

# ITADA

Institut Transfrontalier d'Application et de Développement Agronomique  
Grenzüberschreitendes Institut zur rentablen umweltgerechten Landwirtschaft



**1996-1999**

## Abschlussbericht zum Projekt A 1.4

### Erarbeitung von Grundlagen für die Regionalisierung von Stickstoff-Beratungsempfehlungen im Ackerbau

Projektleitung: M.L. Burtin Ass. pour la Relance Agronomique en Alsace (ARAA)  
F. Juncker-Schwing Ass. Gén. Producteurs de Maïs (AGPM) Colmar

Partner: Dr. Vetter Institut f. umweltger. Landbewirtsch. Müllheim (IfUL)

Mitbeteiligte: Services d'Utilité Agricole et de Développement 67 et 68 (SUAD)  
Institut Technique des Céréales et des Fourrages (ITCF) Colmar  
Staatl. Landw. Untersuchungs- u. Forschungsanstalt Augustenberg (LUFA)  
Landesanstalt für Pflanzenbau Baden-Württemberg (LAP)  
Regierungspräsidium Freiburg, Abt. Landwirtschaft

**Projekt gefördert durch die EU-Gemeinschaftsinitiative INTERREG II 'Oberrhein Mitte-Süd'**

Association pour la Relance Agronomique en Alsace (ARAA)  
Association Générale des Producteurs de Maïs (AGPM)  
Institut für umweltgerechte Landbewirtschaftung Müllheim (IfUL)

**ITADA-Sekretariat: 2 allée de Herrlisheim, F-68000 COLMAR**  
Tel.: 00333 89 22 95 50 Fax: 00333 89 22 95 59 eMail: [itada@wanadoo.fr](mailto:itada@wanadoo.fr)

<b>VORWORT UND ALLGEMEINE EINFÜHRUNG</b>	<b>4</b>
<b>A ERARBEITUNG VON SYSTEMEN FÜR DIE GRUPPENBERATUNG</b>	<b>5</b>
<b>A1 für Mais</b>	<b>5</b>
1 Problemstellung und Ziele	5
2 Die Stickstofflieferung des Bodens bei Mais	6
Ziele	6
Methoden	6
Ergebnisse	6
1. in Getreidefruchtfolgen	6
2. nach besonderen Vorfrüchten	9
Schlussfolgerung	9
3 Einfluß der Auswahl von Referenzwerten auf die Beratungsempfehlung	10
4 Stickstoffverwertung bei schwierigen Böden	13
Ziele	13
Methoden	13
Ergebnisse	13
Schlussfolgerungen	18
5 Zusammenfassung	19
<b>A2 für Weizen</b>	<b>20</b>
1 Problemstellung und Zielsetzung	20
2 Methoden	20
2.1 Erstellung einer Datei mit Frühjahrs-Nmin-Werten unter Weizen seit 1992	20
2.2 Überprüfung von AZOBIL	21
3. Ergebnisse Frühjahrs-Nmin-Werte	21
3.1 im Elsaß	21
3.1.1 Allgemeine Auswertung der Datei	22
3.1.2 Auswertung der Jahreseffekte	24
3.1.3 Auswertung der Vorfruchteffekte	25
3.1.4 Schlußfolgerung zu Frühjahrs-Nmin-Werten	26
3.2 in Baden	26
4. Überprüfung von AZOBIL	28
4.1 Verfügbare Daten	28
4.2 Ergebnisse	28
4.2.1 Ertragsziel und tatsächliche Erträge	28
4.2.2 Die optimale Düngung	28
4.2.3 Optimale Düngung und Frühjahrs-Nmin-Wert	32
4.2.4 Berechnungen mit Frühjahrs-Nmin-Mittelwerten	33
4.2.5 Vergleich der Düngungsberechnungen mit AZOBIL und NID	33
4.2.6 Stickstofflieferung des Bodens	37
4.3 Schlußfolgerungen für die Berechnung der optimalen Stickstoffdüngung	39
5. Zusammenfassung	40

---

**TEIL B: NUTZBARMACHUNG DER DATEN VON REGIONALEN N<sub>MIN</sub>-BEPROBUNGEN  
IM OBERRHEINGEBIET FÜR DIE DÜNGUNGSBERATUNG**

<b>1. Ausgangssituation und Zielsetzung</b>	<b>41</b>
<b>2. Methodik</b>	<b>41</b>
<b>2.1 Kleinräumige Auswertung von Bodennitratwerten</b>	<b>42</b>
2.1.1 Struktur der ACCESS <sup>®</sup> -Nitratdatenbank	42
2.1.2 Eingabe der Daten	45
2.1.3 Auswertung der Daten	47
<b>2.2 Großräumige Auswertung von Bodennitratwerten</b>	<b>48</b>
<b>3. Ergebnisse</b>	<b>49</b>
<b>3.1 Kleinräumige Auswertung</b>	<b>50</b>
3.1.1 NID-Daten	50
3.1.2 Daten aus dem Mais-Pilotprojekt	53
<b>3.2 Großräumige Auswertung</b>	<b>58</b>
3.2.1 Frühjahrs-Nmin-Werte (NID) in Abhängigkeit von Herbstdüngung, Fruchtart und Jahr	59
3.2.2 Frühjahrs-Nmin-Werte (NID) in Abhängigkeit von Tierhaltung, Fruchtart und Jahr	60
3.2.3 Frühjahrs-Nmin-Werte (NID) in Abhängigkeit von Saatverfahren, Fruchtart und Jahr	61
3.2.4 Frühjahrs-Nmin-Werte (NID) in Abhängigkeit von Ackerzahl, Fruchtart und Jahr	62
3.2.5 Frühjahrs-Nmin-Werte (NID) in Abhängigkeit von Bodenart, Fruchtart und Jahr	63
3.2.6 Frühjahrs-Nmin-Werte (NID) in Abhängigkeit von Vorfrucht, Fruchtart und Jahr	64
3.2.7 Frühjahrs-Nmin-Werte (NID) in Abhängigkeit von Stroh/Blattbergung, Fruchtart und Jahr	65
3.2.8 Frühjahrs-Nmin-Werte (NID) in Abhängigkeit von Zwischenfrucht, Fruchtart und Jahr	66
<b>4. Zusammenfassung</b>	<b>69</b>
<b>5. Schlussfolgerungen</b>	<b>71</b>
<b>ANHANG</b>	<b>72</b>
<b>Anhang A1</b>	
1. Versuchsplan für Nullparzellen	72
2. Die Nullparzellen des Jahres 1996	73
3. Die Nullparzellen des Jahres 1997	74
4. Die Nullparzellen des Jahres 1998	76
5. Versuchsplan der Düngungsversuche am Vogesenfuß (Piemont)	78
6. Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Versuchspartellen	79
7. Ergebnisse der Düngungsversuche	80
<b>Anhang A2</b>	
1. Versuchsplan	81
<b>Anhang B</b>	
1. Abkürzungsverzeichnis	82
2. Wetterdaten von 1992 - 1997	83
3.1 Abbildungen der Nmin-Ergebnisse des Mais-Pilotprojekts	86
3.2 Ausdrucke der NID-Datei	113

## **Vorwort und Allgemeine Einführung**

Im Elsaß wie in Baden-Württemberg erfolgt der Schutz der Grundwasserqualität bezüglich Nitrat über eine besser bemessene Stickstoffdüngung der bedeutenden Feldfrüchte wie Mais und Getreide. Diese machen im Elsaß 210.000 ha und in Baden-Württemberg 648.000 ha aus und sind die bedeutendsten Flächennutzungen in der Rheinebene.

Die beiden Regionen haben sich bereits seit langem für unterschiedliche landwirtschaftliche Beratungsstrategien entschieden: Im Elsaß werden Methoden zur Gruppenberatung angestrebt während in Baden-Württemberg eine schlagbezogene Beratungsempfehlung gegeben wird.

Ziel des Projekts A1.4 im Elsaß ist die Vervollständigung und Überprüfung der Instrumente für die Gruppenberatung bei Mais bzw. deren Erarbeitung bei Weizen.

In Baden-Württemberg hat sich durch die schlagbezogene Düngungsberatung ein umfangreicher Datenschatz mit Frühjahrs-Nmin-Werten angesammelt. Es erschien interessant, diesen einmal umfassend auszuwerten, um eventuell Gesetzmässigkeiten der Variation dieser Werte herauszufinden. Damit würde sich mit der Zeit die große Arbeitsbelastung durch die schlagspezifischen Messungen reduzieren lassen.

Die Arbeiten wurden parallel durchgeführt und die abschließende Bewertung hat zu gemeinsamen Ergebnissen bezüglich einiger Aspekte geführt.

Dieser Abschlußbericht ist in zwei Abschnitte gegliedert:

A: Die Erarbeitung von Systemen zur Gruppenberatung

A1 für Mais

A2 für Weizen

B: Nutzbarmachung der Daten von regionalen Nmin-Beprobungen im Oberrheingebiet für die Düngungsberatung.

## A ERARBEITUNG VON GRUPPENBERATUNGSSYSTEMEN

### A1 MAIS

#### 1. Problemstellung, Zielsetzung und Methodik - Einführung

Im Elsaß wie in Baden-Württemberg erfolgt der Schutz der Grundwasserqualität (Grundwasservorkommen am Oberrhein) unter anderem durch eine bessere Handhabung der Stickstoffdüngung von Mais, der den größten Teil der landwirtschaftlichen Fläche in der Region ausmacht.

Seit 1987 werden im Elsaß unter Anleitung der ARAA Referenzwerte erarbeitet: Sie betreffen sowohl die Höhe der mineralischen Stickstoffdüngung, als auch die Düngeformen oder die Ausbringungstermine. Sie ermöglichen es, in Abhängigkeit von Anbausystem und Bodentyp zuverlässige Empfehlungen zu geben. Sie dienen insbesondere auch der Unterstützung der verschiedenen FERTI-MIEUX-Aktionen, die im Elsaß gestartet wurden.

Die verwendete Methode beruht auf einer vereinfachten voraussichtlichen Bilanz.

$$X = bY + N_{nv} - N_0$$

wobei

- X = Stickstoffdüngung (kg N/ha)
- b = 2,3 kg N/dt Maiskörner
- Y = Ertragsniveau (dt/ha)
- N<sub>nv</sub> = für die Kultur nicht verfügbarer Stickstoff im Boden
- N<sub>0</sub> = Stickstofflieferung des Bodens

Für die Anwendung einer solchen Gleichung in der landwirtschaftlichen Beratung ist es erforderlich, die Größen der Gleichung zu parametrieren. Dies gilt insbesondere für die Höhe der Stickstofflieferung des Bodens bei den verschiedenen im Elsaß vorkommenden Bodentypen und Anbausystemen.

Das Ziel im Rahmen dieses Projekts ist es, die Datenbasis für die Stickstoffnachlieferung des Bodens zu verbreitern und zu vervollständigen. Die Stickstofflieferung des Bodens wird auf einer großen Anzahl unterschiedlicher, klar definierter Schläge gemessen, welche einjährig ungedüngt sind. Die Versuche der Jahre 1996 bis 1998 sollten insbesondere besondere Situationen einbeziehen, für die bisher nur wenig Daten vorlagen, die jedoch für eine sichere Düngungsberatung dennoch erforderlich sind, d.h. für wenig bearbeitete Bodentypen und besondere Vorfrüchte.

Die Zusammenschau der drei Versuchsjahre soll ermöglichen abzuklären, ob sich die bisher angenommenen Werte nicht im Laufe der Zeit verändern, sowie neu untersuchte Situationen hinzufügen. Außerdem kann aus diesem Anlaß die Auswirkung verschiedener Typen von Referenzwerten auf die Düngungsberatung diskutiert werden.

Desweiteren ist im Laufe der letzten Jahre klargeworden, daß diese Methode bei bestimmten Böden, wo der Düngerstickstoff schlecht verwertet wird, schlecht 'funktioniert' hat. Diese Thematik wurde mittels Stickstoffdüngungsversuchen untersucht.

Dieser Abschnitt umfaßt also 3 Teile:

- Die Stickstofflieferung der Böden bei Mais im Elsaß.
- Der Einfluß der Wahl eines Referenzwerttyps für die N-Lieferung des Bodens auf die Düngung.
- Die Stickstoffverwertung auf schwierigen Böden.

## **2. Stickstofflieferung des Bodens bei Mais**

### **Ziele**

Die Anlage und Betreuung von Nulldüngungsparzellen in den Jahren 1996 bis 1998 im Elsaß hatte zum Ziel, die seit 1987 aufgebaute Datenbasis zu verbreitern und zu vervollständigen. Im Rahmen dieses Abschlußberichts sollen also die in diesen 3 Jahren gewonnenen Daten in diese Grundlage eingefügt werden und die solchermaßen vervollständigte Datenbasis daraufhin überprüft werden, ob die bis dato verbreiteten Empfehlungen immer noch gültig sind.

### **Methoden**

Die Nullparzellen sind Maisschläge, die im Versuchsjahr keinerlei Mineraldünger erhalten haben. Die Stickstofflieferung des Bodens wird bestimmt, indem der Mais-Aufwuchs und sein Stickstoffgehalt gemessen werden. In Abwesenheit jeglicher Mineraldüngung stammt dieser Stickstoff aus der im Boden verfügbaren Fraktion (Humus, Vorfrucht, organische Düngung).

### **Ergebnisse**

#### **2.1. Getreidefruchtfolge**

Es wurde eine Auswertung der von der ARAA zwischen 1987 und 1998 angelegten Datenbasis mit gesamthaft über alle Standortsituationen 782 Ergebnissen von Nullparzellen vorgenommen.

Im Rahmen der Überprüfung der regionalen Bodennachlieferungstabelle wird nur auf Ergebnisse aus Getreidebausystemen eingegangen, d. h. die Fälle mit Mais nach Mais oder Weizen, ohne Einsatz von Wirtschaftsdüngern. Für Ergebnisse von Flächen mit Wirtschaftsdüngereinsatz wird auf den ITADA-Bericht A1.1 verwiesen.

Die Auswertung der Daten wird in Form einer Tabelle dargestellt, die in Abhängigkeit vom Bodentyp Werte der Stickstofflieferung des Bodens angibt. Für die Fälle, wo genügend Daten vorliegen, wurde die Verteilung der Werte nach Quintilen analysiert. Die so erhaltenen Werte werden mit den bis anhin in der Datengrundlage für die Düngungsberatung verwendeten Minimalwerten verglichen, die durch Abzug der Standardabweichung vom Mittelwert festgelegt wurden. Damit kann man schnell erkennen, ob die aktuelle Tabelle immer noch gültig ist.

Die jahreweise (1997, 98 und 99) ausgewerteten Ergebnisse (s. Zwischenbericht) haben gezeigt, daß die solchermaßen ermittelten Werte der N-Nachlieferung insgesamt über den bisher gültigen Minimalwerten liegen.

**Tabelle 1 -Stickstoffnachlieferung des Bodens auf Nullparzellen (kg N/ha)  
Auswertung der Nullparzellen 1987 - 1998 in Getreidefruchtfolgen ohne Wirtschaftsdüngereinsatz**

Bodentyp	lokaler Bodencode	Vorfrucht	Anzahl Ergebnisse	Minimum	Mittelwert	Standardabweichung	Mittel - Stddabw.	Regionaler Referenzw.	Q1	Median	Q4	Bewertung Tab.wert
flachgründige Hardt	110	KM - (WW)	42	41	81	20	61	60	63	79	91	bestätigt
tiefgründige Hardt	112	KM+WW	36	78	128	36	92	100	98	115	164	bestätigt
Tiefgestade des Rheins	120	KM	29	71	140	51	89	100	95	126	186	bestätigt
Illebene	130	KM+WW	30	80	120	30	90	90	95	120	139	bestätigt
kiesiges braunes Ried	111	KM	9	106	132	23	109	105	115	130	138	überarbeit. 110 ?
graues Ried	131	KM	13	81	150	38	112	100	125	147	169	überarbeit. 120 ?
schwarzes Ried Süd	163	KM	16	87	160	54	106	100	106	152	200	bestätigt
sandig tonige Lehme	140	KM+WW	26	86	143	42	101	100	113	132	174	überarbeit. 110 ?
Sande	154	KM	15	41	84	23	61	60	66	84	107	bestätigt
schwarzes Ried Nord	164	KM+WW	19	137	203	45	158	150	157	201	234	bestätigt
Ochsenfeld	170	KM	14	59	109	45	64	60	60	104	150	bestätigt
Lehme	220	KM	31	44	111	40	70	80	80	107	136	bestätigt
Loess Haut-Rhin	210	KM	13	64	129	49	80	-	85	103	182	80
Loess Nordelsass	210	KM+WW	8	75	135	32	103	-	95	140	151	100
Loess Rest v. Bas-Rhin	210	KM+WW	61	85	163	38	125	130	123	151	183	bestätigt
Lehm/Loess Sundg. + Nord-Elis.	214	KM	10	95	120	-	-	-	102	123	129	100
Lehm/Loess Bas-Rhin, Rest	214	KM+WW	9	109	168	-	-	-	110	175	203	110

KM = Körnermais WW = Winterweizen Q1 = 1. Quintil Q4 = 4. Quintil

In Getreidebausystemen bestätigt die große Mehrzahl der Ergebnisse die regionale Tabelle für die Stickstoffdüngungsberatung zu Mais. Die Auswertung einer großen Anzahl von Werten erlaubt jedoch noch eine Verfeinerung in bestimmten Fällen.

- Bislang wurde als Referenz der 'Mittelwert - Standardabweichung' genommen. Berechnet man diesen Wert für alle seit 1987 ermittelten Ergebnisse, so ergibt sich ein relativ kleiner Abstand zwischen dem Wert des ersten Quintils und dem bisher als regionalem Referenzwert angenommenen Wert. Dort wo es zu signifikanten Abweichungen kommt, liegt der neue Wert eher unter der Referenz. Der Nachteil der bisher verwendeten Methode ist, daß die Standardabweichung genauso stark auf anormal niedrige wie anormal hohe Werte reagiert und deshalb zur Zunahme neigt. Deshalb ist es zweifellos richtiger, als Referenzwert das erste Quintil (Q1) zu verwenden.
- Im Vergleich zu diesem Wert Q1, d. h. demjenigen, der unter 80% aller anderen Ergebnisse liegt, gibt es nur geringe Abweichungen mit Ausnahme von 3 Bodentypen: So ist im kiesigen braunen Ried, im grauen Ried und auf tonig-sandigem Lehm der Wert des ersten Quintils gegenüber dem regionalen Referenzwert leicht erhöht (10 - 25 kg N/ha). Hier stellt sich die Frage, ob dies eine Überarbeitung der Referenztabelle rechtfertigt.

#### *Die Sonderfälle Loess und Loesslehm*

Auf diesen Bodentypen wurden zahlreiche Referenzwerte ermittelt. Bei der Auswertung der Ergebnisse zeigen sich Unterschiede zwischen den beiden Departements sowie sogar zwischen verschiedenen Gebieten innerhalb des Unterelsaß. Deshalb hat man, je nach Kleinregion, mit unterschiedlichen Werten zu rechnen.

#### *Die Loesse*

- Im Oberelsaß gibt es innerhalb von 13 Ergebnissen 2 Gruppen mit sehr unterschiedlichen Nachlieferungen: 8 Ergebnisse mit einer Variation von 64 - 110 kg N/ha; 5 Ergebnisse mit einer Variation von 170 - 217 kg N/ha. Es ist nicht möglich, diese einem speziellen Gebiet zuzuordnen; die Vorfrucht war immer dieselbe.  
Stellt man alle 13 Werte zusammen und betrachtet ihre Verteilung, so findet man einen Median von 103 kg und ein Q1 von 85 kg N/ha, welches sehr nahe beim bisher für die Beratung verwendeten Minimum liegt (Mittelwert - Standardabweichung = 80 kg N/ha).
- Im Unterelsaß stellt man nach Mais und Weizenvorfrucht einen deutlichen Unterschied in der Stickstofflieferung der Loesse nördlich des Haguenauer Walds und im restlichen Departement, südlich davon, fest. Im Norden des Departements liegt das erste Quintil bei 95 kg/ha und der Median bei 140 kg N/ha während überall sonst die Nachlieferung einheitlicher und mit 123 bzw. 151 kg N/ha deutlich höher ist.  
Dies führt uns also zur Unterscheidung der Loesse nach ihrer geographischen Lage und zu einer Anpassung der Düngungsempfehlung auf dieser Grundlage.

#### *Die Loesslehme*

Die Analyse der Datenbasis ergibt zwei Gruppen von Werten und scheidet den Sundgau sowie das Gebiet nördlich des Haguenauer Waldes mit einem Median von 123 kg N/ha deutlich vom restlichen Unterelsaß, wo die Bodenlieferung mit einem Median von 175 kg N/ha deutlich höher liegt.

Wie beim Loess fallen die nördlichen und südlichen Extreme des Elsaß durch niedrigere Bodenlieferungswerte auf, was wahrscheinlich auf das gegenüber dem mittleren Elsaß kühlere und niederschlagsreichere Klima dieser Gebiete, das die Mineralisierung weniger begünstigt, zurückzuführen ist.

Die große Zahl der Ergebnisse auf Loess und Loesslehm erlaubt also eine Verfeinerung der Beratung in Abhängigkeit von der geographischen Lage.

## 2.2 Besondere Vorrüchte

Zu den Hauptzielen des Arbeitsprogramms 1996-1998 zählt die Kenntnis der Stickstoffausnutzung durch Mais in besonderen, bisher wenig bearbeiteten Situationen, insbesondere solchen, wo der Mais auf eine Sonderkultur wie Kohl, Tabak oder Kartoffeln folgt.

Diese Kulturen hinterlassen im Allgemeinen viel Stickstoff im Boden für den nachfolgenden Mais, wobei dieser aus der Zersetzung von stickstoffreichen Ernterückständen (Kohl) oder von der schlechten Verwertung des gedüngten Stickstoffs durch die Kultur (Tabak) stammen kann. In beiden Fällen gibt es erhöhte Bodennitratgehalte nach der Ernte.

Ziel ist hier, den für den Mais verfügbaren Stickstoffüberschuss zu quantifizieren, um diesen bei der Düngungsempfehlung berücksichtigen zu können.

Während der Laufzeit des Projekts, von 1996 bis 1998, konnten 15 Werte für besondere Situationen gewonnen werden. Diese wurden in die seit 1987 bestehende allgemeine Datenbank aufgenommen und haben diese in diesen Bereichen gestärkt. Insgesamt stehen 9 Werte nach Kohl, 11 nach braunem Tabak, 9 nach Stilllegung und 2 nach Kartoffeln zur Verfügung.

In Anbetracht der geringen Anzahl von Ergebnissen nach Kartoffeln wollen wir nur diejenigen für Kohl, Tabak und Stilllegung berücksichtigen.

Die Bodennachlieferungswerte variieren in diesen Fällen je nach Bodentyp. Für die fraglichen Situationen sind die Werte in Tabelle 2 dargestellt, wobei der bisherige Referenzwert der Mittelwert - Standardabweichung ist.

**Tabelle 2:** Stickstofflieferung des Bodens nach besonderen Vorrüchten (kg N/ha)

Vorrucht	Bodentyp	Anzahl	Minimalwert der Bodenlieferg.	Mittelwert der Bodenlieferg.	Standard abweichg.	Mittelwert - Standard abweichg.	Differenz zur Bodenlieferg. n. Getreide
Kohl	Loess und Loesslehm	9	159	197	22	175	+ 40 bis 50
brauner Tabak	sandig toniger Lehm	2	128	131	4	128	+ 20 bis 30 (2 Ergebn.)
	Loess und Loesslehm	9	148	191	38	153	+ 20 bis 30
Stilllegung	flachgründige Hardt	2	93	96	4	92	+ 30 (2 Ergebn.)
	tiefgründige Hardt	2	121	124	4	120	+ 20 (2 Ergebn.)
	Tiefgestade des Rheins	3	106	172	62	110	+ 10 (3 Ergebn.)

Kohl hinterläßt am meisten Stickstoff im Boden, vor allem wenn er eingearbeitet wird. Vernünftigerweise kann man nach Kohl mit einer Nachwirkung von zusätzlichen 40 kg N/ha im Vergleich zu einer Maisvorrucht rechnen.

Zu braunem Tabak gibt es mit 9 Werten die sicherste Datengrundlage bei Loess: Auf diesem tiefgründigen und gut drainierten Boden kann mit zusätzlichen 20 - 30 kg N/ha gegenüber Maisvorrucht gerechnet werden. Dieses Ergebnis stellt den Wert von 60 kg N/ha, der vor einigen Jahren ermittelt wurde, in Frage. Auf sandig-tonigem Lehm, obwohl nur mit 2 Werten vertreten, liegt die zusätzliche Bodenlieferung in derselben Größenordnung.

Nach Brache gibt es nur wenige Werte zur N-Nachlieferung. Selbst auf nationaler Ebene gibt es keine Anhaltswerte. Bei den Versuchen im Elsaß läßt sich jedoch beobachten, daß die Stickstofflieferung nach einer Stilllegung immer höher liegt als nach Weizen oder Mais. Die Boden-

lieferungen variieren je nach Bodentyp und sind auf den Böden der Niederterasse des Rheins besonders variabel (erhöhte Standardabweichung), wo jedoch mindestens 10 kg N/ha zusätzlich erreicht werden. Auf den Böden der Hardt ist sie gleichmäßiger und mit 20-30 kg N/ha zusätzlich auch höher. Die Anzahl von Werten ist jedoch gering.

### *Schlußfolgerung*

Eine Sonderkultur oder Stilllegung als Vorfrucht bedingt im Allgemeinen eine höhere Bodennachlieferung beim nachfolgenden Mais als eine Mais- oder Getreidevorfrucht. Diese zusätzliche Nachlieferung schwankt, je nach Vorfrucht und Bodentyp zwischen 10 und 50 kg N/ha. Die mineralische Stickstoffdüngung kann deshalb um denselben Betrag reduziert werden. Die bis heute ermittelten Referenzwerte sind jedoch zahlenmäßig nicht immer ausreichend für eine solide Beratungsempfehlung, außer vielleicht bei Kohl, da die Nachwirkungseffekte groß sind und man auf Loess leicht mit 40 - 50 kg N/ha rechnen kann.

### **3. Einfluß der Wahl eines Referenzwerttyps auf die Beratung**

Bislang wurden die Empfehlungen zur N-Düngung von Mais auf Grundlage eines minimalen Werts für die Stickstofflieferung des Bodens gegeben, der nahe beim 1. Quintil lag. Es ist interessant zu untersuchen, welchen Einfluß die Wahl des Medianwerts anstelle dieses Minimalwertes hätte.

Dies ist dargestellt in Tabelle 3.

Der größte Fortschritt infolge einer Umstellung auf den Median-Wert als Referenzwert wäre bei den tonigen Riedböden, mit Ausnahme des kiesigen braunen Rieds zu verzeichnen. Hier liegen die Bodenlieferungen in der Hälfte der Fälle um mehr als 50 kg N/ha über dem bisherigen Referenzwert. Das bedeutet, daß die Maisdüngung hier um denselben Betrag reduziert werden könnte.

Bei anderen Bodentypen ist der Spielraum mit 20 - 30 kg N/ha geringer.

Diese Perspektive erscheint, ausschließlich unter Umweltaspekten betrachtet, interessant. Für den Landwirt, der einen optimalen Ertrag erzielen muß, ist eine Unterdüngung in jedem 2. Jahr jedoch nicht akzeptabel. Der Wert des ersten Quintils, d. h. in 80% der Fälle liegt die Bodenlieferung darüber, also der aktuell gültige regionale Referenzwert, stellt demnach eine gute Grundlage für die Berechnung der Stickstoffdüngung zu Mais im Elsaß dar.

**Tabelle 3:** Auswirkung der Wahl des Referenzwerttyps für die Bodennachlieferung (kg N/ha)

Bodentyp	aktueller regionaler Referenzwert	Q1	Median	Anpassung der Beratungsempfehlg. infolge Medianwerts
flachgründige Hardt	60	63	79	-20
tiefgründige Hardt	100	98	115	-15
Niederterrasse des Rheins	100	95	126	-25
Illebene	90	95	120	-30
kiesiges braunes Ried	105	115	130	-25
graues Ried	100	125	147	-45
schwarzes Ried Süd	100	106	152	-50
sandig-tonige Lehme	100	113	132	-30
Sande	60	66	84	-20
schwarzes Ried Nord	150	157	201	-50
Ochsenfeld	60	60	104	-40
Lehme	80	80	107	-25
Loess Haut-Rhin	-	85	103	-
Loess nördl. v. Hagenauer Wald	-	95	140	-
Loess Rest v. Bas-Rhin	130	123	151	-20
Lehm/Loess Sundgau + nördl. Hagen. W.	-	102	123	-
Lehm/Loess restl. Bas-Rhin	-	110	175	-

Diese Änderung bei der Wahl des Referenzwertes kann auch getestet werden, indem man nochmals alle im Elsaß seit 1987 durchgeführten Stickstoffsteigerungsversuche anschaut. Insgesamt sind dies 52 Versuche auf allen Bodentypen, bei denen man, da kein begrenzender Faktor vorliegt, eine optimale Stickstoffdüngung ermitteln kann, welche zum Höchstertag führt.

Für jeden Versuch kann man im nachhinein die Stickstoffdüngung errechnen, die zum Optimalertrag geführt hätte, und dies auf zweierlei Arten: Entweder mit dem Minimalwert der Bodennachlieferung oder mit dem Medianwert der Bodennachlieferung.

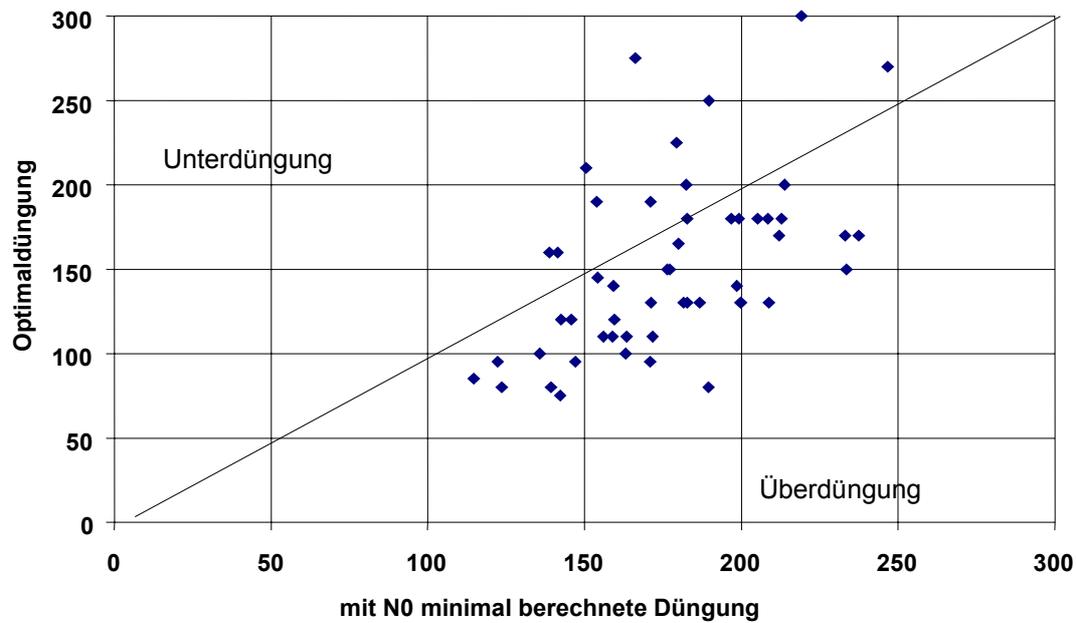
Der Vergleich dieses Wertes mit der in den verschiedenen Versuchen gemessenen 'optimalen Gabe' zeigt, daß auf 20 kg N/ha genau in vielen Fällen eine Überdüngung vorlag.

**Tabelle 4:** Analyse der Abweichungen zwischen gemessener und kalkulierter Optimaldüngung mit minimaler und auf Medianbasis festgelegter Bodenlieferung (auf 20 kg genau)  
N0 = Stickstofflieferung des Bodens auf einer ungedüngten Kontrollparzelle.

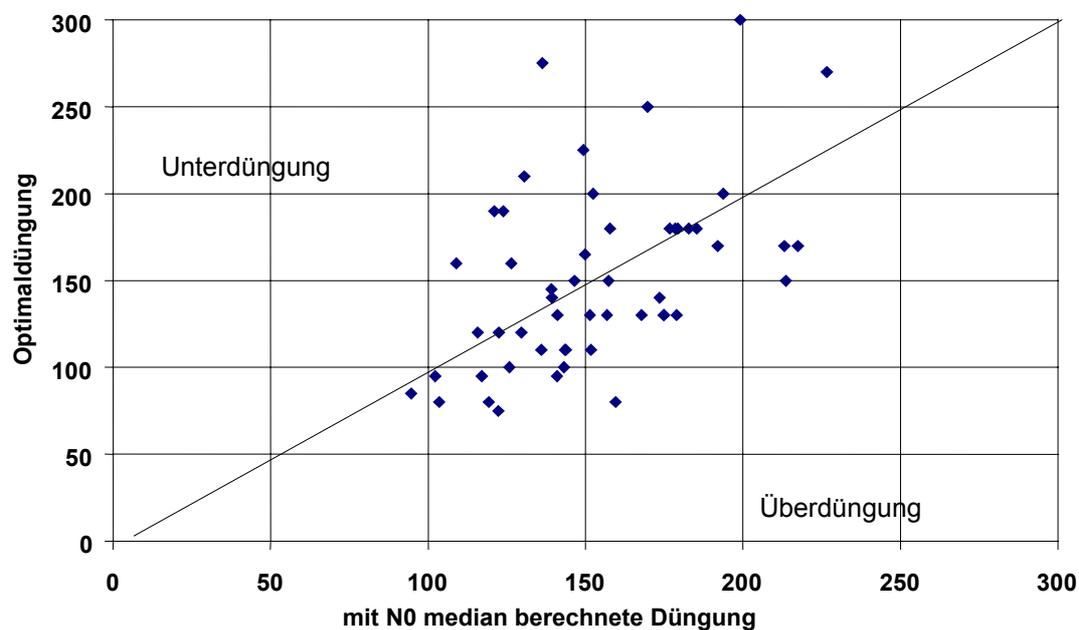
	gemessene Düng. < berechnete Düng. um mehr als 20 kg N/ha	gemessene Düngung = berechnete Düngung +/- 20 kg N/ha	gemessene Düngung > berechnete Düngung um mehr als 20 kg N/ha
Mit N0 minimal	34 Situationen (65% der Fälle)	10 Situationen (19% der Fälle)	8 Situationen (15% der Fälle)
Mit N0 Median	23 Situationen (44% der Fälle)	17 Situationen (33% der Fälle)	12 Situationen (23% der Fälle)
	<b>Überdüngung</b>	<b>richtige Düngung</b>	<b>Unterdüngung</b>

Dieser Vergleich lässt sich auch in Form von Graphiken darstellen, wo die Diagonale die Ideallinie zwischen der als optimal berechneten und der als optimal (nach-)gemessenen Düngung darstellt.

**Abbildung 1:** Vergleich von gemessener und mit N0minimal berechneter Düngung (kg N/ha)



**Abbildung 2:** Vergleich von gemessener und mit N0median berechneter Optimaldüngung



Wählt man den Minimalwert (Q1) der Bodennachlieferung N<sub>0</sub>, ergibt sich eine große Zahl von Fällen mit Überdüngung. Nimmt man für die Berechnung den Medianwert der Bodennachlieferung, so gelangt man zu einer besseren Übereinstimmung zwischen Theorie und Praxis. Nichtsdestotrotz gibt es auch bei Verwendung des Medianwerts, der, wie oben ausgeführt wurde, bezüglich der Ertragssicherheit höhere Risiken eingeht, in 44% der Fälle eine Überdüngung (auf 20 kg N/ha genau) gegenüber der Theorie. Zu beachten ist auch, daß es in 23% der Fälle zu einer Unterversorgung kommt, was nicht vernachlässigbar ist. In 1/3 der Fälle ist die Düngung richtig bemessen.

### *Schlußfolgerung*

Man kann nicht verneinen, daß bei der Stickstoffdüngung im Elsaß noch ein Verbesserungsspielraum besteht. In der Tat zeigt der vorstehende Vergleich mehr Fälle von Überdüngung als von Unterdüngung oder richtiger Düngung auf. Trotzdem bleibt ein Risiko der Unterdüngung, welches nicht in den Griff zu bekommen ist und welches die Maisbauern nicht zu akzeptieren bereit sind bestehen, weil die Methode der voraussichtlichen Bilanz nicht sehr genau ist (berechnete theoretische Düngung).

## **4. Stickstoffverwertung auf schwierigen Böden**

### **Ziele**

Es geht darum die Stickstoffdynamik in schwierigen Situationen zu verstehen, insbesondere bei hydromorphen Böden auf Alluvionen der Vogesen, die zur Austrocknung neigen. Die verfügbaren Ergebnisse scheinen zu zeigen, daß der Stickstoff hier schlecht verwertet wird.

In den Jahren 1996-1998 wurden in Zusammenarbeit mit den Beratungsdiensten der Landwirtschaftskammern der beiden Departements vier Versuche am Fuße der Vogesen durchgeführt: 1996 in Efig (F-67) und Wattwiller (F-68); 1997 und 1998 nur in Wattwiller. Diese Versuche fanden statt auf mehr oder weniger hydromorphen lehmig-sandig-tonigen Böden. Die Schläge erhalten keine Wirtschaftsdünger und werden mit Getreidefruchtfolgen bewirtschaftet.

### **Methoden**

Die Düngungsstufen umkreisten die 160 kg N/ha, welche auf diesen Standorten in der Praxis üblich sind.

Die Stickstoffdüngungsstufen waren 0 - 80 - 120 - 160 - 200 und 240 kg N/ha.

Der Stickstoff wurde in zwei Gaben ausgebracht: 50 kg/ha zur Saat als Kalkammonsalpeter, der Rest im 5-6-Blatt-Stadium des Maises als Harnstoff.

Als Ertragsziel wurden 90 dt/ha festgesetzt. Jede Variante wurde vierfach wiederholt. Der genaue Versuchsplan befindet sich in Anhang 5.

### **Ergebnisse**

Die Ergebnisse der 4 Versuche sind in Tabelle 5 zusammengefasst und in den Abbildungen 3 bis 6 dargestellt.

**Tabelle 5:** Ergebnisse der Stickstoffdüngungsversuche am Fuße der Vogesen

	<b>Epfig 96</b>	<b>Wattwiller 96</b>	<b>Wattwiller 97</b>	<b>Wattwiller 98</b>
N-Lieferung Boden (kg N/ha)	178	211	202	194
Optimalertrag (dt/ha)	96	93	102	115
optimale N-Düngung (kg N/ha)	120	160	120	80
N-Aufnahme beim Optimum (kg N/ha)	217	227	236	265
Nmin nach der Ernte beim Optimum (kg N/ha)	26	58	158	nicht gemessen
Bilanzdefizit (kg N/ha)	75	122	-19	-
Düngerausnutzung %	32	10	20	89
kg N/dt Kornertrag	2,3	2,4	2,3	2,3
kg N/t TM Ganzpflanzenertrag	13,2	14,1	14,7	14,2

**Abbildung 3:** Stickstoffdüngungsversuch Epfig 1996

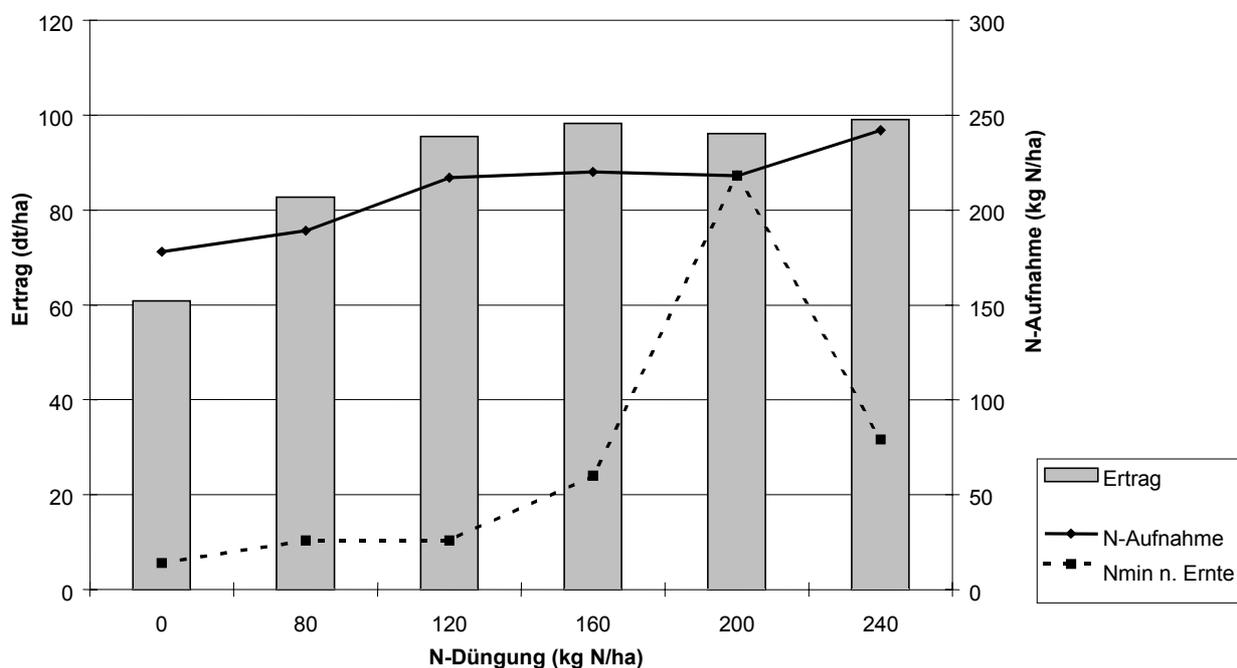


Abbildung 4: Stickstoffdüngungsversuch Wattwiller 1996

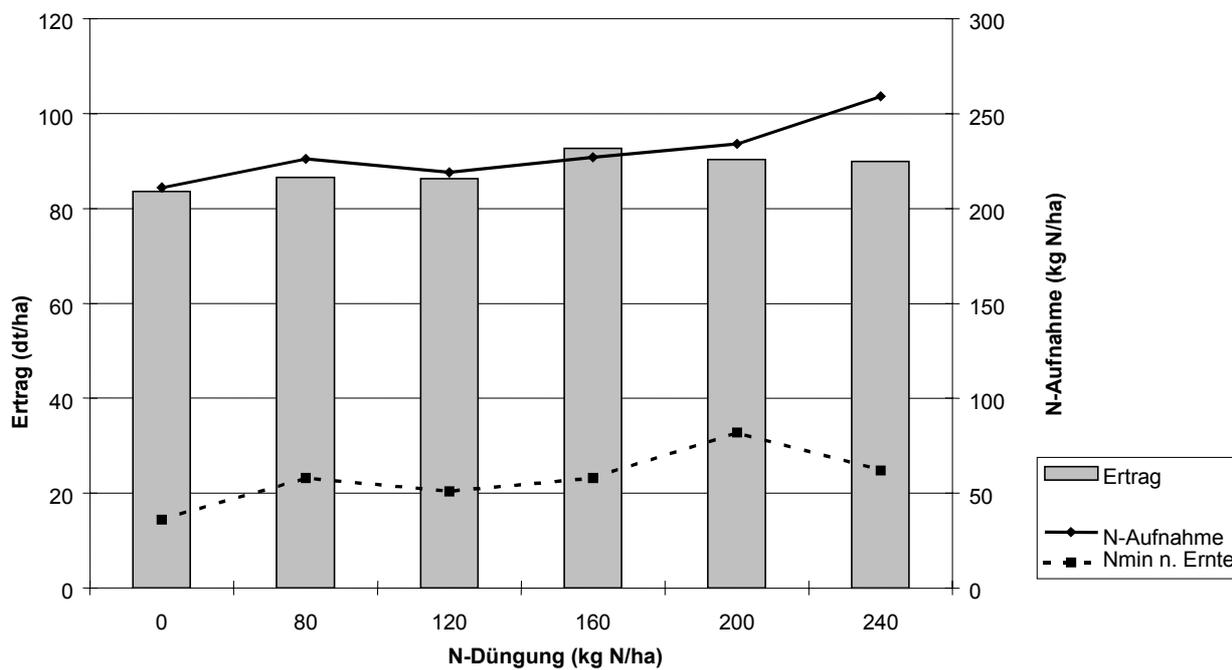
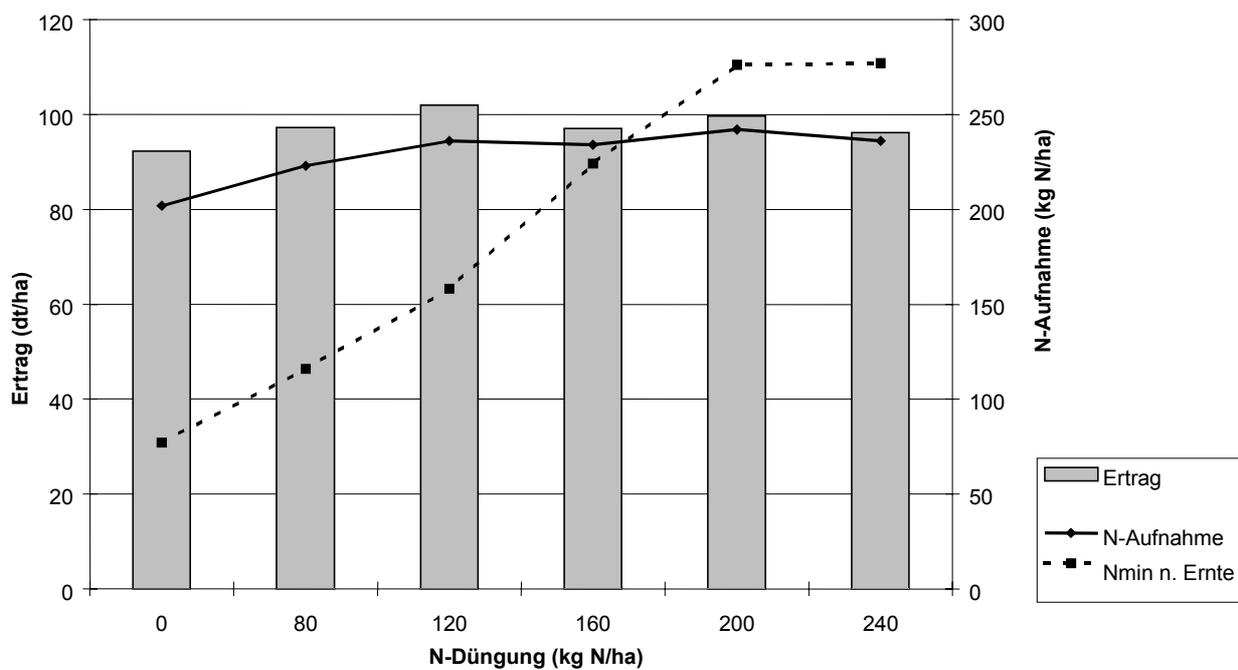
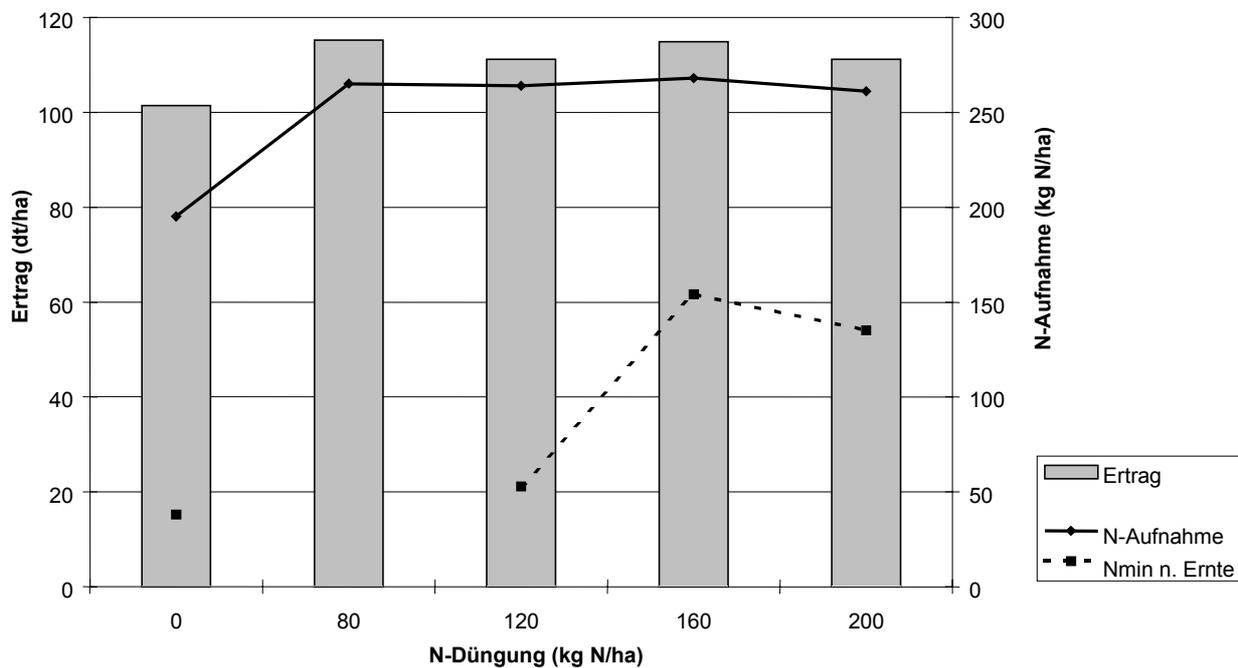


Abbildung 5: Stickstoffdüngungsversuch Wattwiller 1997

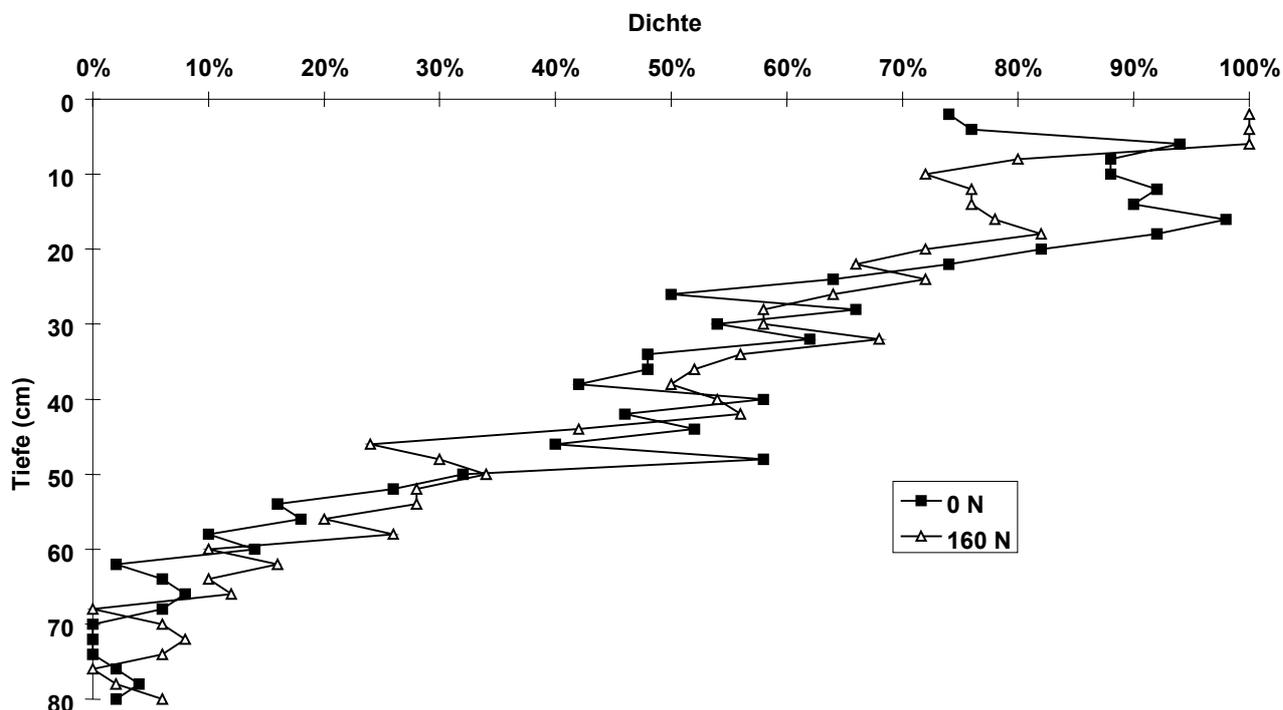


**Abbildung 6:** Stickstoff-Düngungsversuch Wattwiller 1998

### Kommentare

- Die Stickstofflieferungen des Bodens sind beträchtlich.
- In Anbetracht dieses Bodentyps und dafür, daß nicht beregnet, wurde ist das Ertragspotential gar nicht schlecht. Die schlechteren Ergebnisse des Jahres 1996 sind im Zusammenhang mit einem Frühfrost im September zu sehen, der die Zunahme des Tausendkorngewichtes unterbunden hat.
- Die offensichtliche Ausnutzung des Düngerstickstoffs (CAU) ist schlecht, mit Ausnahme von 1998, wo der Ertrag besonders hoch war. Dies ist eigentlich erstaunlich, da 1998 ein trockenes Jahr war und der Schlag nicht beregnet wurde.
- Das Optimum der Stickstoffdüngung variiert, liegt aber in keinem Fall über 160 kg N/ha. Dieser Wert kann also als Höchstwert festgehalten werden.
- Aufgrabungen des Bodenprofils im 6-Blatt-Stadium in Epfig 1996 und in Wattwiller 1997 zeigen verdichtete Zonen in 30 cm Tiefe, unter der Pflugsohle. Die Durchwurzelung ist gut bis in 60 cm Tiefe, geht jedoch kaum tiefer, egal ob gedüngt oder ungedüngt.

Abbildung 7: Durchwurzelungsprofil Epfig 1996



Diese schlechte Verwertung des Düngerstickstoffs lässt sich mit verschiedenen Hypothesen erklären:

- Der Empfindlichkeit gegenüber Bodenverdichtungen, welche einer guten Installation des Bestandes und einer guten Entwicklung des Wurzelsystems entgegensteht.
- Der Wassersättigung des Bodens nach einem feuchten Frühjahr in den Jahren 1996 und 1997 (75 mm im Mai 1996 in Sélestat; 121 mm zwischen 20.04. und 10.06.97 in Sélestat und 123,4 mm im gleichen Zeitraum in Mulhouse). Diese Wassersättigung hat zu Sauerstoffmangel im Boden geführt, was die Entwicklung des Wurzelsystems und das gute Funktionieren der Pflanze behindert. Dies war nicht der Fall im trockeneren Jahr 1998.
- Die vorübergehende Wassersättigung hat vielleicht zur Denitrifikation eines Teils des im Boden vorhandenen Mineralstickstoffs geführt. Wir können das zwar nicht nachweisen, aber diese Hypothese würde das große Stickstoffbilanzdefizit von 1996 zumindest zum Teil erklären.
- Die, mit Ausnahme von Wattwiller 1998 relativ starke Versauerung des Bodens, die den Stickstoff blockiert und dadurch zu einer schlechten Verwertung führt.

	Epfig 96	Wattwiller 96	Wattwiller 97	Wattwiller 98
Bodentyp	sandig-toniger Lehm Hydromorphie ab 40 cm	sandig-toniger Lehm Hydromorphie ab 30 cm	sandig-toniger Lehm Hydromorphie ab 30 cm	sandig-toniger Lehm Hydromorphie ab 40 cm
pH	6,1	6,1	5,5	6,9
Organische Substanz	2,0 %	2,1 %	3,8 %	2,1 %

---

## Ausblick

Um das Verhalten des Stickstoffs in diesen Böden besser erkennen zu können, wäre es interessant, die Nitratdynamik auf einem nackten Boden ohne Vegetation mit derjenigen unter einem gedüngten und einem ungedüngten Maisbestand zu vergleichen. In Ermangelung von radioaktiv markiertem Stickstoff, einem sehr teuren Verfahren, würden vielleicht einige Nmin-Untersuchungen zu Schlüsselterminen der Maisentwicklung es ermöglichen, Beiträge für eine Antwort auf diese Frage zu liefern. Diese Thematik wird im Rahmen des regionalen Agrarforschungsprogramms für das Jahr 2000 behandelt.

## Schlussfolgerung

Diese Versuche haben bestätigt, daß es auf den Böden des Vogesenfußes bei Mais zu einer schlechten Verwertung von Stickstoff kommen kann. Nachdem die Stickstofflieferung des Bodens hoch ist, liegt das Problem eher auf der Ebene der Verwertung des gedüngten Stickstoffs (schlechter Ausnutzungskoeffizient CAU).

Die Böden dieses Gebiets haben, trotz gewisser Unterschiede in Struktur und Textur, eine Neigung zur Verdichtung, zum Wasserüberschuss im Frühjahr und zur Trockenheit im Sommer gemeinsam. Meistens sind sie auch noch sauer. Die auf der vereinfachten Stickstoffbilanz und der Bodennachlieferung aufbauenden theoretischen Modelle erlauben nicht immer eine Erklärung der Ergebnisse, was die Stickstoffdüngungsberatung ziemlich schwierig macht. Nichtsdestotrotz hat man festgestellt, daß eine Düngung von 160 kg N/ha das Maximum ist, das nicht überschritten werden sollte. Ergänzende Versuche zur Mineralisierung und dem Verbleib des Düngers könnten zusätzliche Erklärungen liefern.

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Das dreijährige ITADA-Projekt A1.4 zur Stickstoffdüngung von Mais im Elsaß hat Referenzwerte erbracht, die die seit 1987 gesammelten Werte vervollständigen.

Was die Stickstoffnachlieferung des Bodens angeht, greift dieser Abschlußbericht die Gesamtheit der Daten auf. Es wird gezeigt, daß die bisher benutzten Referenzwerte im wesentlichen bestätigt werden können: Der gegenwärtig benutzte Wert 'Mittelwert - Standardabweichung' liegt nahe an demjenigen des ersten Quintils Q1, d. h. demjenigen Wert, den 8 von 10 Werte übersteigen. Man könnte also ins Auge fassen, zukünftig den statistisch sichereren Wert Q1 anstelle des Wertes 'Mittelwert - Standardabweichung' zu verwenden.

Würde man den Minimalwert Q1 durch den Medianwert ersetzen, hätte das zur Folge, daß die den Landwirten empfohlenen Düngergaben je nach Bodentyp um 20 bis 50 kg N/ha niedriger lägen. Diese neuen Düngergaben wären von den Landwirten schwer zu akzeptieren, da sie dabei das Gefühl hätten, in einem von zwei Jahren einen Ertragsverlust zu riskieren. In den Versuchen der letzten 10 Jahre tritt diese Unterdüngung aber nur in 23% der Fälle auf (und nicht in 50%). Ist das für die Maisbauern auch noch zu viel?

Die Stickstofflieferung des Bodens ist nach gewissen Vorfrüchten wesentlich höher als nach Mais oder Weizen, welche den Referenzwerten der Düngungsempfehlung zugrunde liegen. Berücksichtigt man diese Vorfruchteffekte, so muß man die Stickstoffdüngung nach Stilllegung oder braunem Tabak um 20 - 30 kg N/ha und nach Kohl (Sauerkraut) um 40-50 kg N/ha reduzieren.

In den Böden des Vogesenfusses ist die Stickstoffverwertung durch Mais nicht optimal. Wir haben gezeigt, daß das nicht an mangelnder Bodennachlieferung liegt - diese ist ganz im Gegenteil sehr hoch - sondern an einer mangelhaften Verwertung des Düngerstickstoffs (niedriger CAU). Die Hypothesen für die Gründe dieser schlechten Verwertungen - Vernässung des Bodens, Verdichtungsneigung, zeitweise Staunässe, Bodenversauerung - konnten nicht sauber abgeklärt werden. Erhebungen zur Mineralisation und zum Schicksal des Düngers bei unbedecktem Boden würden interessante Ergänzungen liefern.

Die im Rahmen dieses Projekts erarbeiteten oder bestätigten Referenzwerte werden auch weiterhin in die landwirtschaftliche Beratung im Rahmen von FERTI-MIEUX-Aktionen einfließen.

Folgendes bleibt noch zu tun:

- Bestätigung einiger Referenzwerte für Situationen mit zu geringer Anzahl an Ergebnissen.
- Weiterführung der (einjährig) ungedüngten Demonstrationsparzellen, um die Landwirte davon zu überzeugen, daß die Beratungsempfehlungen wohl begründet sind.
- Suche nach Erklärungen für die schlechte Stickstoffverwertung in bestimmten Situationen. Diese würde erlauben, die aktuelle Beratungsempfehlung mit einer für alle Situationen gültigen, aber meist überreichlichen Maximalgabe zu differenzieren.

## **A.2: WEIZEN**

### **1. Problemstellung und Zielsetzung**

Obwohl der Anbau von Winterweizen zurückgeht, nimmt er in der Rheinebene nach wie vor die zweitwichtigste Stelle ein. Dies erfordert die Beherrschung der Stickstoffdüngung, um die Stickstoffauswaschung unter landwirtschaftlich genutzten Flächen zu beschränken. Diese 'Beherrschung' erfolgt durch die Berechnung der Stickstoffdüngung, die sich nach dem Bedarf der Pflanze richtet. Diese Berechnung basiert auf der Messung des Nmin-Wertes im Boden am Ende des Winters und auf der Abschätzung verschiedener Mineralisierungsbeiträge. Die Messung des Nmin-Gehaltes ist aufwendig und im Elsaß relativ wenig verbreitet. Deshalb soll festgestellt werden, unter welchen Bedingungen die Nmin-Werte von einem Netz repräsentativer Parzellen allgemein verwendet werden können. Diese Hypothese soll anhand der in Baden-Württemberg ermittelten Daten, wo diese Messungen viel häufiger durchgeführt werden, geprüft werden.

Für das Elsaß soll eine allgemeingültige Empfehlung für Weizen gegeben werden, die auf der Messung des Nmin-Wertes am Ende des Winters beruht. Im Mittelpunkt steht dabei die agronomische und logistische Fragestellung. Für Baden-Württemberg geht es dagegen um eine Untersuchung, welche Lehren sich aus den im Laufe der Jahre angesammelten Daten ziehen lassen (s. Kapitel B).

### **2. Methodik**

#### **2.1 Aufbau einer Datei mit Messwerten des Bodennitratgehaltes im Frühjahr unter Winterweizen seit 1992**

Um die Ursachen der Variation zu begrenzen wurde beschlossen, im Elsaß nur eine begrenzte Anzahl von Anbausystemen und Bodentypen zu berücksichtigen sowie die Witterungsschwankungen durch geographische Einschränkung im Rahmen zu halten. Ausgewählt wurden das Tal und die Hügel der Zorn, nordwestlich von Strassburg, wo eine Ferti-Mieux-Aktion zur Reduzierung der Nitratemissionen der Landwirtschaft durchgeführt wird. Für diese Aktion werden Daten benötigt, um die Landwirte beraten zu können.

Von den Bodentypen wurden gut strukturierte sowie degradierte Lehme ausgewählt. Von den Anbausystemen ohne Wirtschaftsdüngereinsatz wurden hauptsächlich die Vorfrüchte Körnermais und Zuckerrüben ausgewählt. Bei den Anbausystemen mit Wirtschaftsdüngereinsatz wurde die Vorfrucht Silomais gewählt.

Der Datensatz enthält für jeden Frühjahrs-Nmin-Wert folgende Angaben: Bodentyp, Bodenständigkeit, Vorfrucht, Stickstoffdüngung, Ertrag der Vorfrucht und Organische Düngung (Wirtschaftsdüngereinsatz, Einarbeitung oder Abfuhr der Ernterückstände). In den Jahren 1996 bis 1998 wurden so jährlich etwa 60 Frühjahrs-Nmin-Werte gewonnen.

Die Auswertung einer solchen Datei sollte gestatten, die Haupteinflussfaktoren für die Veränderungen des Nmin-Wertes im Frühjahr erkennen zu können.

## 2.2 Überprüfung von AZOBIL

Die Messung des Frühjahrs-Nmin-Werts wird für die Berechnung der Stickstoffdüngung mit der Software AZOBIL benötigt. Es ist notwendig, das Rechenergebnis in einigen Fällen zu verifizieren. In dem Netz von Versuchen sollen deshalb die Berechnungsmethoden AZOBIL und NID, die in Baden-Württemberg gebräuchliche Methode, miteinander verglichen werden. Der Versuchsplan befindet sich im Anhang.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Frühjahrs-Nmin-Werte

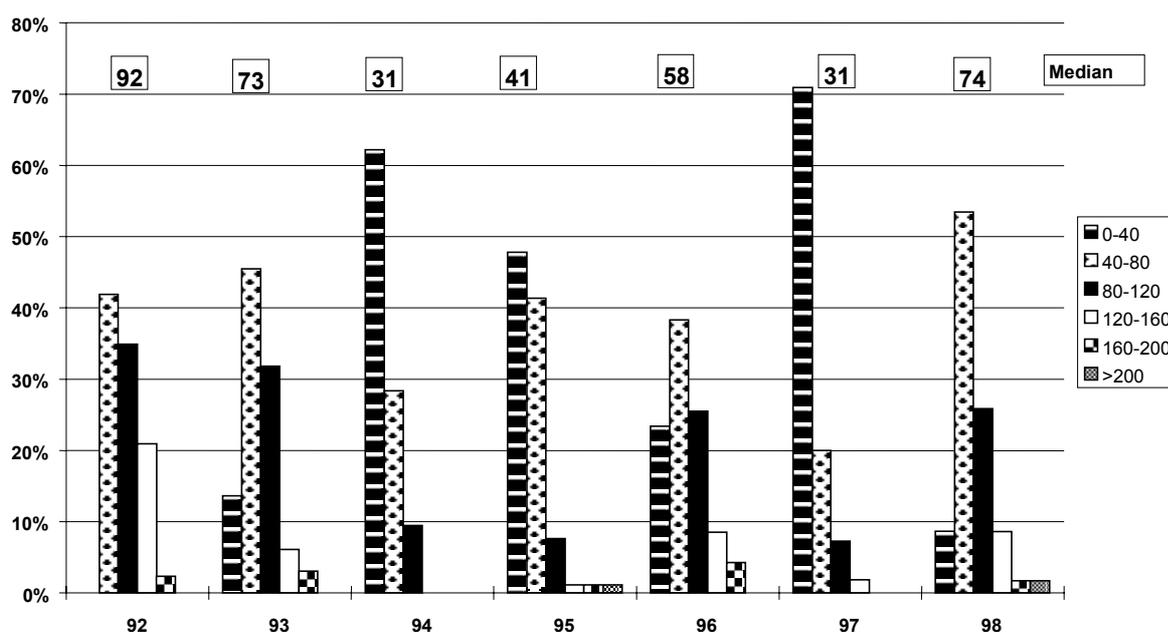
Die Auswertung der Dateien konnte in Frankreich und Deutschland nicht auf dieselbe Art und Weise durchgeführt werden. Wir werden deshalb zuerst die französischen Ergebnisse vorstellen und anschließend die Schlußfolgerungen mit den badischen Ergebnissen ergänzen und vergleichen.

#### *Die elsässischen Frühjahrs-Nmin-Werte*

Inzwischen liegen 435 Messergebnisse von Frühjahrs-Nmin-Werten aus 8 verschiedenen Jahren aus dem Zorn-Gebiet vor. Entsprechend unseren Erwartungen sind die beiden am häufigsten vorkommenden Bodentypen der Loess und der Lehm und die am häufigsten vorkommenden Vorfrüchte der Körner- und der Silomais.

Abbildung 1 zeigt die Verteilung der Frühjahrs-Nmin-Werte in den einzelnen Jahren. Man stellt große Unterschiede zwischen den Verteilungen und beim Medianwert der verschiedenen Jahre fest.

**Abbildung 1:** Verteilung der Frühjahrs-Nmin-Werte (kg N/ha) in den Jahren 1992 - 1998



---

Um eine ausreichend große Anzahl von Meßwerten je Situation zu haben, haben wir nur die Ergebnisse von Loess- und Lehmböden sowie die Vorfrüchte Zuckerrübe, Raps, Körnermais, Silomais und Sonnenblumen berücksichtigt. Das sind 396 der insgesamt 435 Ergebnisse.

### 3.1.1 Allgemeine Auswertung der Daten

Die solchermaßen aufgebaute Datei erlaubt die Untersuchung der Effekte 'Jahr', 'Bodentyp', 'Wirtschaftsdüngereinsatz' und 'Vorfrucht'.

Wir haben sie analysiert, indem wir die Mittelwerte jeder der Variablen miteinander verglichen und statistisch geprüft haben (Fisher-Test mit 5%).

Tabelle 1 gibt die Ergebnisse der Analyse der Einzeljahre in Zahlen wieder. Diese Methode zeigt einen sehr deutlichen 'Jahreseffekt' sowie einen weniger deutlichen 'Vorfruchteffekt' auf.

Der Bodentyp und die organische Düngung bewirken hingegen keine unterschiedlichen Werte. Es ist wahrscheinlich, daß die Bodenunterschiede zwischen Loess und Lehm hinsichtlich des Frühjahrs-Nmin-Werts zu gering sind, um deutliche Differenzen zu bewirken.

Es ist festzustellen, daß der 'Vorfruchteffekt' nur in Jahren mit hohem Nmin-Wert (1992, 1993, 1996 und 1998) zum Ausdruck kommt. In Jahren mit niedrigem Nmin-Niveau liegen alle Werte viel näher beieinander.

**Tabelle 1:** Höhe der Boden-Nitratgehalte im Frühjahr bei Winterweizen (kg N/ha) unter unterschiedlichen Bedingungen

Kriterium	1992		1993		1994		1995		1996		1997		1998		Alle	
	Anzahl	Mittel	Anzahl	Mittel	Anzahl	Mittel	Anzahl	Mittel	Anzahl	Mittel	Anzahl	Mittel	Anzahl	Mittel	Anzahl	Mittel
<b>Alle</b>	39	<b>92</b>	63	<b>74</b>	65	<b>38</b>	86	<b>42</b>	47	<b>73</b>	49	<b>37</b>	47	<b>74</b>	396	<b>58</b>
nach																
ZR	1	<b>92</b>	10	<b>65</b>	8	<b>33</b>	12	<b>46</b>	1	<b>86</b>	6	<b>43</b>	5	<b>72</b>	43	<b>53</b>
WRa	2	<b>82</b>	2	<b>128</b>	1	<b>49</b>	4	<b>46</b>	2	<b>137</b>	3	<b>47</b>	1	<b>95</b>	15	<b>78</b>
KM	21	<b>102</b>	30	<b>71</b>	38	<b>38</b>	44	<b>40</b>	29	<b>66</b>	32	<b>34</b>	34	<b>71</b>	228	<b>57</b>
SM	11	<b>87</b>	14	<b>86</b>	16	<b>43</b>	17	<b>52</b>	13	<b>75</b>	8	<b>42</b>	6	<b>90</b>	85	<b>66</b>
SB	4	<b>57</b>	7	<b>60</b>	2	<b>29</b>	9	<b>28</b>	2	<b>110</b>	0	-	1	<b>68</b>	25	<b>50</b>
statist. Auswertung	S		S		NS		NS		S		NS		S		S	
organische	12	<b>85</b>	26	<b>85</b>	15	<b>42</b>	27	<b>33</b>	19	<b>76</b>	14	<b>36</b>	15	<b>66</b>	128	<b>60</b>
Düngung	27	<b>95</b>	37	<b>66</b>	50	<b>37</b>	59	<b>47</b>	28	<b>72</b>	35	<b>38</b>	32	<b>78</b>	268	<b>58</b>
statist. Auswertung	NS		S		NS		(S)		NS		NS		NS		NS	
Bodentyp	31	<b>93</b>	56	<b>75</b>	57	<b>40</b>	76	<b>42</b>	37	<b>74</b>	33	<b>40</b>	37	<b>71</b>	327	<b>59</b>
Lehm	8	<b>88</b>	7	<b>66</b>	8	<b>24</b>	10	<b>42</b>	10	<b>71</b>	16	<b>33</b>	10	<b>84</b>	69	<b>56</b>
statist. Auswertung	NS		NS		NS		NS		NS		NS		NS		NS	

ZR: Zuckerrübe

War: Winterraps

KM: Körnermais

SM: Silomais

SB: Sonnenblume

NS: nicht Signifikant

S: signifikant

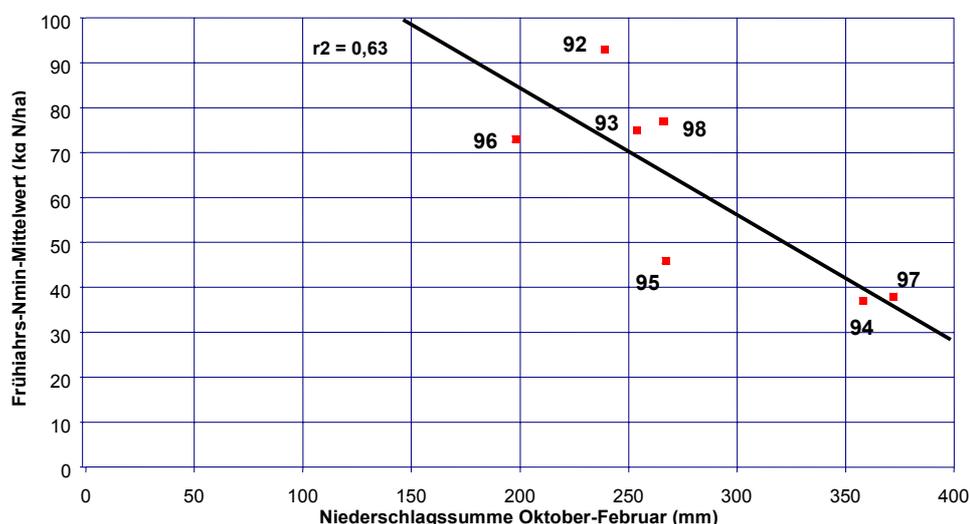
(S): signifikant bei 5%, nicht jedoch bei 1%

### 3.1.2 Der 'Jahreseffekt'

Man kann annehmen, daß einer der wichtigsten Erklärungsfaktoren für die Höhe des Frühjahrs-Nmin-Werts der Niederschlag während des Winters ist. In der Tat wird das zu Winterbeginn im Bodenprofil befindliche Nitrat umso mehr in die Tiefe verlagert, je mehr es über Winter regnet bzw. schneit, und im Frühjahr wird umso weniger Nitrat im Boden übrig sein. Wir haben diese Hypothese geprüft, indem wir jedem Frühjahrs-Nmin-Wert die an der nächstgelegenen Wetterstation gemessene Niederschlagssumme von Oktober bis Februar gegenübergestellt haben.

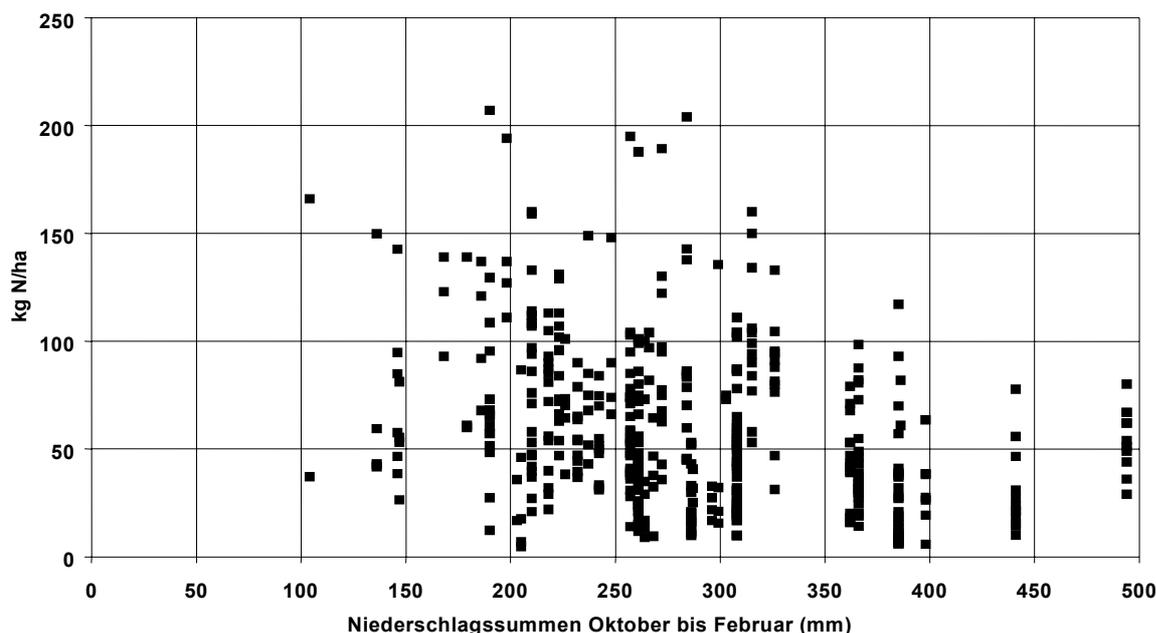
Setzt man den Mittelwert der Niederschläge mit dem Mittelwert der Frühjahrs-Nmin-Werte, unabhängig vom Anbausystem, in Beziehung (Abb. 2), so findet man eine relativ klare Gerade. Insbesondere die niedrigen Werte der Jahre 1994 und 1997 lassen sich mit sehr niederschlagsreichen Wintern erklären: Der im Herbst im Profil vorhandene Stickstoff wurde in den Untergrund verlagert. Relativ trockene Winter wie 1996 und 1992 führen im Mittel zu relativ hohen Nmin-Werten.

**Abb. 2:** Beziehung zwischen Nmin-Werten des Bodens im Frühjahr und Winterniederschlägen



Die Beziehung zwischen Nmin-Wert im Frühjahr und Niederschlägen ist jedoch ziemlich locker. Dies wird ersichtlich aus Abbildung 3 auf der nächsten Seite, in der alle Einzelwerte dargestellt sind.

Im übrigen weiß man, daß der Frühjahrs-Nmin-Wert auch von der Winter-Mineralisierung abhängt, welche wiederum in erster Linie von den Wintertemperaturen abhängt. Wir haben diese Hypothese geprüft, indem wir den Mittelwert der Nmin-Werte dem Mittelwert der Temperatursummen (Basis 0°C) von Oktober bis Februar gegenübergestellt haben. Die sich daraus ergebende Beziehung ist den Erwartungen genau entgegengesetzt. Daraus kann man schließen, daß die Temperatur einen weit geringeren Einfluß als der Niederschlag hat und daß der gewählte Indikator zu grob ist, um das aufzuzeigen. Es wäre zweifellos nötig, die verschiedenen Mineralisierungsperioden genauer zu untersuchen.

**Abbildung 3:** Frühjahrs-Nmin-Werte und Winterniederschläge

### 3.1.3 Untersuchung des Vorfruchteffekts

Wie wir bereits gesehen haben, zeigt sich der 'Vorfruchteffekt' nur in Jahren mit ausreichend hohen Frühjahrs-Nmin-Werten. Stellt man die 4 Jahre, in denen sich dieser Effekt zeigte (1992, 1993, 1996 und 1998) zusammen, so erhält man 196 Ergebnisse, bei denen zu prüfen ist, ob es keinen 'Bodeneffekt' oder keinen 'Effekt der organischen Düngung' gab. Hingegen gibt es jedoch einen 'Jahreseffekt', da der mittlere Nmin-Wert des Jahres 1992 signifikant über dem der drei anderen Jahre liegt. Tabelle 2 gibt die mittleren Frühjahrs-Nmin-Werte der 4 Jahre zusammen sowie von 1992 und den Jahren, in denen der Jahreseffekt nicht erkennbar war wieder. Diese Unterscheidung beeinflusst nicht die allgemeine Richtung der Variationen.

**Tabelle 2:** Mittlere Frühjahrs-Nmin-Werte in Abhängigkeit von der Vorfrucht

Vorfrucht	Jahre 1992, 1993, 1996 u. 1998		Jahr 1992		Jahre 1993, 1996 und 1998	
	Anzahl	Mittelwert der Frühjahrs- Nmin-Werte kg NO <sub>3</sub> -N/ha	Anzahl	Mittelwert der Frühjahrs- Nmin-Werte kg NO <sub>3</sub> -N/ha	Anzahl	Mittelwert der Frühjahrs- Nmin-Werte kg NO <sub>3</sub> -N/ha
Zuckerrüben	17	70	1	92	16	69
Winterraps	7	113	2	82	5	125
Körnermais	114	75	21	102	93	69
Silomais	44	84	11	87	33	82
Sonnenblumen	14	67	4	57	10	71
<b>Gesamt</b>	<b>196</b>	<b>77</b>	<b>39</b>	<b>92</b>	<b>157</b>	<b>74</b>

Diese Mittelwerte in Abhängigkeit von der Vorfrucht unterscheiden sich signifikant voneinander. Nach Sonnenblumen liegen die Werte am niedrigsten, nach Winterraps sind sie am höchsten. Zwischen den Vorfrüchten Körnermais und Silomais gibt es eine Differenz von etwa 10 kg N/ha zugunsten des Silomais. Dies läßt sich zweifellos mit der stärkeren Stickstofffestlegung durch das Stroh von Körnermais erklären.

### 3.1.4 Schlußfolgerung bezüglich der Frühjahrs-Nmin-Werte

Das mittlere Niveau der Frühjahrs-Nmin-Werte unter Winterweizen auf lehmigen Böden hängt sehr stark von den Winterniederschlägen ab und kann annäherungsweise mit Hilfe der einfachen Kenngröße 'Niederschlagssumme Oktober bis Februar' bestimmt werden. Innerhalb eines bestimmten Jahres und sofern der Winter nicht zu nass war, hängt der Frühjahrs-Nmin-Wert auch von der Vorfrucht ab. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Arten von Lehm-böden und organischer Düngung scheinen einen geringeren Einfluß auf das mittlere Niveau der Frühjahrs-Nmin-Werte zu haben.

Die vorliegenden Daten gestatten keine weitergehende Interpretation. Besonders interessant wäre, wenn man die Schläge mit starken Abweichungen vom Mittelwert im Voraus identifizieren könnte. Eine Zufuhr-Abfuhr-Bilanz der Vorfrucht würde zweifelsohne interessante Beiträge für die Beantwortung dieser Frage liefern. Die verfügbaren Daten erlauben uns jedoch keine Überprüfung dieser Annahme.

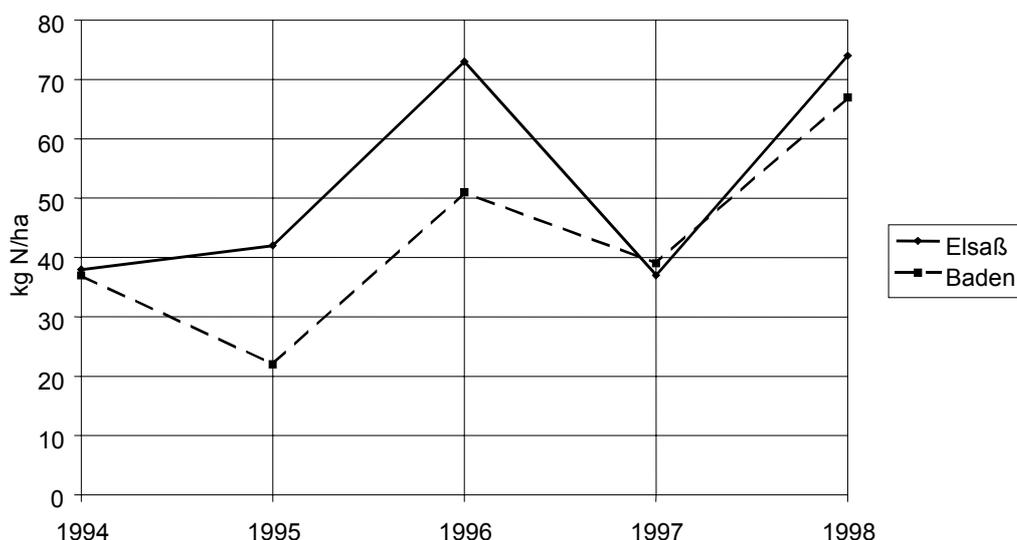
### 3.2 Die badischen Frühjahrs-Nmin-Werte

Auf deutscher Seite konnten 462 Meßwerte von Frühjahrs-Nmin-Werten bei Winterweizen aus 5 Jahren (1994 - 1998) zusammengetragen werden. Diese Meßwerte stammen aus dem Oberrheingraben, vom Ortenaukreis im Norden über die Kreise Emmendingen und Freiburg/Breisgau-Hochschwarzwald bis zum Landkreis Lörrach im Süden.

Es wurden Mittelwerte für bestimmte Situationen berechnet (s. Tab. 3). Zahlen in Klammern bedeuten, daß die Effekte gering sind oder nur wenige Einzelergebnisse hinter dem Wert stehen, so daß dieser mit Vorsicht zu genießen ist.

Man stellt fest, daß das Niveau der Werte, wie im Elsaß, sehr stark vom Jahr abhängt. Die jährlichen Schwankungen in den beiden Gebieten gleichen sich (mit Ausnahme von 1995).

**Abb. 4:** Vergleich der Mittel der Frühjahrs-Nmin-Werte bei Winterweizen - Elsaß und Baden



In Ermangelung einer identischen Datei für die Klimadaten können wir die Hypothese der dominierenden Rolle der Witterungsdaten nicht überprüfen. Die Übereinstimmung der Variationen erlaubt uns jedoch, diese für zutreffend zu erachten.

Betrachten wir die Jahre 1996 und 1998, die beiden einzigen Jahre, in denen das Niveau der Frühjahrs-Nmin-Werte ausreichend hoch lag, um Unterschiede erkennen zu können. Es ist festzustellen, daß der Einfluß verschiedener Faktoren in diesen beiden Jahren gegensätzlich

ist. Dies gilt z.B. für die beiden Vorfrüchte mit einer ausreichenden Anzahl an Werten (Hafer und Körnermais): Während 1996 der Wert nach Hafer höher ist als der nach Mais, ist es 1998 anders herum. Dasselbe gilt für den Effekt von Tierhaltung und Vorfruchtückständen. Lediglich die Ackerzahl der Parzellen und das Saatverfahren scheinen gleichgerichtete Unterschiede hervorzurufen. Auf Schlägen mit hoher Ackerzahl müßte man höhere Nitratwerte finden, was jedoch in den Jahren 1994 und 1997 mit einem etwas geringeren Mittelwert nicht bestätigt wird. Auch müßte man bei konventioneller Saatbettbereitung nach Pflug höhere Werte finden als nach Mulchsaat, doch auch dies wird in den Jahren 1994 und 1997 nicht bestätigt. Vielleicht läßt sich das damit erklären, daß in nassen Jahren mit niedrigeren Mittelwerten die Mulchsaat die Wasserbilanz beeinflußt und die Verluste geringer sind.

Für eine Verfeinerung dieser Analyse müßte eine statistische Auswertung innerhalb der Gruppen vorgenommen werden, wo sich der Jahreseffekt nicht mehr auswirkt.

**Tab. 3:** Mittlere Frühjahrs-Nmin-Gehalte im Boden unter Winterweizen nach Jahren (kg N/ha)

	1994	1995	1996	1997	1998	Mittel
insgesamt	37	22	51	39	67	43
in Abhängigkeit von der Vorfrucht						
Winterweizen						
Hafer	20	15	60	28	44	33
Winterraps	38	11	60			(36)
Kartoffel		14	73	42	26	(39)
Weißklee	42			39	74	(52)
Silomais	31		57	47	66	(50)
Körnermais	38	25	43	36	77	44
Stillegung	27	35				(31)
in Abhängigkeit von Tierhaltung im Betrieb						
nicht bekannt	38	28	84	44		49
ohne	46	21	37	36	94	47
mit Rindvieh	33		57	45	56	48
m. Schweinen	37	20	48	36	48	38
Gemischte T.		15	31	33	64	(36)
m. Geflügel			134			(134)
in Abhängigkeit vom Bodentyp						
leicht		44		32	32	(36)
mittel	39	21	53	39	68	44
schwer	34		46	42	74	(49)
humos						
in Abhängigkeit vom landbaulichen Wert (Ackerzahl) des Schlages						
keine Angabe	31	20	50			(34)
1 - 40			51	39		(45)
41 - 60	58	23	50	42	66	48
61 - 100	38	22	53	37	76	45
in Abhängigkeit vom Saatverfahren						
Mulchsaat	40	26	45	46	50	41
konventionell	36	22	54	37	70	44
in Abhängigkeit von der Herbstdüngung						
keine	36	22	51	39	67	43
mineral-N			74	34	125	(78)
Gülle	41	22	45	41		(37)
Mist		20				(20)
in Abhängigkeit von der Behandlung der Ernterückstände der Vorfrucht						
abgefahren	30	20	61	42	49	40
eingearbeitet	38	22	50	37	72	44

Die Auswertung der badischen Datei scheint die Schlußfolgerungen aus der elsässischen Datei zu bestätigen: Der Einfluß des Jahres überwiegt den der Vorfrucht. Die Einflüsse des Bodens und der organischen Düngung bedürfen wahrscheinlich feinerer Analyseninstrumente.

## 4. Überprüfung von AZOBIL

### 4.1 Verfügbare Daten

Von 1996 bis 1998 wurden die Versuche auf insgesamt 24 Parzellen durchgeführt (Versuchsplan siehe Anhang). Die Böden waren dabei vergleichbar: Es handelte sich um tiefgründigen Löß, der im Allgemeinen gut strukturiert aber nicht kalkhaltig war.

Die Versuche waren in Form von Streifen angelegt. Eine statistische Auswertung war deshalb nicht möglich. Ertragsunterschiede von über 3 dt/ha wurden als signifikant erachtet.

### 4.2 Ergebnisse

Die Gesamtheit der Ergebnisse ist in Tabelle 4 dargestellt.

#### 4.2.1 Ertragsziel und tatsächlicher Ertrag

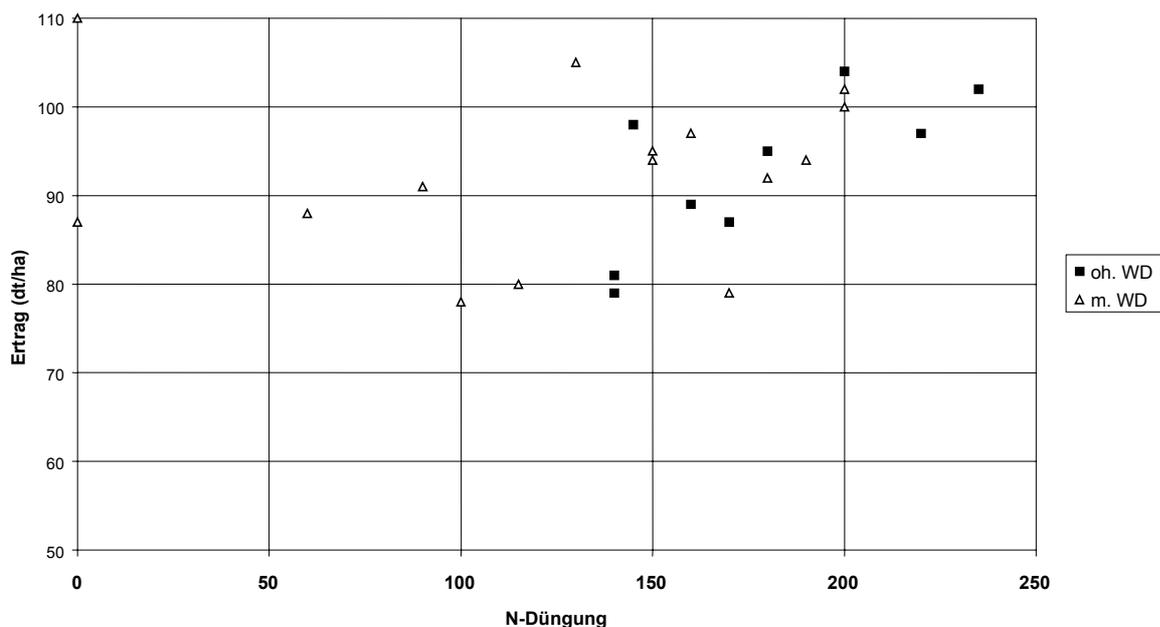
In den 24 Versuchen wurde das Ertragsziel immer erreicht. In 18 von 24 Fällen wurde es sogar um mehr als 5 dt/ha übertroffen. Die Jahre 1996 - 1998 waren für Weizen im Elsaß allgemein gute Jahre mit hohen Erträgen.

Der Ertrag bei der berechneten Düngermenge X entsprach immer dem angestrebten Ertragsziel oder er lag darüber. Daraus läßt sich schließen, daß von 1996 bis 1998 die berechneten Düngermengen X für das Ertragsziel immer zu hoch waren.

#### 4.2.2 Optimale Düngung

Für Optimalerträge zwischen 78 und 110 dt/ha schwankt die optimale Düngung von 0 bis 235 kg N/ha.

**Abbildung 5:** Winterweizenertrag und optimale Stickstoffdüngung - 1996-98 (Lehmböden F-67)



Einen klareren Zusammenhang zwischen Stickstoffdüngung und Ertrag gibt es bei Anbausystemen ohne Wirtschaftsdüngereinsatz.

Tabelle 4: Die Versuche in Winterweizen 1996 bis 1998

Versuch Nummer	Gemeinde	Ertragsziel	Vorfrucht	Grüdüngung J/N	WD J/N	Art des Wirtschaftsdüngers	Bodentyp	Bodentiefe	Nmin 0-30 cm	Nmin 30-60 cm	Nmin 60-90 cm	Nmin 0-90 cm
96-1	Weitbruch	75	Körnermais	N	N		Lehm	90	17	20	18	55
96-10	Hochstett	80	Silomais	N	J	Rindergülle 60m <sup>3</sup> alle 3 Jahre	Loesslehm	90	14	16	20	50
96-16	Rohr	85	Körnermais	N	J		Loess	90	12	13	10	35
96-18	Rohr	85	Körnermais	N	N		Loess	90	38	70	57	165
96-2	Rottelsheim	70	Körnermais	N	N		Loesslehm	90	6	14	16	36
96-32	Hochfelden	80	Körnermais	N	N		kolluv. Schluff	90	16	11	15	42
96-33	Gottesheim	80	Silomais	N	J		sandig-toniger Lehm	60	13	8	6	27
96-36	Gingsheim	80	Silomais	N	J		toniger Lehm auf Mergel	90	31	30	33	94
96-38	Printzheim	80	Silomais	N	J		Lehm	90	31	46	35	112
96-7	Huttendorf	80	Silomais	N	J	Rindermist 40t/ha alle 4-5 J.	Loess	90	19	17	12	48
96-9	Hochstett	80	Körnermais	N	J	Rindermist 50t/ha alle 2-3 J.	Loesslehm	90	18	16	18	52
97-36	Hochstett	80	Silomais	N	J	Rindermist 80t vor 3J. + Gülle 60m <sup>3</sup> vor 2 J.	Loesslehm	90	7	8	11	26
97-38	Huttendorf	75	Körnermais	N	N		verschlammender Schluff	90	10	4	7	21
97-41	Weyersheim	80	Körnermais	N	N		Schluff	90	5	21	13	39
97-45	Schwindratzheim	80	Silomais	N	J	Rindermist -80t/ha alle 4 J.	toniger Lehm	90	10	25	35	70
97-8	Meisheim	80	Zuckerrüben	N	J	Rindermist - 10t/ha alle 3 J.	Schluff	90	20	34	44	98
98-01	Wolschheim	80	Körnermais	N	J	Rindermist - 80t/ha alle 2-3 J.	toniger Lehm	90	31	22	29	82
98-02	Gimbrett	85	Zuckerrüben	N	J	Rindermist - 60t/ha alle 2 J.	Loess	90	23	25	17	65
98-03	Hochstett	85	Silomais	N	J		Loesslehm	90	31	37	65	133
98-04	Huttendorf	85	Körnermais	N	N		Loesslehm	90	29	17	17	63
98-05	Pfettisheim	80	Körnermais	N	N		Loess	90	14	9	17	40
98-06	Rohr	80	Silomais	N	J	Rindermist - 55t/ha alle 2-3 J.	Loess	90	20	15	20	55
98-07	Niederschaeffolsheim	70	Körnermais	N	N		sandiger Lehm	90	15	9	7	31
98-08	Wickersheim	90	Silomais	N	J		hydromorpher toniger Schluff	90	25	27	27	79

**Tabelle 4 (Fortsetzung): Die Ergebnisse der Winterweizenversuche 1996 - 1998**

Versuch	Versuchshypothesen		Versuchsergebnisse				Ergebnisse des Tests			
	Ertragsziel (dt/ha)	OGL-(X) Düngung (kg N/ha)	Ertrag bei OGL-(X) Düngung	Höchst- ertrag	Optimal- Düngung	N- Aufnahme bei 0-N	Nmin-Fj. Messg.	Nmin-Fj. Schätzg.	OGL-(X) Düngung simuliert	NID- Düngung
96-1	75	180	90	97	220		55	66	170	150
96-10	80	150	86	93	190		50	79	120	158
96-16	85	200	104	104	200		35	66	170	176
96-18	85	100	90	88	60		165	66	200	60
96-2	70	195	92	102	235		36	66	165	156
96-32	80	200	91	89	160		30	66	165	176
96-33	80	170	79	79	170		21	79	115	181
96-36	80	110	80	94	150		70	79	100	124
96-38	80	100	78	78	100		90	79	110	96
96-7	80	160	97	97	160		48	79	130	160
96-9	80	160	98	102	200		52	66	145	136
97-36	80	160	93	100	200	109	26	47	140	182
97-38	75	180	95	95	180	123	21	34	165	175
97-41	80	180	81	79	140	176	39	34	185	169
97-45	80	180	92	92	180	210	70	47	200	148
97-8	80	120	90	87	0	248	98	34	185	70
98-01	80	130	88	91	90	234	82	71	140	116
98-02	85	130	105	105	130	117	65	71	125	126
98-03	85	65	103	110	0	272	100	84	80	78
98-04	85	185	97	98	145	171	63	71	175	158
98-05	80	210	85	87	170	144	40	71	180	168
98-06	80	155	81	80	115	131	55	84	125	153
98-07	70	180	81	81	140	59	31	71	140	161
98-08	90	150	95	95	150	102	65	84	130	165
<b>Median</b>	<b>80</b>	<b>160</b>	<b>91</b>	<b>94</b>	<b>155</b>	<b>144</b>	<b>54</b>	<b>71</b>	<b>143</b>	<b>157</b>
<b>Mittel</b>	<b>80</b>	<b>156</b>	<b>90</b>	<b>93</b>	<b>145</b>	<b>161</b>	<b>59</b>	<b>66</b>	<b>148</b>	<b>143</b>
<b>Min</b>	<b>70</b>	<b>65</b>	<b>78</b>	<b>78</b>	<b>0</b>	<b>59</b>	<b>21</b>	<b>34</b>	<b>80</b>	<b>60</b>
<b>Max</b>	<b>90</b>	<b>210</b>	<b>105</b>	<b>110</b>	<b>235</b>	<b>272</b>	<b>165</b>	<b>84</b>	<b>200</b>	<b>182</b>
<b>Stand.-Abw.</b>	<b>5</b>	<b>37</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>61</b>	<b>64</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>36</b>

Tabelle 4 (Fortsetzung): Die Ergebnisse der Winterweizenversuche 1996 - 1998

Versuch	Abweichungen						Kommentare		
	Optimalertrag - Zielertrag (dt/ha)	Ertrag XDüng. - Zielertrag	Düngung X simul. Düng. (kg N/ha)	Optimaldüng. - X-Düngung	Optimaldüng. - simul. Düng.	Optimaldüng. - NID-Düng	Düngung X (kg N/ha)	Düngung simuliert	NID-Düngung
96-1	22	15	10	40	50	70	Unterdüngung	Unterdüngung	Unterdüngung
96-10	13	6	30	40	70	32	Unterdüngung	Unterdüngung	Unterdüngung
96-16	19	19	30	0	30	24	richtig	Unterdüngung	Unterdüngung
96-18	3	5	-100	-40	-140	0	Überdüngung	Überdüngung	richtig
96-2	32	22	30	40	70	79	Unterdüngung	Unterdüngung	Unterdüngung
96-32	9	11	35	-40	-5	-16	Überdüngung	richtig	richtig
96-33	-1	-1	55	0	55	-11	richtig	Unterdüngung	richtig
96-36	14	0	10	40	50	26	Unterdüngung	Unterdüngung	Unterdüngung
96-38	-2	-2	-10	0	-10	4	richtig	richtig	richtig
96-7	17	17	30	0	30	0	richtig	Unterdüngung	richtig
96-9	22	18	15	40	55	64	Unterdüngung	Unterdüngung	Unterdüngung
97-36	20	13	20	40	60	18	Unterdüngung	Unterdüngung	richtig
97-38	20	20	15	0	15	5	richtig	richtig	richtig
97-41	-1	1	-5	-40	-45	-29	Überdüngung	Überdüngung	Überdüngung
97-45	12	12	-20	0	-20	32	richtig	richtig	Unterdüngung
97-8	7	10	-65	-120	-185	-70	Überdüngung	Überdüngung	Überdüngung
98-01	11	8	-10	-40	-50	-26	Überdüngung	Überdüngung	Überdüngung
98-02	20	20	5	0	5	4	richtig	richtig	richtig
98-03	25	18	-15	-65	-80	-78	Überdüngung	Überdüngung	Überdüngung
98-04	13	12	10	-40	-30	-13	Überdüngung	Überdüngung	richtig
98-05	7	5	30	-40	-10	2	Überdüngung	richtig	richtig
98-06	0	1	30	-40	-10	-38	Überdüngung	richtig	Überdüngung
98-07	11	11	40	-40	0	-21	Überdüngung	richtig	Überdüngung
98-08	5	5	20	0	20	-15	richtig	richtig	richtig
Median	13	11	15	0	3	1			
Mittel	12	10	8	-11	-3	2			
Minimum	-2	-2	-100	-120	-185	-78			
Maximum	32	22	55	40	70	79			
<b>Std.Abw.</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>34</b>	<b>41</b>	<b>64</b>	<b>38</b>			

Von den 24 Versuchen haben 6 einen Ertrag in der Nähe des Zielertrages gebracht. Bei diesen 6 Ergebnissen hat AZOBIL in 3 Fällen die richtige Düngung berechnet und in 3 Fällen zu einer Überdüngung geführt (d.h. der Zielertrag wurde bereits mit einer geringeren als der errechneten Düngung erreicht).

Bei den 18 Versuchen, wo der Ertrag höher als der Zielertrag lag, war die von AZOBIL errechnete Düngermenge X

- in 5 von 18 Fällen richtig,
- in 7 von 18 Fällen zu hoch,
- in 6 von 18 Fällen zu niedrig (der Höchstertrag des Schlages wurde nicht erreicht).

Insgesamt führt AZOBIL

- in 8 von 24 Fällen zur richtigen Düngung
- in 10 von 24 Fällen zur Überdüngung und
- in 6 von 24 Fällen zur Unterdüngung.

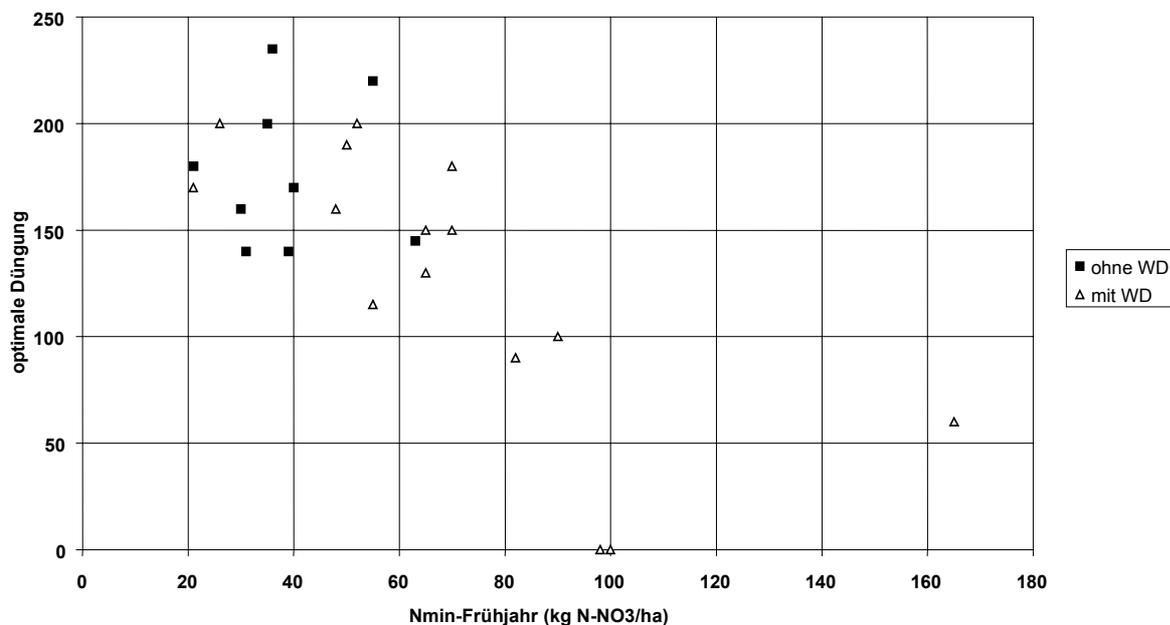
Zu beachten ist, daß in allen Fällen von 'Unterdüngung' das Ertragsziel weit übertroffen wurde (um 13 - 32 dt/ha).

Insgesamt läßt sich feststellen, daß die AZOBIL-Methode, so wie sie im Elsaß verwendet wird, nicht zu ertragsbegrenzender Düngung führt, sondern eher zur Überdüngung neigt.

#### 4.2.3 Optimale Düngung und Frühjahrs-Nmin-Werte

Die optimale Düngung nimmt mit steigenden Frühjahrs-Nmin-Werten tendenziell ab, die Beziehung ist jedoch schwach ( $r^2 = 0,51$ ).

**Abb. 6:** Optimale Stickstoffdüngung und Nmin im Frühjahr - 1996-1998 (Lehmböden)



#### 4.2.4 Berechnungen mit Frühjahrs-Nmin-Mittelwerten

Die Suche nach den Haupteinflussfaktoren für den Frühjahrs-Nmin-Wert hatte zum Ziel zu klären, ob man eine individuelle Messung durch eine Schätzung für den Messwert ersetzen kann. Mit dem Netz von 24 Versuchen läßt sich diese Hypothese prüfen. In der Tat konnten wir zeigen, daß für ein gegebenes Jahr im Mittel die Vorfrucht den stärksten Einfluß hat und die Auswirkungen von Bodentyp und organischer Düngung stärker schwanken. Man kann also den Meßwert durch den, gegebenenfalls um die Abweichung von anderen Vorfrüchten modulierten Mittelwert der Meßwerte für die Vorfrucht Körnermais ersetzen (s. Tab. 5).

**Tabelle 5:** Geschätzte Frühjahrs-Nmin-Werte (kg N/ha)

Vorfrucht	Jahr	1996	1997	1998
Körnermais		66	34	71
Silomais		66 + 13 = 82	34 + 13 = 47	71 + 13 = 84
Zuckerrüben		66 + 0 = 66	34 + 0 = 34	71 + 0 = 71

Mit AZOBIL läßt sich dann eine neue simulierte Düngergabe X berechnen: Diese unterscheidet sich von der ursprünglich berechneten Düngergabe um -95 bis + 50 kg N/ha. Die stärksten Abweichungen ergeben sich natürlich dort, wo die gemessenen Werte stark vom Mittelwert abweichen. Derartige Situationen sollte man vorher erkennen können. Im Durchschnitt liegt die simulierte Dosis X unter der auf dem tatsächlich gemessenen Wert basierenden.

Die Einteilung der Düngungshöhe in 'richtig', 'überdüngt' und 'unterdüngt' wird dadurch in 7 von 24 Fällen verändert. Insgesamt führt die simulierte Düngergabe zu

- 9 von 24 Fällen 'richtig',
- 6 von 24 Fällen 'überdüngt' und in
- 9 von 24 Fällen 'unterdüngt'.

Auch hier wird, bis auf einen Fall, trotz 'Unterdüngung' der Zielertrag erreicht oder übertroffen.

Im Vergleich mit der Berechnung auf der Grundlage von gemessenem Frühjahrs-Nmin-Wert sind die 'Leistungen' der Methode leicht verändert: Es kommt zu mehr 'Unterdüngungen' und zu weniger 'Überdüngungen'. Nichtsdestotrotz ist diese Mittelwertermittlung zweifellos besser als gar keine Messung.

#### 4.2.5 Vergleich der Düngungsberechnung von AZOBIL und NID

In Baden-Württemberg ist eine Nitratinformationsdienst oder NID genannte Stickstoffdüngungsberechnungsmethode gebräuchlich. Auch diese Methode beruht auf einer voraussichtlichen Stickstoffbilanz der verschiedenen Posten. Für weitere Einzelheiten zu dieser Methode und den Vergleich mit der AZOBIL-Methode wird auf den Abschlussbericht zu Projekt 5 (Programm 1994-1995) verwiesen. Hier verfügen wir über Beispiele aus der Praxis zur Illustration dieses theoretischen Vergleichs.

Zu den 24 im Elsaß durchgeführten Versuchen konnten wir alle erforderlichen Informationen zusammentragen, um für jeden Versuch auch die Stickstoffdüngung mit der NID-Methode zu berechnen und diese somit mit der Düngungsberechnung durch AZOBIL vergleichen. Die Differenz zwischen der Düngung nach AZOBIL und nach NID schwankt für dasselbe Ertragsziel zwischen -22 und + 50 kg N/ha bei einem Durchschnitt von +13 kg N/ha (s. Tab. 4). Meistens liegt die AZOBIL-Düngung über der NID-Düngung. Diese Differenz mag ziemlich gering erscheinen, beruht aber auf großen Unterschieden bei bestimmten Posten.

**Tabelle 6:** Vergleich der einzelnen Rechengrößen von AZOBIL und NID

Rechengröße	AZOBIL	NID	mittlere Abweichung AZOBIL - NID
N-Bedarf je dt Kornertrag	3 kg N/dt	2,6 kg N/dt	0,4 kg N/dt
unvermeidl. Nmin-Rest nach der Ernte (Rf)	25 bis 40 kg/ha mittel = 30 kg/ha	20 kg/ha mittel = 20 kg/ha	10 kg/ha
Gesamtbedarf	von 240 bis 295 kg N/ha mittel = <b>271</b> kg N/ha	202 bis 254 kg N/ha mittel = <b>229</b> kg N/ha	42 kg N/ha
Vorfruchtwirkung (Mr)	-25 bis 0 kg N/ha mittel = - <b>12</b> kg N/ha	0 bis 30 kg N/ha mittel = <b>8</b> kg N/ha	- 20 kg N/ha
Humusmineralisierung (Mhb)	20 bis 74 kg N/ha mittel = <b>49</b> kg N/ha	0 bis 10 kg N/ha mittel = <b>7</b> kg N/ha	42 kg N/ha
Wirtschaftsdüngereffekt (Mha+Xa)	0 à 70 kg N/ha mittel = <b>21</b> kg N/ha	0 bis 20 kg N/ha mittel = <b>7</b> kg N/ha	14 kg N/ha
berechnete Düngung (X)	65 bis 210 U mittel = <b>156</b> kg N/ha	78 à 182 U mittel = <b>143</b> kg N/ha	13 kg N/ha

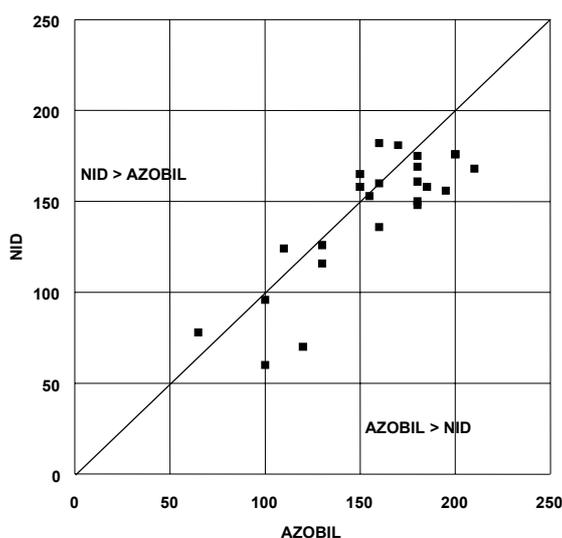
Tabelle 6 stellt die von AZOBIL und NID benutzten Werte für jeden Posten der Bilanz einander gegenüber. Die Abbildungen 7 bis 10 illustrieren diesen Vergleich.

Der Bedarfswert je Dezitonne Korn unterscheidet sich um 0,4 kg/dt. Dieser Unterschied wurde bereits im ITADA-Projekt 5 aufgezeigt, ohne daß man ihn wirklich kommentieren oder interpretieren könnte. Der unvermeidliche Stickstoffrest ist in Baden-Württemberg geringer als im Elsaß. Diese beiden Ursachen führen zu durchschnittlichen Abweichungen beim Bedarf von über 40 kg N/ha.

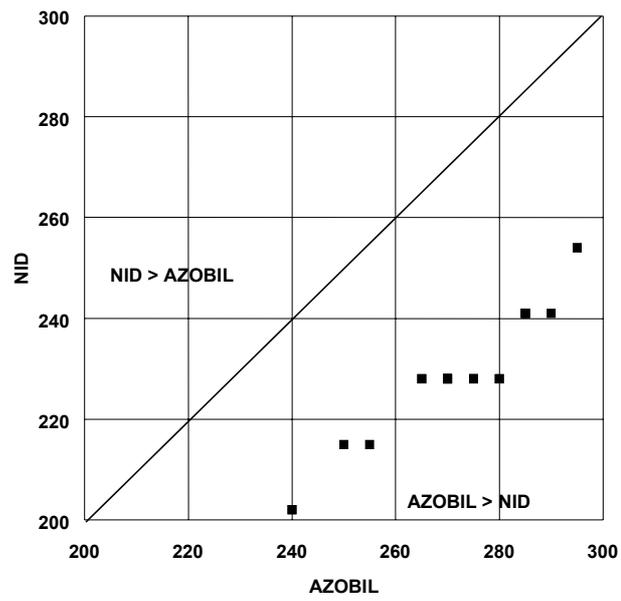
Die baden-württembergischen Ansätze schätzen den Vorfruchtwert höher ein als die französischen. Dagegen werden die Beiträge aus der Mineralisierung von Humus und Wirtschaftsdüngern sehr niedrig angesetzt.

Diese unterschiedlichen Ansätze neutralisieren sich am Ende beinahe: Die Abweichung bei der Stickstoffdüngung beträgt im Mittel lediglich 13 kg N/ha.

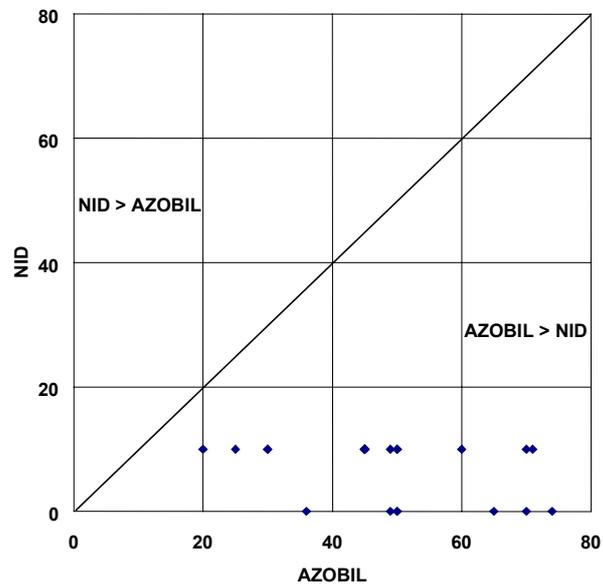
**Abbildung 7:** Vergleich AZOBIL - NID: berechnete N-Düngung (Kg N/ha)

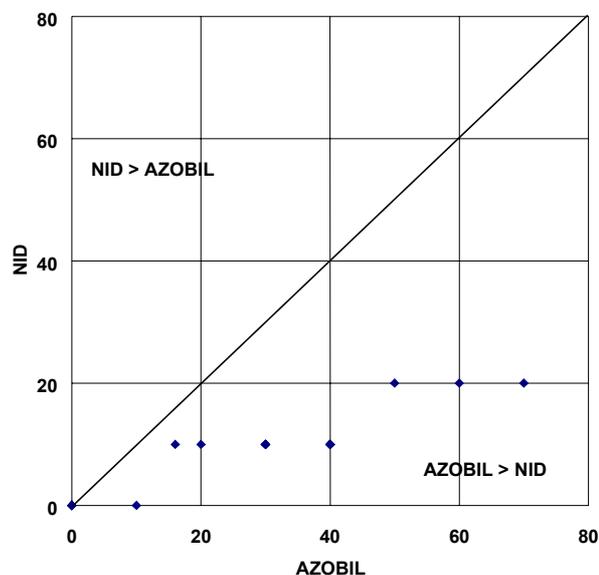


**Abbildung 8:** Vergleich AZOBIL - NID: N-Gesamtbedarf (kg N/ha)



**Abbildung 9:** Vergleich AZOBIL - NID: N-Mineralisierung aus Humus (kg N/ha)



**Abbildung 10:** Vergleich AZOBIL - NID: N-Nachlieferung aus Wirtschaftsdüngern (kg N/ha)

Die Kurve Ertrags in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung in jedem der Versuche erlaubt eine Aussage, ob die mit NID berechnete Düngung richtig, zu gering (Unterdüngung) oder zu hoch (Überdüngung) war.

In den 6 Fällen, in denen der Zielertrag erreicht wurde, hat NID in 4 von 6 Fällen die richtige Düngung empfohlen und in 2 von 6 Fällen eine zu hohe.

In den 18 Fällen, in denen der Ertrag über dem Ertragsziel lag, hat NID

- in 7 von 18 Fällen die richtige Düngung,
- in 4 von 18 Fällen eine zu hohe und
- in 7 von 18 Fällen eine zu niedrige Düngung (mit der der Höchstertrag nicht erreicht wurde) empfohlen.

Insgesamt führt NID

- in 11 von 24 Fällen zur richtigen Düngung
- in 6 von 24 Fällen zu Überdüngung und
- in 7 von 24 Fällen zu Unterdüngung.

Tabelle 7 stellt die 'Leistungen' der 3 Verfahren AZOBIL, AZOBILsimul. und NID dar:

**Tab. 7:** Zusammenstellung der Bewertungsergebnisse der verschiedenen Verfahren

	Methoden	richtige Düngung	Überdüngung	Unterdüngung
Ertragsziel erreicht	AZOBIL	3	3	0
	AZOBIL simul.	3	2	1
	NID	4	2	0
Ertragsziel überschritten	AZOBIL	5	7	6
	AZOBIL simul.	6	5	7
	NID	7	4	7
Insgesamt	AZOBIL	8	10	6
	AZOBIL simul.	9	7	8
	NID	11	6	7

Keine der drei Methoden erlaubt mit Sicherheit die Berechnung der richtigen Düngung.

In den Fällen wo das Ertragsziel richtig festgelegt wurde, sind die drei Methoden vergleichbar: Sie bestimmen eine zur Ertragszielerreichung ausreichende Stickstoffmenge (bis auf eine Ausnahme bei der AZOBILsimul.-Methode). In 1 von 2 (AZOBIL und AZOBILsim) bzw. in 1 von 3 Fällen (NID) empfehlen sie eine Überdüngung. In den Fällen wo das Ertragsziel übertroffen wurde liegen die Leistungen ähnlich, mit 1 von 3 Fällen richtige Düngung, 1 von 3 Fällen Unterdüngung und 1 von 3 Fällen Überdüngung. Lediglich NID empfiehlt seltener eine Überdüngung.

#### 4.2.6 Stickstofflieferung des Bodens

Bei den Versuchen der Jahre 1997 und 1998 wurde in einer Parzelle ohne Stickstoffdüngung über die Stickstoffaufnahme der Pflanze die Stickstofflieferung des Bodens gemessen.

Die Stickstoffaufnahme in den Nullparzellen variiert zwischen 59 und 272 kg N/ha.

Bei den Schlägen ohne Wirtschaftsdüngereinsatz liegt die Schwankungsbreite zwischen 59 und 176 kg N/ha mit einem Medianwert von 144 kg N/ha.

Auf Schlägen mit Wirtschaftsdüngereinsatz wurden zwischen 102 und 272 kg N/ha gemessen mit einem Medianwert von 170 kg N/ha.

Diese Ergebnisse wurden mit Ergebnissen der Jahre 1993 bis 1995 von ähnlichen lehmigen Böden im gesamten Elsaß, die Bodenlieferungen zwischen 44 und 264 kg N/ha in Situationen ohne Wirtschaftsdüngereinsatz und 109 bis 249 kg N/ha in Situationen mit Wirtschaftsdüngereinsatz ergaben, verglichen.

Eine Zusammenstellung der Werte findet sich in Tabelle 8, eine graphische Darstellung in Abbildung 11.

**Tabelle 8:** Zusammenstellung der Werte der Stickstofflieferung des Bodens unter Winterweizen auf lehmigen Böden des Elsaß in den Jahren 1993 bis 1998 (kg N/ha)

Vorfrucht	organische Düngung	Anzahl Ergebnisse	Mittelwert der Bodenlieferung	Standardabweichung	Minimalwert	Maximalwert	Medianwert	1. Quintil (80% d. W. liegen höher)
Ackerfrüchte	ohne WD	30	<b>130</b>	61	44	264	121	69
Körnermais	ohne WD	25	<b>131</b>	60	44	264	121	69
Körner- od. Silomais	mit WD	9	<b>165</b>	59	102	272	138	113

Die Auswertung zeigt, daß auf lehmigen Böden die durchschnittliche Stickstofflieferung des Bodens zu Winterweizen in hohem Maße von der organischen Düngung beeinflusst wird. Verwendet man dieselbe Vorgehensweise wie beim Mais, d.h. man verwendet als Referenzwert für die sichere Stickstofflieferung einer Parzelle ohne Stickstoffdüngung den Wert des ersten Quintils, so ergibt sich eine Stickstofflieferung von mindestens 70 kg N/ha in Anbausystemen ohne Wirtschaftsdüngereinsatz und von mindestens 110 kg N/ha in Anbausystemen mit Wirtschaftsdüngereinsatz.

**Abbildung 11:** Verteilung der Werte der Stickstofflieferung des Bodens zu Winterweizen auf Lehm Böden des Elsaß - 47 Ergebnisse von 1993 bis 1998

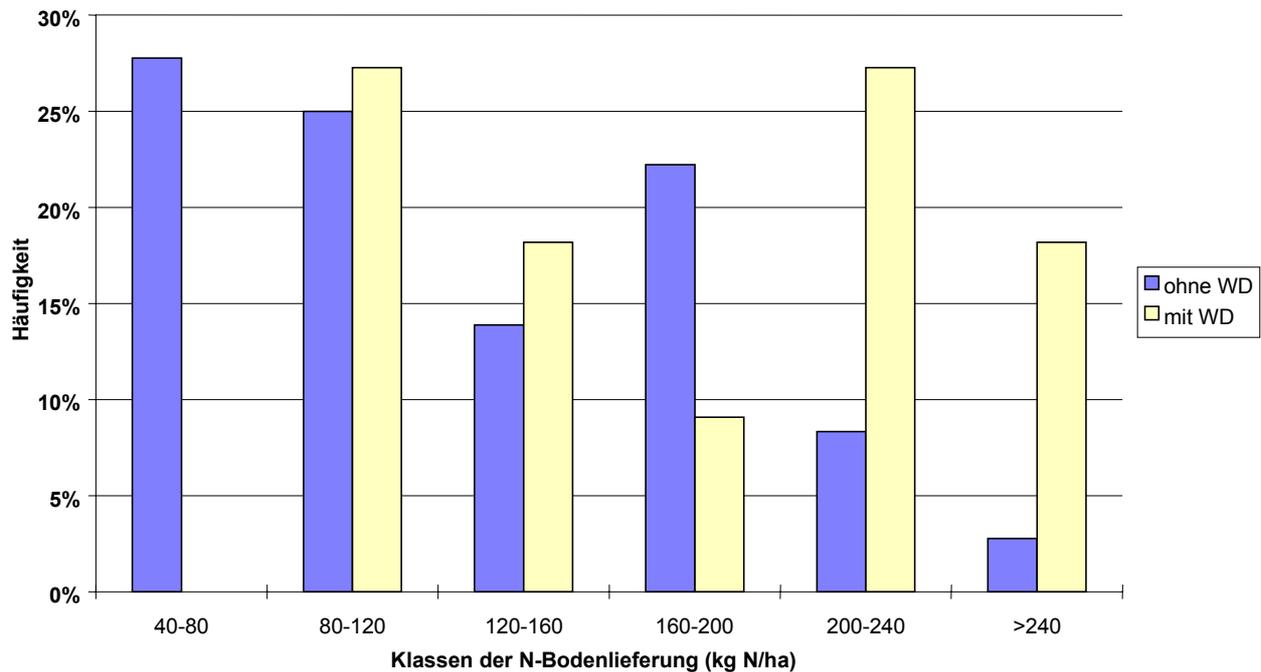
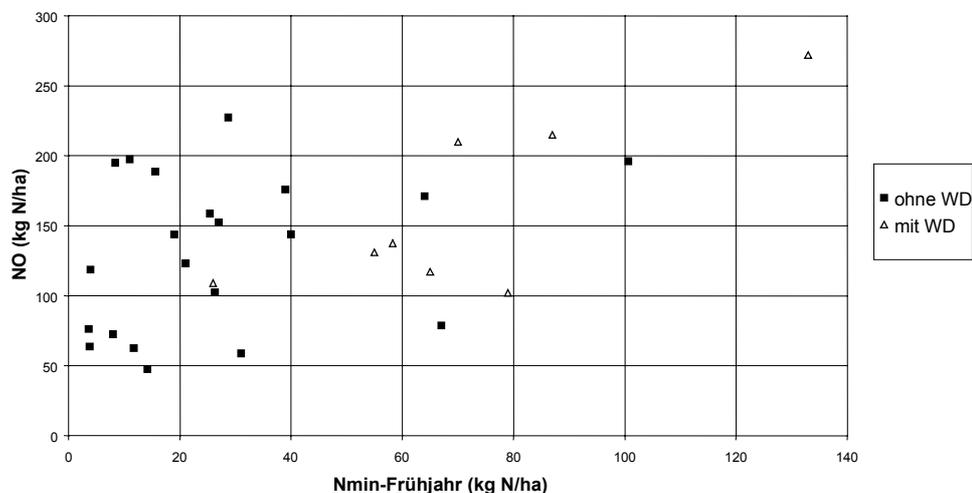


Abbildung 12 setzt die Stickstofflieferung des Bodens ( $N_0$ ) mit dem Frühjahrs-Nmin-Wert in Beziehung. Die Auswertung aller Ergebnisse von Lehm Böden aus den Jahren 1993 bis 1998 zeigt, daß die Beziehung zwischen  $N_0$  und dem Frühjahrs-Nmin-Wert ziemlich locker ist ( $r^2 = 0,25$  für alle Werte). Für die Fälle mit Wirtschaftsdüngereinsatz ist die Beziehung jedoch deutlich enger ( $r^2 = 0,62$  für 8 Werte).

**Abbildung 12:** N-Lieferung des Bodens ( $N_0$ ) und Frühjahrs-Nmin-Wert bei Winterweizen nach Mais auf Lehm Böden des Elsaß in den Jahren 1993 bis 1998



### 4.3 Schlussfolgerung bezüglich Berechnung der ordnungsgemäßen N-Düngung X

Im Laufe von drei Jahren bestand die Hauptschwierigkeit in der richtigen Einschätzung des erreichbaren Ertragszieles: Meistens wurden die angenommenen Zielerträge weit übertroffen.

Die mit AZOBIL berechneten Stickstoffdüngungsmengen lagen für die Erreichung des angegebenen Ertragszieles zu hoch und haben in  $\frac{3}{4}$  aller Fälle das Höchstpotential des Schlages ausgeschöpft.

Die mit einem mittleren Frühjahrs-Nmin-Wert berechneten Düngermengen führten in der Tendenz zu weniger Überdüngung und etwas mehr Unterdüngung, hauptsächlich bei Überschreitung des Ertragsziels. Dieser Frühjahrs-Nmin-Mittelwert soll aber nicht die Nmin-Messung ersetzen, sondern die Fälle, wo gar nicht gemessen wird: Diese Düngung wäre deshalb mit der betriebsüblichen Düngung zu vergleichen, welche ein Landwirt ausbringt, der gar nicht gemessen hat. Das ist ein sehr schwierig durchzuführendes Vorhaben.

Der Vergleich der Berechnungen von AZOBIL und NID hat große Unterschiede in der Bewertung bestimmter Posten aufgezeigt. Letztendlich gelangen aber beide Verfahren zu relativ ähnlichen Ergebnissen. Meistens liegt die NID-Düngung unter der Düngung nach AZOBIL. Die NID-Methode führt auch etwas weniger häufig zu Überdüngungen als die AZOBIL-Methode.

Diese Versuche haben auch dazu beigetragen, die Datenbasis über die Stickstofflieferung von lehmigen Böden unter Weizen zu vervollständigen. Die Zusammenstellung der Ergebnisse zeigt, daß mit mindestens 70 kg N/ha Stickstofflieferung des Bodens ohne und mindestens 110 kg N/ha mit Einsatz von Wirtschaftsdüngern zu rechnen ist. Die Verwendung dieser Werte für die Berechnung der Stickstoffdüngung zu Weizen würde außerdem die Vervollständigung der Ergebnisse zur offensichtlichen Ausnutzung des gedüngten Stickstoffs (CAU) erfordern. Damit könnte dann die Formel der vereinfachten Stickstoffbilanz  $N_f = N_0 + CAU * (X + X_a)$  angewendet werden. Desweiteren scheint auch der Frühjahrs-Nmin-Wert einen Einfluß auf die Stickstofflieferung von Parzellen ohne Stickstoffdüngung zu haben.

---

\*)  $N_f$  = Stickstoffbedarf des Pflanzenbestandes     $N_0$  = Stickstofflieferung des Bodens     $X$  = N-Düngergabe OGL  
 CAU = Koeffizient der offensichtlichen Düngerausnutzung     $X_a$  = direkte N-Wirkung von Wirtschaftsdüngern

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Die Arbeiten zu Weizen im Rahmen dieses Projekts haben gezeigt, daß es möglich ist, einen mittleren Frühjahrs-Nmin-Wert für die Berechnung der Stickstoffdüngung zu Weizen zu verwenden. Der anzuwendende Wert ist jedoch schwierig zu bestimmen, weil es zahlreiche, z.T. interagierende Faktoren gibt. Der wichtigste Faktor ist der Winterniederschlag, gefolgt von der Vorfrucht, deren Wirkung nur zum Tragen kommt, wenn die winterliche Auswaschung nicht zu stark war. Ein Effekt des Bodens wurde aus unseren Daten nicht ersichtlich, wohl auch deshalb, weil infolge der Auswahl des Untersuchungsgebiets die Bodenunterschiede nicht allzu groß waren. Was den Effekt von Wirtschaftsdüngern betrifft, so ist dieser sicher sehr variabel und tritt über das zu allgemeine Kriterium 'mit' bzw. 'ohne' Wirtschaftsdüngereinsatz in der Fruchtfolge nicht in Erscheinung.

Die Überprüfung der AZOBIL-Methode hat in den drei Versuchsjahren eine Tendenz zur Überdüngung aufgezeigt. Es handelte sich bei den drei Jahren jedoch um sehr gute Weizenjahre. Würde dies auch unter weniger günstigen Witterungsumständen zutreffen?

Es war möglich, die elsässische und die baden-württembergische Methode zur Berechnung der ordnungsgemäßen Stickstoffdüngung zu vergleichen. Wie schon im ersten Arbeitsprogramm des ITADA festgestellt, unterscheiden sich die Ansätze etwas. Diese Unterschiede führen im Endergebnis aber zu keinen sehr großen Abweichungen. Die baden-württembergische NID-Methode hätte in den Untersuchungsjahren weniger häufig zur Überdüngung geführt.

Der Ersatz des auf dem Schlag gemessenen Frühjahrs-Nmin-Werts durch einen Mittelwert in Abhängigkeit von der Vorfrucht führt zu einem relativ geringen Verlust an Genauigkeit. Es besteht also Anlaß zu Optimismus hinsichtlich des Einsatzes dieses Mittelwertes in Fällen, wo kein Meßergebnis vorliegt. Dennoch wäre ein Verfahren zu entwickeln, um die Fälle zu ermitteln, wo diese Methode nicht angewandt werden sollte (Fälle mit großer Abweichung). Die Zufuhr-Abfuhr-Bilanz der Vorfrucht könnte hier Anhaltspunkte liefern.

Im übrigen hat dieses Projekt ermöglicht, die Kenntnisse über die Stickstoffnachlieferung des Bodens bei Winterweizen zu vervollständigen. Man kann also annehmen, daß die ersten Grundlagen für eine Gruppenberatung zur Stickstoffdüngung existieren, sowohl was die Verwendung eines Frühjahrs-Nmin-Mittelwerts als auch was die Stickstofflieferung des Bodens angeht. Diese Arbeiten werden im Elsaß im Rahmen der Ferti-Mieux-Aktionen zum Tragen kommen.

## **TEIL B: NUTZBARMACHUNG DER DATEN VON REGIONALEN N<sub>MIN</sub>-BEPROBUNGEN IM OBERRHEINGEBIET FÜR DIE DÜNGUNGSBERATUNG**

### **1. Ausgangssituation und Zielsetzung**

Seit über 10 Jahren werden in Baden-Württemberg im Frühjahr zahlreiche Bodenproben zur Messung des Nitratgehaltes gezogen und untersucht, um im Rahmen des Nitrat-Informationsdienstes (NID) möglichst genaue Düngungsempfehlungen zu geben. Dieses Verfahren ist für den Landwirt mit einiger Mühe, und seit 1997 auch mit Analysenkosten verbunden, weshalb die Beteiligung abnimmt. Nachdem nun ein großer Datensatz angesammelt wurde stellt sich die Frage, ob sich daraus, durch vergleichende Analyse der Stickstoffwerte hinsichtlich Gemeinsamkeiten bzw. Unterschieden, zwischen den beprobten Schlägen in Abhängigkeit von möglicherweise relevanten Standortfaktoren und Bewirtschaftungsmaßnahmen, nicht Erkenntnisse gewinnen und Schlussfolgerungen für die Stickstoffdüngungsberatung im Oberrheingebiet ableiten lassen, mit deren Hilfe sich ein Teil dieser Messungen durch Schätzwerte ersetzen ließe. Diese würden zwar nicht die Genauigkeit der Messergebnisse erreichen, jedoch eine grobe Abschätzung erlauben und damit die größten Fehler, wie sie bei einer Düngung ohne jegliche Anhaltswerte vorkommen, vermeiden helfen.

### **2. Methodik**

Für die Gewinnung von Anhaltswerten anstelle von Messungen des Bodennitratgehaltes im Frühjahr zur Berechnung der Stickstoffdüngung nach dem Verfahren des NID wurden in dieser Arbeit zwei Ansätze verfolgt: Zuerst wurde versucht, durch die Auswertung von relativ homogenen Situationen mit kleinräumiger Abgrenzung (Gemarkungen, Gewanne) und relativ einheitlichen Anbauverhältnissen zu stark regionalisierten Werten zu kommen. In diesem Zusammenhang wurde eine ACCESS®-Datenbank erstellt, zwecks Zusammenführung und Auswertung auf Papier vorliegender NID-Daten mit strukturierter Eingabe der für die Gemarkungen Auggen, Buggingen, Grißheim, Hügelheim, Müllheim, Neuenburg und Zienken (alle Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald) aus den Jahren 1993 bis 1997 verfügbaren Zusatzinformationen zur Bewirtschaftung der untersuchten Parzellen. Ergänzend hierzu wurden auch die Daten zur Frühjahrs-Nmin-Untersuchung aus dem Mais-Pilotprojekt in Hausen/Biengen aus den Jahren 1992 bis 1994 verarbeitet.

Nachdem die mit diesem Verfahren gewonnenen Ergebnisse aufgrund der zu geringen Anzahl von Datensätzen nicht sehr klar waren, wurde in einem zweiten Ansatz das Untersuchungsgebiet auf die ganze südbadische Oberrheinebene ausgeweitet. Hierzu wurden die bei der Landesanstalt für Pflanzenbau Baden-Württemberg vorhandenen NID-Datensätze der Jahre 1994 - 1998 aus den Landkreisen Ortenau, Emmendingen, Breisgau-Hochschwarzwald und Lörrach in eine Excel-Datei mit Abfragemöglichkeiten überführt. Ergänzend erfolgte eine Zusammenstellung und Auswertung der in langjährigen Versuchen mit unterschiedlicher Düngung zu Mais an drei Standorten im Oberrheingebiet gewonnenen Daten, weil dort die Rahmenbedingungen gut bekannt sind und nur wenige Faktoren verändert wurden.

## 2.1 Kleinräumige Auswertung von Bodennitratwerten

### 2.1.1 Struktur der ACCESS®-Nitratdatenbank

Das ACCESS®-Programm ist so aufgebaut, daß zunächst unter Einbeziehung aller notwendigen Rubriken (Feldnamen) eine Tabellenstruktur entwickelt werden muß. Dies erfolgt in einer Entwurfsansicht, welche in einem Teilausschnitt in Abbildung 1 dargestellt ist.

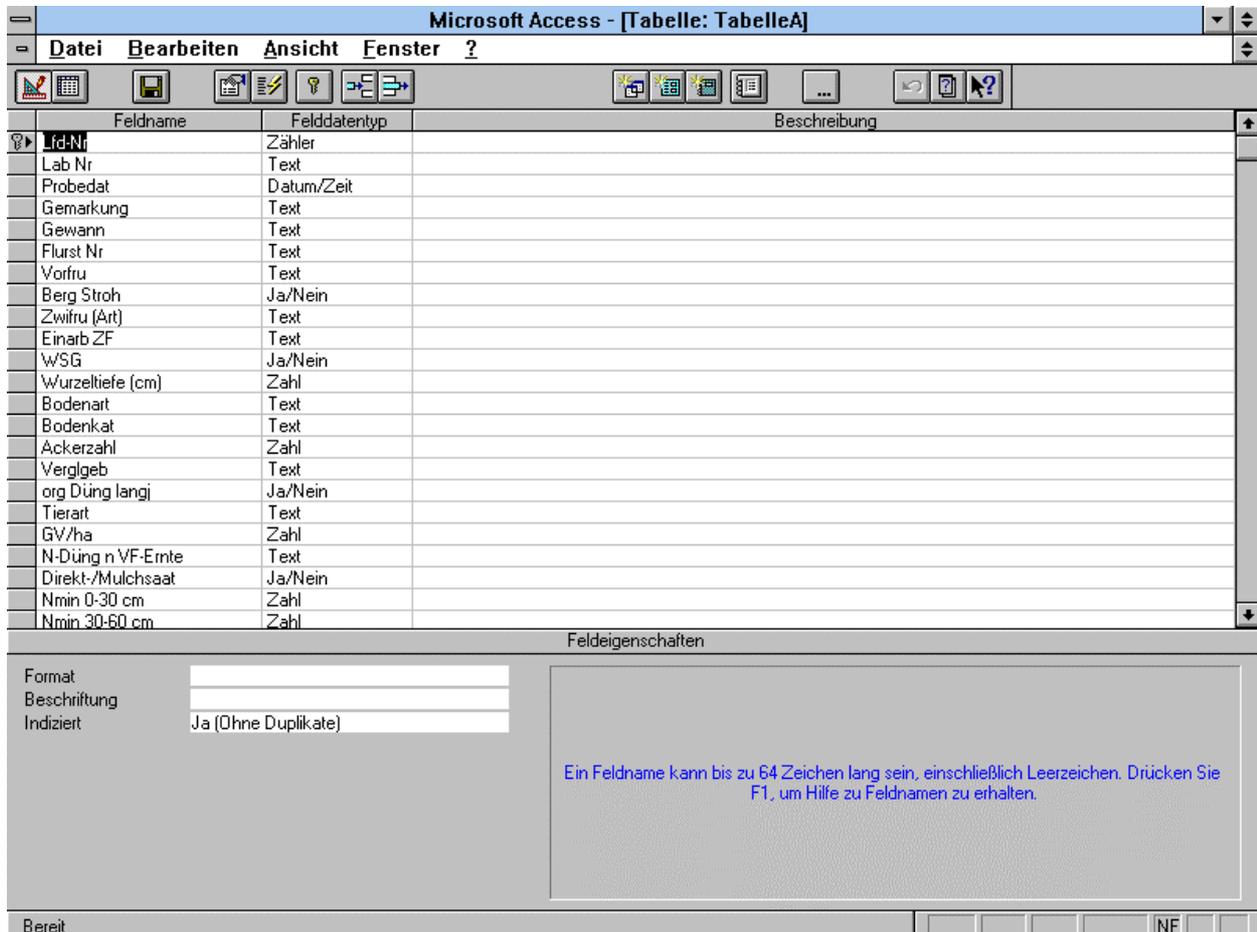


Abb. 1: Teilausschnitt der Entwurfsansicht aus Tabelle A

Um die späteren Tabellen nicht unnötig aufzublähen wurden die einzelnen Feldnamen abgekürzt. Dabei wurde darauf geachtet, daß noch verständliche Bezeichnungen die einzelnen Spalten beschrieben. Im folgenden sind in der Spalte 1 die einzelnen Feldnamen der Tabelle A und in Spalte 2 die Feldnamen der dBase-Abfragetabellen mit ihren genauen Definitionen aufgeführt.

<b><u>Feldname:</u></b>		<b><u>Erklärung:</u></b>
<b>ACCESS</b>	<b>dBase</b>	
Lfd-Nr		Laufende Nummer (automatische Vergabe)
Lab Nr		Labornummer des untersuchenden Labors
Probedat	NMINDAT1	Datum der Bodenprobe
Gemarkung	GEMAR	Gemarkung der Ortschaft
Gewann	GEWANN	Name der Schlagbezeichnung
Flurst Nr.	FLSTN	Flurstücksnummer/n
Vorfru	VORF	Art der Vorfrucht
	NACH	Nachfrucht in Form einer Untersaat
Berg Stroh		Strohbergung (ja/nein)
Zwifru (Art)	ZWF	Art der Zwischenfrucht
Einarb ZF		Zeitpunkt der Zwischenfruchteinarbeitung
WSG		Wasserschutzgebiet (ja/nein)
Wurzeltiefe		Durchwurzelungstiefe des Bodens
BoArt		Art des Bodens in Form von leicht, mittel oder schwer
BoKat	BODE	Bodenkategorie in Form von Sand, Kies, Löß oder Humus (dBase = Lehm)
	HUMU	Humuswert des Bodens in %
	CNVER	C-N-Verhältnis im Boden
Ackerzahl		Ackerzahlen des Schlages
Verglgeb		Vergleichsgebiet
org. Düng		Wurde organischer Dünger ausgebracht (ja/nein)
Tierart		Welche Tierart liefert den org. Dünger
GV/ha		Vorhandene Großvieheinheiten je Hektar
N-Düng n VF-Ernte		Welcher Dünger wurde nach der Vorfruchternte ausgebracht
Direkt-/Mulchsaat		Wurde eine Direkt- oder Mulchsaat durchgeführt (ja/nein)
Nmin 0-30	NMINDAT1H1	Nmin-Wert der Bodenschicht 0-30 cm
Nmin 30-60	NMINDAT1H2	Nmin-Wert der Bodenschicht 30-60 cm
Nmin 60-90	NMINDAT1H3	Nmin-Wert der Bodenschicht 60-90 cm
Sum 0-60		Summe des Nmin-Gehalts von 0-60 cm
Sum 0-90	NMINDAT1GE	Summe des Nmin-Gehalts von 0-90 cm
Hafru	HAUPT	Art der Hauptfrucht
Ertragserw dt/ha		Ertragserwartung in dt/ha
Bemerkg		Bemerkungen aller Art
Versstandort		Befindet sich ein IfUL-Versuch auf dem Standort
Sonst A		Sonstiges
Sonst B		Sonstiges

Jeder Feldname benötigt außerdem noch einen zugeordneten Felddatentyp, der die Tabellenzelle als Zahlenwert, Text oder anderen Datentyp voreinstellt. Nach der Eingabe aller Feldnamen erfolgt eine automatische Erstellung einer noch leeren Tabelle durch das ACCESS<sup>®</sup>-Programm, welche in der Datenblattansicht eingesehen werden kann.

Als die wichtigste Funktion einer Datenbank gilt das Abfragen. Hier werden durch die Eingabe von Kriterien bestimmte Eingrenzungen vorgenommen. Alle die für diese Auswahl zutreffenden Datensätze können anschließend in einer neuen Tabelle eingesehen und abgespeichert werden. Abbildung 2 zeigt ein Eingabebild für eine solche Kriterienabfrage.

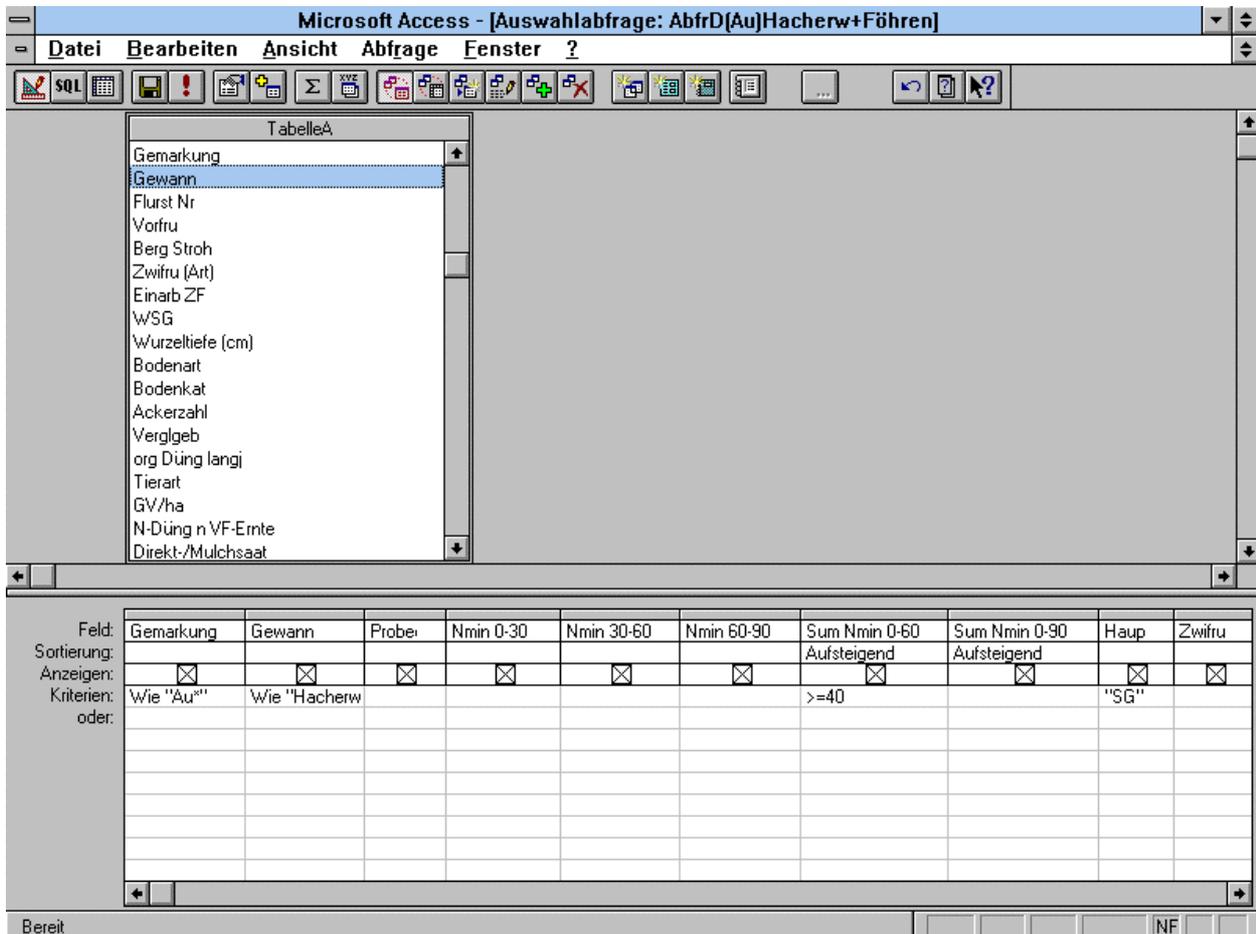


Abb. 2: Eingabebild einer Abfrage mit Kriterien

Bei diesem Eingabebild handelt es sich um eine Abfrage aus der Tabelle A. Abgefragt wird hier nach Datensätzen die auf der Gemarkung Auggen liegen, den Gewinnnamen Hacherweg/feld, Föhrenbäumle oder Wangen besitzen, einen Nitratwert  $\geq 40$  kg/ha haben und bei denen Sommergerste (SG) als Vor- und Hauptfrucht angegeben ist. Außerdem werden die Nitratwerte aufsteigend sortiert. Im folgenden werden weitere beispielhafte Abkürzungen von Abfragen dargestellt:

#### Abfragen mit einer Einschränkung:

- Abfr(Augg)           =>   stellt alle Datensätze der Gemarkung Auggen zusammen
- Abfr(KM)            =>   alle Datensätze mit Körnermais als Vor- und Hauptfrucht
- Abfr(1992)          =>   alle Datensätze von 1992
- Abfr(Hacher)       =>   alle Datensätze mit dem Gewinn Hacherweg/feld

### Abfragen mit mehreren Einschränkungen:

- Abfr(Augg)93 => stellt alle Datensätze des Jahres 1993 zusammen die auf der Gemarkung Auggen liegen; das Probedatum ist aufsteigend sortiert
- Abfr(Mül,Hügel,Bugg)SG => Datensätze mit der Gemarkung Müllheim oder Hügelheim oder Buggingen; sortiert nach Bodenart; Sommergerste als Vorfrucht und Hauptfrucht
- Abfr(>=40,0-60) => Datensätze bei denen der Nitratwert in der Bodenschicht 0-60 cm  $\geq 40$  ist; alle Gemarkungen sind möglich, welche aufsteigend sortiert sind

Im Abfragemodus kann natürlich jederzeit eine Änderung der Kriterien oder der Sortierung stattfinden, ohne eine Abfrage neu zu erstellen. Dies ermöglicht ein schnelles Zugreifen auf ganz bestimmte Datensätze.

### 2.1.2 Eingabe der Daten

Um einen kompletten Überblick aller Datensätze zu erhalten, mußten alle einzelnen Beprobungen fortlaufend eingegeben werden. Die Eingabe der Daten erfolgte hierbei allerdings nicht direkt in die vorher beschriebene leere Tabelle sondern in ein zu erstellendes Eingabeformular (siehe Abb. 3). Jeder Datensatz befindet sich so auf einem eigenen Datenblatt mit einer automatisch zugeordneten laufenden Nummer, welche nach einer eventuellen Löschung nicht wieder vergeben werden kann. Nach vollständiger Eingabe der Daten kann man schließlich in der Datenblattansicht die nun mit vielen Daten bestückte Tabelle überblicken (siehe Abb. 4) und eventuelle Fehler noch bereinigen.

The screenshot shows the Microsoft Access interface for a table named 'TabelleA'. The form contains the following fields and values:

- Lfd-Nr.:
- Lab Nr.:
- Probedat.:
- Gemarkung:
- Gewinn:
- Flurst Nr.:
- Vorfru.:
- Berg Stroh:
- Zwifru (Art):
- Einarb ZF:
- WSG:
- Wurzeltiefe (cm):
- Bodenart:
- Bodenkat.:
- Ackerzahl:

The status bar at the bottom shows 'Datensatz: 1 von 639' and 'Formularansicht'.

Abb. 3: Ausschnitt des Eingabeformulars

Lfd-Nr	Lab Nr	Probedat	Gemarku	Gewinn	Flurst	Vorfl	Berg	Zwifru	Einarb	WSG	Wurzelt	Boden	Boden	Ackerz	Verglg	org	Düng
13	791	10.04.1993	Neuenbur	Hohlenäck	2955/5	SM	Ja	keine		Ja	30	mittel	Sand				Ja
14	792	10.04.1993	Neuenbur	Stocketen	3452	SM	Ja	keine		Nein	30	mittel	Sand				Nein
15	729	10.04.1993	Neuenbur	Wolfsgrien		WW	Nein	keine		Ja	60	leicht	Sand	45			Nein
16	730	10.04.1993	Neuenbur	Im Stein ar	4596	SB	Nein	keine		Nein	60	mittel	Sand	50			Nein
17	731	10.04.1993	Neuenbur	Im Stein	4595/1	WW	Ja	keine		Nein	60	mittel	Sand	50			Nein
18	727	10.04.1993	Bugginger	Forstacker	5388	unbe	Nein			Nein	60	mittel	Kies	40			Nein
19	728	10.04.1993	Bugginger	Am Langei	5386	SG	Ja			Nein	60	mittel	Kies	40			Nein
20	316	15.03.1993	Bugginger	Hölzlebrun		WW	Ja	keine		Nein	90	mittel	Kies				Nein
21	317	15.03.1993	Bugginger	Hölzlematt	5363	SM	Ja	keine		Nein	90	mittel	Kies				Nein
22	318	15.03.1993	Bugginger	Bei den St	4528	WW	Ja	keine		Nein	90	mittel	Kies				Nein
23	407	17.03.1993	Müllheim	Sattel		WW	Ja	keine		Nein	60	schwer	Löß				Nein
24	408	17.03.1993	Hügelheir	Kreuzmatt	3840	unbe	Ja	keine		Nein	60	mittel	Sand				Nein
26	62	05.03.1993	Hügelheir	Froschlack	3639	WW	Ja	verbl		Ja	90	mittel	Sand				Nein
27	462	05.03.1993	Hügelheir	Hundsrück	3688	WW	Ja	verbl		Nein	90	schwer	Löß				Nein
28	463	26.03.1993	Bugginger	Im Abbrich	5292	SM	Ja	verbl		Nein	30	mittel	Kies	55			Nein
29	465	26.03.1993	Neuenbur	Ob.Faulba		WG	Ja	keine		Nein	60	mittel	Löß	60			Ja
30	544	02.04.1993	Neuenbur	unbekannt		unbe	Ja	keine		Nein	60	mittel	Kies				Nein
31	206	08.03.1993	Grißheim	Neuenburg		KM	Nein	keine		Nein	30	leicht	Sand	35			Ja
32	205	08.03.1993	Grißheim	Oberfeld	5615	SM	Nein	keine		Nein	60	mittel	Kies	40			Ja
33	200	08.03.1993	Grißheim	Neuenburg		KM	Nein	keine		Nein	30	leicht	Sand	35			Ja
34	201	08.03.1993	Grißheim	Unterfeld	5272	Rokl	Nein	keine		Nein	60	leicht	Sand	40			Nein
35	195	08.03.1993	Grißheim	Oberfeld		SM	Ja	keine		Nein	40	mittel	Kies	45			Nein
36	196	08.03.1993	Grißheim	Oberfeld		KM	Nein	verbl		Nein	40	mittel	Kies	45			Nein
37	202	08.03.1993	Grißheim	Am oberer	5522	SM	Nein	verbl		Nein	30	leicht	Sand	35			Nein
38	203	08.03.1993	Grißheim	Neuenburg	5653	SM	Nein	verbl		Nein	60	mittel	Kies	45			Nein
39	204	08.03.1993	Grißheim	Mittelfeld		SM	Ja	keine		Nein	30	mittel	Kies				Ja
40	199	08.03.1993	Bugginger	Storkenac	5403	SM	Nein	keine		Nein	60	leicht	Sand	35			Nein
41	192	08.03.1993	Grißheim	Heitersheir	5356	SR	Nein	keine		Nein	60	leicht	Sand	45			Ja
42	198	08.03.1993	Grißheim	Oberfeld S		ZR	Ja	keine		Nein	60	leicht	Sand				Nein
43	164	08.03.1993	Bugginger	Filzgraben	5455	SM	Nein	keine		Nein	90	leicht	Sand				Ja
44	125	17.02.1993	Grißheim	Winkel		WW	Ja	keine		Nein	60	mittel	Kies				Nein
45	140	17.02.1993	Grißheim	Bugginger	5468	WG	Ja	keine		Nein	60	mittel	Kies	35			Ja
46	141	17.02.1993	Grißheim	Beregnung		SM	Ja	keine		Nein	60	mittel	Kies	35			Nein
47	142	17.02.1993	Grißheim	Neuenburg	5654	KM	Nein	keine		Nein	60	mittel	Kies	35			Nein
48	117	17.02.1993	Müllheim	Neub. Str	8967	unbe	Ja	keine		Nein	60	mittel	Kies				Nein

Abb. 4: Ausschnitt aus Tabelle A der Datenblattansicht

Bei der Dateneingabe gab es gewisse Schwierigkeiten die zu berücksichtigen waren:

- => Die angegebene Betriebsadresse auf dem vorhandenen NID-Datenblatt bedeutete nicht automatisch, daß sich der beprobte Schlag auch auf der gleichen Gemarkung befindet. Häufig finden sich Schläge eines Betriebes auch auf anderen Gemarkungen. Um diese Fehlerquelle zu umgehen, überprüfte zuvor ein gebietskundiger Angestellter des ALLB Freiburg die Datenblätter. Außerdem wurden zur Kontrolle noch Gemarkungskarten hinzugezogen.
- => Bei den NID-Datenblättern gab es zwei verschiedene Arten, da 93/94 ein Wechsel stattfand. Das ACCESS®-Eingabeformular wurde nach den neuen NID-Blättern (ab 1994) eingerichtet, so daß die Werte von 1993 wegen einer anderen Reihenfolge nicht fortlaufend eingegeben werden konnten. Dies führte zu leichten Verzögerungen bei der Eingabe der 93er-Daten.
- => Eine der wesentlichen Schwierigkeiten waren die oft unvollständig ausgefüllten NID-Datenblätter, was zu einer Erschwerung der Abfragezuordnung und Auswertung führte. Auch dies wurde versucht mit Hilfe von Bodenkarten zu verbessern.

Die Erfassung der Frühjahrsdaten des Hausener Pilot-Projekts erfolgte durch eine Konvertierung von bereits vorhandenen dbase®-Datenbanken auf die neu angelegte ACCESS®-Datenbank. Zum Teil sind die Feldnamen der dbase®-Datenbanktabellen anders formuliert; im wesentlichen haben diese aufgeführten Tabellen aber ein ähnliches Aussehen wie die übrigen Abfragetabellen. Insgesamt wurden 639 Datensätze eingegeben und 1.183 konvertiert.

<u>Eingegebene Datensätze:</u>	Auggen	168	Müllheim	90
	Buggingen	72	Neuenburg	140
	Grißheim	78	Zienken	36
	Hügelheim	55		
<u>Konvertierte Datensätze:</u>	Hausen	921	Biengen	262

### 2.1.3 Auswertung der Daten

Mit Hilfe der in Abschnitt 2.1 beschriebenen Abfragefunktion wurden für die spätere Auswertung der Daten viele individuelle Tabellen erstellt.

Um genauere Aussagen hinsichtlich Gemeinsamkeiten der Schläge machen zu können, faßte man dann einzelne Schläge innerhalb Gemarkungen oder von bestimmten Teilgebieten zu Gewinngruppen (eine Gewinngruppe besteht aus nebeneinanderliegenden Gewannen) zusammen. Diese Zuordnung erfolgte mit Hilfe von Gemarkungs- bzw. Bodenkarten. Dabei stellte sich das häufige Fehlen der Flurstücksnummern oder die ungenaue Gewinnbezeichnung des Schlages als Hauptproblem dar, weil somit eine genaue Bestimmung des Schlages auf der Karte nicht möglich war. Nach einer Gruppierung konnte dann die Datenauswertung unter Berücksichtigung wichtiger Faktoren wie Humusanteil, Bodenart bzw. Ackerzahl, Vorfrucht, Zwischen- oder Hauptfrucht erfolgen. Eine Gruppierung der Gewanne wurde bei den Gemarkungen Auggen, Neuenburg, Hausen und Biengen durchgeführt.

Mit dem ACCESS®-Programm wurden innerhalb der Abfrage auch Rechnungen (Nitrat-Mittelwert) durchgeführt, um einzelne Gruppen oder verschiedene Jahre miteinander zu vergleichen. Für Rechnungen benötigt man die Funktionstaste [ $\Sigma$ ], mit der eine versteckte Funktionszeile in das Abfrageeingabebild eingefügt wird. Zunächst befindet sich in dieser Zeile in jeder Spalte die Bezeichnung „Gruppierung“, die dann allerdings für Rechnungen in Mittelwert, Summe und andere Rechenvorgänge abgeändert werden kann. Überflüssige Text- oder Zahlenspalten müssen hier bei jedem Rechenvorgang entfernt werden, damit eine Berechnung einwandfrei erfolgen kann.

Weiterhin wurde als Alternative noch versucht, mit Hilfe der Cluster-Methode des SPSS®-Programms mögliche Gleichheiten bei den ersten beiden Bodenschichten festzustellen, um so die Datensätze in bestimmte Gruppen einteilen zu können. Bei diesem Verfahren wird bei jedem einzelnen Datensatz von den vorhandenen Nitratzahlenwerten die Differenz und das Quadrat gebildet. Die Zahlen werden verglichen und nach Gleichheiten in eine gewünschte Anzahl von Gruppen eingeteilt. Dieses Cluster-Verfahren wurde bei der Gemarkung Auggen ausprobiert. Da aber keine sinnvollen Ergebnisse zustande kamen, wurde dieses Verfahren nicht weiter verfolgt.

## 2.2 Großräumige Auswertung von Bodennitratwerten

Für die großräumige Auswertung von Bodennitratwerten wurde auf den Datensatz der baden-württembergischen Landesanstalt für Pflanzenbau Forchheim zurückgegriffen, welche alle Datensätze aus dem Programm Nitratinformationsdienst (NID) zentral verwaltet. Ein NID-Datensatz umfaßt neben den verschiedenen Analyseergebnissen alle Angaben, die der Landwirt auf einem Probenbegleitpapier mitteilt, so u.a. zu Haupt-, Zwischen- und Vorfrucht, Bodenart und Ackerzahl, Düngung im Herbst, Stroh/Blattbergung, Tierhaltung und Tierbesatz. Ausgewertet wurden die Datensätze der Jahre 1994 - 1998 aus den Landkreisen Offenburg, Emmendingen, Breisgau-Hochschwarzwald und Lörrach für die Getreidekulturen inklusive Mais. Damit wurden die Daten aus dem Getreidebau der Rheinebene des Regierungsbezirks Freiburgs erfasst.

Die weitere Verarbeitung der Daten erfolgte in Excel. Zunächst wurden die Daten auf Plausibilität hin geprüft. Als fehlerhaft eingestufte Datensätze wurden gelöscht. Die weitere Aufbereitung erfolgte in 9 Tabellenblättern in Form von Pivot-Tabellen, mit denen auf den gesamten Datenbestand mit 3453 Datensätzen zugegriffen werden kann. Die Pivot-Tabellen erlauben, den Datenbestand nach mehreren Kriterien zu filtern und darzustellen. So kann z.B. für jede Hauptfrucht (oder für alle zusammen) gefiltert werden nach

1. Herbstüngung
2. Mulchsaat
3. Tierart
4. Ackerzahl
5. Zwischenfrucht
6. Bodenart
7. Vorfrucht
8. Erntereste
9. Kalenderwoche der Probenahme

Die beiden nachstehenden Abbildungen geben einen Eindruck von den dargestellten Größen und der Art deren Präsentation. Die verwendeten Abkürzungen werden im Anhang 5.1.2 erläutert.

Abb. 5: Ausdruck aus NID.xls

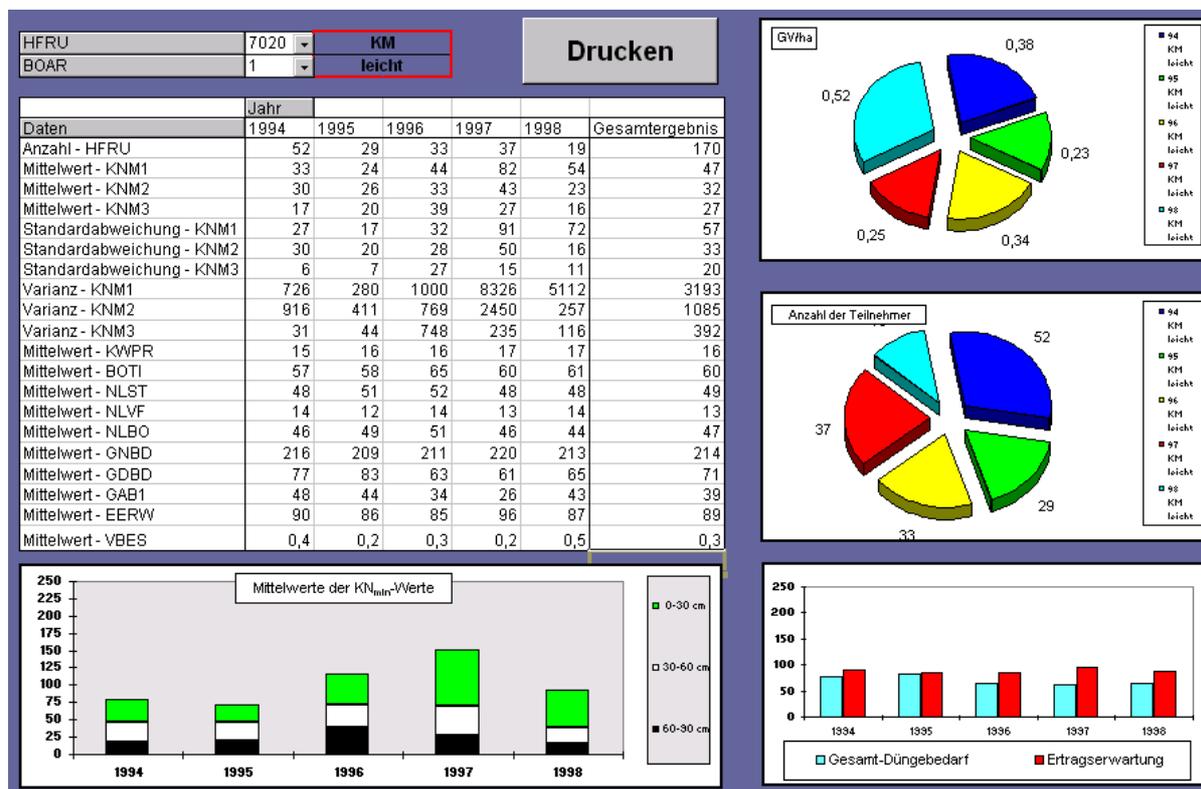


Abb. 6: Ausdruck aus NID.xls

Hauptfrucht	KM				
Bodenart	leicht				
Jahr	1994	1995	1996	1997	1998
Teilnehmer	52	29	33	37	19
<b>Mittelwerte der Teilnehmer</b>					
Korr. N <sub>min</sub> -Wert 00-30 cm	33	24	44	82	54
Korr. N <sub>min</sub> -Wert 30-60 cm	30	26	33	43	23
Korr. N <sub>min</sub> -Wert 60-90 cm	17	20	39	27	16
Korr. N <sub>min</sub> -Wert 00-90 cm	80	71	117	151	94
Stabwn Nmin-Wert 00-30 cm	27	17	32	91	72
Stabwn Nmin-Wert 30-60 cm	30	20	28	50	16
Stabwn Nmin-Wert 60-90 cm	6	7	27	15	11
Varianz Nmin-Wert 00-30 cm	726	280	1000	8326	5112
Varianz Nmin-Wert 30-60 cm	916	411	769	2450	257
Varianz Nmin-Wert 60-90 cm	31	44	748	235	116
Kalenderwoche der Probenahme	15	16	16	17	17
Bodentiefe	57	58	65	60	61
N-Lieferung Standort	48	51	52	48	48
N-Lieferung Vorfrucht	14	12	14	13	14
N-Lieferung Boden	46	49	51	46	44
Gesamt N-Bedarf	216	209	211	220	213
Gesamt Düngebedarf	77	83	63	61	65
1. Düngergabe	48	44	34	26	43
Ertrags erwartung	90	86	85	96	87
Viehbesatz in G/ha	0,4	0,2	0,3	0,2	0,5

### 2.3 Düngungsversuche

Um die Auswirkungen der Stickstoffdüngung in unterschiedlichen Stufen beurteilen zu können, wurden 1992 Versuche angelegt. Die Versuchsfaktoren sind

- Standort
  - Hausen
    - Körnermais (2-fache, unechte Wiederholung)
      - beregnet
        - Null-Stickstoff
        - SchALVO gemäße Düngung
        - ordnungsgemäße Düngung
      - unberegnet
        - Null-Stickstoff
        - SchALVO gemäße Düngung
        - ordnungsgemäße Düngung
    - Biengen
      - Körnermais (1-fach, ohne Wiederholung)
        - unberegnet
          - Null-Stickstoff
          - SchALVO gemäße Düngung
          - ordnungsgemäße Düngung
      - Kirchzarten
        - Silomais (1-fach, ohne Wiederholung)
          - unberegnet
            - Null-Stickstoff
            - SchALVO gemäße Düngung
            - ordnungsgemäße Düngung

Die Düngung der SchALVO- und der OGL- Parzellen erfolgte in den ersten Jahren nach einem reduzierten Sollwert, in den Folgejahren nach den Berechnungen des NID.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Kleinräumige Auswertung

##### 3.1.1 NID-Daten

Abgesicherte Ergebnisse hinsichtlich der gebildeten Gewinngruppen sind hier, auch angesichts der oft fehlenden Daten und der dadurch entstandenen ungenauen Zuordnung der einzelnen Schläge, nicht eindeutig feststellbar. Es gibt Gewinngruppen, bei denen die Nitratwerte scheinbar immer etwas höher liegen als bei anderen Gruppen. Allerdings treten in jeder Gewinngruppe Ausreißer auf, die sich nicht durch die Vorfrucht oder die anderen erfaßten Parameter erklären lassen. Für die Erklärung der Ursachen müßte hier wahrscheinlich weiter in der Vergangenheit (z.B. Grünlandumbruch) nachgeforscht bzw. andere Parameter ermittelt werden (z.B. Ertragseinbußen infolge Spritzmittelschäden oder dergleichen). Die Tabellen 1-3 zeigen dies anhand der Gemarkungen Auggen und Neuenburg beispielhaft für alle durchgeführten Gruppierungen bei den NID-Daten. Die Tabellen 1 und 2 sind dabei aufsteigend nach dem Probedatum sortiert, Tabelle 3 hingegen nach aufsteigenden Nitratwerten.

Gemarku	Probedat	Haftru	Zwifr	Vorfru	Acke	Nmin 0-	Nmin 30-	Nmin 60-	Sum 0-60	Sum 0-90	Gewann	Flurst	BoArt	BoKat
Neuenbur	11.02.1993	SG	verbl	WW		48	47		95		Wolfsgrün		mittel	Kies
Neuenbur	17.02.1993	WG	kein	Geme		6	9		15		Wäldeleäcke	2961	leicht	Sand
Neuenbur	17.02.1993	WG	kein	SM		10	17		27		Wäldeleäcke	2959	mittel	Kies
Neuenbur	10.04.1993	KM	kein	SM		33	30		63		Hohlenäcker	2955/56	mittel	Sand
Neuenbur	10.04.1993	SM	kein	WW	45	46	49	49	95	144	Wolfsgrün 1		leicht	Sand
Neuenbur	18.02.1994	SR	kein	KM	45	49	11		60		Wolfsgrün		mittel	Sand
Neuenbur	27.03.1994	KM	kein	unbe		10	12		22		Wäldeleäcke	2961	leicht	Sand
Neuenbur	27.03.1994	KM	kein	unbe		13	23		36		Wäldeleäcke	2959/1	leicht	Sand
Neuenbur	28.03.1994	SM	kein	WG	30	10	17		27		Hohlenäcker	2956	mittel	Sand
Neuenbur	28.03.1994	KM	kein	WW	30	11	14		25		Wäldeleäcke	2974	mittel	Kies
Neuenbur	03.04.1995	KM	Nicht	WR	50	12	32		44		Wolfsgrün		mittel	Kies
Neuenbur	04.04.1995	KM	Nicht	WW		16	18		34		Hohlenäcker	2955	mittel	Kies
Neuenbur	03.03.1997	SG	Nicht	SM		23	16		39		Wäldeleäcke	2979	leicht	Sand
Neuenbur	17.03.1997	ZR	kein	KM	40	28	29		57		Wolfsgrün		leicht	Sand
Neuenbur	07.04.1997	KM	Nicht	SG		39	27		66		Hohlenäcker	2955	leicht	Sand

Tab. 1: Gewinngruppe Hohlenäcker, Wolfsgrün, Wäldeleäcker

Gemark	Probedat	Haftru	Zwifr	Vorfru	Acke	Nmin 0-	Nmin 30-	Nmin 60-	Sum 0-60	Sum 0-90	Gewann	Flurst Nr	BoArt	BoKat
Auggen	11.02.1993	SG	keine	WW		30	57	44	87	131	Schloßacker	9451	leicht	Sand
Auggen	11.02.1993	SRap	keine	WW	35	4	4		8		Hafenlöcher		leicht	Sand
Auggen	11.02.1993	SG	keine	WW	40	28	0		28		Schloßacker		mittel	Kies
Auggen	11.02.1993	HA	keine	SG		31	18		49		Schloßacker	9459	mittel	Kies
Auggen	11.02.1993	SG	verbl	WW		32	24		56		Hafenlöcher		mittel	Kies
Auggen	17.02.1993	WW	keine	WR	45	18	21		39		Am Schafstein		mittel	Kies
Auggen	17.02.1993	SG	abge	WG		35	32		67		Schloßacker		mittel	Kies
Auggen	17.02.1993	SM	keine	WG		36	40		76		Schloßacker		mittel	Kies
Auggen	22.02.1994	SW	keine	WG	21	7	3		10		Schloßacker	9451	mittel	Kies
Auggen	23.02.1994	SG	keine	WW		4	9		13		Schafstein	9476/77	mittel	Kies
Auggen	23.02.1994	SG	keine	SB		4	10		14		Schloßacker	9384	mittel	Kies
Auggen	03.03.1994	WW	keine	WRap		9	0		9		Hafenlöcher		leicht	Sand
Auggen	21.02.1995	SG	Kein	WW		4	4		8		Schloßacker		leicht	Sand
Auggen	17.03.1995	SG	Nicht	WW		16	18		16		Schloßacker		mittel	Kies
Auggen	27.02.1996	SG	Legu	HA		10	20		10		Schafstein		leicht	Sand
Auggen	11.03.1996	SG	Nicht	SM	50	17	19		36		Schloßacker		mittel	Kies
Auggen	17.02.1997	unbe	keine	unbe		11	13		11		Schafstein		leicht	Sand
Auggen	27.02.1997	WW	keine	Senf		8	13		21		Schloßacker		leicht	Sand

Tab. 2: Gewinngruppe Schloßacker, Hafenlöcher, Schafstein

Gemar	Probedat	Hafu	Zwifr	Vorf	Acke	Nmin 0-	Nmin 30-	Nmin 60-	Sum 0-60	Sum 0-90	Gewann	Flurst	BoArt	BoKat
Auggen	18.02.1994	SG	Nicht	SM		4	6		10		Hacherweg		leicht	Sand
Auggen	02.03.1994	WW	Nicht	SG		11	0		11		Föhrenbäumle		leicht	Sand
Auggen	11.03.1996	WRap	kein	SG	50	13	17		13		Föhrenbäumle		leicht	Sand
Auggen	04.03.1997	SG	Nicht	SG		5	11		16		Hacher Weg		mittel	Kies
Auggen	27.02.1996	SG	Nicht	WW		16	16		16		Föhrenbäumle		leicht	Sand
Auggen	23.02.1994	SG	kein	Erbs		9	8		17		Hacherweg		mittel	Kies
Auggen	14.03.1994	SG	kein	unbe		19	0		19		Wangen	9989	mittel	Löß
Auggen	07.03.1996	SG	kein	KM		19	18		19		Wangen	9989	mittel	Kies
Auggen	03.03.1997	SG	kein	KM		10	10		20		U. Hacherweg	9196	leicht	Sand
Auggen	04.03.1995	SG	kein	SM		20	26		20		Wangen		mittel	Kies
Auggen	23.02.1994	HA	Nicht	SG		9	11		20		Unter d.	9163/6	mittel	Kies
Auggen	02.03.1994	KM	Nicht	SG		11	10		21		Oberhacherweg		leicht	Sand
Auggen	20.05.1996	Rgrü	kein	Rgrü		12	10		22		Hacherweg		mittel	Löß
Auggen	23.02.1994	SG	Nicht	SG		10	13		23		Oberhacherweg	9190	mittel	Kies
Auggen	19.02.1996	SG	Nicht	WW		14	11		25		N. Hacherweg	9163	leicht	Sand
Auggen	14.03.1994	SG	kein	SB		12	13		25		Föhrenbäumle		leicht	Sand
Auggen	05.03.1997	SG	Nicht	WW	60	17	21		27		Föhrenbäumle		mittel	Löß
Auggen	12.03.1993	WW	verbl	WRa		11	17		28		Föhrenbäumle		mittel	Kies
Auggen	18.03.1994	SM	kein	SG		13	9		32		Oberhachweg	9187	mittel	Löß
Auggen	06.03.1996	SG	Nicht	WW		16	16		32		Föhrenbäumle	9346/4	mittel	Löß
Auggen	03.03.1997	SG	nicht	WW		15	17		32		Hacherweg	9199-	leicht	Sand
Auggen	18.03.1994	SG	kein	WW		21	12		33		Föhrenbäumle	9358/5	mittel	Kies
Auggen	11.03.1994	SG	Nicht	HA		17	17		34		Föhrenbäumle		mittel	Kies
Auggen	03.03.1997	SG	Nicht	WW		18	18		36		Wangen	9989	mittel	Löß
Auggen	17.02.1993	SM	kein	unbe		17	20		37		Hacherfeld		leicht	Sand
Auggen	18.03.1994	SM	kein	SG		26	9		40		Oberhachweg	9185/8	mittel	Löß
Auggen	17.02.1993	SG	kein	SM		16	25		41		Hacherweg	9185	leicht	Sand
Auggen	03.03.1997	SG	Nicht	WW		19	25		44		Unt.	9194	mittel	Löß
Auggen	11.02.1993	SG	verbl	SG		21	27		48		Unter d.	9190	mittel	Kies
Auggen	11.02.1993	KM	kein	SG		30	20		50		Föhrenbäumle		mittel	Kies
Auggen	11.02.1993	SG	verbl	SRa		35	16		51		Föhrenbäumle	9350	mittel	Kies
Auggen	11.02.1993	SG	verbl	Phac		30	22		52		Föhrenbäumle	9351	mittel	Kies
Auggen	05.03.1997	SG	Nicht	SG	40	14	44		58		Hacher Weg		mittel	Kies
Auggen	11.02.1993	SG	verbl	SG		26	36		62		Unter d.	9163/6	mittel	Kies
Auggen	11.02.1993	SG	kein	SG		35	28		63		Hacher Weg Ost		mittel	Kies
Auggen	11.02.1993	SG	kein	WW		40	24		64		Hacherweg	9184	mittel	Kies
Auggen	17.02.1993	SG	kein	SM		34	31		65		Hacherweg	9186	mittel	Kies
Auggen	17.04.1996	KM	Nicht	WW		69	0		69		Hacherfeld		mittel	Kies
Auggen	17.02.1993	SG	kein	WW		29	45		74		Hacherfeld Ralf		leicht	Sand
Auggen	11.02.1993	SG	kein	SG		51	33		84		Hacher Weg		mittel	Kies

Tab. 3: Gewinngruppe Hacherweg/feld, Föhrenbäumle, Wangen  
Werte des Jahres 1993 rot (vergleiche letzter Absatz in diesem Abschnitt)

Bei allen drei Tabellen ist zu erkennen, daß es Gewanne gibt (z.B. Hacherweg in Tabelle 3), bei denen die Werte sehr hoch, aber auch wieder sehr niedrig sein können. Ohne die Berücksichtigung einzelner wichtiger Faktoren, wie Bodenart, Vor- und Hauptfrucht, kann man hier also keine eindeutigen Aussagen machen, welche Gewanne eher zu höheren oder zu niedrigeren Werten tendieren.

Berücksichtigt man bei der Gruppierung diese wichtigen Faktoren mit, so verringert sich die Anzahl der Datensätze erheblich. Eine sinnvolle Auswertung läßt sich dann kaum mehr durchführen. So z.B. bei der Abfrage „Neue, Griß, Zien (KM)“. Hier wurden drei Gemarkungen zusammengezogen, die ca. gleiche Niederschlagsverhältnisse besitzen (650 mm). Es wurde weiterhin nach Körnermais in der Vor- und Hauptfrucht und nach der Bodenart leicht, mittel und schwer sortiert. Nach der Sortierung blieben dann, wie in Tabelle 4 ersichtlich, nur noch vier bzw. drei Datensätze übrig. Der Sortierbereich umfaßte dabei alle Datensätze der Jahre 1993 bis 1997.

Gemarkung	Probedat	Gewann	BoArt	Vorfru	Zwifru	Hafu	Nmin 0-	Nmin 30-	Nmin 60-	Sum 0-60	Sum 0-90	Ackerz	Flurst
Zienken	11.02.1993	Sechzig	leicht	KM	keine	KM	30	30		60		45	1494
Grißheim	28.03.1994	Sichling	leicht	KM	keine	KM	76	23		76		30	
Grißheim	28.03.1994	Am oberen	leicht	KM	keine	KM	46	33		79			5525
Grißheim	17.05.1994	Oberfeld	leicht	KM	keine	KM	136	112		248		40	
Neuenburg-	04.04.1995	Krumfuhre	mittel	KM	keine	KM	8	16	17	24	41	70	3120-
Neuenburg-	04.04.1995	Langenrosen	mittel	KM	keine	KM	52	20		52			3153
Neuenburg	17.05.1994	Gottsacker	mittel	KM	keine	KM	134	57		191		40	

Tab. 4: Abfrage „Neue, Griß, Zien (KM)“

Bei der Abfrage „Müll, Hügel, Bugg (SG)“ tendieren die drei rot markierten Gewanne von Hügelleim zu höheren Werten, wobei natürlich auch hier eine zu geringe Anzahl an Datensätzen übrigbleibt. Der Abfragebereich erstreckt sich auch hier über den Zeitraum von 1993 bis 1997. So ist dieses Ergebnis wohl eher durch stark zufällige Einflüsse geprägt.

Gemarkung	Probedat	Gewann	BoArt	Vorfru	Zwifru	Hafu	Nmin 0-	Nmin 30-	Nmin 60-	Sum 0-60	Sum 0-90	Ackerz	Flurst
Müllheim	27.02.1997	Enten Weihe	leicht	SG	keine	SG	10	9		10			
Müllheim	17.02.1997	Grunghaufen	mittel	SG	keine	SG	11	13		11			
Müllheim	23.02.1994	Wässerefeld	mittel	SG	keine	SG	4	10		14			
Buggingen	04.03.1997	unbekannt	mittel	SG	Nichtl.	SG	16	15		16		70	
Buggingen	04.03.1997	In den Letten	mittel	SG	Nichtl.	SG	17	18		17		60	5237
Müllheim	23.02.1994	Grundhaufenw	mittel	SG	keine	SG	11	14		25			
Müllheim	11.02.1993	Wässere Feld	mittel	SG	keine	SG	25	40		65			
Hügelleim	07.04.1994	Sattel	mittel	SG	keine	SG	70	37		70		80	
Hügelleim	11.02.1993	Hundsrücken	mittel	SG	keine	SG	31	50		81			3688
Hügelleim	07.04.1994	Zinsacker	mittel	SG	keine	SG	88	51		88		60	3768/6

Tab. 5: Abfrage „Müll, Hügel, Bugg (SG)“

Allgemein spielt vermutlich die jährlich unterschiedliche Witterung eine große Rolle, hierbei vor allem die Frühjahrswitterung. Bei der Abfrage „Neue, Griß, Zien (SG)“ in Tabelle 6 ist zu erkennen, daß es 1993 überwiegend gleichmäßig höhere Nitratwerte gab als in den nachfolgenden Jahren.

Gemarkung	Probedat	Gewann	BoArt	Vorfru	Zwifru	Hafu	Nmin 0-	Nmin 30-	Nmin 60-	Sum 0-60	Sum 0-90	Ackerz	Flurst
Neuenburg	27.02.1997	Renkenweg	leicht	SG	Nichtl.	SG	19	15		19			
Neuenburg	23.02.1994	Sauwinkel	leicht	SG	nicht	SG	17	19		36		43	
Neuenburg	05.03.1997	Untere Riese	leicht	SG	Nichtl.	SG	20	24		44		35	
Zienken	01.03.1997	Schafweide	leicht	SG	Nichtl.	SG	31	60		91		35	
Neuenburg	05.03.1997	Beim	mittel	SG	Nichtl.	SG	12	7		19		35	
Neuenburg	05.03.1997	Pumpwerk	mittel	SG	keine	SG	12	13		25		40	
Neuenburg	23.02.1994	Faulbaumwald	mittel	SG	Nichtl.	SG	14	15		29			4607
Neuenburg	01.03.1997	Neuer Stein	mittel	SG	keine	SG	13	18		31		46	4601/2
Zienken	03.03.1997	Galgenacker	mittel	SG	Nichtl.	SG	29	18		47		40	1416
Neuenburg	11.02.1993	Untere Riese	mittel	SG	keine	SG	21	30		51			5050
Neuenburg	11.02.1993	Renkenweg	mittel	SG	verbl	SG	38	29		67			
Neuenburg	11.02.1993	Heilig-Kreuz	mittel	SG	keine	SG	29	39		68			
Neuenburg	05.03.1997	Unbekannt	mittel	SG	Nichtl.	SG	25	89		69		40	
Neuenburg	17.02.1993	Geigenbuck	mittel	SG	keine	SG	41	31		72		38	

Tab. 6: Abfrage „Neue, Griß, Zien (SG)“

Vermutlich sind die Werte auf stärkere Mineralisierungsvorgänge bzw. niedrigere Auswaschungen zurückzuführen. Bestätigung findet diese Annahme auch noch einmal bei der Abfrage „Auggen (Hacherw+Föhrenb)“ in Tabelle 3. Auch hier sind die Nitratwerte von 1993 tendenziell höher (rot gekennzeichnete Werte).

Zur Vervollständigung wurden in Tabelle 7 noch einmal verschiedene Abfragen mit den dazugehörigen Berechnungen der Gemarkung Auggen aufgelistet. Zur Grundgesamtheit gehören hier jeweils alle Datensätze der Tabelle A. Die erste Spalte (Abfrage Auggen) zeigt jeweils nur eine Einschränkung, z.B. das Jahr oder die Bodenart. Die Ergebnisse dieser jeweiligen Einschränkung sind in der Spalte „allgemein“ festgehalten. Bei der dritten und vierten Spalte wurde außerdem noch die Hauptfrucht (SG oder KM) als zweite Einschränkung hinzugezogen. Trotz zum Teil großer Standardabweichungen ist auch hier erkennbar, daß die Nitratwerte 1993 eindeutig höher lagen. Außerdem neigen Schläge mit schwerem Boden und vermutlich Schläge mit Leguminosen als Vorfrucht ebenso zu höheren Nitratwerten.

Abfrage Auggen		allgemein				SG als Hauptfrucht				KM als Hauptfrucht			
		m	x	Stdabw	n	m	x	Stdabw	n	m	x	Stdabw	n
<b>Jahr</b>	<b>1993</b>	50,0	52,4	19,3	47	51,5	51,9	15,8	32	50,0	50,0	-	1
	<b>1994</b>	19,0	21,5	10,7	53	19,0	19,8	8,1	27	25,5	26,3	8,3	4
	<b>1995</b>	15,0	16,8	8,0	12	15,0	16,8	8,0	12	-	-	-	-
	<b>1996</b>	21,0	27,6	17,0	24	20,0	24,9	14,3	14	44,0	49,7	17,2	3
	<b>1997</b>	25,0	31,5	25,9	32	26,0	26,4	11,9	20	58,0	58,0	-	1
<b>Boden</b>	<b>leicht</b>	21,0	26,0	21,7	33	20,5	25,9	19,9	22	28,5	28,5	10,6	2
	<b>mittel</b>	25,0	34,4	21,6	126	29,0	32,4	18,3	79	44,0	43,6	17,3	7
	<b>schwer</b>	27,5	32,8	24,2	8	41,0	43,3	11,7	3	-	-	-	-
<b>Vorfr</b>	<b>Legu</b>	34,5	34,5	24,7	2	34,5	34,5	24,7	2	-	-	-	-
	<b>Getr</b>	30,0	34,9	23,5	97	29,0	32,7	19,5	73	44,0	44,0	16,6	7
	<b>Mais</b>	24,0	27,9	18,4	19	24,0	27,3	15,9	13	36,0	36,0	-	1

Tab. 7: Statistische Berechnungen der Gemarkung Auggen

m = Medianwert, x = Mittelwert, Stdabw = Standardabweichung, n = Anzahl der Datensätze

### 3.1.2 Daten aus dem Mais-Pilotprojekt

Um eine größere Anzahl von Datensätzen zu erhalten und gleichzeitig auch noch ein anderes Gebiet zu untersuchen, wurden die Daten aus dem Pilotprojekt der Jahre 1992 bis 1994 von Hausen/Biengen in die Datenbank konvertiert. Der Vorteil dieser Probedaten war, daß sie relativ vollständig und zudem noch sehr viel genauer unterteilt waren. Der durchschnittliche Jahresniederschlag liegt in Hausen/Biengen bei ca. 650-700 mm.

Auch hier wurde bei den Abfragen versucht, die Datensätze durch Kriterien soweit einzuschränken, daß bei den gefundenen Datensätzen nahezu die gleichen Bedingungen vorlagen. Natürlich verringerte sich dadurch auch hier die Anzahl der Datensätze, allerdings nicht in dem Maße wie bei den NID-Daten. Zunächst beschränkte man sich auf das gleiche Probejahr und die gleiche Vor- und Hauptfrucht (Körnermais). Dabei erhielt man für das Jahr 1992 98 Datensätze und für 1994 eine Anzahl von 108. Das Jahr 1993 war für die Auswertung nicht geeignet, da keine Angaben über die Vorfrucht vorlagen. Um die Sortierung noch zu verfeinern wurde auch die Bodenart (im Beispiel L = Lehm) und die Nachfrucht in Form einer Untersaat (US1 = gut oder US2 = mittel) mitberücksichtigt. Tabelle 8 zeigt dabei die Datensätze mit der Untersaat 2 und Tabelle 9 die mit der Untersaat 1 aus dem Jahr 1992.

GEWANN	GEMA	NMINDAT	NMIN	NMIN	NMIN	NMIND	FLSTNR	VORF	NACH	ZWF	HAUP	BODE	HUMU	CNVER
Dumpfgraben	Hausen	05.04.199	20	23	35	78	1573	K.Mais	US2	0	K.Mais	L	1,9	8,5
Schmidtacker	Hausen	05.04.199	27	30	39	96	1618	K.Mais	US2	0	K.Mais	L	2,1	7,6
Mengener Weg	Hausen	05.04.199	26	23	24	73	1734	K.Mais	US2	1	K.Mais	L	1,8	8
Mengener Weg	Hausen	05.04.199	21	20	23	64	1739	K.Mais	US2	1	K.Mais	L	1,7	6,7
Mengenerweg	Hausen	05.04.199	22	20	16	58	1740	K.Mais	US2	0	K.Mais	L	2	8,9
Kleinfeld	Hausen	05.04.199	27	25	45	97	1763	K.Mais	US2	0	K.Mais	L	1,7	8,2
Rausacker	Hausen	05.04.199	32	33	36	101	1780	K.Mais	US2	0	K.Mais	L	2	8,3
Rausacker	Hausen	05.04.199	15	29	40	84	1785	K.Mais	US2	0	K.Mais	L	2,1	9,4
Breitenweg	Hausen	05.04.199	18	26	29	73	1841	K.Mais	US2	0	K.Mais	L	2,1	8,7
Neumatten	Hausen	05.04.199	22	24	29	75	1961 Tf	K.Mais	US2	0	K.Mais	L	2,8	8,1
Neumatten	Hausen	05.04.199	22	24	29	75	1961 Tf	K.Mais	US2	0	K.Mais	L	2,8	8,1
Neumatten	Hausen	05.04.199	22	24	29	75	1961 Tf	K.Mais	US2	0	K.Mais	L	2,8	8,1
Unterer	Hausen	05.04.199	20	31	42	93	1966	K.Mais	US2	0	K.Mais	L	3,4	7,6
Breitenweg	Hausen	05.04.199	35	45	49	129	1971	K.Mais	US2	0	K.Mais	L	2,5	8
Storchenmatte	Hausen	05.04.199	30	36	57	123	1978	K.Mais	US2	0	K.Mais	L	3	8,3
Storchenmatte	Hausen	05.04.199	23	34	38	95	1980	K.Mais	US2	0	K.Mais	L	2,7	7,5
Bodenmatten	Hausen	05.04.199	27	29	34	90	2008	K.Mais	US2	0	K.Mais	L	3,3	8,3
Rebgartle	Hausen	05.04.199	26	29	28	83	2042	K.Mais	US2	0	K.Mais	L	3,2	8,4
Grezhauer	Hausen	05.04.199	18	17	25	60	2137	K.Mais	US2	0	K.Mais	L	2,2	9,1
Im unteren	Hausen	05.04.199	25	31	54	110	2191	K.Mais	US2	0	K.Mais	L	2	8,3
Krummengrabe	Hausen	05.04.199	35	33	33	101	3615	K.Mais	US2	1	K.Mais	L	1,6	7,7

Tab. 8: Abfrage „Hausen+Biengen(US2)“

GEWANN	GEMA	NMINDAT	NMIN	NMIN	NMIN	NMIND	FLSTNR	VORF	NACH	ZWF	HAUP	BODE	HUMU	CNVER
Sandacker	Hausen	05.04.199	12	20	44	76	1598	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	2,1	8,7
Rimsingerweg	Hausen	05.04.199	21	32	37	90	1605	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	2,2	8,5
Schmidtacker	Hausen	05.04.199	24	26	29	79	1622	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,5	7,3
Schmidtacker	Hausen	05.04.199	14	19	24	57	1628	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	2	7,7
Hundsacker	Hausen	05.04.199	21	25	31	77	1637	K.Mais	US1	1	K.Mais	L	1,9	7,9
Krummengrabe	Hausen	05.04.199	15	19	25	59	1645	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,9	8,5
Im oberen	Hausen	05.04.199	27	30	32	89	1715	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,9	8,5
Mattfeldele	Hausen	05.04.199	27	50	59	136	1818	K.Mais	US1	1	K.Mais	L	2,4	8,7
Mattfeld	Hausen	05.04.199	21	30	28	79	1819	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	2,9	8
Breitweg	Hausen	05.04.199	43	46	36	125	1848	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	2	8,3
Oberer	Hausen	05.04.199	41	47	50	138	1848/1	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,7	7
Am Feldkircher	Hausen	05.04.199	26	25	34	85	1858 Tf	K.Mais	US1	1	K.Mais	L	1,8	8,7
Kirchacker	Hausen	05.04.199	26	29	29	84	1858 Tf	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,9	9,2
Bierenweg	Hausen	05.04.199	24	34	48	106	1868	K.Mais	US1	1	K.Mais	L	1,6	8,5
Bierenweg	Hausen	05.04.199	15	21	24	60	1884	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,7	8,2
Kasgraben	Hausen	05.04.199	21	25	29	75	1890	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,8	8
Innere Hardt	Hausen	05.04.199	16	25	23	64	1940 Tf	K.Mais	US1	1	K.Mais	L	1,6	7,1
Storchenmatte	Hausen	05.04.199	21	21	34	76	1957	K.Mais	US1	1	K.Mais	L	2,4	7,7
Breitenweg	Hausen	05.04.199	21	27	39	87	1967	K.Mais	US1	1	K.Mais	L	2,9	7,6
Heuspiel	Hausen	05.04.199	25	44	79	148	1983	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	3,3	7,7
Heuspiel	Hausen	05.04.199	15	26	23	64	1992	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	3,8	8,8
Unterer	Hausen	05.04.199	14	30	33	77	1997	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	3,2	8
Bodenmatten	Hausen	05.04.199	42	42	41	125	1999	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	4,1	8,5
Bodenmatten	Hausen	05.04.199	29	29	39	97	2006	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	3	8,3
Bodenmatten	Hausen	05.04.199	26	27	32	85	2009	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	3,4	8,2
Stegelmatten	Hausen	05.04.199	29	29	44	102	2049	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	3	7,9
Gehrenmatten	Hausen	05.04.199	21	22	26	69	2057	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	3,5	8,5
Gemeindematt	Hausen	05.04.199	39	39	60	138	2084	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	3,7	8,9
Gemeindematt	Hausen	05.04.199	25	28	37	90	2093	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	2,5	8,1
Gemeindematt	Hausen	05.04.199	25	28	37	90	2094 Tf	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	2,5	8,1
Gemeindematt	Hausen	05.04.199	25	28	37	90	2094 Tf	K.Mais	US1	1	K.Mais	L	2,5	8
Grenzhauser	Hausen	05.04.199	20	28	32	80	2131	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,8	9,5
Krummengrabe	Hausen	05.04.199	19	22	30	71	2167	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,8	8,7
Krummengrabe	Hausen	05.04.199	32	32	40	104	2169	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	2	8,3
Krummengrabe	Hausen	05.04.199	19	22	26	67	2171	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,9	8,5
Krummengrabe	Hausen	05.04.199	16	18	22	56	2172	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,7	8,2
Hauserfeld	Hausen	05.04.199	35	36	40	111	4669	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,8	9,5
Neumatte	Hausen	05.04.199	38	34	35	107	6075	K.Mais	US1	1	K.Mais	L	3,5	7,5

Tab. 9: Abfrage „Hausen+Biengen(US1)“

In Tabelle 8 hat die Gewinngruppe Breitenweg + Unt. Breiten + Storchenmatten sehr hohe Werte. In Tabelle 9 ist es die Gruppe Breitweg + oberer Breitweg + Feldkircherweg + Kirch

acker + Bierenweg und die Gruppe Bodenmatten + Stegelmatten + Gehrenmatten + Gemeindematten, die hohe Werte aufzeigen. Zu erkennen ist, daß Schläge mit hohen Werten vielmals den Namen „Matten“ in der Gewinnbezeichnung beinhalten. Vermutlich sind dies ehemalige Grünlandflächen, worauf auch die etwas höheren Humusgehalte hinweisen.

Um schließlich auch noch den Humusgehalt zu berücksichtigen, wurde die Abfrage weiter präzisiert. Dabei unterteilte man die Datensätze noch einmal in Tabellen mit einem Humusgehalt  $\leq 2,4\%$  (Tab. 10) und  $\geq 2,5\%$  (Tab. 11).

GEWANN	GEMAR	NMINDAT1	NMIN	NMIN	NMIN	NMIND	FLSTN	VORF	NACH	ZWF	HAUPT	BODE	HUMU	CNVER
Sandacker	Hausen /	05.04.1992	12	20	44	76	1598	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	2,1	8,7
Rimsingerweg	Hausen	05.04.1992	21	32	37	90	1605	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	2,2	8,5
Schmidtacker	Hausen	05.04.1992	24	26	29	79	1622	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,5	7,3
Schmidtacker	Hausen	05.04.1992	14	19	24	57	1628	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	2	7,7
Hundsacker	Hausen	05.04.1992	21	25	31	77	1637	K.Mais	US1	1	K.Mais	L	1,9	7,9
Krummengrabe	Hausen	05.04.1992	15	19	25	59	1645	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,9	8,5
Im oberen	Hausen	05.04.1992	27	30	32	89	1715	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,9	8,5
Mattfeldele	Hausen	05.04.1992	27	50	59	136	1818	K.Mais	US1	1	K.Mais	L	2,4	8,7
Breitweg	Hausen	05.04.1992	43	46	36	125	1848	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	2	8,3
Oberer	Hausen	05.04.1992	41	47	50	138	1848/1	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,7	7
Am Feldkircher	Hausen	05.04.1992	26	25	34	85	1858 Tf	K.Mais	US1	1	K.Mais	L	1,8	8,7
Kirchacker	Hausen	05.04.1992	26	29	29	84	1858 Tf	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,9	9,2
Bierenweg	Hausen	05.04.1992	24	34	48	106	1868	K.Mais	US1	1	K.Mais	L	1,6	8,5
Bierenweg	Hausen	05.04.1992	15	21	24	60	1884	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,7	8,2
Käsgraben	Hausen	05.04.1992	21	25	29	75	1890	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,8	8
Innere Hardt	Hausen	05.04.1992	16	25	23	64	1940 Tf	K.Mais	US1	1	K.Mais	L	1,6	7,1
Storchenmatte	Hausen	05.04.1992	21	21	34	76	1957	K.Mais	US1	1	K.Mais	L	2,4	7,7
Grenzhauser	Hausen	05.04.1992	20	28	32	80	2131	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,8	9,5
Krummengrabe	Hausen	05.04.1992	19	22	30	71	2167	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,8	8,7
Krummengrabe	Hausen	05.04.1992	32	32	40	104	2169	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	2	8,3
Krummengrabe	Hausen	05.04.1992	19	22	26	67	2171	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,9	8,5
Krummengrabe	Hausen	05.04.1992	16	18	22	56	2172	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,7	8,2
Hauserfeld	Hausen	05.04.1992	35	36	40	111	4669	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	1,8	9,5

Tab. 10: Abfrage „Humusgehalt  $\leq 2,4\%$ “ von 1992

GEWANN	GEMAR	NMINDAT1	NMIN	NMIN	NMIN	NMIND	FLSTN	VORF	NACH	ZWF	HAUPT	BODE	HUMU	CNVER
Mattfeld	Hausen	05.04.1992	21	30	28	79	1819	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	2,9	8
Breitenweg	Hausen	05.04.1992	21	27	39	87	1967	K.Mais	US1	1	K.Mais	L	2,9	7,6
Heuspiel	Hausen	05.04.1992	25	44	79	148	1983	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	3,3	7,7
Heuspiel	Hausen	05.04.1992	15	26	23	64	1992	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	3,8	8,8
Unterer	Hausen	05.04.1992	14	30	33	77	1997	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	3,2	8
Bodenmatten	Hausen	05.04.1992	42	42	41	125	1999	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	4,1	8,5
Bodenmatten	Hausen	05.04.1992	29	29	39	97	2006	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	3	8,3
Bodenmatten	Hausen	05.04.1992	26	27	32	85	2009	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	3,4	8,2
Stegelmatten	Hausen	05.04.1992	29	29	44	102	2049	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	3	7,9
Gehrenmatten	Hausen	05.04.1992	21	22	26	69	2057	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	3,5	8,5
Gemeindematt	Hausen	05.04.1992	39	39	60	138	2084	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	3,7	8,9
Gemeindematt	Hausen	05.04.1992	25	28	37	90	2093	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	2,5	8,1
Gemeindematt	Hausen	05.04.1992	25	28	37	90	2094 Tf	K.Mais	US1	1	K.Mais	L	2,5	8
Gemeindematt	Hausen	05.04.1992	25	28	37	90	2094 Tf	K.Mais	US1	0	K.Mais	L	2,5	8,1
Neumatten	Hausen	05.04.1992	38	34	35	107	6075	K.Mais	US1	1	K.Mais	L	3,5	7,5

Tab. 11: Abfrage „Humusgehalt  $\geq 2,5\%$ “ von 1992

Wie vermutet, sind die Gewanne mit der Bezeichnung „Matten“ überwiegend in Tabelle 11 zu finden. Der  $N_{\min}$ -Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und auch der  $N_{\min}$ -Medianwert ( $m$ ) lag bei der Abfrage mit dem höheren Humusgehalt etwas höher.

Ergebnisse: Tabelle 10, Humusgehalt  $\leq 2,4\%$ :  $\bar{x} = 85,4$  kgN/ha  $m = 79,0$  kgN/ha

Tabelle 11, Humusgehalt  $\geq 2,5\%$ :  $\bar{x} = 89,4$  kgN/ha  $m = 90,0$  kgN/ha

Auch im Jahr 1994 zeichnete sich ein ähnliches Bild ab. Leider konnte man hier nicht mehr nach verschiedenen Untersaaten einteilen, da in der konvertierten Datenbank nur zwischen einer vorhandenen und einer nicht vorhandenen Untersaat (US) unterschieden wurde.

GEWANN	GEMAR	NMINDAT1	NMIN	NMIN	NMIN	NMIND	FLST	VORF	NACH	ZWFR	HAUP	BODE	HUMU	CNVER
Dumpfgraben	Hausen	05.04.1994	17	10	11	37	1573	K.Mai	US	1	K.Mais	L	1,9	8,5
Breisacherstr.	Hausen	05.04.1994	13	9	8	30	1588	K.Mai	US		K.Mais	L	1,8	8,7
Sandacker	Hausen	05.04.1994	14	9	10	33	1595	K.Mai	US	1	K.Mais	L	1,8	8
Sandacker	Hausen	05.04.1994	19	14	11	44	1596	K.Mai	US	1	K.Mais	L	2	4
Sandascker	Hausen	05.04.1994	25	29	9	63	1598	K.Mai	US	1	K.Mais	L	2,1	8,7
Schmidtacker	Hausen	05.04.1994	12	8	7	28	1623	K.Mai	US	1	K.Mais	L	2,3	7,8
Hundsacker	Hausen	05.04.1994	20	12	6	38	1636	K.Mai	US	1	K.Mais	L	2	7,7
Hundsacker	Hausen	05.04.1994	20	9	11	40	1637	K.Mai	US	1	K.Mais	L	1,9	7,9
Krummengrab	Hausen	05.04.1994	16	11	9	36	1645	K.Mai	US		K.Mais	L	1,9	8,5
Oberer Öhler	Hausen	05.04.1994	24	14	12	50	1714	K.Mai	US	1	K.Mais	L	2	8,2
Oberer Öhler	Hausen	05.04.1994	18	9	15	42	1715	K.Mai	US		K.Mais	L	1,9	8,5
Kanalweg	Biengen	05.04.1994	12	7	6	26	1734	K.Mai	US	1	K.Mais	L	2	9,7
Am Mengener	Hausen	05.04.1994	12	11	6	30	1734	K.Mai	US		K.Mais	L	1,8	8
Am Mengener	Hausen	05.04.1994	17	11	13	41	1740	K.Mai	US		K.Mais	L	2	8,9
Rausacker	Hausen	05.04.1994	11	8	4	23	1748	K.Mai	US	1	K.Mais	L	1,7	9
Kleinfeldele	Hausen	05.04.1994	17	11	12	39	1763	K.Mai	US	1	K.Mais	L	1,7	8,2
gegenüber	Hausen	05.04.1994	24	19	22	64	1771	K.Mai	US		K.Mais	L	1,8	7,5
Rausacker	Hausen	05.04.1994	14	11	10	35	1780	K.Mai	US	1	K.Mais	L	2	8,3
Rausacker	Hausen	05.04.1994	15	12	15	41	1784	K.Mai	US	1	K.Mais	L	1,9	7,9
Rausacker	Hausen	05.04.1994	15	14	8	37	1785	K.Mai	US	1	K.Mais	L	2,1	9,4
Mattfeldele	Hausen	05.04.1994	13	12	10	36	1830	K.Mai	US	1	K.Mais	L	2	8,3
o. Breitenweg	Hausen	05.04.1994	17	14	10	42	1848/1	K.Mai	US	1	K.Mais	L	1,7	7
o. Breitenweg	Hausen	05.04.1994	14	15	8	36	1853	K.Mai	US	1	K.Mais	L	1,9	8,5
Kirchenackern	Hausen	05.04.1994	25	21	18	64	1858	K.Mai	US		K.Mais	L	1,9	9,2
Brücklegraben	Hausen	05.04.1994	14	14	10	38	1861w	K.Mai	US	1	K.Mais	L	1,8	8,7
Brückleacker	Hausen	05.04.1994	17	10	9	36	1862	K.Mai	US	1	K.Mais	L	1,7	8,2
Storchenmatte	Hausen	05.04.1994	25	11	8	43	1957	K.Mai	US	1	K.Mais	L	2,4	7,7
Grezhausener	Hausen	05.04.1994	14	7	8	30	2124	K.Mai	US		K.Mais	L	1,6	8,4
Grezhausener	Hausen	05.04.1994	22	12	10	44	2137	K.Mai	US		K.Mais	L	2,2	9,1
Krummengrab	Hausen	05.04.1994	20	14	17	52	2162	K.Mai	US	1	K.Mais	L	2	7,7
Krummengrab	Hausen	05.04.1994	15	11	9	35	2168	K.Mai	US	1	K.Mais	L	1,8	8
Krummemgra	Hausen	05.04.1994	10	12	8	30	2169	K.Mai	US	1	K.Mais	L	2	8,3
Krummemgra	Hausen	05.04.1994	10	8	6	25	2171	K.Mai	US		K.Mais	L	1,9	8,5
Krummengrab	Hausen	05.04.1994	15	14	8	37	2172	K.Mai	US	1	K.Mais	L	1,7	8,2
Im unteren	Hausen	05.04.1994	14	8	12	34	3608	K.Mai	US	1	K.Mais	L	2	8,3

Tab. 12: Abfrage „Humusgehalt  $\leq 2,4$  %“ von 1994

GEWANN	GEMAR	NMINDAT1	NMIN	NMIN	NMIN	NMIND	FLST	VORF	NACH	ZWFR	HAUP	BODE	HUMU	CNVER
Munidamm	Hausen	05.04.1994	26	22	10	58	1593	K.Mai	US	1	K.Mais	L	3,2	8,4
Mattfeldele	Hausen	05.04.1994	32	24	14	71	1819	K.Mai	US	1	K.Mais	L	2,9	8
unterer	Hausen	05.04.1994	30	24	21	75	1966	K.Mai	US	1	K.Mais	L	3,4	7,6
Breitenweg	Hausen	05.04.1994	22	20	22	64	1967	K.Mai	US	1	K.Mais	L	2,9	7,6
unterer	Hausen	05.04.1994	23	28	11	62	1997	K.Mai	US	1	K.Mais	L	3,2	8
Bodenmatten	Hausen	05.04.1994	15	21	8	44	1998	K.Mai	US	1	K.Mais	L	3,5	8,5
Rebgärtle	Hausen	05.04.1994	22	22	16	60	2006	K.Mai	US	1	K.Mais	L	3	8,3
Bodenmatten	Hausen	05.04.1994	29	28	18	76	2008	K.Mai	US	1	K.Mais	L	3,4	8,2
Rebgärtle	Hausen	05.04.1994	23	24	15	62	2042	K.Mai	US	1	K.Mais	L	3,2	8,4
Rebgärtle	Hausen	05.04.1994	24	30	13	67	2044	K.Mai	US	1	K.Mais	L	3	8,3
Rebgärtle	Hausen	05.04.1994	30	22	13	65	2049	K.Mai	US	1	K.Mais	L	3	7,9
Gehren	Hausen	05.04.1994	21	18	11	50	2057	K.Mai	US	1	K.Mais	L	3,5	8,5
Gemeindsmatt	Hausen	05.04.1994	42	33	13	89	2084	K.Mai	US	1	K.Mais	L	3,7	8,9
Gemeindeweg	Hausen	05.04.1994	27	15	4	46	2088	K.Mai	US		K.Mais	L	3,3	9,1
Gemeindsmatt	Hausen	05.04.1994	30	30	30	90	2089	K.Mai	US	1	K.Mais	L	2,5	7,6
Gemeindemat	Hausen	05.04.1994	22	19	18	59	2094	K.Mai	US	1	K.Mais	L	3,5	9,2
Gehren	Hausen	05.04.1994	27	18	20	64	2094w	K.Mai	US	1	K.Mais	L	2,5	8

Tab. 13: Abfrage „Humusgehalt  $\geq 2,5$  %“ von 1994

Auch diesmal sind wieder die Bezeichnungen „Matten“ überwiegend in Tabelle 13 zu finden. Zusätzlich kam noch der Gewannname „Rebgärtle“ dazu. Auch die Nitratwerte liegen in dieser Tabelle in höheren Bereichen, so daß hier der  $N_{\min}$ -Mittelwert bei  $x = 64,8$  kgN/ha und der  $N_{\min}$ -Medianwert bei  $m = 64,0$  kgN/ha lag. Tabelle 12 mit dem Humusgehalt  $\leq 2,4$  % lag mit den Werten  $x = 38,8$  kgN/ha und  $m = 37,0$  kgN/ha klar darunter. Dieses Ergebnis zeigt also, daß Ackerschläge mit hohen Humuswerten zu höheren Nitratwerten im Boden führten. In Hausen/Biengen lag dieser Unterschied 1994 bei über 20 kg N/ha.

Wie auch bei der Gemarkung Auggen soll Tabelle 14 noch einmal die wichtigsten durchgeführten Abfragen mit den dazugehörigen Berechnungen der Gemarkungen Hausen und Biengen aufzeigen. Hier gehören zur Grundgesamtheit jeweils alle Datensätze eines Probejahres. Leguminosen als Vorfrüchte waren in keinem Jahr vorhanden. Wie bereits im zweiten Absatz dieses Abschnittes erwähnt waren 1993 keine Vorfruchtangaben vorhanden.

Abfrage Hausen/Biengen		allgemein				SG als Hauptfrucht				KM als Hauptfrucht			
		m	x	Stdabw	n	m	x	Stdabw	n	m	x	Stdabw	n
<b>Jahr</b>	<b>1992</b>	86,0	97,8	57,1	590	150,0	160,0	101,8	37	88,5	95,1	35,2	392
<b>Boden</b>	<b>L</b>	88,0	99,3	53,5	336	193,0	209,2	145,3	13	88,5	94,2	33,7	286
	<b>uL</b>	71,0	93,0	50,7	43	-	-	-	-	87,5	95,3	42,5	28
	<b>sL</b>	90,0	111,9	63,1	50	156,0	160,7	41,2	7	82,0	99,1	39,5	28
	<b>stL</b>	82,0	89,3	24,1	29	-	-	-	-	82,0	89,3	24,1	29
<b>Humus</b>	<b>&lt; 2 %</b>	79,0	93,4	46,6	222	151,0	157,1	71,3	11	80,0	90,2	36,3	168
	<b>2-3 %</b>	90,0	96,8	43,9	165	181,0	191,4	66,2	7	90,0	91,0	27,0	141
	<b>&gt; 3 %</b>	109,0	124,8	80,0	70	388,0	388,0	326,7	2	107,0	112,9	37,5	61
<b>Vorfr</b>	<b>Getr</b>	83,0	92,9	25,1	17	-	-	-	-	83,0	92,9	25,1	17
	<b>Mais</b>	83,5	90,8	31,7	108	-	-	-	-	83,5	90,8	31,7	108
<b>Jahr</b>	<b>1993</b>	88,0	106,5	67,8	279	157,0	180,9	116,2	24	88,0	95,5	40,1	171
<b>Boden</b>	<b>L</b>	85,5	106,6	71,9	168	175,0	198,0	145,7	14	85,5	94,1	37,2	118
	<b>uL</b>	67,0	83,3	53,1	33	61,0	70,0	39,0	4	70,0	79,4	45,3	13
	<b>sL</b>	102,0	122,5	64,6	63	156,0	153,8	47,6	9	97,0	113,9	49,6	29
	<b>stL</b>	75,0	81,5	17,1	11	-	-	-	-	75,0	81,5	17,1	11
<b>Humus</b>	<b>&lt; 2 %</b>	78,0	96,8	54,5	139	128,0	138,3	74,1	16	76,0	87,0	40,9	69
	<b>2-3 %</b>	90,0	101,5	56,4	91	169,0	165,2	76,4	10	90,0	90,5	31,7	67
	<b>&gt; 3 %</b>	122,0	147,9	101,8	47	388,0	388,0	326,7	2	114,0	122,2	42,7	35
<b>Jahr</b>	<b>1994</b>	50,0	59,1	39,3	265	65,0	83,0	67,7	33	48,0	52,2	21,2	153
<b>Boden</b>	<b>L</b>	47,5	54,7	28,8	144	70,0	74,3	24,5	16	46,0	51,1	18,9	90
	<b>uL</b>	51,0	62,1	41,1	35	52,5	51,7	18,6	6	49,0	54,6	31,0	19
	<b>sL</b>	65,0	75,4	61,6	53	79,0	135,9	132,6	7	59,0	63,3	20,9	24
	<b>stL</b>	37,5	35,4	9,3	10	-	-	-	-	37,5	35,4	9,3	10
<b>Humus</b>	<b>&lt; 2 %</b>	46,0	59,7	49,8	119	65,0	89,7	79,5	23	42,0	47,3	21,3	61
	<b>2-3 %</b>	50,0	55,2	27,0	81	79,5	68,3	28,7	4	49,5	53,7	21,3	60
	<b>&gt; 3 %</b>	63,0	69,9	32,5	41	72,5	75,0	17,9	4	62,0	63,6	19,4	21
<b>Vorfr</b>	<b>Getr</b>	70,0	78,0	38,6	48	75,5	84,0	35,0	10	66,0	73,0	28,1	21
	<b>Mais</b>	44,0	49,4	23,5	177	64,0	69,9	29,3	18	42,5	46,8	17,0	116

Tab. 14: Statistische Berechnungen der Gemarkungen Hausen und Biengen  
m = Medianwert, x = Mittelwert, Stdabw = Standardabweichung, n = Anzahl der Datensätze

Die Aussage über höhere Nitratwerte bei höheren Humuswerten im Boden wird auch hier bei den Medianwerten bestätigt. Weiterhin ist hier noch erkennbar, daß bei Sommergerste als Hauptfrucht regelmäßig höhere Nitratwerte auftreten als bei der Hauptfrucht Körnermais. Die Probenahme zu SG findet in der Regel im Februar und damit ca. ein bis eineinhalb Monate vor der Probenahme zu Körnermais statt.

### 3.2 Großräumige Auswertung

Nachdem die Auswertung der Daten aus relativ homogenen Gemarkungen des Markgräflerlandes häufig wegen zu geringer Stichprobenumfänge wenig Aussagekraft hatte, wurde in einem weiteren Ansatz auf die NID-Daten der Jahre 1994 bis 1998 aus dem südbadischen Rheintal, vom Ortenaukreis im Norden über die Kreise Emmendingen und Freiburg bzw. Breisgau-Hochschwarzwald bis nach Lörrach im Süden zugegriffen.

Durch die Eingrenzung der Kulturen auf Getreide im weiteren Sinne (mit Mais) ist sichergestellt, daß es sich in der weit überwiegenderen Anzahl der Fälle um Standorte in der Rheinebene handelt. Der Stichprobenumfang umfaßt dabei 3453 Proben, wobei der Schwerpunkt eindeutig bei Körnermais liegt ( $n = 1886$ ), gefolgt von Sommergerste mit 704 Datensätzen.

Auch hier ist die Schwankungsbreite noch beträchtlich, was neben den Einflüssen der Vielfalt der Standorte natürlich auch auf die Jahreseinflüsse zurückzuführen ist. So schwankten die Jahresdurchschnittswerte der gemessenen Frühjahrs-Nmin-Werte von 58 kg im Jahr 1995 bis zu 101 kg N/ha im Jahr 1997, d. h. um etwa  $\pm 20$  kg um den Mittelwert der Jahre 1994 - 1998 in Höhe von 80 kg N/ha. Trotz des relativ großen Stichprobenumfangs reduziert sich die Anzahl gefundener Werte bei manchen Auswertungen wieder so stark, daß nur noch wenige Werte zur Verfügung stehen. Häufig schwanken diese dann auch noch beträchtlich, so daß eine Aussage kaum mehr möglich ist. Derartige Werte wurden in den Ergebnistabellen in Klammern gesetzt.

Die Ergebnisse wurden in Form von Übersichtstabellen zusammengefasst, welche mit einem kurzen Kommentar versehen wurden. Ausführliche Ausdrücke, teilweise ergänzt um Graphiken, befinden sich im Anhang.

### 3.2.1 Frühjahrs-Nmin-Werte (NID) in Abhängigkeit von Herbstdüngung, Fruchtart und Jahr

Abhängigkeit von der Art der Herbstdüngung bei Getreide (WW, SG, FG, SM, KM)  
(n = 3453)

Düngung	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Keine	63	56	82	94	80	75
Mineral-N	142	118	127	159	133	136
Gülle	105	65	89	95	109	93
Festmist	53	51	92	122	75	79
Alle	67	58	87	101	85	80

Abhängigkeit von der Art der Herbstdüngung bei Winterweizen  
(n = 462)

Düngung	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Keine	36	22	51	39	67	43
Mineral-N			74	34	125	( 78)
Gülle	41	22	45	41		( 37)
Festmist		20				( 20)
Alle	37	22	51	39	67	43

Abhängigkeit von der Art der Herbstdüngung bei Sommergerste  
(n = 704)

Düngung	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Keine	52	39	54	62	70	55
Mineral-N						
Gülle	92			80		( 86)
Festmist		40				( 40)
Alle	55	39	55	63	69	56

Abhängigkeit von der Art der Herbstdüngung bei Silomais  
(n = 398)

Düngung	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Keine	53	55	117	137	89	90
Mineral-N				105		(105)
Gülle	54	91	84	85	71	77
Festmist	54	48	91	94	66	71
Alle	54	61	101	102	81	80

Abhängigkeit von der Art der Herbstdüngung bei Körnermais  
(n = 1886)

Düngung	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Keine	74	69	99	124	88	91
Mineral-N	156	124	136	214	137	153
Gülle	151	76	118	129	160	127
Festmist	53	61	96	214	112	107
Alle	80	71	104	136	98	98

Es zeigt sich, daß die Werte ohne Düngung am niedrigsten liegen. Am höchsten liegen sie bei Mineraldüngung (+ 15 - +60 kg N/ha) im Herbst. Festmist führt zu geringfügig erhöhten (+15) oder erniedrigten (-20) Werten gegenüber ungedüngt, während Gölledüngung den Wert meist erhöht (-10 - +30), ohne jedoch die an die Werte der Mineraldüngung heranzukommen.

### 3.2.2 Frühjahrs-Nmin-Werte (NID) in Abhängigkeit von Tierhaltung, Fruchtart und Jahr

Abhängigkeit von der Tierhaltung bei Getreide (WW, SG, FG, SM, KM)

(n = 3453)

Tierhaltung	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
k. Angabe	56	69	99	116	91	86
viehlos	77	52	85	97	92	81
Rinder	62	54	64	87	75	68
Schweine	79	61	88	134	74	87
Gemischte	69	52	82	86	79	74
Geflügel			137	85	110	(111)
Alle	67	58	87	101	85	80

Abhängigkeit von der Tierhaltung bei Winterweizen

(n = 462)

Tierhaltung	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
k. Angabe	38	28	84	44		49
viehlos	46	21	37	36	94	47
Rinder	33		57	45	56	48
Schweine	37	20	48	36	48	38
Gemischte		15	31	33	64	(36)
Geflügel			134			(134)
Alle	37	22	51	39	67	43

Abhängigkeit von der Tierhaltung bei Sommergerste

(n = 704)

Tierhaltung	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
k. Angabe	47	45	64	61	73	58
viehlos	45	38	53	67	58	52
Rinder	72		50	64		(62)
Schweine					56	(56)
Gemischte	72	30				(51)
Geflügel						
Alle	55	39	55	63	69	56

Abhängigkeit von der Tierhaltung bei Silomais

(n = 398)

Tierhaltung	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
k. Angabe	58	54	132	150	144	108
viehlos	39	62	114	133	76	85
Rinder	56	52	73	88	74	69
Schweine	45	99	153	183	90	114
Gemischte		150	101	100	72	(106)
Geflügel						
Alle	54	61	101	102	81	80

Abhängigkeit von der Tierhaltung bei Körnermais

(n = 1886)

Tierhaltung	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
k. Angabe	66	88	114	167	119	111
viehlos	83	66	102	115	99	93
Rinder	85	53	64	128	94	85
Schweine	99	68	97	184	80	106
Gemischte	79	64	104	162	97	101
Geflügel			129	90	110	(110)
Alle	80	71	104	136	98	98

Die Effekte der Tierhaltung (versch. Tierarten bzw. ohne Tierhaltung) sind gering und volatil.

### 3.2.3 Frühjahrs-Nmin-Werte (NID) in Abhängigkeit von Saatverfahren, Fruchtart und Jahr

Abhängigkeit vom Saatverfahren bei Getreide (WW, SG, FG, SM, KM)

(n = 3453)

Saatverfahren	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Mulchsaat	59	50	78	59	57	61
konv. Saat	68	59	87	104	87	81
Alle	67	58	87	101	85	80

Abhängigkeit vom Saatverfahren bei Winterweizen

(n = 462)

Saatverfahren	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Mulchsaat	40	26	45	46	50	41
konv. Saat	36	22	54	37	70	44
Alle	37	22	51	39	67	43

Abhängigkeit vom Saatverfahren bei Sommergerste

(n = 704)

Saatverfahren	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Mulchsaat		36			55	(46)
konv. Saat	55	39	55	64	86	60
Alle	55	39	55	63	69	56

Abhängigkeit vom Saatverfahren bei Silomais

(n = 398)

Saatverfahren	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Mulchsaat			146	211		(155)
konv. Saat	53	61	100	101	81	79
Alle	54	61	101	102	81	80

Abhängigkeit vom Saatverfahren bei Körnermais

(n = 1886)

Saatverfahren	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Mulchsaat	66	63	95	68	81	75
konv. Saat	81	71	105	138	99	99
Alle	80	71	104	136	98	98

Bei den Saatverfahren zeigt sich insbesondere bei Mulchsaat zu Körnermais ein deutlich niedrigerer Wert (24 kg N/ha) als bei konventioneller Saat.

### 3.2.4 Frühjahrs-Nmin-Werte (NID) in Abhängigkeit von Ackerzahl, Fruchtart und Jahr

Abhängigkeit vom Ackerzahl bei Getreide (WW, SG, FG, SM, KM)

(n = 3453)

Ackerzahl	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
k. Angabe	61	52	87	108	103	82
1 - 40	60	64	86	86		(74)
41 - 60	64	52	92	104	82	79
61 - 100	73	63	85	98	81	80
Alle	67	58	87	101	85	80

Abhängigkeit vom Ackerzahl Winterweizen

(n = 462)

Ackerzahl	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
k. Angabe	31	20	50			(34)
1 - 40			51	39		(45)
41 - 60	58	23	50	42	66	48
61 - 100	38	22	53	37	76	45
Alle	37	22	51	39	67	43

Abhängigkeit vom Ackerzahl bei Sommergerste

(n = 704)

Ackerzahl	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
k. Angabe	54	35	58	59		(82)
1 - 40	48	44				(74)
41 - 60	40	37	49	50	59	47
61 - 100	74	51	58	62	85	66
Alle	55	39	55	63	69	56

Abhängigkeit vom Ackerzahl bei Silomais

(n = 398)

Ackerzahl	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
k. Angabe	51	51	96	100	155	91
1 - 40			103	67	72	(80)
41 - 60	64	55	63	102	71	71
61 - 100	53	87	130	125	85	96
Alle	54	61	101	102	81	80

Abhängigkeit vom Ackerzahl bei Körnermais

(n = 1886)

Ackerzahl	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
k. Angabe	81	67	115	156	117	107
1 - 40	70	103	111			(94)
41 - 60	71	60	121	157	108	103
61 - 100	82	73	94	119	87	91
Alle	80	71	104	136	98	98

Betrachtet man die Werte für alle Getreidearten, so zeigen sich, mit Ausnahme von geringfügig niedrigeren Nmin-Werten bei sehr schlecht eingestuftem Böden, praktisch keine Einflüsse der Ackerzahl.

### 3.2.5 Frühjahrs-Nmin-Werte (NID) in Abhängigkeit von Bodenart, Fruchtart und Jahr

Abhängigkeit vom Bodenart bei Getreide (WW, SG, FG, SM, KM)

(n = 3453)

Bodenart	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
leicht	61	51	95	103	75	77
mittel	71	60	88	103	87	82
schwer	55	55	79	88	83	72
anmoor			94			(94)
alle	67	58	87	101	85	80

Abhängigkeit von der Bodenart bei Winterweizen

(n = 462)

Bodenart	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
leicht		44		32	32	(36)
mittel	39	21	53	39	68	44
schwer	34		46	42	74	(49)
anmoor						
alle	37	22	51	39	67	43

Abhängigkeit von der Bodenart bei Sommergerste

(n = 704)

Bodenart	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
leicht		38	63		57	(53)
mittel	55	39	55	63	70	56
schwer					91	(91)
anmoor						
alle	55	39	55	63	69	56

Abhängigkeit von der Bodenart bei Silomais

(n = 398)

Bodenart	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
leicht	52	44	139	173		(102)
mittel	56	66	104	100	83	82
schwer	46	67	82	85	66	69
anmoor						
alle	54	61	101	102	81	80

Abhängigkeit von der Bodenart bei Körnermais

(n = 1886)

Bodenart	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
leicht	80	71	117	151	94	103
mittel	85	73	103	136	98	99
schwer	60	57	101	118	100	87
anmoor		94				(94)
alle	80	71	104	136	98	98

Während bei Strohgetreide (WW, SG) die Nmin-Werte mit zunehmend schwererem Boden ansteigen, zeigt sich beim Mais ein umgekehrter Effekt. Möglicherweise ist dieser auf eine bereits erfolgte Andüngung der Kultur vor dem Zeitpunkt der Beprobung zurückzuführen. Eventuell wird auch versucht, mangelnde Bodenqualität (Speichervermögen) durch Dünger zu substituieren.

### 3.2.6 Frühjahrs-Nmin-Werte (NID) in Abhängigkeit von Vorfrucht, Fruchtart und Jahr

Abhängigkeit von der Vorfrucht bei Getreide (WW, SG, FG, SM, KM) (n = 3453)

Vorfrucht	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Winterweizen	71	58	79	96	74	76
Hafer	68	59	87	105	72	78
Winterraps	69	131	73	78	129	96
Kartoffeln	64	51	101	113	42	74
Weißklee	50	56	92	69	95	72
Silomais	45	56	75	83	84	69
Körnermais	66	58	89	98	85	79
Stillegung	85	54	66		103	(77)
Alle	67	58	87	101	85	80

Abhängigkeit von der Vorfrucht bei Winterweizen (n = 462)

Vorfrucht	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Winterweizen						
Hafer	20	15	60	28	44	33
Winterraps	38	11	60			(36)
Kartoffeln		14	73	42	26	(39)
Weißklee	42			39	74	(52)
Silomais	31		57	47	66	(50)
Körnermais	38	25	43	36	77	44
Stillegung	27	35				(31)
Alle	37	22	51	39	67	43

Abhängigkeit von der Vorfrucht bei Sommergerste (n = 704)

Vorfrucht	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Winterweizen	44	42	59	60	59	53
Hafer		36			69	(53)
Silomais	33	58				(46)
Körnermais	70		47	63	87	(67)
Alle	55	39	55	63	69	54

Abhängigkeit von der Vorfrucht bei Silomais (n = 398)

Vorfrucht	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Winterweizen	45	102	88	120	53	82
Hafer	51	67	100	105	73	79
Weißklee			59			(59)
Silomais	58	60	105	120	92	87
Körnermais	59	41	194			(98)
Stillegung	64				123	(94)
Alle	54	61	101	102	81	78

Abhängigkeit von der Vorfrucht bei Körnermais (n = 1886)

Vorfrucht	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Winterweizen	94	69	99	129	99	98
Hafer	115	81	103	142	83	105
Winterraps	128	39				(84)
Kartoffeln	68	77	114	158		(104)
Weißklee		62				(62)
Silomais		68		172		(120)
Körnermais	72	68	105	128	90	93
Stillegung	124	68	89			(94)
Alle	80	71	104	136	98	96

Das Niveau scheint vor allem von der Hauptfrucht bestimmt zu werden. Lediglich die Vorfrucht Winterraps scheint knapp 20 kg N/ha mehr zu bringen.

### 3.2.7 Frühjahrs-Nmin-Werte (NID) in Abhängigkeit von Stroh/Blattbergung, Fruchtart und Jahr

Abhängigkeit von Stroh/Blattbergung bei Vorfrucht von Getreide (WW, SG, FG, SM, KM)

(n = 3453)

Verfahren	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
mit Bergung	64	58	82	93	80	75
ohne Bergung	68	58	88	105	88	81
Alle	67	58	87	101	85	80

Abhängigkeit von Stroh/Blattbergung bei Vorfrucht von Winterweizen

(n = 462)

Verfahren	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
mit Bergung	30	20	61	42	49	40
ohne Bergung	38	22	50	37	72	44
Alle	37	22	51	39	67	43

Abhängigkeit von Stroh/Blattbergung bei Vorfrucht von Sommergerste

(n = 704)

Verfahren	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
mit Bergung	51	39	39	61	65	51
ohne Bergung	68	40	56	66	77	61
Alle						80

Abhängigkeit von Stroh/Blattbergung bei Vorfrucht von Silomais

(n = 398)

Verfahren	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
mit Bergung	54	65	91	94	73	75
ohne Bergung	55	54	123	138	114	97
Alle	54	61	101	102	81	80

Abhängigkeit von Stroh/Blattbergung bei Vorfrucht von Körnermais

(n = 1886)

Verfahren	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
mit Bergung	85	72	100	132	100	98
ohne Bergung	79	70	105	135	98	97
Alle	80	71	104	136	98	98

Ausser bei Körnermais liegt der Wert bei 'ohne Blatt/Strohbergung' mehr oder weniger deutlich (+5 - +20 kg N/ha) über dem 'mit Stroh/Blattbergung'. Wird der Stickstoff durch die Stroheinarbeitung konserviert und im rechten Moment wieder freigesetzt? Gibt es Kombinationseffekte mit einer eventuellen Ausgleichsdüngung?

### 3.2.8 Frühjahrs-Nmin-Werte (NID) in Abhängigkeit von Zwischenfrucht, Fruchtart und Jahr Abhängigkeit von Zwischenfrucht bei Getreide (WW, SG, FG, SM, KM) (n = 3453)

Zwischenfrucht	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Keine	63	55	84	100	90	78
nicht-Leg., abgef.	81	45	100	85	65	75
nicht-Leg; Herbstearb.	135			19		(77)
nicht-Leg; Frühj.einarb.	79	68	88	103	83	84
Legum. abgef.		28	130	212	57	(107)
Legum. Herbstearb.	59	41	86	85	66	67
Legum. Frühj.einarb.			59			(59)
alle	67	58	87	101	85	80

#### Abhängigkeit von Zwischenfrucht bei Winterweizen (n = 462)

Zwischenfrucht	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Keine	36	21	50	38	72	42
nicht-Leg., abgef.						
nicht-Leg; Herbstearb.						
nicht-Leg; Frühj.einarb.	37	22	61		55	(44)
Legum. abgef.					43	(35)
Legum. Herbstearb.						
Legum. Frühj.einarb.						
alle	37	22	51	39	67	43

#### Abhängigkeit von Zwischenfrucht bei Sommergerste (n = 704)

Zwischenfrucht	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Keine	57	35	54	63	80	58
nicht-Leg., abgef.			32			(32)
nicht-Leg; Herbstearb.						?
nicht-Leg; Frühj.einarb.	39	50	58	61	61	54
Legum. abgef.						?
Legum. Herbstearb.		23				(23)
Legum. Frühj.einarb.						?
alle	55	39	55	63	69	56

#### Abhängigkeit von Zwischenfrucht bei Silomais (n = 398)

Zwischenfrucht	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Keine	52	54	96	125	109	87
nicht-Leg., abgef.	51	45	98	91	58	69
nicht-Leg; Herbstearb.				19		(19)
nicht-Leg; Frühj.einarb.	70	76	101	102	80	86
Legum. abgef.						
Legum. Herbstearb.	35			93	106	(78)
Legum. Frühj.einarb.						
alle	54	61	101	102	81	80

#### Abhängigkeit von Zwischenfrucht bei Körnermais (n = 1886)

Zwischenfrucht	1994	1995	1996	1997	1998	Ø
Keine	74	70	104	137	104	98
nicht-Leg., abgef.	101	69	148		92	(103)
nicht-Leg; Herbstearb.	173					(173)
nicht-Leg; Frühj.einarb.	92	76	102	134	100	101
Legum. abgef.		38	148	252	62	(125)
Legum. Herbstearb.	67	44	72	85	49	63
Legum. Frühj.einarb.			59			(59)
alle	80	71	104	136	98	98

‘Nichtleguminosen, abgefahren’ sowie ‘Leguminosen Herbstearbeitung’ senken die Nmin-Werte gegenüber ‘ohne Zwischenfrucht’ bei Silomais ab. Ansonsten sind die Effekte minimal.

### 3.3 Düngungsversuche

Für die Auswertung der Düngungsversuche wurden zuerst Mittelwerte gebildet für die Jahre 1992 bis 1998 für die folgenden Größen:

- Düngung
- Erträge
- N-Entzüge
- Differenz der Entzüge OGL und SchALVO zur Null-Variante
- Stickstoff-Düngerenausnutzung
- Düngerrest,

jeweils getrennt nach N-Null, SchALVO und OGL, wobei die Nullparzellen fest eingemessen und seit 1992 ohne Stickstoffdüngung sind.

An den Standorten Hausen, Biengen und Kirchzarten wurden die Ergebnisse der ersten beiden Versuchsjahre 1992 und 1993 wegen Anpassungseffekten verworfen.

Da die Düngung der Parzellen nach getrennten Nmin-Untersuchungen für jede Parzelle erfolgte, liegt die Düngungsmenge auf den SchALVO-Parzellen im Mittel der Jahre nicht um 20 v.H., wie in der Verordnung vorgesehen, unter der Düngermenge auf den OGL-Parzellen.

Beträgt das durchschnittliche Düngungsniveau bei Körnermais auf den OGL-Parzellen 142 bis 152 kg N/ha, so liegt dieses bei den SchALVO-Parzellen lediglich 10 bis 17 kg/ha niedriger, wobei die geringste Differenz in der Berechnungsvariante auftritt. Auf dem Standort Kirchzarten mit Silomais liegt die Düngung im mehrjährigen Mittel der OGL-Parzelle bei 153,6 kg N/ha, auf der SchALVO-Variante dagegen bei 135,8 kg N/ha. Damit ist der Abstand mehr als doppelt so hoch wie bei Körnermais, erreicht aber immer noch keine 20%.

Die Stickstoffentzüge von unberechnetem Körnermais unterscheiden sich in Abhängigkeit vom Standort beträchtlich: So liegt der Stickstoffentzug in Biengen mit 128 bzw. 151 kg/ha um ca. 70 kg N/ha unter dem von Hausen (205 bzw. 220 kg).

Die berechneten Varianten in Hausen haben mit 238 - 248 kg N/ha den höchsten N-Entzug. Dieser liegt um 29 bis 34 kg N/ha über demjenigen der unberechneten Parzellen.

Bei Silomais hat die SchALVO-Variante mit 183 kg N/ha den höchsten N-Entzug, die OGL-Variante liegt um 10 kg N/ha darunter.

Betrachtet man die Differenzen der Entzüge der gedüngten gegenüber den ungedüngten Varianten, so betragen diese im Falle der unberechneten SchALVO-gedüngten Parzellen etwa 90 und bei OGL-Düngung um 110 kg N/ha. Bei den berechneten Varianten wurde mehr Stickstoff aufgenommen. Bei SchALVO-Düngung wurden 110 und bei OGL-Düngung 120 kg N/ha mehr entzogen als ungedüngt.

Bei Silomais tritt allerdings ein nicht erwarteter Effekt auf: Auf der SchALVO-gedüngten Parzelle war der Entzug gegenüber der Null-Parzelle mit 87 kg N/ha um 12 kg höher als auf der OGL-gedüngten Variante.

Eine interessante Betrachtung eröffnet der sogenannte „Düngerrest“. Dieser berechnet sich aus Düngermenge abzüglich der Differenz der Entzüge zur Nullvariante (=Bodennachlieferung). Bei den Körnermais-Parzellen ist der Düngerrest in den SchALVO-gedüngten Varianten am höchsten. Er beträgt zwischen 31 und 49 kg N/ha. Die OGL-Parzellen liegen um 3 bis 9 kg N/ha darunter. Die jeweils niedrigsten Werte finden sich in der Berechnungsvariante ( minus 2 bis 3 kg N/ha). Damit weisen die höher gedüngten und ertragreicheren OGL-Varianten, welche landläufig als umweltbelastender angesehen werden, den geringeren Düngerrest auf.

Bei Silomais sehen die Verhältnisse wieder anders aus: Der Düngerrest ist höher als bei Körnermais. Er beträgt 51 kg N/ha in der SchALVO und 72 kg N/ha in der OGL-Variante.

Tabelle 15: Düngung, Erträge, N-Entzüge, N-Düngerausnutzung und N-Düngerrest bei Mais-Dauerversuchen Hausen, Biengen, Kirchzarten

	Standort Hausen										Körnermais unberechnet				Differenz der Entzüge zur Variante N-Null				N-Düngerausnutzung				Düngerrest	
	Düngung (kg N/ha)					Erträge (dt/ha)					Entzüge (kg N/ha)					%				kg N/ha				
	N-Null		SchALVO		OGL	N-Null		SchALVO		OGL	N-Null		SchALVO		OGL	SchALVO		OGL	SchALVO		OGL	SchALVO		OGL
601-603	1994	-	135	160	91	39	89	227	235	136	99	112	209	233	128	0,95	0,85	0,70	0,85	0,85	7	24	51	
604-606	1994	-	155	172	83	43	81	209	233	121	112	209	233	121	97	0,63	0,70	0,84	0,70	0,70	58	17	17	
601-603	1995	-	126	109	72	42	78	185	202	92	110	185	202	92	75	0,60	0,76	0,84	0,76	0,76	40	37	8	
604-606	1995	-	139	153	82	37	76	196	213	116	97	196	213	99	116	0,88	0,94	0,81	0,94	0,94	14	35	24	
601-603	1996	-	121	125	95	50	92	236	246	117	129	236	246	107	117	0,80	0,78	0,81	0,78	0,78	28	28	48	
604-606	1996	-	137	156	88	46	88	227	239	108	118	227	239	109	121	0,66	0,81	0,70	0,81	0,81	41	41	31	
601-603	1997	-	121	125	94	53	94	149	170	101	69	149	170	80	101	0,81	0,77	0,77	0,77	0,77	23	30,53		
604-606	1997	-	137	156	97	39	90	140	160	108	52	140	160	89	108	0,74	0,79	0,79	0,79	0,79	34,50	30,53		
601-603	1998	-	120	134	106	60	106	273	279	103	176	273	279	97	103	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	23	23	23	
604-606	1998	-	130	136	101	55	101	271	280	101	179	271	280	92	101	0,77	0,81	0,81	0,81	0,81	23	23	23	
Mittelwert			132,10	142,60	93,51	46,50	88,84	204,73	219,69	112,80	106,89	204,73	219,69	97,83	112,80	0,74	0,79	0,79	0,79	0,79	34,50	30,53	30,53	

	Standort Hausen										Körnermais berechnet				Differenz der Entzüge zur Variante N-Null				N-Düngerausnutzung				Düngerrest	
	Düngung (kg N/ha)					Erträge (dt/ha)					Entzüge (kg N/ha)					%				kg N/ha				
	N-Null		SchALVO		OGL	N-Null		SchALVO		OGL	N-Null		SchALVO		OGL	SchALVO		OGL	SchALVO		OGL	SchALVO		OGL
607-609	1994	-	157	168	111	52	111	286	271	137	134	286	271	152	137	0,97	0,82	0,93	0,82	0,82	5	31	31	
610-612	1994	-	168	180	107	42	103	266	275	167	108	266	275	158	167	0,94	0,93	0,64	0,93	0,93	10	13	13	
607-609	1995	-	138	170	84	51	84	218	240	108	132	218	240	86	108	0,62	0,64	0,75	0,64	0,64	52	62	62	
610-612	1995	-	154	169	91	43	91	235	238	126	112	235	238	123	126	0,80	0,80	0,75	0,80	0,75	31	43	43	
607-609	1996	-	130	122	106	53	100	257	273	135	138	257	273	119	135	0,92	1,11	0,68	1,11	1,11	11	-13	-13	
610-612	1996	-	140	140	97	51	97	251	266	133	133	251	266	118	133	0,84	0,88	0,65	0,88	0,88	22	19	19	
607-609	1997	-	130	122	103	61	103	168	168	80	89	168	168	80	79	0,61	0,65	0,68	0,65	0,65	50	43	43	
610-612	1997	-	140	152	111	61	102	163	192	104	88	163	192	75	104	0,53	0,68	0,77	0,68	0,68	65	48	48	
607-609	1998	-	134	120	126	78	125	275	278	106	172	275	278	103	106	0,77	0,88	0,80	0,88	0,88	31	14	14	
610-612	1998	-	126	127	123	81	123	271	280	101	179	271	280	92	101	0,73	0,80	0,80	0,80	0,80	34	26	26	
Mittelwert			141,70	148,20	106,73	57,34	103,76	238,98	248,05	119,63	128,42	238,98	248,05	110,56	119,63	0,77	0,81	0,81	0,81	0,81	31,14	28,57	28,57	

	Standort Biengen										Körnermais unberechnet				Differenz der Entzüge zur Variante N-Null				N-Düngerausnutzung				Düngerrest	
	Düngung (kg N/ha)					Erträge (dt/ha)					Entzüge (kg N/ha)					%				kg N/ha				
	N-Null		SchALVO		OGL	N-Null		SchALVO		OGL	N-Null		SchALVO		OGL	SchALVO		OGL	SchALVO		OGL	SchALVO		OGL
613-615	1994	-	156	170	69	32	69	118	118	75	43	118	118	75	75	0,48	0,44	0,78	0,44	0,44	81	95	95	
613-615	1995	-	154	170	65	43	65	74	74	-	-	-	-	-	-	0,51	0,78	0,97	0,78	0,78	60	32	32	
613-615	1996	-	124	145	77	37	77	100	149	113	36	100	149	64	113	0,90	0,97	0,81	0,97	0,97	13	4	4	
613-615	1997	-	124	145	113	36	101	158	188	141	47	158	188	111	141	0,69	0,81	0,81	0,81	0,81	41	25	25	
613-615	1998	-	130	130	97	47	97	136	152	105	47	136	152	89	105	0,64	0,75	0,75	0,75	0,75	48,72	39,25	39,25	
Mittelwert			137,60	152,00	92,07	39,01	81,66	128,13	151,61	108,25	43,35	128,13	151,61	84,78	108,25	0,64	0,75	0,75	0,75	0,75	48,72	39,25	39,25	

	Standort Kirchzarten										Silomais unberechnet				Differenz der Entzüge zur Variante N-Null				N-Düngerausnutzung				Düngerrest	
	Düngung (kg N/ha)					Erträge (dt/ha)					Entzüge (kg N/ha)					%				kg N/ha				
	N-Null		SchALVO		OGL	N-Null		SchALVO		OGL	N-Null		SchALVO		OGL	SchALVO		OGL	SchALVO		OGL	SchALVO		OGL
541-543	1994	-	125	126	180	130	142	202	218	94	124	218	218	95	94	0,76	0,75	0,65	0,75	0,75	30	32	32	
541-543	1995	-	104	127	109	104	142	109	109	-	-	-	-	-	-	0,79	0,65	0,17	0,65	0,65	29	56	56	
541-543	1996	-	138	160	114	76	135	160	186	105	81	190	186	109	105	0,21	0,21	0,54	0,21	0,21	108	70	70	
541-543	1997	-	138	160	103	78	103	138	176	81	95	138	176	116	81	0,63	0,53	0,53	0,53	0,53	50,78	72,47	72,47	
541-543	1998	-	151	151	121	82	121	121	121	176	95	121	121	176	81	0,63	0,53	0,53	0,53	0,53	50,78	72,47	72,47	
Mittelwert			135,80	153,60	124,93	94,07	143,93	182,91	172,48	76,78	95,69	182,91	172,48	87,22	76,78	0,63	0,53	0,53	0,53	0,53	50,78	72,47	72,47	

#### 4. Zusammenfassung

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß sich die Untersuchungen als schwieriger herausstellten, als zunächst angenommen wurde. Voraussetzung für solche Untersuchungen ist Datenmaterial in ausreichendem Umfang und in brauchbarer Qualität. Außerdem ist bei den Abfragen im ACCESS<sup>®</sup>-Programm eine sehr detaillierte Unterteilung nach allen notwendigen Einflußfaktoren erforderlich, um eine sinnvolle Auswertung durchführen zu können.

Die Einarbeitung in die ACCESS<sup>®</sup>-Datenbank und die spätere Handhabung der Abfragen brachte im wesentlichen keine größeren Probleme mit sich.

Das Hauptproblem bei der NID-Datenauswertung lag im besonderen bei den unvollständigen Angaben auf den vorhandenen Unterlagen, was eine genauere Zuordnung der einzelnen Schläge zu Gewinngruppen nicht möglich machte. Weiterhin war die Gesamtzahl der NID-Datensätze wohl zu gering, denn bei einer vernünftigen Abfragesortierung, unter Berücksichtigung aller wichtigen Faktoren (Boden, Fruchtarten, Jahr usw.), blieben nur noch sehr wenige Datensätze aus der Grundgesamtheit übrig. Dies führte somit zu keinen aussagekräftigen Ergebnissen.

Als problematisch erwies sich auch das auszuwertende Gebiet. Laut ALLB-Sachbearbeiter haben die Ackerschläge in dieser Region ein doch sehr inhomogenes Bodenbild, so daß dies bei Vergleichen von Bodenproben auf naheliegenden Schlägen oftmals zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen führen kann.

Bei den Daten aus dem Mais-Pilotprojekt gab es keine besonderen Schwierigkeiten, da diese relativ vollständig und deshalb auch gut auszuwerten waren. Lediglich die Angaben über die Vorfrüchte im Jahr 1993 fehlten. Diese fehlenden Daten hatten zur Folge, daß ein genauer Vergleich der 93er-Abfragen mit den Abfragen der anderen beiden Jahre nicht möglich war. Die Sortierungen und Abfragen der Jahre '92 und '94 zeigten hier zwei bis drei Gewinngruppen auf, die möglicherweise immer etwas höhere  $N_{\min}$ -Werte im Frühjahr aufweisen.

Mit den verschiedenen Auswertungen konnte festgestellt werden, daß mit erhöhten Boden-nitratgehalten im Frühjahr zu rechnen ist bei hohen Humusgehalten (ehemaligem Grünland), bei Mineraldüngung und, in geringerem Maße, bei Gülledüngung im Herbst, sowie bei im Frühjahr eingearbeiteten Zwischenfrüchten.

Während bei Strohgetreide auf schweren Böden mit erhöhten Werten zu rechnen ist, sind es beim Mais die leichteren Böden, die höhere Werte aufweisen.

Der Hauptfruchteinfluß scheint denjenigen der Vorfrucht zu überwiegen: So liegen die Werte bei Sommergerste (kein Entzug) höher als bei Winterweizen, noch höher jedoch bei dem später beprobten Silo- oder gar Körnermais (wärmste Lagen).

Keine oder nur geringe Effekte zeigten sich in Abhängigkeit von der Art der Tierhaltung (Tierarten, viehlos) und von der Ausbringung von Festmist im Herbst.

Niedrigere Werte sind zu erwarten bei Mulchsaat, insbesondere bei Körnermais (-20 kg), sowie bei Böden mit Ackerzahlen unter 40.

Da die SchALVO-Parzellen im Frühjahr in der Regel niedrigere  $N_{\min}$ -Werte aufweisen als ordnungsgemäß gedüngte, führt die Düngungsberechnung nach NID zu Düngeempfehlungen, die meist keine 20% unter denen für vergleichbare OGL-Parzellen liegt. Über mehrere Jahre betrachtet, beträgt der Unterschied sogar weniger als 10%. Während bei Silomais bei SchALVO-Düngung deutlich niedrigere Düngerreste als in OGL festgestellt wurden, lagen die Verhältnisse bei Körnermais umgekehrt, bei allerdings geringerem Abstand.

Diese Erkenntnisse können in Düngungsempfehlungen für das Oberrheingebiet einfließen, wobei der wichtigste Einfluß immer noch der der Jahreswitterung bleibt, so daß eine gewisse Anzahl von Beprobungen weiterhin erforderlich ist, um das Niveau des Jahres in Erfahrung zu bringen. Für die Evaluierung der Maßnahmen sind jedoch weiterhin Beobachtungsflächen erforderlich, auf denen zusätzlich zu  $N_{\min}$ -Werten und Düngung auch die Erträge und Stickstoffentzüge ermittelt werden.

#### Zusammenfassung - schlagwortartige Variante:

Vereinfachte Gruppenberatungssysteme haben ihre Berechtigung, da man nie in der Lage sein wird, den Frühjahrs-Nmin-Wert im Boden auf allen Schlägen zu messen.

Regionalisierte Frühjahrs-Nmin-Werte sind grundsätzlich für die Düngungsberatung brauchbar, vorausgesetzt, Schläge mit möglicherweise großen Abweichungen vom Mittelwert sind bekannt, so daß dort Messungen vorgenommen werden können.

Nachdem sich der Einfluß der Jahreswitterung als bedeutendster Einflußfaktor gezeigt hat, müßte für die Gewinnung von zuverlässigen regionalisierten Frühjahrs-Nmin-Werten ein Netz von Referenzflächen für Messungen festgelegt werden, deren Auswahlkriterien noch festzulegen wären.

Ersetzt man schlagbezogene Empfehlungen durch eine allgemeine, wenn auch regionalisierte oder je nach spezifischen Umständen modifizierte Empfehlung, so sinkt zwangsläufig die Qualität. Dabei stellt sich die Frage, welcher Qualitätsverlust noch akzeptabel ist.

Möglicherweise sollten je nach Sensibilität eines Gebietes für die Nitratauswaschung (Bodentypen, Trinkwassereinzugsgebiet, ...) bzw. Problemlage (Nitratgehalt im Grundwasser) differenzierte Beratungssysteme zum Einsatz kommen.

## 5 Schlussfolgerungen

Dieses ITADA-Projekt hat die Möglichkeiten und Grenzen von zwei Strategien der Beratung von Landwirten über die richtige Stickstoffdüngung im Ackerbau aufgezeigt: Einerseits die vereinfachte Gruppenberatung, die es erlaubt, die meisten Landwirte zu erreichen und andererseits die schlagspezifische Einzelberatung, die wesentlich genauer ist, deren Kosten und Aufwand aber auch sehr viel höher sind.

Eine Gruppenberatung zur Stickstoffdüngung ist auf der Ebene einer Region wie der Oberrheinebene von Interesse und machbar. Unabhängig davon, ob sie auf Schätzungen der Stickstofflieferung des Bodens oder auf statistischen Auswertungen von Nmin-Messungen aufbaut, werden viele und zuverlässige Werte benötigt, die regelmäßig zu aktualisieren sind. Diese Werte müssen repräsentativ sein für die am häufigsten vorkommenden Anbausysteme und Bodentypen. Die Auswahl von Referenzflächen bleibt eine Grundsatzfrage: Insbesondere ist es unerlässlich, von vorneherein aufgrund von einfachen Kriterien (Bodentyp, Vorfrucht, hohe Wirtschaftsdüngergaben, N-Bilanz der Vorfrucht,...) diejenigen Situationen auszuschneiden, die für die Anwendung von Referenzwerten nicht in Frage kommen. Damit lassen sich die Fälle erfassen, in denen weiterhin eine Messung vorgenommen werden muß und die nicht für die Lieferung von Referenzwerten geeignet sind.

Eine schlagbezogene Einzelberatung ist per Definition genauer und zuverlässiger, sofern geeignete und für die Region geeichte Berechnungsmodelle verfügbar sind. Diese Art der Beratung bleibt sehr kostenträchtig, weil jedesmal eine teure Probenahme und Laboruntersuchung fällig ist. Möglichkeiten der Kostensenkung bestehen, wenn der Landwirt gewisse Arbeiten selbst erledigt (Bodenprobenahme, Düngungsberechnung auf PC mit spezieller Software oder via Internet, ...). Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung des Messwertes von einem Schlag oder einem Netz von Schlägen für die Ausarbeitung einer Düngungsempfehlung für eine größere Anzahl von Schlägen. Dies bringt uns zurück zur Frage der Auswahl von repräsentativen Schlägen. Es müsste aber auch festgelegt werden, welcher Qualitätsverlust in der Beratung akzeptabel ist, für den Landwirt, für die Grundwasserqualität und für den an Präzision und Individualberatung gewöhnten landwirtschaftlichen Berater. Systeme unterschiedlicher Genauigkeit (und Kosten) in Abhängigkeit von den Anforderungen, sei es hinsichtlich Qualität und Quantität der landwirtschaftlichen Produktion oder sei es hinsichtlich des Grundwasserschutzes sind vorstellbar. Kriterien für eine Differenzierung könnten die Anforderungen an eine landwirtschaftliche Produktion (Pflichtenhefte), die Anfälligkeit der Böden für Nitratauswaschung oder spezielle Gebiete wie Trinkwassereinzugsgebiete sein. Dies würde auf eine Koexistenz von Einzel- und Gruppenberatungsverfahren hinauslaufen. Die Einrichtung und Abstimmung dieser beiden Ansätze müsste vorher untersucht werden.

Welche Methode auch immer für die Erstellung einer Düngungsberatungsempfehlung verwendet wird, letztendlich kommt es darauf an, daß sie der Landwirt berücksichtigt. Dabei stellt sich die Frage, ob es für den Landwirt auf die Genauigkeit der Methode ankommt oder auf andere Punkte (Gewohnheit, Vertrauensverhältnis zum Berater, Höhe des Risikos, ...) Läßt sich der Sicherheitszuschlag von 10, 20, ... kg N/ha mehr als die Empfehlung), der von manchen Landwirten vorgenommen wird, nicht reduzieren? Wie läßt er sich reduzieren? Antworten auf diese Fragen würden die Aussichten der Stickstoffdüngungsberatung zweifellos verbessern. Dafür wäre jedoch die Mitarbeit von nichtlandwirtschaftlichen Spezialisten wie Soziologen und Wirtschaftswissenschaftlern vonnöten.

---

## ANHANG

### Anhang A 1

#### **A 1.1 Versuchsplan für die Nullparzellen**

- Auswahl eines Schlages ohne Zufuhr organischer Dünger oder Grünlandnutzung seit wenigstens 10 Jahren.
- Fläche: 1 oder 2 Düngestreuerbreiten auf 30 bis 40 m Länge.
- Optimal geführter Bestand ohne ertragsbegrenzenden Faktor ausser Stickstoff. Dies wird überprüft durch verschiedene Beobachtungen (Verunkrautung, Zünslerbefall, ...).
- Sorte: egal.
- Physikalisch-chemische Bodenuntersuchung und Bestimmung des Bodentyps am Profil oder mit Bohrstockbeprobung.
- Ermittlung des Nitratgehalts im Boden beim 6-Blatt-Stadium des Mais (also nicht vor der Saat). Auf kiesigen Böden ist diese Messung nicht zwingend erforderlich.
- Ertrag in Tonnen Trockenmasse je Hektar und Stickstoffgehalt der Pflanzen (getrennt nach Blatt und Stengel einerseits, Kolben andererseits): Dies erlaubt die Berechnung der Stickstoffaufnahme je Hektar (wobei für die Wurzeln ein geschätzter Zuschlag von 10% vorgenommen wird).

## A 1.2. Die 1996 durchgeführten Nullparzellen

Aktionsprogramm	Anbausystem	Bodentyp	Anzahl	Ort
FERT'ILL	mit Wirtschaftsdünger (Mist)	kiesiges braunes Ried	2	Jebnheim Baldenheim
		graues Ried	1	Witternheim
		sandig-toniger Lehm, beregnet	1	Ebersheim
	Getreidefruchtfolge	braunes Ried	2	Elsenheim Ohnenheim
PIEMONT Eau et Terroirs	nach braunem Tabak	Loess	1	Saint Pierre
			1	Duttlenheim
	nach braunem Tabak	schwerer Loess	1	Zellwiller
	nach Kohl und Phacelia	Loess	1	Blaesheim
	Getreidefruchtfolge	sandig-toniger Lehm, unberegnet	1	Epfig (ED)
		sandig-toniger Lehm, beregnet	1	Scherwiller
		Loess	1	Stotzheim
mit Wirtschaftsdünger (Mist)	Loess	1	Zellwiller	
COLLINES Eau et Terroirs	Getreidefruchtfolge	Boden des Piémont (3)	1	Wattwiller (ED)
			1	Berrwiller
		Loess (1 in Soultz)	2	Soultz
	mit Wirtschaftsdünger (Mist)		1	Berrwiller
HARDT Eau Vive	Getreidefruchtfolge	Niederterasse des Rheins	5	Kunheim Balgau Rumersheim Nambenheim Petit Landau
		Boden der Hardt	3	Petit Landau Fessenheim Heiteren
		Boden der Illebene	1	Dornach
	nach Stilllegung	Boden der Hardt	3	Meyenheim Petit Landau Roggenhouse
		Niederterasse des Rheins	1	Petit Landau
Ausserhalb von Aktionsprogramm	nach Stilllegung	Loess auf Mergel	1	Rohr

### A 1.3. Die 1997 durchgeführten Nullparzellen

#### A 1.3.1 Im Département Haut-Rhin (Oberelsaß)

Aktionsprogramm	Anbausystem	Bodentyp	Anzahl	Ort
COLLINES Eau et Terroirs	Getreidefruchtfolge	sandiger bis toniger saurer hydromorpher Lehm; Loesslehm	1	Wattwiller (ED)
		hydromorpher Lehm	1	Wattwiller (Tschann)
		mitteltiefgründiger hydromorpher Lehm	1	Soultz (Kessler)
		hydromorpher Lehm	1	Berrwiller 1(Herr)
	mit Wirtschaftsdünger (Mist)	tiefgründiger hydromorpher Lehm, zur Verschlämmung neigend	1	Berrwiller 2(Herr)
		mitteltiefgründiger hydromorpher Lehm	1	Berrwiller (Schmitt)
HARDT Eau Vive	Getreidefruchtfolge	Boden der Illebene	1	Dornach (Perroy)
		flachgründiger Hardtboden	2	Dessenheim (Schatt) Petit Landau (Heitz)
		tiefgründiger Hardtboden	2	Heiteren (Vonau) Roggenhouse (Hussherr)
		Niederterasse des Rheins	1(moyen. profond) 1(profond)	Rumersheim (Thuet) Fessenheim (Bader)
	nach Stilllegung	flachgründiger Hardtboden	1	Petit Landau (Heitz)

### A 1.3. Die 1997 durchgeführten Nullparzellen

#### A 1.3.2 Im Département Bas-Rhin (Unterelsaß)

Aktionsprogramm	Anbausystem	Bodentyp	Anzahl	Ort
FERT'ILL	mit Wirtschaftsdünger (Mist)	graues Ried	1	Rossfeld (Gilg)
		tiefgründige lehmig-sandige Rhein-Niederterasse	1	Obenheim (Lehmann)
		Tiefgründiger Lehm der Illeben	1	Riedwihr (Raehm J.C)
	Getreidefruchtfolge	mitteltiefgründiges braunes Ried	1	Ohenheim (Flecher) IF
		mitteltiefgründige lehmig-sandige Rhein-Niederterasse	1	Richtolsheim (Schwaab)
		graues Ried	1	Illhausern (Rühlmann)
		Loess	1	Nordhouse (Grinner)
PIEMONT Eau et Terroirs	nach braunem Tabak	Loesslehm	1	Stotzheim (Huchelmann P)
		Loess	1	Stotzheim (Schultz)
	nach Kartoffeln	mittelhydromorphe schluffig-tonige kalkhaltige Alluvionen	1	Krautergersheim (Pflegr G)
	nach Kohl	schluffige Bruchtone mittlerer Hydromorphie	1	Innenheim (Pfleger J.P)
		schluffige Bruchtone	1	Blaesheim (Baur Jacques)
		Loess	1	Meistratzheim (Krauffel G)
	nach Kohl und Phacelia	schluffige Bruchtone	1	Blaesheim (Baur Jacques)
	Getreidefruchtfolge	Loess	1	Griesheim (Rhinn M)
kalkhaltiger Loess		1	Epfig (Dutter G)	
ZORN	mit Rindermist	toniger Lehm; flachgründiger kalkhaltiger Ton auf Mergel	3	Schwindratzheim
			1	Lupstein
	mit Schweinegülle	Loesslehm	1	Berstheim (Rothan)
	Getreidefruchtfolge	Loess	1	Ettendorff
		Loesslehm	1	Niederschaeffolsh eim
saurer Tonboden auf alluvialen Sanden		1	Kurtzenhouse (Moser)	
	sandiger Boden	1	Gries (Suss)	

## A 1.4. Die 1998 durchgeführten Nullparzellen

### A 1.4.1 Im Département Bas-Rhin (Unterelsaß)

Aktionsprogramm	Anbausystem	Bodentyp	Anzahl	Ort
FERT'ILL	mit Wirtschaftsdünger (Hühnermist) (Kuhmist)	graues Ried	1	Boofzheim (KLETHI Eric)
		schluffiger Ton auf Sand	1	Rhinau (EHRART Maurice)
	Getreidefruchtfolge	schluffiger Sand	1	Eschau (HISS Claude)
		Rheinsande	1	Eschau (HISS Claude)
		sandiger Lehm	1	Boofzheim (KLETHI Eric)
		Sande	1	Rhinau (EHRART Maurice)
		hydromorpher schluffiger Ton tsL auf Rheinsanden	2	Schoenau (SCHMITT Rémy)
		tiefgründiges braunes Ried	1	Wickerschwihr (MEYER Dominique)
PIEMONT Eau et Terroirs	nach Mais, Getreidefruchtfolge (Bruch-Boden)	schluffiger Ton	1	Stotzheim (OSTERTAG Joseph)
	Getreidefruchtfolge mit Rindermist	Loess	1	Altorf (SCHNEIDER Marc)
	nach Kartoffeln	Loess	1	Entzheim (FRANK Paul)
	nach Mais (Intensivfruchtfolge mit Kartoffeln)	hydromorpher Loess	1	Krautergersheim (PFLEGER Gérard)
ZORN	mit Rindermist	Schluff	1	Schwindratzheim (RICHERT Christian)
		toniger Lehm	1	Schafouse/Zorn (LUTZ)
	mit Rindergülle	Schluff	1	Mommenheim (OTT)
	mit Schweinegülle	toniger Lehm	1	Lupstein
	Getreidefruchtfolge	Schluff	1	
		Sand	1	Gries (SUSS)
		Ton	2	Weyersheim (ZILLIOX) Bischwiller (MOSER)
	nach Gründüngung	Schluff	2	Hochfelden Minnversheim (SUSS)

## A 1.4. Die 1998 durchgeführten Nullparzellen

A 1.4.2 Im Département Haut-Rhin (Oberelsaß)

Aktionsprogramm	Anbausystem	Bodentyp	Anzahl	Ort
COLLINES Eau et Terroirs	Getreidefruchtfolge	stL	1	Wattwiller (ED) (Tschann)
		stL	1	Uffholtz (Blum)
		stL	1	Berrwiller 1(Herr)
		stL	2	St. Hippolyte (haut et bas)
		Ochsenfeld (berechnet)	1	Cernay (Nussbaumer Daniel)
	mitteltiefgründiger hydromorpher Lehm	1	Berrwiller (Schmitt)	
mit Wirtschaftsdünger (Mist)		tiefgründiger hydromorpher Lehm, zur Verschlämmung neigend	1	Berrwiller 2(Herr)
HARDT Eau Vive	Getreidefruchtfolge	flachgründiger Hardtboden	5	Munchhouse (Ehry Fernand) Meyenheim (GAEC) Rustenhardt (Vonau Oscar) Niederentzen (Rittiman Daniel) Heiteren (Vonau J.Luc)
		Niederterasse des Rheins	2	Blodelsheim (Thierry Lucien)
	Schweinehaltung	flachgründiger Hardtboden	1	Meyenheim (GAEC)
	nach Stilllegung	Niederterasse des Rheins	1	Blodelsheim (Thierry Lucien)

## A 1.5 Versuchsplan der Stickstoffdüngungsversuche am Fuße der Vogesen

- *Die verschiedenen Varianten*

Die erprobten Düngungsstufen liegen um die 160 kg/ha herum, was die auf diesen Böden übliche Düngung der Praxis darstellt.

Die Düngungsstufen sind: 0 - 80 - 120 - 160 - 200 und 240 kg N/ha.

Der Stickstoff wird in zwei Gaben ausgebracht: 50 kg/ha zur Saat als Kalkammonsalpeter und der Rest im 5-6-Blatt-Stadium des Mais in Form von Harnstoff.

Als Ertragsziel wurde 90 dt/ha festgelegt.

- *Die Versuchsanlage*

Der Versuch umfaßt 4 Blöcke.

Jede Kleinparzelle hat 8 Maisreihen, je nach Sämaschine des Landwirts (4 Reihen), und ist 12 m lang. 1 Meter wird herausgehäckselt um einen Weg zwischen den Blöcken zu bekommen. Beerntet werden 10 m. Zwecks Vermeidung von Randeffekten werden an jedem Ende jeweils 50 cm verworfen.

Der erste Block ist 2 m länger, um die Durchwurzelungsbeobachtungen vornehmen zu können.

- *Anbauverfahren*

Ziel ist die Vermeidung von ertragsbegerenzenden Faktoren, mit Ausnahme von Stickstoff und Wasser. Insbesondere auf eine gute Unkrautbekämpfung ist zu achten.

Die Sorte ist unerheblich.

Bei der Unkrautbekämpfung ist jegliches Mittel, das Kulturschäden bewirken könnte, zu vermeiden.

Die Zünslerbekämpfung muß ziemlich früh erfolgen.

- *Beobachtungen und Untersuchungen während der Vegetationszeit*

Bodenuntersuchungen: Eine komplette Bodenuntersuchung inklusive Spurenelementen sowie eine Bohrstockuntersuchung zur Bestimmung von Bodentyp und Gründigkeit sind vorzunehmen.

Nmin-Messungen:

- Mitte März Messung des Frühjahrs-Nmin-Wertes
- im 5-6-Blatt-Stadium Nmin-Messung in der ungedüngten Kontrollparzelle T0
- nach der Ernte Nmin-Messung in allen Varianten.

Vereinzelung: nur in den Erntereihen.

Ermittlung der Bodendurchwurzelung bei Mais:

- Aufgraben eines Bodenprofils im 5-6-Blatt-Stadium des Mais in Epfig und in Wattwiller 1996.
- Bodenprofil zur Aufnahme der maximalen Durchwurzelung im Sommer 1996 in Epfig.

Messungen bei der Ernte:

- Anzahl Pflanzen und Anzahl Kolben pro Hektar;
- produzierte Biomasse und Stickstoffgehalt (getrennt nach Stengel und Blatt einerseits und Kolben andererseits);
- Kornertrag: Ernte mit dem Mähdrescher des ITCF;
- Tausendkorngewicht.

## Anhang A 1.6: Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Versuchspartellen

### Bewirtschaftungsmaßnahmen in Epfig 1996:

Vorfrucht: Sonnenblumen  
 Vorvorfrucht: Virgin-Tabak  
 Bodenbearbeitung: Pflug, 2 x Federzinkenkultivator, 1x Egge  
 Saat: am 22.1.1996 mit 102.000 K/ha Pactol auf 6-7 cm Ablagetiefe;  
 langsamer Aufgang; leichte Bodenverkrustung  
 Pflanzenschutz: Bodenbehandlung mit 12 kg /ha Atout (Flutriafol (0,42%) + Carbofuran (5%) gegen Bodeninsekten und Kopfbrand.  
 Düngung: Keine Grunddüngung (Schaukeldüngung);  
 N: Ausbringung von Kalkammonsalpeter (33,5%) in 2 Gaben am 25.04. nach der Saat und am 28. Mai im 6-Blatt-Stadium ganzflächig von Hand.  
 Unkrautbekämpfung: 1 l Atrazin + 1 l Lentagran (Pyridate) am 30.Mai 1996.  
 Maiszünslerbek.: mit Langold (Lambda-Cyhalothrine + Pirimicarb)  
 Blüte: 27. Juli 1996  
 Ernte: 23. Oktober 1996

### Bewirtschaftungsmaßnahmen in Wattwiller 1996:

Vorfrucht: Körnermais  
 Saat: am 25. April 1996 mit 85.000 K/m<sup>2</sup> Dea.  
 Düngung: Grunddüngung: 2 t/ha Thomasmehl 6% im Oktober 1995 und 120 kg/ha KCl im März 1996.  
 N-Düngung: Ganzflächig von Hand in 2 Gaben: am 29.4. nach der Saat Kalkammonsalpeter (33,5%) und am 6.6. im 6-Blatt-Stadium des Mais Harnstoff (46%).  
 Unkrautbekämpfung: 4l Lasso (Alachlor) + 2 l Atrazin + Hacke Anfang Juni.  
 Maiszünsler: Keine Bekämpfung.  
 Ernte: 22.10.1996.

### Bewirtschaftungsmaßnahmen Wattwiller 1997:

Vorfrucht: Körnermais.  
 Bodenbearbeitung: Pflug, 2 x Federzinkenkultivator, 1x Egge  
 Saat: am 26. April 1997 mit 85.000 K/m<sup>2</sup> Dea.  
 Düngung: Grunddüngung mit 2 t/ha Thomasmehl 0-5-8 im Oktober 1996  
 N-Düngung: Ganzflächig von Hand in 2 Gaben: am 13.05. Kalkammonsalpeter (33,5%) und am 5.6. im 6-Blatt-Stadium des Mais Harnstoff (46%).  
 Unkrautbekämpfung: 1,5 l Atrazin + 4,5 l/ha Lasso EC (Alachlor) zur Saat und 1,4 l Pyron (Pyridate und Clopyralid) im 8-Blatt-Stadium.  
 Ernte: Oktober 1997.

### Bewirtschaftungsmaßnahmen Wattwiller 1998:

Vorfrucht (Winter?) Weizen  
 Saat: 01. Mai 1998 mit 85.000 K/m<sup>2</sup> DK 300  
 Düngung: Grunddüngung: 400 kg /ha 0-14-18 + 100 kg 18-46.  
 N-Düngung: Ganzflächig von Hand in 2 Gaben: am 11.05. (50 kg N/ha) Kalkammonsalpeter (33,5%) und am 3.6. im 6-Blatt-Stadium des Mais Harnstoff (46%).  
 Unkrautbekämpfung: 5 l/ha Lasso MT + 500 gr/ha Atrazin vor der Aussaat eingearbeitet.  
 Ernte: 07. Oktober 1998.

## Anhang A 1.7. - Ergebnisse der Stickstoffungsversuche

### Versuch Epfig 1996

N-Düngung (kg N/ha)	Ertrag (dt/ha)	Stickstoffaufnahme (kg N/ha)	Nmin nach der Ernte (kgN/ha)
0	61	178	14
80	83	189	26
120	96	217	26
160	98	220	60
200	96	218	218
240	99	242	79

### Versuch Wattwiller 1996

N-Düngung (kg N/ha)	Ertrag (dt/ha)	Stickstoffaufnahme (kg N/ha)	Nmin nach der Ernte (kgN/ha)
0	84	211	36
80	87	226	58
120	86	219	51
160	93	227	58
200	90	234	82
240	90	259	62

### Versuch Wattwiller 1997

N-Düngung (kg N/ha)	Ertrag (dt/ha)	Stickstoffaufnahme (kg N/ha)	Nmin nach der Ernte (kgN/ha)
0	92	202	77
80	97	223	116
120	102	236	158
160	97	234	224
200	100	242	276
240	96	236	277

### Versuch Wattwiller 1998

N-Düngung (kg N/ha)	Ertrag (dt/ha)	Stickstoffaufnahme (kg N/ha)	Nmin nach der Ernte (kgN/ha)
0	101	194	38
80	115	265	
120	111	264	53
160	115	268	154
200	111	261	135

## Anhang zum Teil A 2

### **A 2.1    Versuchsprotokoll**

#### 1. für das Jahr 1996

Der Frühjahrs-Nmin-Wert wird gemessen und zur Düngungsberechnung mit der AZOBIL-Software benützt. Das Ergebnis muß in einigen Fällen überprüft werden. Dies erfolgt durch Prüfung der Düngungsstufen X-40 / X / und X + 40 kg N/ha.

Versuchsanlage:

- 3 Streifen mit 30 m Länge, innerhalb derer nur die Stickstoffdüngung variiert. Der Stickstoff wird von Hand ausgebracht.
- Begleituntersuchung der Stickstoffversorgung mittels JUBIL (aber keine Düngungskorrektur während dem Versuch).
- Ernte mit dem Mähdrescher.
- Messung von Ertrag und Tausendkorngewicht.

Ein Netz von rund einem Dutzend Schlägend wird aufgebaut.

#### 2. für die Jahre 1997 und 1998

In den Jahren 1997 und 1998 wurde das Protokoll geringfügig verändert, um den Ergebnissen des Jahres 1996 Rechnung zu tragen. Die JUBIL-Begleituntersuchung wurde ersetzt durch die Bestimmung der Stickstoffaufnahme in den verschiedenen Varianten. Damit lassen sich die bei der Düngungsberechnung getroffenen Annahmen bezüglich der Mineralisierung im Nachhinein überprüfen.

Bei einigen Parzellen wird der Frühjahrs-Nmin-Wert gemessen und dann mit Hilfe von AZOBIL die Düngung berechnet. Es werden vier Streifen mit unterschiedlicher Düngung angelegt: 0, X-40, X und X+40 kg N/ha.

In jedem dieser Streifen wird bei der Ernte die insgesamt erzeugte Biomasse und deren Stickstoffgehalt ermittelt. Für die Ermittlung des Strohertrags sind Probeschnitte erforderlich.

Die Ermittlung des Kornertrags erfolgt über

- den Mähdrescher-Ertrag oder über
- den mittels der Probeschnitte ermittelten Ertrag (sofern eine Ährendreschmaschine verfügbar ist).

Für eine bessere Kohärenz der Ergebnisse ist die zweite Methode zu bevorzugen.

## Anhang B

### **B 1. Abkürzungsverzeichnis**

#### B 1.1 Verzeichnis der in der Access-Datenbank verwendeten Abkürzungen

Abb.	Abbildung
Abfr	Abfrage
Augg	Auggen
Bugg	Buggingen
bzw.	beziehungsweise
Erbs	Erbsen
Geme	Gemenge
Getr	Getreide
Griß	Grißheim
HA	Hafer
Hügel	Hügelheim
KM; K.Mais	Körnermais
L	Lehm
Legu	Leguminose
m	Medianwert
Müll	Müllheim
n	Anzahl an Datensätzen
Neue	Neuenburg
Nichtl	Nichtleguminose
NID	Nitratinformationsdienst
$N_{min}$	mineralisierter Stickstoff
Phac	Phacelia
Rgrü	Grünland
Rokl	Rotklee
SB	Sonnenblumen
SG	Sommergerste
sL	sandiger Lehm
SM	Silomais
SR	Sommerroggen
Srap	Sommerraps
Stdabw	Standardabweichung
stL	sandig toniger Lehm
SW	Sommerweizen
unbe	unbekannt
uL	schluffiger Lehm
US	Untersaat
verbl	verblieben
WG	Wintergerste
Wrap	Winterraps
WW	Winterweizen
x	Mittelwert
Zien	Zienken
ZR	Zuckerrüben

## B 1.2. Verzeichnis der in der NID-Excel-Datei verwendeten Abkürzungen

ALLB	ALLB	<b>ALLB</b>	<b>ACKZ</b>	<b>ERBE</b>
BOAR	Bodenart	52 Freiburg	0 keine Angabe	1 mit Stroh/Blattberg
ACKZ	Ackerzahl	54 Emmendingen	1 1--40	2 ohne Stroh/Blattberg
ERBE	Erntereste	64 Offenburg	2 41-60	
ZFRU	Zwischenfrucht	68 Lörrach	3 >60	
HDGG	Herbstdüngung			
TIER	Tierart			
MUSA	Mulchsaat	<b>ZFRU</b>		<b>BOAR</b>
BOTI	Bodentiefe	1 keine		1 leicht
HFRU	Hauptfrucht	2 Nichtleg. abgef.		2 mittel
VFRU	Vorfrucht	3 Nichtleg.im Herbst eingearbeitet		3 schwer
EERW	Ertragserswartung	4 Nichtleg.im Frühjahr eingearbeitet		4 Anmoor
NM1	Nmin 0-30	5 Leguminosen abgef.		5 Moor
NM2	Nmin 30-60	6 Leguminosen im Herbst eingearbeitet		
NM3	Nmin 60-90	7 Leguminosen im Frühjahr eingearbeitet		
KVG1	Korr. Volumengewicht 0-30			
KVG2	Korr. Volumengewicht 30-60			
KVG3	Korr. Volumengewicht 60-90	<b>HDGG</b>	<b>MUSA</b>	<b>TIER</b>
STA1	Steinanteil 0-30	1 keine	1 Mulchsaat	0 viehlos
STA2	Steinanteil 30-60	2 mineral.	2 keine Mulchsaat	1 keine Angabe
STA3	Steinanteil 60-90	3 Gülle		2 Rinder
GNBD	Gesamtstickstoffbedarf	4 Festmist		4 Schweine
NLST	N-Lieferungs-Standort	5 Sonstige		6 gemischt
NLVF	N-Lieferungs-Vorfrucht			7 Hühner
GDBD	Gesamtdüngerbedarf			8 Puten
GAB1	1. Gabe			
VBES	Viehbesatz			
NLBO	N-Lieferung Boden			
KWPR	Kalenderwoche-Probenahme			
GEMA	Gemarkung			

## B 2. Wetterdaten von 1992 - 1998

### B 2.1 Station Hartheim-Bremgarten (212 m über NN) für die Standorte Bad Krozingen-Biengen ab Mai 1995 Station Eschbach (236 m über NN) und Bad Krozingen-Hausen

#### Monatsmitteltemperatur in °C

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1992	0,8	3,3	7,1	10,1	16,5	17,9	21,3	22,9	15,3	8,7	7,9	2,4	11,2
1993	5,6	0,6	5,7	12,2	15,8	18,2	18,7	18,5	14,1	9,1	1,9	6,2	10,6
1994	4,3	3,7	10,3	9,0	14,5	18,6	22,5	20,3	15,1	9,7	8,9	5,5	11,9
1995	2,2	7,2	nil	nil	14,7	16,6	22,1	19,2	13,4	13,6	4,9	1,0	-
1996	0,7	1,4	4,5	11,1	13,2	18,4	18,4	18,1	12,2	10,9	6,2	0,1	9,6
1997	-2,1	6,3	9,1	9,2	15,3	17,7	18,3	20,9	15,6	9,7	5,7	4,0	10,8
1998	3,9	4,9	7,2	10,2	16,1	18,8	19,5	19,0	14,6	11,0	3,1	3,0	10,9

#### Monatssumme Niederschlag in mm

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	ΣJahr
1992	26,8	31,4	52,5	63,2	40,4	87,2	61,7	66,6	36,4	62,7	56,1	27,5	613
1993	5,8	10,2	11,3	22,2	91,4	52,9	57,7	64,5	108,5	79,0	17,7	75,5	597
1994	49,0	42,5	15,1	64,3	139,9	58,5	63,9	64,0	106,8	43,6	13,6	43,1	704
1995	59,6	51,9	nil	nil	177,1	49,8	40,2	137,5	87,5	30,7	74,1	73,4	-
1996	6,4	27,9	17,3	41,0	93,4	76,4	98,1	116,6	40,4	81,0	95,0	77,7	771
1997	28,2	46,1	18,2	36,5	51,8	133,3	104,2	28,3	70,8	52,3	67,1	93,0	730
1998	61,1	30,0	45,7	137,6	38,9	49,7	41,0	67,6	126,0	70,9	58,4	25,7	753

nil = dem Wetteramt lagen keine Angaben vor

### B 2.2 Station Buchenbach (443m über NN) für den Standort Kirchzarten (Dreisamtal)

#### Monatsmitteltemperatur in °C

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1992	-0,3	2,3	5,5	8,2	14,5	16,0	18,8	20,4	14,3	7,8	7,0	2,4	9,7
1993	5,0	-0,8	4,1	10,5	14,0	16,3	16,7	17,1	12,8	8,0	0,7	4,9	9,1
1994	2,9	2,4	9,0	7,1	13,0	16,8	20,6	18,2	13,4	9,4	7,9	4,7	10,5
1995	1,0	5,6	3,8	8,7	12,7	14,4	20,2	17,5	12,1	12,8	4,0	0,1	9,4
1996	-0,6	-0,1	2,9	9,1	11,3	16,8	17,0	17,1	10,7	9,6	4,9	-1,0	8,2
1997	-2,1	4,8	7,5	7,5	13,6	15,8	16,5	19,3	15,1	9,3	5,4	3,2	9,7
1998	3,4	5,5	5,8	9,0	14,1	17,0	17,2	16,9	13,3	9,7	1,6	2,5	9,7

#### Monatssumme Niederschlag in mm

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	ΣJahr
1992	25,8	103,0	146,5	87,4	36,6	97,3	71,0	64,9	52,7	122,1	182,0	76,0	1065
1993	55,6	31,8	20,2	47,5	81,8	97,4	113,7	86,3	133,7	92,2	35,7	176,9	973
1994	120,7	66,1	80,7	133,9	169,2	127,6	159,2	108,2	130,0	82,8	28,1	129,6	1336
1995	148,0	105,6	123,7	49,9	192,2	86,2	95,4	200,8	121,5	27,5	131,4	140,8	1423
1996	7,3	45,5	34,4	49,3	176,6	95,7	159,3	102,6	66,9	99,2	169,1	93,9	1100
1997	32,4	117,6	59,3	64,6	73,3	151,0	138,3	56,6	54,1	84,5	45,5	146,4	1024
1998	88,1	30,5	91,3	129,4	47,6	91,6	71,4	77,7	116,2	152,6	118,3	52,0	1067