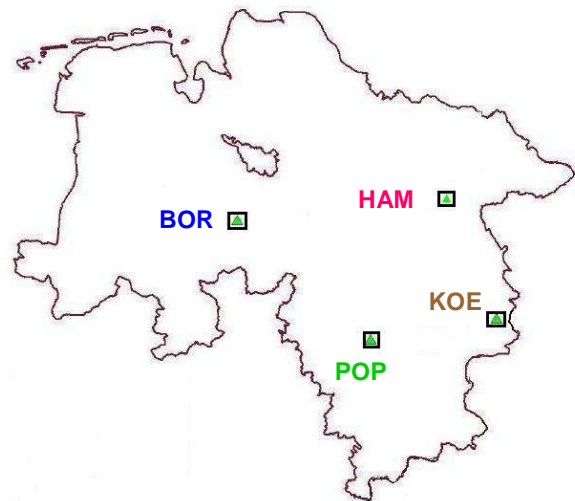


Abb. 1: Lage der Versuchsflächen

Tab. 1: Daten zu den Versuchsflächen

Name	Substrat	Körnung	Vorfrucht	Pflug
BOR	SLö	Us	WRA	ja
BOR1	Al	Su2	WW	nein
BOR 2	Al	Sl2	HA	nein
HAM	D	Su2	KA	nein
HAM1	D	Sl2	SG	ja
HAM2	D	Sl2	ZR	nein
KOE	Lö	Ut2	ZR	nein
KOE1	Lö	Ut3	WW	ja
KOE2	Lö	Ut3	ZR	nein
POP	Lö	Ut3	ZR	ja
POP1	Lö	Ut3	WW	nein
POP2	Lö	Ut3	ZR	nein
POP3	Lö	Ut3	ZR	nein
POP4	Lö	Ut3	WW	nein

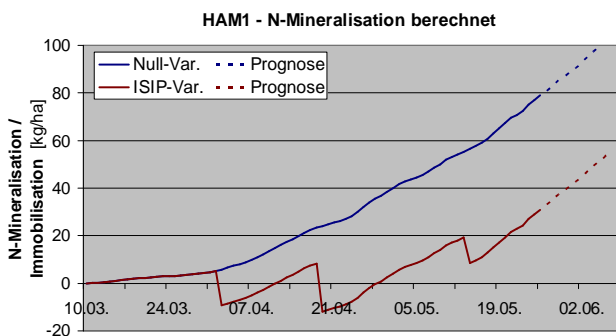
Eine kurze Charakterisierung der Versuchsflächen zeigt Tab. 1. Die Humusgehaltsstufe war auf allen Flächen h3. Die Ackerzahlen der Flächen lagen zwischen 25 und 95 Bodenpunkten.

## Ergebnisse und Diskussion

Auf den Versuchsflächen gab es jeweils eine nach den Vorstellungen der Projektbeteiligten gedüngte („ISIP“) und eine ungedüngte Variante („Null“). Für alle Varianten wurde die N-

Mineralisation berechnet einschließlich einer Prognose für die kommenden 2 Wochen, damit der Landwirt abschätzen kann, wie sich die Mineralisation entwickelt. Die Berechnungen für die Prognose basieren auf einem mittleren Wetter (Mittel der letzten 10 Jahre) mit der Niederschlagsverteilung eines ungefähr durchschnittlichen Jahres.

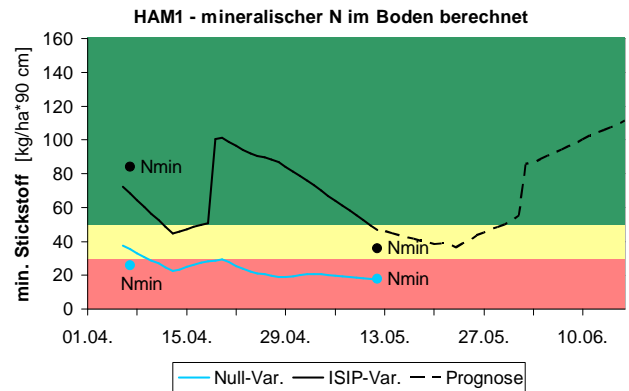
In der Nullvariante steigt die Mineralisationskurve kontinuierlich an, die ISIP-Variante zeigt einen gezackten Verlauf, da bei ihr Immobilisation als Folge mineralischer N-Düngung auftritt. In dem Modell wird angenommen, dass 30 % des N-Düngers immobilisiert wird.



**Abb. 2:** Simulierter Mineralisationsverlauf am Beispiel der Fläche HAM1

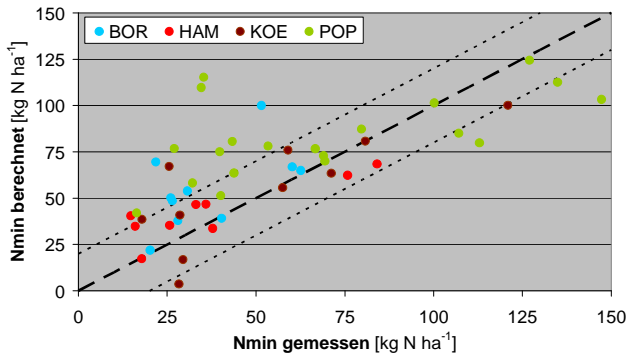
Aus der Mineralisation, der N-Aufnahme, der N-Auswaschung (berechnet bzw. von den Projektpartnern gemessen) und der N-Düngung (vom Landwirt übermittelt) kann der Gehalt des Bodens an mineralischem Stickstoff für jeden Zeitpunkt berechnet werden, wenn ein Nmin-Startwert und zu diesem Termin die N-Menge im Pflanzenbestand bekannt ist. Die so berechneten Nmin-Werte werden als Ndiff bezeichnet und dieser gibt dem Landwirt an, wie gut der Bodenspeicher noch mit N gefüllt ist. Bei Werten  $> 50 \text{ kg N ha}^{-1}$  kann der Landwirt noch mit der Düngung warten, im Bereich zwischen 30 und  $50 \text{ kg N ha}^{-1}$  sollte bei günstigen Bedingungen Dünger ausgebracht werden, fällt der Wert unter  $25 \text{ kg N ha}^{-1}$  ist eine unverzügliche Düngung

erforderlich. Für eine gute Eingängigkeit wurden diese 3 Bereiche mit den Ampelfarben gekennzeichnet (Abb. 3).



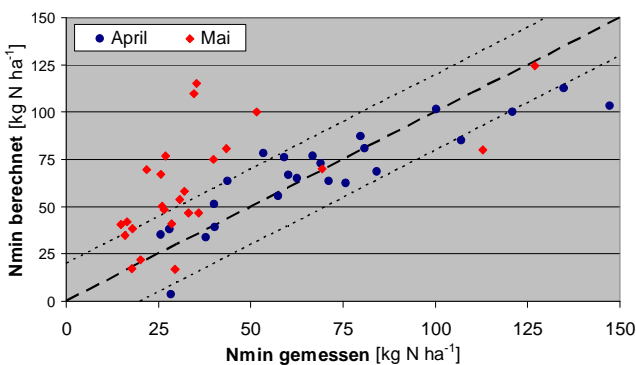
**Abb. 3:** Berechneter Gehalt an mineralischem Stickstoff im Bodens (Ndiff)

Alle Varianten wurden monatlich auf ihren Gehalt an mineralischen Stickstoff (Nmin) hin beprobt. Dadurch ist eine Überprüfung der berechneten Ndiff-Werte mit gemessenen Nmin-Werten möglich. Eine so gute Übereinstimmung für beide Varianten wie sie in der oberen Abbildung zu sehen ist, war eher Ausnahme als Regel. Deshalb wurde nach möglichen Ursachen für Abweichungen zwischen berechnet und gemessen gesucht. Bei der Gegenüberstellung wurde ein Bereich von  $\pm 20 \text{ kg N ha}^{-1}$  eingezeichnet, Abweichungen in dieser Höhe werden als gerade noch tolerierbar angesehen. Es zeigt sich, dass die Werte der Standorte HAM und KOE fast vollständig im Toleranzbereich liegen, bei einigen Varianten des Standortes BOR überschätzen die Berechnungen den Nmin-Gehalt, die größten Abweichungen treten bei den Varianten von POP auf. Zu den beiden Unterschätzungen von ca. 40 bzw.  $35 \text{ kg N ha}^{-1}$  ist zu vermerken, dass auf der entsprechenden Fläche im März ein Nmin von  $74 \text{ kg N ha}^{-1}$ , im April von  $147 \text{ kg N ha}^{-1}$  gemessen wurde, ohne zwischenzeitliche Düngung der Fläche.



**Abb. 3:** Gemessene (Nmin) und berechnete Gehalte (Ndiff) an mineralischem N im Boden - Standorte

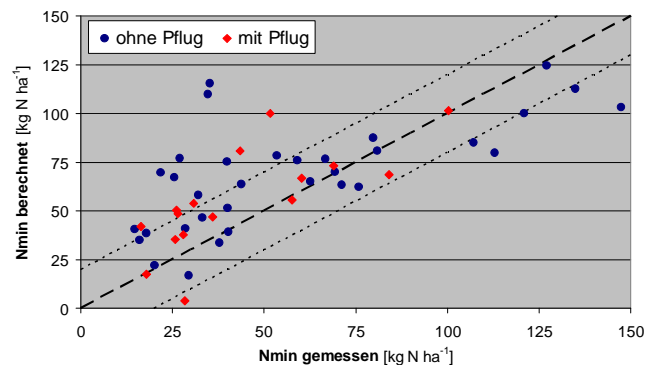
Ein Vergleich der Nmin-Beprobungstermine April und Mai zeigt, dass es insbesondere im Mai zu einer Überschätzung der Nmin-Gehalte kam (Abb. 4). Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass eine vergleichsweise geringe Überschätzung sich erst mit zunehmender Zeitdauer der Modellierung sichtbar bemerkbar macht.



**Abb. 4:** Gemessene (Nmin) und berechnete Gehalte (Ndiff) an mineralischem N im Boden – Beprobungstermine

Die Art der Bodenbearbeitung vor der Aussaat des Winterweizens ist abhängig von der Art der Vorfrucht, ihren Erntebedingungen und der Einstellung und den Erfahrungen des Betriebsleiters. Nach Blattfrüchten wie Zuckerrübe wird häufig auf den Pflug verzichtet, des Weiteren verzichtet einer der beteiligten Betriebe generell auf den Pflug, ein weiterer oft. Auffällig ist, dass eine Überschätzung des Nmin-Gehaltes des Bodens häufiger auf

pfluglos bestellten Winterweizenschlägen vor- kommt als auf Schlägen, die vor der Bestellung gepflügt wurden (Abb. 5).



**Abb. 5:** Gemessene (Nmin) und berechnete Gehalte (Ndiff) an mineralischem N im Boden - Primärbodenbearbeitung

Eine mögliche Erklärung wäre, dass pfluglos bestellte Flächen mehr Wasser speichern, sich deshalb langsamer erwärmen, wodurch die Mineralisierung später und langsamer einsetzt. Bei der Modellierung wird als Bodentemperatur die Lufttemperatur eingesetzt, da die Wetterstationen nicht durchgängig Bodentemperaturen zur Verfügung stellen. In einer Beispielrechnung verringerte die Verwendung der Bodentemperatur (20 cm Tiefe) die Differenz um ca. 25 kg ha<sup>-1</sup>.

Auf beiden Flächen des langjährig pfluglos wirtschaftenden Betriebes kommt es zu besonders starken Abweichungen, wobei die Abweichungen bei den ISIP-Varianten größer sind als bei den Nullvarianten. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass besonders bei regelmäßig pfluglos bewirtschafteten Flächen die Immobilisation höher ist als im Modell angenommen.

**Die Arbeit wird von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert.**