

# **Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft**

**Heft 2  
2. Jahrgang 1997**

**Nitratbericht 1995/96 unter Berücksichtigung der  
Untersuchungen ab 1990**

## **Impressum**

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

Redaktion: Dr. E. Rexroth

Redaktionsschluß: Mai 1997

Auflage: 350. Die Schriftenreihe erscheint in unregelmäßiger Folge mit 3 - 4 Heften  
je Jahrgang.

Druck: Sächsisches Druck- und Verlagshaus GmbH

### 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.

## Vorwort

Neben der Sicherung einer leistungsorientierten und flächendeckenden Landwirtschaft kommt umweltgerechten Bewirtschaftungsformen im Freistaat Sachsen eine besondere Bedeutung zu. Eine wichtige Rolle spielt dabei der Umgang mit der Stickstoffdüngung, die seit einigen Jahren auch im Brennpunkt des Interesses der Öffentlichkeit steht, wenn es um die langfristige Sicherung der Wasserqualität geht.

Für alle Beteiligten kommt es in diesem Zusammenhang darauf an, eine zuverlässige Datenbasis zur Beschreibung der Nitratsituation in den sächsischen Böden zu erhalten. Als wichtiges Hilfsmittel bei der Erstellung einer landesweiten Zustandsbeschreibung von Bodeninhaltsstoffen hat sich die Führung eines Meßnetzes durch die LfL erwiesen. So wurde bereits kurz nach der Wende im Jahr 1990 damit begonnen, für die Beschreibung der Nitratentwicklung landwirtschaftlich genutzter Böden sogenannte „Dauertestflächen“ einzurichten, die eine kontinuierliche Analyse der Veränderungen im Boden unter dem Einfluß der Witterung und der Bewirtschaftung erlauben. Mittlerweile wurde dieses Meßnetz erweitert, um neue Aufgaben wie die fachliche Begleitung der SächsSchAVO oder die Kontrolle des Förderprogramms „Umweltgerechte Landwirtschaft“ bewältigen zu können.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden seit einigen Jahren in einem jährlichen „Nitratbericht“ den betreffenden Fachgremien und der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Der vorliegende Bericht enthält die Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse bis zum Winterhalbjahr 1995/96.

Dr. Scheider-Böttcher

Präsidentin

**Nitratbericht 1995 /96,**

**unter Berücksichtigung der Untersuchungen ab 1990**

H. Joachim Kurzer, Jürgen Bufe und Lothar Suntheim

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



<b>Inhaltsverzeichnis</b>		<b>Seite</b>
1	Untersuchungen von Bodenproben auf pflanzenverfügbaren Stickstoff im Herbst 1995 und Frühjahr 1996	7
1.1	Herkunft des Datenmaterials	7
1.2	Zeitpunkt und Umfang der Untersuchungen	8
1.3.	Auswertung	8
2	Ergebnisse	9
2.1	Ergebnisse der NO <sub>3</sub> -N-Untersuchungen Herbst 1990 - 1995 unter besonderer Berücksichtigung des Jahres 1995	9
2.1.1	Übersicht über die durchschnittlichen NO <sub>3</sub> -N-Gehalte 1990 - 1995	9
2.1.2	Regionale Verteilung	9
2.1.3	Durchschnittliche NO <sub>3</sub> -N-Gehalte in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern	10
2.1.4	Durchschnittliche NO <sub>3</sub> -N-Gehalte in Wasserschutzgebieten	11
2.1.5	Zusammenfassung der NO <sub>3</sub> -N-Gehalte von Bodenuntersuchungen einzelner Schläge nach landwirtschaftlichen Betrieben	12
2.1.6	Durchschnittliche NO <sub>3</sub> -N-Gehalte von Flächen, die nach dem Förderprogramm "Umweltgerechte Landwirtschaft" bewirtschaftet werden	13
2.2	Durchschnittliche N <sub>min</sub> -Gehalte im Frühjahr 1996	14
2.3	Einfache N-Bilanzen	15
2.3.1	Berechnungsgrundlage	15
2.3.2	Erträge 1995	16
2.3.3	N-Düngung	17
2.3.4	N-Bilanzen	17
2.3.5	Korrelation N-Bilanz/NO <sub>3</sub> -N-Gehalt im Herbst	17
2.4	Aktuelle Witterungsdaten September 1995 - März 1996 und Einschätzung der N-Dynamik	18
3	Diskussion	18
3.1	Nitrat-Untersuchungen im Herbst 1995	18
3.2	Erläuterungen zu der Situation in den Wasserschutzgebieten	19
3.3	Einschätzung der Wirkung unterschiedlicher Stufen des Förderprogramms "Umweltgerechte Landwirtschaft" auf den NO <sub>3</sub> -N-Gehalt	20
3.4	Nmin-Gehalte im Frühjahr 1996	21
3.5	Vereinfachte N-Bilanzen für die Jahre 1991 - 1995	21
4	Zusammenfassung	21
5.	Literaturverzeichnis	22
6.	Anlagen	24

## Verzeichnis der Abbildungen

Seite

Abb. 1	Verteilung der Dauertestflächen im Freistaat Sachsen	25
Abb. 2	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte, Herbst 1990 - 1995	25
Abb. 3	Häufigkeitsverteilung der NO <sub>3</sub> -N-Gehalte, Herbst 1991 - 1995	26
Abb. 4	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach Regierungsbezirk	26
Abb. 5	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach Landkreisen	27
Abb. 6	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1995, nach Landkreisen	27
Abb. 7	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach Ackerzahl	28
Abb. 8	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach Bodenart	28
Abb. 9	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach NStE-Hauptgruppen	29
Abb. 10	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach Agrarstrukturgebiete	29
Abb. 11	Prozentualer Anteil der Fruchtarten, Erntejahr 1995	30
Abb. 12	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach Fruchtgruppen	30
Abb. 13	Relative Rangplätze der NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach Fruchtgruppen	31
Abb. 14	Relative Rangplätze der NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach Fruchtgruppen und Agrarstrukturgebiete	31
Abb. 15	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1991 - 1995 in Wasserschutzgebieten	32
Abb. 16	Häufigkeitsverteilung der NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1991 - 1995 in WSG	32
Abb. 17	NO <sub>3</sub> -N-Gehalt Herbst 1991 - 1995 von Böden, zusammengefaßt für landwirtschaftliche Betriebe	33
Abb. 18	Relative Rangplätze der NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach Betrieben mit N>5 für jedes Jahr	33
Abb. 19	NO <sub>3</sub> -N-Gehalt u. Standardabweichung Herbst 1995 von Böden, zusammengefaßt für landwirtschaftliche Betriebe mit mindestens 3 DTF	34
Abb. 20	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1993 - 1995 nach Anwendung von unterschiedlichen Maßnahmen nach Förderrichtlinien des Programms "UL"	34
Abb. 21	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1993 - 1995, nach Anwendung oder Nicht-Anwendung von Maßnahmen nach Förderrichtlinien des Programms "UL"	35
Abb. 22	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst, zusammengefaßt für 1993 - 1995, nach Anwendung von unterschiedlichen Maßnahmen des Programms "UL"	35
Abb. 23	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Frühjahr 1991 - 1996	36
Abb. 24	Häufigkeitsverteilung der NO <sub>3</sub> -N-Gehalte, Frühjahr 1992 - 1996	36
Abb. 25	N <sub>min</sub> -Gehalte Frühjahr 1995 - 1996, nach Probenahmetermin	37
Abb. 26	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Frühjahr 1992 - 1996, nach Regierungsbezirk	37
Abb. 27	N <sub>min</sub> -Gehalte Frühjahr 1996, nach Landkreisen	38
Abb. 28	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Frühjahr 1992 - 1996, nach Ackerzahl	38
Abb. 29	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Frühjahr 1992 - 1996, nach Bodenart	39
Abb. 30	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Frühjahr 1992 - 1996, nach NStE- Hauptgruppen	39
Abb. 31	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Frühjahr 1992 - 1996, nach Agrarstrukturgebiete	40
Abb. 32	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Frühjahr 1992 - 1996, nach Vorfruchtgruppen	40
Abb. 33	Vergleich der NO <sub>3</sub> -N-Gehalte zwischen Herbst 1995 und Frühjahr 1996 nach Fruchtgruppen	41
Abb. 34	Verhältnis des NO <sub>3</sub> -N-Gehaltes im Boden zwischen Herbst 1995 und Frühjahr 1996	41
Abb. 35	Verhältnis zwischen dem NO <sub>3</sub> -N-Gehalt im Boden im Herbst 1995 und der Differenz im NO <sub>3</sub> -N-Gehalt Herbst 1995/Frühjahr 1996	42
Abb. 36	Relativerträge 1995 gegenüber dem 5-jährigen Mittel	42
Abb. 37	Gesamte ausgebrachte mineralische und organische N-Düngung Erntejahr 1992 - 1995 zu ausgewählten Fruchtarten	43
Abb. 38	Ausgebrachte pflanzenverfügbare (mineralische + anrechenbare organische) N- Düngung Erntejahr 1995 zu ausgewählten Fruchtarten	43

Abb. 39	Gesamte mineralische u. organische N-Düngung Erntejahr 1995 zu ausgewählten Fruchtarten innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten	44
		<b>Seite</b>
Abb. 40	Mehrjährige N-Bilanz 1992 - 1995	44
Abb. 41	Mehrjährige N-Bilanz 1992 - 1995 nach ausgewählten Fruchtarten	45
Abb. 42	Mehrjährige N-Bilanz 1992 - 1995 nach Agrarstrukturgebieten	45
Abb. 43	Vergleich von Bilanzparametern 1995 innerhalb von WSG	46
Abb. 44	Vergleich von Bilanzparametern 1995 außerhalb von WSG	46
Abb. 45	Verhältnis zwischen 1-jähriger N-Bilanz 1995 und dem NO <sub>3</sub> -N-Gehalt Herbst 1995 im Boden	47
Abb. 46	Wetterstationen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft in den Landkreisen und Agrarstrukturgebieten Sachsen	47
Abb. 47	Mittlere Luft- und Bodentemperaturen zwischen September 1995 und März 1996 von Meßstationen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft	48
Abb. 48	Abweichung der Lufttemperatur vom langjährigen Mittel, Winterhalbjahr 1993/94 bis 1995/96	48
Abb. 49	Kumulative Niederschlagsverteilung September 1995 - März 1996, Regierungsbezirk Dresden	49
Abb. 50	Kumulative Niederschlagsverteilung September 1995 - März 1996, Regierungsbezirk Chemnitz	49
Abb. 51	Kumulative Niederschlagsverteilung September 1995 - März 1996, Regierungsbezirk Leipzig	50
Abb. 52	Mittlere klimatische Wasserbilanz, Winterhalbjahr 1993/94 bis 1995/96	50
Abb. 53	Bodentemperaturen in 5 cm Tiefe zwischen September 1995 und März 1996 von Meßstationen der Sächs. Landesanstalt für Landwirtschaft	51
Abb. 54	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1993 - 1995 nach der Art der nach der Ernte der Vorfrucht vorgenommenen Bodenbearbeitung	51
Abb. 55	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1993 - 1995 nach Art des nach der Ernte der Vorfrucht eingesetzten Düngemittels	52
Abb. 56	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1993 - 1995 nach der Art der Verwendung des eingesetzten Düngemittels nach der Ernte	52
Abb. 57	Prozentuale Verteilung des eingesetzten Düngemittels nach dem Verwendungszweck	53
Abb. 58	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1993 - 1995 von ungedüngten Pflanzenbeständen, die zum Zeitpunkt der Probenahme angebaut wurden	53
Abb. 59	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte Herbst 1993 - 1995 von gedüngten Pflanzenbeständen, die zum Zeitpunkt der Probenahme angebaut wurden	54
Abb. 60	N-Entzug, empfohlene und verabreichte N-Düngermengen zu ausgewählten Fruchtarten. Wirtschaftsjahr 1994/95	54

### Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1	Herbst-NO <sub>3</sub> -N- und NH <sub>4</sub> -N-Gehalte der Dauertestflächen	55
Tab. 2	Herbst-N <sub>min</sub> -Gehalte der Dauertestflächen	55
Tab. 3	Verteilung der NO <sub>3</sub> -N-Gehalte	55
Tab. 4	N-Gehalte in Wasserschutzgebieten, Herbst 1995	55
Tab. 5	Probenverteilung Herbst 1995 in WSG nach Fruchtartengruppen	56
Tab. 6	NO <sub>3</sub> -N-Gehalte in ausgewählten WSG, Herbst 1995	56
Tab. 7	Vergleich der N- Gehalte Herbst 95 nach Anwendung unterschiedlicher Maßnahmen von Förderrichtlinien des Programms "UL"	57
Tab. 8	N <sub>min</sub> - Gehalte Frühjahr 1993 - 96	57
Tab. 9	NO <sub>3</sub> -N- und NH <sub>4</sub> -N-Gehalte Frühjahr	58
Tab. 10	Anrechenbare N-Gehalte organischer Düngemittel	58





## Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

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

# 1. Untersuchungen von Bodenproben auf pflanzenverfügbaren Stickstoff im Herbst 1995 und Frühjahr 1996

## 1.1 Herkunft des Datenmaterials

Die jährlichen Bodenuntersuchungen auf Nitratstickstoff im Spätherbst und Frühjahr auf den Dauertestflächen (DTF) Sachsens sind ein wesentlicher Bestandteil eines Konzeptes zur Beobachtung und Kontrolle der Stickstoffdynamik im Boden. Dies gilt in besonderem Maße für landwirtschaftlich genutzte Böden in Wasserschutzgebieten, wo auf der Grundlage besonderer, gesetzlich festgelegter Maßnahmen einer Auswaschung von Nitrat in das Grund- und Oberflächenwasser entgegengewirkt werden soll. Ziel dieser Untersuchungen ist es, die Auswirkungen dieser abgestuften Maßnahmen auf die Stickstoffdynamik im Boden repräsentativ für Sachsen über die Jahre darzustellen. Die Ergebnisse können sowohl als "Regulativ" für weitere diesbezügliche Untersuchungen im gleichen Jahr (im Sinne von § 6 SächsSchAVO) als auch zur Anpassung und Weiterentwicklung der gesetzlichen Bestimmungen sowie als fachliche Grundlage für die Beratung der Landwirte angesehen werden.

Da es sich bei diesem Bericht um eine Fortschreibung von Untersuchungen handelt, die bereits seit 1990 in Sachsen jährlich durchgeführt werden, wird bei der Darstellung der zur Verfügung stehenden Datengrundlage auf Details verzichtet. Falls nicht anders erwähnt, wurden die Angaben des "Nitratberichts 1994/95" (BUFE et al., 1996) zugrunde gelegt, auf die hiermit verwiesen wird.

Insgesamt standen für diesen Bericht die Ergebnisse der Nitratuntersuchungen Herbst 1995/Frühjahr 1996 von 783 DTF zur Verfügung. Durch die Aufnahme weiterer Flächen in Wasserschutzgebieten (WSG) erhöhte sich die Anzahl der untersuchten Flächen gegenüber dem Vorjahr (767 DTF) nur geringfügig. Grundsätzlich reicht die Größe der Stichprobe aus, um bei vertretbarem Aufwand statistisch gesicherte Aussagen zu den wichtigsten Fragestellungen zu erhalten. Da in jedem Jahr immer dieselben Flächen untersucht werden, können sich kurzfristige Änderungen des Bewirtschaftungssystems, das in besonderem Maß durch die sich ändernden agrarpolitischen Rahmenbedingungen geprägt wird, in unterschiedlicher Form auf die Größe der untersuchten Untergruppen

niederschlagen (Beispiel: jährlich wechselnde Teilnahme an der Stufe "Zusatzförderung 2" des Förderprogramms "Umweltgerechte Landwirtschaft"). Andererseits ist es durch diese Vorgehensweise möglich, die mit diesen Maßnahmen verbundenen komplexen Vorgänge im Boden über einen längeren Zeitraum an ein- und demselben Standort zu verfolgen. Insgesamt wird die Strategie verfolgt, mit der Einbeziehung von umfangreichem Datenmaterial und mit Hilfe moderner geostatistischer Methoden eine zuverlässige und abgesicherte Abschätzung der Nitratgehalte in Böden von kleinräumigen, weitgehend homogenen Gebieten zu erreichen. Die regionale Verteilung der dazu verwendeten DTF ist Abb. 1 zu entnehmen. Die schlagspezifischen Daten, die zu jeder DTF erhoben wurden, entsprachen denen des Vorjahres. Im Einzelnen waren dies:

Allgemeine Angaben:

- Name und Anschrift des Bewirtschafters
- Regierungsbezirk
- Landkreis

Standortspezifische Angaben (in der Regel unveränderliche Größen):

- Gemarkung
- Gemeinde mit Gemeindekennzahl
- zugehöriger Landkreis
- Agrarstrukturgebiet (ASG)
- Vergleichsgebiet
- Wirtschaftsgebiet
- Teilnahme am Programm "Umweltgerechte Landwirtschaft" (UL) ja/nein
- Förderstufe
- Schlagnummer
- Dauertestfläche ja/ nein
- Wasserschutzgebiet ja/ nein, mit Schutzgebietszone
- Bezeichnung und Lage der ausgewählten Wasserschutzgebiete
- Ackerzahl
- Naturräumliche Standorteinheit (NStE)
- Bodenart/ Bodengruppe
- Steingehalt

Angaben zur Bewirtschaftung des Schlages im Erntejahr 1995:

- Datum der Probenahme

- Probenehmer
- Probenkennzeichnung
- Hauptfrucht 1995 mit Ertrag [dt/ha]
- Düngung zum Anbau 1995: mineralischer Dünger [kg/ha], organischer Dünger (Art und Menge)
- Düngung nach Ernte 1995: mineralischer Dünger [kg/ha], organischer Dünger (Art und Menge)
- Zwischenfrucht
- Bodenbearbeitung
- Ernterückstände
- aktueller Bestand zum Zeitpunkt der Probenahme
- BEFU- Düngungsempfehlung berechnet: ja/nein

Zur Einschätzung der potentiellen N-Verluste zwischen Herbst 1995 und Frühjahr 1996 wurden die jeweils an ein- und demselben Standort gemessenen  $\text{NO}_3\text{-N}$ - Gehalte miteinander verglichen. Dabei wurden erstmals die klimatischen Daten aller von der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) betriebenen Wetterstationen in die Interpretation mit einbezogen. Um vorhandene Risikofaktoren aufzudecken, wurde wie in den vergangenen Jahren aus den erhobenen Bewirtschaftungsdaten eine jahresspezifische N-Bilanz berechnet.

Durch die Umstellung des Analyseverfahrens im Frühjahr 1993 vom  $N_{\text{an}}$ - auf das  $N_{\text{min}}$ -Verfahren darf für einen Vergleich der Meßergebnisse zwischen den Jahren nur der  $\text{NO}_3\text{-N}$ - Anteil der Analyse verwendet werden. Ursache dafür ist, daß im  $N_{\text{min}}$ -Verfahren mit dem  $\text{CaCl}_2$ - Extrakt weniger Ammonium extrahiert wird als mit dem KCl der  $N_{\text{an}}$ - Methode. Da der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Anteil jedoch in der Regel nur von untergeordneter Bedeutung ist, wird dieser für einen zeitlich begrenzten Übergangszeitraum nur noch routinemäßig mit erfaßt, um mögliche jahresspezifische Schwankungen nachzuweisen. Viel wesentlicher auf den berechneten  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt/ha ist jedoch der betreffende Steingehalt. Mittlerweile liegen für einzelne DTF genauere Schätzungen vor, die von den Außendienstmitarbeitern der LfL vorgenommen wurden. Diese lassen den Schluß zu, daß der bisher unterstellte Steingehalt eher zu niedrig geschätzt wurde, so daß die daraus abgeleiteten  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte vor allem der steinreichen Böden des Erzgebirges bislang zu hoch kalkuliert wurden. Durch die methodisch und regional bedingten Fehlerquellen können Aussagen zu dem jeweiligen Steingehalt eines Bodens weiterhin mit großen Unsicherheiten behaftet sein.

Von besonderer Bedeutung ist der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt von Böden vor allem in Wasserschutzgebieten

(WSG), da die DTF in WSG auch als Referenzflächen für die im Rahmen der SächsSchAVO im Herbst untersuchten Kontrollproben vorgesehen sind und die regional- und jahresspezifischen Einflüsse in besonderem Maße dokumentieren. Deshalb wurde bereits im Jahr 1994 die Zahl der DTF in WSG deutlich erhöht. Weiterhin wurden bestimmte WSG in verstärktem Umfang beprobt, um mögliche Ursachen für überproportional hohe Nitratgehalte in den betreffenden Grund- und Oberflächenwässern herauszufinden. Insgesamt stellen diese Untersuchungen eine wesentliche Voraussetzung dafür dar, um die Ergebnisse der nach der SächsSchAVO vorgenommenen Kontrolluntersuchungen richtig zu interpretieren.

Einen weiteren wichtigen Beurteilungsmaßstab bilden die  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte der Böden auch für die Erfolgskontrolle spezieller Förderprogramme des Sächsischen Staatsministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten (SML). Hier steht vor allem der Einfluß von Maßnahmen der unterschiedlichen Förderstufen des Programms "Umweltgerechte Landwirtschaft" (UL) auf den  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt im Herbst als einzig meßbares Kriterium im Vordergrund.

## 1.2 Zeitpunkt und Umfang der Untersuchungen

Es wurden im Zeitraum vom 2. Nov. bis 15. Dez. 1995 insgesamt 783 Dauertestflächen beprobt und ausgewertet, von denen 766 auch im darauffolgenden Frühjahr 1996 untersucht wurden.

Im Rahmen des Programms "UL" wurden weitere 816 Proben im Zeitraum von Anfang Februar bis Ende März 1996 auf  $\text{NO}_3\text{-N}$  untersucht und, sofern möglich, eine entsprechende Düngungsempfehlung gerechnet, so daß insgesamt 1582 Meßergebnisse für die Auswertung zur Verfügung standen.

## 1.3 Auswertung

Detaillierte Aussagen zu den Untersuchungen nach verschiedenen Bewertungskriterien können nur mit den 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 1994/95" ausführlich dargelegt wurde, können diese Flächen insgesamt als weitgehend repräsentativ für Sachsen angesehen werden.

Regionale Unterschiede bei den  $N_{\min}$ - Werten im Frühjahr 1996 (z.B. nach Landkreisen) lassen sich auf die unterschiedliche Anzahl und Herkunft 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

$\alpha < 5\%$ . Weitergehende Untersuchungen wurden mit Hilfe mehrfaktorieller Varianzanalysen sowie durch die Bestimmung von Regressionsgleichungen und Korrelationskoeffizienten durchgeführt. Weiterhin wurde vereinzelt mit der Ranganalyse nach KRUSKAL und WALLIS ein nicht-parametrisches Verfahren angewendet, um den Einfluß von Ausreißern und Extremwerten zu reduzieren. Dazu wurden die ursprünglichen Meßwerte für jedes Jahr der Größe nach sortiert und jahresspezifisch mit fortlaufenden Rängen belegt. Der niedrigste N-Gehalt eines Jahres bekommt den Rang 1, dividiert durch die Anzahl aller untersuchten Proben eines Jahres, zugewiesen, der höchste den Rang 100. Anschließend werden die jeweiligen mittleren relativen Ränge von Faktorstufen (z. B. die Stufen des Faktors "Agrarstrukturgebiet") für jedes Jahr bestimmt und miteinander verglichen. Alle Auswertungen erfolgten mit dem Softwarepaket "SPSS".

Die Berechnung von N- Entzügen über die Ernteprodukte sowie der N- Gehalte von organischen Düngemitteln wurde ebenso wie die Berechnung der N- Bilanzen nach den "Richtlinien der Umweltgerechten Landwirtschaft" /3/ des Sächsischen Staatsministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten vorgenommen. Insgesamt wurden 780 Datensätze zur Auswertung zugelassen, für die für beide Bodentiefen (0...30 und 30...60 cm)  $NO_3$ -N-Ergebnisse vorlagen. Sämtliche Angaben zu den  $NO_3$ -N-Gehalten beziehen sich somit auf die Tiefe von 0...60 cm.

## **2 Ergebnisse**

### **2.1 Ergebnisse der $NO_3$ -N-Untersuchungen Herbst 1990 - 1995 unter besonderer Berücksichtigung des Jahres 1995**

#### **2.1.1 Übersicht über die durchschnittlichen $NO_3$ -N-Gehalte 1990 - 1995**

Im Jahr 1995 wurde mit 70,5 kg/ha  $NO_3$ -N der bisher niedrigste Wert seit Beginn der Untersuchungen gemessen. Er lag damit um über 16 kg/ha niedriger als im Vergleichszeitraum des Vorjahres (Abb. 2). Diese Veränderung gegenüber dem Vorjahr ist fast ausschließlich auf den höheren  $NO_3$ -N-Gehalt der obersten Bodenschicht (0-30 cm) zurückzuführen (Tab. 1). Im  $NO_3$ -N-Gehalt der unteren Bodenschicht sind seit 1993 demgegenüber nur geringfügige Schwankungen festzustellen, was auch für den  $NH_4$ -N-Gehalt im Spätherbst insgesamt zutrifft, jedoch auf einem sehr niedrigen Niveau. Dies ist ein weiterer Beleg dafür, daß bei allen jahresbezogenen Vergleichen der N-Gehalte im Spätherbst auf die Bestimmung der  $NH_4$ -N-Gehalte prinzipiell verzichtet werden kann. Insgesamt ergab sich somit für 1995 im Mittel aller Untersuchungen ein  $N_{\min}$ -Gehalt von 76,4 kg/ha (Tab. 2).

Ein Vergleich der Häufigkeitsverteilung der klassifizierten  $NO_3$ -N-Gehalte ergibt für 1995 eine deutliche prozentuale Zunahme der Werte in der Kategorie von 45 - 90 kg/ha (Abb. 3 und Tab. 3). Nimmt man die Klasse von 0 - 45 kg/ha hinzu, liegen rund 75 % aller Werte unter 90 kg/ha. Dies bedeutet, daß sich der Anteil der Proben mit hohen und sehr hohen N-Gehalten deutlich verringert hat. Dies kommt auch darin zum Ausdruck, daß der höchste gemessenen  $NO_3$ -N-Gehalt mit 337 kg/ha um mehr als die Hälfte niedriger ausfiel als im Vorjahr. Auffällig ist, daß die Klasse von 45 - 90 kg/ha seit 1991 kontinuierlich zunimmt, während die Klasse von 90 - 135 kg/ha kontinuierlich von Jahr zu Jahr abnimmt und sich die Klassengrößen mit den niedrigsten  $NO_3$ -N-Gehalten (0 - 45 kg/ha) und mit sehr hohen  $NO_3$ -N-Gehalte (>135 kg/ha) wechselseitig beeinflussen. Aufgrund der hohen Anzahl an Stichproben kann bei einer statistischen Auswertung davon ausgegangen werden, daß die Analysenwerte annähernd normalverteilt sind.

#### **2.1.2 Regionale Verteilung**

Ein Vergleich der Entwicklung der  $NO_3$ -N-Gehalte nach Regierungsbezirken (Abb. 4) liefert bereits erste Hinweise auf regionale Unterschiede, die in den einzelnen Landkreisen (Abb. 5) etwas differenzierter zum Ausdruck kommen. Allen untersuchten Gebietseinheiten gemeinsam ist, daß der

berechnete Mittelwert des Jahres 1995 in jedem Fall niedriger ist als der Mittelwert der Jahre 1991 - 1994. Die berechneten Durchschnittswerte liegen dabei in den Landkreisen der Regierungsbezirke Dresden und Leipzig mit wenigen Ausnahmen zwischen 60 und 80 kg/ha NO<sub>3</sub>-N. Größere Schwankungen gibt es aufgrund des geringeren Stichprobenumfangs in den Landkreisen des Regierungsbezirkes Chemnitz. Veranschaulicht man diese Ergebnisse mit einer Klasseneinteilung der NO<sub>3</sub>-N-Gehalte auf einer Karte mit den Landkreisen des Freistaates Sachsen (Abb. 6), wird deutlich, daß auf einem derartigen Niveau kaum noch regionale Unterschiede festzustellen sind. Zu den Kreisen mit den höchsten NO<sub>3</sub>-N-Gehalten gehörten im Spätherbst 1995 Döbeln, Stollberg und wie schon im Vorjahr Bautzen und Delitzsch.

Im weiteren Verlauf der Untersuchung ist nun zu klären, ob es sich hier eher um standortbezogene Einflüsse (wie z. B. Bodenart, Ackerzahl, Klima) handelt, oder ob bestimmte bewirtschaftungsbezogene Maßnahmen einen größeren Einfluß auf den NO<sub>3</sub>-N-Gehalt im Herbst 1995 hatten.

### **2.1.3 Durchschnittliche NO<sub>3</sub>-N-Gehalte in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern**

#### Ackerzahl

Im Jahr 1995 stiegen die NO<sub>3</sub>-N-Gehalte von Böden mit niedrigen Ackerzahlen nach Böden mit hohen Ackerzahlen kontinuierlich an (Abb. 7). Dies bestätigt die Theorie, daß Böden, die aufgrund ihrer natürlichen Voraussetzungen geringere Nährstoffgehalte besitzen, in der Regel auch im Spätherbst geringere NO<sub>3</sub>-N-Gehalte besitzen als nährstoffreichere Böden. Dies scheint jedoch nur für die Jahre mit allgemein niedrigen NO<sub>3</sub>-N-Gehalten (1993, 1995) zuzutreffen. Liegt der NO<sub>3</sub>-N-Gehalt dagegen generell höher, ist eine proportionale Zunahme mit steigenden Ackerzahlen nicht mehr zu beobachten.

#### Bodenart

Eine Differenzierung nach Bodenarten (Abb. 8) scheint für eine standortbezogene Betrachtungsweise weniger geeignet zu sein. Außer bei der Bodenart "Lehm" sind Unterschiede zwischen den Jahren wesentlich stärker ausgeprägt als zwischen den einzelnen Bodenarten. Die Entwicklung der

NO<sub>3</sub>-N-Gehalte von Lehmböden läßt vermuten, daß diese Böden jahresspezifische Einflüsse sehr viel besser "puffern", wenn man die gleichen bewirtschaftungsspezifischen Einflüsse unterstellt.

#### Naturräumliche Standorteinheit (NStE)

Erfreulich ist die Entwicklung auf den auswaschungsgefährdeten Böden der V-Standorte zu bewerten, die 1995 zusammen mit den Böden der D-Standorte die niedrigsten NO<sub>3</sub>-N-Gehalte zeigen und bei denen tendentiell ein kontinuierlicher Rückgang über die Jahre zu beobachten ist (Abb. 9). Wegen der bereits erwähnten Problematik der Steingehaltsschätzungen sind die Ergebnisse der in der Regel steinreichen V-Standorte jedoch mit Vorbehalt zu werten. Sobald zuverlässigere Schätzungen vorliegen, werden diese jahresspezifischen Ergebnisse einer erneuten Prüfung unterzogen. Bei den A1-Standorten war ein jahresspezifischer Einfluß nur 1993 festzustellen.

#### Agrarstrukturgebiet

Agrarstrukturgebiete (ASG) fassen die bisher untersuchten standortbezogenen Parameter (Ackerzahl, Bodenart, NStE) in räumlich abgrenzbare Gebiete zusammen, in denen die produktionstechnischen und klimatischen Bedingungen vergleichbar sind. Ein Vergleich der NO<sub>3</sub>-N-Gehalte dieser 5 Gebiete bestätigt die im letzten Jahr gewonnenen Erkenntnis, daß die zentral gelegenen ASG 3 (Mittelsächs. Lößgebiet) und 4 (Vogtland, Erzgebirgsvorland) im Trend deutlich sinkende NO<sub>3</sub>-N-Gehalte erkennen lassen, während peripher gelegene Gebiete stärkere jahresspezifische Schwankungen zeigen (Abb. 10). Besonders deutlich wird dies am ASG 5 (Erzgebirgskamm).

Zusammenfassend läßt sich zeigen, daß standortbezogene Parameter unter bestimmten Bedingungen wichtige Einflußgrößen auf den NO<sub>3</sub>-N-Gehalt im Herbst der Jahre 1991 - 1995 darstellen. Wichtig bleibt jedoch festzuhalten, daß einzelne Stufen eines Faktors stärkeren jahreszeitlichen Schwankungen ausgesetzt sind (z. B. ASG 1 und ASG 5) als andere, so daß die Ausprägung der Unterschiede stark von der Höhe der jahresspezifischen NO<sub>3</sub>-N-Gehalte abhängig ist.

#### Fruchtartengruppe

Da es sich bei den DTF um gleichbleibende Flächen handelt, die jährlich beprobt werden, können sich im Rahmen der Fruchtfolge Änderungen im Fruchtartenspektrum aller beprobten DTF ergeben. So stieg der prozentuale Anteil von Wintergetreide gegenüber dem Vorjahr um 4 % auf 41,5 % an, zu Lasten aller anderer Kulturen, v. a. von Brache- und Stilllegungsflächen (Abb. 11), deren Anteile geringfügig sanken. Abb. 12 zeigt die fruchtartspezifischen  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte, nach für 1995 absteigenden Werten sortiert. Eindeutig läßt sich zeigen, daß es 1995 gelang, die  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte nach einigen Fruchtgruppen deutlich zu reduzieren (Kartoffeln, Mais). Dies ändert jedoch nichts an der Tatsache, daß diese beiden Fruchtgruppen zusammen mit den Ölfrüchten (hier v. a. durch Winterraps repräsentiert) zum wiederholten Mal zu den Fruchtgruppen mit den höchsten  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalten zählen. Genauso eindeutig zeigen Ackerfutter und Dauergrünland (bei nur geringer Stichprobengröße) von Jahr zu Jahr die niedrigsten  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte. Dieser Tatbestand läßt sich sowohl mit den Mittelwerten der absolut gemessenen  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte (Abb. 12), als auch mit einer jahresspezifischen Ranganalyse belegen (Abb. 13), bei der die mittleren relativen Ränge einer Fruchtgruppe verglichen werden.

Die Höhe des mittleren  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt aller untersuchten Proben eines Jahres (Abb. 2) bestimmen anteilmäßig wiederum die  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte von Getreide und Mais. Diese lagen 1995 alle deutlich unter den Vorjahreswerten. Interessant ist die Entwicklung nach Futterleguminosen sowie unter Brache- und Stilllegungsflächen. Hier ist zu beachten, daß der Zeitpunkt des Umbruchs sowie daran anschließende Bodenbearbeitungsmaßnahmen großen Einfluß auf den gemessenen  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt im Spätherbst besitzen. Eine entsprechende Maßnahme führte 1995 bei stillgelegten Flächen oder nach Umbruch von Futterleguminosen zu einem im Mittel um 30 - 40 kg/ha höheren  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt. Durch den nachfolgenden Anbau von Winterraps konnte diese freiwerdende N-Menge wenigstens nach dem Umbruch der stillgelegten Flächen wieder in Pflanzenmasse umgesetzt werden. Die Bemühungen, die hohen  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte nach Ölfrüchten zu senken, haben 1995 zu keiner weiteren Reduktion geführt. Hier gilt es zukünftig den durch die Einarbeitung stickstoffreicher Ernterückstände verursachten hohen  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte mit geeigneten

Gegenmaßnahmen (z.B. Ansaat einer Folgekultur wie Raps, die in der Lage ist, hohe N- Mengen aufzunehmen) zu begegnen.

#### Kombinierte Einflußgrößen

Um den Zusammenhang zwischen "typischen" standortbezogenen und bewirtschaftungsspezifischen Parametern näher zu bestimmen, wurden die Kombination der Parameter "ASG" und "Fruchtgruppe" ebenfalls einer Ranganalyse unterzogen. Um den jahresspezifischen Einfluß zu verdeutlichen, wurden dabei die Mittelwerte der relativen Ränge von jedem Jahr bestimmt und miteinander verglichen (Abb. 14). Dabei zeigt sich, daß die Fruchtgruppen Kartoffeln, Mais und Ölfrüchte in jedem ASG und in jedem Jahr die höchsten  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte besitzen.

Dieses Ergebnis legt die Vermutung nahe, daß ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der angebauten Fruchtart und der Höhe der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte im Herbst unabhängig vom jeweiligen Standort besteht.

#### 2.1.4 Durchschnittliche $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte in Wasserschutzgebieten

Durch die Bestimmungen der SächsSchAVO gewinnen die  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Untersuchungen von Dauertestflächen in Wasserschutzgebieten (WSG) zunehmend an Bedeutung. Dabei sollen nicht nur mögliche Unterschiede zu den bewirtschafteten Flächen außerhalb von Wasserschutzgebieten untersucht werden, sondern auch für jedes Jahr gebietspezifische Richtwerte ausgewiesen werden, die maßgeblichen Einfluß auf die Gewährung der Ausgleichsleistungen nach der SächsSchAVO haben können.

Aus diesem Grund wurde 1995 die Anzahl der Dauertestflächen in Wasserschutzgebieten nochmals auf nun 233 erhöht. Die Verteilung der neu hinzugekommenen DTF wurde entsprechend der Größe der landwirtschaftlich genutzten Fläche eines WSG vorgenommen, die in Zusammenarbeit mit dem Sächs. Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG) nach bestimmten Kriterien (Bedeutung des WSG, hoher Gefährdungsgrad etc.) ausgewählt wurden. Ziel dieser Maßnahme war es, einen geeigneten Beurteilungsmaßstab für die Festlegung dieser gebietspezifischen Richtwerte

zu finden und mögliche Konsequenzen nach der SächsSchAVO aufzuzeigen.

Abb. 15 und Tab. 4 zeigen eine Übersicht über die  $\text{NO}_3\text{-N}$ - Gehalte inner- und außerhalb von Wasserschutzgebieten. Ein signifikanter Unterschied zwischen DTF innerhalb und außerhalb von WSG wie im Vorjahr läßt sich für 1995 nicht nachweisen. Der Unterschied im  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt zwischen "Nicht-WSG"-Flächen und DTF in Schutzzone (SZ) II ist minimal (ca. 2 kg/ha), der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt von DTF in SZ III sogar geringfügig (3 kg/ha) niedriger als in SZ II. Offensichtlich ist es nur in SZ III gelungen, den  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt gegenüber den Vorjahren weiter kontinuierlich zu senken, wenn auch zu den "Nicht-WSG"-Flächen kaum noch ein Unterschied festzustellen ist. Dagegen scheinen die  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte in SZ II auf einem immer noch vergleichsweise hohen Niveau, gemessen an dem Richtwert von 45 kg/ha, zu stagnieren. Ein wesentlicher Grund für diese geringfügigen Unterschiede ist vor allem darin zu suchen, daß es sich bei den "Nicht-WSG"-Flächen verbreitet um Flächen handelt, die nach den Bestimmungen des Förderprogramms "Umweltgerechte Landwirtschaft" bewirtschaftet werden. Diese zeichnen sich u.a. je nach Förderstufe durch gleichfalls restriktive Bestimmungen hinsichtlich Bewirtschaftungsintensität und Düngungsniveau aus, die denen in Wasserschutzgebieten vergleichbar sind. Bei allgemein niedrigen  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalten im Boden wie im Jahr 1995 sind somit diesbezügliche Differenzen nicht mehr eindeutig einer bestimmten Maßnahme zuzuordnen.

Auch die Häufigkeitsverteilung der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte (Abb. 16) in WSG unterscheidet sich aus diesem Grund nicht wesentlich von den "Nicht-WSG"-Flächen. Hier ist jedoch die vorgenommene Klasseneinteilung von größerer Bedeutung, da sie sich direkt an dem in der SächsSchAVO vorgegebenen Wert von 45 kg/ha  $\text{NO}_3\text{-N}$  orientiert. Dies bedeutet, daß ca. 30 % aller untersuchten Proben unter 45 kg/ha  $\text{NO}_3\text{-N}$ , jedoch noch immer 25 % über dem doppelten Wert von 90 kg/ha  $\text{NO}_3\text{-N}$  liegen.

Im Fruchtartenspektrum (Tab. 5) fällt in SZ II der überproportional hohe Anteil an Sommergetreide, Futterleguminosen und Bracheflächen auf. Das übrige Fruchtartenspektrum ist vergleichbar. Der vergleichsweise hohe  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt der Böden in SZ II ist in erster Linie jedoch auf den hohen  $\text{NO}_3\text{-N}$ -

N-Gehalt der Böden nach Winterweizen zurückzuführen (ca. 75 kg/ha gegenüber 61 kg/ha in SZ III und 65 kg/ha außerhalb von WSG). Betroffen sind wiederum ausschließlich Al- und Löss-Standorte.

Die Mittelwerte der ausgewählten Wasserschutzgebiete (Tab. 6) unterscheiden sich z. T. erheblich von denen des Vorjahres. Deutlich niedriger liegt der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt des Talsperre Saidenbach (-45 kg/ha) und des WSG Deutschenbora (-55 kg/ha). Entgegen dem allgemeinen Trend stieg der durchschnittliche  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt des WSG Mülsengrund stark an (+26 kg/ha). Insgesamt streuen die mittleren  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte zwischen den untersuchten WSG (von 17 bis 101 kg/ha) deutlich stärker als im Vorjahr. Anhand dieser Beispiele wird die Problematik deutlich, mit wenigen ausgewählten Flächen den  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt eines relativ kleinen Gebietes zu charakterisieren, da sich hier einzelne Extremwerte wesentlich stärker auf den berechneten Mittelwert auswirken können. Diesbezügliche Aussagen können nur für das jeweilige Jahr getroffen werden und lassen keine allgemeinen Schlußfolgerungen über den tatsächlichen Gefährdungsgrad eines Wasserschutzgebietes zu. Für die verantwortliche Interpretation dieser Werte ist es deshalb zwingend erforderlich, sich das Zustandekommen der Einzelergebnisse genauestens anzusehen und dabei einen Mindestumfang an untersuchten Proben sicherzustellen.

### **2.1.5 Zusammenfassung der $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte von Bodenuntersuchungen einzelner Schläge nach landwirtschaftlichen Betrieben**

Aus den Ergebnissen der bisherigen Untersuchungen wird ersichtlich, daß bei einer Gesamtbeurteilung eines Betriebes hinsichtlich seiner  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte der Einfluß von Ausreißern und Extremwerten vor allem bei kleineren Stichprobenumfängen unbedingt berücksichtigt werden muß. Aus diesem Grund wurden für eine betriebspezifische Zusammenfassung der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Bodenuntersuchungen wie im vergangenen Jahr nur Betriebe mit einer Stichprobenanzahl von  $n \geq 6$  ausgewählt. Bedingt durch den hohen Anteil an der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche sind dabei Großbetriebe stärker vertreten als kleinere Unternehmen oder Familienbetriebe. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Abb. 17 mit für 1995 absteigenden  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalten dargestellt. Erwar-



tungsgemäß lassen sich auch hier wieder starke jahresspezifische Schwankungen im NO<sub>3</sub>-N-Gehalt feststellen, die im Extremfall (Nr. 10) im Mittel eines Betriebes über 150 kg/ha betragen können. Es gibt offenbar aber auch Betriebe, die durch konstant hohe NO<sub>3</sub>-N-Gehalte (Nr. 1) oder durch einen kontinuierlich ansteigenden Verlauf dieser Werte (Nr. 3, 8) auffallen.

Eine andere Methode, die relativ unempfindlich gegenüber Ausreißern und Extremwerten ist, ist eine Ranganalyse, die die mittleren Prozentränge eines Betriebes getrennt nach Jahren berücksichtigt (Abb. 18). Dabei zeigt sich, daß ein Betrieb (Nr. 1) in 4 von 5 Jahren zu den Betrieben mit den höchsten Rangzahlen gehört. Damit läßt sich eindeutig nachweisen, daß dieser Betrieb signifikant mehr Schläge mit hohen NO<sub>3</sub>-N-Gehalten besitzt als andere. Ähnlich verhält es sich bei den Betrieben Nr. 2, 3 und 9. Hier ist aufgrund der nachweisbaren Häufung von Meßergebnissen mit hohen NO<sub>3</sub>-N-Gehalten dringender Handlungs- und Beratungsbedarf erforderlich.

Bei der Zusammenfassung der NO<sub>3</sub>-N-Gehalte von Betrieben mit mindestens 3 beprobten Schlägen (Abb. 19) muß oft mit einer großen Streuung der Meßergebnisse gerechnet werden. Zwar fallen 1995 auch hier Betriebe mit einem hohen mittlerem NO<sub>3</sub>-N-Gehalt auf, bei dem allgemeine Bewirtschaftungsfehler unterstellt werden können (Nr. 13), jedoch können im Einzelfall extrem hohe Einzelwerte (Nr. 14:  $x_{\max} = 296$  kg/ha NO<sub>3</sub>-N; n = 3) den Durchschnittswert eines Betriebes stark beeinflussen. Da die gemessenen NO<sub>3</sub>-N-Gehalte der beiden anderen beprobten Schläge im Bereich <90 kg/ha liegen, wäre, wenn andere Fehlerquellen technischer Art ausgeschlossen werden können, in diesem konkreten Fall zu klären, ob die auf diesem Schlag angebauten Futterleguminosen maßgeblichen Anteil an dem extrem hohen Maximalwert besitzen.

### **2.1.6 Durchschnittliche NO<sub>3</sub>-N-Gehalte von Flächen, die nach dem Förderprogramm "Umweltgerechte Landwirtschaft" bewirtschaftet werden**

Eine Klassifizierung der NO<sub>3</sub>-N-Gehalte der Böden von Betrieben, die ihre Flächen nach verschiedenen Stufen des Förderprogramms "UL" des Freistaates Sachsen bewirtschaften, erlaubt Rückschlüsse aus die Auswirkung von bestimmten Maßnahmen auf

den NO<sub>3</sub>-N-Gehalt im Spätherbst. Diese Differenzierungen können ab dem Jahr 1993 für die DTF vorgenommen werden. Hierbei werden nachfolgende Abkürzungen verwendet:

Grund:

Flächen von Betrieben, die Teilnehmer am Förderprogramm "Umweltgerechte Landwirtschaft" (UL) in der Förderstufe Grundförderung sind. Bestandteil dieses Programmteils sind im wesentlichen Maßnahmen des integrierten Landbaus. Sie verpflichten den Teilnehmer insbesondere zur Einführung und Beibehaltung der N-Düngung nach BEFU unter Verwendung von N<sub>min</sub>-Bodenuntersuchungen im Frühjahr.

Zusatz 1:

Flächen von Betrieben, die Teilnehmer am Förderprogramm "Umweltgerechte Landwirtschaft" in der Förderstufe Zusatzförderung 1 sind. Hier treten zusätzliche Auflagen in Kraft, die u.a. eine Reduzierung der N-Düngung um 20 % gegenüber der BEFU-Empfehlung vorschreiben.

Zusatz 2:

Flächen von Betrieben, die Teilnehmer am Förderprogramm "Umweltgerechte Landwirtschaft" sind und auf denen in dem betreffenden Jahr eine Maßnahme nach Förderstufe 2 wirksam wird. Die Maßnahme wird zusätzlich wirksam und kann sowohl in Kombination mit der Grundförderung als auch mit Zusatzförderung 1 angewendet werden. Sie verpflichten den Bewirtschafter zur Anwendung weiterer bodenschonender Maßnahmen (z. B. Begrünung, Mulchsaat, Anbau von Zwischenfrüchten)

ökologisch:

Flächen von Betrieben, die Mitglied in einem von der Arbeitsgemeinschaft "Ökologischer Landbau e.V." anerkannten Anbauverband sind. Hierbei handelt es sich um Flächen, die sich seit 1990 bzw. 1991 in der Umstellung befinden und somit bereits eine bessere Anpassung an das neue Bewirtschaftungssystem aufweisen.

KULAP:

Flächen von Betrieben, die nach dem Förderprogramm KULAP gefördert werden. Wegen der geringen Anzahl von DTF mit Förderung nach KULAP und der anders gelagerten Förderstrategie dieses Programms werden diese Flächen nicht in die Betrachtung einbezogen.

Abb. 20 zeigt die jährlichen Schwankungen der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte im Herbst. Es ist deutlich erkennbar, daß die bereits im Jahr 1994 beginnende Differenzierung 1995 noch ausgeprägter ist. Bei Zusatzförderung 1 fällt der Wert um 19 kg  $\text{NO}_3\text{-N/ha}$  gegenüber 1994, bei der Grundförderung um 17 kg  $\text{NO}_3\text{-N/ha}$ , unter Flächen ohne Förderprogramm beträgt der Rückgang trotz der höchsten Ausgangswerte 1994 nur 14 kg  $\text{NO}_3\text{-N/ha}$ . In den niedrigen Gehaltsstufen 1994 (Zusatz1+Zusatz2, ökolog.) ist die Abnahme relativ geringer.

Da mit Beginn des Förderprogramms im Jahr 1993 von gleichen Startbedingungen ausgegangen werden kann (mit Ausnahme der Werte aus dem ökologischen Anbau) und sich für 1994 vom Trend her bereits die Unterscheidung in Teilnahme bzw. Nichtteilnahme am Programm "UL" andeutete, zeigen die Ergebnisse für das Jahr 1995 (Tab. 7), daß sich die signifikanten Differenzen verschoben haben. Die ökologisch bewirtschafteten Flächen unterscheiden sich im Restnitratgehalt nicht mehr von Flächen, die nach den Förderbedingungen für "UL" bewirtschaftet werden. Die niedrigsten Restgehalte werden unter der Kombination Zusatzförderung 1 + Zusatzförderung 2 gemessen. Die Flächen nach dem Förderprogramm UL haben signifikant niedrigere Nitratrestgehalte gegenüber den Nichtteilnehmern (Abb. 21). Die Zusatzförderung 1 führt zu niedrigeren Werten gegenüber der Grundförderung.

Die Abb. 22 zeigt die Ergebnisse aller Werte im Mittel über die Jahre 1993 - 95. Die kurze Laufzeit der Programme führte hierbei noch zu keiner stabilen Differenzierung zwischen den verschiedenen Fördermaßnahmen nach "UL" bzw. zu den ökologisch bewirtschafteten Flächen. Andererseits ist der Trend der Differenzierung bereits absehbar.

## 2.2 Durchschnittliche $N_{\min}$ -Gehalte im Frühjahr 1996

Bei der Darstellung der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen ist prinzipiell zwischen den Kontrolluntersuchungen im Herbst und den zahlreichen

Untersuchungen im Frühjahr, die im Rahmen der BEFU- Düngungsempfehlungen landesweit durchgeführt werden, zu unterscheiden. Letztere dienen ausschließlich der Beratung der Landwirte und werden auf freiwilliger Basis zum größten Teil von Privatlabors untersucht. Lediglich ein kleiner Teil davon wird zusammen mit den DTF im Labor des Fachbereichs 10 der LfL untersucht. Im Gegensatz zu den Untersuchungen im Herbst ist auch der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Anteil von größerer Bedeutung, da er in die Düngungsberechnung als  $N_{\min}$  einbezogen wird.

Um einen Überblick über die  $N_{\min}$ -Gehalte im Frühjahr 1996 zu bekommen, genügt es, die bereits erhobenen standort- und bewirtschaftungsspezifischen Daten der DTF dazu zu nutzen. Tab. 8 zeigt die  $N_{\min}$ -Gehalte der Jahre 1993 - 1995, Tab. 9 und Abb. 23 den Vergleich der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte der Jahre 1991 - 1996.

Auf den ersten Blick läßt sich erkennen, daß im Frühjahr 1996 deutlich höhere  $N_{\min}$ -Gehalte gemessen wurden als in den Vorjahren. Im Mittel der DTF lagen die  $\text{NO}_3\text{-N}$ - um 20 kg/ha und die  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalte um 10 kg/ha höher als im Frühjahr 1995. Auch die Häufigkeitsverteilung der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte (Abb. 24) zeigt eine deutliche Verschiebung der prozentualen Anteile von der niedrigsten in die beiden höchsten Kategorien, so daß im Frühjahr 1996 ca. 20 % aller Werte in dem Bereich über 135 kg/ha  $\text{NO}_3\text{-N}$  lagen.

Maßgeblichen Anteil daran hatte der verspätet einsetzende Vegetationsbeginn, der eine Bodenprobenahme erst ab Mitte Februar ermöglichte und u.a. zu Problemen bei der ordnungsgemäßen Gülleausbringung führte. Interessant ist der Vergleich der  $N_{\min}$ -Gehalte mit dem entsprechenden Probenahmezeitraum des Vorjahres (Abb. 25). Bereits zu Beginn der Probenahme in der 2. Februarhälfte (vorher war eine Probenahme aufgrund der ungünstigen Witterung nicht möglich) lag der mittlere  $N_{\min}$ -Gehalt um 30 kg/ha über dem Wert des Vorjahres. Besonders auffällig ist dabei der hohe Anteil an  $\text{NH}_4\text{-N}$  (ca. 40%), der erst wieder ab Anfang April unter 10 kg/ha sinkt. Dies deutet darauf hin, daß in den Monaten Februar und März auf diesen Flächen in verstärktem Maß Gülle ausgebracht worden sein könnte. Die höchsten  $N_{\min}$ -Gehalte wurden schließlich in der 2. Märzhälfte mit 80 kg/ha und mehr erreicht.

Einen guten Eindruck der räumlichen Verteilung zeigen die Abb. 26 und 27. Die höchsten  $N_{\min}$ -Gehalte wurden im Frühjahr 1996 in den Kreisen des Regierungsbezirkes Leipzig gemessen (ca. 86 kg/ha im Mittel aller Kreise), gefolgt von den Kreisen der Regierungsbezirke Dresden und Chemnitz. Im Frühjahr 1996 spiegelt sich diese räumliche Verteilung auch bei der Darstellung der  $NO_3$ -N-Gehalte in Abhängigkeit von anderen standortbezogenen Parametern wieder. So nimmt der  $NO_3$ -N-Gehalt mit steigender Ackerzahl (Abb. 28) ebenso kontinuierlich zu wie mit dem zunehmenden Feinanteil der entsprechenden Bodenart (Abb. 29). Auch die  $NO_3$ -N-Gehalte der NStE-Gruppen geben diese klare räumliche Trennung wieder (Abb. 30). Während die tiefgründigen und sich schnell erwärmenden Böden durch eine verstärkte N-Netto-Mineralisation hohe  $NO_3$ -N-Gehalte zeigen, befinden sich die  $NO_3$ -N-Gehalte auf den flachgründigen und steinreichen Böden der V-Standorte auf deutlich niedrigerem Niveau.

Zusammenfassend werden diese Ergebnisse von Abb. 31 wiedergegeben. Im Frühjahr 1996 wurden insgesamt für fast alle Agrarstrukturgebiete überdurchschnittlich hohe  $NO_3$ -N-Gehalte festgestellt. Lediglich in den Höhenlagen der Mittelgebirge wurden Werte gemessen, die mit denen der Vorjahre vergleichbar waren. Ursache dafür war in erster Linie eine lange und sehr kalte Frostperiode, die den Vegetationsbeginn verzögerte, dann aber sehr schnell von wärmeren Luftmassen verdrängt wurde, was zu einem Mineralisationsschub der guten bis sehr guten Böden führte. Unter diesen Umständen wird deutlich, daß die Notwendigkeit einer  $N_{\min}$ -Bodenuntersuchung im Frühjahr weiterhin besteht, um eine bedarfsgerechte und umweltschonende N-Düngung zu gewährleisten, da andere N-Düngungssysteme, die mehr oder weniger auf Prognosemodellen hinsichtlich des erwarteten Witterungsverlaufs beruhen, den aktuellen Verlauf der Witterung und damit dem tatsächlich zur Verfügung stehenden pflanzenverfügbaren Stickstoff nur ungenügend berücksichtigen können. Daß es unter bestimmten Bedingungen auch mit der korrekten Umsetzung dieses Düngungssystems Probleme geben kann, zeigen die hohen  $NH_4$ -N-Gehalte im Frühjahr 1995, die unter Berücksichtigung der begrenzten Lagerkapazitäten für Gülle in einigen Fällen eine Gülleausbringung vor der Entnahme der Bodenproben vermuten lassen. Es muß deswegen mit Nachdruck darauf hingewiesen

werden, daß eine entsprechende N-Düngungsempfehlung nur dann sinnvoll ist, wenn die dafür erforderliche Bodenprobe unmittelbar vor der geplanten N-Düngung entnommen wird.

Die Vorfruchtgruppen mit den höchsten  $NO_3$ -N-Gehalten im Frühjahr 1996 waren identisch mit den Fruchtgruppen, die im Herbst des Vorjahres die höchsten  $NO_3$ -N-Gehalte zeigten (Abb. 32). Auch die absoluten Beträge sind nahezu identisch, so daß die  $NO_3$ -N-Differenzen zwischen Herbst 1995 und Frühjahr 1996 weniger als 20 kg/ha betragen (Abb. 33). Unter der Voraussetzung, daß im Zeitraum von November 1995 bis März 1996 die N-Dynamik weitgehend zum Erliegen gekommen ist, lassen sich die mittleren  $NO_3$ -N-Gehalte im Frühjahr 1996 auf die von der entsprechende Vorfrucht abhängigen Ausgangswerte im Spätherbst des Vorjahres zurückführen. Ob dies auch für den einzelnen Standort zutrifft, soll ein Vergleich der Einzelwerte zwischen Herbst 1995 und Frühjahr 1996 zeigen.

Wie Abb. 34 zeigt, lassen sich bei einem paarweisen Vergleich der  $NO_3$ -N-Gehalte zwischen Herbst 1995 und Frühjahr 1996 keine signifikanten Korrelationen feststellen. Auch die Korrelation zwischen dem  $NO_3$ -N-Gehalt im Herbst und der Differenz zwischen Herbst und Frühjahr (Abb. 35) kann die komplexen Vorgänge im Boden (Mineralisation und Einbau von mineralischem Stickstoff in die organische Substanz) zwischen den beiden Probenahmetermen nicht wiedergeben. Durch die überdurchschnittlich hohen  $NO_3$ -N-Gehalte im Frühjahr 1996 ergibt sich rein rechnerisch zwar auch nach den sogenannten "Problemkulturen" Kartoffeln, Ölfrüchte und Mais nur eine geringe mittlere Differenz zu den Werten im Herbst, jedoch kann daraus folgerichtig nicht abgeleitet werden, ob und wie groß die Gefahr der Nitratverlagerung in tiefere Bodenschichten im Winterhalbjahr 1995/96 für den einzelnen Standort war. Unter der Annahme, daß im Winterhalbjahr die N-Mineralisation weitgehend zum Stillstand gekommen ist, kann jedoch aufgrund der niedrigen  $NO_3$ -N-Ausgangswerte im Spätherbst von einem allgemein geringen Risiko ausgegangen werden. Mit Hilfe von N-Bilanzmodellen und der Einschätzung der klimatischen Verhältnisse, die im folgenden näher untersucht werden, soll versucht werden, dieses genauer zu bestimmen.

### 2.3 Einfache N-Bilanzen

### 2.3.1 Berechnungsgrundlage

Entscheidend für die Auswahl und Aussagekraft des N-Bilanzmodells sind:

### Gegenstand des Modells (Einzelschlag oder Gesamtbetrieb)

### Zeitraum (Anzahl der bilanzierten Jahre) und

### zur Verfügung stehende Parameter

Letztere sind insofern kritisch zu bewerten, daß jeder N-Bilanzansatz mit der Anzahl der verwendeten Parameter an Aussagekraft gewinnt. Andererseits besteht die Gefahr, daß die Einbeziehung von Parametern mit einem hohen Schätzfehler (z. B. N-Fixierung durch Leguminosen) in das gewählte Modell die N-Bilanz maßgeblich verfälschen kann.

Um den Aufwand in vertretbaren Grenzen zu halten, wurden für diesen Bericht die erhobenen Bewirtschaftungsdaten in einem einfachen N-Bilanzmodell ausgewertet. Dazu wurden wie im vergangenen Jahr folgende Parameter verwendet:

- tatsächliche Erträge der verschiedenen Fruchtarten
- Ernterückstände (erst seit 1992 erfaßt)
- 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 (ANONYM, 1995). Sofern diese nicht zur Verfügung standen, wurden die entsprechenden Angaben aus den "Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau, (ANONYM, 1993 entnommen. Zur Berechnung der pflanzenverfügbaren N-Mengen aus den organischen Düngemitteln wurden die in Tab. 10 dargestellten Parameter verwendet.

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:

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

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

Ausgeschlossen von dieser Berechnung der N-Bilanz wurden alle Kulturen, für die es bisher im Freistaat Sachsen keine entsprechenden Düngungsempfehlungen gibt. Ebenfalls unberücksichtigt blieben Dauergrünland und 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.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Ergebnisse dieser N-Bilanz im wesentlichen nur vergleichenden Charakter besitzen, so daß die absoluten Werte nicht als tatsächliche "Netto-N-Bilanz" angesehen werden können (dies läßt sich am besten abschätzen, wenn sowohl der Gesamtbetrieb als auch die einzelnen Schläge über mehrere Jahre bilanziert werden). Diese Form der N-Bilanz gibt jedoch Hinweise auf offensichtliche Schwachstellen innerhalb einer Fruchtfolge bezogen auf einen überdurchschnittlich hohen Einsatz an Stickstoff, denen mit geeigneten Maßnahmen begegnet werden muß.

### 2.3.2 Erträge 1995

Einen wesentlichen, jedoch schwer zu beeinflussenden Faktor jeder N-Bilanz stellen die jahresspezifischen Nettoerträge dar. Die Ernteergebnisse

des Jahres 1995 sind in Abb. 36 getrennt für DTF und den Freistaat Sachsen dargestellt. Die Ergebnisse für Sachsen entstammen dem Bericht des Statistischen Landesamtes, (ANONYM, 1996) für das Erntejahr 1995/96.

Darin kommt zum Ausdruck, daß die Getreideerträge des Jahres 1995 ca. 5 - 6 % über denen des langjährigen Mittels lagen. Dies trifft im wesentlichen auch für die DTF zu (mit Ausnahme der Sommergerste). Deutlich bessere Erträge wurden auch bei Winterraps und Zuckerrüben erreicht. Hier lagen die Ergebnisse der DTF sogar noch über denen im Landesdurchschnitt. Ein herber Rückgang der erzielten Erträge um 6 - 11 % mußte dagegen bei Silomais und Kartoffeln hingenommen werden. Insgesamt gesehen war das Jahr 1995/96 ein überdurchschnittlich gutes Erntejahr, wobei z. T. regional deutlich unterschiedliche Ergebnisse zu beobachten waren. Die Erträge der DTF waren bis auf wenige Ausnahmen mit denen im Landesdurchschnitt gut vergleichbar.

### 2.3.3 N-Düngung

Bei der gesamten N-Düngung zur Frucht (= mineralische + organische N-Düngung, angerechnet zu 100 %) lassen sich gegenüber den Vorjahren für die Getreidearten nur geringe Veränderungen nachweisen (Abb. 37). Bedenklich ist jedoch die teilweise erhebliche Zunahme der eingesetzten Düngermenge für Hack- und Ölfrüchte gerade im Hinblick auf die Probleme, die diese Kulturen in Bezug auf den Restgehalt an Nitrat im Boden bereiten. Zu berücksichtigen ist dabei jedoch, daß aufgrund der sehr niedrigen  $N_{\min}$ -Gehalte im Frühjahr 1995 eine entsprechend höhere N-Empfehlung über das BEFU-Programm gegeben worden ist. Darüber hinaus wird bei dieser Empfehlung nur der Teil der organischen N-Düngung angerechnet, der von der im gleichen Bewirtschaftungsjahr angebauten Kultur genutzt werden kann. Daraus ergeben sich die für das Jahr 1995/96 in Abb. 38 dargestellten pflanzenverfügbaren N-Düngermengen. Aus der Differenz zwischen pflanzenverfügbarer und gesamter N-Menge ergibt sich somit ein Stickstoffpotential, welches im Erntejahr gerade bei düngungsintensiven Kulturen wie Kartoffeln und Mais zu einem Problem hinsichtlich des Nitratgehaltes im Herbst führen kann.

Verantwortlich ist dafür jedoch nicht die durch das BEFU-Programm empfohlene N-Menge, die der Pflanze in ausreichendem Umfang zur Verfügung gestellt werden muß, sondern eine möglichst optimale Ausnutzung des eingesetzten Stickstoffs und eine Verwertung der Nährstoffe aus den Ernterückständen.

Da für Wasserschutzgebiete hinsichtlich der ausgebrachten N-Düngung besondere Einschränkungen gelten, stellt sich die Frage, ob sich die ermittelten N-Düngermengen innerhalb und außerhalb von WSG unterscheiden. Wie Abb. 39 zeigt, lassen sich Unterschiede in Abhängigkeit von der angebauten Fruchtgruppen erkennen. So ist die zugeführte N-Menge zu Mais in WSG um 30 %, bei Ölfrüchten und Getreide um 15-20 % niedriger als außerhalb. Erstaunlich ist, daß Futterleguminosen im WSG dagegen höher gedüngt wurden als außerhalb von WSG.

### 2.3.4 N-Bilanzen

Mit dem unter 2.3.1 erläuterten N-Bilanzansatz lassen sich aus der Differenz der ermittelten Bilanzparameter "N-Düngung" und "N-Entzug" die in Abb. 40 dargestellten N-Bilanzen berechnen. Dies wurde für die 300 DTF berechnet, für die eine N-Bilanz in jedem Jahr erstellt werden konnte. Danach haben die "Bilanzüberschüsse" im Jahr 1995, bedingt durch die Zunahme der eingesetzten N-Düngermenge gegenüber den Vorjahren, wieder deutlich zugenommen, da der tatsächlich erzielte Ertrag demgegenüber leicht sank. Bezogen auf die einzelnen Fruchtarten (Abb. 41) erzielten die Fruchtarten, denen prozentual mehr organische Düngemittel zugeführt werden, auch die höchsten Überschüsse in der N-Bilanz. Besonders davon betroffen waren 1995 Zuckerrüben, Spätkartoffeln, Winterraps und Silomais. Dagegen zeigten alle Getreidearten eine weitgehend ausgeglichene N-Bilanz.

Der standortbezogene Einfluß auf die N-Bilanz (Abb. 42) wird durch diese Effekte überlagert. Bedingt durch die unterschiedliche Fruchtartenzusammensetzung wurden die höchsten Überschüsse in der N-Bilanz für das ASG 1 (Sächs. Heidegebiet), die niedrigsten für das ASG 3 (Mittelsächs. Lößgebiet) errechnet. Dies läßt sich dadurch erklären, daß das Risiko, auf ertragsschwachen Standorten einen hohen Bilanzüberschuß zu erzielen, größer ist als auf Böden, die aufgrund

ihrer Struktur (Tiefgründigkeit, Humusgehalt, Speichervermögen) eine bessere Ausnutzung des N-Angebots erlauben. Nicht unerwähnt bleiben sollte jedoch, daß ein N-Bilanzüberschuß von vielen Landwirten in Kauf genommen wird, um standortbedingte Nachteile auszugleichen und ihren Kulturen eine ausreichende Nährstoffversorgung zu sichern.

Differenziert man nach Flächen innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten (Abb. 43 und 44), so drückt sich der geringere Einsatz von organischen N-Düngern in WSG in einer negativen N-Bilanz aus. Bemerkenswert ist der nur unwesentlich geringere N-Entzug (ca. 15 kg/ha N) gegenüber Flächen außerhalb von WSG. Offensichtlich ist es unter bestimmten Bedingungen durchaus möglich, vergleichbare Erträge mit einem deutlich niedrigen Aufwand an N-Düngermengen zu erzielen.

### **2.3.5 Korrelation N-Bilanz/NO<sub>3</sub>-N-Gehalt im Herbst**

Ein Vergleich der berechneten N-Bilanz mit den dazugehörigen NO<sub>3</sub>-N-Gehalten im Herbst 1995 (Abb. 45) läßt erkennen, daß auch diese Methode nicht geeignet ist, um Prognosen über den NO<sub>3</sub>-N-Gehalt im Herbst abzugeben. Auch die Einbeziehung des N<sub>min</sub>-Gehaltes des Frühjahrs 1995 in die N-Bilanz ändert an dieser Feststellung nichts.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die ausgebrachte N-Menge vor allem an organischen Düngemitteln gegenüber dem Vorjahr deutlich anstieg. Begünstigt wurde dies durch höhere BEFU-Empfehlungen im Frühjahr 1995, die ihrerseits auf niedrigen N<sub>min</sub>-Gehalten im Boden beruhen. Dies trifft vor allem auf die Fruchtarten zu, die traditionell in hohem Maß organisch gedüngt werden, sowie auf die Kulturen, die nicht in Wasserschutzgebieten angebaut werden. Durch das nur leicht verringerte Ertragsniveau ergaben sich für 1995 somit deutlich höhere Überschüsse in der N-Bilanz. Ein Einfluß auf den gemessenen NO<sub>3</sub>-N-Gehalt im Herbst konnte jedoch nicht nachgewiesen werden.

### **2.4 Aktuelle Witterungsdaten September 1995 - März 1996 und Einschätzung der N-Dynamik**

Wie bereits in den vergangenen Jahren gezeigt werden konnte, zählen die speziellen klimatischen Bedingungen zwischen September und Dezember zu den Faktoren, die den größten Einfluß auf den Nitratgehalt im Boden besitzen. Aus diesem Grund wurden erstmals die Daten aller von der Landesanstalt für Landwirtschaft unterhaltenen Wetterstationen (Abb. 46) für diesen Zeitraum ausgewertet.

Danach zeigt sich, daß die mittlere Lufttemperatur in 2 m Höhe (Abb. 47 und 48) im Oktober um 3 °C über dem langjährigen Mittel lag. Danach begann jedoch eine Kälteperiode mit extrem niedrigen Temperaturen im Dezember, Januar und Februar, die bis in den März hinein andauerte. Wie Abb. 47 und Abb. 53 anhand der gemessenen Tageswerte beweisen, erreichte die Bodentemperatur in 5 cm Tiefe die 5 °C-Linie, die ab dem 19. November nicht mehr überschritten wurde, bereits Anfang November. Von diesem Zeitpunkt an kann davon ausgegangen werden, daß die für eine Mineralisation von organischer Substanz notwendige Bodentemperatur nicht mehr gegeben war. Die Verteilung der kumulativen Niederschläge (Abb. 49 - 51) ist gebietspezifisch unterschiedlich zu beurteilen. Während im Regierungsbezirk Chemnitz die durchschnittliche Niederschlagsmenge fast überall erreicht oder übertroffen wurde, trifft dies im Regierungsbezirk Dresden nur für die Wetterstation Pielitz zu, während Kalkreuth und Pommritz bis Ende März ein deutliches Defizit gegenüber dem langjährigen Mittel zeigen. Die größten Niederschlagsdefizite sind im Regierungsbezirk Leipzig (Spröda und Köllitsch) zu beobachten.

Daraus ergibt sich eindeutig, daß durch den im Vergleich zum Vorjahr geradezu entgegengesetzten Witterungsverlauf die Mineralisation ab November praktisch zum Stillstand gekommen ist. Durch die regional unterschiedliche Häufigkeit und Menge an Niederschlägen kann darüber hinaus für manche Gebiete der Regierungsbezirke Dresden und Leipzig eine Nitratverlagerung in das Grundwasser für den untersuchten Zeitraum nahezu ausgeschlossen werden.

en. Die klimatische Wasserbilanz (Abb. 52) zeigt zwar im November ein deutliches Maximum, sinkt danach aber rasch wieder ab und verharrt auf einem sehr niedrigen Niveau.

Daraus folgt, daß die klimatischen Voraussetzungen für sehr niedrige  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte im Jahr 1995 günstig waren. Einen wichtigen Hinweis liefern dabei die  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte des oberen Bodenhorizontes. Hier können die Mineralisationsbedingungen für das entsprechende Jahr gleichsam abgelesen werden: Hohe  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte in den Jahren mit guten Mineralisationsbedingungen ergeben hohen Gesamt- $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte und umgekehrt. Die untere Bodenschicht zeigt demgegenüber weitaus geringere Schwankungen zwischen den Jahren.

Die anhaltend kalte Witterung zu Beginn des Jahres 1996 läßt die Bodentemperaturen im Oberboden erst ab Mitte März über  $0\text{ }^\circ\text{C}$  ansteigen (Abb. 53). Die Niederschlagsmenge verteilt sich regional unterschiedlich und erreicht nur in Ausnahmefällen das langjährige Mittel, jedoch reicht die Summe der im Winterhalbjahr niedergegangenen Niederschlagsmenge insgesamt aus, um die Bodenwasservorräte aufzufüllen. Aufgrund des verspätet einsetzenden Vegetationsbeginns und der daran anschließenden raschen Erwärmung kommt es innerhalb kurzer Zeit zu einer starken Mineralisation und damit zu einem Anstieg der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte.

### **3 Diskussion**

#### **3.1 Nitrat-Untersuchungen im Herbst 1995**

Nach dem vorübergehenden Anstieg der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte im Jahr 1994 sank der gemessene Mittelwert über alle 780 untersuchten DTF im Jahr 1995 mit  $70,5\text{ kg/ha}$  auf den niedrigsten Stand seit Beginn der Untersuchungen im Jahr 1990. Die räumliche Differenzierung war allgemein gering, die Häufigkeitsverteilung zeigt seit 1991 eine kontinuierliche Zunahme der Klasse von  $45 - 90\text{ kg/ha}$ , verbunden mit der entsprechenden Abnahme der Klasse von  $90 - 135\text{ kg/ha}$ . Die prozentualen Anteile der Klassen mit den niedrigsten und den höchsten  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalten bedingen sich wechselseitig.

Im Unterschied zu den klimatisch beeinflussten Parametern wirken sich standort- und bewirtschaftungsspezifische Einflußgrößen bei vergleichsweise niedrigen  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalten weitaus schwächer aus. Es wurden für jeden untersuchten Parameter niedrigere  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte als im Herbst 1994 gefunden. Trotzdem kann gezeigt werden, daß die typi-

schen jahresspezifischen Schwankungen unter bestimmten standörtlichen Bedingungen weniger stark ausgeprägt sind. Dazu gehören im allgemeinen die gut bis sehr gut mit Nährstoffen versorgten Böden der Leipziger Tieflandsbucht und des Mittelsächsischen Raumes, insbesondere bei tiefgründigen Böden mit Lößauflage oder Auenböden von Flußniederungen. Unabhängig davon gibt es jedoch weiterhin Probleme mit hohen  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalten im Boden beim Anbau bestimmter Fruchtarten, auch wenn es bisweilen gelungen ist, die  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte zumindest teilweise zu reduzieren (z. B. nach Mais). Ob dies jedoch auch langfristig gelingt, hängt auch vom Einsatz bestimmter bewirtschaftungstechnischer Maßnahmen ab. Jahr für Jahr führt die Analyse der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß sowohl die Form der Herbstbodenbearbeitung (Abb. 54) als auch die Art und Verwendung des eingesetzten Düngemittels (Abb. 55 - 57) einen entscheidenden Einfluß auf die Höhe der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte im Spätherbst besitzen, obgleich für 1995 die Unterschiede aufgrund der allgemein niedrigen  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte geringer ausfallen. Am deutlichsten wird dies bei Vergleich der Verwendung des eingesetzten Düngers (Abb. 57). Hier bleibt festzuhalten, daß der Mineraldüngereinsatz mit einer relativ hohen Effizienz erfolgt, da er gut dosierbar und genau dem Bedarf der Pflanze entsprechend eingesetzt werden kann. Dagegen ist offensichtlich, daß der Einsatz von organischen Düngemitteln, insbesondere von Stallmist, häufig in seiner Wirkung auf den gesamten Stickstoffkreislauf unterschätzt und zuweilen auch eher als bodenverbessernde Maßnahme eingesetzt wird. Für den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit im Sinne einer ausgeglichenen Humusbilanz leisten organische Düngemittel einen entscheidenden Beitrag. Unbestritten bleibt jedoch, daß die N-Freisetzung von organischen Düngemitteln je nach Witterungsverlauf schwer kalkulierbar ist. Trotzdem können bei der Unterlassung grober Fehler und durch den Einsatz moderner Ausbringungstechnik deutliche Verbesserungen, auch in ökonomischer Hinsicht durch Einsparung von Mineraldüngerzukauf, erreicht werden. Durch den in Zukunft erwarteten vermehrten Einsatz von Sekundärrohstoffdüngern, insbesondere von Komposten, muß mit weiteren nur schwer kalkulierbaren N-Einträgen in den Stickstoffkreislauf gerechnet werden, die sich auch

auf die Höhe der NO<sub>3</sub>-N-Gehalte im Spätherbst auswirken werden. Auch die Düngungsmaßnahmen im Zusammenhang mit der Wahl der Folgekultur besitzen einen großen Einfluß auf den NO<sub>3</sub>-N-Gehalt im Herbst (Abb. 58 und 59). Flächen ohne Pflanzenbestand oder mit Winterweizen als Folgekultur zeigen höhere NO<sub>3</sub>-N-Gehalte als Flächen, die mit einer stickstoffzehrenden Kultur wie z. B. Winterraps bestellt wurden.

Neben der Vermeidung von Risikofaktoren müssen allerdings grundsätzliche Überlegungen darüber angestellt werden, mit welchen Mitteln die Restnitratgehalte noch weiter gesenkt werden können. Dazu werden zur Zeit neben einer weiteren Optimierung des BEFU-Düngungsmodells auch weitergehende Strategien (z. B. Nitratschnelltest bei Mais und Kartoffeln) entwickelt, nach denen vor allem in Wasserschutzgebieten verfahren werden kann.

### **3.2 Erläuterungen zu der Situation in den Wasserschutzgebieten**

Die Situation in Wasserschutzgebieten zeichnet sich einerseits durch einen kontinuierlichen Rückgang der NO<sub>3</sub>-N-Gehalte in Schutzzone III aus. Andererseits bereitet in der Schutzzone II ein konstant hoher NO<sub>3</sub>-N-Gehalt, der 1995 sogar den Wert der Schutzzone III übertraf, Anlaß zur Sorge. Offensichtlich ist hier ein gewisses Niveau erreicht, das sich nur schwer unterschreiten läßt. Daher ist zu vermuten, daß der nach der SächsSchAVO einzuhaltende Grenzwert von maximal 45 kg/ha NO<sub>3</sub>-N auch mittelfristig nur teilweise eingehalten werden kann, da selbst über dem doppelten Wert von 90 kg/ha 1995 immerhin noch 25 % aller untersuchten Flächen lagen. Es muß deshalb über neue Strategien nachgedacht werden, die auch den strengeren Anforderungen der SächsSchAVO in Wasserschutzgebieten genügen, damit einem drohenden Verlust von bestimmten Kulturen in Wasserschutzgebieten entgegengewirkt werden kann.

Die Ergebnisse der Untersuchungen in ausgewählten Wasserschutzgebieten zeigen im Vergleich zu 1994 eine unterschiedliche Entwicklung. In WSG, in denen nur wenige Bodenproben entnommen wurden (n<10), wirkte sich die große Streuung der Einzelwerte auf den berechneten Mittelwert stark aus. In den anderen Fällen blieben die NO<sub>3</sub>-N-Gehalte auf niedrigem Niveau konstant oder nahmen (im Fall der TS Saidenbach) deutlich ab.

Wie jedoch die deutlich höheren Mittelwerte der TS Dröda und Mülsengrund zeigen, können regional unterschiedlich auch deutliche Abweichungen vom allgemeinen Trend festgestellt werden.

Diese Ergebnisse zeigen, daß eine gebietsbezogene Einschätzung, die nach §6 SächsSchAVO zur Beurteilung der NO<sub>3</sub>-N-Ergebnisse der Kontrolluntersuchungen heranzuziehen ist, außerordentlich schwierig ist und eine Einschätzung des Gefährdungspotentials für das betreffende WSG erst über langjährige Untersuchungen sinnvoll erscheint. Ferner ist die Einbeziehung weiterer Kenngrößen zum Wasser- und Nährstoffhaushalt erforderlich und in raumbezogenen Analysen mit modernen geostatistischen Verfahren zu verarbeiten. Die bisherigen zur Verfügung stehenden Hilfsmittel reichen dazu nicht aus, da mit ihnen im wesentlichen nur Trends wiedergegeben werden können. Zu klären ist weiterhin, welcher Zusammenhang zwischen den Nitratgehalten im Boden und im Sickerwasser in einem bestimmten Wassereinzugsgebiet in Abhängigkeit verschiedener bewirtschaftungsspezifischer Parameter besteht und mit welchen Auswirkungen auf die Qualität des Grundwassers zu rechnen ist. Dieser Fragestellung wird derzeit in einem Forschungsprojekt des SML nachgegangen, in das auch die DTF einbezogen sind.

Am Beispiel der Zusammenfassung von NO<sub>3</sub>-N-Gehalten der schlagbezogenen Bodenuntersuchungen einzelner Betriebe konnten 1995 einige Betriebe herausgefiltert werden, die durch hohe NO<sub>3</sub>-N-Gehalte aufgefallen waren. Voraussetzung ist aber wie in allen vergleichbaren Fällen eine ausreichende Anzahl von untersuchten Proben, da ansonsten jeder Einzelfall für sich betrachtet werden muß. Mit einer ausreichenden Anzahl von untersuchten Proben können jedoch sog. "schwarze Schafe" identifiziert werden, die verstärkt durch die Ämter für Landwirtschaft analysiert und auf vorhandene Bewirtschaftungsfehler hingewiesen werden. Wenn es gelingt, diese Bewirtschafter durch geeignete Maßnahmen (im Sinne der SächsSchAVO bzw. UL) zu einer Vermeidung risikoreicher Bewirtschaftungsformen zu bewegen und auf die Durchsetzung moderner boden- und grundwasserschonender Methoden in die Praxis zu bestehen, könnte mit einem weiteren



spürbaren Absinken der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte gerechnet werden.

### **3.3 Einschätzung der Wirkung unterschiedlicher Stufen des Förderprogramms "Umweltgerechte Landwirtschaft" auf den $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt**

Mit den unterschiedlichen Förderstufen des Programms "UL" soll auf freiwilliger Basis erreicht werden, daß neben markt- vor allem auch zusätzliche umweltentlastende Effekte erzielt werden. Mit Hilfe der ermittelten  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte der DTF soll untersucht werden, ob ein solcher Effekt nachgewiesen werden kann.

Wie die ermittelten Ergebnisse zeigen, kann zu Beginn der Untersuchungen zum Einfluß unterschiedlicher Förderstufen im Rahmen des Förderprogramms "UL" im Jahre 1993 von vergleichbaren Ausgangsbedingungen ausgegangen werden, die sich signifikant von Flächen unterscheiden, die nach den Regeln des ökologischen Landbaus bewirtschaftet werden.

Bereits nach einem Jahr lassen sich vom Trend her Unterschiede zwischen Flächen nach dem Förderprogramm "UL" und Flächen ohne Förderprogramm erkennen. Der ökologische Landbau hat noch signifikant niedrigere  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte. Jahrespezifisch liegen alle Werte oberhalb der Werte von 1993. 1995 treten zwischen den Flächen, die nach "UL" bewirtschaftet werden, und Flächen des ökologischen Landbaus keine statistisch signifikanten Unterschiede auf. Die ermittelten  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte für die Flächen des ökologischen Landbaus verteilen sich gleichmäßig über einen Bereich von 6 - 137 kg/ha und besitzen wegen ihrer geringen Anzahl an untersuchten Proben eine größere Standardabweichung als die anderen untersuchten Kategorien. Die niedrigsten Restgehalte werden unter der Kombination Zusatzförderung 1 + Zusatzförderung 2 gemessen. Die Flächen nach dem Förderprogramm UL haben signifikant niedrigere  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte gegenüber den Nichtteilnehmern. Die Zusatzförderung 1 führt zu niedrigeren Werten gegenüber der Grundförderung.

Daraus läßt sich ableiten, daß die nach UL durchgeführten Maßnahmen sich durchweg in niedrigeren Nitratgehalten zu Vegetationsende auswirken. Aufgrund der vergleichbaren Ausgangssituation kann dies als deutlicher umweltentlastender Effekt interpretiert werden. Inwieweit sich jedoch einzelne Maßnahmen des Förderprogramms längerfristig auf den Nitratgehalt auswirken, kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht beurteilt werden, da sich hierbei unterschiedliche Effekte (z. B. reduzierte N-Düngung, Verzicht auf Halmstabilisatoren, Mulchsaat) mit standortbezogenen Faktoren überlagern können. Da zudem Flächen, die nach der Förderstufe "Zusatzförderung 2" bewirtschaftet werden, von den Bewirtschaftern jährlich neu festgelegt werden, ist bei den feststehenden DTF eine ausreichende Anzahl von Proben für diese Kategorie nicht in jedem Jahr gewährleistet.

### **3.4 $N_{\text{min}}$ -Gehalte im Frühjahr 1996**

Die  $N_{\text{min}}$ -Gehalte der DTF im Frühjahr 1996 lagen im Mittel mit 77 kg/ha um 30 kg/ha höher als im Vergleichszeitraum des Vorjahres. Die Zunahme betraf alle untersuchten Kategorien gleichmäßig und war nur in den Hochlagen der Mittelgebirge etwas weniger stark ausgeprägt. Die geringe Nitratverlagerung und ein nach dem verspätet einsetzenden Vegetationsbeginn vor allem auf den nährstoffreichen Böden einsetzender Mineralisierungsschub führten vor allem ab Mitte März zu sehr hohen  $N_{\text{min}}$ -gehalten. Außerdem trug der relativ hohe  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt, der auf einen verstärkten Einsatz von Gülle in den Monaten Februar und März hindeutet, maßgeblich zu den hohen  $N_{\text{min}}$ -gehalten bei. Möglicherweise spielen auch bodenbiologische Prozesse eine Rolle, die eine Umwandlung von Nitrat in Ammonium begünstigen. Eine Beziehung zwischen den  $\text{NO}_3\text{-N}$ -gehalten im Herbst und Frühjahr kann aus den Untersuchungsergebnissen allein nicht hergestellt werden. Positiv ist, daß aufgrund der niedrigen  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Ausgangswerte im Spätherbst des Vorjahres und der sich anschließenden langen Frostperiode eine Nitratverlagerung in tiefere Bodenschichten für den Untersuchungszeitraum weitgehend ausgeschlossen werden kann.

### **3.5 Vereinfachte N-Bilanzen für die Jahre 1991 - 1995**

Die Untersuchungen zeigten, daß die berechnete N-Bilanz im Jahr 1995 stark durch eine Zunahme der

ausgebrachten organischen Düngemittel beeinflusst wurde. Bei einem vergleichbaren Ertragsniveau und konstantem Mineraldüngereinsatz ergaben sich dadurch rechnerisch höhere N-Salden als in den Vorjahren. Diese hatten jedoch keine Auswirkung auf die Höhe des festgestellten  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehaltes im Herbst. Möglicherweise wurde ein Teil des ausgebrachten N-Düngers erst im darauffolgenden Frühjahr mineralisiert. Dies könnte zu den erwähnten hohen  $\text{N}_{\text{min}}$ -Gehalten im Frühjahr beigetragen haben.

Die durch die niedrigen  $\text{N}_{\text{min}}$ -Gehalte im Frühjahr 1995 bedingten höheren BEFU-Empfehlungen entsprachen den geschätzten Ertragserwartungen und führten zu dem o. g. Mehraufwand an organischen Düngemitteln. Ein Vergleich mit den durch die tatsächlich erzielten Erträgen entzogenen N-Mengen (Abb. 60) zeigt, daß bei Winterraps und Silomais große Mengen an organisch gebundenem Stickstoff ausgebracht werden, die zusammen mit dem ausgebrachten Mineralstickstoff den N-Entzug weit überschreiten und somit ein großes potentielles Risiko für hohe  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte zu Vegetationsende darstellen. Dagegen kann die N-Düngung bei Getreide durch die genaue Bemessung der 2. und 3. N-Gabe über Mineraldünger wesentlich genauer und effizienter durchgeführt werden. Da die neue Düngungsverordnung den Nachweis einer entsprechenden N-Bilanz vorschreibt, wird in Zukunft damit zu rechnen sein, daß die N-Bilanz auch hinsichtlich ihrer Bedeutung für den  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt stärker in Anspruch genommen wird. Dazu muß jedoch erst ein einheitliches Bewertungsschema auf der Grundlage mehrjähriger Untersuchungen entwickelt werden, da einjährige Untersuchungen keine diesbezüglichen Aussagen über die Zulässigkeit und Effizienz der angewandten Maßnahmen zulassen.

#### 4 Zusammenfassung

Der vorliegende Nitratbericht 1995/96 gibt eine Darstellung der gemessenen  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte auf Dauertestflächen für den Herbst 1995 sowie eine Analyse der im Rahmen des Förderprogramms "Umweltgerechte Landwirtschaft" (UL) im Frühjahr 1996 vorgenommenen  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Untersuchungen. Die Ergebnisse werden jeweils denen der Jahre 1990 - 1995 gegenübergestellt und

anhand von verschiedenen Untersuchungs- und Berechnungsparametern diskutiert.

Zu den wesentlichen Aussagen gehören:

1. Die  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte im Herbst 1995 lagen im Mittel aller untersuchten Dauertestflächen mit 70,5 kg/ha auf dem niedrigsten Stand seit Beginn der Untersuchungen im Jahr 1990. Der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt betrug 5 kg/ha und kann aufgrund seiner geringen Bedeutung für den gesamten N-Gehalt im Spätherbst vernachlässigt werden. Im Vergleich mit den Vorjahren konnte festgestellt werden, daß sich Veränderungen im gesamten  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt fast ausschließlich auf den oberen Bodenhorizont beziehen.
2. Bei Vergleich der Häufigkeitsverteilungen ist seit 1991 eine kontinuierliche Zunahme der Klasse 45 - 90 kg/ha, verbunden mit einer vergleichbaren Abnahme der Klasse 90 - 135 kg/ha, zu beobachten. Die Größen der Klassen mit den niedrigsten und den höchsten  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalten bedingt sich wechselseitig. Insgesamt lagen 1995 75 % aller untersuchten Proben unter 90 kg/ha und ca. 30 % unter 45 kg/ha.
3. Eine wichtige Einflußgröße auf die Höhe der gemessenen  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte stellen die speziellen klimatischen Bedingungen im Winterhalbjahr dar. Durch die Auswertung der Tageswerte von 12 Wetterstationen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft stehen erstmals meteorologische Daten zur Verfügung, die eine differenzierte Einschätzung der Mineralisationsrate und der Auswaschungsgefährdung erlauben.
4. Obwohl aufgrund der insgesamt niedrigen  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte die Unterschiede im  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt weniger stark ausgeprägt sind, bestätigen die Untersuchungen über standort- und bewirtschaftungsspezifische Einflüsse die im Vorjahr getroffenen Feststellungen. Diese lassen sich wie folgt zusammenfassen:
  - Relativ unempfindlich gegenüber jahresspezifischen Einflüssen erweisen sich nährstoffreiche Böden des mittelsächsischen Lößgebietes. Andere peripher gelegene Standorte weisen demgegenüber größere

jahreszeitliche Schwankungen im  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt auf.

- Nach düngungsintensiven Fruchtarten mit teilweise stickstoffreichen Ernterückständen wie Kartoffeln, Ölfrüchte und Mais sind wiederum die höchsten  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte zu finden, jedoch konnte hier eine deutliche Reduzierung der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte gegenüber dem Vorjahr erzielt werden. Demgegenüber liegen die Herbst-Nitratgehalte nach Winterfraps unverändert hoch.
- 5. Die Nitratgehalte der DTF in den untersuchten Wasserschutzgebieten zeigen in der Schutzzone III einen seit Jahren kontinuierlich abnehmenden Verlauf. Sie unterschreiten damit 1995 sogar das konstant hohe Niveau der Schutzzone II, das insgesamt noch deutlich über dem nach der SächsSchAVO zulässigen Wert von 45 kg/ha liegt. Am Beispiel einzelner ausgewählter WSG können deutliche Änderungen im Nitratgehalt gegenüber dem Vorjahr dokumentiert werden.
- 6. Mit Hilfe spezieller statistischer Methoden können Bewirtschafter herausgefunden werden, die seit Jahren eine größere Anzahl von Schlägen mit überdurchschnittlich hohen  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalten bewirtschaften.
- 7. Die  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte zu Vegetationsende bieten ein wichtiges Kriterium für die Beurteilung der Wirksamkeit von abgestuften Maßnahmen im Rahmen des Förderprogramms "Umweltgerechte Landwirtschaft". Bereits nach wenigen Jahren ist es möglich, Unterschiede, die durch das veränderte Bewirtschaftungssystem hervorgerufen werden, im Trend der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte nachzuweisen.
- 8. Mehrjährige einfache N-Bilanzen bilden eine wichtige Ergänzung bei der Beurteilung von bestimmten Bewirtschaftungsmaßnahmen, insbesondere der N-Düngung und deren langfristige Auswirkung auf den  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt. Ein direkter Bezug der absoluten berechneten Beträge zu den  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalten im Herbst kann jedoch nicht abgeleitet werden. Weiterhin eignen sie sich gut für eine Weiterentwicklung und Optimierung von N-Düngungsempfehlungen.
- 9. Die unzweckmäßige Ausbringung von Stallmist und Gülle im Herbst in Verbindung mit einer Folgekultur, die nur einen geringen N-Bedarf

besitzt, führte 1995 ebenfalls zu hohen  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalten. Bei einem vermehrten Einsatz von weiteren organischen Düngemitteln (z. B. Sekundärrohstoffdünger und Komposte) ist mit einem zusätzlichen zur Zeit noch nicht kalkulierbaren Stickstoffeintrag zu rechnen. Es bedarf deswegen weiterer Untersuchungen, wie und bis zu welcher Menge der organisch gebundene Stickstoff in derartigen Düngemitteln durch die Entwicklung neuer Methoden und geeigneter Ausbringungstechniken möglichst effektiv und kostensparend ausgenutzt werden kann.

## 5. **Literaturverzeichnis**

ANONYM, 1993: Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. Landwirtschaftsverlag, Münster

ANONYM, 1996: Statistische Berichte: Ernteberichterstattung im Freistaat Sachsen. Besondere Erntermittlung 1991 bis 1995. Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen, Kamenz.

ANONYM, 1995: Umweltgerechte Landwirtschaft im Freistaat Sachsen (UL). Sächsisches Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten, Dresden.

BUFE, J., Kurzer, H. J. und Suntheim, L., 1996: Nitratbericht 1994/95, unter Berücksichtigung der Untersuchungen ab 1990.- Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, 1(1).

## **6. Anlagen**

Abb. 1 Verteilung der Dauertestflächen im Freistaat Sachsen

Abb. 2  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte, Herbst 1990 - 1995

Abb. 3 Häufigkeitsverteilung der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte, Herbst 1991 - 1995

Abb. 4 NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach Regierungsbezirk

Abb. 5 NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach Landkreisen



Abb. 6 NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Herbst 1995, nach Landkreisen

Abb. 7 NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach Ackerzahl

Abb. 8 NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach Bodenart

Abb. 9 NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach NStE-Hauptgruppen

Abb. 10  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach Agrarstrukturgebieten

Abb. 11 Prozentualer Anteil der Fruchtarten, Erntejahr 1995

Abb. 12  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach Fruchtgruppen

Abb. 13 Relative Rangplätze der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach Fruchtgruppen  
Rangbindung Jahr für Jahr

Abb. 14 Relative Rangplätze der NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach Fruchtgruppen und Agrarstrukturgebieten, Rangbindung Jahr für Jahr

Abb. 15 NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Herbst 1991 - 1995, in Wasserschutzgebieten

Abb. 16 Häufigkeitsverteilung der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte Herbst 1991 - 1995, in Wasserschutzgebieten

Abb. 17  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt Herbst 1991 - 1995 von Böden, zusammengefaßt für landwirtschaftliche Betriebe

Abb. 18 Relative Rangplätze der  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte Herbst 1991 - 1995, nach Betrieben mit  $\text{N}>5$  für jedes Jahr, Rangbindung Jahr für Jahr

Abb. 19  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalt u. Standardabweichung Herbst 1995 von Böden, zusammengefaßt für landwirtschaftliche Betriebe mit mindestens 3 DTF

Abb. 20 NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Herbst 1993 - 1995 nach Anwendung von unterschiedlichen Maßnahmen nach Förderrichtlinien des Programms "UL"

Abb. 21 NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Herbst 1993 - 1995, nach Anwendung oder Nicht-Anwendung von Maßnahmen nach Förderrichtlinien des Programms "UL"



Abb. 22 NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Herbst, zusammengefaßt für 1993 - 1995, nach Anwendung von unterschiedlichen Maßnahmen des Programms "UL"

Abb. 23 NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Frühjahr 1991 - 1996

Abb. 24 Häufigkeitsverteilung der NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Frühjahr 1992 - 1996

Abb. 25 N<sub>min</sub>-Gehalte Frühjahr 1995 - 1996, nach Probenahmetermin

Abb. 26  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte Frühjahr 1992 - 1996, nach Regierungsbezirk

Abb. 27  $\text{N}_{\text{min}}$ -Gehalte Frühjahr 1996, nach Landkreisen

Abb. 28 NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Frühjahr 1992 - 1996, nach Ackerzahl

Abb. 29 NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Frühjahr 1992 - 1996, nach Bodenart

Abb. 30  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte Frühjahr 1992 - 1996, nach NStE-Hauptgruppen

Abb. 31  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte Frühjahr 1992 - 1996, nach Agrarstrukturgebieten

Abb. 32 NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Frühjahr 1992 - 1996, nach Vorfruchtgruppen

Abb. 33 Vergleich der NO<sub>3</sub>-N-Gehalte zwischen Herbst 1995 und Frühjahr 1996 nach Fruchtgruppen

Abb. 34 Verhältnis des NO<sub>3</sub>-N-Gehaltes im Boden zwischen Herbst 1995 und Frühjahr 1996

Abb. 35 Verhältnis zw. dem NO<sub>3</sub>-N-Gehalt im Boden im Herbst 1995 und der Differenz im NO<sub>3</sub>-N-Gehalt Herbst 1995/Frühjahr 1996

Abb. 36 Relativerträge 1995 gegenüber dem 5-jährigen Mittel



Abb. 37 Gesamte ausgebrachte mineralische und organische N-Düngung Erntejahr 1992 - 1995 zu ausgewählten Fruchtarten

Abb. 38 Ausgebrachte pflanzenverfügbare (mineralische + anrechenbare organische) N- Düngung Erntejahr 1995 zu ausgewählten Fruchtarten

Abb. 39 Gesamte mineralische und organische N-Düngung Erntejahr 1995 zu ausgewählten Fruchtarten innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten

Abb. 40 Mehrjährige N-Bilanz 1992 - 1995

Abb. 41 Mehrjährige N-Bilanz 1992-1995 nach ausgewählten Fruchtarten

Abb. 42 Mehrjährige N-Bilanz 1992 - 1995 nach Agrarstrukturgebieten

Abb. 43 Vergleich von N-Bilanzparametern 1995 innerhalb von WSG

Abb. 44 Vergleich von N-Bilanzparametern 1995 außerhalb von WSG

Abb. 45 Verhältnis zwischen 1-jähriger N-Bilanz 1995 und dem NO<sub>3</sub>-N-Gehalt Herbst 1995 im Boden

Abb. 46 Wetterstationen der Sächs. Landesanstalt für Landwirtschaft in den Landkreisen und Agrarstrukturgebieten Sachsens

Abb. 47 Mittlere Luft- und Bodentemperaturen zwischen September 1995 und März 1996 von Meßstationen der Sächs. Landesanstalt für Landwirtschaft

Abb .48 Abweichung der Lufttemperatur vom langjährigen Mittel, Winterhalbjahr 1993/94 bis 1995/96

Abb. 49 Kumulative Niederschlagsverteilung September 1995 - März 1996, Regierungsbezirk Dresden

Abb. 50 Kumulative Niederschlagsverteilung September 1995 - März 1996, Regierungsbezirk Chemnitz

Abb. 51 Kumulative Niederschlagsverteilung September 1995 - März 1996, Regierungsbezirk Leipzig

Abb. 52 Mittlere klimatische Wasserbilanz, Winterhalbjahr 1993/94 bis 1995/96



Abb. 53 Bodentemperaturen in 5 cm Tiefe zwischen September 1995 und März 1996 von Meßstationen der Sächs. Landesanstalt für Landwirtschaft

Abb. 54 NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Herbst 1993 - 1995 nach der Art der nach der Ernte der Vorfrucht vorgenommenen Bodenbearbeitung

Abb. 55 NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Herbst 1993 - 1995 nach Art des nach der Ernte der Vorfrucht eingesetzten Düngemittels

Abb. 56 NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Herbst 1993 - 1995 nach der Art der Verwendung des eingesetzten Düngemittels nach der Ernte

Abb. 57 Prozentuale Verteilung des eingesetzten Düngemittels nach dem Verwendungszweck

Abb. 58  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Gehalte Herbst 1993 - 1995 von ungedüngten Pflanzenbeständen, die zum Zeitpunkt der Probenahme angebaut wurden

Abb. 59 NO<sub>3</sub>-N-Gehalte Herbst 1993 - 1995 von gedüngten Pflanzenbeständen, die zum Zeitpunkt der Probenahme angebaut wurden

Abb. 60 N-Entzug, empfohlene und verabreichte N-Düngermengen zu ausgewählten Fruchtarten. Wirtschaftsjahr 1994/95

Tab. 1 Herbst-NO<sub>3</sub>-N- und NH<sub>4</sub>-N-Gehalte [kg/ha] der Dauertestflächen

Jahr	NO <sub>3</sub> -N			Gesamt
	Anzahl	0-30cm	30-60cm	
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 <sub>4</sub> -N			Gesamt
	Anzahl	0-30cm	30-60cm	
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

Tab. 2 Herbst-N<sub>min</sub>-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

Tab. 3 Verteilung der NO<sub>3</sub>-N-Gehalte in %

	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
1995	30,0	46,0	15,9	5,1	3,0

Tab. 4 N-Gehalte [kg/ha] in Wasserschutzgebieten, Herbst 1995

Schutzzone	NO <sub>3</sub> -N				Anteil der Werte bis 90 kg/ha	NH <sub>4</sub> -N	N <sub>min</sub>
	Anzahl	Mittelwert [kg/ha]	Minimum [kg/ha]	Maximum [kg/ha]		Mittelwert [kg/ha]	Mittelwert [kg/ha]
keine	544	72	4	337	76%	6	78
SZ II	47	70	6	165	79%	10	80
SZ III	186	67	6	216	76%	5	72

Gesamt	780	70	4	337	77%	6	76
--------	-----	----	---	-----	-----	---	----

Tab. 5 Probenverteilung Herbst 1995 in WSG nach Fruchtartengruppen

Fruchtgruppe	Schutzzone			Gesamt
	keine	SZ II	SZ III	
	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl
Ackerfutter	9		4	13
Brache/Stillelegung	25	5	8	38
Dauergrünland	10	3	1	14
Sonderkulturen	22		1	23
Ölfrüchte	74	5	18	97
Sommergetreide	47	8	26	81
Futterleguminosen	34	6	11	51
Körnerleguminosen	5	1	1	7
Mais	60	3	26	89
Wintergetreide	216	19	84	319
Kartoffeln	15		1	16
Rüben	27		5	32
Gesamt	544	47	186	780

Tab. 6 NO<sub>3</sub>-N- Gehalte in ausgewählten WSG, Herbst 1995

Wasserschutzgebiet	NO <sub>3</sub> -N 1995					NO <sub>3</sub> -N 1994
	Anzahl	Mittelwert [kg/ha]	Minimum [kg/ha]	Maximum m [kg/ha]	Anteil der Werte bis 90 kg/ha	Mittelwert [kg/ha]
Mülsengrund	25	101	34	212	44%	75
Dittersbach	3	92	27	216	67%	49
Claußnitz	3	81	55	102	67%	25
TS Dröda	22	78	44	136	73%	66
Canitz-Thallwitz	18	74	6	122	56%	80
Mockritz-Elsnig	31	72	6	165	61%	71
Naunhof	16	62	26	113	81%	65
Deutschenbora	3	59	34	87	100%	114
Neusalza-Spremberg	6	57	9	87	100%	76
TS Saidenbach	27	57	24	193	93%	101
Ebersbach	4	55	37	73	100%	41
Pulsnitz	3	49	37	57	100%	82
Tännicht	2	47	40	54	100%	48

TS Lichtenberg	13	47	10	118	92%	60
Großdobritz	2	24	20	28	100%	32
Oberdorf-Lugau	3	17	8	28	100%	56

Tab. 7 Vergleich der N- Gehalte Herbst 1995 nach Anwendung unterschiedlicher Maßnahmen von Förderrichtlinien des Programms "UL"

Teilnahme am Förderprogramm	NO <sub>3</sub> -N					NH <sub>4</sub> -N	N <sub>min</sub>
	Anzahl	Mittelwert [kg/ha]	Minimum [kg/ha]	Maximum [kg/ha]	Anteil der Werte bis 90 kg/ha	Mittelwert [kg/ha]	Mittelwert [kg/ha]
keine	114	79	4	272	68%	4	83
Grund	459	71	6	337	77%	7	78
Zusatz1	95	66	15	247	78%	5	72
Grund+Zusatz2	90	67	15	176	79%	4	71
Zusatz1+Zusatz2	9	49	10	80	100%	3	52
ökologisch	9	55	6	139	89%	7	61
Gesamt	780	70	4	337	77%	6	76

Tab. 8 N<sub>min</sub>- Gehalte Frühjahr 1993-1995

Jahr	Anzahl	Mittel [kg/ha]	s	min	max
Frühjahr 93	2759	78	51	7	557
Frühjahr 93, DTF	557	77	47	8	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
Frühjahr 96	1582	82	54	3	676
Frühjahr 96, DTF	771	77	54	3	676



Tab. 9 NO<sub>3</sub>-N- und NH<sub>4</sub>-N-Gehalte Frühjahr [Angaben in kg/ha]

	Anzahl	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N
		0-30 cm	30-60 cm	gesamt
Frühjahr 1991	1511			101
Frühjahr 1992	646			63
Frühjahr 1993	2759	31	37	68
Frühjahr 1993, DTF	557	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
Frühjahr 1996	1582	36	34	70
Frühjahr 1996, DTF	766	33	30	63
	Anzahl	NH <sub>4</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N
		0-30 cm	30-60 cm	gesamt
Frühjahr 1993	2759	6	4	10
Frühjahr 1993, DTF	557	6	3	9
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
Frühjahr 1996	1582	8	5	13
Frühjahr 1996, DTF	766	9	5	14

Tab. 10 Anrechenbare N-Gehalte organischer Düngemittel

Düngemittel	N-Gehalt
Stallmist	0,16 kg/dt
Gülle gemischt	3,6 kg/m <sup>3</sup>
Rindergülle	2,4 kg/m <sup>3</sup>
Schweinegülle	4,7 kg/m <sup>3</sup>
Hühnergülle	5,5 kg/m <sup>3</sup>
Jauche	2,0 kg/m <sup>3</sup>
Klärschlamm, Kompost	0,1 kg/t