

„Preagro-N“, ein GIS-gestütztes Expertensystem zur Planung der teilflächenspezifischen N-Einsatzmengen im off-line Betrieb

Karl-Otto Wenkel, Sybille Brozio, Reinhart Schwaiberger

Institut für Landschaftssystemanalyse
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V. Müncheberg
Eberswalder Str. 84
15374 Müncheberg
wenkel@zalf.de,
sbrozio@fh-eberswalde.de,
info@diva-enterprises.de

Abstract: Die teilflächenspezifische N- Einsatzsteuerung im Rahmen von Precision Farming kann sowohl durch on-line oder off-line Steuerungsverfahren erfolgen. Für das letztgenannte Verfahren wurde im Rahmen des Forschungsprojektes *pre agro I* ein GIS-gestütztes Expertensystem entwickelt und sowohl in Feldversuchen als auch Praxisexperimenten praktisch erprobt. Vorgestellt und diskutiert werden die Systemkonzeption, die naturwissenschaftlichen Grundlagen und die EDV-technische Lösung sowie Ergebnisse aus experimentellen Überprüfungen in Praxisexperimenten.

1 Einführung

Für die Bemessung der Stickstoff-Düngungshöhe kommen in Deutschland unterschiedliche Methoden zum Einsatz (z. B. N_{\min} -Methode [WS86]), Stickstoff-Empfehlungsmodell N-Plan von HYDRO-AGRI; Stickstoff-Bilanz-Modell von der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft; Simulationsmodelle wie HERMES und MINERVA [KB01]). Die genannten Methoden können prinzipiell auch teilflächenspezifisch angewendet werden. Allerdings sind sie hierfür nicht speziell ausgelegt. Seit Anfang 2000 kommt mit stetig steigendem Anwendungsumfang ein neues Verfahren hinzu, die variable Stickstoff-Düngung mit Hilfe eines Online-Sensors [LSL02]. Es ist davon auszugehen, dass aufgrund unterschiedlicher Düngungsstrategien für verschiedene Fruchtarten, sehr unterschiedlicher betriebsspezifischer Voraussetzungen und Bedingungen für das praktische N-Düngungsmanagement in den Betrieben sowie der zunehmenden Notwendigkeit, Aspekte des Natur- und Umweltschutzes bei der teilflächenspezifischen N- Düngung zu berücksichtigen, verschiedene Verfahren zur Entscheidungsunterstützung zum Einsatz kommen werden. Prinzipiell lassen sich die verfügbaren Methoden für die N- Einsatzsteuerung in on-line und off-line Methoden gliedern. Erfolgt im ersten Fall die flächendifferenzierte N- Applikation „on the go“ auf der Basis direkt im Arbeitsprozess gewon-

nener Bestandeszustandsdaten mit Hilfe von Sensoren, erfolgt im zweiten Fall die Planung der Applikationsmengen auf der Basis von verfügbaren Informationen, von Erfahrung und Zielstellung des Praktikers zunächst im Büro. Auf der Grundlage der Applikationskarte steuert dann der Bordcomputer auf dem Schlepper die Ausbringmengen.

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

2.1 Methodischer Ansatz

Nachfolgend soll das im Rahmen des BMBF-Projekts *pre agro I* entwickelte Expertensystem „Preagro-N“ vorgestellt werden. Es ist Bestandteil des Komplexes „Bestandesführung“ des Verbundprojektes *pre agro I*. Das Modell ist als N-Bilanzverfahren (offline Methode) konzipiert und besteht aus einem System von „IF-THAN“-Regeln. 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 Ertragsserwartungswertes. Sich im Vegetationsablauf räumlich ändernde Teilflächen für die variable N-Düngung können im Mensch-Maschine-Dialog per Mausklick festgelegt werden. Die räumliche Differenzierung der N-Düngung ergibt sich aus der Boden- bzw. Ertragsserwartungskarte, bzw. deren weiterer Untersetzung und Modifikation entsprechend der aktuellen Bestandessituation. Die teilflächenspezifische N-Bedarfsbemessung basiert auf N-Basiswerten für die einzelnen Teilgaben, die vom Ertragsserwartungswert (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 (Abb.1).

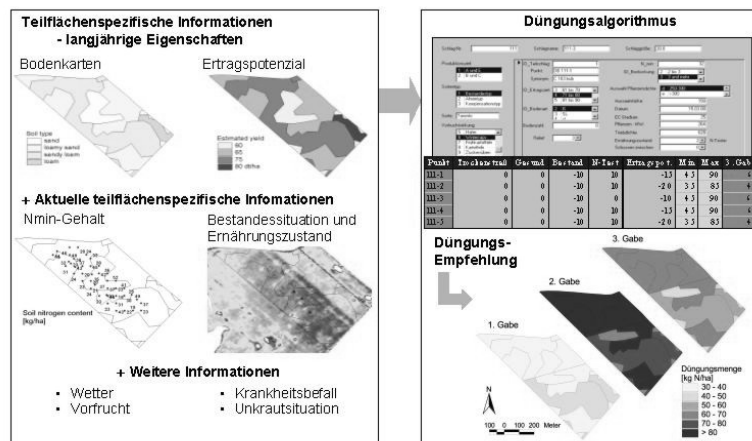


Abbildung 1: Grundprinzip zur Berechnung von N-Düngungsempfehlungen nach dem N-Modell „Preagro-N“

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 [WBG01]. Das Modell ist ausführlich in [WBG05] dokumentiert.

2.2 Implementierung des Preagro-N Modells in ArcView

Nach einer erfolgreichen Piloterprobung des Moduls in Feldversuchen und der Praxis erfolgte die Implementierung in ArcView. Früher erarbeitete methodische Anforderungen an ein flexibel einsetzbares und leicht anwendbares Softwareprodukt flossen in diese Arbeit ein. Mit der Implementierung besteht für den Nutzer die Möglichkeit der Anpassung des Modells an die betriebsspezifischen Bedingungen. Dies betrifft auch die am Bildschirm per Mausklick mögliche variable Festlegung der Management-Units für die einzelnen Teilgaben und die variable Festlegung von Teilflächen, auf denen die Düngung z.B. aus Gründen des Natur- und Umweltschutzes reduziert werden soll.

3 Ergebnisse der Piloterprobung unter Praxisbedingungen

Das Modell wurde in den Jahren 2000-2002 sowohl in Parzellenfeldversuchen am Standort Müncheberg, in Streifenversuchen am Standort Dedelow und darüber hinaus auf 48 Praxisschlägen in 7 Betrieben verschiedener Standorte der Bundesrepublik Deutschland erfolgreich erprobt. Einige ausgewählte Ergebnisse aus Praxisexperimenten sind in Tabelle 1 zusammenfassend dargestellt.

	2000 (17 Schläge)		2001 (16 Schläge)		2002 (15 Schläge)	
	Preagro-N	Konstant	Preagro-N	Konstant	Preagro-N	Konstant
Düngung [kg N/ha] (Gaben)	185 (48/68/69)	195 (53/71/71)	179 (60/64/55)	194 (62/71/61)	170 (55/75/45)	188 (60/83/50)
Ertrag (dt/ha)	74,6	81,9	87,7	82,3	74,4	73,1
Effizienz (kg/kgN)	36,5	82,9	42,1	34,5	48,2	40,7

Tabelle 1: Vergleich der empfohlenen und applizierten N-Mengen, der Erträge sowie der Ertragseffizienz der N-Düngung (Basis: *pre agro I* – Versuchsschläge) bei konstanter und variabler Düngung

4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass durch die Anwendung von „Preagro-N“ gegenüber der konstanten Düngung bei sonst gleichen Ausgangsbedingungen durchschnittlich 10-15 kg N/ha eingespart werden können. Dabei wurden größtenteils gleiche Erträge erzielt. Auf Einzelschlägen konnten teilweise Ertragssteigerungen, gleichfalls aber auch geringfügige Ertragsminderungen bei ortsdifferenziertem N-Einsatz beobachtet werden. Eine abschließende Beurteilung der zu erwartenden ökonomischen Effekte ist bei der gegenwärtigen Datenlage noch nicht möglich. Die Effizienz von „Preagro-N“ hängt stark von der richtigen Abschätzung des Ertragszieles bzw. des Ertragserwartungswerts im Vegetationsverlauf ab. Hier sollte verstärkt von der Möglichkeit des Modells Gebrauch gemacht werden, diese Werte bestmöglich an die aktuelle Situation anzupassen. Ein weiteres Problem der Anwendung von „Preagro-N“ besteht in der bedarfsgerechten Festlegung der Management Units, die sich in ihrer räumlichen Ausprägung im Vegetationsverlauf verändern können. Die Qualität der Empfehlung ist hiervon stark abhängig. Aktuelle Luftbilder könnten hierfür eine wirksame Hilfe sein. Durch die direkte Nutzung des Moduls durch den Landwirt selbst, dürften sich diese Probleme relativieren, da die Landwirte in der Regel über sehr gute Kenntnisse der aktuellen Bestandes-situation verfügen.

5 Danksagung

Die Ergebnisse dieses Beitrags entstanden im Rahmen des vom BMBF unter dem Förderkennzeichen 0339740 geförderten BMBF-Verbundprojektes *pre agro I*. Dem BMBF sei an dieser Stelle für die Förderung der methodischen Entwicklungsarbeiten gedankt.

Literaturverzeichnis

- [KB01] Kersebaum, K.-C.; Beblík, A. J.: Performance of a nitrogen dynamics model applied to evaluate agricultural management practices. - In: SHAFER, M. J., LIWANG MA & S. HANSEN [HRSG.]: Modeling carbon and nitrogen dynamics for soil management: 549-569; Boca Raton: Lewis Publishers. 2001.
- [LSL02] Ludowicy; Schwaiberger; Leithold: Precision Farming: Handbuch für die Praxis. Frankfurt a.M.: DLG-Verlag. 2002.
- [WS86] Wehrmann, J.; Scharpf, H. C.: The Nmin-method – an aid to integrating various objectives of nitrogen fertilization, Z. Pflanzenernähr. Bodenk., 149, 1986; pp 428-440.
- [WBG01] Wenkel, K.-O.; Brozio, S.; Gebbers, R.: Development and evaluation of different methods for estimating variable site-specific nitrogen fertilization rates. In: Grenier, G., Blackmore, S., (eds.): Proc. Third European Conference on Precision Agriculture, Montpellier, France, 2001; pp. 743-748.
- [WBG05] Wenkel, K.-O.; Brozio, S.; Gebbers, R.: Ergebnisbericht und Methodendokumentation Düngung. In: Abschlussbericht des BMBF- Verbundprojekts Preagro I, „Management-system für den ortsspezifischen Pflanzenbau“, KTBL 2005; S.151- 176.