Zusammenfassender Bericht über die Versuchsjahre 1994 und 1995

ITADA-Projekt 2:

Mais: Entwicklung vereinfachter Stickstoffbilanzierungsmethoden zur Bestimmung des Stickstoffdüngebedarfs im Maisanbau unter Berücksichtigung des standortabhängigen Ertragspotentials

Projektleiter: **Marie-Line Burtin** **(ARAA Schiltigheim)**

Projektpartner: **Georg Kansy** **(Regierungspräsidium Freiburg)**

Mitbeteiligte: **Institut für umweltgerechte Landbewirtschaftung Müllheim**
Chambres d'Agriculture du Bas-Rhin et du Haut-Rhin
ITCF, AGPM Colmar
Lycées agricoles d'Obernai et de Rouffach
Comptoir Agricole de Hochfelden, Coopérative Agricole de Céréales
Ets Gustave Muller, Ets Armbruster Frères

Projektdauer: 1994-1995

I. PROBLEMSTELLUNG:

Im Elsaß sowie in Baden-Württemberg wird die Erhaltung der Qualität des Grundwassers der Rheinebene bezüglich Nitrat u.a. durch eine bessere Stickstoffdüngung der landwirtschaftlichen Kulturen, insbesondere von Mais angestrebt.

II. FORSCHUNGSZIELE:

Im Elsaß werden diesbezüglich seit 1987 Empfehlungen aufgestellt: Sie betreffen sowohl die anzuwendende Stickstoffdüngermenge als auch die Düngerform und die Ausbringungstermine. Diese Empfehlungen erlauben es, in großem Umfang zuverlässige Beratungen in Abhängigkeit von Anbausystem und Bodentyp zu machen.
Die hier durchgeführten Versuche zielen hauptsächlich darauf ab, die Zuverlässigkeit und Nachhaltigkeit dieser Empfehlungen mittelfristig zu überprüfen.

In Baden-Württemberg versucht man die beste Methode zur Stickstoffdüngerberechnung zu finden, um den Landwirten ein EDV-gestütztes Beratungssystem anbieten zu können. Die Untersuchungen beruhen auf der Bilanzmethode und der Messung des Nitratgehalts im Boden vor der Saat bzw., bei Mais, auch 1 Monat nach der Saat sowie nach der Ernte.

III. AUSWIRKUNGEN UND KONSEQUENZEN FÜR DIE PRAXIS:

Im Elsaß dienen die Ergebnisse der Referenzflächen als Grundlage für landwirtschaftliche Beratungsaktionen. Diese haben zum Ziel, die Landwirte zu sensibilisieren und zu einer Stickstoffdüngepraxis bei Mais zu bringen, die sich der Verantwortung gegenüber dem Grundwasser stärker bewußt ist.

In Baden-Württemberg dienen die Ergebnisse zur Verbesserung eines Systems zur Berechnung der Stickstoffdüngung bei Mais.

IV. METHODIK

Die Verbesserung der Berechnungsmethode für die richtige Stickstoffmenge basiert auf einer Bilanzierungsgleichung.

Im **Elsaß** wird die optimale Düngermenge für Mais nach folgender Formel berechnet:

$$X = bY + (Rf - Rf0) - FS$$

mit X = Düngermenge
b = 2,3 kg N/kg Kornertrag
Y = Ertragsniveau
RF - RfO = Anstieg des Nmin nach der Ernte auf einer optimal gedüngten Parzelle im Vergleich zu einer Null-Parzelle.
FS = Bodennachlieferung

Diese Methode erfordert die Aufstellung von Parametern für die verschiedenen Größen Y, (Rf-RfO) und FS.

Y wird im Rahmen von Ertragspotential-Meßnetzen ermittelt, FS anhand von Null-Parzellen-Meßnetzen und (RF-RFO) in Stickstoffsteigerungsversuchen.

In **Baden-Württemberg** gab es **1994** zweierlei Methoden der Düngungsberechnung:

- den auf einer Bilanzierungsgleichung aufbauenden Nitratinformationsdienst (NID):

Dabei wird die Düngung nach folgender Bilanzierungsmethode berechnet:

$$X = NID = bY - Rh - Mh - Mr - Ma$$

wobei
X = auszubringende Menge an mineralischem Stickstoffdünger
b = 2,2 kg N/dt Kornertrag
Y = Ertragsziel
Rh = Stickstoffbodenvorrat (Nmin) 10 Tage vor der Maissaat
Mh = Netto-Mineralisation des Humus
Mr = Netto-Mineralisation der Ernterückstände
Ma = Netto-Mineralisation der organischen Dünger

- mehr oder weniger empirischen Methoden

- Methode ‘Netto-Entzug’:

Dabei wird die Düngung berechnet, indem man vom Nährstoffexport (1,5 kg N/dt x Ertragsziel) den um 40 kg N (für Nmin-Rückstand nach der Ernte) reduzierten Nmin Wert bei der Aussaat abzieht:

$$X = 1,5 \times Y - (\text{Nmin vor der Saat} - 40)$$

- Methode ‘Pilotprojekt’:

Dabei wird die Düngung berechnet, indem man von einem Pauschalbedarf von 200 kg N/ha die zur Saat ausgebrachte Düngung, sowie den Ende Mai (im 4-6-Blatt-Stadium) im Boden gemessenen Nmin-Wert abzieht:

$$X = 200 - \text{Startdüngung} - \text{Nmin Ende Mai (nur } NO_3\text{)}.$$

Im Jahr 1995 wird eine Methode der Düngung in 2 Gaben getestet:
- eine erste Gabe (D1) mit 30-40 kg N/ha zur Saat
- die zweite Gabe wird mittels folgender Bilanzierungsgleichung errechnet:

$$X = bY + 20 - R6f - 1/2xD1 - Mh - Mr - Ma - Mci$$

wobei
- X = auszubringende Menge an Stickstoffmineraldünger
- b = 2,2 kg N/dt Kornertrag
- Y = Ertragsziel
- R6f = Stickstoffbodenvorrat (Nmin) im 6-Blatt-Stadium des Mais
- 1/2xD1 = Hälfte der Stickstoffdüngung zur Saat
- Mh = Netto-Mineralisation des Humus
- Mr = Netto-Mineralisation der Ernterückstände
- Ma = Netto-Mineralisation der organischen Dünger
- Mci = Netto-Mineralisation einer Zwischenfrucht

Die Mais versuche wurden in den beiden Regionen parallel durchgeführt. Ihre Ergebnisse werden gemeinsam nach denselben Kriterien ausgewertet.

Tabelle 1: Durchgeführte Versuche

Art des Versuchs	Im Elsaß		In Baden-Württemberg	
	1994	1995	1994	1995
Nullparzellen	46	40	6	6
Doppel-Nullparzellen	26	12	0	2
Standortspotential	14	24	6	6
Stickstoffdüngungsversuch	0	0	3	6
Stickstoffdüngungsdemonstration	0	0	3	0
Stickstoffdüngungs-Dauerversuch	2	1	0	0

V. ERGEBNISSE

Im Elsaß

Die Parzellen ohne Stickstoffdüngung (**Nullparzellen**) haben in 3 von 4 Fällen mindestens die Mindest-Stickstoffnachlieferung gemäß der Standortnachlieferungstabelle erreicht. Abweichungen von der Tabelle traten auf bei Lehmböden und im Jahr 1995 bei sehr durchlässigen Böden.

Die Parzellen, die bereits das zweite Jahr keine Stickstoffdüngung erhalten haben (**Doppel-Nullparzellen**), haben weniger Stickstoff nachgeliefert, als die einjährigen Nullparzellen. Der Unterschied ist jedoch nicht sehr groß. Er läßt sich mit Unterschieden im Nmin-Wert zur Maissaat nicht zufriedenstellend erklären.

Dem seit 1991 bestehenden **Standortspotential-Netz** konnten 38 neue Parzellen hinzugefügt werden. Die Auswertung dieser Ergebnisse erfolgt mehrjährig gemeinsam mit Spezialisten der AGPM.

Die **Stickstoffdüngungs-Dauerversuche** haben folgende Ergebnisse geliefert:
- auf tiefgründigen Böden (z.B. Obernai) reicht die empfohlene Düngung auch nach drei Jahren aus, um das vorgesehene Ertragsziel zu erreichen. Der Versuch wirft dabei aber die Frage nach der richtigen Festlegung dieses Ertragszieles auf. Der Versuch konnte 1995 nicht weitergeführt werden, da das Landwirtschaftsgymnasium Obernai die Versuchsfläche abgeben mußte.
- auf flachgründigem Boden (z.B. Meyenheim) hat sich die empfohlene Düngung als unzureichend für die Erzielung des Höchstertrags erwiesen. Im Jahr 1995 konnte auf dieser Fläche im Nachhinein der Auswaschungsverlust durch starke Frühjahrsniederschläge auf 30 kg N/ha beziffert werden.

In Baden-Württemberg

Auf den **Nullparzellen** haben sich nach Brache und auf Flächen mit Einsatz von Wirtschaftsdüngern erhöhte Bodennachlieferungen ergeben. Es sieht so aus, als ob die Untersuchungsverfahren für den Stickstoffgehalt von Pflanzen im Elsaß und in Baden-Württemberg nicht zu den selben Ergebnissen führen. Bei Zugrundelegung der deutschen Ergebnisse würde sich eine systematische Überschätzung der Stickstoffgehalte des Aufwuchses ergeben

Die **Standortspotential-Parzellen** weisen starke Ertragsschwankungen in Abhängigkeit von Standort und Bodentyp auf. Die begrenzte Anzahl dieser Versuche und das Fehlen der Angaben zum Tausendkorngewicht verunmöglichen eine genauere Interpretation dieser Ergebnisse.

Die **Stickstoffdüngungsversuche:**

- Im Jahr 1994 wurden drei Versuche und drei Demonstrationen angelegt. Für eine genaue Auswertung der Versuche sind jedoch (mindestens drei) Wiederholungen erforderlich. Mit Demonstrationen (ohne Wiederholungen) lassen sich normalerweise keine gesicherten Ergebnisse erzielen. Dieser Mangel wurde im Jahr 1995 behoben und es wurden sechs Versuche mit Wiederholungen angelegt.
In den Versuchen des Jahres 1994 wurden zwei Versuchsfragen übereinandergelegt: die Frage nach der Höhe der Stickstoffdüngung und die Frage nach dem richtigen Düngungstermin. Das Programm zur Höhe der Stickstoffdüngung sah eine einmalige Düngergabe zur Saat vor. Auf durchlässigen Böden wurde der Stickstoff dann im Mai teilweise durch Niederschläge ausgewaschen, was Rückschlüsse auf die optimale Höhe der N-Düngung verunmöglicht.
Die Versuche des 'Pilotpojekts', bei denen sowohl unterschiedliche Düngermengen als auch verschiedene Düngungstermine erprobt wurden, waren mit den restlichen Versuchen nicht direkt vergleichbar. Wurde der Optimalertrag verfehlt, so war nicht klar, ob die Stickstoffdüngung zu gering war, oder der Düngungszeitpunkt zu spät lag. Die Versuchsanordnung wurde 1995 dahingehend geändert, daß die Düngetermine in allen Varianten gleich waren.

Vergleich der 1994 geprüften Methoden zur Düngungsberechnung:

- Keine der untersuchten Methoden erlaubt wirklich eine sichere Berechnung der richtigen Düngung.
- Die 'ortsübliche' Düngung ist im Allgemeinen zu hoch.
- Keine der geprüften Methoden erlaubt die Berechnung der optimalen Düngung in Wasserschutzgebieten; alle führen zu einer zu hohen Düngung.
- Die Methoden 'NID' und 'Netto-Entzug' ergeben nur in 1 von 4 Fällen die technisch oder wirtschaftlich optimale Düngung. Beide neigen dazu, die für den Höchstertrag erforderliche Düngung zu unterschätzen.
- Die Methode 'Pilotprojekt' erlaubt nicht die Erreichung des Optimalertrags; es ist unklar, ob die Ursache in der Höhe der Düngung oder im Zeitpunkt liegt. Für eine Verbesserung dieser Methode wären beide Faktoren getrennt zu untersuchen.
- Bezüglich des Nmin-Werts nach der Ernte tritt keine der geprüften Methoden besonders hervor. Unabhängig von der Höhe der Düngung ergeben sich Werte über oder unter 45 kg N/ha. Das würde den Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung in Frage stellen oder gar die Methode an sich, zumindest bei bestimmten Bodentypen.

Bei den Versuchen des Jahres **1995** läßt sich feststellen, daß die NID-Düngung (basierend auf dem Nmin-Wert im 6-Blatt-Stadium des Mais) in 5 von 6 Fällen den Ertrag und damit den Deckungsbeitrag des Landwirts begrenzt. Dieses Ergebnis ist zum Teil bedingt durch die Witterungsbedingungen des Jahres 1995 mit seinem nassen Frühjahr, das auf durchlässigen Böden zu Stickstoffauswaschungen geführt hat und die Düngung auf schweren Böden (Hegau) verzögert hat. Die Berechnungsgrundlagen der NID-Methode sollten überprüft werden (Einflüsse des Bodentyps und der Vorfrucht).

Die NID-Düngung hat in 5 von 6 Fällen die Grenze von 45 kg Nmin/ha nach der Ernte eingehalten. In 3 von 6 Fällen ist jedoch die N-Düngung, die die 45 kg/ha-Grenze einhält, mit Ertragseinbußen für den Landwirt verbunden.

VI. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

Im Elsaß haben die 1994 und 1995 durchgeführten die bereits verfügbaren Referenzwerte im allgemeinen bestätigt. Den Fällen von Abweichungen der Bodennachlieferung von den Vorhersagen mit Hilfe der Tabelle wird weiter nachgegangen, ebenso wie der Frage der angemessenen Aufteilung der Düngung auf flachgründigen Böden.

In Baden-Württemberg haben die beiden Versuchsjahre Verbesserungen bei der Versuchsdurchführung ermöglicht, indem
- die Bedeutung von Versuchen mit Wiederholungen gezeigt wurde,
- besser angepasste Ausbringungstermine für die N-Düngung bei durchlässigen Böden gefunden wurden. Eine weitergehende Feinabstimmung ist zweifellos noch bei tiefgründigen Böden erforderlich, um zu späte Gaben zu verhindern.
- gleich große Abstände zwischen den einzelnen Düngungsstufen gewählt wurden, was eine bessere Interpretation der Pflanzenreaktion auf die Stickstoffdüngung ermöglicht.

Die erzielten Ergebnisse zeigen, daß es bei der Berechnung der richtigen Stickstoffdüngung von Mais noch Spielraum für Verbesserungen gibt, damit sowohl den Forderungen nach Einkommen für die Landwirte als auch nach Schutz des Grundwassers Rechnung getragen wird.

VII. ZUSAMMENFASSUNG

Im Elsaß und in Baden-Württemberg erfolgt die Sicherung der Grundwasserqualität hinsichtlich des Nitratgehalts über den Weg der Beherrschung der Stickstoffdüngung von Mais. Letztere soll mit Hilfe einer vereinfachten Bilanzierungsmethode für die Errechnung der Düngermenge verbessert werden.

Im **Elsaß** hat die Überprüfung der verschiedenen Parameter der vorgeschlagenen Methode gezeigt, daß diese in der Mehrheit der Fälle gut angepaßt ist. Dennoch überschätzt diese Methode meistens die erforderliche Stickstoffdüngung, was für die Grundwasserqualität noch nicht optimal ist.
Es bleibt abzuklären, ob gewisse Fälle des Versagens zufällig waren. Darüberhinaus ist ein Verfahren zur zuverlässigeren Festlegung eines objektiven Ertragszieles zu entwickeln.

In **Baden-Württemberg** hat sich keine der vorgeschlagenen Berechnungsmethoden als absolut zuverlässig erwiesen. Sie neigen dazu, die erforderliche Stickstoffdüngung zu unterschätzen. Die neue NID-Methode (1995) muß noch überarbeitet werden, insbesondere um außergewöhnlichen Witterungsverläufen besser Rechnung zu tragen. Ferner sind die Modalitäten der Stickstoff-düngung für die verschiedenen Bodentypen sowie die Düngetermine noch genauer festzulegen.
Der Nmin-Wert im November scheint unabhängig von der Methode der Stickstoff-Düngungsberechnung zu sein. Das Ziel eines Nmin-Wertes im November von unter 45 kg/ha läßt sich nicht immer ohne Ertragseinbußen erreichen.