

**Schriftenreihe der
Sächsischen Landesanstalt für
Landwirtschaft**

**Heft 1
1. Jahrgang 1996**

Impressum

Herausgeber: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
August-Böckstiegel-Straße 1
D-01326 Dresden
Tel. 0351/2612-0

Redaktion: Dr. Claus D. Bormuth

Redaktionsschluß: 12. April 1996

Auflage: 300 Stück

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Unterrichtung der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Kandidaten oder Helfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Mißbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, daß dies als Parteinahme der Herausgeber zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl dieser Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist es jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung sowie des Nachdruckes und jede Art der photomechanischen Wiedergabe, auch auszugsweise, bleiben vorbehalten. Rechtsansprüche sind aus dem vorliegenden Material nicht ableitbar.

ISSN 0949-1597

V o r w o r t

Mit der Herausgabe der **Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft** vervollständigt die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) ihr Konzept, die Öffentlichkeit über ihre Arbeit zu informieren. Mit dieser Schriftenreihe sollen die zahlreichen Ergebnisse von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, Arbeiten mit Pilotcharakter, Statusberichte sowie Tagungsberichte der LfL dokumentiert und zugänglich gemacht werden. Daneben werden Studien, die von der sächsischen Agrarverwaltung in Auftrag gegeben wurden, sowie Arbeiten anderer Autoren, die für die Agrar- und Ernährungswirtschaft Sachsens von spezieller Bedeutung sind, in dieser Zeitschrift veröffentlicht. Sie wird möglichst zeitnah in loser Folge erscheinen, so daß neben grundsätzlichen auch aktuelle Probleme der Land- und Ernährungswirtschaft sowie des ländlichen Raumes in Sachsen aufgegriffen werden können. Diese Zeitschrift wird damit wesentlich dazu beitragen, den Transfer von Erkenntnissen zur unternehmerischen Praxis sowie zu Entscheidungsträgern und Interessierten im ländlichen Raum zu fördern.

Die Schriftenreihe ergänzt die Reihe der Publikationen der LfL wie Broschüren, Beratungsunterlagen und den monatlich erscheinenden Infodienst. Die meisten Broschüren der LfL wenden sich mit konkreten Ergebnissen zu jeweils einem ausgewählten Thema an die berufsständische Praxis oder die Verbraucher. Der Infodienst dient mit seinen kurz und anschaulich gehaltenen Beiträgen, die auch zu didaktischen Zwecken sehr gut verwendet werden können, der monatlichen Information von Beratung und Schule der sächsischen Agrarverwaltung. Die Schriftenreihe wird der sächsischen Agrarverwaltung, agrarischen Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen sowie allen Agrarfakultäten und -bibliotheken Deutschlands zur Verfügung stehen. Sie versorgt Entscheidungsträger in Verwaltungen und Unternehmen, Wissenschaftler und Berater mit Hintergrundinformationen. In dieser Zeitschrift sollen sowohl kurze aktuelle Informationen Platz finden als auch komplexe und spezielle Themen umfassend dargestellt und diskutiert werden.

Es ist zu wünschen, daß diese Zeitschrift für die Fachwelt eine Bereicherung darstellt und sich durch die konstruktiven und kritischen Hinweise seiner Leser weiterentwickeln wird.

Dr. Irene Schneider-Böttcher
Präsidentin

Dresden-Pillnitz, den 12.04.1996

**Nitratbericht 1994/95, unter Berücksichtigung der Untersuchungen
ab 1990**

Verfasser:

Dr. J. Bufe, H.J. Kurzer und Dr. L. Suntheim, Sächsische Landesanstalt für
Landwirtschaft, Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen, Gustav-Kühn-Str.
8, 04159 Leipzig

I.	Inhaltsverzeichnis	Seite
1	Untersuchungen von Bodenproben auf pflanzenverfügbaren Stickstoff im Herbst 1994 und Frühjahr 1995	7
1.1	Herkunft des Datenmaterials	7
1.2	Zeitpunkt und Umfang der Untersuchungen	10
1.3	Auswertung	10
2	Ergebnisse	12
2.1	Ergebnisse der NO ₃ -N-Untersuchungen Herbst 1990-1994 unter besonderer Berücksichtigung des Jahres 1994	12
2.1.1	Übersicht über die durchschnittlichen NO ₃ -N-Gehalte 1990-1994	12
2.1.2	Regionale Verteilung	15
2.1.3	Durchschnittliche NO ₃ -N-Gehalte in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern	19
2.1.4	Durchschnittliche NO ₃ -N-Gehalte in Wasserschutzgebieten	25
2.1.5	Zusammenfassung der NO ₃ -N- und NH ₄ -N-Gehalte von Bodenuntersuchungen einzelner Schläge nach landwirtschaftlichen Betrieben	29
2.1.6	Durchschnittliche NO ₃ -N-Gehalte von Flächen, die nach dem Förderprogramm "Umweltgerechte Landwirtschaft" bewirtschaftet wurden	33
2.2	Durchschnittliche N _{min} -Gehalte im Frühjahr 1995	35
2.3	Einfache N-Bilanzen	46
2.3.1	Erträge 1994	48
2.3.2	N-Düngung	49
2.3.3	N-Bilanzen	51
2.3.4	Korrelation N-Bilanz/NO ₃ -N-Gehalt im Herbst	55
3	Diskussion	56
3.1	Nitrat-Untersuchungen im Herbst 1994	56
3.2	Erläuterungen zur Situation in den Wasserschutzgebieten und zu möglichen Konsequenzen nach der SächsSchAVO	62
3.3	N _{min} -Untersuchungen im Frühjahr 1995	64
3.4	Vereinfachte N-Bilanzen für die Erntejahre 1991-1994	64
4	Zusammenfassung	66

II. Verzeichnis der Abbildungen	Seite
Abb. 1: Verteilung der Dauertesflächen in Sachsen	11
Abb. 2: NO ₃ -N-Gehalte, Herbst 1990-1994	13
Abb. 3: Häufigkeitsverteilung der NO ₃ -N-Gehalte, Herbst 1994	14
Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der N _{min} -Gehalte, Herbst 1994	14
Abb. 5: NO ₃ -N-Gehalte Herbst, nach Regierungsbezirk	15
Abb. 6: NO ₃ -N-Gehalte Herbst, Regierungsbezirk Chemnitz	16
Abb. 7: NO ₃ -N-Gehalte Herbst, Regierungsbezirk Dresden	17
Abb. 8: NO ₃ -N-Gehalte Herbst, Regierungsbezirk Leipzig	17
Abb. 9: NO ₃ -N-Gehalte Herbst 1994, nach Kreisen	18
Abb. 10: NO ₃ -N-Gehalte Herbst, nach Ackerzahlgruppen	19
Abb. 11: NO ₃ -N-Gehalte Herbst, nach Bodenart	20
Abb. 12: NO ₃ -N-Gehalte Herbst, nach NStE-Hauptgruppen	20
Abb. 13: NO ₃ -N-Gehalte Herbst, nach Agrarstrukturgebiet	21
Abb. 14: Fruchtartengruppen, Anbaujahr 1994	22
Abb. 15: NO ₃ -N-Gehalte Herbst, nach Fruchtgruppen	23
Abb. 16: NO ₃ -N-Gehalte Herbst, nach ausgewählten Fruchtarten	24
Abb. 17: NO ₃ -N-Gehalte Herbst 1994, nach Fruchtarten und Agrarstrukturgebieten	25
Abb. 18: NO ₃ -N-Gehalte Herbst in Wasserschutzgebieten	26
Abb. 19: Häufigkeitsverteilung der NO ₃ -N-Gehalte in Wasserschutzgebieten, Herbst 1994	29
Abb. 20: NO ₃ -N-Mittelwerte von Böden, zusammengefaßt für Betriebe, Herbst 1991-1994	30
Abb. 21: NO ₃ -N- und NH ₄ -N-Mittelwerte von Böden, zusammengefaßt für landwirtschaftliche Betriebe, Herbst 1994, mit geringer Streuung	31
Abb. 22: NO ₃ -N- und NH ₄ -N-Mittelwerte von Böden, zusammengefaßt für landwirtschaftliche Betriebe, Herbst 1994, mit hoher Streuung	31
Abb. 23: NO ₃ -N-Gehalte der Böden nach Anwendung unterschiedlicher Maßnahmen von Förderrichtlinien des Programms "UL"	34
Abb. 24: NO ₃ -N-Gehalte Frühjahr 1991-1995	36
Abb. 25: Verteilung der durchschnittlichen beprobten Fläche je Probe	38
Abb. 26: N _{min} -Gehalt Frühjahr 1995 von Böden, zusammengefaßt für landwirtschaftliche Betriebe	38
Abb. 27: Mittlere N _{min} -Gehalte Frühjahr 1995 nach Probenahmetermin	39
Abb. 28: Verteilung der N _{min} -Gehalte, Frühjahr 1995	39
Abb. 29: Mittlere N _{min} -Gehalte Frühjahr 1995 nach Regierungsbezirken	40
Abb. 30: N _{min} -Gehalte Frühjahr 1995 nach Kreisen	41
Abb. 31: Mittlere N _{min} -Gehalte Frühjahr 1995 nach Ackerzahlgruppen	42

	Seite
Abb. 33: Mittlere N_{\min} -Gehalte Frühjahr 1995 nach NStE-Hauptgruppen	43
Abb. 34: Mittlere N_{\min} -Gehalte Frühjahr 1995 nach Vorfruchtgruppen	43
Abb. 35: Mittlere NO_3 -N Gehalte Frühjahr nach Agrarstrukturgebieten	44
Abb. 36: Verhältnis des NO_3 -N-Gehaltes im Boden zwischen Herbst 1994 und Frühjahr 1995	45
Abb. 37: Verhältnis zwischen dem NO_3 -N-Gehalt im Boden im Herbst 1994 und der Differenz im NO_3 -N-Gehalt Herbst 1994/Frühjahr 1995	45
Abb. 38: Vergleich der NO_3 -N-Gehalte zwischen Herbst 1994 und Frühjahr 1995 nach Fruchtgruppen	46
Abb. 39: Relativerträge 1994 gegenüber dem 5-jährigen Mittel	49
Abb. 40: Gesamte verabreichte mineralische und organische N-Düngung zu ausgewählten Fruchtarten	49
Abb. 41: Gesamte pflanzenverfügbare (mineralische und anrechenbare organische) N-Düngung zu ausgewählten Fruchtarten	50
Abb. 42: Gesamte mineralische und organische N-Düngung zu ausgewählten Fruchtarten innerhalb und außerhalb von WSG	51
Abb. 43: Mehrjährige N-Bilanz 1992-1994	52
Abb. 44: Mehrjährige N-Bilanz 1992-1994 nach ausgewählten Fruchtarten	52
Abb. 45: Mehrjährige N-Bilanz 1992-1994 nach Agrarstrukturgebieten	53
Abb. 46: Entwicklung von Bilanzparametern innerhalb von WSG	54
Abb. 47: Entwicklung von Bilanzparametern außerhalb von WSG	54
Abb. 48: Verhältnis zwischen einjähriger N-Bilanz und dem NO_3 -N-Gehalt Herbst 1994 im Boden	55
Abb. 49: Abweichung der Lufttemperatur vom langjährigen Mittel	57
Abb. 50: Abweichung der Niederschlagsmenge vom langjährigen Mittel	57
Abb. 51: Mittlere klimatische Wasserbilanz	58
Abb. 52: Bodentemperatur [$^{\circ}C$] in 20 cm Tiefe am Standort Chemnitz	58
Abb. 53: N_{\min} -Gehalte Herbst 1994 nach Art der vorgenommenen Bodenbearbeitung nach der Ernte der Vorfrucht	59
Abb. 54: N_{\min} -Gehalt Herbst 1994 nach Art des nach der Ernte eingesetzten Düngemittels	60
Abb. 55: N_{\min} -Gehalte Herbst 1994 nach der Art der Verwendung des eingesetzten Düngers nach der Ernte	61
Abb. 56: Verteilung der Probenzahl nach Art und Verwendungszweck des eingesetzten Düngemittels	61
Abb. 57: N_{\min} -Gehalt Herbst 1994 von gedüngten und ungedüngten Pflanzenbeständen, die zum Zeitpunkt der Probenahme angebaut wurden	62

Abb. 58: N-Entzug, empfohlene und tatsächlich ausgebrachte N-Dünger-
menge zu ausgewählten Fruchtarten

65

III. Verzeichnis der Tabellen	Seite
Tab. 1: Herbst-N _{min} -Gehalte der Dauertestflächen	12
Tab. 2: Herbst-NO ₃ -N- und NH ₄ -N-Gehalte der Dauertestflächen	12
Tab. 3: Verteilung der NO ₃ -N-Gehalte	15
Tab. 4: N-Gehalte in Wasserschutzgebieten, Herbst 1994	26
Tab. 5: Probenverteilung in WSG nach Fruchtartengruppen	27
Tab. 6: N-Gehalte in ausgewählten WSG, Herbst 1994	28
Tab. 7: Vergleich der N-Gehalte Herbst 1994 nach Anwendung unterschiedlicher Maßnahmen von Förderrichtlinien des Programms "UL"	34
Tab. 8: N _{min} -Gehalte Frühjahr 1993-1994	35
Tab. 9: NO ₃ -N- und NH ₄ -N-Gehalte Frühjahr	36
Tab. 10: N _{min} -Untersuchungen Frühjahr 1995, Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen, Programm "UL"	37
Tab. 11: Anrechenbare N-Gehalte organischer Düngemittel	48

IV. Verzeichnis der Abkürzungen

ASG		Agrarstrukturgebiet
ASG 1		Sächsisches Heidegebiet, Riesaer-Torgauer Elbtal
ASG 2		Sächsische Schweiz, Oberlausitz
ASG 3		Mittelsächsisches Lößgebiet
ASG 4		Vogtland, Elsterbergland, Erzgebirgsvorland
ASG 5		Erzgebirgskamm
Bodenart	S	Sand
	Sl	anlehmiger Sand
	lS	lehmiger Sand
	SL	stark sandiger Lehm
	sL	sandiger Lehm
	L	Lehm
	lT	lehmiger Ton
	T	Ton
DTF		Dauertestflächen
KULAP		Kulturlandschaftsprogramm
LfL		Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
LfUG		Sächsische Landesanstalt für Umwelt und Geologie
NS		Niederschlag
NStE		Natürliche Standorteinheit der Ackerböden
NStE	Al	Böden vorwiegend alluvialer Entstehung
	D	Böden vorwiegend diluvialer Entstehung
	Lö	Lößböden einschließlich Böden mit wirksamer Lößauflage
	V	Gesteins- und Verwitterungsböden
SächsSchAVO		Sächsische Schutz- und Ausgleichsverordnung für die Land- und Forstwirtschaft
SML		Sächsisches Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten
SZ		Schutzzone
TS		Talsperre
UL		Förderprogramm "Umweltgerechte Landwirtschaft"
WSG		Wasserschutzgebiet

1 Untersuchungen von Bodenproben auf pflanzenverfügbaren Stickstoff im Herbst 1994 und Frühjahr 1995

1.1 Herkunft des Datenmaterials

Die zunehmende Anzahl von Veröffentlichungen zum Gegenstand dieses Berichts zeigt das weiter steigende öffentliche Interesse an der Qualitätssicherung des Trinkwassers auch in den Neuen Bundesländern. Dabei steht auch das Image der landwirtschaftlichen Betriebe auf dem Spiel, die in zunehmenden Maße für einen Teil der Umweltbelastungen der Biosphäre mitverantwortlich gemacht werden.

Aufgabe der beteiligten Fachbehörden muß es daher sein, die vorgebrachten Argumente zu prüfen und anhand einer wissenschaftlich fundierten und überprüfbaren Grundlage zu beurteilen. Darüber hinaus ist es aber auch erforderlich, mögliche Konsequenzen, die sich aus entsprechenden Gesetzen und Verordnungen ergeben können, für das gesamte (Öko-)System einschließlich der betroffenen Landwirte aufzuzeigen und gegenüber den berechtigten anderen Interessen zu vertreten.

Mit der Einführung der Sächsischen Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SächsSchAVO) im Jahr 1994 wurde eine solche für alle Bewirtschafter von landwirtschaftlich genutzten Flächen in Wasserschutzgebieten (WSG) rechtlich verbindliche Vorschrift erlassen, die den Eintrag von Nitrat in das Grundwasser minimieren soll.

Gleichzeitig sieht der Gesetzgeber eine Art wissenschaftliche Begleitung dieser Verordnung vor, welche die Grundlage für die Beurteilung der ermittelten Ergebnisse (hier vor allem die NO₃-N-Untersuchungen) darstellen soll.

Damit gewannen die von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) schon seit 1990 vorgenommenen Bodenuntersuchungen auf den Gehalt an pflanzenverfügbarem Stickstoff zunehmend an Bedeutung. Beim Vergleich der dadurch gewonnenen Meßergebnisse muß unbedingt beachtet werden, daß durch die Umstellung des Analysenverfahrens im Frühjahr 1993 vom N_{an}- auf das N_{min}-Verfahren dazu nur der NO₃-N-Anteil der Analyse verwendet werden darf. Ursache dafür ist, daß im N_{min}-Verfahren mit dem CaCl₂-Extrakt wesentlich weniger Ammonium erfaßt wird als durch den KCl-Extrakt der N_{an}-Methode. Der NH₄-Anteil ist jedoch in der Regel nur von untergeordneter Bedeutung und wird für einen zeitlich begrenzten Übergangszeitraum nur noch routinemäßig mit erfaßt, um mögliche jahresspezifische Schwankungen zu überprüfen.

Zur Verbesserung der Datengrundlage wurde im Jahr 1994 die Zahl der Dauertestflächen (DTF) in Wasserschutzgebieten um ca. 160 erhöht. Die Gesamtzahl aller DTF entspricht damit wieder der Anzahl im Jahr 1990, wobei der nach 1990 einsetzende Rückgang an untersuchten Flächen den unmittelbaren Auswirkungen der "Wendezeit", die mit großen Strukturveränderungen verbunden war, geschuldet ist.

Im diesem Bericht erfolgt eine Einschätzung der vorliegenden Untersuchungen auf anorganischen Stickstoff im Herbst im Vergleich zu den vergangenen vier Jahren (für 1990 und 1991 nur bezogen auf den NO₃-N-Gehalt) vorgenommen werden. Dabei werden umfangreiche Ergebnisse der Untersuchungen in den Wasserschutzgebieten gesondert dargestellt.

Weiterhin wird eine Zusammenfassung der Ergebnisse der N_{min}-Bodenuntersuchungen im Frühjahr 1995 gegeben. Für differenzierte Auswertungen wurden wiederum die N_{min}-Untersuchungsergebnisse der Dauertestflächen herangezogen. Da im Rahmen des Förderprogramms "Umweltgerechte Landwirtschaft" (UL) des Sächsischen Staatsministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten (SML) im Frühjahr zahlreiche N_{min}-Bodenuntersuchungen zur Berechnung einer Düngeempfehlung im Land Sachsen vorgenommen werden, stehen für eine Auswertung im begrenztem Umfang weitere Daten (z. B. über die Größe und Lage der beprobten Fläche) zur Verfügung, sofern die N_{min}-Untersuchungen vom Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen der LfL vorgenommen wurden. Eine Einbeziehung der von den beteiligten Privatlabors gelieferten Untersuchungsergebnisse war zum Zeitpunkt der Berichtslegung noch nicht möglich.

Durch den Vergleich der Untersuchungsergebnisse von NO₃-N im Boden zwischen Herbst 1994 und Frühjahr 1995 kann außerdem das Ausmaß an möglichen N-Verlusten über das Winterhalbjahr abgeschätzt werden. Zur Beurteilung der Aussagefähigkeit von einfachen N-Bilanzen wurde anhand der von den Landwirten gemachten Angaben der dadurch erfaßbare Ein- und Austrag an Stickstoff im Boden bilanziert und mit den Ergebnissen der NO₃-N-Bodenuntersuchungen im Herbst 1994 verglichen. Um die Zuverlässigkeit der gewonnenen Aussagen zu erhöhen, sollen in Zukunft solche N-Bilanzen über die in den Schlagkarteien vorgenommenen Eintragungen berechnet werden.

Im Einzelnen wurden folgende schlagspezifischen Daten erhoben:

- allgemeine Angaben
 - Name und Anschrift des Bewirtschafters
 - Regierungsbezirk
 - Landkreis
- standortspezifische Angaben (in der Regel unveränderliche Größen)
 - Gemarkung
 - neu:** Gemeinde mit Gemeindekennzahl
 - zugehöriger Landkreis (alt)
 - neu:** zugehöriger Landkreis (neu)
 - neu:** Agrarstrukturgebiet (ASG)
 - neu:** Vergleichsgebiet

- neu:** Wirtschaftsgebiet
 Teilnahme am Programm "Umweltgerechte Landwirtschaft" (UL) ja/nein,
 Förderstufe
 Schlagnummer
 Dauertestfläche ja/nein
 Wasserschutzgebiet ja/nein, mit Schutzgebietszone
- neu:** Bezeichnung und Lage der ausgewählten Wasserschutzgebiete
 Ackerzahl
 Naturräumliche Standorteinheit (NStE)
 Bodenart/Bodengruppe
- neu:** Steingehalt
- Angaben zur Bewirtschaftung des Schlages im Erntejahr 1994
 - Datum der Probenahme
 - Probenehmer
 - Probenkennzeichnung
 - Hauptfrucht 1994 mit Ertrag [dt/ha]
 - Düngung zum Anbau 1994: mineralischer Dünger [kg/ha], organischer Dünger (Art und Menge)
 - Düngung nach Ernte 1994: mineralischer Dünger [kg/ha], organischer Dünger (Art und Menge)
 - Zwischenfrucht
 - Bodenbearbeitung
 - Ernterückstände
 - aktueller Bestand zum Zeitpunkt der Probenahme
- neu:** BEFU-Düngungsempfehlung für 1995 berechnet: ja/nein

Neu hinzu kamen auch Angaben zur verwaltungsbezogenen Lage der DTF, da sich durch die noch nicht abgeschlossene Kreisreform die Zuordnung von DTF und somit auch das Ergebnis einer regionalen Auswertung erheblich ändern kann.

Darüberhinaus wurden weitere strukturspezifische Angaben aufgenommen (z. B. Agrarstrukturgebiet, Vergleichsgebiet, Wirtschaftsgebiet), die produktionstechnisch und klimatisch vergleichbare Gebiete charakterisieren und z. B. eine wesentliche Grundlage für die Berechnung des Einzelausgleichs nach der SächsSchAVO darstellen.

Die Lage der einzelnen DTF in den Grenzen der einzelnen Agrarstrukturgebieten (ASG) ist Abb. 1 zu entnehmen.

Die Plausibilität der berechneten NO₃-N-Werte [kg/ha] wird vor allem durch die derzeit noch fehlerhaften Schätzung des Steingehaltes beeinträchtigt. Nachprüfungen haben ergeben, daß die bislang unterstellten Steingehalte vor allem der steinreichen V-Standorte des Sächsischen Berglands wesentlich zu niedrig angesetzt und der ermittelte

NO₃-N-Gehalt somit deutlich überschätzt wurde. An der Lösung dieses nicht unerheblichen Problems wird augenblicklich weiter gearbeitet.

Zum Vergleich der durch das BEFU-Programm vorgenommenen Düngungsempfehlungen mit den tatsächlich gedüngten N-Mengen wurde außerdem die im Frühjahr 1994 empfohlene Düngermenge für die DTF aufgenommen, für die eine entsprechende Empfehlung berechnet werden konnte.

1.2 Zeitpunkt und Umfang der Untersuchungen

Es wurden im Zeitraum vom 2. Nov. bis 15. Dez. 1994 insgesamt 767 Dauertestflächen beprobt und ausgewertet, von denen 759 auch im darauffolgenden Frühjahr 1995 untersucht wurden.

Im Rahmen des Programms "UL" wurden weiterhin insgesamt 1848 Proben im Zeitraum von Anfang Februar bis Ende März 1995 auf NO₃-N untersucht und - sofern möglich - eine entsprechende Düngungsempfehlung gerechnet. Da eine weitestgehende Übertragung der NO₃-N-Untersuchungen auf Privatlabors angestrebt wurde, waren dies nur noch ca. 5 % aller untersuchten Proben.

1.3 Auswertung

Detaillierte Aussagen zu den Untersuchungen nach verschiedenen Bewertungskriterien können nur anhand der Angaben zu den Dauertestflächen vorgenommen werden, da nur hier vollständige und zuverlässige Angaben vorausgesetzt werden können, die jeweils denselben Schlag betreffen. Wie bereits im "Nitratbericht 1992/93" ausführlich dargelegt wurde, können diese Flächen insgesamt als weitgehend repräsentativ für Sachsen angesehen werden. Regionale Unterschiede bei den N_{min}-Werten im Frühjahr 1994 (z. B. nach Landkreisen) lassen sich auf die unterschiedliche Anzahl von Proben zwischen Dauertestflächen und UL-Proben zurückführen.

Die statistische Auswertung wurde nach erfolgter Plausibilitätsprüfung über eine Mittelwertbildung mit Standardabweichung vorgenommen, die statistische Absicherung der Ergebnisse erfolgte über den TUKEY-Test mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\leq 5\%$. Weitergehende Untersuchungen wurden mit Hilfe mehrfaktorieller Varianzanalysen sowie durch die Bestimmung von Regressionsgleichungen und Korrelationskoeffizienten durchgeführt. Die Auswertungen erfolgten mit dem Softwarepaket "SPSS".

Der Berechnung von N-Entzügen über die Ernteprodukte sowie der N-Gehalte von organischen Düngemitteln erfolgte ebenso wie die Berechnung der N-Bilanzen nach

den "Richtlinien der Umweltgerechten Landwirtschaft" des Sächsischen Staatsministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten.¹

Insgesamt wurden alle Datensätze zur Auswertung zugelassen, für die für beide Bodentiefen (0-30 und 30-60 cm) NO₃-N-Ergebnisse vorlagen.

¹ in: "Umweltgerechte Landwirtschaft in Sachsen", hrsg. vom Sächsisches Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten (SML), Dresden 1995.

2 Ergebnisse

2.1 Ergebnisse der NO₃-N-Untersuchungen Herbst 1990-1994 unter besonderer Berücksichtigung des Jahres 1994

2.1.1 Übersicht über die durchschnittlichen NO₃-N-Gehalte 1990-1994

Der mittlere N_{min}-Gehalt im Herbst 1994 betrug 92,2 kg/ha (Tab.1). Damit wurde nach Jahren eines kontinuierlichen Rückgangs erstmals seit Beginn der Untersuchungen auf den Dauertestflächen wieder eine Zunahme der N_{min}-Gehalte nachgewiesen.

Tab. 1: Herbst-N_{min}-Gehalte [kg/ha] der Dauertestflächen

Jahr	Anzahl	Mittel	s	min	max
Herbst 90	755	156			
Herbst 91	539	152			
Herbst 92	584	114,4	79,5	8,2	1265
Herbst 93	606	81,4	53,4	3,3	440
Herbst 94	767	92,2	73,6	0	810

Der NO₃-N-Gehalt 1994 betrug 87,2 kg/ha, er stieg damit gegenüber 1993 um ca. 11 kg/ha. Bezogen auf die beprobte Schichttiefe ist diese Erhöhung fast vollständig auf den NO₃-N-Gehalt der obersten Bodenschicht (0-30 cm, Tab. 2) zurückzuführen. Der NO₃-N-Gehalt der tieferen Bodenschicht blieb im wesentlichen konstant, ebenso die NH₄-N-Gehalte, die, wie schon in den vorangegangenen Jahren, nur einen sehr untergeordneten Einfluß auf den durchschnittlichen N_{min}-Gehalt besaßen. Aus diesem Grund werden alle weiteren Ausführungen grundsätzlich anhand des NO₃-N-Ergebnisses diskutiert, sofern nicht besonders auf den N_{min}-Wert verwiesen wird.

Tab. 2: Herbst-NO₃-N- und NH₄-N-Gehalte der Dauertestflächen

Jahr	NO ₃ -N [kg/ha]			
	Anzahl	0-30 cm	30-60 cm	Gesamt
Herbst 90	755			120
Herbst 91	539			119
Herbst 92	584	47,3	46,3	93,7
Herbst 93	606	40,9	34,9	75,9
Herbst 94	767	50,5	36,6	87,2
Jahr	NH ₄ -N [kg/ha]			
	Anzahl	0-30 cm	30-60 cm	Gesamt
Herbst 90	755			36
Herbst 91	539			33
Herbst 92	584	13,7	7,1	20,8
Herbst 93	606	3,3	2,2	5,5
Herbst 94	767	2,4	2,7	5,1

Für einen langjährigen Vergleich (Abb. 2) dürfen jedoch nur die NO₃-N-Gehalte verwendet werden, da in den Jahren 1990 und 1991 noch nach der N_{an}-Methode analysiert wurde. Der Einfluß der unterschiedlichen Stichprobengröße kann, bedingt durch die geringe Standardabweichung, weitestgehend vernachlässigt werden.

Abb. 2: NO₃-N-Gehalte, Herbst 1990-1994

Die Häufigkeitsverteilungen der NO₃-N- (Abb. 3) und N_{min}-Gehalte (Abb. 4) zeigen, daß ca 25 % aller Werte unter dem nach der SächsSchAVO anzustrebenden Richtwert in Wasserschutzgebieten von 45 kg/ha und ca. 60 % unter dem Grenzwert von 90 kg/ha liegen. Im Vergleich zum Vorjahr ergibt sich somit eine deutliche Zunahme der Anzahl von Proben mit sehr hohen NO₃-N-Gehalten (Tab. 3). Gleichzeitig ist eine Abnahme der Anzahl von Proben mit sehr niedrigen NO₃-N-Gehalten festzustellen.

Abb. 3: Häufigkeitsverteilung der NO₃-N-Gehalte, Herbst 1994 (N = 767)

Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der N_{min}-Gehalte, Herbst 1994 (N=767)

Tab. 3: Verteilung der NO₃-N-Gehalte [%]

	0-45 kg/ha	45-90 kg/ha	90-135 kg/ha	135-180 kg/ha	>180 kg/ha
1991	10,6	29,4	28,5	15,8	15,7
1992	23,1	31	24,5	13,5	7,9
1993	31,8	35,5	22,6	5,9	4,2
1994	25,0	36,6	22,0	9,1	7,3

Der Anteil von Proben mit einem NO₃-N-Gehalt >90 kg/ha stieg von ca. 33 % im Jahr 1993 auf 38 % im Jahr 1994. Wie noch zu zeigen sein wird, hat diese Verschiebung der Häufigkeitsverteilung auch erhebliche Auswirkungen auf die praktische Durchführung der SächsSchAVO.

2.1.2 Regionale Verteilung

Abb. 5 gibt den unterschiedlichen Verlauf der Entwicklung der NO₃-N-Gehalte nach Regierungsbezirken wieder. Auffällig hoch waren die Untersuchungsergebnisse im Jahr 1994 im Regierungsbezirk Dresden. Insgesamt lassen sich für das Jahr 1994 keine großen Unterschiede zwischen den einzelnen Regierungsbezirken feststellen.

Abb. 5: NO₃-N-Gehalte Herbst, nach Regierungsbezirk

Für eine Darstellung der Ergebnisse nach Landkreisen wurden die durchschnittlichen $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte der Landkreise nach dem Gebietsstand vom 01.01.1995 berechnet. Die absoluten Werte jedes Landkreises sind, getrennt nach Regierungsbezirk und sortiert nach für das Jahr 1994 fallendem $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt, in Abb. 6-8 dargestellt. Eine analog zum o. g. Muster der Häufigkeitsverteilung vorgenommene Gruppierung der $\text{NO}_3\text{-N}$ -Ergebnisse ist in Abb. 9 wiedergegeben.

Die regionale Verteilung der Landkreise mit hohen Durchschnittswerten ist deutlich sichtbar. Im Falle des Landkreises Reichenbach sowie von Dresden-Stadt handelt es sich nur um wenige Einzelwerte, die durch Extremwerte stark beeinflusst werden. Auffallend ist, daß in einigen Landkreisen die $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte von Jahr zu Jahr kontinuierlich zurückgehen (z. B. Mittweida, Leipziger Land), während sie in anderen Landkreisen (Bautzen, Hoyerswerda) z. T. erheblichen Schwankungen unterliegen und zu wesentlichen, auch kleinräumigen Einflußgrößen wie Bodenbeschaffenheit, Klima u. ä. keinen Bezug haben. Diese wertbestimmenden Parameter werden anschließend genauer untersucht werden.

Abb. 6: $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte Herbst, Regierungsbezirk Chemnitz

Abb. 7: NO₃-N-Gehalte Herbst, Regierungsbezirk Dresden

Abb. 8: NO₃-N-Gehalte Herbst, Regierungsbezirk Leipzig

2.1.3 Durchschnittliche NO₃-N-Gehalte in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern

Ackerzahl

Im Vergleich zum Vorjahr stiegen die NO₃-N-Gehalte vornehmlich in den Gruppen mit niedrigen Ackerzahlen (30-49) überproportional an (Abb. 10). Wesentlich geringer war dagegen der Anstieg in den Ackerzahlgruppen 50-69, während in der höchsten Gruppe (70-79) sogar ein deutlicher Rückgang festzustellen war. Insgesamt war somit 1994 kein großer Unterschied im NO₃-N-Gehalt 1994 zwischen den Ackerzahlgruppen zu beobachten.

Abb. 10: NO₃-N-Gehalte Herbst, nach Ackerzahlgruppen

Bodenart

Auch zwischen den Bodenarten (Abb. 11) konnten 1994 keine großen Unterschiede festgestellt werden, mit Ausnahme des sehr niedrigen NO₃-N-Gehaltes von Lehmböden. Hierbei fällt auf, daß seit 1991 ein kontinuierlicher Rückgang der NO₃-N-Gehalte in diesen Böden zu verzeichnen ist.

Abb. 11: NO₃-N-Gehalte Herbst, nach Bodenart

Naturräumliche Standorteinheit (NStE)

Hier fällt der ausgeprägte Unterschied im NO₃-N-Gehalt der D-Standorte im Jahr 1994 ins Auge, welcher sich deutlich vom vergleichbaren Mittelwert der anderen NStE-Hauptgruppen abhebt (Abb. 12). Hierbei ist nicht auszuschließen, daß auf diesen Flächen 1994 NO₃-N bereits in Tiefen unter 60 cm verlagert wurde.

Abb. 12: NO₃-N-Gehalte Herbst, nach NStE-Hauptgruppen

Agrarstrukturgebiet

Für die Agrarstrukturgebiete läßt sich für 1994 ebenfalls nur eine geringe Abstufung im $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt erkennen (Abb. 13). Waren noch im Jahr davor z. T. sogar signifikante Unterschiede zwischen dem Agrarstrukturgebiet 3 (Mittelsächs. Lößgebiet) und 4 (Vogtland, Erzgebirgs-Vorland) einerseits sowie 1 (Sächs. Heidelandschaft, Elbtal), 2 (Sächs. Schweiz, Oberlausitzer Bergland) und 5 (Erzgebirgskamm) andererseits nachzuweisen, glichen sich die Werte 1994 auf relativ hohem Niveau weitgehend an.

Abb. 13: $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte Herbst, in Abhängigkeit vom Agrarstrukturgebiet

Zusammenfassend lassen sich für die Jahre 1991-1994 bei den standortspezifischen Faktoren (Ackerzahl, Bodenart, NStE) insgesamt größere Schwankungen zwischen den Jahren als zwischen den einzelnen Gruppen beobachten. Eine Tendenz läßt sich noch am besten anhand der einzelnen Agrarstrukturgebiete erkennen. Hier sind in den zentral gelegenen Gebieten 3 und 4 deutlich geringere Schwankungen im $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt festzustellen als in den peripheren Gebieten. Auffallend für 1994 sind insbesondere die relativ niedrigen $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte guter bis sehr guter Böden.

Fruchtartengruppe

Im Rahmen der Fruchtfolge können sich die prozentualen Anteile der einzelnen Fruchtarten an der Anbaufläche von Jahr zu Jahr geringfügig verschieben. Gegenüber dem Vorjahr verminderte sich vor allem der prozentuale Anteil des Wintergetreides (von 48,6 auf 37,5 %), während der Anteil der Bracheflächen im selben Zeitraum von 2,2 auf 8,6 % stieg, offensichtlich eine Folge von agrarpolitischen Maßnahmen (Abb. 14).

Abb. 14: Fruchtartengruppen, Anbaujahr 1994

Abb. 15 zeigt die $\text{NO}_3\text{-N}$ -Bodengehalte der untersuchten Fruchtartengruppen, nach absteigenden Werten für 1994 geordnet. Dabei lassen sich im allgemeinen deutliche jahresspezifische Schwankungen (z. B. bei Kartoffeln und Mais) nachweisen. Das Verhältnis der $\text{NO}_3\text{-N}$ -Bodengehalte der meisten Fruchtarten untereinander bleibt dagegen in der Regel gleich. Die Werte von 1994 erreichen in vielen Fällen die des Jahres 1992 oder liegen sogar darüber. Die größte Relevanz für den gesamten durchschnittlichen $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt besitzen dabei anteilmäßig die Getreidearten mit einem $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt von 87 (Sommer-) bzw. 84 kg/ha (Wintergetreide). Sonderfälle stellen Dauergrünland- und Brachflächen (Sammelbegriff für Dauerbrachen, Rotationsbrachen und/oder stillgelegte Flächen) dar, deren $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt im allgemeinen eher niedrig, in den Jahren 1991 und 1992 aber durch die äußerst geringe Stichprobenanzahl als nicht repräsentativ angesehen werden kann.

Von besonderem Interesse sind dagegen die sog. "Problemkulturen" wie Kartoffeln, Mais und Winterraps, die Jahr für Jahr die höchsten N-Restgehalte zu Vegetationsende

hinterlassen. Erfreulich ist die Entwicklung der $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte nach Ölfrüchten (insbesondere Winterraps) zu beurteilen, die entgegen dem Trend auch 1994 weiter abnahmen. Offensichtlich sind hier aufgrund der geänderten Düngungsempfehlungen und der intensiven Beratung bereits erste Erfolge zu verzeichnen. Weiterhin kritisch ist jedoch die Situation nach Mais und vor allem nach Kartoffeln zu beurteilen.

Abb. 15: $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte Herbst, nach Fruchtgruppen

Eine weitere Differenzierung nach Fruchtarten (Abb. 16) zeigt, daß die höheren $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte im Herbst 1994 bei den Getreidearten vor allem auf einen Anstieg nach Sommer- und Wintergerste zurückgeführt werden können, nach Winterweizen liegen die Werte beständig am höchsten. Die Frage, inwieweit diese Unterschiede auf bewirtschaftungsspezifische Maßnahmen beruhen, wird im Kapitel "Bilanzen" näher untersucht. Der Mineralisierungszeitraum dürfte aber hierbei eine Rolle spielen.

Abb. 16: NO₃-N-Gehalte Herbst, nach ausgewählten Fruchtarten

Kombinierte Einflußgrößen

Nachdem nachgewiesen werden konnte, daß sich der Parameter "Agrarstrukturgebiet" für die N-bezogene, standortspezifische Charakterisierung hinreichend eignet, wurde die Beziehung zwischen diesem und dem Parameter "Fruchtartengruppe" untersucht.

Es zeigte sich, daß 1994 nach der "Problemkultur" Mais in den nördlich und östlich gelegenen Agrarstrukturgebieten die höchsten, im Sächsischen Gebirge die niedrigsten NO₃-N-Gehalte gefunden wurden- im Jahr davor verhielt es sich genau umgekehrt. Nach Ölfrüchten und vor allem nach Wintergetreide sind dagegen im Festgesteinsbereich der Mittelgebirge vergleichsweise hohe NO₃-N-Gehalte zu beobachten (Abb. 17). Die Ergebnisse für das Agrarstrukturgebiet 5 ("Erzgebirgskamm") sind jedoch aufgrund der auch gebietsspezifisch bedingten geringen Stichprobenanzahl für die einzelnen Fruchtarten unter Vorbehalt zu beurteilen.

Abb. 17: NO₃-N-Gehalte Herbst 1994, nach Fruchtarten und Agrarstrukturgebieten

2.1.4 Durchschnittliche NO₃-N-Gehalte in Wasserschutzgebieten

Durch die Bestimmungen der SächsSchAVO gewinnen die NO₃-N-Untersuchungen von Dauertestflächen in Wasserschutzgebieten zunehmend an Bedeutung. Dabei sollen nicht nur Unterschiede zu den bewirtschafteten Flächen außerhalb von Wasserschutzgebieten herausgearbeitet werden, sondern auch für jedes Jahr gebietsspezifische Richtwerte ausgewiesen werden, die maßgeblichen Einfluß auf die Gewährung der Ausgleichsleistungen nach der SächsSchAVO besitzen.

Aus diesem Grund wurde 1994 die Anzahl der Dauertestflächen in Wasserschutzgebieten um ca. 160 erhöht. Diese wurden Wasserschutzgebieten (WSG), die in Zusammenarbeit mit dem Sächs. Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG) nach bestimmten Kriterien (Bedeutung des WSG, hoher Gefährdungsgrad etc.) ausgewählt wurden, je nach Größe der landwirtschaftlich genutzten Fläche, zugeordnet. Ziel dieser Maßnahme war, einen geeigneten Beurteilungsmaßstab für die Festlegung dieser gebietsspezifischen Richtwerte zu finden und mögliche Konsequenzen nach der SächsSchAVO aufzuzeigen.

Abb. 18 und Tab. 4 zeigen eine Übersicht über die NO₃-N-Gehalte in- und außerhalb von Wasserschutzgebieten. Dabei lassen sich 1994 erstmals generell in Wasserschutzgebieten statistisch gesicherte niedrigere NO₃-N-Gehalte nachweisen als außerhalb. Differenziert man weiter nach der jeweiligen Schutzzone (SZ), fällt ferner eine sehr gleichmäßige Abnahme der NO₃-N-Gehalte in der Schutzzone III in den

Jahren 1991-1994 auf. Anlaß zur Besorgnis bereiten jedoch 1994 vor allem die im Vergleich relativ hohen NO₃-N-Gehalte in Schutzzone II (Tab. 4).

Abb. 18: NO₃-N-Gehalte Herbst in Wasserschutzgebieten

Tab. 4: N-Gehalte in Wasserschutzgebieten, Herbst 1994

	Schutzzone		
	SZ II	SZ III	keine
Anzahl Werte	49	172	543
NH ₄ -N [kg/ha]	2	3	6
NO ₃ -N Mittelwert [kg/ha]	70	79	92
Minimum [kg/ha]	0	5	4
Maximum [kg/ha]	169	221	628
Anteil Werte <90 kg/ha [%]	71	67	60
Nmin [kg/ha]	72	81	97

Das Fruchtartenspektrum (Tab. 5) zeigt ein häufigeres prozentuales Auftreten von Bracheflächen und/oder stillgelegten Flächen in den Wasserschutzgebieten, darüber hinaus ein leicht erhöhtes Vorkommen von Sommergetreide in Schutzzone II. Das übrige Fruchtartenspektrum ist vergleichbar.

Tab. 5: Probenverteilung in WSG nach Fruchtartengruppen

	Schutzzone		
	keine	SZ II	SZ III
	Anzahl	Anzahl	Anzahl
Ackerfutter	16	1	5
Brache/Stillelegung	37	7	22
Dauergrünland	12		
Sonderkulturen	15	1	4
Ölfrüchte	70	8	22
Sommergetreide	53	8	19
Futterleguminosen	38	5	16
Körnerleguminosen		1	1
Mais	52	4	9
Wintergetreide	210	12	65
Kartoffeln	13		3
Rüben	27	2	6

Die Mittelwerte der ausgewählten Wasserschutzgebiete (Tab. 6) liegen in der Mehrzahl zwischen 50 und 80 kg/ha NO₃-N und damit ebenfalls deutlich unter dem allgemeinen N-Niveau. Ausnahmen bilden lediglich das Wasserschutzgebiet Deutschenbora (mit allerdings nur 3 Stichproben) und die Talsperre Saidenbach mit jeweils über 100 kg/ha NO₃-N. Wie nicht anders zu erwarten, liegt die jeweilige Standardabweichung z. T. sehr hoch, so daß diese Ergebnisse nur erste Hinweise auf mögliche Problemzonen geben können. Gerade im Fall der Talsperre (TS) Saidenbach werden bereits seit einigen Jahren in einem ressortübergreifenden Forschungsprojekt umfangreiche Daten ermittelt, so daß hier wie in keinem anderen Fall wissenschaftlich fundierte und aussagefähige Erkenntnisse speziell zur Nährstoffverlagerung vorliegen.

Tab. 6: N-Gehalte in ausgewählten WSG, Herbst 1994

	Deutschenbora	TS Saidenbach	Canitz-Thallwitz	Neusalza-Spremberg
Anzahl Werte	3	27	18	6
NH4-N [kg/ha]	0	5	2	1
NO3-N Mittelwert [kg/ha]	114	101	80	76
Minimum [kg/ha]	85	23	0	26
Maximum [kg/ha]	151	221	207	115
Anteil Werte <90 kg/ha [%]	33	48	61	67
Nmin [kg/ha]	114	107	82	77

	Pulsnitz	Mülsengrund	TS Dröda	Mockritz-Elsnig
Anzahl Werte	3	15	22	31
NH4-N [kg/ha]	4	7	4	2
NO3-N Mittelwert [kg/ha]	82	75	66	71
Minimum [kg/ha]	69	36	9	6
Maximum [kg/ha]	93	159	145	169
Anteil Werte <90 kg/ha [%]	67	67	68	74
Nmin [kg/ha]	86	82	70	73

	TS Lichtenberg	Naunhof	Großdobritz	Oberdorf-Lugau
Anzahl Werte	13	16	2	3
NH4-N [kg/ha]	0	2	4	58
NO3-N Mittelwert [kg/ha]	60	65	32	56
Minimum [kg/ha]	21	18	5	36
Maximum [kg/ha]	98	174	58	76
Anteil Werte <90 kg/ha [%]	85	88	100	100
Nmin [kg/ha]	60	66	36	114

	Dittersbach	Ebersbach	Claußnitz	Tännicht
Anzahl Werte	3	4	3	2
NH4-N [kg/ha]	0	1	12	2
NO3-N Mittelwert [kg/ha]	49	41	25	48
Minimum [kg/ha]	35	8	15	25
Maximum [kg/ha]	57	77	38	71
Anteil Werte <90 kg/ha [%]	100	100	100	100
Nmin [kg/ha]	49	42	37	50

Von großer Bedeutung für die praktische Umsetzung der SächsSchAVO ist die Verteilung der NO₃-N-Gehalte (Abb. 19). Ca. 75 % aller gemessenen Werte in Wasserschutzgebieten lagen 1994 über 45 kg/ha NO₃-N, ca. 33 % sogar über dem Grenzwert von 90 kg/ha NO₃-N. Nach den Bestimmungen der SächsSchAVO würde dies bedeuten, daß 1/3 aller Proben nach Überschreiten des Grenzwertes ein zweites Mal beprobt werden müßte. Sollte sich dieser Wert dann bestätigen, müßten die betroffenen Betriebe mit entsprechenden Rückforderungen für diese Schläge rechnen, wenn die Mittelwerte der ausgewählten Wasserschutzgebiete als Referenzwert Berücksichtigung finden und den Grenzwert von 90 kg/ha nicht überschreiten. Erst bei

einem unterstellten Toleranzbereich von 30 kg würden nur noch ca. 18 % aller Proben über dem kritischen Bereich liegen.

Abb. 19: Häufigkeitsverteilung der NO₃-N-Gehalte in Wasserschutzgebieten, Herbst 1994 (N=224)

2.1.5 Zusammenfassung der NO₃-N- und NH₄-N-Gehalte von Bodenuntersuchungen einzelner Schläge nach landwirtschaftlichen Betrieben

Ein Beurteilungskriterium für die Einhaltung der Bewirtschaftungseinschränkungen nach der SächsSchAVO besteht in der betriebsspezifischen Zusammenfassung der NO₃-N-Bodenuntersuchungen.

Bei der Einschätzung dieser Ergebnisse muß berücksichtigt werden, daß bei einer kleinen Stichprobenzahl der Einfluß von Ausreißern und Extremwerten sehr groß werden kann. Für einen mehrjährigen Vergleich wurden deshalb nur Betriebe mit einer Stichprobenzahl $n \geq 6$ zugelassen.

In Abb. 20 sind die Betriebe mit den 9 höchsten mittleren NO₃-N-Gehalten im Herbst 1994 in absteigender Reihenfolge dargestellt. Neben den erwarteten jahresspezifischen Schwankungen fällt auf, daß die Betriebe mit den 3 höchsten NO₃-N-Gehalten im Jahr 1994 erheblich über ihrem sonstigen N-Niveau liegen. Außerdem finden sich Betriebe (Nr. 7, 8), die in jedem Jahr durch hohe NO₃-N-Gehalte auffallen. Daneben gibt es allerdings auch Betriebe (z. B. Nr. 9), denen es offensichtlich gelungen ist, ihren Betriebsdurchschnitt von Jahr zu Jahr bis unter den Grenzwert von 90 kg/ha zu senken.

Abb. 20: NO₃-N-Mittelwerte von Böden, zusammengefaßt für Betriebe, Herbst 1991-1994

Da insgesamt jedoch nur 17 % aller Betriebe das vorgegebene Kriterium ($n \geq 6$) erfüllten, wurden für eine detailliertere Untersuchung auch die Betriebe mit $n \geq 3$ einbezogen, wobei als Maß für die zulässige Streuung um den Mittelwert eine Standardabweichung von max. 66 % des Mittelwertes definiert wurde (Abb. 21). Bei Betrieben mit einer höheren Standardabweichung wurde eine überproportionale Beeinflussung durch Ausreißer und Extremwerte unterstellt (Abb. 22). Untersucht wurden alle Betriebe mit einem mittleren N_{min}-Gehalt > 135 kg/ha.

Abb. 21: NO₃-N- und NH₄-N-Mittelwerte von Böden, zusammengefaßt für landwirtschaftliche Betriebe, Herbst 1994, mit geringer Streuung

Abb. 22: NO₃-N- und NH₄-N-Mittelwerte von Böden, zusammengefaßt für landwirtschaftliche Betriebe, Herbst 1994, mit hoher Streuung

Aus diesen Untersuchungen können folgende Schlußfolgerungen gezogen werden:

- Bei Betrieben mit geringerer Standardabweichung der Meßwerte (Abb. 21) gibt es Fälle, deren mittlerer $\text{NO}_3\text{-N}$ -Bodenwert selbst unter Berücksichtigung der Standardabweichung den Grenzwert von 90 kg/ha überschreiten (Betrieb Nr. 1-4). Darunter fallen auch Betriebe mit geringeren mittleren $\text{NO}_3\text{-N}$ -Bodenwerten (Nr. 7, 9, 12). Für den Fall, daß alle diesbezüglichen Flächen in WSG liegen, könnte hier ohne Berücksichtigung weiterer Voraussetzungen wie größere Stichprobenanzahl, Toleranzwert etc. der begründete Vermutungstatbestand vorliegen, daß wesentliche Bestimmungen der SächsSchAVO nicht eingehalten wurden.
- Einige Betriebe besitzen zwar einen hohen mittleren $\text{NO}_3\text{-N}$ -Bodenwert, aufgrund der gleichfalls hohen Standardabweichung wird hier jedoch unterstellt, daß deren Ergebnis in starkem Maße von einzelnen Ausreißern und Extremwerten beeinflusst wird, so daß deren mittlerer $\text{NO}_3\text{-N}$ -Bodenwert unter Berücksichtigung der Standardabweichung unter den Grenzwert von 90 kg/ha N sinkt (Abb. 22). So wird z. B. der mittlere N_{min} -Bodenwert von Betrieb Nr. 1 und 2 bei insgesamt nur 3 Proben durch jeweils einen extrem hohen Einzelwert (bis 508 kg/ha in einer Bodenschicht) erreicht. In diesen Fällen sollte durch eine schnelle Nachbeprobung zunächst die Plausibilität des Einzelwertes überprüft werden, zumal sich aus den vorliegenden Angaben keine Hinweise auf mögliche Ursachen (z. B. organische Düngung nach der Ernte) ergeben haben.

Eine detailliertere Untersuchung über mögliche Ursachen der in Abb. 21 dargestellten Betriebsergebnisse erbrachte folgendes:

- 1.) Bei Betrieben auf V-Standorten (z. B. Betrieb Nr. 1, 3, 4, 6, 10, 11, 12) wurde aufgrund der Steingehaltsproblematik der Betriebsdurchschnitt wahrscheinlich in der Regel zu hoch kalkuliert.
- 2.) Als bewirtschaftungsspezifische Ursachen der hohen N-Gehalte sind zu nennen:
 - Zu hohe und nicht rechtzeitig verabreichte organische Düngergaben führen in einigen Fällen nicht nur zu einem deutlichen Bilanzüberschuß, sondern schlagen sich auch in hohen $\text{NH}_4\text{-}$ bzw. $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalten nieder (z. B. Betrieb-Nr. 1, 5, 6, 7). Dazu zählt auch der Umstand, daß z. T. noch erhebliche N-Mengen von organischen Düngemitteln des Vorjahres (z. B. Stallmist, Rübenblatt) bei der Düngung zur Frucht unberücksichtigt bleiben (Betrieb Nr. 1, 3, 4). Durch eine anschließende Begrünung konnte jedoch auf anderen Flächen der Betriebe 4 und 11 eine deutlich Senkung des $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehaltes gegenüber nichtbegrüntem Flächen erreicht werden.

- Auffallend oft waren unter diesen Betrieben Klee gras-Flächen mit hohen NO₃-N-Gehalten, auch wenn diese z. T. noch nicht umgebrochen wurden (Betrieb Nr. 3, 4, 11, 12).
 - Generell führten intensive Bodenbearbeitung (Herbstfurche, Saatbettbereitung) bei hohen Mineralisierungspotentialen zu einem Anstieg der NO₃-N-Gehalte. Verstärkt wird dieser Sachverhalt, wenn zusätzlich noch leicht mineralisierende Ernterückstände mit einem hohen N-Gehalt (z. B. Gemüsereste) eingearbeitet werden.
 - Fruchtartenspezifische Düngungsfehler konnten bei verschiedenen Kulturen nachgewiesen werden, z. B. bei Mais (Betrieb Nr. 5, 12), Raps (Betrieb Nr. 6) und Getreide (Betrieb Nr. 7). Diese beschränken sich jedoch auf Ausnahmen und sind in der Regel eher auf die nichtoptimierte Düngung zurückzuführen. Vereinzelt können N-Überschüsse auch durch einen geringeren als den zugrunde gelegten Ertrag verursacht worden sein (Betrieb Nr. 8).
- 3.) Trotz intensiver Untersuchungen ergeben sich jedoch auch mittlere Betriebswerte, für die es zunächst einmal keine plausible Erklärung gibt (Betrieb Nr. 9, 13). Hier müßte zunächst eine vertiefte Ursachenforschung in Zusammenarbeit mit dem jeweiligen Betriebsleiter vorgenommen werden. Zur Kontrolle sollten die betroffenen Flächen im darauffolgenden Jahr nochmals untersucht werden.

2.1.6 Durchschnittliche NO₃-N-Gehalte von Flächen, die nach dem Förderprogramm "Umweltgerechte Landwirtschaft" bewirtschaftet wurden

Nachdem im Jahr 1993 mit dem Förderprogramm "Umweltgerechte Landwirtschaft" der Versuch unternommen wurde, mit Hilfe eines (freiwilligen) abgestuften Maßnahmenkatalogs positiven Einfluß auch auf den Stickstoffkreislauf zu nehmen, kann der ermittelte NO₃-N-Gehalt (ca. 74-77 kg/ha) im Herbst 1993 als Ausgangswert verstanden werden. Mit Ausnahme der ökologisch wirtschaftenden Betriebe lagen somit für alle Varianten in etwa gleiche Startbedingungen vor.

Bereits nach 1 Jahr zeigt sich nun ein deutlicher, wenn auch nicht signifikanter Unterschied in den NO₃-N-Gehalten (Abb. 23). Eine Zunahme der Auflagen hinsichtlich eines restriktiveren N-Düngereinsatzes und bodenschonende Maßnahmen führen zu einer deutlichen Verringerung des gemessenen NO₃-N-Gehaltes.

Weiterhin heben sich deutlich die NO₃-N-Gehalte "ökologisch" bewirtschafteten Flächen von Betrieben, die Mitglied in einem von der "Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau e.V." anerkannten Anbauverbandes sind, von den konventionell bewirtschafteten Flächen ab, auch wenn auch hier 1994 ein Anstieg der NO₃-N-Gehalte zu verzeichnen war. Der drastische Anstieg sowohl im ökologischem Landbau als auch bei KULAP sind ein neuerlicher Beleg dafür, daß der Anstieg der Restgehalte

1994 in der "konventionellen" Landwirtschaft jahresspezifisch witterungsbedingt ist. Die Ursache liegt demnach nicht im weniger umweltgerechten Verhalten der Landwirtschaft bzw. in der Unwirksamkeit des Förderprogrammes "UL".

Zu berücksichtigen ist ferner der Umstand, daß sich jeweils der ganze Betrieb für eine der 5 möglichen Varianten (Grundförderung, Zusatzförderung 1 und 2, Öko-Betrieb, KULAP) verpflichtet hat und die Zuordnung der Dauertestflächen zu den einzelnen Varianten somit betriebsweise erfolgte.

Abb. 23: NO₃-N-Gehalte der Böden nach Anwendung unterschiedlicher Maßnahmen von Förderrichtlinien des Programms "UL"

Tab. 7: Vergleich der N-Gehalte Herbst 1994 nach Anwendung unterschiedlicher Maßnahmen von Förderrichtlinien des Programms "UL"

	Teilnahme am Förderprogramm					
	keine	UL-Grund	UL-Zusatz1	UL-Zusatz2	ökologisch	KULAP
Anzahl	116	493	99	46	9	4
NH ₄ -N [kg/ha]	4	6	6	2	2	10
NO ₃ -N Mittelwert [kg/ha]	95	87	85	79	56	54
Minimum [kg/ha]	4	5	9	7	0	30
Maximum [kg/ha]	376	628	264	303	123	80
Anteil Werte < 90kg/ha [%]	58	62	63	65	78	100
Nmin [kg/ha]	99	93	91	81	58	64

Eine Prognose für die weitere Entwicklung der NO₃-N-Gehalte unter diesem Aspekt ist nach einer Laufzeit von nur einem Jahr noch nicht möglich. Es scheint jedoch angebracht, diesen positiven Trend, der im Prinzip auf freiwillig erbrachten Leistungen beruht, zur Kenntnis zu nehmen und weitere Anstrengungen in dieser Richtung zu fördern.

2.2 Durchschnittliche N_{min}-Gehalte im Frühjahr 1995

Zur Erstellung einer Düngungsempfehlung für die angebauten Fruchtarten schreibt die SächsSchAVO eine N_{min}-Untersuchung aller Schläge > 2 ha im Frühjahr verbindlich vor. Welchen Einfluß diese daraus abgeleiteten Düngungsempfehlung auf den N_{min}-Gehalt im Herbst haben kann, wurde am Beispiel Winterraps bereits demonstriert.

Die N_{min}-Gehalte werden jedoch im Frühjahr nicht nur in Wasserschutzgebieten und auf Dauertestflächen, sondern im Rahmen der "Umweltgerechten Landwirtschaft" fast flächendeckend in Sachsen bestimmt, wobei nur ein kleiner Teil davon (bedingt durch die geographische Lage vor allem aus dem Regierungsbezirk Leipzig) im Fachbereich 10 der LfL, der weitaus größte Teil dagegen in Privatlabors untersucht wird. Bislang konnte für diesen Bericht nur der im eigenen Fachbereich untersuchte Teil ausgewertet werden, da im Augenblick nur hier eine vollständige und auswertbare Datengrundlage zur Verfügung steht. Es ist jedoch vorgesehen, die Datengrundlage auszuweiten und auf möglichst alle untersuchten Flächen in Sachsen auszudehnen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Tab. 8 und Abb. 24 dargestellt. Die N_{min}-Gehalte aller untersuchten Flächen im Frühjahr 1995 weichen mit 43 kg/ha nur geringfügig von denen des Vorjahres ab, ebenso wie die N_{min}-Gehalte der Dauertestflächen (47 kg/ha).

Tab. 8: N_{min}-Gehalte [kg/ha] Frühjahr 1993-1994

Jahr	Anzahl	Mittel	s	min	max
Frühjahr 93	2759	78	51	7	557
Frühjahr 94	5211	50	40	1	790
Frühjahr 94, DTF	610	51	32	4	211
Frühjahr 95	1848	43	35	0	472
Frühjahr 95, DTF	759	47	41	0	472

Tab. 9 zeigt, daß die Änderungen gegenüber 1994 vor allem auf eine geringfügige Verringerung der NO₃-N-Gehalte in der obersten Bodenschicht zurückzuführen sind.

Tab. 9: NO₃-N- und NH₄-N-Gehalte Frühjahr [kg/ha]

	Anzahl	NO ₃ -N		
		0-30 cm	30-60 cm	gesamt
Frühjahr 1991	1511			101
Frühjahr 1992	646			63
Frühjahr 1993	2759	31	37	68
Frühjahr 1994	5211	23	21	44
Frühjahr 1994, DTF	610	23	22	45
Frühjahr 1995	1848	19	21	40
Frühjahr 1995, DTF	759	21	22	43
	Anzahl	NH ₄ -N		
		0-30 cm	30-60 cm	gesamt
Frühjahr 1993	2759			10
Frühjahr 1994	5211	4	2	6
Frühjahr 1994, DTF	610	4	1	5
Frühjahr 1995	1848	2	1	3
Frühjahr 1995, DTF	759	2	2	4

Abb. 24: NO₃-N-Gehalte Frühjahr 1991-1995

Bei der Einschätzung der Ergebnisse ist zu beachten, daß die Betriebe grundsätzlich eine auf den N_{\min} -Ergebnissen beruhende Düngungsempfehlung auch selbst rechnen können. Somit liegen nur von einem Teil der N_{\min} -Untersuchungen auch die für die Empfehlung notwendigen standort- und bewirtschaftungsspezifischen Angaben vor, sofern es sich nicht um Dauertestflächen handelt. Da jedoch wiederholt gezeigt werden konnte, daß die Dauertestflächen die Verhältnisse in Sachsen sehr gut repräsentieren, wurden für alle bewirtschaftungs- und standortspezifischen Auswertungen nur auf diese zurückgegriffen. Eine Angabe über die Anzahl der von Privatlabors untersuchten Proben läßt sich z. Z. nur über die Anzahl an Schlägen mit berechneter Düngungsempfehlung (ca. 12.000) hochrechnen, wenn die Berechnungen für die im Fachbereich untersuchten Proben zugrunde gelegt werden. Danach wären im Frühjahr 1995 von den Privatlabors bei einer unterstellten Anzahl von 1,4 Proben/Schlag ca. 16.800 Proben untersucht und eine Düngungsempfehlung berechnet worden. Somit wurden im Fachbereich 10 ca. 5 % der in Sachsen gezogenen Proben untersucht. (Tab. 10). Die Anzahl der beprobten Schläge/Bewirtschafter sank gegenüber dem Vorjahr, ebenso die absolute Anzahl Proben, die mittlere Schlaggröße und die beprobte Fläche. Der mittlere N_{\min} -Bodenwert/Bewirtschafter betrug 44 kg/ha, der mittlere N_{\min} -Gehalt/Schlag 41 kg/ha.

Tab. 10: N_{\min} -Untersuchungen Frühjahr 1995, Fachbereich Landwirtschaftliche Untersuchungen, Programm "UL"

	Gesamt	Mittel	min	max	Median
Anzahl Bewirtschafter	76				
Anzahl beprobter Schläge	766				
Anzahl Proben	1089				
Anzahl Schläge/Bewirtschafter		10	1	81	6,5
Anzahl Proben/Bewirtschafter		14	1	146	7
Anzahl Proben/Schlag		1,4	1	8	1,4
beprobte Schlaggröße [ha]	297	21	1	106	13
mittlere Schlaggröße/Bewirtschafter [ha]	55	19	1	88	13
beprobte Fläche/Bewirtschafter [ha]	55	116	1	1990	33
N_{\min} , alle Proben [kg/ha]	1089	41	1	251	
N_{\min} /Schlag [kg/ha]	766	41	1	251	
N_{\min} /Bewirtschafter [kg/ha, n>3]	56	44	12	171	

Größer sind die Unterschiede zum Vorjahr in Bezug auf die Verteilung der durchschnittlichen beprobten Fläche/Probe (Abb. 25). Sie lag im Mittel bei 14 ha/Probe und variierte dabei zwischen 1 und 106 ha/Probe. Aufgrund der Verteilung der Flächengröße kann jedoch davon ausgegangen werden, daß in fast 90 % aller Fälle die beprobte Flächengröße kleiner als 20 ha/Probe war.

Abb. 25: Verteilung der durchschnittlichen beprobten Fläche je Probe (N=297)

Die Verteilung der mittleren N_{\min} -Gehalte in Böden einzelner Betriebe ist in Abb. 26 dargestellt und zeigt, daß der mittlere N_{\min} -Betriebsdurchschnitt im Frühjahr 1995 bis auf wenige Ausnahmen zwischen 20 und 70 kg/ha lag.

Abb. 26: N_{\min} -Gehalt Frühjahr 1995 von Böden, zusammengefaßt für landwirtschaftliche Betriebe (Anzahl Proben >3, N = 56 Betriebe)

Betrachtet man den Zeitpunkt der Probenahme (Abb. 27), fällt auf, daß aufgrund der verspätet einsetzenden Vegetationsentwicklung erst ab Anfang März ein langsamer Anstieg der N_{\min} -Gehalte einsetzt.

Abb. 27: Mittlere N_{\min} -Gehalte Frühjahr 1995 nach Probenahmetermin (N=631)

Die Verteilung der N_{\min} -Gehalte (Abb. 28) demonstriert noch einmal das generell niedrige N-Niveau im Frühjahr 1995, auch wenn vereinzelt durchaus N_{\min} -Gehalte bis 470 kg/ha gemessen wurden.

Abb. 28: Verteilung der N_{\min} -Gehalte, Frühjahr 1995

Bei der Betrachtung der N_{\min} -Gehalte nach Verwaltungseinheiten ist unter den Regierungsbezirken (Abb. 29) dieselbe Rangfolge wie im Vorjahr, jedoch mit deutlich geringeren Unterschieden festzustellen.

Abb. 29: Mittlere N_{\min} -Gehalte Frühjahr 1995 nach Regierungsbezirken

Differenzierter ist die Situation in den einzelnen Landkreisen (Abb. 30) zu beurteilen, wo kleinräumige Unterschiede schon deutlicher zum Vorschein kommen. Da eine Zuordnung aller N_{\min} -Untersuchungen zu den zugehörigen Landkreisen aufgrund fehlender Angaben nicht möglich war, wurde für diese Auswertung nur die Ergebnisse der DTF verwendet. Auffallend hohe N_{\min} -Gehalte (> 70 kg/ha) zeigen die Kreise Dresden-Stadt und Stollberg, die bereits zu den Kreisen mit den höchsten N-Gehalten im Herbst 1994 zählten. Erwartungsgemäß niedrig liegen die Werte in den östlich gelegenen Landkreisen Sachsens.

Von den standortspezifischen Faktoren lassen insbesondere die Ackerzahl (Abb. 31) und die Bodenart (Abb. 32) einen sehr deutlichen Einfluß auf den N_{\min} -Gehalt im Frühjahr erkennen.

Abb. 31: Mittlere N_{\min} -Gehalte Frühjahr 1995 nach Ackerzahlgruppen

Abb. 32: Mittlere N_{\min} -Gehalte Frühjahr 1995 nach Bodenarten

Die N_{\min} -Gehalte der NStE-Hauptgruppen (Abb. 33) sind im Vergleich zum Vorjahr fast identisch, mit Ausnahme des starken Rückgangs bei den V-Standorten um ca. 20 kg/ha.

Abb. 33: Mittlere N_{\min} -Gehalte Frühjahr 1995 nach NStE-Hauptgruppen

Eine wenn auch geringe Einflußgröße bilden die zusammengefaßten Vorfruchtgruppen (Abb. 34). Diese dürfte jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit nicht mit dem unterschiedlichen Düngungsniveau, sondern vielmehr mit der Nachlieferung von stickstoffreichen Ernterückständen in Zusammenhang gebracht werden.

Abb. 34: Mittlere N_{\min} -Gehalte Frühjahr 1995 nach Vorfruchtgruppen

Der Parameter "Agrarstrukturgebiet" (Abb. 35) faßt den wesentlichen Unterschied aller standortspezifischen Faktoren im Vergleich zum Vorjahr noch einmal zusammen: Unverändert niedrige $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte im Frühjahr 1995 auf den sorptionsschwachen Böden der Niederlausitz und des Elbtales, relativ hohe Werte auf den Böden mit mittlerer und guter Stickstoffversorgung, sowie ein starker Rückgang der Werte in Bereich des sächsischen Berglandes. Die jahresspezifischen Schwankungen in den Agrarstrukturgebieten sind dabei erheblich.

Abb. 35: Mittlere $\text{NO}_3\text{-N}$ Gehalte Frühjahr nach Agrarstrukturgebieten

Vergleich der $\text{NO}_3\text{-N}$ Gehalte zwischen Herbst 1994 und Frühjahr 1995

Bei einer Gegenüberstellung der Standorte, deren $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt sowohl im Herbst 1994 als auch im Frühjahr 1995 gemessen wurde, stellt sich heraus, daß es keine signifikante Korrelation zwischen diesen beiden Werten gibt (Abb. 36). Daraus läßt sich erkennen, daß es nicht möglich ist, eine Berechnung der N_{min} -Gehalte im Frühjahr auf der Basis der $\text{NO}_3\text{-N}$ -Ergebnisse im Herbst ohne Berücksichtigung weiterer Parameter über eine lineare Regressionsanalyse vorzunehmen.

Abb. 36: Verhältnis des $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehaltes im Boden zwischen Herbst 1994 und Frühjahr 1995

Signifikant ist demgegenüber die Beziehung zwischen dem $\text{NO}_3\text{-N}$ Wert im Herbst und der Differenz zwischen dem $\text{NO}_3\text{-N}$ Wert im Herbst und Frühjahr (Abb. 37), die allerdings im maßgeblichen Bereich bis 200 kg/ha N im Herbst auch eine große individuelle Streuung besitzen kann.

Abb. 37: Verhältnis zwischen dem $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt im Boden im Herbst 1994 und der Differenz im $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt Herbst 1994/Frühjahr 1995

Aus diesen Zusammenhängen geht hervor, daß, unabhängig von den bodenbiologischen Prozessen im Winterhalbjahr, eine potentielle Gefährdung des Grundwassers vorhanden ist. Durch das allgemein geringe N-Niveau im Frühjahr besteht diese Gefahr vor allem dann, wenn hohe N-Restgehalte zu Vegetationsende nach einer späträumenden "Problemkultur" durch keinen geeigneten nachfolgenden Pflanzenbewuchs mehr aufgenommen werden können (Abb. 38). Die wiederholte Forderung nach minimalen NO₃-N-Restgehalten behält somit ihre Berechtigung.

Abb. 38: Vergleich der NO₃-N-Gehalte zwischen Herbst 1994 und Frühjahr 1995 nach Fruchtgruppen

2.3 Einfache N-Bilanzen

Der große Vorteil von N-Bilanzen besteht darin, daß nicht der zeitabhängige Nährstoff-gehalt von Böden bestimmt wird, sondern daß möglichst viele Einzel-faktoren, die diesen Nährstoffgehalt beeinflussen können, über einen längeren Zeitraum erfaßt und bilanziert werden.

Demgegenüber stehen folgende Nachteile:

- N-Bilanzen liefern je nach einbezogenen Bilanzgrößen und -zeitraum sehr unterschiedliche Ergebnisse. Eine Vergleichbarkeit von Ergebnissen verschiedener Autoren ist in der Regel nicht gegeben.
- Die Erfassung aller an der N-Bilanz beteiligten Parameter ist aufwendig und schwierig. Für einige Parameter (z. B. die N-Deposition über den Luftpfad) liegen zudem nur pauschale Literaturangaben oder grobe Schätzungen vor.
- Die uneinheitliche Methodik und die differierenden Parameter zur Berechnung der N-Bilanz (z. B. bei der Bewertung der N-Entzugskoeffizienten der Ernteprodukte oder dem N-Gehalt organischer Dünger) führen dazu, daß die Ergebnisse (z. B. zwischen den einzelnen Bundesländern) nicht miteinander verglichen werden können. Zudem kann es je nachdem, wieviele Parameter in die N-Bilanz einbezogen werden zu völlig unterschiedlichen Aussagen und Schlußfolgerungen kommen.

- Die absolute Höhe des Bilanzergebnisses ist per se keine qualitative Wertung. Interpretationen sind nur in Abhängigkeit von Methodik und Parametern möglich.

Aus diesem Grund kann jede N-Bilanz zunächst einmal nur isoliert für sich betrachtet werden. Außerdem sollten bei jeder N-Bilanz mögliche Fehlerquellen benannt und die Ergebnisse mit einer Angabe zum statistischen Vertrauensbereich versehen werden, um zu einer einigermaßen zuverlässigen Einschätzung der Ergebnisse zu gelangen.

Ihre eigentliche Bedeutung hat die N-Bilanz jedoch im vorliegenden Fall in der vergleichenden Bewertung innerhalb der Population. Dies bedeutet konkret, daß weniger die absolute Höhe der N-Bilanz (z. B. eines Betriebes), als vielmehr ihr Verhältnis zueinander (zu anderen Betrieben) bzw. in der zeitlichen Veränderung Gegenstand der Betrachtung ist.

Nach diesen grundsätzlichen Überlegungen sollen im folgenden die Parameter dargestellt werden, die für die Berechnung dieser N-Bilanzen verwendet wurden. Da hierfür noch keine Angaben aus Schlagkarten verwendet werden konnten, ist die Qualität der abgefragten Daten z. T. kritisch zu beurteilen.

Folgende Angaben wurden seit 1991 abgefragt:

- tatsächliche Erträge der verschiedenen Fruchtarten
- Ernterückstände (seit 1992)
- mineralisch-organische Düngung nach der Ernte (Art und Menge)
- mineralisch-organische Düngung zur Frucht (Art und Menge)
- N_{\min} -Gehalt Frühjahr (bis 1992 N_{an})

Die Berechnung der einzelnen Bilanzglieder (N-Entzug der Fruchtarten, gesamter N-Gehalt der eingesetzten organischen Düngemittel) erfolgte prinzipiell nach den im Programm "UL" ausgewiesenen Koeffizienten. Sofern diese nicht zur Verfügung standen, wurden die entsprechenden Angaben aus den "Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau, Landwirtschaftsverlag Münster 1993" entnommen.

Zur Berechnung der pflanzenverfügbaren N-Mengen aus den organischen Düngemitteln wurden die in Tab. 11 dargestellten Parameter verwendet.

Tab. 11: Anrechenbare N-Gehalte organischer Düngemittel

Düngemittel	Gehalt
Stallmist	0,16 kg N/dt
Gülle gemischt	3,6 kg N/m ³
Rindergülle	2,4 kg N/m ³
Schweinegülle	4,7 kg N/m ³

Hühnergülle	5,5 kg N/m ³
Jauche	2,0 kg N/m ³
Klärschlamm, Kompost	0,1 kg N/t

Weitere wichtige Parameter für eine N-Bilanzierung (z. B. Angaben zur Mineralisierung, Deposition) standen nicht zur Verfügung. Folgerichtig konnten nur einfache N-Bilanzen nach dem Prinzip,

gesamt (mineralische + organische) N-Düngung zur Frucht minus Entzug (unter Berücksichtigung der Ernterückstände),
--

wobei für den mehrjährigen Vergleich der N-Gehalt der organischen Düngemittel zu 100 % angerechnet wurde.

Ausgeschlossen von dieser Berechnung der N-Bilanz wurden alle Kulturen, für die es bisher im Freistaat Sachsen keine entsprechenden Düngungsempfehlungen gibt. Ebenfalls unberücksichtigt blieben Flächen, die mit Leguminosen bestellt waren, da deren N-Fixierung über die Luft bislang ein nur schwer zu kalkulierender, aber wesentlicher Faktor für die N-Bilanz ist, sowie Dauergrünland.

2.3.1 Erträge 1994

Von großer Bedeutung für die N-Bilanz ist das jahresspezifische Ertragsniveau. Hier zeigt sich, ob die für die Düngempfehlung kalkulierten Erträge auch tatsächlich erzielt werden konnten. Im Vergleich zum 5-jährigen Ertragsmittel war 1994 für Winterraps, Kartoffeln und Wintergetreide ein überdurchschnittlich gutes Erntejahr. Abb. 39 zeigt die Ertragsergebnisse sowohl für die Dauertestflächen als auch im Mittel des Freistaates Sachsen gemäß Agrarstatistik. Deutliche Mindererträge waren vor allem bei Silomais (im Landesdurchschnitt) und für Sommergerste und Zuckerrüben (DTF) festzustellen. Die Gegenüberstellung beweist erneut, daß auf den Dauertestflächen vergleichbare, in einigen Fällen sogar deutlich bessere Ernteergebnisse erzielt werden als im Mittel des Freistaates.

Abb. 39: Relativerträge 1994 gegenüber dem 5-jährigen Mittel

2.3.2 N-Düngung

Ein mehrjähriger Vergleich der Gesamtmenge an eingesetzten Düngemitteln (Abb. 40) weist bei den düngungsintensiven Kulturen erstmals einen deutlichen Rückgang der gesamten gedüngten N-Menge (= mineralische und organische N-Düngung zu 100 % angerechnet) aus.

Abb. 40: Gesamte verabreichte mineralische und organische N-Düngung zu ausgewählten Fruchtarten

Legt man allerdings für das Anbaujahr nur den tatsächlich pflanzenverfügbaren Anteil des organischen Stickstoffes zu Grunde (Tab. 10), lassen sich für die einzelnen Kulturen folgende Düngermengen berechnen (Abb. 41):

Abb. 41: Gesamte pflanzenverfügbare (mineralische + anrechenbare organische) N-Düngung zu ausgewählten Fruchtarten

Bei einer Differenzierung der gesamten N-Gabe zu ausgewählten Fruchtarten inner- und außerhalb von Wasserschutzgebieten (Abb. 42) kommt zum Ausdruck, daß die in WSG vorgeschriebene Reduktion der N-Düngung um 20 % nicht bei allen Fruchtartengruppen eingehalten wurde. Insbesondere bei Wintergetreide (- 10 %) und bei Mais (- 7,5 %) war der Unterschied in der verabreichten mineralischen und organischen N-Düngung zur Frucht nur gering ausgeprägt. Dagegen wurde zu Zuckerrüben und Futterleguminosen in WSG deutlich weniger gedüngt.

Da das Fruchtartenspektrum von Flächen innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten vergleichbar ist, kann demzufolge die gesamte mittlere Differenz in der verabreichten Düngermenge von ca. 47 kg/ha N auf ein allgemein niedrigeres, jedoch fruchtartenspezifisch unterschiedlich ausgeprägtes Düngungsniveau zurückgeführt werden.

Abb. 42: Gesamte mineralische und organische N-Düngung zu ausgewählten Fruchtarten innerhalb und außerhalb von WSG

2.3.3 N-Bilanzen

Aus der Differenz von gesamter N-Düngung und N-Entzug ergeben sich die in Abb. 43 dargestellten N-Bilanzen. Dazu wurden nur die 301 DTF herangezogen, für die eine N-Bilanz in jedem Jahr berechnet werden konnte.

Bei der Analyse fällt auf, daß die mineralische Düngung im Zeitraum 1992-1994 leicht, die gesamte N-Düngung jedoch stark zurückgegangen ist. Nachdem sich die gesamte N-Düngung offenbar immer weiter den tatsächlichen Entzügen angenähert hat, kann 1994 von einer fast ausgeglichenen N-Bilanz gesprochen werden.

Aus diesem Bilanzansatz ergibt sich für ausgewählte Fruchtarten ein sehr unterschiedliches Bild (Abb. 44): Während die hohen Bilanzüberschüsse bei Rüben auf den weit verbreiteten Stallmisteinsatz zurückgeführt werden können, ist es bei Raps die große Menge an N-haltigen Ernterückständen, die den tatsächlichen Entzug negativ beeinflussen. Der auffällige Bilanzüberschuß bei Kartoffeln im Jahr 1992 läßt sich durch die geringe Stichprobenanzahl erklären. Die durchweg negativen N-Bilanzen bei Sommergerste (trotz niedrigem Ertragniveau im Jahr 1994) beruhen auf dem niedrigen Düngungsniveau. Dieses ist nachweislich auch bei Silomais in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen, was zuletzt zu negativen N-Bilanzen führte.

Wie einleitend erwähnt, ist nicht der absolute Betrag der N-Bilanz von Bedeutung, sondern das Verhältnis der N-Bilanzen untereinander und zwischen den Jahren. So ist die zu beobachtende Verringerung der Werte der N-Bilanz zwar prinzipiell positiv zu bewerten, entscheidend bleibt jedoch, welche N-Bilanzen sich über einen längeren Zeitraum für bestimmte Fruchtfolgen ergeben.

Abb. 43: Mehrjährige N-Bilanz 1992-1994

Abb. 44: Mehrjährige N-Bilanz 1992-1994 nach ausgewählten Fruchtarten

Bei einer standortbezogenen Differenzierung des Bilanzansatzes (Abb. 45) treten hohe "Bilanzüberschüsse" vor allem in der Sächsische Heidelandschaft/Elbtal auf. Verantwortlich dafür ist nicht nur ein niedrigeres Ertragsniveau mit einem geringeren Entzug von durchschnittlich 25 kg/ha N, sondern ein deutlich höheres Düngungsniveau, mit dem offensichtlich der Standortnachteil kompensiert werden soll. Anders stellt sich die Situation auf den besser versorgten Böden mit höherer N-Nachlieferung dar. In Abhängigkeit von der Fruchtfolge können die N-Bilanzen als weitgehend ausgeglichen bezeichnet werden. Die hohen negativen N-Bilanzen der Böden des Erzgebirgskamms lassen sich mit den vorhandenen Proben (n=10) nicht erklären. Hierzu bedarf es weiterer Untersuchungen mit einem größeren Probenkontingent.

Abb. 45: Mehrjährige N-Bilanz 1992-1994 nach Agrarstrukturgebieten

Von Interesse sind noch die N-Bilanzen in Wasserschutzgebieten (Abb. 46). Hier lassen sich keine wesentlichen Unterschiede zu den untersuchten Flächen außerhalb von WSG nachweisen (Abb. 47).

Abb. 46: Entwicklung von Bilanzparametern innerhalb von WSG

Abb. 47: Entwicklung von Bilanzparametern außerhalb von WSG

2.3.4 Korrelation N-Bilanz/NO₃-N-Gehalt im Herbst

Da es sich bei dem gewählten Ansatz nur um die einfachste Form einer N-Bilanz handelt, ist eine Beziehung zum gemessenen NO₃-N-Gehalt im Herbst nicht zu erwarten. Abb. 48 bestätigt dies. Nur eine Erfassung sämtlicher relevanter Daten könnte eine derartige Beziehung erklären. Da dies jedoch nur in Exaktversuchen ermittelt werden kann, kann hier von einer weitergehenden Interpretation abgesehen werden.

Abb. 48: Verhältnis zwischen einjähriger N-Bilanz und dem NO₃-N-Gehalt Herbst 1994 im Boden

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß eine einfache, langjährige N-Bilanz wichtige Hinweise über den Erfolg und die Effizienz von durchgeführten Düngungsmaßnahmen geben kann. Aufgrund der komplexen Vorgänge im Boden kann sie jedoch nicht dazu benutzt werden, um kurzfristig auftretende und u. U. sich rasch ändernde Nährstoffgehalte im Boden zu erklären, da diese durch andere bewirtschaftungsspezifische Maßnahmen (z. B. Bodenbearbeitung nach der Ernte) stark beeinflußt werden können. Der Vergleich von N-Bilanzen nach gleicher Methode und Parametern gibt aber Trends über das Verhältnis N-Zufuhr zu N-Abfuhr gut wieder.

3 Diskussion

3.1 Nitrat-Untersuchungen im Herbst 1994

Die Bodenuntersuchungen von Dauertestflächen im Freistaat Sachsen zeigten erstmals seit 1991 wieder einen Anstieg der $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte um ca. 11 kg auf 87,2 kg/ha. Prinzipielle Unterschiede in der regionalen Verteilung waren im Gegensatz zum Vorjahr nicht erkennbar.

Wie die Auswertung des umfangreichen Datenmaterials ergab, sind dafür in erster Linie jahresspezifische und standortbezogene Einflüsse verantwortlich, da eine überdurchschnittlich gute Ernte zusammen mit einer Verringerung der eingesetzten Düngermenge für weitgehend ausgeglichene N-Bilanzen sorgte.

Maßgeblich beteiligt an den hohen $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalten zu Vegetationsende sind neben den bekannten düngungsintensiven Fruchtarten (Mais, Kartoffeln) auch bestimmte Bewirtschaftungsmaßnahmen nach der Ernte, die unter bestimmten Voraussetzungen (hohes N-Mineralisierungspotential im Boden durch langjährige Gülle- und Stallmistdüngung, stickstoffreiche Ernterückstände, späträumende Vorfrucht ohne Folgekultur) in Verbindung mit ungünstigen Witterungsbedingungen zu einem rapiden Anstieg der gemessenen Werte führen können.

Die Lufttemperaturen im September und Oktober 1994 entsprachen ungefähr dem langjährigen Mittel (Abb. 49). Danach folgte jedoch ein eklatanter Anstieg gegenüber dem Vorjahr um mehr als 7 °C. Auch der Dezember war gegenüber dem langjährigen Mittel deutlich wärmer, ebenso der Februar. Die Temperaturen im Januar und März hingegen entsprachen wieder dem langjährigen Mittel. Dies bedeutet, daß im Gegensatz zum Vorjahr aufgrund der Temperaturentwicklung bis weit in den Monat Dezember hinein eine Nachmineralisation stattfinden konnte, da die absolute Durchschnittstemperatur selbst im Dezember noch fast die für diesen Vorgang maßgebliche Mindesttemperatur von 5 °C erreichte.

Die Amplitude der Niederschlagsabweichung (Abb. 50) war deutlich geringer als im Vorjahr. Abweichungen vom langjährigen Mittel erzielten hauptsächlich der Oktober (- 17 mm) und der Januar (+ 10 mm).

Abb. 49: Abweichung der Lufttemperatur vom langjährigen Mittel

Abb. 50: Abweichung der Niederschlagsmenge vom langjährigen Mittel

Der Verlauf der aktuellen klimatischen Wasserbilanz (Abb. 51) weist gegenüber dem Vorjahr ein deutlich geringeres Maximum im Januar aus, gleichzeitig nimmt die Kurve zum Frühjahr hin stetig ab. Die geringen Werte im November und vor allem im

Dezember können auf leichten Böden den Anstieg der NO₃-N-Gehalte gegenüber 1993 bewirkt haben, da die N-Verlagerung entsprechend geringer einzuschätzen ist.

Abb. 51: Mittlere klimatische Wasserbilanz

Der Verlauf der Bodentemperatur (Abb. 52) macht deutlich, daß 1994 erst ab Mitte Dezember die für eine biologische Aktivität der Böden erforderliche Mindesttemperatur von 5 °C an diesem Standort unterschritten wurde.

Abb. 52: Bodentemperatur [°C] in 20 cm Tiefe am Standort Chemnitz

Aufgrund dieser Aufzeichnungen kann davon ausgegangen werden, daß bei zumeist ausreichenden Wasservorräten im Boden mit einer Nachmineralisierung der organischen Substanz bis in den Dezember hinein gerechnet werden kann. Obwohl diese N-Quelle nur durch die Bestimmung weiterer Parameter (z. B. N_t -Gehalt) zu kalkulieren ist, könnte diese nachmineralisierte N-Menge ungefähr dem Anstieg des durchschnittlichen N-Gehaltes zu Vegetationsende gegenüber dem Vorjahr entsprechen. Ferner muß durch die hohen N-Restgehalte im Boden und unter Berücksichtigung eines für das Winterhalbjahr "normalen" Verlaufs der klimatischen Wasserbilanz mit einem erhöhten N-Eintrag in das Grundwasser gerechnet werden.

Zu einer deutlichen Verringerung der N-Gehalte kann eine weitere Anpassung und Optimierung der Düngungsempfehlungen vor allem bei düngungsintensiven Kulturen beitragen, die, wie im Falle des Winterrapses, sehr schnell zu nachweisbaren Verbesserungen führen können. Noch wichtiger erscheinen aber bestimmte bewirtschaftungstechnische Maßnahmen, die erst nach der Ernte einsetzen, nämlich Bodenbearbeitung, Düngungsmaßnahmen und Anbau einer Folgekultur.

Die NO_3 -N-Gehalte stehen in Abhängigkeit von der vorgenommenen Bodenbearbeitung (Abb. 53) nach der Ernte im gleichen Verhältnis zueinander wie im vergangenen Jahr, nur die absoluten Werte liegen insgesamt höher (bei ungedüngten Flächen 68 statt 45 kg/ha).

Abb. 53: N_{min} -Gehalte Herbst 1994 nach Art der vorgenommenen Bodenbearbeitung nach der Ernte der Vorfrucht

Deutlich höher als im vergangenen Jahr sind die $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte nach Gülle (Abb. 54), während eine mineralische N-Düngung sowie eine Stallmistgabe offenbar keine direkten Auswirkungen besaßen. Dies zeigt, daß unter den gegebenen Witterungsbedingungen neben dem anorganischen N-Anteil auch die schnell mineralisierbaren Bestandteile der Gülle wirksam wurden. Bei einem ausschließlichen Mineraldüngereinsatz (d. h. erwiesener Bedarf) kann der N-Restgehalt gesenkt werden. Hierfür sind in jedem Fall Bodenuntersuchungen Voraussetzung. Dies ist in engem Zusammenhang mit Abb. 55 zu sehen.

Abb. 54: N_{min} -Gehalt Herbst 1994 nach Art des nach der Ernte eingesetzten Düngemittels

Berücksichtigt man den Zweck der vorgenommenen Düngung (Abb. 55), wird wiederum ersichtlich, daß nur eine sinnvolle Nutzung des ausgebrachten Düngers zu einer effektiven Reduktion des $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehaltes führt. Im Vordergrund steht dabei vor allem der Anbau von Zwischenfrüchten, der sowohl den im Boden schon vorhandenen Stickstoff als auch den ausgebrachten Dünger am besten aufnehmen und verwerten kann.

Abb. 55: N_{\min} -Gehalte Herbst 1994 nach der Art der Verwendung des eingesetzten Düngers nach der Ernte

Wie Abb. 56 zeigt, wird der mineralische Dünger anteilmäßig am effektivsten eingesetzt, während mit der Stallmistgabe wohl eher eine Verbesserung der Bodenstruktur und der Humusversorgung angestrebt wird. Durch die rasche Wirkung des Gülle-Stickstoffs wird dieser vorzugsweise zur Düngung der Folgekultur eingesetzt.

Abb. 56: Verteilung der Probenzahl nach Art und Verwendungszweck des eingesetzten Düngemittels

Schließlich ist auch die richtige Wahl einer Folgekultur für den $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt im Herbst von Bedeutung (Abb. 57). Eine Folgekultur wie z. B. Wintergetreide, die nur wenig Stickstoff bis zum Einsetzen der Vegetationsruhe aufnehmen kann, ist nicht geeignet, um den $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt zu senken. Nur der Anbau von Zwischenfrüchten oder mehrjährige Kulturen sind in der Lage, Stickstoff in größeren Mengen aufzunehmen, unabhängig davon ob, sie gedüngt werden oder nicht.

Leider besitzt der Zwischenfruchtanbau in Sachsen noch eine verschwindend geringe Bedeutung. Die Gründe liegen einerseits in den geographisch-klimatischen Gegebenheiten (kurze Vegetationsdauer im Gebirge, geringe Niederschläge in der Leipziger Tieflandsbucht), andererseits in einem höheren monetärem Aufwand (Kosten für Saatgut und Ausbringung). Die in den letzten Jahren gewonnenen Erkenntnisse sollten allerdings dazu ermutigen, diese Probleme in verstärktem Umfang anzugehen und speziell den Zwischenfruchtanbau stärker zu fördern, wie dies auch im Programm "Umweltgerechte Landwirtschaft" bereits geschieht.

Abb. 57: N_{min} -Gehalt Herbst 1994 von gedüngten und ungedüngten Pflanzenbeständen, die zum Zeitpunkt der Probenahme angebaut wurden

3.2 Erläuterungen zur Situation in den Wasserschutzgebieten und zu möglichen Konsequenzen nach der SächsSchAVO

Auch wenn bestimmte Regelungen der SächsSchAVO (§ 6, Abs. 4: Versagung des Ausgleiches bei Überschreiten des NO₃-N-Grenzwertes im Herbst) erst zum 01.01.1997 in Kraft treten, müssen bereits jetzt Überlegungen getroffen werden, mit welchen konkreten Auswirkungen, ausgehend von der gegenwärtigen Situation, gerechnet werden kann. Dies betrifft sowohl den Zweck dieser Verordnung - nämlich die Minimierung der potentiellen Auswaschungsgefahr von Nitrat in den sächsischen Böden - als auch die Abschätzung möglicher Konsequenzen für den betroffenen Landwirt.

Im Vergleich zu anderen Bundesländern, die bereits Erfahrungen mit Verordnungen bzw. öffentlich-rechtlichen Verträgen ähnlicher Zielsetzung gemacht haben, muß der Ausgangs-N-Gehalt in Sachsen als noch zu hoch betrachtet werden.

Zwar konnte nachgewiesen werden, daß die gemessenen NO₃-N-Gehalte im Jahr 1994 in den Schutzzonen II (70 kg/ha) und III (79 kg/ha) erstmals deutlich niedriger waren als auf den übrigen Flächen, dennoch läßt sich insbesondere anhand der Verteilung der NO₃-N-Gehalte zeigen, daß nur 25 % aller untersuchten Flächen den nach der SächsSchAVO anzustrebenden Richtwert von 45 kg/ha einhalten konnten. Ca. 1/3 aller Meßwerte befanden sich sogar über dem Grenzwert von 90 kg/ha.

Daraus können folgende Schlußfolgerungen gezogen werden:

- Bei konsequenter Einhaltung der Bestimmungen der SächsSchAVO kann mit einem weiteren Rückgang der NO₃-N-Gehalte gerechnet werden, da z. T. noch viele Möglichkeiten zur Reduzierung der NO₃-N-Gehalte nicht oder nur unzureichend ausgeschöpft wurden.
- Gleichzeitig muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß mit positiven Auswirkungen auf den Nitratgehalt des Grundwassers nur unter erheblicher zeitlicher Verzögerung zu rechnen sein wird. Für eine diesbezügliche Prognose reicht die bisherige zur Verfügung stehende Datengrundlage nicht aus, da nur punktuell weitere Informationen zur Tiefenverlagerung von NO₃-N sowie zur Menge und Qualität des auftretenden Sickerwassers vorhanden sind. Es ist jedoch beabsichtigt, in Zusammenarbeit mit anderen Fachbereichen der LfL und mit der Wasserwirtschaftsverwaltung die vorhandene Datengrundlage durch geeignete Untersuchungen (z. B. dem Tiefenbohrprogramm des Fachbereichs 4, Zuordnung von schlagbezogenen Bodenuntersuchungen zu Grundwassermessstellen) zu erweitern und aufeinander abzustimmen.
- Der in der SächsSchAVO vorgesehene Übergangszeitraum muß konsequent zur weiteren auch statistischen Absicherung der gewonnenen Erkenntnisse genutzt werden. Der gegenwärtige Kenntnisstand reicht z. B. noch nicht aus, um den in der SächsSchAVO vorgesehenen Toleranzbereich für die gemessenen NO₃-N-Gehalte zu definieren. Voraussetzung dazu ist die Entwicklung einer Methode, mit der der Fehler der Steingehaltsschätzung hinreichend bestimmt werden kann. Gezielte Untersuchungen für eine regionalspezifische Auswertung der NO₃-N-Gehalte liegen bisher lediglich von einigen ausgewählten Wasserschutzgebieten vor, deren Ergebnisse jedoch noch nicht verallgemeinert werden können. Im Herbst 1995 finden dazu auf einer größeren Anzahl von Schlägen in WSG Kontrollen statt. Allerdings konnte an der Berechnung einiger Beispielen von mittleren N-Gehalten von Betrieben demonstriert werden, daß dadurch sogenannte "schwarze Schafe", also Betriebe, die wiederholt gegen Bestimmungen der SächsSchAVO verstoßen, identifiziert werden können.

Daraus wird ersichtlich, daß es noch weiterer Arbeiten bedarf, um die NO₃-N-Gehalte speziell in Wasserschutzgebieten weiter zu senken. Interessant ist in diesem Zusammenhang der Vergleich der NO₃-N-Gehalte der Flächen von landwirtschaftlichen Betrieben, die am Programm "Umweltgerechte Landwirtschaft" teilgenommen haben. Bei allem Vorbehalt bezüglich der kurzen Laufzeit des Programms ist der in Abhängigkeit von der freiwillig gewählten Förderstufe gemessene NO₃-N-Gehalt ein Indiz für die positiven Effekte dieser Maßnahme.

3.3 N_{min}-Untersuchungen im Frühjahr 1995

Die gemessenen N_{min}-Gehalte lagen im Frühjahr 1995 im Mittel zwischen 43 und 47 kg/ha N. Es ließen sich aus dem vorliegenden Datenmaterial gesicherte Aussagen über die N-Versorgung der Böden sowie über die Durchführung der Bodenprobenahme

(Beprobungsdichte, beprobte Schlaggröße etc.) gewinnen. Zukünftig wird versucht, alle von Privatlabors vorgenommenen N_{\min} -Untersuchungen in die Auswertung mit einzubeziehen. Wie im vorausgegangenen Jahr waren wiederum deutliche standortspezifische Unterschiede festzustellen. Sie lassen sich anhand der NO_3 -N-Gehalte in Abhängigkeit verschiedener Parameter wie Bodenart, Ackerzahl und NStE darstellen. Berücksichtigt man den insgesamt niedrigen N-Gehalt (fast 2/3 aller Proben lagen unter 45 kg/ha), können hohe N-Verlusten im Winterhalbjahr nicht ausgeschlossen werden, sofern keine bedeutenden Immobilisierungseffekte in diesem Zeitraum stattgefunden haben.

3.4 Vereinfachte N-Bilanz für die Erntejahre 1991-1994

Mit einer vereinfachten N-Bilanz über 4 Jahre war es möglich, fruchtartspezifische Unterschiede zwischen Stickstoffeintrag und -austrag vergleichend darzustellen und zu bewerten. Da die dabei verwendeten Parameter nur einen kleinen Teil der an diesem komplexen Geschehen beteiligten Faktoren repräsentieren, muß die Höhe der absoluten Beträge kritisch betrachtet werden. Obwohl insbesondere keine Angaben über den jeweiligen Bodenvorrat und das Mineralisierungspotential vorlagen, können anhand der vorliegenden Ergebnisse wichtige Abschätzungen über den N-Eintrag und -austrag vorgenommen werden.

Unter diesem Aspekt können auch einjährige N-Bilanzen zu bestimmten Fruchtarten (Abb. 58) ergänzende Informationen über den tatsächlichen N-Entzug über das Erntegut sowie über die Übereinstimmung zwischen empfohlener und tatsächlich gedüngter N-Menge liefern.

Abb. 58: N-Entzug, empfohlene und tatsächlich ausgebrachte N-Düngermenge zu ausgewählten Fruchtarten

Anhand dieser Darstellung können drei wesentliche Feststellungen getroffen werden:

- Die Summe aus N-Düngungsempfehlung, die durch das Programm BEFU berechnet wurde, und dem gemessenen N_{\min} -Gehalt liegt für Mais und Wintergetreide unter den tatsächlichen N-Entzügen durch das Erntegut, wobei zu berücksichtigen ist, daß es sich bei Wintergetreide nur um die Empfehlung für die 1. N-Gabe handelt. Bei der N-Empfehlung für Rüben muß das stickstoffreiche Koppelprodukt berücksichtigt werden. Der N-Entzug von Sommergetreide lag etwas unter der Summe aus N-Empfehlung und N_{\min} -Gehalt im Frühjahr. Die N-Empfehlung für Ölfrüchte dagegen muß unter den gegebenen Umständen als zu hoch bewertet werden, da der angenommene N-Entzug nicht realisiert werden konnte.
- Die tatsächlich ausgebrachte N-Menge liegt wesentlich über der empfohlenen. Oftmals würde schon die mineralisch gedüngte N-Menge ausreichen, um den empfohlenen Bedarf an Stickstoff zu decken. Tatsächlich wird aber in vielen Fällen offenbar dieser N-Empfehlung nicht Folge geleistet, sei es aus überzogenem Vorsorgedenken, sei es, daß der organisch ausgebrachte Stickstoff bei der Anrechnung auf die ausgebrachte N-Düngermenge einfach "vergessen" wird. So kann es vor allem dort, wo die N-Düngung zu 50 % und mehr durch organische Dünger abgedeckt wird, oder wo N-reiche Ernterückstände auf dem Feld verbleiben, zu einer Anreicherung von Stickstoff kommen.
- Festzuhalten bleibt weiterhin die Tatsache, daß weitere Parameter, die diese N-Bilanz maßgeblich beeinflussen können (z. B. Bestandesentwicklung, N-Eintrag durch die Luft, hohe N-Mineralisierung an einzelnen Standorten), bei der N-

Düngungsempfehlung bislang nicht oder nur unzureichend Berücksichtigung finden konnten.

4 Zusammenfassung

Der vorliegende Nitratbericht gibt eine Einschätzung der gemessenen N-Gehalte auf Dauertesflächen für den Herbst 1994 im Vergleich zu den Jahren 1990-1994 sowie einen Ergebnisbericht der N_{\min} -Untersuchungen im Rahmen des Förderprogramms "Umweltgerechte Landwirtschaft" (UL) vom Frühjahr 1995. Die Auswertungen werden anhand von verschiedenen Untersuchungs- und Berechnungsparameter vorgestellt.

Zu den wesentlichen Aussagen gehören:

1. Die NO_3 -N-Gehalte im Herbst 1994 sind nach Jahren des Rückgangs erstmals wieder angestiegen, und zwar um ca. 11 auf 87,2 kg/ha. Der Anteil des NH_4 -N blieb wie schon in den vergangenen Jahren konstant und im ganzen vernachlässigbar gering. Der Anstieg war fast ausschließlich auf eine Erhöhung des NO_3 -N-Anteils in der obersten Bodenschicht (0-30 cm) zurückzuführen.
2. Die Häufigkeitsverteilung zeigt, daß nur ca. 25 % aller Werte unter dem nach der SächsSchAVO geltenden Richtwert von 45 kg/ha NO_3 -N, jedoch mehr als 38 % über dem Grenzwert von 90 kg/ha NO_3 -N lagen. Insbesondere die sehr hohen NO_3 -N-Gehalte (> 180 kg/ha NO_3 -N) nahmen gegenüber dem Vorjahr deutlich zu.
3. Als Ursache für den Anstieg der NO_3 -N-Gehalte im Herbst 1994 wird der abweichende Witterungsverlauf zwischen September und Dezember angesehen. Dies zeigt sich auch an der Erhöhung der Werte im ökologischen Landbau. Trotz dieser Ergebnisse kann somit von einem langfristig fallenden Trend der NO_3 -N-Gehalte im Herbst ausgegangen werden.
4. Anhand der erhobenen standorts- und bewirtschaftungsspezifischen Parameter lassen sich folgende Feststellungen treffen:
 - Standortbedingte Unterschiede, wie sie z. B. im Parameter Agrarstrukturgebiet zum Ausdruck kommen lassen sich 1994 nicht nachweisen
 - Nach düngungsintensiven Fruchtarten wie Mais und Kartoffeln waren wiederum die höchsten NO_3 -N-Gehalte zu finden. Erste Erfolge durch eine Anpassung der Düngungsempfehlungen zeigen sich bei den Ölfrüchten
5. Eine Verbesserung der Situation in Wasserschutzgebieten kommt in deutlich geringeren NO_3 -N-Gehalte in beiden Schutzzonen zum Ausdruck. Weiterhin können erstmals für bestimmte ausgewählte Wasserschutzgebiete weitgehend repräsentative NO_3 -N-Ergebnisse dargestellt werden.

6. Eine Auswertung der zusammengefaßten NO₃-N-Ergebnisse von Bodenuntersuchungen einzelner Schläge nach landwirtschaftlichen Betrieben zeigt in mehrjährigen Vergleichen z. T. deutliche Unterschiede. Mit Hilfe einer einfachen statistischen Analyse lassen sich Betriebe herausfinden, deren beprobte Flächen in jedem Jahr durch hohe mittlere N-Gehalte im Boden auffallen und für die insgesamt ein hoher Beratungsbedarf besteht.
7. Flächen, die nach dem Programm "UL" bewirtschaftet werden, zeigen bereits nach einem Jahr einen z. T. deutlich abgestuften NO₃-N-Gehalt. Ökologisch wirtschaftende Betriebe besitzen dabei wiederum die niedrigsten Werte zu Vegetationsende. Der Abstand zu den übrigen "UL"-Betrieben hat sich jedoch verringert.
8. Ein Vergleich von mehrjährigen einfachen N-Bilanzen gestattet eine Einschätzung der fruchtartenspezifischen Stickstoffein- und -austräge und gibt Hinweise auf langfristige Veränderungen im N-Haushalt. Einjährige N-Bilanzen lassen Rückschlüsse auf Differenzen zwischen angenommenen und tatsächlich erzielten Erträgen sowie zwischen empfohlenen und tatsächlich gedüngten N-Gaben zu. Daraus ergeben sich Schlußfolgerungen für die weitere Präzisierung der Düngungsempfehlungen.
9. Deutlich kommt zum Ausdruck, welche großen, bisher noch nicht oder nur wenig genutzten Möglichkeiten zur Reduzierung der N-Gehalte durch bestimmte bewirtschaftungsspezifische Maßnahmen nach der Ernte (Bodenbearbeitung, N-Düngung, Zwischenfruchtanbau) bestehen. Es besteht weiterer Handlungsbedarf bei der Erläuterung der Bedeutung der Bewirtschaftungsmaßnahmen im Herbst für die Landwirte.