

Anforderungen und Möglichkeiten zur Optimierung des teilflächenspezifischen N-Einsatzes im Rahmen des Precision Farming

KARL-OTTO WENKEL, MÜNCHENBERG
SYBILLE BROZIO, MÜNCHENBERG
ROBIN GEBBERS, MÜNCHENBERG

Abstract

The success of site-specific N-management depends on our ability to give appropriate N-management recommendations within fields. Because in German agriculture several nitrogen fertilization technologies are used, several decision support and control systems for sitespecific nitrogen management are necessary. Generally, we have to distinguish between nonsensor based and sensor based (on-line) systems. For non-sensor technologies, the new Preagro-N model was developed. It is comprehensible for farmers, can easily be adapted to different site conditions and is open for developments (white-box model). The first tests on seven farms, which are located in several federal states of Germany, were succesful. Preliminary results confirmed the high potential of site-specific nitrogen management concerning economics and environmental protection.

1 Einführung

Aufgrund des hohen ökonomischen und ökologischen Potentials kommt der ortsspezifischen N-Düngung innerhalb des ortsspezifischen Pflanzenbaus eine besondere Bedeutung zu. Die technologischen Voraussetzungen hierfür sind weit entwickelt. Nach wie vor mangelt es jedoch an allgemein anwendbaren und flexiblen Entscheidungsmodellen bzw. Steuerungsverfahren für die operative ortsdifferenzierte N-Düngung für unterschiedliche Düngungstechnologien, die neben ökonomischen auch Aspekte des Umweltschutzes in die Entscheidungsfindung einbeziehen.

In der landwirtschaftlichen Praxis kommen in Deutschland sehr unterschiedliche N-Düngungstechnologien zum Einsatz:

Intensivdüngung mit bis zu vier Teilgaben, extensive N-Düngung mit in der Regel zwei Teilgaben, Injektionsdüngung bzw. Düngung mit Ammonium- bzw. stabilisierten N-Düngemitteln (1-2 Teilgaben).

Jede Technologie benötigt speziell ausgelegte Entscheidungsunterstützungssysteme. Für die ortsspezifische Steuerung des N-Einsatzes werden deshalb im Rahmen von preagro folgende Verfahren durch unsere Forschergruppe intensiv verfolgt:

- ◆ Komplexe N-Bilanz- und Empfehlungsmodelle: „off-line approach“
- ◆ Hydro-N-Sensor, gekoppelt mit thematischen Karten (Bodeneigenschaften, Natur- und Umweltschutzziele, etc.): „on-line approach mit Map overlay“
- ◆ Dynamische Bodenstickstoff und Empfehlungsmodelle: „off-line approach“

2 Prototypmodell „Operative ortsspezifische N-Düngung (Preagro-N)“

Nachfolgend soll in diesem Beitrag von den oben genannten Entwicklungen das Prototypmodell Preagro-N etwas näher vorgestellt werden. Es ist Bestandteil (Modul) des Komplexes Bestandesführung des Verbundprojektes Preagro.

Grundprinzip

Das Modell ist als N-Bilanzverfahren konzipiert. Es errechnet für beliebige Punkte bzw. Teilflächen heterogener Ackerflächen unter Beachtung ökologischer Gesichtspunkte die

pflanzenbaulich optimale N-Menge für mehrere Teilgaben im Vegetationsablauf entsprechend der aktuellen Boden- und Bestandessituation sowie des aktuellen Ertragswertungswertes. Die räumliche Differenzierung der N-Düngung ergibt sich aus der Boden- bzw. Ertragswertungskarte, bzw. deren weiterer Untersetzung und Modifikation entsprechend der aktuellen Bestandesentwicklung. Die teilflächenspezifische N-Bedarfsbemessung basiert auf N-Basiswerten für die einzelnen Teilgaben, die vom Ertragswertungswert (Planertrag) und dem Produktionsziel (z.B. Qualitätsweizen oder Futterweizen) abhängig sind. Über situationsabhängige Zu- und Abschläge zu den N-Basiswerten wird schließlich die teilflächenspezifische N-Düngungsempfehlung für die einzelnen Teilgaben errechnet. Das Grundprinzip des Modells zur Berechnung teilschlagspezifischer N-Düngungsempfehlungen ist in der Abbildung 1 dargestellt.

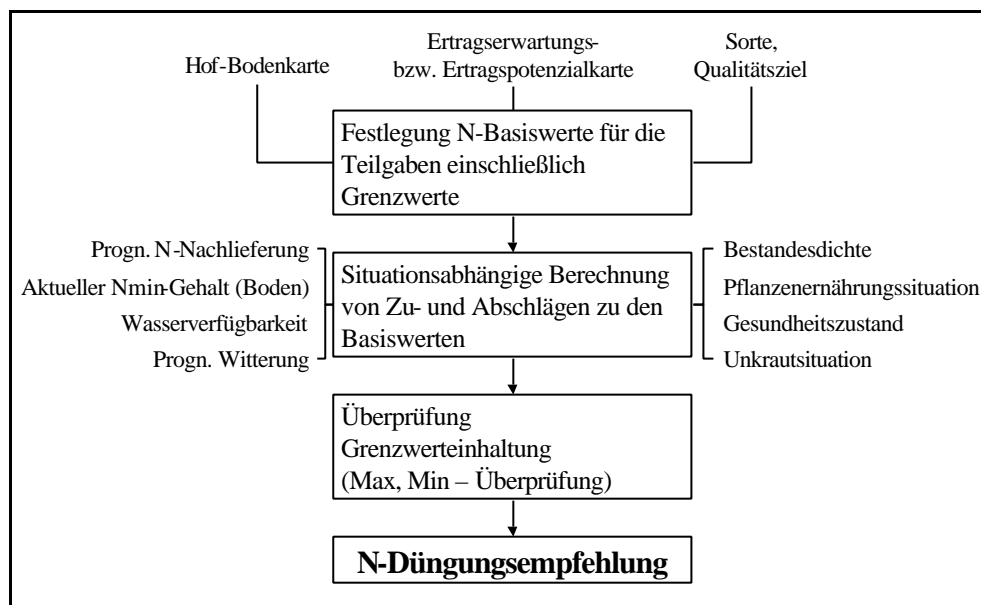


Abb. 1: Grundprinzip zur Berechnung von N-Düngungsempfehlungen nach dem Preagro N-Modell

Das Modell ist als White-Box-Modell konzipiert. Es ist flexibel und für den Praktiker gut verständlich und nachvollziehbar. Gleichzeitig kann es leicht an spezielle Standortbedingungen angepasst werden und ist offen für Weiterentwicklungen (z.B. Einbeziehung weiterer Fruchtarten). Es wurde davon ausgegangen, dass das Modell nur mit Eingangsdaten arbeitet, die in Form von Geodaten zur allgemeinen Verfügung stehen bzw. mit vertretbarem Aufwand in der Vegetationsperiode durch den Landwirt oder deren Berater erhoben werden können. Prinzipiell soll das Modell für verschiedene Düngungstechnologien (Intensivdüngung in gesplitteten Gaben, aufwandsreduzierte Düngung (N-Düngung in 1-2 Gaben mit und ohne Nitrifikationshemmer) einsetzbar sein. Das Prototypmodell wurde für Winterweizen entwickelt. Inzwischen liegen auch Lösungen für Wintergerste und Winterraps vor (Wenkel et. al., 2001).

3 Erste Ergebnisse der praktischen Erprobung

Preagro-N wurde im Jahr 2000 auf insgesamt 16 Winterweizenschlägen in sieben Landwirtschaftsbetrieben mit sehr unterschiedlichen Boden-Klima-Bedingungen und darüber hinaus in einem Exaktfeldversuch am Standort Friedrichshof, in der Nähe von Müncheberg, praktisch erprobt.

Ergebnisse

Die Überprüfung des neu entwickelten Empfehlungsmodells im Feldversuch Münchehofe ergab, dass die nach diesem Modell gedüngten Parzellen im Vergleich zu anderen

N-Steuerverfahren die höchsten Erträge aufwiesen (Abb. 2). Auch die Bilanz zwischen N-Düngung und N-Entzug durch die Pflanzenbestände liegt in den Preagro-Varianten in einem sehr günstigen Bereich. Überraschend hohe Erträge konnten auch in der Prüfvariante „Ammonium-Injektionsdüngung (CULTAN ®-Verfahren)“ erreicht werden. Mit nur einer einzigen Gabe von 190 kg N/ha zu BBCH 32 wurde ein Winterweizenenertrag von 75,4 dt/ha erzielt. Andere Experimente in Deutschland ergaben im Jahr 2000 ähnlich gute Ergebnisse (Boelcke, 2000).

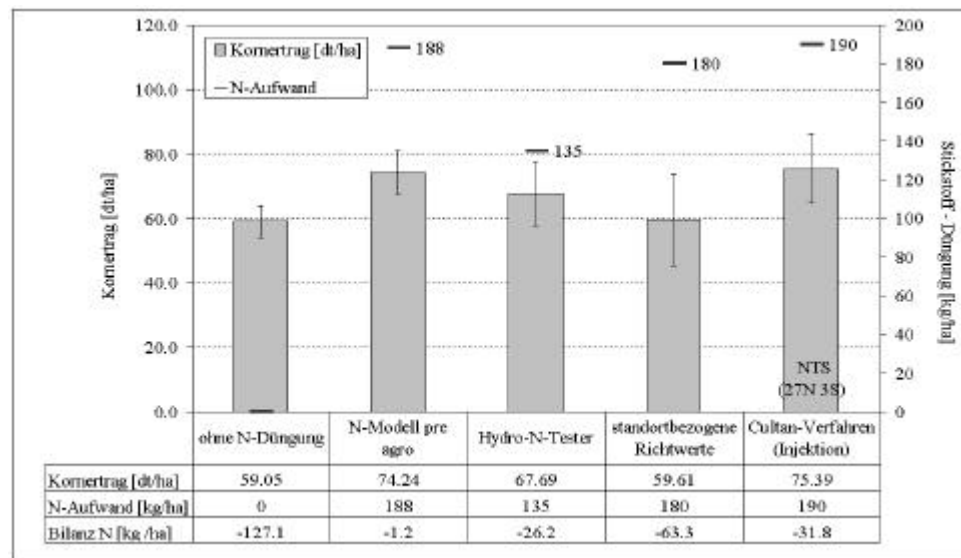


Abb. 2: Zusammenfassung der Ergebnisse des Feldversuches Friedrichshof

Die Ergebnisse der Praxiserprobung von 7 Landwirtschaftsbetrieben aus dem Jahr 2000 zeigen ebenfalls, dass das Preagro-N-Modell prinzipiell für die Bedingungen des Precision Farming geeignet ist. Das Modell reagierte, wie erwartet, mit sehr differenzierten Empfehlungen zu den einzelnen Teilgaben entsprechend der differenzierten Ertragserwartung und der konkreten ortsspezifischen Boden- und Bestandessituation. Auch die N-Bilanz als Maß für die N-Effizienz lag in den meisten Experimenten in einem sehr günstigen Bereich. Ein Beispiel wird nachfolgend mit dem Schlag „Autobahn“ (Betrieb Beckum) kurz vorgestellt (Abb. 3). Durch den ortsspezifisch differenzierten N-Einsatz gemäß der Empfehlungen des Modells Preagro konnte im Vergleich zum einheitlich behandelten Teilschlag ein im Mittel um ca. 5 dt/ha höherer Kornertrag bei insgesamt günstigerer N-Bilanz erreicht werden. Beobachtungen an einzelnen Monitoringpunkten (MU1-MU4) in einzelnen Management-Units zeigten wie erwartet große Differenzen sowohl im Kornertrag als auch in der Gesamt-N-Menge. Häufig wurde die Ertragserwartung überschätzt. Gelingt es, hier weitere Fortschritte zu erreichen, können noch weitere Effektivitätsreserven erschlossen werden.

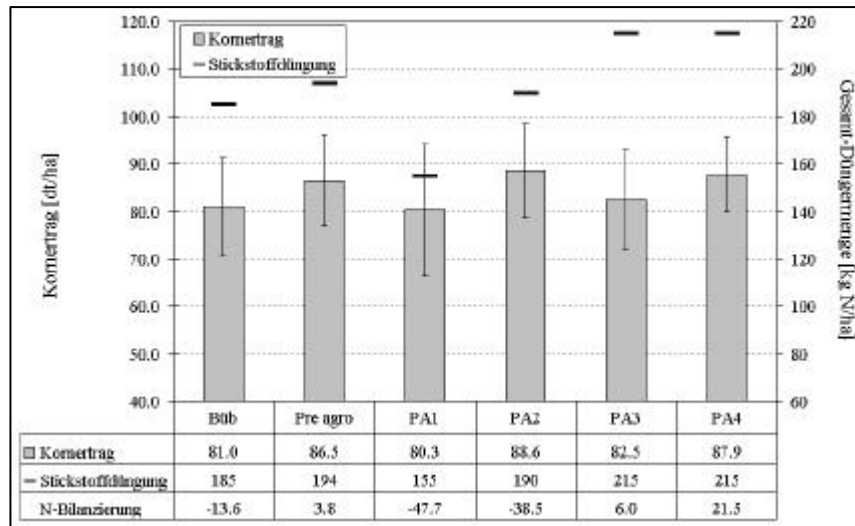


Abb. 3: Korntrag und Stickstoffaufwand auf dem Schlag „Autobahn“ (Betrieb Beckum) bei betriebsüblichem und teilschlagspezifischem N-Einsatz (PA1-PA4, Monitoringpunkte)

4 Schlußfolgerungen

Der Erfolg des ortsspezifisch differenzierten N-Managements hängt davon ab, inwieweit es gelingt, mit den zur Verfügung stehenden Daten eine an die differenzierte Boden- und Bestandessituation möglichst optimal angepasste N-Einsatzsteuerung zu gewährleisten. Dies erfordert einerseits eine hohe Qualität der eingesetzten Algorithmen, andererseits aber auch eine hohe Qualität der Eingangsdaten. Die zeitnahe, flächendifferenzierte Erfassung der aktuellen Boden- und Bestandessituation bleibt bei allen off-line Steuerverfahren ein nach wie vor kritisches Problem. Fernerkundungsverfahren können hier eventuell eine Entlastung bringen. Für Betriebe, Technologien und Fruchtarten, für die der N-Sensor nicht eingesetzt werden kann, bietet das neuentwickelte Preagro-N-Modell eine gute Alternative und kann wesentlich zu einer weiteren Erhöhung der Effizienz des N-Einsatzes bei gleichzeitig besserem Schutz von Natur und Umwelt beitragen.

5 Danksagung

Die Arbeit wurde gefördert durch das Bundesministerium für Bildung, Erziehung und Forschung (BMBF) und war nur möglich durch die aktive Mitwirkung der Betriebsleiter der Experimentalbetriebe. Für die gewährte Unterstützung möchten sich die Autoren an dieser Stelle bedanken.

6 Literatur

- BOELCKE, B. (2000): Injektion von Flüssigdüngern spart Arbeitszeit ein. Bauer—Zeitung, Deutscher Bauernverlag, 41, Nr 49 vom 08.12.2000, pp24-26
- WENKEL, K.-O; BROZIO, S.; GEBBERS, R. I. B.; KERSEBAUM, K. V.; LOZENZ, K. (2001): Development and evaluation of different methods for site-specific nitrogen fertilization of winter wheat. In: F. Sévila, S. Blackmore, G. Grenier (ed.) Precision Agriculture '01.- Proceedings of the Third European Conference on Precision Agriculture, Montpellier June 18th-21st, France, im Druck