ETH ZÜRICH
Eidgenössische Technische Hochschule
Landwirtschaft und Umwelt
Juni 1992

Verbesserung der Stickstoffbewirtschaftung

Bedingt durch die Nutzung ergibt sich die bekannte landwirtschaftliche Stickstoffproblematik: zu hohe Nitratgehalte im Trinkwasser oder in Nahrungsmitteln und Stickstoffverluste in die Atmosphäre. Lösungen, die sich anbieten, sind eine Reduktion der Bewirtschaftungsintensität (weniger Mineral- oder organische Dünger pro Fläche), Ausscheidung nicht geeigneter oder gefährdeter Flächen (auswaschungsgefährdete Böden oder organische Böden), Verbesserung der Bewirtschaftungsmassnahmen. Die ersten Lösungen sind politischer Art mit grossen ökonomischen und sozialen Folgen, letzteres kann durch technische Massnahmen gelöst werden und ist Gegenstand dieser Arbeit.

Eine umweltrelevante Stickstoffbewirtschaftung zielt darauf, der Pflanze soviel Stickstoff zu geben, wie sie benötigt. Da der Ertrag nicht im voraus bekannt ist, kann der Düngereinsatz nur basierend auf einer *Ertragserwartung* festgelegt werden. Eine zweite wichtige unbekannte Komponente ist die *Nachlieferung des Stickstoffs aus dem Boden.* Während die Auswaschung heute einigermassen modellmässig vorausgesagt werden kann, stellt die Umwandlung organisch gebundenen Stickstoffs in verfügbaren anorganischen Ammonium- oder Nitratstickstoff eine schlecht bekannte Grösse dar, die durch keine Labormethoden bzw. Modelle genügend genau vorausgesagt werden kann.

Aus diesem Grund wird ein empirisches Vorgehen gewählt, indem der Stickstoffgehalt im Boden in einem frühen Vegetationszeitpunkt gemessen wird, und die Differenz zum geschätzten Bedarf der Pflanzen gedüngt wird. Diese Massnahme ist als sogenannte *N_{min}-Methode* in den letzten Jahren aufgrund der Arbeiten der Forschungsanstalten und der landwirtschaftlichen Beratung stark verbreitet worden.

Ziel dieser Arbeit ist es, Limitierungen und Schwächen dieser Methode aufzuzeigen und Massnahmen zur Verbesserung vorzuschlagen. Der Vorteil dieser Methode ist nicht in erster Linie in einer Reduktion der Aufwendungen für die Stickstoff-Düngung zu sehen, da diese ökonomisch nicht relevant sind, sondern in erster Linie im ertragswirksamen Effekt und in einer Minimierung der Belastung der Umwelt.

Limitierungen der N_{min}-Methode

Zeitliche und räumliche Repräsentativität der N_{min}-Untersuchung

Die Analysenwerte beziehen sich auf das entnommene Bodenmaterial, d.h. es handelt sich um einzelne Punktmessungen innerhalb der Untersuchungsfläche. Die Güte des Ergebnisses hängt von der räumlichen und zeitlichen Repräsentativität der N_{min}-Untersuchung ab *(Abb. 1 und 2)*.

Diese ist bisher unzureichend untersucht worden. Die entnommene Bodenmenge repräsentiert häufig weniger als den zehnmillionsten Teil einer Parzelle; hinzu kommt, dass eine zeitliche Momentaufnahme die Folgezeit nicht oder nur beschränkt wiedergeben kann. Je früher Proben in der Vegetationszeit genommen werden, um so schwieriger ist es, die mineralisierbare Stickstoffmenge zu schätzen. Nicht nur die Nachlieferung aus dem Boden, auch die Stickstoffnachlieferung aus Vorfrüchten, Zwischenfrüchten und ausgebrachten Hofdüngern ist schlecht bekannt.

Lösungsansatz: Intensive Beprobung ausgewählter Parzellen. Berechnung der minimal erforderlichen Probenzahl mit geostatistischen Methoden. Ermittlung von Faktoren, die eine erhöhte räumliche und zeitliche Variabilität verursachen. Verallgemeinerung der Erkenntnisse.

Fehlerquellen

Die pro Gewichtsmenge Boden ermittelte Menge Stickstoff wird aufgrund von Schätzungen der Dichte des Bodens und des Skelettgehaltes in eine volumetrische Angabe umgerechnet. Diese Grössen können auch von erfahrenen Leuten nur ungenau geschätzt werden, was dazu führen kann, dass mehr als erforderlich gedüngt wird.

Lösungsansatz: Der Skelettgehalt des Bodens (Fraktion >10 mm bei N_{min}-Untersuchungen) verändert sich nicht wesentlich, die Dichte des Oberbodens variiert bearbeitungsbedingt, diejenige des Unterbodens ist mehr oder wenig konstant. Zusammenhänge zwischen Bodentyp und Dichte werden durch das Einbeziehen von Informationen aus bestehenden Bodenuntersuchungen ermittelt und durch selektive Beprobung ausgewählter Parzellen. Es wird versucht, ein einfaches Schätzverfahren zur Bestimmung des Bodenskelettgehaltes zu entwickeln. Bei EDV-mässiger Auswertung der N_{min}-Werte lassen sich diese Angaben für spätere Untersuchungen festhalten.

Methodische Limitierungen

Die Verwendung von Normwerten (120-N_{min} beispielsweise für eine bestimmte Kultur) ist nicht standortbezogen, da das Ertragspotential von Standort zu Standort variiert.

Lösungsansatz: Einbeziehen betriebsspezifischer Ertragsangaben in die EDV-unterstützte Auswertung der N_{min}-Untersuchungswerte.

Die Festlegung konstanter beprobter Tiefen (0-100 cm bei kleinkörnigen Getreidearten, 0-60 cm bei Kartoffeln und Mais) ist nicht standortbezogen. Die Durchwurzelungstiefe ist bodenabhängig verschieden. Die mit der N_{min}-Methode erfasste Stickstoffmenge ist nicht unbedingt der aufnehmbaren gleichzusetzen. Unsere Kenntnisse über die effektiv aufgenommene Stickstoffmenge in Abhängigkeit von Zeit und Tiefe sind bescheiden. Eine bodenspezifische Charakterisierung der Durchwurzelungstiefe wird angestrebt mit dem Ziel, diese Angaben auf regionaler oder betrieblicher Ebene in die Stickstoffdüngung einfliessen zu lassen.

Lösungsansatz: Untersuchung des zeit- und tiefenabhängigen Verlaufs der Stickstoffaufnahme von Pflanzen auf ausgewählten Parzellen.

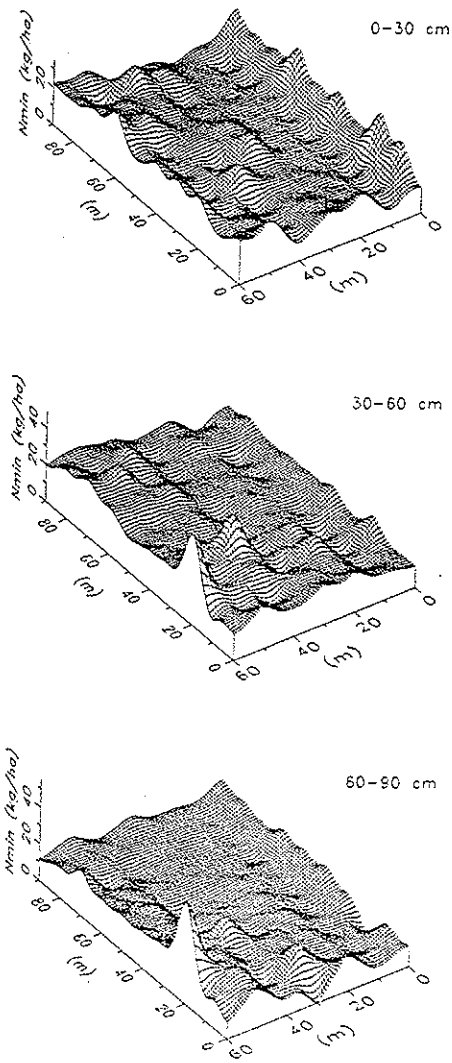

Abb. 1.: Räumliche Variabilität von Stickstoff im Boden. Verteilung in 0-30, 30-60 und 60-90 cm Bodentiefe am 26. Mai 1991.

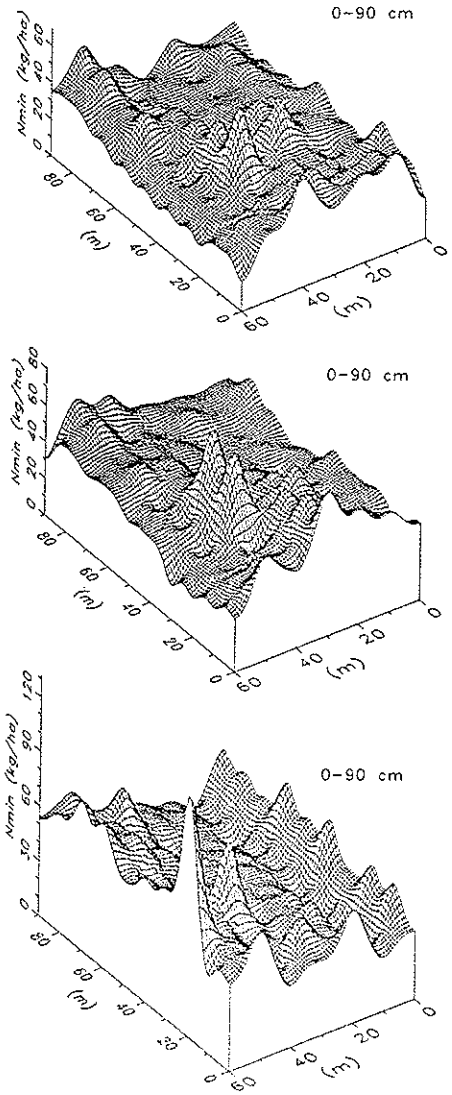

Abb. 2.: Zeitlich-räumliche Variabilität von Stickstoff im Boden. Verteilung in 0-90 cm Bodentiefe am 14. März (oben), 7. Mai (Mitte) und 26. Mai 1991 (unten).

Résumé

Une meilleure connaissance des quantités d'azote présentes dans le sol et de sa disponibilité pour les plantes est d'une importance écologique et économique reconnue. Ce but ne peut être atteint que par l'amélioration méthodologique de l'analyse N_{min}. L'évolution spatio-temporelle de la dynamique de l'azote dans le sol ainsi que des erreurs et des limites méthodologiques sont étudiées.

Kontaktadresse: Dr. Urs Schmidhalter, Prof. Dr. Jakob J. Oertli, Institut für Pflanzenwissenschaften, Versuchsstation Eschikon, 8312 Lindau