

Mitteilung der Regierung
der Bundesrepublik Deutschland vom November 2000

**2. Bericht gemäß Artikel 10 der Richtlinie 91/676/EWG des Rates
vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen
durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen**

Anhänge: 6

Die Regierung der Bundesrepublik Deutschland beehrt sich, der Kommission der Europäischen Gemeinschaften über die Durchführung und die Ergebnisse des ersten Aktionsprogramm gemäß Artikel 10 der o.a. Richtlinie wie folgt zu berichten:

1. Vorbemerkung

Gemäß Artikel 10 der Richtlinie 91/676/EWG. ist die Bundesrepublik Deutschland verpflichtet, nach Beendigung des ersten Aktionsprogramms einen Bericht vorzulegen, der die im Anhang V der Richtlinie geforderten Informationen enthält. Da die Bundesrepublik Deutschland von der Möglichkeit des Art. 5.6 Gebrauch gemacht hat und die Aktionsprogramme auf ihrem gesamten Gebiet anwendet, enthält der Bericht die Darlegung der vorbeugenden Maßnahmen nach Artikel 4 (Anhang V, Ziffer 1) und die Übersicht über das Aktionsprogramm nach Artikel 5 (Anhang V, Ziffer 4).

Der Bericht hat das Ziel, die Auswirkung des Aktionsprogramms auf die Gewässer und die landwirtschaftliche Praxis zu bewerten. Im Hinblick auf die Gewässersituation mussten die selben Messstellen verwendet werden, die zur Darstellung der Situation zu Beginn des ersten Aktionsprogramms verwendet wurden und die im Bericht der Bundesrepublik Deutschland vom 25. Oktober 1996 angegeben sind.

Der von der Kommission vorgeschlagene Entwurf von Leitlinien für die Berichte der Mitgliedstaaten (Reporting Guidelines for Member-States (art. 10) Reports) sind noch nicht abschließend im Ausschuss nach Artikel 9 der Richtlinie beraten worden und liegen auch noch nicht in deutscher Sprache vor. Es wurde aber dennoch versucht, die Elemente dieser Leitlinien auf den Bericht anzuwenden.

Allerdings berücksichtigen die Leitlinien nicht die Tatsache, dass einige Mitgliedstaaten die Maßnahmen nach Artikel 5 auf ihrem gesamten Gebiet anwenden. Insofern ergaben sich gewisse Schwierigkeiten bei der Anwendung der Leitlinien. So beziehen sich die Leitlinien z.B. auf den ersten Monitoring-Bericht (1992-1994) als Ausgangspunkt. Bei Durchführung der Aktionsprogramme auf dem gesamten Gebiet eines Mitgliedstaates ist der Ausgangspunkt jedoch der Beginn dieses Aktionsprogramms, d.h. 1995/96.

2. Ergebnisse der Überwachung der Gewässer gemäß Artikel 5 Abs. 6

2.1 Oberflächengewässer

2.1.1 Entwicklung der Nitratbelastung

Um die Gewässerqualität darzustellen, wird in der Bundesrepublik Deutschland die Beurteilung der biologischen, morphologischen und chemisch-physikalischen Gewässerbeschaffenheit anhand einer jeweils 7-stufigen Gewässergüteklassifikation vorgenommen.

Die chemische Gewässergüteklassifikation (LAWA 1998) sieht für Nitrat-Stickstoff folgende Einstufung vor:

Güteklassifikation für Nitrat-N in mg/l

Stoffname	Stoffbezogene chemische Gewässergüteklasse						
	I	I - II	II	II - III	III	III - IV	IV
Nitrat-Stickstoff	≤ 1	≤ 1,5	≤ 2,5	≤ 5	≤ 10	≤ 20	> 20

Schon seit etwa 20 Jahren wird versucht, den Eintrag von Stickstoff, der aus der Landwirtschaft in die Gewässer gelangt, zu reduzieren. Die Gewässergütekarte für Nitrat (Abb. 1) gibt einen Überblick über die Entwicklung der Nitratbelastung der Fließgewässer im Zeitraum 1989 bis 1998. Dargestellt sind die an den 152 Messstellen des gemeinsamen Messnetzes der Bundesländer (LAWA-Messstellennetz, s. Anhang I) ermittelten Güteklassen. Für die Eingruppierung in die Klassen wurden Jahreskennwerte genutzt; Überwachungswert ist das 90-Perzentil (d.h. 90 % der in einem Jahr ermittelten Werte sind kleiner als dieser Wert).

Die Darstellung zeigt ferner, dass 1998 bei 14 % der Messstellen der 90-Perzentil-Wert für Nitrat-N unter 2,5 mg/l N lag, 37 % der Messstellen wiesen Werte von 2,5 bis 5 mg/l N, 47 % von 5 bis 10 mg/l N und nur 4 Messstellen lagen im Bereich von 10 bis 20 mg/l N. An keiner Messstelle betrug der 90-Perzentil-Wert mehr als 20 mg/l N.

Seit Mitte der 80er Jahre hat sich die Nitratbelastung der Fließgewässer - sieht man von abflussbedingten Schwankungen ab - nicht wesentlich geändert. Eine Ausnahme ist die Elbe. Hier haben die zwischen 1986 und 1990 beginnenden starken Rückgänge der Ammoniumkonzentrationen zu einem Nitratanstieg geführt (bakterielle Umsetzung von Ammonium zu Nitrat, Nitrifikation). Am Rhein hat um 1990 ein leichter Rückgang eingesetzt (s. Anhang III, Abb. 1). Derzeit sind die Nitratkonzentrationen in der Weser und Elbe am höchsten, gefolgt von Rhein, Oder und Donau.

Das Qualitätsziel der Nitratrichtlinie in Höhe von 50 mg/l NO₃ wurde 1998 an allen dargestellten Messstellen eingehalten. Als Überwachungswert wurde hierfür, wie in den Leitlinien vorgeschlagen, der arithmetische Mittelwert von jeweils 26 Messungen pro Jahr verwendet.



2.1.2. Veränderungen der Nitratbelastung der Flüsse an den EU-Messstellen im Zeitraum 1996-1999 gegenüber 1992-1995

Datenbasis

Die Grundlage für die über die zwei Berichtszeiträume durchgeführten vertiefenden Analysen und einige bis in die 80er Jahre zurück reichende Vergleiche bilden Messwerte von insgesamt 15 Wassergütemessstationen an den großen Flüssen in Deutschland aus dem LAWA-Messstellennetz, die für den EU-Informationsaustausch zu Qualität der Oberflächengewässer genutzt werden und die auch für den Bericht von 1996 verwendet worden waren (EU-Messstellen). Eine Übersicht bezüglich der Messstationen gibt die Tabelle 1. Im einzelnen wurden die Konzentrationen von Ammonium (NH₄) und Nitrat (NO₃), die Wassertemperatur und der Abfluss für die Analyse herangezogen.

Tab.1: Übersicht über die Messstationen

	Fluss	Messstelle	LAWA Nr.	Einzugsgebiet [km ²]
1	Rhein	Bimmen	NW02	159800
2	Rhein	Koblenz	RP01	109952
3	Rhein	Mainz	RP02	98105
4	Rhein	Maxau	BW04	50196
5	Mosel	Koblenz	RP03	28505
6	Mosel	Palzem	RP04	11258
7	Elbe	Zollenspieker	HH03	135024
8	Elbe	Schnackenburg	NI01	129871
9	Elbe	Magdeburg	ST02	94714
10	Elbe	Schmilka	SN04	51391
11	Weser	Bremen	HB01	38415
12	Weser	Hemeln	NI04	12550
13	Ems	Herbrum	NI15	9207
14	Oder	Hohenwutzen	BB09	109562
15	Donau	Jochenstein	BY11	77086

Die Analysen wurden für alle Stationen lediglich für den anorganischen gelösten Stickstoff (DIN), dessen Hauptkomponenten Ammonium und Nitrat sind, durchgeführt. Das gewährleistet die volle Vergleichbarkeit zwischen den Stationen. Diese Komponenten umfassen etwa 90% der gesamten Stickstofffrachten der Flüsse. Nur in Gewässern mit hoher Algenentwicklung können im Sommer kurzzeitig hohe Anteile von organischem Stickstoff bis zu 50% des Gesamtstickstoffs auftreten. Hohe organische Belastungen aus Kläranlagen, die ähnliche Auswirkungen haben könnten, kommen nicht mehr vor.

Darstellung der Veränderungen

Im Entwurf der Leitlinien für die Berichte der Mitgliedstaaten werden verschiedene Konzentrationsangaben für Nitrat vorgeschlagen, die wahlweise alternativ oder gemeinsam berichtet und kartographisch dargestellt werden sollten. Es handelt sich um die maximalen, mittleren und mittleren Winterkonzentrationen für den Berichtszeitraum 1996-1999 im Vergleich zu 1992-1995. Die Mitgliedsstaaten sollen diejenigen Werte ausweisen, die am ehesten geeignet sind Belastungstrends aus der Landwirtschaft zu erkennen, was wegen der Überprägung durch andere Stickstoff-Quellen und die Stickstoffumsätze in Flüssen und Landschaft problematisch ist.

In Tabelle 2 und Abbildung 2 sind für die EU-Messstellen die mittleren und die maximalen Winterkonzentrationen für beide Perioden zusammenfassend dargestellt. Auf die Jahresmittelwerte wurde verzichtet, da die Sommerwerte je nach Temperatur, Durchfluss, Algenentwicklung etc. noch stärker natürlich beeinflusst und daher weniger aussagekräftig sind.

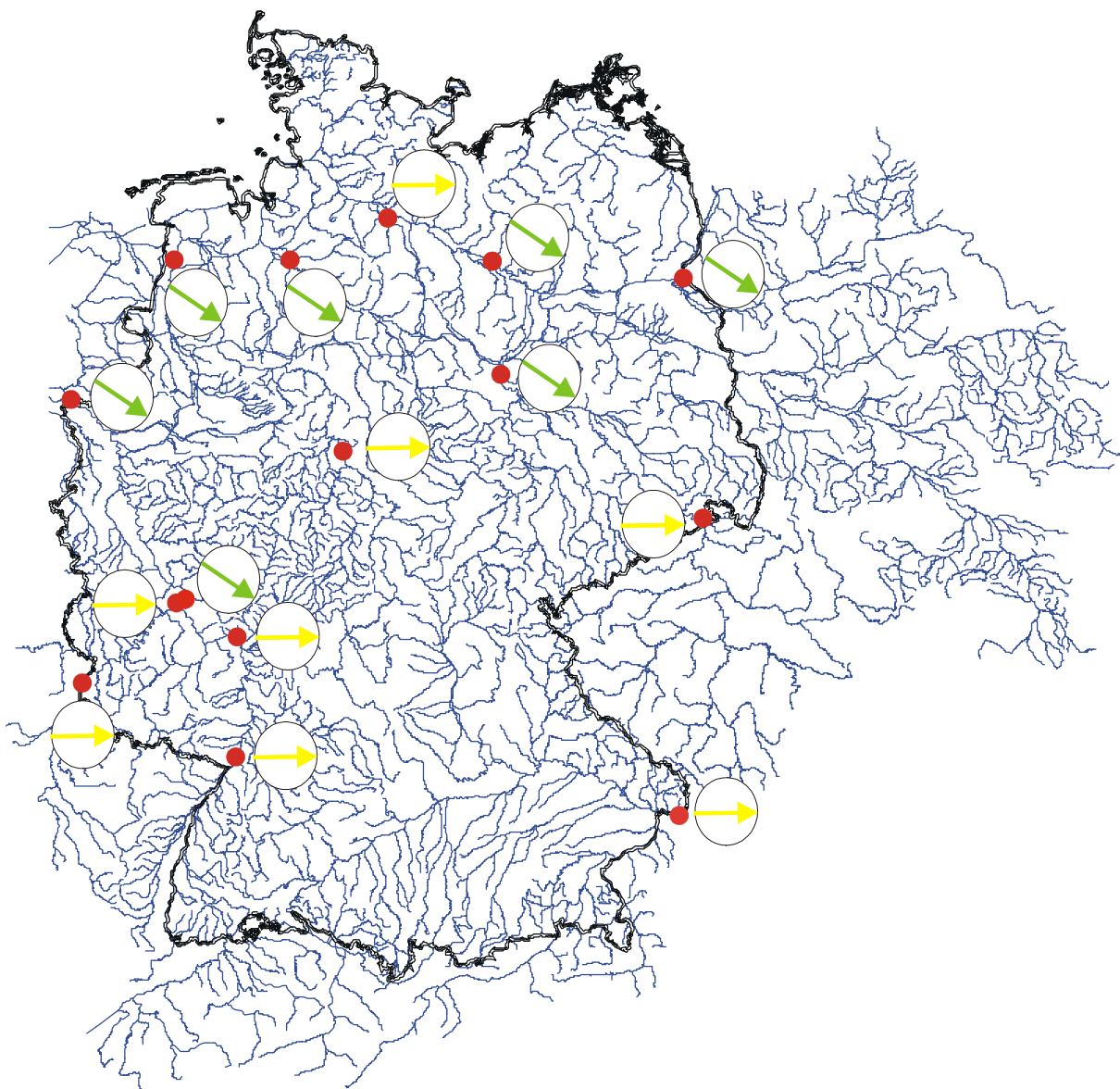
Tabelle 2: Mittlere und maximale Nitratkonzentration in den Wintermonaten (Okt.-März) für die Zeiträume 1992-1995 und 1996-1999

Fluss	Station	Code	EZG [km²]	1992-1995		1996-1999		Veränd. Mittel [%]	Veränd. Max [%]
				Mittel [mg/l N]	Maximum [mg/l N]	Mittel [mg/l N]	Maximum [mg/l N]		
Rhein	Bimmen	NW02	159800	4,31	5,30	3,82	4,77	-11,4	-10,0
Rhein	Koblenz	RP01	109952	3,42	6,60	3,09	4,43	-9,6	-32,9
Rhein	Mainz	RP02	98105	3,26	4,40	3,18	4,10	-2,3	-6,8
Rhein	Maxau	BW04	50196	1,97	2,30	1,92	2,60	-2,8	13,0
Mosel	Koblenz	RP03	28505	4,30	7,87	4,10	5,34	-4,6	-32,1
Mosel	Palzem	RP04	11258	3,56	4,93	3,33	5,40	-6,6	9,6
Elbe	Zollenspieker	HH03	135024	4,87	7,20	4,73	6,10	-2,9	-15,3
Elbe	Schnackenburg	NI01	129871	5,99	7,70	5,23	7,20	-12,8	-6,5
Elbe	Magdeburg	ST02	94714	5,83	8,14	5,29	7,00	-9,3	-14,0
Elbe	Schmilka	SN04	51391	4,64	5,90	4,80	6,50	3,5	10,2
Weser	Bremen	HB01	38415	5,85	8,60	5,39	7,00	-7,9	-18,6
Weser	Hemeln	NI04	12550	4,66	6,30	4,74	6,50	1,7	3,2
Ems	Herbrum	NI15	9207	7,03	9,80	5,90	10,00	-16,1	2,0
Oder	Hohenwutzen	BB09	109562	3,68	6,45	3,23	5,34	-12,0	-17,2
Donau	Jochenstein	BY11	77086	2,96	3,90	2,86	4,20	-3,5	7,7

Generell nahmen sowohl die mittleren als auch maximalen Nitratkonzentrationen im Winter eher ab als zu. Die mittleren Winterwerte erhöhten sich lediglich in der Weser bei Hemeln und in der Elbe bei Schmilka geringfügig. Verminderungen um mehr als 10% lagen am Rhein bei Bimmen, an der Elbe bei Schnackenburg, an der Ems bei Herbrum und an der Oder bei Hohenwutzen vor.

Die maximalen Nitratkonzentration im Winter verminderten sich jeweils am stärksten an den Messstellen Rhein und Mosel bei Koblenz (-32%). Bei einzelnen Messstellen (Rhein Maxau, Mosel Palzem, Donau Jochenstein) erhöhten sich die Maximalwerte bei einer Abnahme der mittleren Winterwerte.

In Abb. 2 ist der Trend der mittleren Winterkonzentrationen des Nitrats gemäß dem Vorschlag der Leitlinien dargestellt. Zusammenfassend ist festzustellen, dass jeweils etwa die Hälfte der Messstellen stabile und schwach rückläufige Konzentrationen zeigten (Tab. 3).



*Veränderung der mittleren Nitratkonzentration im Winter
für 1996-1999 im Vergleich zu 1992-1994:*

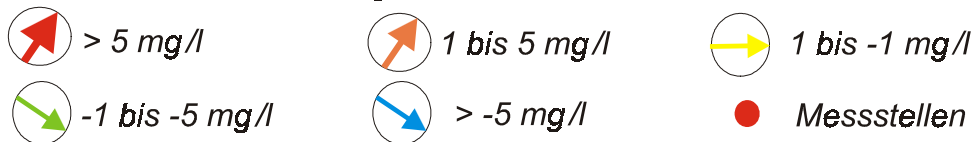


Abb.2: Lage der Messstellen und Veränderungen in den mittleren Nitratkonzentrationen im Winter im Zeitraum 1996-1999 im Vergleich zum Zeitraum 1992-1995.

Tabelle 3: Trend der mittleren Winterkonzentrationen im Vergleich 1996-1999 mit 1992-1995

		Messstellenanzahl in den Klassen	Änderung in mg/l NO ₃	Änderung in mg/l N
Anstieg	stark	0	> +5	> +1,13
	schwach	0	+1 bis +5	+ 0,23 bis 1,13
Stabilität		8	-1 bis +1	- 0,23 bis +0,23
Reduktion	schwach	7	-1 bis -5	- 0,23 bis -1,13
	stark	0	< -5	< -1,13

Da die Klasseneinteilung in den Leitlinien sehr viel enger ist, als die unter 2.1.1 dargestellte Klasseneinteilung der LAWA, zeigt diese Darstellung nach den Leitlinien schon sehr geringe Trends an.

Generell ist die in den Leitlinien geforderte Berichterstattung von mittleren Winterkonzentrationen fachlich zu begrüßen, da infolge der geringen Temperaturen auch von verminderten Umsatzprozessen in den Oberflächengewässern ausgegangen werden kann. Die Forderung ist jedoch nicht ausreichend, da neben der Temperatur auch der Abfluss einen großen Einfluss auf die Winterwerte der Nitratkonzentration haben kann. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Nitratreinträge nicht nur über das Grundwasser, sondern auch über den natürlichen Interflow und besonders durch Dränagen beeinflusst werden. Sollen aus den Beobachtungsdaten der Flüsse Hinweise auf Veränderungen der Nitratreinträge über das Grundwasser abgeleitet werden, empfiehlt es sich nur die Nitratkonzentrationen zu berücksichtigen, die in einem zu definierenden Abflussbereich unterhalb des langjährigen Mittelwertes des Abflusses liegen.

Unter der Annahme, dass bei Abflüssen unterhalb von 2/3 des mittleren Abflusses der Grundwasserabfluss dominiert und bei Wahl eines festen Kriteriums für die Temperatur (< 10°C) ergeben sich für die einzelnen Messstellen die in der Tabelle 4 dargestellten langzeitigen Veränderungen der Nitratkonzentration.

Beim Vergleich der beiden Zeiträume 1992-1995 und 1996-1999 ergeben sich bei der Mehrzahl der Messstellen ähnliche Veränderungen, wie in Tabelle 2 dargestellt.

Zusätzlich enthält die Tabelle 4 noch die Veränderungen, die sich seit der Mitte der achtziger Jahre ergeben haben. Für die Messstellen im Rheingebiet können z.B. im langzeitigen Vergleich Verminderungen von 15 bis 20% ermittelt werden. Ausnahmen sind die Mosel bei Palzem (Zufluss aus Frankreich) und der Rhein bei Maxau (vorwiegend Schweiz und Frankreich), wo die Nitratkonzentrationen eher zunehmen.

In dieser Betrachtung der Winterkonzentrationen bei geringen Durchflüssen sind allerdings neben dem Grundwasserzustrom auch die Kläranlagen erfasst, deren Einträge in die Flüsse durch die gleichzeitig mit der Nitratrichtlinie durchgeführte Umsetzung der EU-Richtlinie für kommunales Abwasser auch vermindert wurden. Dass für die ausländischen Teile des Rheingebietes langfristig eher eine Erhöhung der Nitratkonzentration beobachtet wird, kann entweder dadurch verursacht sein, dass die Nitratkonzentrationen im Grundwasser zunehmen oder wie bei der Elbe zunehmend mehr Nitrat aus Punktquellen eingeleitet wird (Nitrifikation in den Kläranlagen). Die starken langzeitigen Zunahmen der Nitratkonzentrationen der Elbe sind jedoch vor allem auf die deutlich erhöhte Nitrifikation infolge verbesserter Sauerstoffverhältnisse in den Flüssen ihres Einzugsgebietes selbst zurückzuführen. Die drastischen Verminderungen der Stickstoffüberschüsse um 1990 haben sich demgegenüber noch nicht in den Nitratkonzentrationen ausgewirkt (siehe Ziff. 3 und 4). Dies zeigen die seit Beginn der neunziger Jahre nahezu unveränderten Nitratkonzentrationen an.

Tabelle 4: Mittlere Nitratkonzentrationen bei geringen Abflüssen (<2/3 MQ) und Temperaturen kleiner 10°C in den Zeiträumen 1983-87, 1988-91, 1992-95 und 1996-1999

Fluss	Station	Code	EZG [km²]	Mittlere Nitratkonzentration bei Q<2/3 MQ und T _w <10°C [mg/l N]				96-99 /83-87 [%]	96-99 /92-95 [%]
				83-87	88-91	92-95	96-99		
Rhein	Bimmen	NW02	159800	5,24	5,08	4,68	4,18	-20,2	-10,8
Rhein	Koblenz	RP01	109952	4,15	4,17	3,80	3,30	-20,6	-13,2
Rhein	Mainz	RP02	98105	4,24	4,40	3,45	3,55	-16,2	2,9
Rhein	Maxau	BW04	50196	1,95	2,18	2,23	2,16	10,7	-3,2
Mosel	Koblenz	RP03	28505	5,23	4,69	4,16	4,01	-23,3	-3,5
Mosel	Palzem	RP04	11258	3,02	3,23	3,60	3,27	8,3	-9,1
Elbe	Zollenspieker	HH03	135024	2,29	3,40	4,09	4,22	83,9	3,3
Elbe	Schnackenburg	NI01	129871	2,52	4,29	4,86	4,90	94,3	0,9
Elbe	Magdeburg	ST02	94714	2,07	4,29	5,10	4,80	132,0	-6,0
Elbe	Schmilka	SN04	51391	3,72	4,59	3,81	4,77	28,4	25,2
Weser	Bremen	HB01	38415	5,67	4,69	5,92	4,81	-15,1	-18,7
Weser	Hemeln	NI04	12550	4,41	5,40	4,62	5,03	14,1	8,9
Ems	Herbrum	NI15	9207	5,30	6,25	7,30	4,84	-8,7	-33,7
Oder	Hohenwutzen	BB09	109562	2,18	2,53	2,52	2,83	30,0	12,4
Donau	Jochenstein	BY11	77086	2,88	3,30	2,84	2,20	-23,4	-22,5

2.1.3 Analyse der Stickstoffquellen

Der Trend in der Entwicklung der Nitrat-Konzentrationen in den Oberflächengewässern wird auch bestimmt von der Verminderung der Nitratkonzentrationen, die aus Punktquellen stammen, d.h. z.B. durch die Maßnahmen zur Umsetzung der Kommunalabwasser-Richtlinie (91/271/EWG). Wie in 2.1.2 gezeigt, ist es an Hand der Konzentrationen nicht möglich, diese Effekte voneinander zu trennen. Es wurde daher eine Analyse der Stickstoffquellen durchgeführt, um den Anteil des aus Punktquellen stammenden Nitrats vom dem aus diffusen Quellen stammenden zu unterscheiden. Hierfür wurden die Frachten an den o.g. Messstellen mit dem Immissionsverfahren (Anhang I, Teil A.1) statistisch in Anteile aus diffusen (=Landwirtschaft) und punktförmigen (=kommunale Kläranlagen) Quellen aufgeteilt. Im Berichtszeitraum 1996-1999 ergab sich bei beiden Anteilen eine leichte Verminderung gegenüber dem vorangegangenen Vierjahres-Zeitraum. Gegenüber der Mitte der 80er Jahre haben die Punktquellen dagegen z.T. erheblich abgenommen und machen heute nur noch 9 - 24% in den verschiedenen Flussgebieten aus. Das Immissionsverfahren zeigt die gleichen Ergebnisse wie die nachfolgend zusammengefassten Emissionsschätzungen.

Für die Zeiträume 1983-87 und 1993-97 liegen detaillierte Emissionsschätzungen für die 8 wichtigsten Eintragswege in die Oberflächengewässer von 165 Einzugsgebieten Deutschlands (darunter diejenigen der 15 EU-Messstellen) vor (siehe Anhang I, Teil A.2). Mitte der 90er Jahre stammten danach ungefähr 67% der Stickstoffbelastungen der Oberflächengewässer aus landwirtschaftlichen Flächen. Der Weg über das Grundwasser war mit 48% der bedeutendste. Die Gesamtemissionen haben gegenüber Mitte der 80er Jahre vor allem durch Verringerung der Punktquellen um etwa 24% abgenommen.

2.1.4. Chlorophyll

Mit einer Überwachung der Chlorophyllkonzentrationen wird das Ziel verfolgt, die Algenentwicklung durch die Eutrophierung zu überwachen und die Effekte von Gegenmaßnahmen (z.B. Nährstoffreduktionen) zu dokumentieren.

Die Algenentwicklung in den Binnengewässern Deutschlands wird vor allem von den Phosphatkonzentrationen begrenzt. In hochversorgten oder trüben Gewässern kommt zeitweise oder ständig eine Limitation durch das Licht hinzu. Eine Begrenzung durch Stickstoff tritt nur in manchen Gewässern zeitweise im Hochsommer auf. Unter diesen Bedingungen stellen sich jedoch häufig Massenentwicklungen von Blaualgen ein, die Stickstoff aus der Luft aufnehmen. Die Algenentwicklung erfolgt ferner durch den Witterungsablauf, ökosystemare Wirkungen (z.B. Artenwechsel) und andere noch weitgehend ungeklärte Ursachen von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich.

Aus diesen Gründen gibt es nur einen sehr schwachen und unsicheren Zusammenhang zwischen den Chlorophyll und den Stickstoffkonzentrationen von Nitrat und Ammonium in den Binnengewässern. Die Chlorophyllkonzentrationen sind daher nicht geeignet, die Wirkungen der Aktionsprogramme der Nitratrichtlinie zu beurteilen. Es wurde deshalb darauf verzichtet, sie in diesem Bericht darzustellen und zu analysieren.

2.2 Küstengewässer

Die zuständigen Bundesbehörden der Bundesrepublik Deutschland führen zusammen mit den Bundesländern, die an Nord- und Ostsee liegen, gemeinsame Überwachungsprogramme in den Küstengewässern und der hohen See durch (Bund/Länder-Messprogramm Nordsee und Bund/Länder-Messprogramm Ostsee). Die Programme erfüllen dabei die Verpflichtungen, die die Bundesrepublik Deutschland im Rahmen internationaler Meeresschutzabkommen (OSPARCOM, HELCOM) übernommen hat.

2.2.1 Auswahl der Messstellen in Küstengewässern

Für den Bereich Küstengewässer sind in Fortsetzung der bisherigen Berichterstattung jeweils fünf Messstellen aus den Bund/Länder-Messprogrammen „Nordsee“ und „Ostsee“ ausgewählt worden. Durch diese Messstellen werden im Nordseebereich sowohl die Ästuarbereiche der größeren und kleineren Flüsse (Elbe, Eider, Jade) als auch der Wattenmeerbereich repräsentiert. Das marine Milieu wurde hierbei nicht berücksichtigt. Im Ostseebereich sind hierdurch sowohl die inneren als auch die äußeren Küstengewässer vertreten. Die Stammdaten dieser Messstellen sind in Anhang V zusammengestellt, die kartenmäßige Darstellung zeigt Abbildung 3.

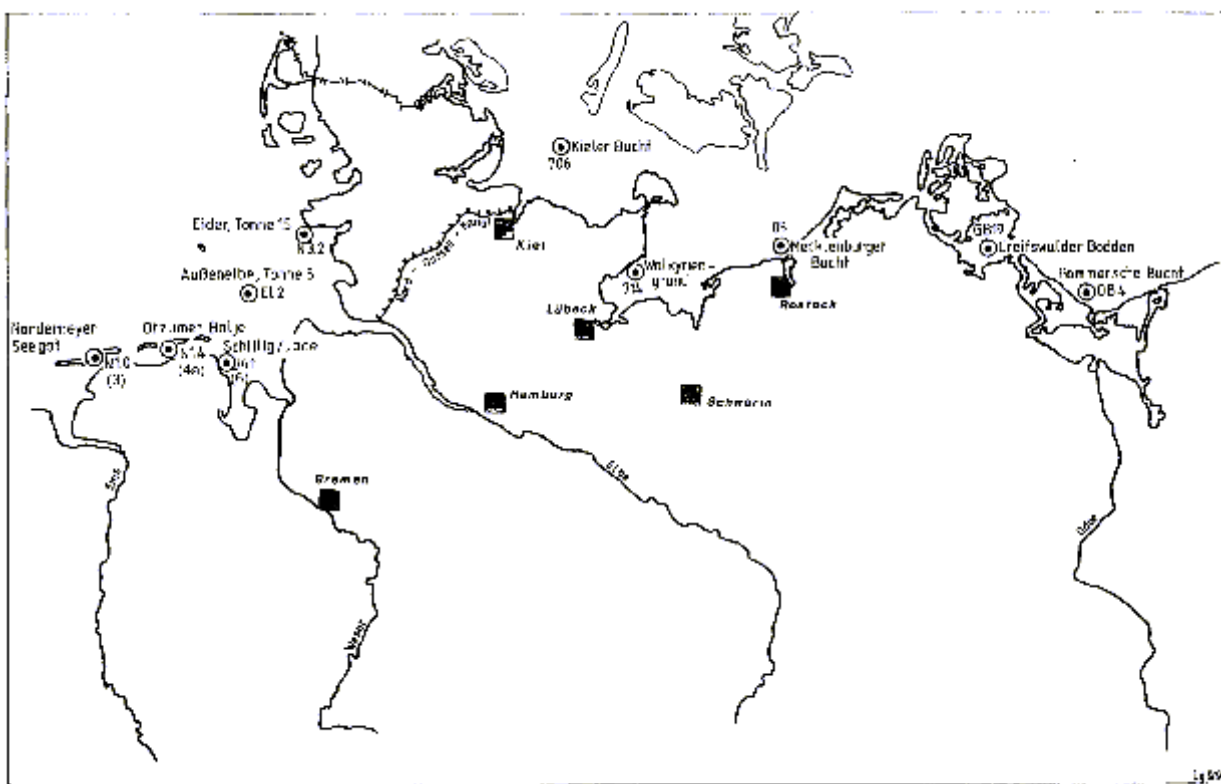


Abb.3: Messstellen in Küstengewässern zur Überwachung der Nitratgehalte

2.2.2 Derzeitige Situation der Nitratbelastung in Küstengewässern

Die Nitrat- und Ammonium-Konzentrationen werden im Küstenbereich nach wie vor durch die Aktivität des Phytoplanktons und im Wattenbereich auch maßgeblich durch das Benthos gesteuert. Sie zeigen hierdurch einen ausgeprägten Jahresgang mit einem Wintermaximum und einem Sommerminimum. Der Jahresgang stellt sich in den Ästuaren und Wattenmeerbereichen

gegenüber den ästuarfernen Bereichen in unterschiedlicher Größenordnung ein. Während in den ästuarfernen Bereichen der Stickstoff im Sommer nahezu vollständig aufgezehrt wird, sind durch den Eintrag der einmündenden Flüsse in den Ästuaren auch im Sommer vielfach höhere Stickstoffgehalte anzutreffen. Darüber hinaus steigen bei höheren Abflüssen nicht nur die Frachten, sondern auch die Nitrat-Konzentrationen, weil durch den Niederschlag die Atmosphäre und der Boden ausgewaschen werden. Die Nitratsituation an den ausgewählten Messstellen geht aus Tabelle 5 hervor.

Messst.- Nr.	Aktuelle Nitratgehalte im Jahre 1999 [mg/l NO ₃]							
	Monat	Messwert	Monat	Messwert	Monat	Messwert	Monat	Messwert
BLMP-Nr.								
N 1.0 (3)							Nov 99	0,19
N 1.4 (4a)	Jan 99	0,55					Nov 99	0,13
J 4.1 (6)	Jan 99	0,51					Nov 99	0,22
EL 2	Feb 99	1,3	Juni 99	0,49	Aug 99	0,30	Nov 99	0,34
N 3.2	Jan 99	6,86					Dez 99	4,78
OM-Nr./ BLMP-Nr.								
706	Jan 99	0,323	Mai 99	< 0,0044	Sep 99	0,0044	Nov 99	0,0089
714	Jan 99	0,518	Mai 99	0,0089	Sep 99	0,027	Nov 99	< 0,0044
O 5	Jan 99	0,044	Mai 99	< 0,009	Sep 99	< 0,009	Nov 99	0,012
GB 19	Jan 99	0,186	Mai 99	0,313	Sep 99	< 0,009	Nov 99	0,071
OB 4	Jan 99	0,295	Mai 99	0,792	Sep 99	< 0,009	Dez 99	0,042

Tab. 5: Nitratgehalte an den Messstellen in Küstengewässern

2.2.3 Vergleich der Nitratsituation 1995 mit der Situation 1999

Gegenüber der Belastungsdarstellung aus dem vorangegangenen Bericht haben sich die Nitrat-Konzentrationen an den Küstengewässer-Messstellen insgesamt verringert, zum Teil in beträchtlichem Umfang bis zu einer Zehnerpotenz. Ob dies durch periodische Schwankungen oder durch eine quantitative Veränderung in der Nährstoffdynamik der Küstengewässer bedingt ist, müssen die weiteren Ergebnisse der Messprogramme ergeben. Die aus den vorgenannten Gründen höher ausfallenden Konzentrationen in den Ästuarbereichen korrespondieren mit denen der einmündenden Flüsse und liegen etwa auf dem gleichen Niveau wie die Werte des vorangegangenen Berichtes.

Eine Tendenzbetrachtung, wie in den Leitlinien vorgeschlagen, ist nicht möglich, weil die Nitratkonzentrationen und die Veränderungen größenordnungsmäßig deutlich unter den vorgeschlagenen Klassifizierungen für Trends liegen.

2.3 Grundwasser

2.3.1 Auswahl der Grundwassermessstellen

Für die Berichterstattung zur Richtlinie des Rates (91/676/EWG) vom 12.12.1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen wurden 1995 von den Ländern 186 Grundwassermessstellen festgelegt.

Folgende Kriterien wurden bei der Auswahl der Messstellen zugrunde gelegt:

- Messstellen im oberflächennahen Grundwasserleiter (oberstes Grundwasserstockwerk, freies Grundwasser ohne Sperrschicht)
- Messstellen mit deutlich erhöhtem Nitratgehalt
- Messstellen mit eindeutigem Bezug zu landwirtschaftlich genutzten Flächen
- Aussagefähigkeit für ein möglichst großes Einzugsgebiet.

Einige der ausgewählten Messstellen stellten sich im nachhinein als ungeeignet für die Berichterstattung heraus oder wurden inzwischen stillgelegt. Solche Messstellen wurden aus dem Messnetz ausgesondert und weitgehend durch neue Messstellen ersetzt. Das Messnetz umfasst nun 181 Messstellen, die im Regelfall jährlich zwei- bis viermal beprobt werden. Probenahme und Analytik erfolgen nach vergleichbaren Kriterien.

Der vorliegende Bericht wurde eng an den Entwurf der Leitlinien für die Berichte der Mitgliedstaaten angelehnt. Zur Abschätzung der Entwicklung der Nitratgehalte vom Beginn des ersten Aktionsprogramms („zero point“) bis heute (end of 1st programm) konnten 178 Messstellen (common points) herangezogen werden. Für diese Messstellen lagen sowohl für den Zeitraum 1994/95 als auch für den Zeitraum 1998/99 Nitratmesswerte vor.

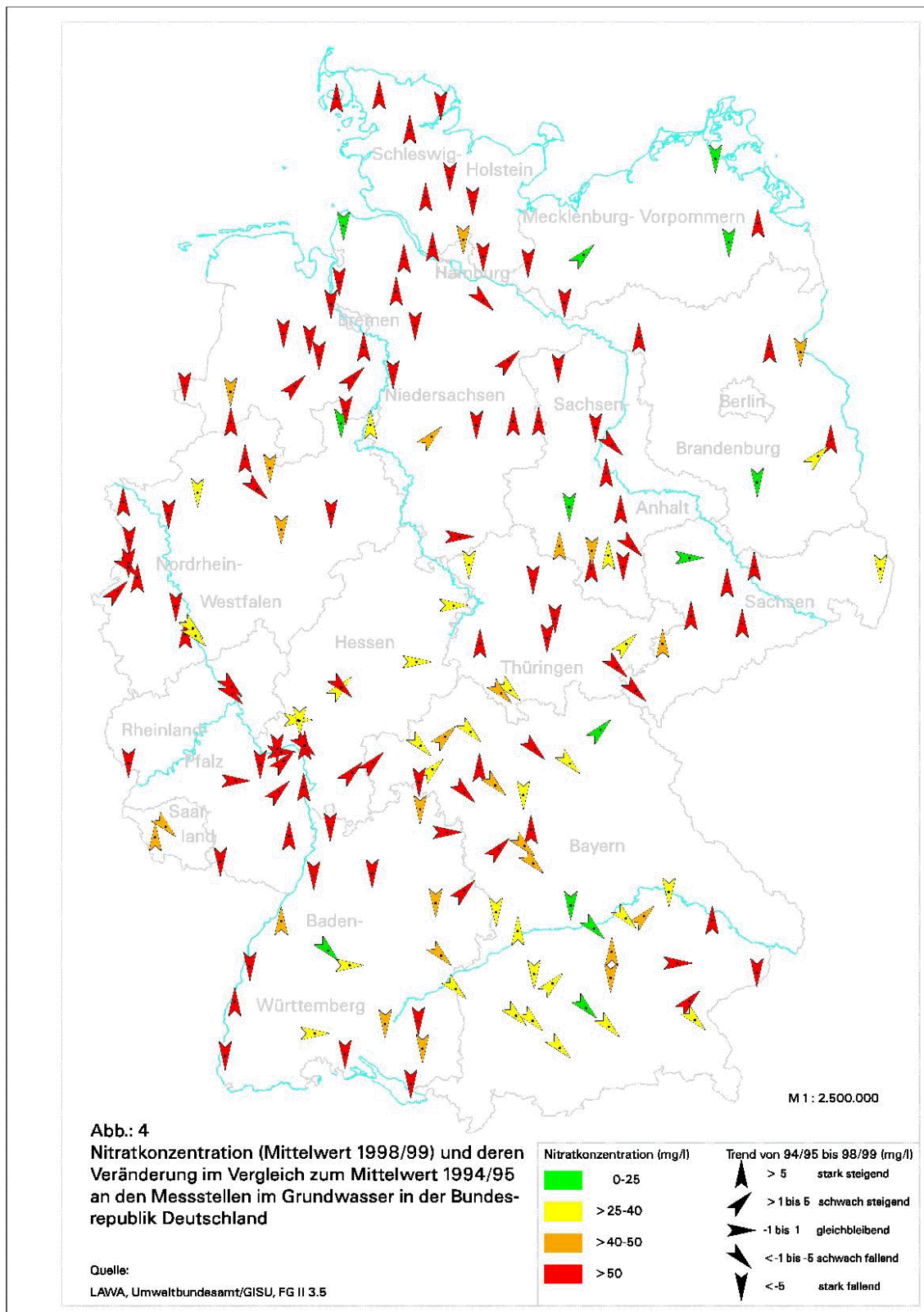


Abb. 4: Nitratkonzentration (Mittelwert 1998/99) und deren Veränderung im Vergleich zum Mittelwert 1994/95 an den Messstellen im Grundwasser in der Bundesrepublik Deutschland (Verzeichnis der Messstellen s. Anhang)

Die Darstellung basiert auf der mittleren gemessenen Nitratkonzentration an der jeweiligen Messstelle im Zeitraum 1998/99.

2.3.2 Situation der Nitratbelastung an den Messstellen 1998/99

Einen Überblick über die derzeitigen Nitratkonzentrationen an den gemeinsamen 178 Messstellen und deren regionale Verteilung gibt die Deutschlandkarte in Abbildung 4.

Die Häufigkeitsverteilung der Nitratgehalte an diesen 178 Messstellen zeigt Abbildung 5. Die Zuordnung der Messstellen zu den einzelnen Konzentrationsbereichen entspricht der in der Deutschlandkarte.

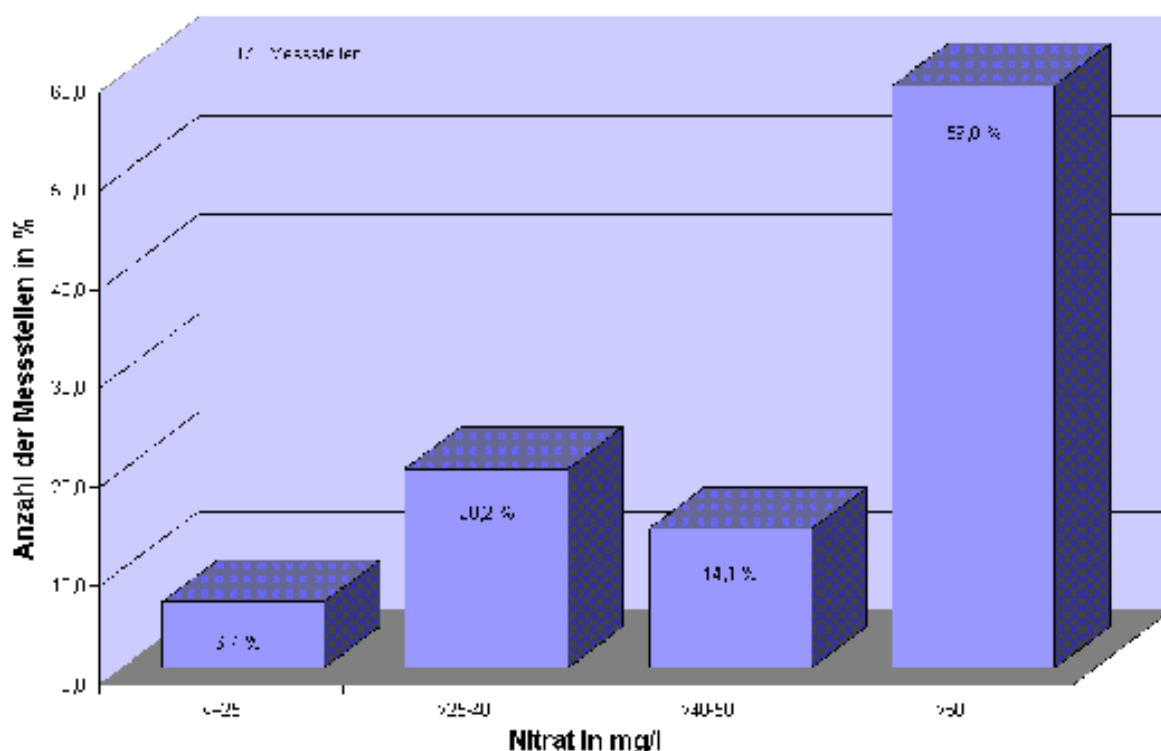


Abb. 5: Häufigkeitsverteilung der mittleren Nitratgehalte 1998/99

Die für diesen Bericht ausgewählten Messstellen liegen ausschließlich in oberflächennahen Grundwasserleitern, bei denen die landwirtschaftlich genutzte Fläche bereits vor 1995 zu einer spürbaren Erhöhung der Nitratgehalte geführt hat. Damit ist die dargestellte Situation als worst-case-Szenario anzusehen. Weder die Richtlinie noch die Leitlinien enthalten Kriterien für die Auswahl der Grundwassermessstellen. Für einen Vergleich der Situation in den einzelnen Mitgliedstaaten wäre es notwendig, dass alle Mitgliedstaaten ihre Messstellen nach den gleichen Kriterien ausgewählt hätten.

2.3.3 Vergleich mit der Situation der Nitratbelastung an den Messstellen 1994/95

Zum Vergleich der Nitratbelastung vor dem ersten Aktionsprogramm 1994/95 mit der aktuellen Situation 1998/99 wird in Abbildung 6 die Häufigkeitsverteilung der mittleren Nitratgehalte für 1994/95 an den in Abbildung 2 dargestellten Messstellen gezeigt. Im Gegensatz zur Darstellung im ersten Bericht 1996 wurden hierfür, wie für Abbildung 5, die Klasseneinteilung der Leitlinien verwendet, so dass ein direkter und unverfälschter Vergleich mit dem Zeitraum 1998/99 möglich ist.

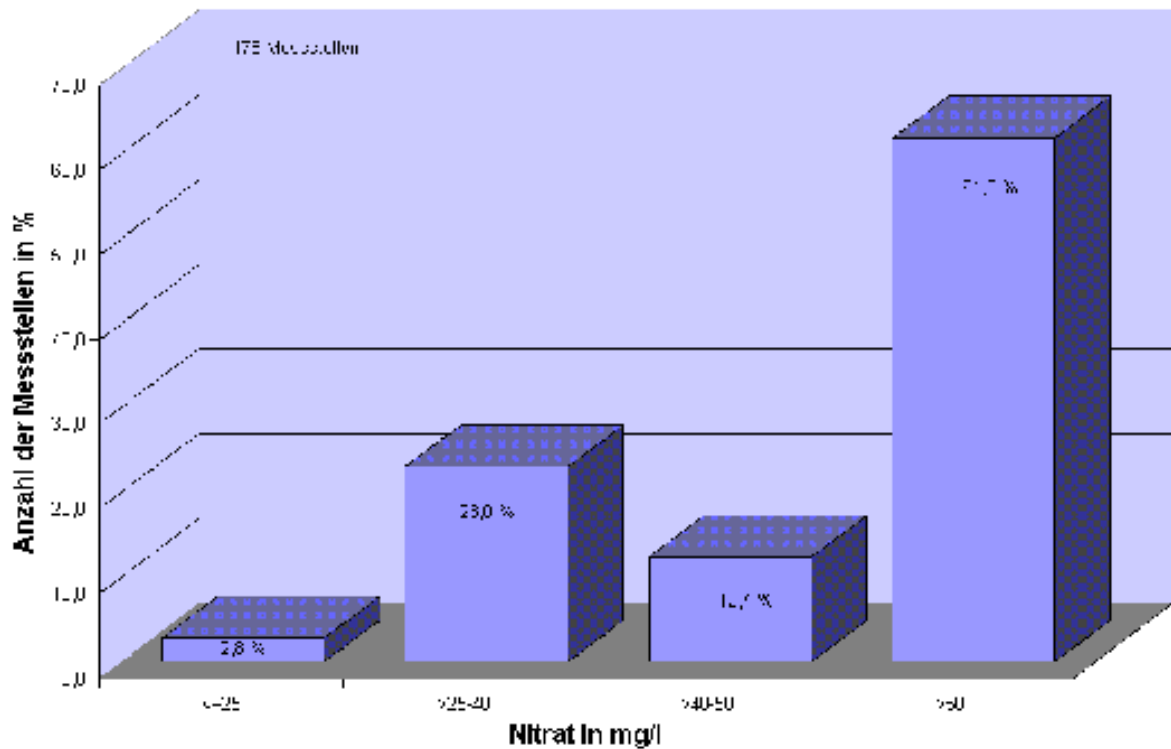


Abb. 6: Häufigkeitsverteilung der mittleren Nitratgehalte 1994/95

Dieser Vergleich zeigt, dass sich die Anzahl der Messstellen mit Nitratgehalten über 50 mg/l von 1994/95 zu 1998/99 um fünf (entspricht 2,8 %) verringert hat.

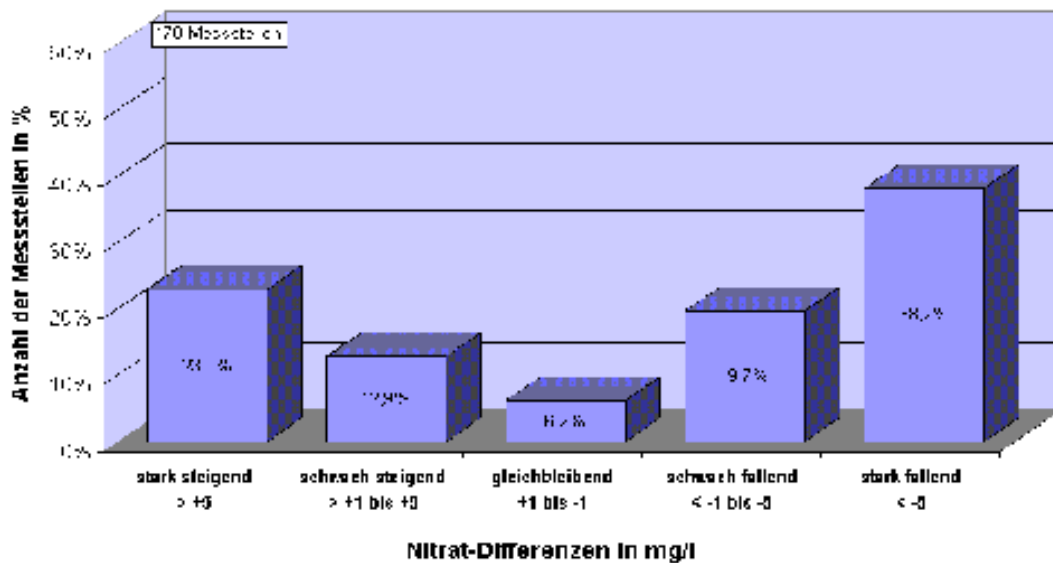


Abb. 7: Häufigkeitsverteilung der Veränderungen der mittleren Nitratgehalte von 1994/95 bis 1998/99 (Differenzbildung)

2.3.4 Veränderung der Nitratbelastung an den Messstellen zwischen 1994/95 und 1998/99

Um Aussagen über den Trend der Entwicklung der Nitratgehalte an den einzelnen Messstellen innerhalb des Berichtszeitraumes 1995 bis 1999 zu erhalten, wird entsprechend den Leitlinien in Abbildung 7 die Häufigkeitsverteilung der Differenzen zwischen den Mittelwerten der Nitratkonzentrationen 1998/99 und 1994/95 dargestellt.

Das Verhältnis der Anzahl von Messstellen mit deutlich gestiegenen mittleren Nitratgehalten zur Anzahl von Messstellen mit deutlich gesunkenen mittleren Nitratgehalten beträgt 41/68. Dieses Auswerteverfahren deutet auf eine spürbare Abnahme der mittleren Nitratgehalte im Berichtszeitraum hin.

Allerdings birgt die hier vorgenommene einfache mathematische Differenzbildung ein nicht zu unterschätzendes Fehlerrisiko in sich. Durch Zufälligkeiten bzw. Ausreißer bei den Nitratgehalten in den Anfangs- und/oder Endjahren des Betrachtungszeitraumes ist es möglich, dass Messstellen in die Klassen „stark steigend“ bzw. „stark fallend“ eingeordnet wurden, obwohl beim Betrachten der Zeitreihe kein dementsprechend eindeutiger Trend zu erkennen ist. Um diesen methodischen Mangel auszuschließen, werden im folgenden Abschnitt Tendenzen bei der Entwicklung der Nitratgehalte, die *in der gesamten Zeitreihe erkennbar sind*, mit Hilfe eines mathematischen Verfahrens der Trendanalyse (lineare Regression) dargestellt

2.3.5 Tendenzen in der Entwicklung der Nitratkonzentrationen

Als Aktionsprogramm im Sinne der EG-Nitratrichtlinie wurde in Deutschland 1996 die Düngeverordnung erlassen. Auswirkungen dieses Aktionsprogramms auf die Beschaffenheit des oberflächennahen Grundwassers können demnach erst nach 1996 an den Messstellen beobachtet werden. Deshalb wird für die Darstellung der Tendenzen im vorliegenden Bericht der Zeitraum 1996 bis 1999 gewählt.

Eine Tendenzangabe erfolgte nur für die Messstellen, an denen

- mit Ausnahme der Jahre 1995 und 1999 jeweils mindestens zwei Messungen pro Jahr vorliegen (Beprobung gemäß EG-Nitratrichtlinie (91/676/EWG)) und
- die Streuung der Einzelmesswerte bei Auftragung auf der Zeitachse rein optisch eine Tendenzangabe sinnvoll erscheinen lässt.

Diese Anforderungen wurden von 116 Messstellen erfüllt.

Eine für jede Messstelle mit dem Verfahren der linearen Regression berechnete Ausgleichsgerade für die gemessenen Nitratkonzentrationen im Vierjahreszeitraum bildet die Grundlage für die Häufigkeitsverteilung der Tendenzen. Die Anstiege dieser Ausgleichsgeraden wurden wie folgt in Klassen eingeteilt und einer Tendenzbezeichnung zugeordnet:

> 6 mg/(l·a)	stark steigend
> 1,5 mg/(l·a) bis 6 mg/(l·a)	steigend
-1,5 mg/(l·a) bis 1,5 mg/(l·a)	gleichbleibend
< -1,5 mg/(l·a) bis - 6 mg/(l·a)	fallend
< -6 mg/(l·a)	stark fallend

Es wird darauf hingewiesen, dass diese Klassen nicht exakt den Klassen der Nitrat-Differenzen der Leitlinie entsprechen.

Wie die Abbildung 8 zeigt, ist die weitaus größte Anzahl von Messstellen (55) der Klasse „Tendenz gleichbleibend“ zuzuordnen, da das jeweilige geringe Steigungsmaß der Ausgleichsgeraden eine eindeutige Zuordnung zur steigenden bzw. abnehmenden Tendenz nicht zulässt. Weiterhin ist festzustellen, dass in der Häufigkeitsverteilung ein leichtes Ungleichgewicht vorliegt. Das Verhältnis der Anzahl von Messstellen mit steigender Tendenz zur Anzahl von Messstellen mit abnehmender Tendenz beträgt 26/35. Es liegt demnach ein leichtes Übergewicht zugunsten der Messstellen mit abnehmender Tendenz vor.

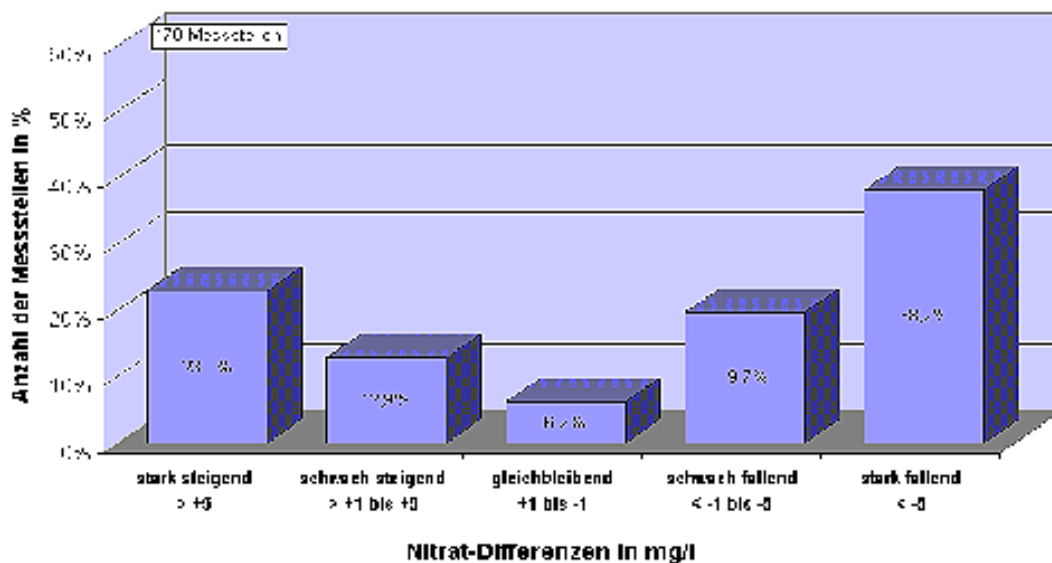


Abb.8: Häufigkeitsverteilung der Tendenzen für die Nitratkonzentrationen im Zeitraum 1996 bis 1999 an 116 Messstellen

2.3.6 Bewertung der Nitratbelastung des Grundwassers

Die Häufigkeitsverteilungen in den Abbildungen 5 und 6 zeigen, dass sich die Nitratkonzentrationen in oberflächennahen und landwirtschaftlich beeinflussten Messstellen im Grundwasser gegenüber dem EG-Nitratbericht 1996 geringfügig vermindert haben. Eine deutlichere Reaktion der Grundwasserbelastung auf die ergriffenen Maßnahmen war, wegen der teilweise sehr langen Verweilzeit des Wassers im Boden, auch nicht zu erwarten (s. Kap. 4). Auch bei der Betrachtung der Differenzen zwischen den Messwerten 1994/95 und 1998/99 sowie der in den Zeitreihen erkennbaren Tendenzen für die Nitratkonzentrationen im Zeitraum 1996 bis 1999 zeigt sich ein Überhang an Messstellen mit abnehmender Tendenz.

Die Untersuchungsergebnisse darauf hin, dass die in den letzten Jahren eingeleiteten Maßnahmen zur Verminderung der Stickstoffauswaschung in das Grundwasser bereits erste Auswirkungen zeigen. Aufgrund der noch sehr kurzen Datenreihen an den Messstellen und der beobachteten, nur geringfügigen Veränderungen im Zeitraum 1998/99 gegenüber dem Zeitraum 1994/95 ist nicht auszuschließen, dass z.B. an einzelnen Messstellen kurzfristige hydrologische Einflüsse die Nitratkonzentration im Grundwasser entscheidend geprägt haben. Es muss auch darauf hingewiesen werden, dass bei einer nennenswerten Anzahl von Messstellen die Nitratgehalte nach wie vor

tendenziell weiter ansteigen können. Aus diesen Gründen können gegenwärtig weder eine fundierte Prognose über die Belastungsentwicklung abgeben, noch eine Abschätzung der Dauer einer nachhaltigen Verbesserung der Nitratsituation im Grundwasser vorgenommen werden.

2.3.7 Zusammenfassung

Nachfolgend wird der Vergleich der Situation zu Beginn des ersten Aktionsprogramms mit der am Ende nach den Vorgaben der Leitlinien dargestellt.

	1994/95	1998/99	Gemeinsame Messstellen
Zahl der Messstellen	186	181	178

Entwicklung im Zeitraum des Aktionsprogramms (% der gemeinsamen Messstellen)

Nitratgehalte	Bezug	1994/95	1998/99
> 50 mg/l	Max. NO ₃ - Gehalt	69,7 %	65,7 %
	Mittlerer NO ₃ -Gehalt	61,8 %	59,0 %
> 40 mg/l	Max. NO ₃ - Gehalt	82,6 %	79,2 %
	Mittlerer NO ₃ -Gehalt	74,2 %	73,1 %

Trends (% der gemeinsamen Messstellen)

Entwicklung:	Maximalwerte	jährliche Mittelwerte
Stark steigend	25,8 %	23,0 %
Schwach steigend	11,2 %	12,9 %
Gleichbleibend	6,2 %	6,2 %
Schwach fallend	16,9 %	19,7 %
Stark fallend	39,9 %	38,2 %

Wie unter Ziff. 2.3.6 erläutert, lässt die derzeitige Datenlage noch keine abschließende Bewertung der getroffenen Maßnahmen im Aktionsprogramm zu (siehe auch Ziffer 4 Abschätzung der zukünftigen Entwicklung der Nitratgehalte der Gewässer). Das Aktionsprogramm ist deshalb unvermindert fortzusetzen.

3. Entwicklung, Förderung und Umsetzung der guten fachlichen Praxis

3.1 Daten für die gesamte Fläche der Bundesrepublik Deutschland

Die geforderten Angaben werden in der Bundesrepublik Deutschland im Rahmen der amtlichen Statistik gewonnen. Die Auswertung der Erhebungen erfordert eine gewisse Zeit. Daher beziehen sich die Angaben auf das Jahr 1997, soweit nicht ein anderes Erhebungsjahr angegeben ist

- Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe	536 000
- Davon viehhaltende Betriebe	419 730
- Landesfläche	357 000 km ²
- Landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF)	173 730 km ²

Es ist davon auszugehen, dass die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche abzüglich der stillgelegten Flächen zur Ausbringung von Wirtschaftsdünger grundsätzlich zur Verfügung steht.

- Dauergrünland	5 265 000 ha = 30,3 % der LF
- Dauerkulturen	212 000 ha = 1,2 % der LF
- N-Düngung/ha/Jahr aus Mineraldünger	93,2 kg N
- N-Düngung/ha/Jahr aus tierischem Wirtschaftsdünger	ca. 70,0 kg N (rechnerisch ermittelt aus dem Viehbesatz, da nicht durch amtliche Statistik erfasst)
- N-Einsatz aus Handelsdünger	1994/95 1 787 KT 1997/98 1 788 KT

Ein deutlicher mengenmäßiger Rückgang des Handelsdüngereinsatzes fand aufgrund der intensiven Diskussion um die gute fachliche Praxis der Düngung Ende der 80er und Anfang der 90er Jahre statt, also bereits vor dem 1. Aktionsprogramm. Zu berücksichtigen sind in diesem Zusammenhang auch die ansteigenden Nährstoffentzüge infolge anhaltender Ertragssteigerungen und die rückläufige Flächenstilllegung (1994: 1 599 891 ha, 1998: 798 747 ha). Die positive Entwicklung spiegelt sich insbesondere im Rückgang der Nährstoffüberschüsse (siehe unten) wider.

- N-Einsatz aus tierischem Wirtschaftsdünger	
Es ist davon auszugehen, dass der Rückgang des Nährstoffanfalls etwa dem deutlichen Rückgang des Viehbestandes entspricht.	
- Großvieheinheiten (GV) je 100 ha	1990 112 GV 1996 91 GV 1997 87 GV
- Stickstoffbilanz je ha LF	

Seit der deutschen Wiedervereinigung ist der N-Flächenbilanzüberschuss für Deutschland insgesamt von ca. 90 kg/ha N im Jahr 1990 auf ca. 75 kg/ha N im Jahr 1998 gesunken ist (siehe Tabelle 6; die Werte für 1999 beruhen auf vorläufigen Daten). Hauptgrund für diesen Rückgang ist die mit dem Anstieg der Erträge verbundene erhöhte Nährstoffabfuhr von der Fläche. Tabelle 6 zeigt weiterhin, dass der Einsatz an Mineraldünger von 1990 bis 1994 im Bundesdurchschnitt ab-

genommen hat. Danach erfolgte ein Anstieg, der darauf zurückzuführen ist, dass die Produktion in den neuen Ländern wieder intensiviert wurde. Der Einsatz an Wirtschaftsdünger ging ebenfalls bis Mitte der 90er Jahre leicht zurück und ist seither nahezu konstant geblieben.

Tabelle 6: Entwicklung der Stickstoff-Zufuhren und Abfuhren (Flächenbilanz) in Deutschland 1990 bis 1999

Stickstoff-Flächenbilanz [kg /ha LF]										
	1990 ^{a)}	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999 ^{b)}
Mineral- dünger	98,0	95,2	96,1	94,8	93,8	103,7	102,8	102,2	103,7	113,1
Wirtschafts- dünger ^{c)}	63,5	57,4	56,4	54,9	54,4	54,0	54,2	53,5	53,4	54,0
N-Bindung Leguminosen	12,9	11,1	10,4	11,1	10,7	10,9	11,0	11,2	11,4	11,5
Atmosphär. Deposition	26,7	23,9	23,5	23,3	23,2	23,2	23,2	23,0	23,0	22,8
Summe Zufuhr ^{d)}	203,5	189,9	189,0	187,0	185,4	195,4	194,9	193,8	195,4	205,5
Ernteabfuhr	115,3	111,4	104,8	111,2	106,5	111,4	113,2	118,8	120,4	122,0
Überschuss	88,2	78,4	84,2	75,8	79,0	84,0	81,7	75,0	75,0	83,5

a) 1990: Datenbasis für die neuen Länder z.T. unsicher

b) ohne Ammoniakverluste

c) 1999: vorläufige Werte

d) einschl. Düngung mit Sekundärrohstoffen

In Tabelle 7 wurden die Flächenbilanzen regionalisiert, indem die Stickstoff-Flächenbilanzüberschüsse seit 1950 für die einzelnen Bundesländer nach einem einheitlichen methodischen Ansatz für die Landwirtschaftsflächen der Bundesrepublik Deutschland und der ehemalige DDR berechnet wurden.

Zwischen den neuen und den alten Bundesländern sind seit 1990 unterschiedliche Entwicklungen festzustellen. Einem langsamen aber kontinuierlichen und bis heute andauernden Rückgang der Stickstoffbilanzüberschüsse in den alten Ländern steht ein starker Einbruch 1990 und danach ein Wiederanstieg in den neuen Ländern gegenüber. In den alten Ländern ist der Bilanzüberschuss seit 1990 von rd. 105 kg/ha LF auf ein Niveau von ca. 80 kg/ha LF (1998) gesunken; in den neuen Ländern war nach der Wiedervereinigung zunächst ein sehr starker Rückgang auf rd. 20 kg/ha LF zu beobachten, in den Folgejahren stieg der Bilanzüberschuss wieder an und erreichte 1998 ca. 60 kg/ha LF. Der N-Flächenbilanzüberschuss der östlichen Länder liegt in der gleichen Größenordnung wie beispielsweise in den Ländern Hessen und Rheinland-Pfalz, die auch einen ähnlich geringen Viehbesatz haben.

Im Mittel der alten Bundesländer konnte eine Verminderung der Bilanzüberschüsse um 14 % für die Periode 1996-98 im Vergleich zu 1992-95 festgestellt werden. In den neuen Ländern betrugen die N-Überschüsse im Mittel der Jahre 1992-95 ca. 40 kg/ha LF; in der Periode 1996-98 sind sie um 45 % auf ca. 58 kg/ha LF gestiegen. Sie liegen jetzt nur noch ca. 33 % unter denen der alten

Bundesländer. Im Zeitraum 1992-95 betrug dieser Unterschied im Mittel noch 60 %. Der extreme Rückgang der N-Überschüsse in den neuen Bundesländern seit 1989 war erwartungsgemäß nur vorübergehend.

Tabelle 7: Stickstoff-Flächenbilanzüberschüsse in Deutschland nach Bundesländern von 1950 bis 1999

Bundesland	Überschuss der N-Flächenbilanz [kg/ha LF]							
	1950	1960	1970	1980	1985	1990	1995	1999*
Baden-Württemberg	38,7	53,8	86,5	118,0	105,8	104,9	87,8	80,2
Bayern	36,6	51,0	91,3	130,5	124,5	123,2	100,1	93,8
Hessen	37,4	49,1	83,7	111,4	100,2	93,9	76,6	72,7
Niedersachsen	36,6	50,3	90,4	130,7	125,4	127,3	110,1	102,1
Nordrhein-Westfalen	37,9	50,8	94,8	137,7	131,5	132,7	110,8	100,0
Rheinland-Pfalz	34,2	44,8	68,5	88,9	81,0	76,7	66,1	60,9
Saarland	31,4	38,0	62,7	89,3	86,7	84,7	72,0	64,9
Schleswig-Holstein	40,5	52,8	94,4	134,1	125,4	125,5	106,3	98,1
Brandenburg	14,2	39,0	85,3	144,3	123,9	17,5	48,2	56,6
Mecklenburg-Vorpommern	6,6	39,9	90,7	129,6	116,5	22,9	51,7	61,1
Sachsen	23,2	45,4	85,1	142,5	126,5	20,9	62,2	72,9
Sachsen-Anhalt	10,6	27,2	77,3	126,2	111,3	22,7	51,8	57,8
Thüringen	8,3	39,3	71,0	129,1	113,9	22,8	59,5	68,1
Deutschland	28,9	46,4	86,8	128,4	118,1	88,2	84,0	83,5

*) 1999: vorläufige Werte

Die höchsten N-Überschüsse mit 100 kg pro ha LF und mehr wurden für Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen berechnet. Grund hierfür ist die gegenüber anderen Bundesländern intensivere Viehhaltung. Für Rheinland-Pfalz und das Saarland kann man feststellen, dass die Stickstoffüberschüsse auch im langzeitigen Vergleich deutlich unter denen der anderen Bundesländer lagen.

Im Vergleich zu den Jahren mit den höchsten N-Überschüssen (1980-1985) liegen diese im Jahr 1999 in den alten Bundesländern bei nur noch etwa drei Vierteln dieses Niveaus und in den neuen Bundesländern bei gut der Hälfte.

Die Zahlen belegen die eindeutig positive Entwicklung der N-Bilanzüberschüsse und die Wirksamkeit der in Deutschland ergriffenen Maßnahmen. In Anbetracht der Tendenz sich längerfristig angleichender N-Flächenbilanzüberschüsse zwischen den östlichen und westlichen Ländern muss davon ausgegangen werden, dass die N-Bilanzüberschüsse in Deutschland insgesamt in den nächsten Jahren auf dem jetzigen Niveau verharren oder nur noch relativ geringe Rückgänge zu erwarten sein werden. Es ist weiterhin davon auszugehen, dass die agrarstrukturellen Unterschiede zwischen den einzelnen Bundesländern, vor allen Dingen in der Intensität die Viehhaltung, das Bild der regionalen Verteilung der N-Bilanzüberschüsse prägen werden.

3.2 Stickstoffeinträge in die natürliche Umwelt

Einträge in die Oberflächengewässer in 1000 t/a N (Schätzungen für 1993-1997)

Gesamteinträge		820	
davon: Hintergrundbelastung		115 (14%)	
diffuse Einträge	590 (72%)	punktförmige Einträge	230 (28%)
atmosphärische Deposition	10 (1%)	industrielle Direkteinleiter	25 (3%)
Urbane Flächen	35 (4%)	kommunale Kläranlagen	205 (25%)
Landwirtschaft	545 (67%)		
davon: Abschwemmung	15 (2%)		
Erosion	15 (2%)		
Dränage	120 (15%)		
Grundwasser	395 (48%)		

Wegen ihrer geringen Veränderungen wurden Einträge in die Oberflächengewässer nicht in den beiden Berichtszeiträumen getrennt ermittelt.

3.3 Regeln der guten fachlichen Praxis

Datum der ersten Publikation: 26. Januar 1996

Die Regeln der guten fachlichen Praxis der Düngung sind in Deutschland in der Düngeverordnung verbindlich festgelegt und näher bestimmt. Wegen der flächendeckenden Anwendung des Aktionsprogramms in Deutschland ergeben sich weitgehende Überschneidungen mit den Maßnahmen des Aktionsprogramms (siehe unter Punkt 3.4). Der Vollständigkeit halber und in Anlehnung an die Leitlinien werden die Regeln der guten fachlichen Praxis nachfolgend kurz dargestellt. Sie umfassen im Einzelnen:

1. Eine Sperrfrist in der Zeit vom 15. November bis 15. Januar, in der Gülle, Jauche, Geflügelkot und stickstoffhaltige flüssige Sekundärrohstoffdünger nicht ausgebracht werden dürfen (§ 3 Abs. 4).
2. Die Ausbringung von Düngemitteln in hängigem Gelände und in der Nähe von Gewässern darf nur so erfolgen, dass ein direkter Eintrag in Gewässer oder auf benachbarte Flächen vermieden wird. Dabei sind insbesondere Geländebeschaffenheit und Bodenverhältnisse angemessen zu berücksichtigen. Darüber hinaus kann die zuständige Behörde Anordnungen zur Erfüllung dieser Grundsätze treffen, insbesondere Mindestabstände zu Oberflächengewässern festlegen (§ 2 Abs. 3).
3. Auf wassergesättigten, tiefgefrorenen oder stark schneebedeckten Böden dürfen stickstoffhaltige Düngemittel nicht aufgebracht werden. Sie dürfen nur aufgebracht werden, wenn der Boden aufnahmefähig ist (§ 2 Abs. 4).
4. Verordnungen der Länder schreiben ausreichenden Lagerraum und eine sichere Bauweise der Behälter zur Lagerung von Wirtschaftsdünger vor einschließlich Maßnahmen zur Verhinderung von Gewässerverunreinigungen durch Einleiten oder Versickern dunghaltiger oder sonstiger Flüssigdünger.

5. Die Gesamtmenge an stickstoffhaltigen Düngemitteln und deren Aufteilung wird dadurch geregelt, dass nach § 2 Abs. 1 stickstoffhaltige Düngemittel zeitlich und mengenmäßig nur in einer am Bedarf der Pflanzen orientierten Menge ausgebracht werden dürfen. Danach müssen schnell wirksame Stickstoffdünger in jedem Fall an den zeitlichen Verlauf des Nährstoffbedarfs der Pflanzen angepasst werden, d.h. es sind ggf. mehrere Teilgaben erforderlich. Grundsätzlich ist nach § 4 Düngeverordnung eine Düngebedarfsermittlung durchzuführen.
6. Die Stickstoffmenge aus Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft darf auf Ackerland 170 kg/ha/Jahr und auf Grünland 210 kg/ha/Jahr nicht überschreiten (§ 3 Abs. 7).
7. Die Geräte zum Ausbringen von Düngemitteln müssen den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen und eine sachgerechte Mengenbemessung, gleichmäßige Verteilung und verlustarme Ausbringung gewährleisten (§ 2 Abs. 7).
8. Wenn keine Herbstsaat erfolgt, ist der Anbau von Zwischenfrüchten anzustreben (§ 2 Abs. 1).
9. Die Düngeverordnung schreibt Aufzeichnungen über die Nährstoffzufuhr und die Nährstoffabfuhr mit dem Erntegut vor (§ 5). Diese Bilanzierung der Nährstoffe ermöglicht eine betriebinterne Kontrolle der Düngung.

Über diese rechtlich verbindlichen Vorschriften der Düngeverordnung hinaus haben die Bundesländer Regeln der guten fachlichen Praxis eingeführt, die von der Landwirtschaft auf freiwilliger Basis angewandt werden sollen. Diese Regeln beruhen auf einem Beschluss der Agrarminister von Bund und Ländern vom 01.10.1993 über die „Grundsätze einer ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung“. Der Beschluss enthält u. a. Aussagen:

- zur Gestaltung der Feldflur (Agrarlandschaft),
- zur Bodenbearbeitung,
- zu Anbau und Bodennutzung (einschließlich Fruchtfolgegestaltung),
- zur Düngung,
- zum Pflanzenschutz,
- zur Tierhaltung,
- zum Anlegen von Feldmieten für Gärfutter, Festmist, Mistkompost,
- zur Beregnung.

Die Düngeverordnung ist verbindlich für alle Landwirte. Es ist folglich davon auszugehen, dass alle Landwirte die Vorschriften der Düngeverordnung und damit die gute fachliche Praxis der Düngung grundsätzlich einhalten. Dazu trägt insbesondere auch die umfangreiche und flächendeckende Schulungs-, Weiterbildungs- und Informationsarbeit der Länder sowie die Unterstützung auch im technischen Bereich bei. Zwar gibt es einzelne Verstöße gegen Bestimmungen der Düngeverordnung, jedoch haben die bekannt gewordenen Verstöße in den letzten Jahren nachweislich deutlich abgenommen.

Die Regeln der einzelnen Bundesländer auf der Grundlage der „Grundsätze einer ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung“, (Beschluss der Agrarminister von Bund und Ländern) sind freiwillig, aber auch sie werden von immer mehr Landwirten eingehalten. Eine Schätzung des Anteils der Landwirte, die diese Regeln in allen Punkten befolgen, ist nicht möglich.

3.4 Maßnahmen des Aktionsprogramms

Mit der Düngeverordnung wurde ein Aktionsprogramm für die gesamte landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzte Fläche in Deutschland erlassen. Es enthält insbesondere folgende Elemente:

1. In § 2 Abs. 1 Düngeverordnung ist festgelegt, wann keine Düngemittel auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht werden dürfen. Danach dürfen Düngemittel grundsätzlich nicht ausgebracht werden, wenn kein Bedarf der Pflanzen an Nährstoffen besteht. Bestimmte Wirtschaftsdünger (Gülle, Jauch, Geflügelkot) tierischer Herkunft, bei denen die Freisetzung der verfügbaren Nährstoffe allmählich und in Abhängigkeit von der Temperatur erfolgt, dürfen in der Zeit vom 15. November bis zum 15. Januar nicht ausgebracht werden (§ 3 Abs. 4).
2. In Verordnungen der Länder werden die Anforderungen an ausreichendem Lagerraum und eine sichere Bauweise der Behälter zur Lagerung von Dung vorgeschrieben, einschließlich der Maßnahmen zur Verhinderung von Gewässerverunreinigungen durch Einleiten oder Versickern dunghaltiger oder sonstiger Flüssigkeiten. Alle Bundesländer haben zwischenzeitlich entsprechende Verordnungen in Kraft gesetzt, die der Kommission übermittelt wurden.
3. Nach § 4 Abs. 1 Düngeverordnung ist unter Zugrundelegung der zu erwartenden Erträge und Qualitäten eine Düngebedarfsermittlung durchzuführen. Dabei sind die im Boden verfügbaren und während des Pflanzenwachstums verfügbar werdenden Nährstoffe sowie die durch Bewirtschaftungsmaßnahmen und Aufbringen von Abfallstoffen zugeführten Nährstoffe zu berücksichtigen. Die im Boden verfügbaren Nährstoffe sind für Stickstoff jährlich durch Untersuchung oder nach Empfehlung der nach Landesrecht zuständigen Behörde oder einer von dieser empfohlenen Beratungseinrichtung zu ermitteln.

Nach § 2 Abs. 1 Düngeverordnung sind Düngemittel im Rahmen guter fachlicher Praxis zeitlich und mengenmäßig so auszubringen, dass die Nährstoffe von den Pflanzen weitestgehend ausgenutzt werden können und somit Nährstoffverluste sowie damit verbundene Einträge in die Gewässer weitestgehend vermieden werden. Dabei dürfen stickstoffhaltige Düngemittel nur so aufgebracht werden, dass die darin enthaltenen Nährstoffe wesentlich während der Zeit des Wachstums der Pflanzen in einer am Bedarf orientierten Menge verfügbar werden. Bei schnell wirksamen Stickstoffdüngern muss die Aufbringung in jedem Fall an den zeitlichen Bedarf der Pflanzen angepasst werden. Ggf. sind dabei mehrere Teilgaben erforderlich.

4. Bei der Aufbringung von Düngern ist gemäß § 2 Abs. 3 der Düngeverordnung ein direkter Eintrag von Düngemitteln oder deren Abschwemmung in Oberflächengewässer oder auf benachbarte Flächen zu vermeiden. Dabei ist die Geländebeschaffenheit und die Bodenverhältnisse zu berücksichtigen, d. h. auf stark geneigten Flächen ist ein größerer Abstand einzuhalten. Beim Ausbringen von Gülle, Jauche, Geflügelkot und stickstoffhaltigen flüssigen Sekundärrohstoffdüngern sind zur Vermeidung von Ammoniakverlusten auch Vegetationsstand und Witterung, vor allem Temperatur und Sonneneinstrahlung zu berücksichtigen. Auf unbestelltem Ackerland sind diese Dünger unverzüglich einzuarbeiten (§ 3 Abs. 2).
5. Neben der Begrenzung der Stickstoffmenge aus tierischem Dung maximal auf 210 kg/ha/Jahr auf Grünland und maximal 170 kg/ha/Jahr auf Ackerland wird auch die Gesamtmenge an Düngemitteln begrenzt. Nach § 1 Abs. 2 Düngemittelgesetzes ist die Düngung nach Art, Menge und Zeit auf den Bedarf der Pflanzen und des Bodens unter Berücksichtigung der im

Boden verfügbaren Nährstoffe und organischen Substanz sowie der Standort- und Anbaubedingungen auszurichten. Nach § 4 Abs. 1 Düngeverordnung wird dieser Grundsatz weiter konkretisiert. Danach wird die auszubringende Düngermenge (Mineraldünger, Wirtschaftsdünger, sonstiger Dünger) vom Nährstoffbedarf der Pflanzen abzüglich der im Boden verfügbaren und voraussichtlich während des Wachstums der Pflanzen verfügbar werdenden Nährstoffmengen begrenzt. Diese Vorgabe bedeutet, dass in vielen Fällen wesentlich weniger als die maximal erlaubte Menge an Wirtschaftsdünger aufgebracht werden darf.

6. Die Anlage von Randstreifen an Gewässern wird durch die Düngeverordnung nicht zwingend vorgeschrieben. Allerdings dürfen durch die Düngung keine Nährstoffe unmittelbar in die Gewässer gelangen (§ 2 Abs. 3). Bei der Düngerausbringung muss folglich ein angemessener Abstand zu Gewässern eingehalten werden, der sich nach den jeweiligen Gegebenheiten wie z.B. Geländebeschaffenheit, Bodenverhältnisse, Pflanzenbewuchs, Art der Düngemittel, Ausbringungsgerät usw. richtet. Die zuständigen Länderbehörden können hierzu im Einzelfall besondere Anordnungen treffen, z. B. durch Festlegung von Mindestabständen zu Oberflächengewässern. Einige Bundesländer haben nach Wasserrecht Gewässerrandstreifen eingeführt.
7. Wenn keine Herbstsaat erfolgt, ist der Anbau von Zwischenfrüchten zur Nutzung der Stickstoffreste im Boden nach § 2 Abs. 1 Düngeverordnung anzustreben.
8. Die Düngeverordnung schreibt in § 5 Aufzeichnungen über die Nährstoffzufuhr und die Nährstoffabfuhr mit dem Erntegut vor, die eine Bilanzierung der Nährstoffe und damit eine Kontrolle der Düngung erlauben.

Die Beschränkung der Stickstoffmenge aus Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft auf maximal 210 kg/ha/Jahr wurde am 1. Juli 1996 wirksam. Seit dem 1. Juli 1997 dürfen auf Ackerland nur noch maximal 170 kg Stickstoff aus Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft ausgebracht werden.

Über die Beschränkung der Gesamtstickstoffmenge hinaus gelten nach der Düngeverordnung beim Ausbringen von Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft folgende besondere Anforderungen:

- Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft sind wie vergleichbare Mehrnährstoffdünger anzuwenden, d.h. sie sollen genau so gezielt wie zugekaufte Handelsdünger eingesetzt werden. Deshalb sind die im Dünger gleichzeitig ausgebrachten Mengen an Stickstoff, Phosphat und Kali zu beachten, um eine Überdüngung mit einzelnen Nährstoffen zu vermeiden.
- Ammoniakverflüchtigungen sind durch eine bodennahe Ausbringung soweit wie möglich zu vermeiden. Hierbei sind auch Vegetationsstand und Witterung, vor allem Temperatur und Sonneneinstrahlung, zu berücksichtigen. Auf unbestelltem Ackerland sind Gülle, Jauche, Geflügelkot oder stickstoffhaltiger flüssiger Sekundärrohstoffdünger unverzüglich einzuarbeiten.
- Auf Ackerland dürfen nach der Ernte der Hauptfrucht Gülle, Jauche, Geflügelkot und stickstoffhaltiger flüssiger Sekundärrohstoffdünger nur dann ausgebracht werden, wenn ein aktueller Stickstoffbedarf der angebauten Kulturen ermittelt wurde oder der ausgebrachte Stickstoff zur Strohrotte beitragen soll. Die Gesamtmenge wurde auf 80 kg Gesamtstickstoff je Hektar begrenzt.
- Gülle, Jauche, Geflügelkot und stickstoffhaltiger flüssiger Sekundärrohstoffdünger dürfen in der Zeit vom 15. November bis 15. Januar grundsätzlich nicht ausgebracht werden. Dieser Zeitraum vergrößert sich je nach Witterung automatisch, wenn der Boden wassergesättigt, tiefgefroren oder stark schneebedeckt ist und die Pflanzen keine Nährstoffe aufnehmen können.

- Auf Moorböden ist bei der Bemessung der Einzelgaben die erhöhte Gefahr der Nährstoffauswaschung zu berücksichtigen.

3.5. Durchführung und Auswirkungen des Aktionsprogramms

3.5.1 Allgemeine Anmerkungen zur Durchführung des Aktionsprogramms und den bisher vorliegenden Ergebnissen.

Für Ausbildung, Schulung und Beratung sind in Deutschland die Länder zuständig. Um diesen Aufgaben nachzukommen, haben die Länder im Rahmen der Agrarverwaltung ein Beratungswesen eingerichtet, das, unterstützt durch ein mehr oder weniger umfangreiches Feldversuchswesen, landwirtschaftliche Schulungs-, Beratungs- und Informationsprogramme unter Berücksichtigung der jeweiligen regionalen Verhältnisse durchführt. Zur Unterstützung dieser Arbeit wurde in Deutschland eine Vielzahl von Broschüren und Merkblättern über den sachgerechten und gewässerschonenden Einsatz von Düngemitteln erarbeitet. Sie finden in Schulung und Beratung breite Anwendung.

Bei der Erstellung dieses Berichts wurde versucht, die Vorgaben des Entwurfs einer Leitlinie für die Berichte weitestgehend zu erfüllen. Allerdings lagen die erbetenen Daten nicht in allen Ländern vollständig vor. Gleichwohl geben die nachfolgenden Informationen einen guten Einblick in die intensiven Bemühungen aller Beteiligten, die gute fachliche Praxis der Düngung flächendeckend anzuwenden und zeigen darüber hinaus die bereits erzielten Erfolge auf.

Generell ist zu sagen, dass mit Inkrafttreten der Düngeverordnung im Januar 1996 der Umsetzung der guten fachlichen Praxis bei der Düngung in allen Bundesländern höchste Priorität eingeräumt wurde. Dabei stehen präventive Maßnahmen (z.B. Beratungs- und Aufklärungsmaßnahmen, Entwicklung von Prognosesystemen) im Vordergrund. So werden die Landwirte regelmäßig über die korrekte Anwendung der Düngeverordnung informiert und z. B. bei der Anfertigung der Nährstoffvergleiche beratend unterstützt sowie mit den erforderlichen aktuellen Daten (z. B. Ergebnisse repräsentativer Bodenuntersuchungen) versorgt. In Deutschland wird den Landwirten eine flächendeckende Fachberatung angeboten.

Für die Kontrolle der Einhaltung der guten fachlichen Praxis gibt es kein bundesweit einheitliches System. Die Länder führen teilweise Stichprobenkontrollen durch, vor allem aber Kontrollen auf Verdacht, nach Anzeigen und Anlasskontrollen, so z.B. bei der Beantragung von Ausnahmegenehmigungen hinsichtlich bestimmter Vorschriften der Düngeverordnung. Derzeit wird in den Ländern der Aufbau eines systematischen Kontrollsystems vorbereitet, dass den Anforderungen der Verordnung über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raumes (VO (EG) Nr. 1257/1999) genügt.

Die Datenlage bezüglich der Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Praxis ist in den Ländern sehr unterschiedlich. Für die in den Leitlinien aufgeführten Indikatoren lagen nicht in jedem Falle die notwendigen Daten vor. Allerdings melden die Länder übereinstimmend eine deutliche Verbesserung der Bewirtschaftungspraxis im Sinne des Gewässerschutzes. Hierzu haben nicht nur Maßnahmen im Rahmen der Düngeverordnung beigetragen, sondern auch die im Zuge der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik geänderten allgemeinen agrarpolitischen Rahmenbedingungen einschließlich der deutlich verstärkten Förderung besonders umweltverträglicher landwirtschaftlicher Produktionsverfahren.

Eine flächendeckende statistische Auswertung der Nährstoffvergleiche durch staatliche Behörden ist nicht vorgesehen. Die nach der Düngeverordnung vorgeschriebenen Nährstoffvergleiche dienen dem Landwirt zur innerbetrieblichen Kontrolle seiner Düngung und sind zusätzliche Grundlage für die Beratung. Detaillierte Angaben zur Entwicklung globaler Nährstoffüberschüsse sind daher auf der Basis dieser Daten kaum möglich. Insgesamt ist aber eine deutliche Reduzierung der Nährstoffüberschüsse -ermittelt nach anderen Daten- festzustellen.

Die Anzahl der Bodenuntersuchungen hat in Deutschland in den 90er Jahren generell stark zugenommen. Zum einen führen die landwirtschaftlichen Betriebe in zunehmendem Maße schlagbezogene Bodenproben durch. Zum anderen liefern die von der Officialberatung initiierten regelmäßigen Untersuchungen auf repräsentativen Testflächen unverzichtbare Daten für die Düngplanung. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden in der regionalen Fachpresse veröffentlicht oder den Landwirten anderweitig bekannt gegeben.

Exakte Angaben über die Ausstattung der Betriebe mit Lagerraum für Wirtschaftsdünger und moderne Ausbringungstechnik lassen sich nicht machen, weil entsprechende Statistiken in Deutschland nicht erstellt werden. Anhand der geförderten Anlagen und Geräte lassen sich allerdings die erzielten Fortschritte dokumentieren. Dabei ist der Zeitraum 1994 bis 1998 nicht allein ausschlaggebend. In vielen Ländern wurde frühzeitig die große Bedeutung ausreichender Lagerkapazitäten erkannt und gefördert. Erste Programme entstanden bereits in den 70er Jahren (Baden-Württemberg). Im Allgemeinen wird eine Mindestlagerkapazität von 6 bis 9 Monaten angestrebt. Um dies in allen Betrieben zu erreichen, sind weitere Investitionen erforderlich. Im Bereich der Ausbringungstechnik besteht noch erheblicher Nachholbedarf. Die hohen Kosten moderner Ausbringungsgeräte verhindern eine schnellere Verbreitung.

Die nachfolgende Übersicht zeigt zusammengefasst die Anwendung des Aktionsprogramms und die Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Praxis, soweit Daten hierzu in Deutschland vorliegen.

3.5.2 Übersicht: Anwendung des Aktionsprogramms und Ergebnisse in den Ländern

Aktivität	Baden-Württemberg
Schulungs- und Informationsprogramme zur besseren Anwendung der guten fachlichen Praxis	- Flächendeckende Veranstaltungen - Spezielle Seminare für Nährstoffvergleiche und Düngebedarfsermittlung - umfangreiche Beratungs- und Schulungsmaterialien
Investitionsprogramme	- Seit 1976 Landesprogramme zur Förderung von Güllebehältern und Festmistlagern - Seit 1995 Förderung bodennahe Gülleausbringungstechnik
Umfang, Beratung und Kontrolle	- Einzelberatung in ca. 1 700 Betrieben pro Jahr - 1996-1997 ca. 650 Veranstaltungen mit ca. 26 000 Teilnehmern - Seit 1998 ca. 900 Betriebskontrollen/Jahr in auffälligen Betrieben
Verbesserungen in der landwirtschaftlichen Praxis: - N-Bilanzen - Bodenuntersuchungen - Lagerkapazität - Zwischenfruchtanbau - Erosionsschutz	- Keine systematische Auswertung - Bestimmte geförderte Betriebe müssen ausgeglichene Bilanzen nachweisen - 1994: ca. 18 500 Standorte 1998: ca. 21 000 Standorte - 1994: ca. 7,5 Mio.m³ 1998: ca. 8,5 Mio.m³ - 1994: ca. 235 000 ha 1998: ca. 251 000 ha - 1994: ca. 59 000 ha (Mulchsaat) 1998: ca. 85 000 ha (Mulchsaat)

Aktivität	Bayern
Schulungs- und Informationsprogramme zur besseren Anwendung der guten fachlichen Praxis	- Flächendeckende Veranstaltungen in allen 49 Ämtern - Fachartikel, Rundschreiben der Erzeugerringe, Informationsmaterialien - Nahezu alle Landwirte wurden erreicht
Investitionsprogramme	- Seit 1984 Landesprogramm zur Förderung von Güllelagerkapazitäten - Seit 1995 Förderung bodennaher Ausbringungstechnik
Umfang, Beratung und Kontrolle	- Einzelberatungen auf Anforderung und bei festgestellten Verstößen gegen die gute fachliche Praxis - InVeKoS-Vor-Ort-Kontrollen in 5% der Betriebe
Verbesserungen in der landwirtschaftlichen Praxis: - N-Bilanzen - Bodenuntersuchungen - Lagerkapazität - Zwischenfruchtanbau - Erosionsschutz	- Keine systematische Auswertung - Bestimmte geförderte Betriebe müssen ausgeglichene Bilanz nachweisen - Seit 1994: ca. 110 000 Analysen/Jahr - N-Monitoring an 317 Standorten - Seit 1984 zusätzlich ca. 12 Mio. m³ - 1998/99 Anstieg auf ca. 330 000 ha - 1994: ca. 10 000 ha - 1998: ca. 43 000 ha

Aktivität	Berlin, Bremen, Hamburg
Schulungs- und Informationsprogramme zur besseren Anwendung der guten fachlichen Praxis	- Informationsveranstaltungen zur guten fachlichen Praxis bei der Düngung
Investitionsprogramme	- Grundsätzlich kein Bedarf für landesspezifische Förderungsmaßnahmen - In Hamburg Förderung von Güllebehältern und moderner Technik
Umfang, Beratung und Kontrolle	- Einzelberatung erfolgt auf Anfrage - Kontrolle erfolgt im Verdachtsfall und nach Anzeigen
Verbesserungen in der landwirtschaftlichen Praxis: - N-Bilanzen - Bodenuntersuchungen - Lagerkapazität - Zwischenfruchtanbau - Erosionsschutz	- Keine systematische Auswertung - Einzeluntersuchungen der Betriebe - Kein Bedarf für landesweite Programme

Aktivität	Brandenburg
Schulungs- und Informationsprogramme zur besseren Anwendung der guten fachlichen Praxis	- Schulische Weiterbildung - Beraterfortbildung - Fachtagungen, Feldtage - Umfangreiche Beratungs- und Schulungsmaterialien
Investitionsprogramme	- Förderung von Güllebehältern und umweltgerechter Ausbringungstechnik
Umfang, Beratung und Kontrolle	- 1996-1999 insgesamt 105 Weiterbildungsmaßnahmen mit 1 638 Personen - Betriebskontrollen/-beanstandungen: 1998: 345/79; 1999: 620/84
Verbesserungen in der landwirtschaftlichen Praxis: - N-Bilanzen - Bodenuntersuchungen - Lagerkapazität - Zwischenfruchtanbau - Erosionsschutz	- N-Überschuss ca. 20-50 kg/ha/Jahr - 350 repräsentative, regelmäßig untersuchte N-Monitoring-Standorte - 6 000 bis 7 000 betriebliche Einzeluntersuchungen - 1996-1999 Förderung von 120 Anlagen, insgesamt 248 637 m³ Güllelagerraum und 13 231 m² Festmistlager - 1994/95: ca. 14 200 ha - 1998/99: ca. 38 200 ha - 1996: 25 000 ha; 1999: 110 000 ha

Aktivität	Hessen
Schulungs- und Informationsprogramme zur besseren Anwendung der guten fachlichen Praxis	- Flächendeckendes Schulungs- und Informationsangebot - Tagungen, Arbeitskreise - Leitfaden zur Düngeverordnung
Investitionsprogramme	- Förderung von Güllebehältern und moderner Ausbringungstechnik - Aufstockung der Fördermittel für die Jahre 1999 und 2000
Umfang, Beratung und Kontrolle	- Seit 1996 jährlich ca. 160 Informationsveranstaltungen - Keine systematischen Kontrollen - Kontrollsystem ist in Vorbereitung
Verbesserungen in der landwirtschaftlichen Praxis: - N-Bilanzen - Bodenuntersuchungen - Lagerkapazität - Zwischenfruchtanbau - Erosionsschutz	- 1999 Auswertung von 650 Betriebsbilanzen - 1994: 6 557 Standorte - 1998: 7 847 Standorte - 1996 bis 1998 wurden 130 000 m³ Güllelagerraum geschaffen; 1999 waren 163 000 m³ Lagerraum in Planung - Ca. 25% der Sommerkulturen - Ca. 33% der Sommerkulturen - Keine konkreten Zahlenangaben

Aktivität	Mecklenburg-Vorpommern
Schulungs- und Informationsprogramme zur besseren Anwendung der guten fachlichen Praxis	- Umfangreiche Fachinformationen, Tagungen etc. - Düngebroschüre - Aktuelle Informationen, z.B. N_{min}-Ergebnisse
Investitionsprogramme	- Seit 1996 Förderung: Güllelagerung, Abdeckung, moderne Ausbringungstechnik
Umfang, Beratung und Kontrolle	- Jährlich werden ca. 3 000 Landwirte geschult - Ca. 1 100 Kontrollen pro Jahr, d.h. 5% der Betriebe
Verbesserungen in der landwirtschaftlichen Praxis: - N-Bilanzen - Bodenuntersuchungen - Lagerkapazität - Zwischenfruchtanbau - Erosionsschutz	- N-Überschüsse verringern sich weiter - 1996: ca. 28 000 Bodenproben - 1999: ca. 38 000 Bodenproben - 200 repräsentative N_{min}-Testflächen - Seit 1996 wurden = 380 000 m³ Güllelagerraum, = 5 000 m² Lagerabdeckung, = 6 000 m² Festmistlagerflächen - geschaffen und 104 Ausbringungsgeräte gefördert

Aktivität	Niedersachsen
Schulungs- und Informationsprogramme zur besseren Anwendung der guten fachlichen Praxis	- Flächendeckende Beratung in Form von Einzel- und Gruppenberatung - Erstellung von Beratungsunterlagen - Aktuelle Empfehlungen zur Düngung - Kooperation in Wasserschutzgebieten - Pilotprojekt umweltgerechter Gülleeinsatz in 11 veredelungsstarken Regionen
Investitionsprogramme	- Förderung von Güllebehältern und moderner Ausbringungstechnik
Umfang, Beratung und Kontrolle	- Stichprobenkontrolle - Vor-Ort-Kontrollen nach Anzeigen - 1996-98 ca. 1 900 Kontrollen (ca. 1,5 % der Betriebe) - 230 Bußgeldverfahren
Verbesserungen in der landwirtschaftlichen Praxis: – N-Bilanzen – Bodenuntersuchungen – Lagerkapazität – Zwischenfruchtanbau – Erosionsschutz	- Keine repräsentativen Angaben möglich. - Ca. 45 000 Einzelproben/Jahr - 400 repräsentative Schläge werden jährlich untersucht und die Ergebnisse veröffentlicht - Förderung seit 1990: = 3 436 Gemeinschaftsgülleanlagen = ca. 6 000 Einzelanlagen mit mindestens 6 Monaten Lagerkapazität - Zu Zwischenfruchtanbau, Lagerkapazitäten und Erosionsschutz liegen keine Daten vor. Es ist von einer insgesamt positiven Entwicklung für alle Bereiche auszugehen

Aktivität	Nordrhein-Westfalen
Schulungs- und Informationsprogramme zur besseren Anwendung der guten fachlichen Praxis	- Flächendeckende Informationsveranstaltungen, Seminare, Spezialberatung zur bedarfsgerechten Düngung - Fachveröffentlichungen, Leitfaden - Kooperation in Wasserschutzgebieten
Investitionsprogramme	- Förderung von Güllebehältern und moderner Ausbringungstechnik
Umfang, Beratung und Kontrolle	- Kontrolle der Nährstoffaufzeichnungen in ca. 1 000 Betrieben/Jahr - Vor-Ort-Kontrollen in ca. 290 Betrieben
Verbesserungen in der landwirtschaftlichen Praxis: - N-Bilanzen - Bodenuntersuchungen - Lagerkapazität - Zwischenfruchtanbau - Erosionsschutz	- 2 844 Nährstoffvergleiche wurden ausgewertet; bei 30-40% besteht Bedarf für Vor-Ort-Prüfungen - 1994 35 290 N_{min}-Analysen - 1998 63 425 N_{min}-Analysen - Güllelagerkapazität wurde deutlich erweitert, seit 1990 wurden 708 Behälteranlagen gefördert - Zwischenfruchtanbau: 1994 ca. 45 % und 1999 ca. 65 % der in Frage kommenden Flächen - Erosionsschutzmaßnahmen werden gefördert

Aktivität	Saarland
Schulungs- und Informationsprogramme zur besseren Anwendung der guten fachlichen Praxis	- Flächendeckende Vortragsveranstaltungen - Broschüre "Umwelt und Düngung im Saarland" an alle Landwirte verteilt
Investitionsprogramme	- Förderung von Güllebehältern und moderner Ausbringungstechnik
Umfang, Beratung und Kontrolle	- Jährlich werden 50 Betriebe (ca. 3 %) kontrolliert und bei Bedarf beraten
Verbesserungen in der landwirtschaftlichen Praxis: - N-Bilanzen - Bodenuntersuchungen - Lagerkapazität - Zwischenfruchtanbau - Erosionsschutz	- Keine repräsentativen Angaben möglich - Nitratkataster umfasst 50 Standorte, die regelmäßig beprobt werden - betriebliche Einzeluntersuchungen auf N_{min} - Seit 1996 Förderung von 30 Güllebehältern und 10 Güllefässern - Zunahme Zwischenfruchtanbau und Erosionsschutzmaßnahmen

Aktivität	Rheinland-Pfalz
Schulungs- und Informationsprogramme zur besseren Anwendung der guten fachlichen Praxis	- Flächendeckende Schulungs- und Informationsveranstaltungen - aktuelle Information durch Warndienst - Broschüre "Sachgerechte Düngung" - PC-Programm zur Düngeplanung
Investitionsprogramme	- Umfangreiches Landesförderprogramm für ausreichenden Lagerraum (mindestens 6 Monate) im Zeitraum 1986 bis 1993
Umfang, Beratung und Kontrolle	- Im Berichtszeitraum ca. 3 500 Einzelberatungen, 120 Gruppenberatungen mit ca. 2 400 Personen, über 200 Vortragsveranstaltungen - Kontrollen im Rahmen der Beratung und bei besonderen Anlässen
Verbesserungen in der landwirtschaftlichen Praxis: - N-Bilanzen - Bodenuntersuchungen - Lagerkapazität - Zwischenfruchtanbau - Erosionsschutz	- Bewertung der Nährstoffaufzeichnungen durch die Offizialberatung; dabei werden 25-30% der LF erfasst - Bis zu 1 000 repräsentative Flächen werden regelmäßig beprobt, Ergebnisse dienen der Düngeberatung und werden veröffentlicht - Deutliche Zunahme; Ausnahmen vom Ausbringungsverbot der Düngeverordnung (15.11. bis 15.01.) gingen von 576 in 1996/97 auf 200 in 1999/2000 zurück - Keine Zahlenangaben möglich; aber insgesamt positive Entwicklung insbesondere in Betrieben, die an Umweltprogrammen teilnehmen

Aktivität	Sachsen
Schulungs- und Informationsprogramme zur besseren Anwendung der guten fachlichen Praxis	- Flächendeckende Schulungs- und Informationsveranstaltungen, Vorträge, regionale Fachtagungen - Broschüre „Ordnungsgemäßer Einsatz von Düngern entsprechend der Düngeverordnung,“ - Faltblätter zur guten fachlichen Praxis - EDV-Programm "Wirtschaftsdünger"
Investitionsprogramme	- Seit 1990 Förderung von Investitionen zur umweltgerechten Lagerung und Ausbringung von Gülle, Festmist und Silagesickersäften
Umfang, Beratung und Kontrolle	- Ca. 8 500 Landwirte wurden geschult, bzw. einzeln oder in Gruppen beraten - Zufallskontrollen in 5 % der Betriebe - weitere Kontrollen bei Ausnahmegenehmigungen nach der Düngeverordnung - Insgesamt wurden 625 Betriebe kontrolliert, 33 Verstöße
Verbesserungen in der landwirtschaftlichen Praxis: - N-Bilanzen - Bodenuntersuchungen - Lagerkapazität - Zwischenfruchtanbau - Erosionsschutz	- Seit 1990 drastischer Rückgang der N-Bilanzüberschüsse, seit 1995 überwiegend ausgeglichene N-Bilanzen - 1994 ca. 12 000 N_{min}-Untersuchungen - 1998 ca. 35 800 N_{min}-Untersuchungen (sowohl Einzelanalysen als auch im Rahmen des Nitratmessnetzes) - Ausdehnung des Güllelagerraums von durchschnittlich 160 Tagen 1995 auf 180 Tage 1998 - Anwendung moderne Ausbringungstechnik Schleppschlauch ca. 24 %, Schleppschuh 2 %, Injektor 27 %, insgesamt ca. 53 % - 1995: 8 765 ha Zwischenfruchtanbau - 1998: 25 368 ha Zwischenfruchtanbau - Ausdehnung der Mulchsaatterfahren von 26 176 ha 1995 auf ca. 79 000 ha 1999 - Förderung der Umwandlung von Acker in Grünland 4 354 ha - Verzicht auf Grünlandumbruch bei Agrarumweltförderung

Aktivität	Sachsen-Anhalt
Schulungs- und Informationsprogramme zur besseren Anwendung der guten fachlichen Praxis	– umfangreiche Schulungsprogramme zur Umsetzung der Düngeverordnung und besseren Anwendung der guten fachlichen Praxis – Broschüren, Faltblätter, Richtwerttabellen, Ergebnisse aktueller $N_{\min}$-Analysen
Investitionsprogramme	– Förderung von Güllelager und moderner Gülletechnik
Umfang, Beratung und Kontrolle	- 1996 bis 1999 wurden jährlich ca. 2 200 bis 3 200 Landwirte geschult - Veröffentlichungen und Broschüren wurden kostenfrei abgegeben - Vor-Ort-Kontrollen: 1996: 119 1998: 269
Verbesserungen in der landwirtschaftlichen Praxis: – N-Bilanzen – Bodenuntersuchungen – Lagerkapazität – Zwischenfruchtanbau – Erosionsschutz	- Mittlerer N-Saldo 1998 von 130 Betrieben: 45 kg N/ha Min./Max: - 53/+ 230 kgN/ha – 1994 ca. 2 600 $N_{\min}$-Proben – 1998 ca. 5 000 $N_{\min}$-Proben (ohne private Analyselabors) – 1996-1999 wurden insgesamt 226 946 m³ Lagerraum gefördert – 1996-1999 wurden 18 Anträge für moderne Gülletechnik gefördert – Anwendung erosionsmindernder Verfahren hat sich seit 1990 etwa verdoppelt

Aktivität	Schleswig-Holstein
Schulungs- und Informationsprogramme zur besseren Anwendung der guten fachlichen Praxis	- Veranstaltungen für Landwirte, Berater, Verwaltung - Fachartikel, aktuelle Information z.B. über N-Werte, Bodenzustand - Ergebnisse Versuchswesen
Investitionsprogramme	- Landesförderprogramm 1974-1992 zur Schaffung von Güllelagerraum, danach einzelbetriebliche Förderung nach GAK - Nur geringe Nachfrage nach Technikförderung
Umfang, Beratung und Kontrolle	- Intensive Beratung zur Erfüllung der Anforderungen der DüngeVO - Kontrolle in 5 % der Betriebe, sofern Beratungsbedarf besteht, wird dies der Betriebsleitung mitgeteilt
Verbesserungen in der landwirtschaftlichen Praxis: - N-Bilanzen - Bodenuntersuchungen - Lagerkapazität - Zwischenfruchtanbau - Erosionsschutz	- Überwiegend werden Hof-Tor-Bilanzen erstellt - aussagekräftige Übersichtsdaten liegen nicht vor - Zunahme seit 1996 um 30 % - Nitratmessnetz (42 Teilflächen) liefert repräsentative Daten - Hohe Kapazitäten bereits Anfang der 90 er Jahre vorhanden - Geringe Bedeutung wegen hohen Anteils von Wintergetreide, - Direktsaatverfahren, landschaftstypische Knicks gegen Winderosion

Aktivität	Thüringen
Schulungs- und Informationsprogramme zur besseren Anwendung der guten fachlichen Praxis	- Vortrags- Fachtagungen - Feldtage, Warnmeldungen - Bereitstellung aktueller Daten im Agrarinformationssystem - Leitlinien, Merkblätter
Investitionsprogramme	- Agrarinvestitionsprogramm des Landes Thüringen 1994 bis 1997
Umfang, Beratung und Kontrolle	- Seit 1997 werden jährlich 120 Betriebe kontrolliert, seit 1998 zusätzlich 60 freiwillige Betriebe
Verbesserungen in der landwirtschaftlichen Praxis: - N-Bilanzen - Bodenuntersuchungen - Lagerkapazität - Zwischenfruchtanbau - Erosionsschutz	- Mittlerer N-Saldo 1997 und 1998 ca. 36 kg/N/ha Min: - 89; Max: + 127 kg/N/ha - 1994 ca. 8 750 N_{min}-Proben - 1998 ca. 13 900 N_{min} Proben (jeder 3. Ackerschlag wurde im Zeitraum 1997-1999 erfasst) - 1994 - 1997 wurden in 108 Betrieben insgesamt 194 892 m³ Güllelagerraum geschaffen und in 124 Fällen Gülletechnik gefördert - Seit 1994 wurden 258 ha Ackerrandstreifen angelegt und ca. 80 lfd. Kilometer Erosionsschutzpflanzungen geschaffen

3.6 Kosten-Nutzen-Untersuchungen

Kosten-Nutzen-Untersuchungen über Maßnahmen des Gewässerschutzes in der Landwirtschaft wurden in einem mehrjährigen Forschungsvorhaben durchgeführt, das in einem „Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft (ecomed-Verlag, ISBN 3-609-65270-5) veröffentlicht wurde. Dieses Handbuch enthält Handlungsanleitungen, zur Verminderung der Gewässerbelastung aus naturwissenschaftlicher und betriebswirtschaftlicher Sicht und dient auch als Grundlage für die landwirtschaftliche Beratung.

Es werden einfache, praxistaugliche Schätzverfahren zur Ermittlung der standort- und bewirtschaftungsabhängigen Gewässergefährdung durch die Landwirtschaft vorgestellt. Die landwirtschaftlichen Produktionsverfahren werden umfassend beschrieben und aus der Sicht des Gewässerschutzes bewertet.

Im Handbuch werden unterschiedliche Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt und ihre Auswirkungen auf den Gewässerschutz und das Betriebseinkommen analysiert. Die natürliche Standortqualität und die gegebene Betriebsstruktur bestimmen in hohem Maße, welche Gewässerschutzmaßnahmen besonders sinnvoll sind. Deshalb wurden 3 Modellbetriebe auf Standorten unterschiedlicher Gewässergefährdung auf mögliche Handlungsspielräume hin untersucht. An diesen Beispielen wird dargestellt, inwieweit sich Wirtschaftlichkeit und Gewässerschutz vereinbaren lassen.

Das Handbuch enthält also Anleitungen, wie sich in der Praxis die Gewässergefährdung im Einzelfall abschätzen lässt und wie durch standortspezifische Maßnahmen, unter Berücksichtigung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses, erhöhten Einträgen von Nährstoffen in die Gewässer entgegen gewirkt werden kann. Es ist damit eine wertvolle Hilfe für die Beratung der Landwirte.

4. Prognose der zukünftigen Entwicklung der Nitratgehalte der Gewässer

Grundsätzlich ist eine Prognose der zukünftigen Entwicklung der Nitratgehalte aufgrund im Verhältnis zu den langen Reaktionszeiten kurzen Messreihen mit großen Unsicherheiten behaftet.

Allerdings machen Vergleiche zwischen der zeitlichen Entwicklung der Stickstoffüberschüsse und den Nitratkonzentrationen erste, grobe Schätzungen über die Reaktionszeiten der Flussgebiete auf Änderungen in der Landwirtschaft möglich (siehe Anhang III).

Diese Schätzungen sind noch sehr unsicher, u.a. wegen der fehlenden Daten über die Überschüsse der Gebiete außerhalb Deutschlands sowie den gleichzeitigen Veränderungen bei den Kläranlagen und den Abbaubedingungen in den Gewässern. Für die einzelnen Flussgebiete lassen sich folgende erste Schätzungen machen:

	geschätzte mittlere Fließzeiten von den Bodenoberflächen bis zum Hauptfluss:
Rhein	2 bis 10 Jahre
Donau	5 bzw. 10 bis 15 Jahre
Weser	8 bzw. 15 bis 20 Jahre
Elbe	14-15 bzw. 18 bis 22 Jahre; Fließzeitmodell WEKU: ca. 25 Jahre

Wie die Tabelle zeigt, dürften sich erste Reaktionen auf den Rückgang der Stickstoffüberschüsse im Laufe des zweiten Aktionsprogramms zeigen.

Anhang I

Messstellen an Oberflächengewässern

Name	Gewässer	Messtellename	Rechtswert	Hochwert	Geogr. Länge	Geogr. Breite
SH01	Bille	Reinbek	3582400	5931160	10,14,31	53,30,25
SH02	Stör	Willenscharen	3552960	5986900	09,48,28	54,00,42
SH03	Treene	Friedrichstadt	3505600	6026820	09,05,10	54,22,22
SH04	Bongsiel, Kanal	Schlüttsiel	3484320	6061470	08,45,24	54,41,02
SH05	Schwentine	Kiel	3577370	6022570	10,11,21	54,19,44
SH06	Trave	Sehmsdorf	3593510	5965630	10,25,11	53,48,53
HH01	Elbe	Seemannshöft	3558450	5934670	09,52,54	53,32,30
HH02	Alster	Mellingb, Schleuse	3572090	5949300	10,05,27	53,40,17
HH03	Elbe	Zollenspieker	3578450	5919000	10,10,46	53,23,54
NI01	Elbe	Schnackenburg	4471240	5878520	11,34,16	53,02,22
NI03	Elbe	Grauerort	3532780	5949740	09,29,46	53,40,46
NI04	Weser	Hemeln	3542620	5707550	09,36,49	51,30,07
NI05	Weser	Intschede	3510370	5870120	09,09,15	52,57,53
NI06	Weser	Nordenham	3466010	5927890	08,29,16	53,28,58
NI07	Aller	Grafhorst	4428500	5813520	10,56,53	52,27,05
NI08	Aller	Langlingen	3587850	5825960	10,17,44	52,33,39
NI09	Aller	Verden	3515060	5866080	09,13,26	52,55,42
NI10	Leine	Reckershausen	3564820	5697250	09,55,54	51,24,27
NI11	Leine	Poppenburg	3552250	5778210	09,45,47	52,08,11
NI12	Leine	Neustadt	3531770	5819680	09,28,04	52,30,38
NI13	Oker	Groß Schwülper	3597540	5803000	10,25,54	52,21,11
NI14	Hunte	Reithörne	3454720	5892360	08,19,22	53,09,46
NI15	Ems	Herbrum	2588480	5879020	07,19,09	53,02,15
NI16	Vechte	Laar	2550070	5831200	06,44,21	52,36,46
NI17	Hase	Bokeloh	2591130	5841050	07,20,53	52,41,45
NI18	Ilmenau	Rote Schleuse	3594430	5898350	10,24,49	53,12,37
HB01	Weser	Bremen	3491746	5880047	08,52,36	53,03,14
NW01	Rhein	Bad Honnef	2586040	5611200	07,12,58	50,37,52
NW02	Rhein	Kleve-Bimmen	2504660	5747330	06,04,03	51,51,40
NW03	Sieg	Bergheim	2578140	5626100	07,06,27	50,45,58
NW04	Sieg	Au	3405400	5626900	07,39,31	50,46,15
NW05	Sieg	Netphen	3447110	5642820	08,14,51	50,55,10
NW06	Wupper	Leverkusen-Rheindorf	2566700	5657280	06,57,04	51,02,52
NW07	Erft	Neuss	2551150	5671980	06,43,53	51,10,54
NW08	Swist	Weilerswist	2559600	5625960	06,50,41	50,46,02
NW09	Ruhr	Duisburg-Ruhrort	2551100	5701350	06,44,06	51,26,44
NW10	Ruhr	Villigst	3401320	5701080	07,34,50	51,26,13
NW11	Lenne	Hohenlimburg	3499010	5693490	08,59,08	51,22,38
NW12	Möhne	Völlinghausen	3444180	5704880	08,11,47	51,28,37
NW13	Lippe	Wesel	2543780	5723500	06,37,57	51,38,43
NW14	Lippe	Lünen	3397980	5721080	07,31,36	51,36,58
NW15	Stever	Olfen	2593650	5732860	07,21,19	51,43,24
NW16	Weser	Petershagen	3498710	5802880	08,58,51	52,21,38
NW17	Werre	Rehme	3488140	5787340	08,49,35	52,13,15
NW18	Ems	Rheine	2597060	5798120	07,25,23	52,18,33

Name	Gewässer	Messtellename	Rechtswert	Hochwert	Geogr. Länge	Geogr. Breite
NW20	Schwalm	Neumühle	2519600	5670900	06,16,49	51,10,26
NW21	Rur	End-Steinkirchen	2506440	5664020	06,05,31	51,06,44
NW22	Rur	Einruhr	2525550	5604690	06,21,38	50,34,42
HE01	Main	Bischofsheim	3453080	5540350	08,20,43	49,59,55
HE02	Fulda	Wahnhausen	3538130	5692150	09,32,51	51,21,50
HE03	Werra	Letzter Heller	3549480	5697350	09,42,40	51,24,35
HE04	Schwarzbach	Trebur-Astheim	3453980	5535620	08,21,31	49,57,22
HE05	Nidda	Frankfurt-Nied	3468650	5551670	08,33,42	50,06,05
HE06	Lahn	Limburg-Staffel	3431750	5584620	08,02,24	50 23,40
HE07	Kinzig	Hanau	3494200	5556150	08,55,07	50,08,33
HE08	Weschnitz	Biblis-Wattenheim	3457680	5505700	08,24,48	49,41,15
RP01	Rhein	Koblenz	3400420	5580230	07,36,20	50,21,02
RP02	Rhein	Mainz	3448250	5541430	08,16,40	50,00,29
RP03	Mosel	Koblenz	3399250	5582190	07,35,10	50,22,05
RP04	Mosel	Palzem	2526460	5492430	06,21,57	49,34,09
RP05	Saar	Kanzem	2541540	5503640	06,34,31	49,40,08
RP06	Nahe	Grolsheim	3421840	5531140	07,54,41	49,54,45
BW01	Rhein	Öhningen	3491080	5279680	08,52,52	47,39,22
BW02	Rhein	Dogern	3434880	5272380	08,08,02	47,35,14
BW03	Rhein	Weisweil	3400240	5342550	07,39,60	48,12,50
BW04	Rhein	Karlsruhe	3448730	5430640	08,17,56	49,00,43
BW05	Rhein	Mannheim/Rhein	3460580	5483130	08,27,21	49,29,05
BW06	Neckar	Mannheim/Neckar	3461600	5484340	08,28,11	49,29,44
BW07	Neckar	Kochendorf	3515300	5453280	09,12,36	49,13,03
BW08	Neckar	Poppenweiler	3518240	5419500	09,14,55	48,54,49
BW09	Neckar	Deizisau	3528500	5497800	09,23,39	49,37,02
BW10	Neckar	Kirchentellinsfurt	3509930	5377470	09,08,04	48,32,09
BW11	Neckar	Starzach-Börstingen	3485262	5367459	08,48,02	48,26,44
BW12	Donau	Ulm	3575270	5364700	10,01,01	48,24,59
BW13	Donau	Hundersingen	3529620	5326100	09,23,51	48,04,23
BW14	Donau	Öpfingen	3559630	5349980	09,48,12	48,17,09
BW15	Schussen	Meckenbeuren-Gerbertshaus	3540230	5281790	09,32,08	47,40,26
BW16	Argen	Tettnang-Gießen	3544840	5276780	09,35,48	47,37,43
BW17	Rotach	Friedrichshafen	3537360	5280200	09,29,50	47,39,35
BW18	Radolfz, -Aach	Aach	3489400	5300890	08,51,30	47,50,49
BY01	Main	Kahl a. Main	3499220	5547260	08,59,20	50,03,45
BY02	Main	Erlabrunn	3561440	5524660	09,51,16	49,51,23
BY03	Main	Viereth	4413020	5532680	10,47,18	49,55,31
BY04	Main	Hallstadt	4418840	5533240	10,52,10	49,55,52
BY05	Tauber	Waldenhausen	3537760	5512260	09,31,26	49,44,48
BY06	Fränk, Saale	Gemünden	3549640	5547420	09,41,36	50,03,43
BY07	Regnitz	Hausen	4431240	5506100	11,02,49	49,41,19
BY08	Sächs, Saale	Joditz	4488800	5581720	11,50,33	50,22,20
BY09	Donau	Dillingen	3610640	5382020	10,29,07	48,24,01
BY10	Donau	Neustadt	4480920	5408820	11,44,24	48,49,03
BY11	Donau	Jochenstein	5404280	5376660	13,42,14	48,31,16
BY12	Iller	Wiblingen	3573240	5359720	09,59,19	48,22,19
BY13	Lech	Feldheim	4420760	5399500	10,55,21	48,43,44
BY14	Lech	Füssen	4401800	5269960	10,41,41	47,33,41

Name	Gewässer	Name der Messstelle	Rechtswert	Hochwert	Geogr. Länge	Geogr. Breite
BY16	Naab	Heitzenhofen	4495800	5443320	11,56,32	49,07,41
BY17	Isar	Plattling	4565060	5404160	12,53,06	48,46,21
BY18	Amper	Moosburg	4493690	5368940	11,54,52	48,27,33
BY19	Loisach	Schlehdorf	4449360	5281300	11,19,32	47,40,08
BY20	Inn	Passau-Ingling	4606160	5380360	13,26,17	48,33,10
BY21	Inn	Kirchdorf	4509560	5293760	12,07,39	47,46,58
BY22	Salzach	Laufen	4569820	5311700	12,56,04	47,56,26
BY23	Große Ohe	Taferlruck	4603640	5423070	13,24,53	48,56,14
BY24	Donau	Kelheim	4490200	5419940	11,51,58	48,55,04
SL01	Saar	Saarbr.,-Güdingen	2574990	5451600	07,01,44	49,11,52
SL02	Saar	Fremersdorf	2547020	5474870	06,38,52	49,24,36
SL03	Prims	Nonnweiler	2571320	5501760	06,59,15	49,38,57
SL04	Altbach	Nonnweiler	2572650	5500420	07,00,21	49,38,14
BE01	Spree	Spandau	4582170	5823260	13,12,40	52,32,15
BE02	Havel	Krughorn	4574975	5810635	13,06,08	52,25,30
BB01	Neiße	Ratzdorf	5483600	5770080	14,45,38	52,03,56
BB04	Spree	Cottbus	5454675	5736650	14,20,36	51,45,48
BB05	Spree	Neuzittau	5414620	5807300	13,44,44	52,23,37
BB06	Havel	Hennigsdorf	4582400	5834400	13,13,02	52,38,15
BB07	Havel	Potsdam	4573100	5808100	13,04,27	52,24,09
BB08	Oder	Frankfurt	5469580	5802580	14,33,12	52,21,25
BB09	Oder	Hohenwutzen	5441020	5856300	14,07,28	52,50,15
MV01	Elde	Dömitz	4449900	5890360	11,15,04	53,08,40
MV02	Sude	Bandekow	4420030	5912580	10,47,57	53,20,25
MV03	Warnow	Kessin	4511300	5992620	12,10,21	54,03,56
MV04	Tollense	Demmin	4568580	5974110	13,02,36	53,53,41
MV05	Peene	Anklam	5413870	5970640	13,41,26	53,51,40
MV06	Ücker	Ückermünde	5437360	5956440	14,03,02	53,44 12
MV07	Recknitz	Ribnitz	4530580	6013100	12,28,09	54,14,56
SN01	Lausitzer Neiße	Görlitz oh,	5499160	5664600	14,59,16	51,07,03
SN02	Schwarze Elster	Senftenberger See oh,	5433500	5707540	14,02,32	51,29,59
SN03	Große Röder	Gröditz uh,	5391780	5699480	13,26,38	51,25,15
SN04	Elbe	Schmilka	5445920	5639780	14,13,52	50,53,31
SN05	Elbe	Dommitzsch	4561980	5724210	12,53,44	51,39,00
SN06	Freib, Mulde	ErlIn	4556140	5669490	12,48,09	51,09,32
SN07	Zwick, Mulde	Sermuth	4555600	5669380	12,47,41	51,09,28
SN08	Vereinig, Mulde	Bad Düben	4540300	5717540	12,34,53	51,35,31
SN09	Weißer Elster	Bad Elster	4517600	5570570	12,14,48	50,16,19
ST01	Elbe	Wittenberg	4544600	5747130	12,38,50	51,51,28
ST02	Elbe	Magdeburg	4478100	5770440	11,40,50	52,04,07
ST03	Schwarze Elster	Gorsdorf	4559950	5741340	12,52,09	51,48,15
ST04	Mulde	Dessau	4516420	5748640	12,14,18	51,52,22
ST05	Saale	Bad Dürrenberg	4504440	5684190	12,03,49	51,17,37
ST06	Saale	Trotha	4496980	5708480	11,57,23	51,30,43
ST07	Saale	Groß Rosenberg	4491460	5753720	11,52,33	51,55,07
ST08	Unstrut	Freyburg	4483980	5674980	11,46,14	51,12,38
ST09	Weißer Elster	Ammendorf	4498980	5698700	11,59,07	51,25,27
ST10	Havel	Toppel	4503340	5858635	12,02,58	52,51,42
ST11	Aland	Wanzer	4473400	5873860	11,36,13	52,59,52

Name	Gewässer	Name der Messstelle	Rechtswert	Hochwert	Geogr. Länge	Geogr. Breite
TH02	Werra	Gerstungen	3575340	5647900	10,04,21	50,57,45
TH03	Unstrut	Straußfurt	4429120	5669080	10,59,12	51,09,12
TH04	Wipper	Hachelbich	4428510	5690810	10,58,25	51,20,55
TH05	Ilm	Niedertrebra	4470620	5659720	11,34,50	51,04,23
TH06	Saale	Camburg-Stöben	4478680	5659730	11,41,44	51,04,24
TH07	Weißer Elster	Gera-Langenberg	4501350	5643875	12,01,09	50,55,53
TH08	Pleißer	Gößnitz	4530940	5640810	12,26,23	50,54,10

A. Analyse der Stickstoffquellen

1. Quantifizierung der diffusen Anteile der Stickstofffracht der großen Flüsse Deutschlands (Immissionsbetrachtung)

Die Analyse der Konzentrationen in 2.1.6. hat gezeigt, dass man ständig alle Quellen gleichzeitig betrachtet und nur durch geschickte Datenauswahl jeweils einige Eintragspfade in den Vordergrund stellen, aber nie allein betrachten kann. Speziell überlagern sich bei der Trendbetrachtung die Wirkungen der EG-Nitratrichtlinie mit denen der gleichzeitig umgesetzten EG-Richtlinie für kommunales Abwasser. Daher sollen nachfolgend die Quellen analysiert werden. Zunächst werden mit einem statistischen Verfahren die Frachten der Flüsse in diffuse und punktförmige Anteile aufgeteilt. Die diffusen Anteile der Stickstoffsachten stammen hauptsächlich aus der Landwirtschaft; die punktförmigen aus den kommunalen Kläranlagen.

Das benutzte Immissionsverfahren wird im Teil B dieses Anhangs näher erläutert.

Für die Anwendung der Immissionsanalyse sind Einzelwerte der Konzentrationen von Nitrat und Ammonium, der Wassertemperaturen und der Abflüsse sowie Angaben zu den Abflüssen der punktuellen Quellen (Kläranlagen) oberhalb der jeweiligen Messstelle erforderlich. Letztere wurden aus dem z.Zt. im Umweltbundesamt im Aufbau befindlichen Emissionsinventar kommunaler, industrieller und diffuser Belastungen abgeleitet. Zur Berücksichtigung der industriellen Direkteinleiter wurden die von kommunalen Einleitern verursachten Wassermengen um 50% erhöht.

Tab.1: Übersicht über die Messstationen und die für die Immissionsanalyse ermittelten Abflüsse der punktuellen Quellen

	Fluss	Messstelle	LAWA Nr.	Einzugsgebiet [km ²]	Q _{punkt} [m ³ /s]
1	Rhein	Bimmen	NW02	159800	340
2	Rhein	Koblenz	RP01	109952	190
3	Rhein	Mainz	RP02	98105	170
4	Rhein	Maxau	BW04	50196	90
5	Mosel	Koblenz	RP03	28505	50
6	Mosel	Palzem	RP04	11258	20
7	Elbe	Zollenspieker	HH03	135024	75
8	Elbe	Schnackenburg	NI01	129871	72
9	Elbe	Magdeburg	ST02	94714	53
10	Elbe	Schmilka	SN04	51391	30
11	Weser	Bremen	HB01	38415	34
12	Weser	Hemeln	NI04	12550	11
13	Ems	Herbrum	NI15	9207	10
14	Oder	Hohenwutzen	BB09	109562	60
15	Donau	Jochenstein	BY11	77086	60

Die Datendichte war für die einzelnen Messstationen unterschiedlich. Bei der Mehrzahl lagen 26 Beobachtungswerte pro Jahr vor, so dass für die Analysen in den beiden Zeiträumen 1992-95 und 1996-99 ausreichend Messwerte zur Verfügung standen. Ausnahmen bildeten die Stationen Elbe Schmilka und Mosel Palzem wo insbesondere für den früheren Zeitraum 1983 bis 1987 nur monatliche Werte zur Verfügung standen. Dementsprechend sind die für diesen Zeitraum angegebenen mittleren Werte der Frachten vermutlich mit größeren Fehlern behaftet. Die in Tabelle 2 enthaltenen mittleren Abflüsse beziehen sich lediglich auf die Mittelwerte des Abflusses für die Tage bzw. Perioden der Gütemessungen. Eine Frachtkorrektur auf der Basis täglicher Abflussmessungen wurde nicht vorgenommen, da diese Werte nicht verfügbar waren.

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der Frachtseparierung für den Zeitraum 1996-1999 für gelösten anorganischen Stickstoff (DIN). Das ist die Summe aus Nitrat-N, Ammonium-N und Nitrit-N, von denen das Nitrit nur in vergleichsweise sehr geringen Konzentrationen vorkommt. Der Anteil der Punktquellen an der DIN-Fracht lag nur zwischen 9 und 24%. Im Flussgebiet der Donau oberhalb von Jochenstein ist er mit 9% am geringsten. Lediglich für das Flussgebiet der Mosel oberhalb von Palzem und des Rheins oberhalb von Bimmen konnten noch punktuelle Anteile von mehr als 20 % berechnet werden.

Tab. 2: Ergebnisse der Immissionsschätzung für den Zeitraum 1996 bis 1999.

Fluss	Messstelle	LAWA Nr.	Einzugsgebiet t [km²]	Q [m³/s]	DIN tot [kt/a N]	Diffuser Anteil [%]	Diffuse Fracht [kt/a N]	Punktuell Anteil [%]	Punktuell Fracht [kt/a N]
Rhein	Bimmen	NW02	159800	2259	240,1	75,3	180,9	24,7	59,2
Rhein	Koblenz	RP01	109952	1876	158,6	81,6	129,3	18,4	29,2
Rhein	Mainz	RP02	98105	1705	146,7	83,5	122,6	16,5	24,2
Rhein	Maxau	BW04	50196	1248	69,79	83,8	58,5	16,2	11,3
Mosel	Koblenz	RP03	28505	348	45,5	81,6	38,8	14,7	6,7
Mosel	Palzem	RP04	11258	159	15,6	78,6	12,3	21,4	3,3
Elbe	Zollensspieker	HH03	135024	635	89,16	80,9	72,2	19,1	17,0
Elbe	Magdeburg	ST02	94714	480	85,89	88,7	76,2	11,3	9,7
Elbe	Schmilka	SN04	51391	307	47,19	87,5	41,3	12,5	5,9
Weser	Bremen	HB01	38415	327	50,93	87,8	44,7	12,2	6,2
Weser	Hemeln	NI04	12550	91	13,2	84,9	11,2	15,1	2,0
Ems	Herbrum	NI15	9207	93	17,50	87,4	15,3	12,6	2,2
Oder	Hohenwutzen	BB09	109562	498	47,3	82,2	38,8	17,8	8,4
Donau	Jochenstein	BY11	77086	1441	98,7	91,0	89,8	9,0	8,8

Tab. 3: Übersicht zu den DIN-Frachten, ihren diffusen und punktuellen Anteilen für die EU Messstationen in den Zeiträumen 1983-87, 1992-95 und 1996-99 sowie deren Änderungen bezogen auf 1992-1995.

Fluss	Station	Code	EZG [km²]	DIN-Fracht [kt/a N] und Änderung gegenüber 1992-95 [%]					
				83-87		92-95		96-99	
Rhein	Bimmen	NW02	159800	356,2	125%	284,8	100%	240,1	84%
Rhein	Koblenz	RP01	109952	214,6	97%	221,3	100%	158,6	72%
Rhein	Mainz	RP02	98105	193,5	124%	156,1	100%	146,7	94%
Rhein	Maxau	BW04	50196	77,8	105%	73,8	100%	69,8	95%
Mosel	Koblenz	RP03	28505	55,6	107%	51,9	100%	45,5	88%
Mosel	Palzem	RP04	11258	13,5	87%	15,5	100%	15,6	101%
Elbe	Zollenskieker	HH03	135024	140,9	117%	120,8	100%	89,2	74%
Elbe	Magdeburg	ST02	94714	123	112%	110,3	100%	85,9	78%
Elbe	Schmilka	SN04	51391	77	136%	56,8	100%	47,2	83%
Weser	Bremen	HB01	38415	70,8	102%	69,3	100%	50,9	73%
Weser	Hemeln	NI04	12550	19,2	96%	20,1	100%	13,2	66%
Ems	Herbrum	NI15	9207	19,3	87%	22,1	100%	17,5	79%
Oder	Hohenwutzen	BB09	109562	62,7	120%	52,4	100%	47,3	90%
Donau	Jochenstein	BY11	77086	109,2	101%	108,5	100%	98,7	91%
Diffuse DIN-Fracht [kt/a N] und Änderung [%]									
Rhein	Bimmen	NW02	159800	216,3	105%	206,7	100%	180,9	88%
Rhein	Koblenz	RP01	109952	156	85%	183,9	100%	129,3	70%
Rhein	Mainz	RP02	98105	122,8	95%	129,2	100%	122,6	95%
Rhein	Maxau	BW04	50196	66,9	107%	62,3	100%	58,5	94%
Mosel	Koblenz	RP03	28505	41,1	95%	43,2	100%	38,8	90%
Mosel	Palzem	RP04	11258	11	87%	12,6	100%	12,3	98%
Elbe	Zollenspieker	HH03	135024	97,6	92%	106,2	100%	72,2	68%
Elbe	Magdeburg	ST02	94714	74,6	75%	99,1	100%	76,2	77%
Elbe	Schmilka	SN04	51391	65,5	126%	51,9	100%	41,3	80%
Weser	Bremen	HB01	38415	62,3	100%	62,1	100%	44,7	72%
Weser	Hemeln	NI04	12550	17,5	97%	18,1	100%	11,2	62%
Ems	Herbrum	NI15	9207	16,9	84%	20,1	100%	15,3	76%
Oder	Hohenwutzen	BB09	109562	47,8	130%	36,7	100%	38,8	106%
Donau	Jochenstein	BY11	77086	97,6	98%	99,9	100%	89,8	90%
Punktueller DIN-Fracht [kt/a N] und Änderung [%]									
Rhein	Bimmen	NW02	159800	139,9	179%	78,1	100%	59,2	76%
Rhein	Koblenz	RP01	109952	58,6	157%	37,4	100%	29,2	78%
Rhein	Mainz	RP02	98105	70,7	263%	26,9	100%	24,2	90%
Rhein	Maxau	BW04	50196	10,9	95%	11,5	100%	11,3	98%
Mosel	Koblenz	RP03	28505	14,5	167%	8,7	100%	6,7	77%
Mosel	Palzem	RP04	11258	2,5	86%	2,9	100%	3,3	114%
Elbe	Zollenspieker	HH03	135024	43,3	297%	14,6	100%	17	116%
Elbe	Magdeburg	ST02	94714	48,4	432%	11,2	100%	9,7	87%
Elbe	Schmilka	SN04	51391	11,5	235%	4,9	100%	5,9	120%
Weser	Bremen	HB01	38415	8,5	118%	7,2	100%	6,2	86%
Weser	Hemeln	NI04	12550	1,7	85%	2	100%	2	100%
Ems	Herbrum	NI15	9207	2,4	120%	2	100%	2,2	110%
Oder	Hohenwutzen	BB09	109562	14,9	95%	15,7	100%	8,4	54%
Donau	Jochenstein	BY11	77086	11,6	135%	8,6	100%	8,8	102%

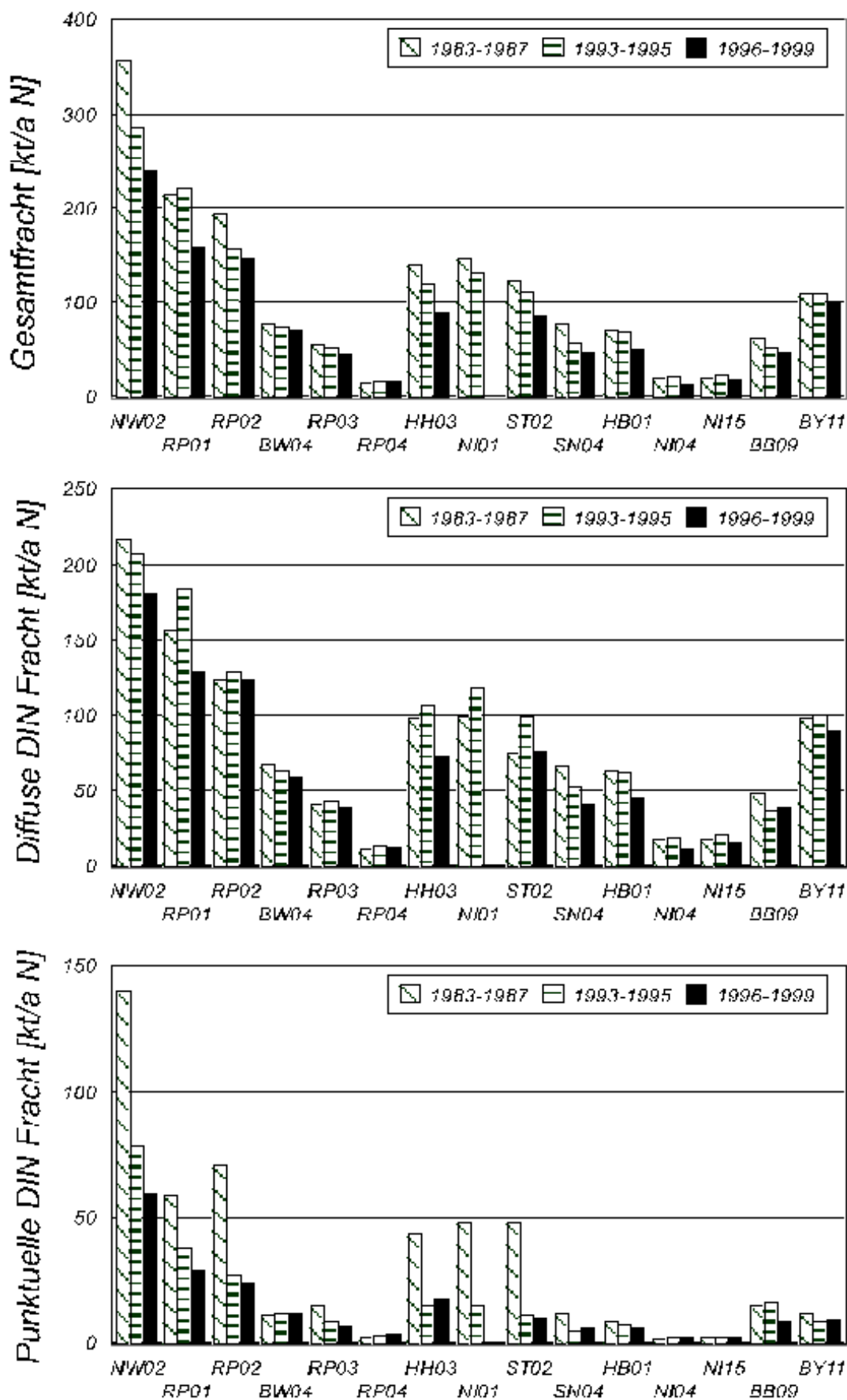


Abb.1: Gesamte, diffuse und punktuelle DIN-Fracht an ausgewählten Pegeln in den Zeiträumen 1983-87, 1993-95 und 1996-99

Tabelle 3 sowie die Abbildung 1 zeigen die Ergebnisse der Immissionsanalyse für den Zeitraum 1996 - 1999 im Vergleich zu den Angaben für 1992-95 und 1983-87. Für die gesamte Fracht des anorganischen Stickstoffs ist an allen untersuchten Messstellen mit Ausnahme der Mosel oberhalb von Palzem in den 90er Jahren eine Verringerung festzustellen, die in einem Bereich von 9 bis 34% liegt. Damit wird eine Tendenz fortgesetzt, die bereits gegenüber der Mitte der 80er Jahre feststellbar war.

Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass lediglich für die Stationen Rhein Koblenz, Rhein Mainz, Mosel Palzem sowie Donau Jochenstein, Oder Hohenwutzen und Ems Herbrum auch die Abflüsse im Zeitraum 1996-99 sich nur um weniger als 3 % vom Mittelwert für den Zeitraum 1983-87 unterscheiden. Für alle anderen Stationen liegen die mittleren Abflüsse um 6 bis 30% unter denen des Vergleichszeitraumes. In der Tabelle 3 sind diejenigen Stationen markiert (grau unterlegt), bei denen die Abflüsse um mehr als 10% geringer sind als 1983-87. Bei diesen Stationen ist somit ein Teil der Verminderungen der gesamten und diffusen DIN-Fracht auf geringere Abflüsse zurückzuführen.

Bei den diffusen Frachtanteilen lässt sich nur an 3 Messstellen eine kontinuierliche Verminderung über alle drei Zeiträume feststellen: Rhein (Bimmen und Maxau), Elbe (Schmilka). Im Abschnitt 5 (Prognose) wird gezeigt, dass gerade an solchen Messstellen, nämlich im Rheingebiet und an einem Oberlauf schnellere Reaktionen auf die Veränderungen in der Landwirtschaft erwartet werden konnten.

Die stärksten Veränderungen bei dem punktuellen Frachtanteil sind bereits im Zeitraum zwischen 1983-87 und 1992-95 eingetreten. Das wird vor allem in der Abbildung 1 deutlich. An den Messstellen, die die stärker mit Abwässern belasteten Unterläufe von Rhein und Elbe repräsentieren, traten Verminderungen auf die Hälfte bis ein Viertel ein. Für Messstellen, die kleinere Oberläufe (z.T. außerhalb Deutschlands) repräsentieren, sind dagegen die punktuellen Anteile nahezu konstant bzw. sind sogar leicht gestiegen. Bei diesen Einzugsgebieten kann man davon ausgehen, dass vermutlich durch Erhöhung des Kläranlagenanschlusses die Frachtanteile aus Punktquellen vergrößert wurden.

2. Bedeutung der Eintragswege von Stickstoffemissionen in die Oberflächengewässer (Emissionsbetrachtung)

Für die Zeiträume 1983 bis 1987 und 1993 bis 1997 liegen für insgesamt 165 Flussgebiete Deutschlands (darunter auch diejenigen der EU-Messstellen) detaillierte Analysen der Eintragungssituation für insgesamt 8 verschiedene Eintragswege vor ("Emissionsverfahren", Modell MONERIS, Behrendt et al., 1999). Im einzelnen wurden dabei für jedes Flussgebiet alle verfügbaren Einzeldaten und statistischen Angaben gesammelt und folgende Eintragswege ermittelt:

- atmosphärische Deposition
- Abschwemmung (Oberflächenabfluss)
- Dränage
- Erosion
- Grundwasser
- Regenabläufe urbaner Flächen
- industrielle Einleitungen
- kommunale Einleitungen

Die Abbildung 2 fasst die Kenntnisse über die Quellen in Deutschland für den Zeitraum 1993 bis 1997 zusammen. Es wird deutlich, dass der Grundwasserpfad der mit Abstand wichtigste ist und die Dränagen für die diffusen Anteile ebenfalls bedeutend sind. Abbildung 3 zeigt die zeitliche Entwicklung. Aus ihr ist ersichtlich, dass nur die Punktquellen gegenüber Mitte der 80er Jahre deutlich abgenommen haben. Eine geringe Abnahme dürfte sich auch bei den Dränagen eingestellt haben,

die am schnellsten auf die abnehmenden Stickstoffüberschüsse (siehe 3.3.1. und Anhang II) reagieren können.

Abb.2: Stickstoffeinträge in die Flussgebiete Deutschlands nach Eintragspfaden für 1993-1997.

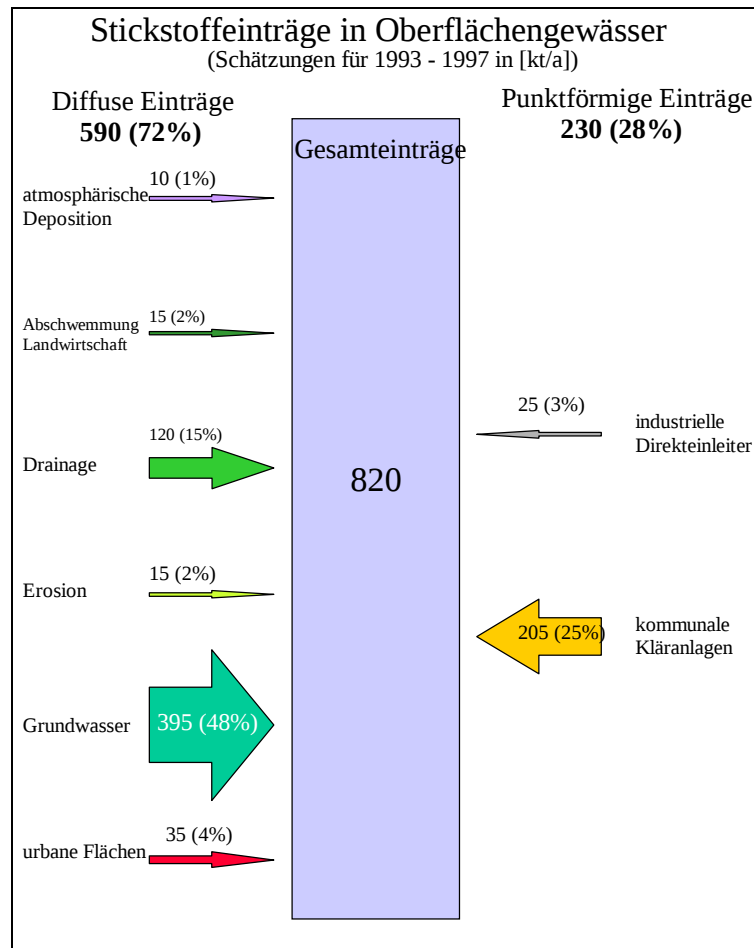
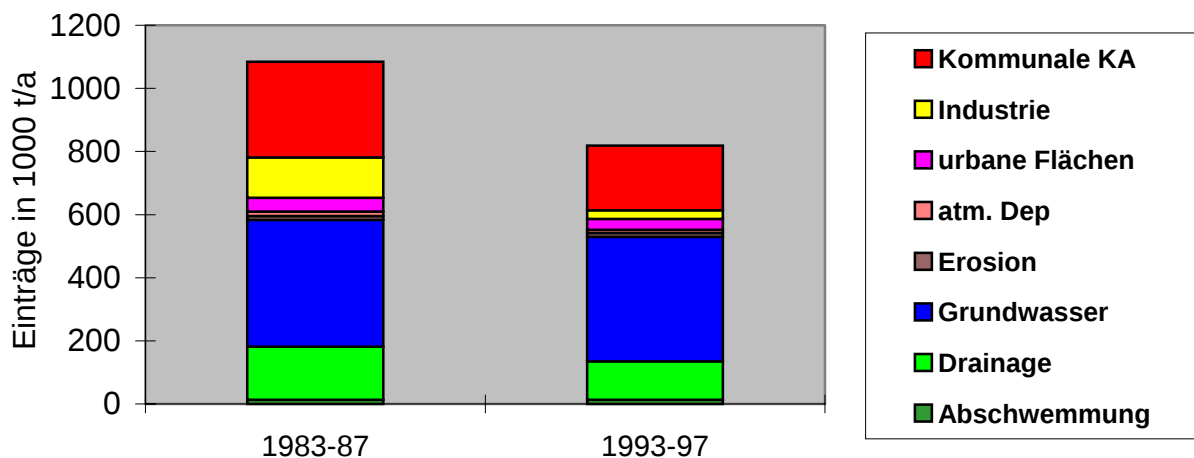


Abb. 3: Entwicklung der Stickstoffeinträge in Oberflächengewässer in Deutschland (Emissionsverfahren)



Für die hier betrachteten großen Flussgebiete ergab sich bei der Emissionsbetrachtung im einzelnen folgendes Bild:

Tabelle 4: Diffuse (ED_N) und gesamte (EG_N) Stickstoffeinträge in den Flussgebieten Deutschlands im Zeitraum 1983-1987 und 1993-1997 sowie Änderung der Gesamteinträge (nach Behrendt u.a., 1999)

Gewässer	1983-1987			1993-1997			Änderung EG_N
	ED_N	EG_N	Anteil ED_N	ED_N	EG_N	Anteil ED_N	
	[kt/a N]		[%]	[kt/a N]		[%]	
Donau	112.560	150.090	75,0	105.610	131.300	80,4	-12,5
Oberrhein	19.710	34.670	56,9	17.470	25.440	68,7	-26,6
Mosel	17.170	26.560	64,6	14.710	19.730	74,6	-25,7
Rhein	187.840	395.550	47,5	165.970	277.720	59,8	-29,8
Ems	26.430	35.210	75,1	28.000	33.270	84,2	-5,5
Weser	75.820	107.020	70,8	66.690	85.050	78,4	-20,5
Elbe	123.160	219.250	56,2	106.290	147.520	72,1	-32,7
Oder	4.420	7.890	56,0	3.800	6.440	59,0	-18,4

Wegen der geringen Unterschiede bei den diffusen Quellen im Vergleich zwischen 1983-87 und 1993-95 wurde darauf verzichtet, diese detaillierte Emissionsbetrachtung für die beiden Berichtszeiträume 1992-95 und 1996-99 auszuführen. Es ist davon auszugehen, dass sich die gleichen geringen Unterschiede wie bei der Immissionsbetrachtung ergeben hätten.

Die Einträge in die Oberflächengewässer stellen nur einen Teil der Gesamtemissionen reaktiver Stickstoffverbindungen in die Umwelt dar. Einige der Eintragswege sind nur eine Sekundärfolge ursprünglicher Emissionen. So speist z.B. der Flächenüberschuß der Landwirtschaft die aufgeführten Einträge über Grundwässer, Dränagen, Abschwemmung und Erosion. Weitere Stickstoffemissionen in die Umwelt sind die Ammoniakemissionen der Landwirtschaft sowie die Stickoxidemissionen der Verbrennungsprozesse im Verkehr und stationären Anlagen. Diese Emissionen in die Atmosphäre gelangen über Deposition und Versickerung ebenfalls in die Gewässer.

Von den Gesamtemissionen reaktiver Stickstoffverbindungen in Deutschland (1992 - 1995: 2950 kt/a N; 1996 - 1999: 2760 kt/a N) entfielen auf die Flächenüberschüsse der Landwirtschaft 1370 kt/a N (1992 - 95) bzw. 1340 kt/a N (1996 - 99) und auf die Ammoniakemissionen 503 kt/a N (1992 - 95) bzw. 493 kt/a N (1996 - 99).

3. Vergleich der Ergebnisse von Emissions- und Immissionsbetrachtung

Um die Ergebnisse der Immissionsanalyse mit den Modellrechnungen nach dem Emissionsansatz vergleichen zu können, werden die Ergebnisse der Quellenseparierung mittels Immissionsmethode für den Zeitraum 1996-1999 mit denen der Emissionsmethode (MONERIS) für den Zeitraum 1993 - 1997 verglichen. Die Ergebnisse dieses Vergleiches sind in der Abbildung 4 dargestellt.

Wie bereits in Behrendt et al. (1999) gezeigt, liegen die mittels der Immissionsmethode abgeschätzten diffusen Frachtanteile um etwa 15% über den Anteilen, die mit dem Modell MONERIS bestimmt wurden. Dabei zeigt sich die eindeutige Tendenz, dass mit der Immissionsmethode bei sinkendem Anteil der diffusen Quellen ein höherer Anteil dieser Quellen geschätzt wird. Die Ursache dieses Verhaltens kann sein, dass die Einträge aus kommunalen Kläranlagen auch Anteile der Abschwemmungen von urbanen Flächen bei Regenwetter enthalten. Das heißt, diese Einträge sind nicht über den gesamten Abflussbereich konstant, sondern steigen mit wachsendem Abfluss ebenfalls an. Durch dieses Verhalten wird insbesondere bei einem hohen Anteil der Punktquellen

an der Fracht mit der Immissionsmethode ein zu hoher Anteil der diffusen Quellen geschätzt. Dieses Verhalten ist insbesondere in den Gebieten zu vermuten, die einen hohen Anteil von Mischkanalisation an der urbanen Fläche haben. So konnte in Behrendt et al. (1999) quantitativ nachgewiesen werden, dass die Abweichung zwischen den Schätzergebnissen der Immissions- und Emissionsmethode von dem Anschlussgrad der urbanen Flächen an die Mischkanalisation abhängig ist. Berücksichtigt man diesen Zusammenhang, erklärt sich ein großer Teil der Abweichungen in Abbildung 2 und die Ergebnisse beider Ansätze stimmen für die Mehrzahl der Flussgebietes sehr gut überein.

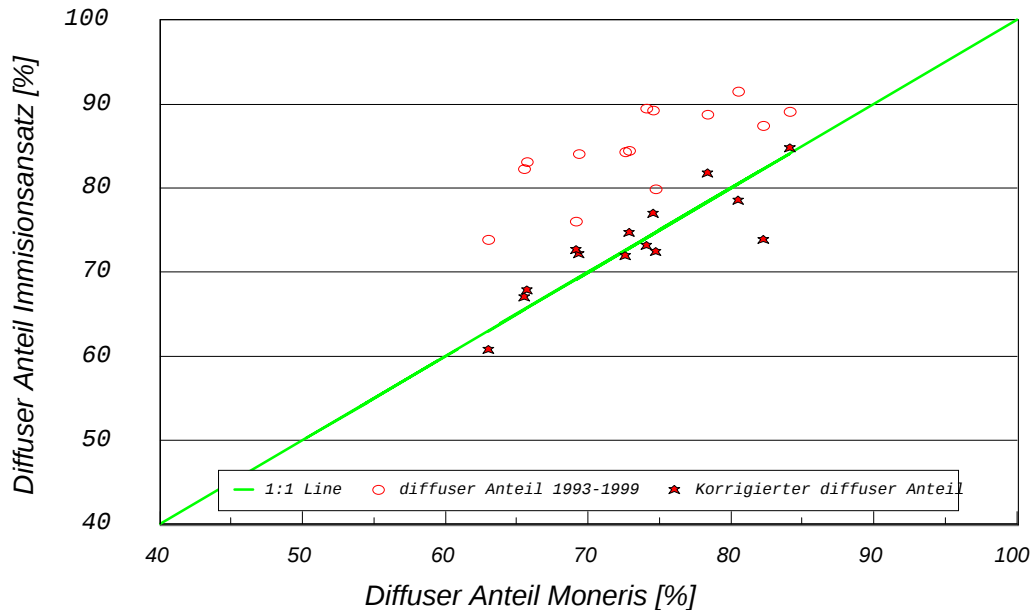


Abb.4: Abweichungen in den mit der Immissionsmethode und der Emissionsmethode (Modell MONERIS) ermittelten Anteilen der diffusen Stickstoffeinträge an den DIN-Frachten der untersuchten Einzugsgebiete für den Zeitraum 1996-1999 mit und ohne Korrektur

Insgesamt zeigt sich, dass die Ergebnisse von Immissions- und Emissionsbetrachtung weitgehend übereinstimmen. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die mit der Immissionsmethode ermittelten Anteile der diffusen Quellen stärker fehlerbehaftet sind, da sich dabei bereits Fehler einer Einzelmessung auf das Schätzergebnis auswirken können.

B. Immissionsverfahren

Bisher wurde die Immissionsmethode zur Abschätzung der Anteile von punktuellen und diffusen Eintragsquellen an der Fracht eines Flusses auf der Basis der Modellvorstellungen von Behrendt (1993) für den Rhein und seine Hauptnebenflüsse für den Zeitraum 1973 bis 1987 und in einer weiterentwickelten Version für die Elbe und ihre Nebenflüsse (Zeitraum 1985-1989) sowie für Flüsse in Mecklenburg-Vorpommern (Zeitraum 1992-1994) angewandt (Behrendt, 1994; Behrendt, 1996b). Ausgangspunkt für die Separierung ist die von Novotny & Chesters (1981) and Novotny (1988) gegebene Definition von diffusen und punktuellen Stoffeintragsquellen:

- Der Eintrag aus **Punktquellen** ist hinsichtlich Menge und Beschaffenheit nahezu gleichbleibend. Die Größe des Eintrages ist nur gering oder gar nicht von meteorologischen Faktoren abhängig. Der Ort des Eintrags in das Gewässer ist in der Regel eindeutig identifizierbar.
- Der Eintrag aus **diffusen Quellen** weist zumeist eine sehr hohe Variabilität auf, die in der Stofffracht mehrere Größenordnungen überstreichen kann. Die Größe des Eintrages steht in einem engen Zusammenhang zu meteorologischen Faktoren wie dem Niederschlag. Der Ort des Stoffeintrages ist nicht eindeutig identifizierbar.

Gemäß dieser Definition liegt ein Schlüssel für die Versuche einer Separierung von diffusen und punktuellen Eintragsquellen vor allem in ihrem unterschiedlichen Verhalten gegenüber den meteorologischen Faktoren, d.h. eine solche Differenzierung erfordert eine Betrachtung der verschiedenen natürlichen und anthropogenen Komponenten des Abflussregimes in einem Flussgebiet. Voraussetzungen für die Anwendung der Immissionsmethode sind:

- Eine möglichst große Anzahl von Messwerten der Stoffkonzentration und des Durchflusses an einer Messstation.
- Die Änderungen der Emissionen aus den einzelnen Eintragspfaden sollten im betrachteten Zeitraum möglichst klein sein.
- Punktuelle und diffuse Eintragsquellen sind im betrachteten Einzugsgebiet näherungsweise gleichverteilt (Anwendung der Methode versagt, wenn z.B. eine große Kläranlage direkt oberhalb der Messstelle liegt).
- Die flussinternen Rückhalte und Verlustprozesse sind bei den zu untersuchenden Stoffen nicht abhängig von der Art des Eintrages sondern lediglich stoffspezifisch.
- Die Größe der durch punktuelle Quellen in das Flusssystem eingeleiteten Wassermenge sollte näherungsweise bekannt sein.
- Die Analysen sollten möglichst für mehrjährige Zeiträume erfolgen, um alle hydrologischen Konstellationen, wie Hoch- und Niedrigwasser zu erfassen und die statistische Sicherheit zu erhöhen. Es bieten sich insbesondere 5-Jahres-Zeiträume an, da Zeitreihen meteorologischer, hydrologischer u.a. Größen im allgemeinen eine Periodizität von ca. 5 Jahren aufweisen.

Ermittlung des punktförmigen Anteils an der beobachteten Fracht

Die Immissionsmethode geht davon aus, dass sich die beobachtete Fracht aus der Summe der einzelnen Frachtkomponenten punktuelle Fracht (L_p) und Fracht aus diffusen Quellen (L_D) zusammensetzt. Aus den verschiedenen Möglichkeiten für die Verhältnisse zwischen den Stoffkonzentrationen der einzelnen Frachtkomponenten ergeben sich die in der Abb. 5 dargestellten möglichen Zusammenhänge zwischen den beobachteten Konzentrationen bzw. Frachten und dem Durchfluss.

Mit der Immissionsmethode zur Abschätzung des Anteils von diffusen und punktuellen Quellen an der beobachteten Gesamtfracht einer Messstelle wird versucht, aus den verschiedenen möglichen Durchflussabhängigkeiten einen Wert für den punktuellen Frachtanteil zu ermitteln. Durch die

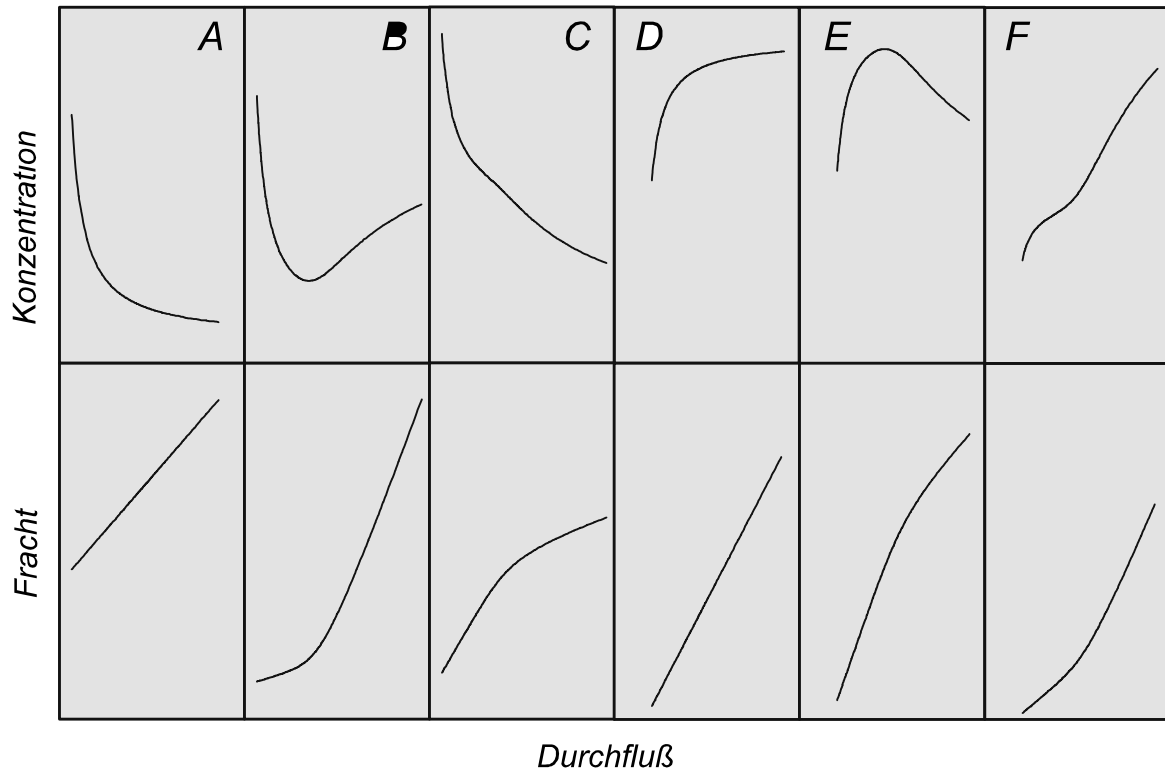


Abb. 5: Schematische Darstellung möglicher Durchflussabhängigkeiten von Stoffkonzentration und Stofffracht in Flüssen.

Reduktion der Fragestellung auf die Bestimmung des punktförmigen Frachtanteils kann das Gesamtproblem viel einfacher gestaltet werden, da dadurch mögliche Sprünge und Nichtlinearitäten, die insbesondere durch die unterschiedlichen Konzentrationen der verschiedenen diffusen Quellen verursacht werden, vernachlässigt werden können.

Für den einfachsten Fall von Abb.5 (Teilabbildung A) - Verdünnung einer konstanten Fracht (Punktquelle) - gilt:

$$L_P = L_0 + K_D \cdot Q_P \quad (1)$$

Die zur Ermittlung der punktuellen Fracht notwendigen Parameter L_0 und K_D werden dabei aus der linearen Regression zwischen Fracht und Durchfluss oder der nichtlinearen Regression zwischen Konzentration und Durchfluss bestimmt (siehe Abb.6, rechte Seite). Für die Fälle B und C in Abb. 5 kann diese Aufgabe trotz nichtlinearer Frachtabhängigkeit ebenfalls nach Gleichung 1 gelöst werden, wenn man die Regressionsanalyse auf die Wertepaare mit geringen Durchfluss, d.h. auf den linearen Zusammenhang, beschränkt.

Für die Fälle D bis F führt die Gleichung (1) für die Abschätzung der punktuellen Frachtanteile zu keinem Ergebnis, da in der Regel die Regressionen zwischen Fracht bzw. Konzentration und Durchfluss negative Werte für den Parameter L_0 liefern (siehe Abb. 6, linke Seite). Negative Werte für die Punktfracht L_P wären die Folge, was natürlich ein Rechenergebnis ist, das nicht der Realität entspricht. Dieses Ergebnis kommt durch die schematische Übertragung des Regressionsergebnisses auf den in der Regel weit unterhalb des beobachteten Durchflussbereiches liegenden Wert von Q_P zustande.

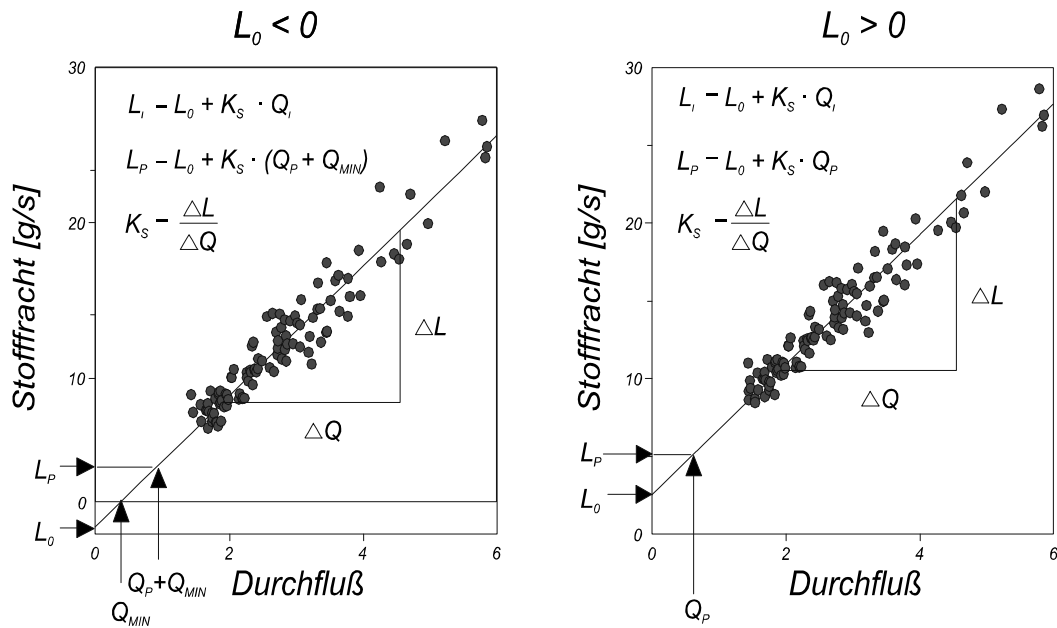


Abb. 6: Schematische Darstellung zur Vorgehensweise bei der Abschätzung der punktuellen Frachtanteile nach der Immissionsmethode

Die Fracht kann aber nicht negative Werte annehmen. Daraus folgt, dass die Regressionsbeziehung in der linearen Form innerhalb des beobachteten Durchflussbereiches nicht bis zu Durchflüssen von Null gelten kann. Mit anderen Worten: Wegen des im Vergleich zu den minimalen Durchflüssen geringen Anteils der Wassermenge aus den Punktquellen, sind deren Stoffeinträge bereits soweit verdünnt, dass sie sich kaum noch in der Durchflussabhängigkeit von Konzentration und Fracht auswirken. Wie in Abb. 6 schematisch dargestellt, kann man den Durchflusspunkt ableiten, bei dem die Fracht nur noch von Punktquellen hervorgerufen wird.

Während in den Fällen mit einem durch Regression geschätzten positiven Wert von L_0 , der Schnittpunkt der Punktfracht L_P mit der Regressionsgeraden bei Q_P liegt (Abb. 2 rechte Seite), wird dieser Schnittpunkt bei einem geschätzten negativen Wert von L_0 nicht bei Q_P sondern bei Q_P plus dem Wert von Q_{MIN} (siehe Abb. 6 linke Seite) abgelesen, dem Wert des Durchflusses, bei dem die Fracht bei schematischer Übertragung der Regressionsbeziehung auf den Bereich außerhalb der beobachteten Messwerte null betragen würde. Für die Berechnung der Punktfracht gilt dann bei geschätzten negativen Werten von L_0 :

$$L_P = L_0 + K_D (Q_P + Q_{MIN}) \quad (2)$$

Die summarische Fracht aus diffusen Quellen wird nach erfolgter Abschätzung der Punktfracht aus der Differenz von mittlerer Fracht und Punktfracht berechnet,

$$L_D = L_M - L_P \quad (3)$$

wobei L_M das Mittel der Jahresfrachten in dem untersuchten Zeitraum ist.

Berücksichtigung der Temperaturabhängigkeit

Für Stickstoff ist bekannt, dass die verschiedenen Stickstoffkomponenten - insbesondere Ammonium und Nitrat - intensiven Umsetzungen im Gewässer unterliegen können. Hauptprozesse sind die Nitrifikation und die Denitrifikation zum Teil auch Stickstoffaufnahme durch das sich entwickelnde Phytoplankton. Diese Umsetzungs- bzw. Verlustprozesse nehmen alle mit steigender Temperatur zu. Die Wirkung von diesen Umsetzungen und Verlusten zeigt sich im Gewässer in einer mehr oder weniger ausgeprägten Temperaturabhängigkeit der Ammonium- und Nitratkonzentration. Um die Wirkung der möglichen Verluste auf die Abschätzung der diffusen und punktuellen Frachtanteile zu verringern bzw. auszuschließen, wurden alle Abschätzungen zur Quantifizierung der Punktfracht mit temperaturkorrigierten Werten der Stickstoffkomponenten durchgeführt.

Die Temperaturkorrektur erfolgte dabei so, dass zunächst mittels eines für biologische Umsätze gebräuchlichen exponentiellen Zusammenhanges über Regression die Koeffizienten für die Temperaturabhängigkeit (K_T) für jeden Fluss für den jeweiligen Zeitraum bestimmt werden. Die Originalwerte werden anschließend nach Gl. (4) korrigiert, was einer Normierung der Konzentrationen auf Null Grad entspricht.

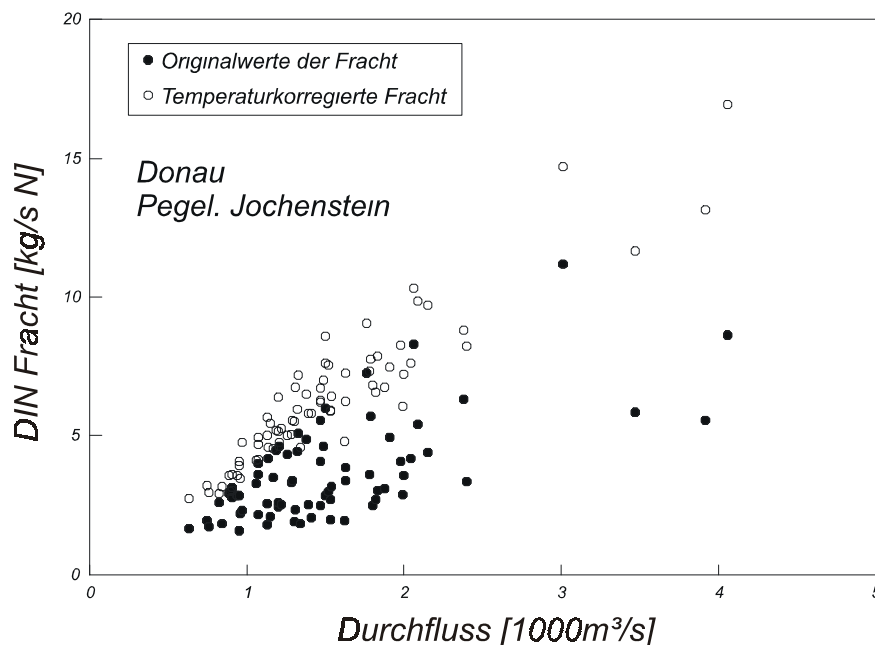


Abb. 7: Abhängigkeit der Fracht von anorg. gel. Stickstoff und der temperaturkorrigierten Werte vom Durchfluss für den Donaupegel Jochenstein für den Zeitraum 1993 bis 1995.

$$N_{\text{KORR}} = N_{\text{ORIG}} \cdot e^{-K_t \cdot T_w} \quad (4)$$

mit	$N_{\text{ORIG}}, N_{\text{KORR}}$	originale und korrigierte Stickstoffkonzentration [mg/l]
	K_t	Koeffizient der Temperaturabhängigkeit
	T_w	Wassertemperatur in [°C]

Mit den korrigierten Konzentrationen werden die Frachten berechnet und über die obige Vorgehensweise der Anteil der punktuellen Quellen an der Fracht abgeschätzt. Die Temperaturkorrektur führt bei den Stickstoffkomponenten in der Regel zu einer Verbesserung der Durchflussabhängigkeiten, wie die Abb. 7 beispielhaft für die Donau bei Jochenstein im Zeitraum 1993 bis 1995 zeigt. Für die verschiedenen Rheinstationen konnte ebenfalls eine deutliche Verringerung der Streuung durch Temperaturkorrektur erreicht werden

Literatur:

- BEHRENDT, H. (1993): Point and diffuse load of selected pollutants in the River Rhine and its main tributaries. Research report, RR-1-93, IIASA, Laxenburg, Austria, 84 p.
- BEHRENDT, H. (1997): Abschätzung der punktuellen und diffusen Anteile an der Stickstofffracht von ausgewählten LAWA-Messstationen mittels der Immissionsmethode. Bericht, UBA, 15 S.
- BEHRENDT, H., HUBER, P., LEY, M., OPITZ, D., SCHMOLL, O., SCHOLZ, G. & UEBE, R. (1999): Nährstoffbilanzierung der Flussgebiete Deutschlands. UBA-Texte, 75/99. Nutrient Emissions into River Basins of Germany. UBA-Texte, 23/00.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) 1998: Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland - Chemische Gewässergüteklassifikation

Nährstoffbilanzierung der landwirtschaftlich genutzten Fläche - Methodik und Detailergebnisse -

Nach PARCOM wird bei der „nationalen Grundmineralbilanz“ die Landwirtschaft als Wirtschaftssektor im wesentlichen als „black box“ betrachtet. In den Sektor gehen Vorleistungen in Form von Mineraldünger und extern erzeugten Futtermitteln hinein und landwirtschaftliche Produkte werden vermarktet (zum Konsum, zur industriellen Verarbeitung bzw. zum Export; Abb. 1). Der Überschuss der *sektoralen Bilanz*, die auch als „*Hofator-Bilanz*“ bezeichnet wird, berechnet sich aus der Differenz zwischen Zufuhr und Entzug.

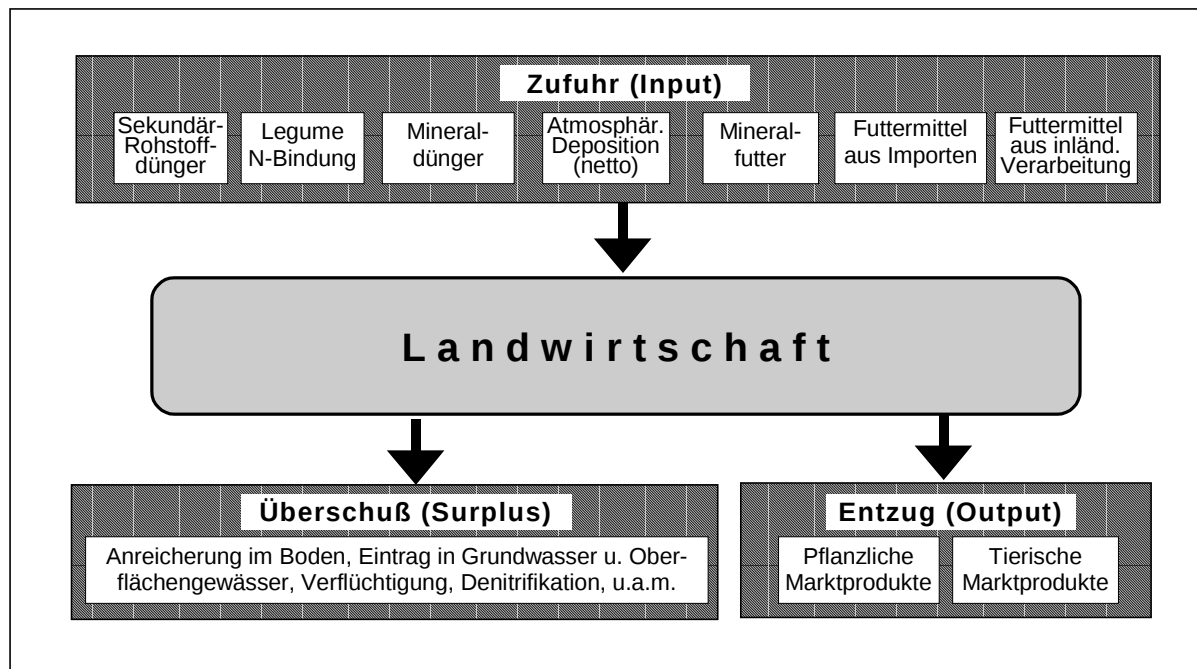


Abb. 1: Schema der nationalen Grundmineralbilanz (synonym: Sektor-, Gesamt- oder Hofator-Bilanz) für die Landwirtschaft nach PARCOM-Richtlinie

Die „vollständige nationale Mineralbilanz“ stellt eine Erweiterung der Sektorbilanz dar, bei der zusätzlich die Stoffflüsse innerhalb der Landwirtschaft spezifiziert werden (Abb. 2). Die Kenntnis der internen Flüsse ermöglicht getrennte Bilanzierungen für die beiden Produktionssysteme „Pflanzenproduktion“ und „Tierproduktion“, die als „Flächenbilanz“ bzw. „Stallbilanz“ bezeichnet werden. Die beiden Bilanzeinheiten sind in Abb. 2 durch die beiden grauen Bereiche gekennzeichnet, zwischen denen ein innerlandwirtschaftlicher Stoffkreislauf in Form der eigenbetrieblich erzeugten Futtermittel sowie der Wirtschaftsdünger - beim Stickstoff z.T. auch über die Atmosphäre in Form von NH_3 -Verflüchtigung und -Deposition - stattfindet.

In Tab. 1 sind die einzelnen Größen aufgeführt, die in die sektorale bzw. die Flächenbilanzen eingehen. Tab. 2 enthält alle Bilanzgrößen für die Flächenbilanz Deutschlands seit 1950. Die Überschüsse der *Flächenbilanzierung* für die einzelnen Bundesländer sind in Tab. 3 wiedergegeben. Die Abbildungen 3 und 4 enthalten die Entwicklung der Flächenbilanz in Deutschland, den alten und den neuen sowie ausgewählten einzelnen Bundesländern. Detaillierte Darstellungen zur Berechnungsmethodik sind u.a. in Bach et al. 1997a, 1997b, 1998; Bach & Frede 1998 zu finden.

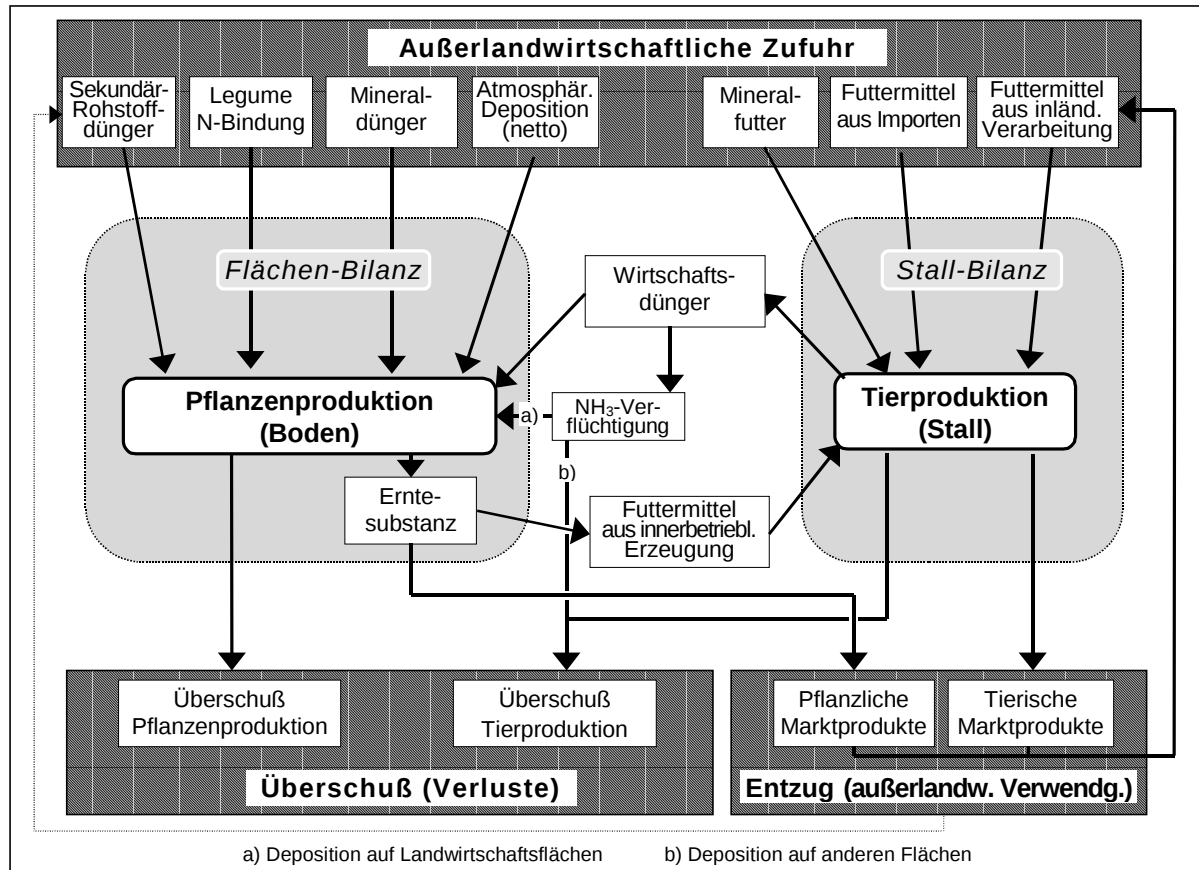


Abb. 2: Fließschema der vollständigen nationalen Mineralbilanz für die Landwirtschaft nach PARCOM-Richtlinie

Tab. 1: Bilanzgrößen einer Sektor-, Flächen- und Stall-Bilanz für die Elemente Stickstoff, Phosphor und Kalium in der Landwirtschaft in Deutschland

	GESAMT - Bilanz		FLÄCHEN- Bilanz	
Bilanzgröße	Stickstoff	Phosphor	Stickstoff	Phosphor
Mineraldünger	+	+	+	+
Wirtschaftsdünger			+	+
Sekundärrohstoffdünger	+	+	+	+
Futtermittel aus Importen	+	+		
Futtermittel aus inländ. Verarbeitung	+	+		
P-Mineralfuttermittel		+		
Atmosphärische N-Einträge (netto)	+			
NH ₃ -Deposition auf Landwirtschaftsflächen			+	
Legume Stickstoff-Bindung (N-Fixierung)	+		+	
Pflanzliche Marktprodukte	-	-		
Tierische Marktprodukte	-	-		
Ernteentzug (Gesamtabfuhr von der LF)			-	-
Bilanzsaldo (Überschuss).	=	=	=	=

Für die Länder bzw. die ehemalige Bundesrepublik Deutschland sowie für Deutschland ab 1990 wurden die Mengenangaben über Zufuhr und Entzug von Produkten in den meisten Fällen aus dem „STATISTISCHEN JAHRBUCH ÜBER ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN“ (Hrsg.: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten), bzw. dem „Statistischen Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland“ (Hrsg.: STATISTISCHES BUNDESAMT) entnommen. Dieses Mengengerüst kann mittlerweile vom Statistischen Bundesamt im Rahmen des sog. „Zeitreihenservice – Datenbestand Land- und Forstwirtschaft, Fischerei“ mit ab dem Jahr 1950 vereinheitlichten und homogenisierten Datenkategorien abgerufen werden unter: <http://www.-zr.statistik-bund.de/zeitreih/dbv/dbv05.htm>.

Zwischen den Zahlenwerten des „Statistischen Zeitreihenservice“ des Statistischen Bundesamtes und dem „Statistischen Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland“ werden in einigen Fällen für identische Dateninhalte mehr oder weniger stark abweichende Zahlenwerte angegeben. Durch diese Differenzen bedingt, können die Ergebnisse der hier vorgestellten Bilanzberechnungen von der Ergebnissen früherer Veröffentlichungen geringfügig abweichen!

Daten zur Agrarwirtschaft in den Ländern (Bezirken) der ehemaligen DDR wurden freundlicherweise von Herrn Behrendt, IGB, zur Verfügung gestellt. Das Berechnungsverfahren zur N-Bilanzierung wurde dem reduzierten Datenbestand für diese territorialen Einheiten angepasst.

Die Angaben zu Stoffgehalten in den Produkten stammen mit wenigen Ausnahmen aus der „MUSTER-VERWALTUNGSVORSCHRIFT für den Vollzug der Düngeverordnung“ und wurden einheitlich für den gesamten Berechnungszeitraum sowie die Landwirtschaft in der BRD und der DDR angewandt.

Tab. 2: Entwicklung der Zufuhr- und Abfuhrgrößen der Stickstoffflächenbilanz in Deutschland von 1950 bis 1999

Jahr	Landw. genutzte Fläche. ha LF	Bilanzgrößen ^a						SALDO Überschuss Flächenbilanz kg/ha LF
		Wirtschafts- Dünger kg/ha LF	Mineral- Dünger kg/ha LF	ZUFUHR Legume N-Bindung kg/ha LF	Atmosphär Deposition. kg/ha LF	Zufuhr Gesamt kg/ha LF	ABFUHR Ernte- abfuhr kg/ha LF	
1950	20288857	41,0	24,5	12,0	22,0	99,6	70,6	28,9
1951	20270067	42,4	26,5	13,0	22,3	104,3	76,1	28,2
1952	20347691	42,8	27,1	11,7	22,5	104,0	69,0	35,0
1953	20325473	43,4	29,9	11,9	22,7	107,8	73,8	34,0
1954	20383867	43,9	31,1	11,7	22,8	109,5	73,3	36,2
1955	20360792	44,4	32,3	12,1	23,0	111,8	76,6	35,2
1956	20405665	44,2	32,9	11,3	22,9	111,4	73,4	38,0
1957	20358795	45,1	37,0	11,5	23,1	116,7	74,8	41,9
1958	20309719	45,5	38,9	11,5	23,3	119,2	76,5	42,6
1959	20259169	47,2	39,5	10,9	23,7	121,3	68,6	52,8

Jahr	Landw. genutzte Fläche.	ZUFUHR					ABFUHR	SALDO
		Wirtschafts- Dünger	Mineral- Dünger	Legume N-Bindung	Atmosphär Deposition.	Zufuhr Gesamt	Ernte- abfuhr	Überschuss Flächenbilanz
	ha LF	kg/ha LF	kg/ha LF	kg/ha LF	kg/ha LF	kg/ha LF	kg/ha LF	kg/ha LF
1960	20192917	48,8	43,0	11,5	24,1	127,4	80,9	46,4
1961	20132926	50,2	43,0	11,8	24,4	129,5	73,7	55,8
1962	20079561	49,9	43,6	11,0	24,3	128,8	72,8	56,0
1963	20041139	50,2	52,2	11,6	24,3	138,3	79,6	58,6
1964	19996833	50,6	51,4	11,0	24,4	137,4	75,6	61,8
1965	19884425	51,8	59,6	11,6	24,6	147,6	79,7	67,9
1966	19824222	53,0	65,6	11,8	24,9	155,3	83,1	72,2
1967	19774406	54,0	67,6	11,7	25,2	158,5	90,0	68,5
1968	19642669	54,8	70,8	11,5	25,3	162,5	92,7	69,8
1969	19584519	55,9	72,9	11,3	25,6	165,6	87,0	78,6
1970	19380507	56,5	81,5	12,2	25,5	175,7	89,0	86,8
1971	19310108	56,0	85,5	11,7	25,3	178,4	88,8	89,6
1972	19298011	56,3	91,0	11,8	25,4	184,5	95,6	89,0
1973	18980262	58,2	98,7	11,4	25,7	194,0	96,0	97,9
1974	19192281	58,0	91,1	11,7	25,8	186,6	98,6	88,0
1975	19190441	57,9	96,3	11,5	25,8	191,4	92,3	99,1
1976	19130350	58,5	101,9	10,8	25,9	197,2	80,6	116,6
1977	19080515	60,1	108,0	11,2	26,2	205,6	97,9	107,7
1978	18957215	61,6	112,0	11,1	26,5	211,3	99,4	111,9
1979	18450437	63,8	112,2	10,8	26,6	213,7	99,1	114,5
1980	18376740	65,3	123,3	10,7	27,0	226,8	98,4	128,4
1981	18326872	65,1	125,0	10,8	27,0	228,5	102,2	126,3
1982	18264345	65,6	110,6	10,7	27,0	214,5	102,5	112,0
1983	18202061	67,8	117,1	10,6	27,5	223,7	97,7	126,1
1984	18159396	68,2	112,2	10,9	27,5	219,7	109,2	110,5
1985	18122858	68,3	121,7	11,0	27,5	229,6	111,5	118,1
1986	18089835	67,7	124,7	11,3	27,3	232,1	111,0	121,1
1987	18028966	65,8	128,1	11,5	26,8	233,4	108,6	124,8
1988	17977465	65,3	135,5	11,4	26,7	240,1	110,1	130,0
1989 ^b	17943357	64,9	131,4	11,1	26,6	235,4	109,9	125,5
1990 ^b	17364415	63,5	98,0	12,9	26,7	203,5	115,3	88,2
1991	16991543	57,4	95,2	11,1	23,9	189,9	111,4	78,4
1992	16813351	56,4	96,1	10,4	23,5	189,0	104,8	84,2
1993	17030173	54,9	94,8	11,1	23,3	187,0	111,2	75,8
1994	17178541	54,4	93,8	10,7	23,2	185,4	106,5	79,0
1995	17218230	54,0	103,7	10,9	23,2	195,4	111,4	84,0
1996	17206744	54,2	102,8	11,0	23,2	194,9	113,2	81,7
1997	17200942	53,5	102,2	11,2	23,0	193,8	118,8	75,0
1998	17246231	53,4	103,7	11,4	23,0	195,4	120,4	75,0
1999 ^c	16827815	54,0	113,1	11,5	22,8	205,5	122,0	83,5

a) bis 1989: ehem. BRD und DDR zusammen

b) Angaben für die Länder der ehemaligen DDR z.T. geschätzt

c) 1999: vorläufige Werte

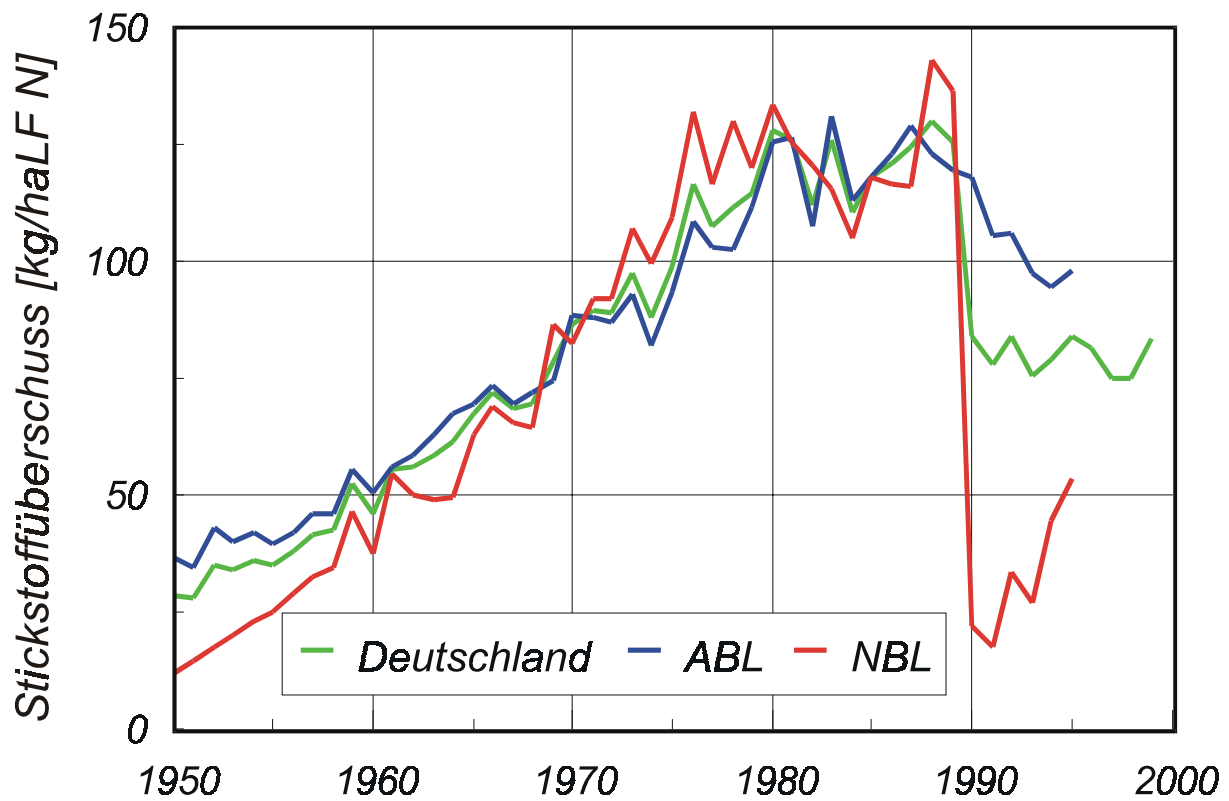


Abb. 3: Langzeitveränderungen in den Stickstoffüberschüssen auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche in den alten und neuen Bundesländern von 1950 bis 1999

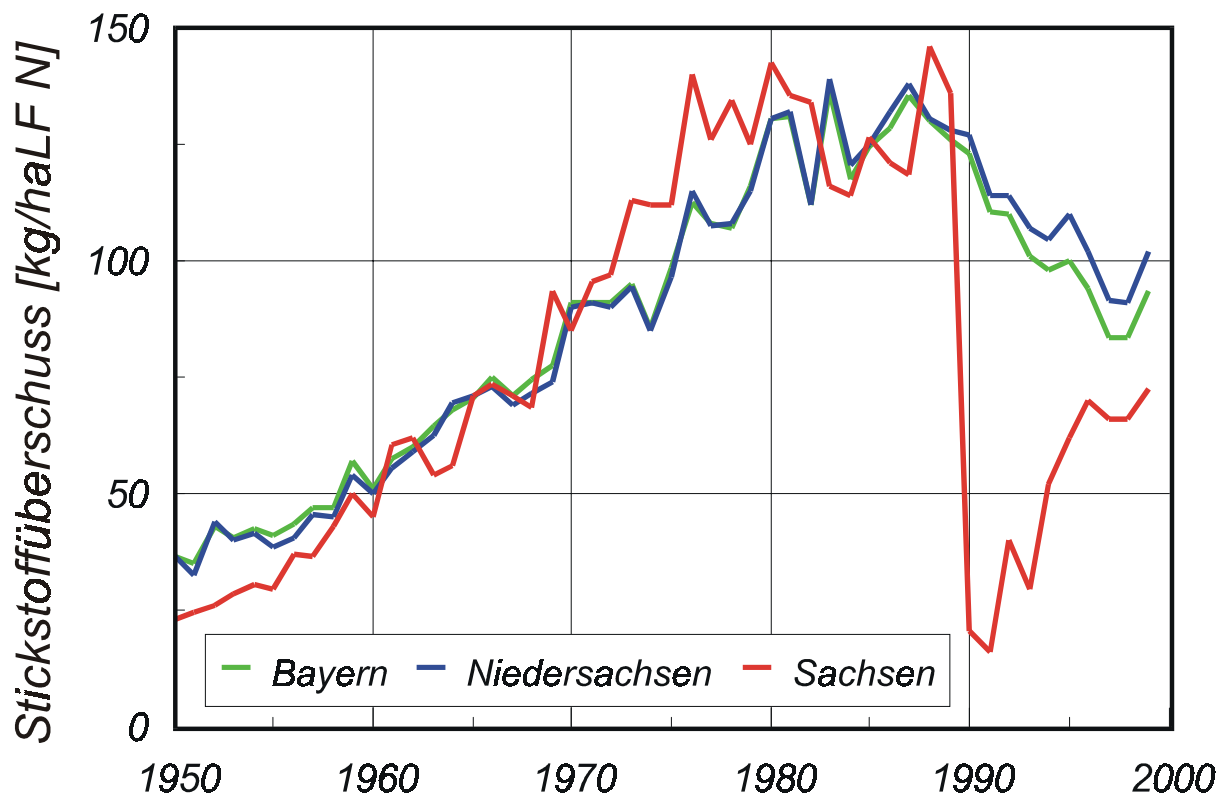


Abb. 4: Langzeitveränderungen in den Stickstoffüberschüssen auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche ausgewählter Bundesländer von 1950 bis 1999

Tab. 3: Entwicklung des Flächenbilanz-Überschusses für Stickstoff in kg/ha LF in Deutschland von 1950 bis 1999

Jahr	BRD ^a	BRD / DDR / westl. östl. Län- Län- der der ^e		BW	BY	HE	NI ^f	NW	RP	SL	SH ^g	BB ^h	MV	SN	ST	TH
1950	28,9	36,9	12,1	38,7	36,6	37,4	36,6	37,9	34,2	31,4	40,5	14,2	6,6	23,2	10,6	8,3
1951	28,2	34,5	14,9	37,2	35,3	34,1	32,8	34,6	32,0	30,8	35,5	16,9	10,1	24,9	12,6	12,3
1952	35,0	43,1	17,6	43,0	43,0	41,8	44,1	44,8	39,2	35,6	47,5	19,6	13,6	26,3	14,6	16,4
1953	34,0	40,4	20,4	41,9	40,9	39,0	40,4	41,0	35,3	33,3	43,5	22,3	17,1	28,5	16,6	20,5
1954	36,2	42,3	23,3	44,8	42,9	40,8	41,7	42,4	38,0	33,3	43,7	25,1	20,7	30,7	18,6	24,6
1955	35,2	39,9	25,0	41,7	41,2	39,3	38,5	39,8	36,4	31,5	41,0	27,7	27,0	29,5	21,2	18,1
1956	38,0	42,1	29,0	44,6	43,6	40,8	40,8	41,1	38,3	32,0	44,3	29,2	22,5	37,4	23,0	42,4
1957	41,9	46,2	32,5	48,6	47,2	44,2	45,8	46,6	40,6	35,5	48,5	34,9	32,2	36,5	24,8	38,1
1958	42,6	46,3	34,6	49,8	47,2	44,3	45,4	46,7	41,3	35,9	47,6	35,2	35,6	43,2	20,9	44,2
1959	52,8	55,7	46,5	59,3	57,4	52,2	54,1	55,7	47,5	39,5	59,4	45,2	44,0	50,0	42,7	57,5
1960	46,4	50,5	37,6	53,8	51,0	49,1	50,3	50,8	44,8	38,0	52,8	39,0	39,9	45,4	27,2	39,3
1961	55,8	56,4	54,5	60,4	57,6	53,4	55,5	56,5	48,0	42,1	60,6	48,3	48,5	60,7	49,6	78,2
1962	56,0	58,7	50,2	60,7	60,0	54,6	59,4	60,1	47,4	39,8	64,4	47,6	47,3	62,3	41,4	60,4
1963	58,6	63,0	49,4	66,2	64,5	60,0	62,5	63,6	52,2	45,0	67,3	54,0	48,7	54,3	48,9	39,3
1964	61,8	67,5	49,8	68,4	68,4	61,7	69,5	70,2	53,5	45,9	74,4	50,7	47,6	56,2	48,7	47,8
1965	67,9	69,9	63,4	71,5	70,5	66,0	71,3	71,9	57,2	48,4	77,4	61,0	69,7	71,1	60,0	52,1
1966	72,2	73,6	69,2	75,9	75,2	70,2	73,2	75,9	59,6	51,2	80,4	62,2	72,4	73,6	72,1	65,7
1967	68,5	69,8	65,7	71,8	71,3	66,1	69,4	72,8	56,8	49,7	76,1	58,9	69,7	71,2	70,0	56,6
1968	69,8	72,2	64,6	73,2	74,6	69,0	71,8	74,8	58,1	51,9	78,5	65,3	66,9	68,7	65,9	53,5
1969	78,6	74,8	86,6	75,4	77,6	70,8	74,4	78,8	58,6	53,3	80,7	85,9	91,6	93,6	85,3	72,8
1970	86,8	88,7	82,9	86,5	91,3	83,7	90,4	94,8	68,5	62,7	94,4	85,3	90,7	85,1	77,3	71,0
1971	89,6	88,3	92,3	86,5	91,2	81,5	91,2	94,0	66,7	63,7	94,4	94,7	92,8	95,9	90,0	89,3
1972	89,0	87,4	92,1	85,1	91,0	81,0	90,1	92,2	66,5	62,9	94,0	91,9	103,1	97,3	81,8	81,9
1973	97,9	93,4	107,2	89,8	95,4	83,7	94,9	97,6	67,4	65,4	101,3	110,0	113,5	113,1	101,2	93,8
1974	88,0	82,3	99,8	80,0	85,5	75,1	85,0	86,6	60,9	57,7	91,8	98,7	102,0	112,0	94,4	91,8
1975	99,1	93,9	109,9	90,2	98,5	85,2	96,6	99,0	68,0	62,5	104,0	114,1	114,4	112,0	105,5	101,2
1976	116,6	108,9	132,2	103,5	112,9	95,0	115,0	117,1	74,4	64,7	123,5	141,0	117,4	140,3	135,9	134,5
1977	107,7	103,2	116,9	96,9	108,2	91,9	107,6	109,3	73,4	66,2	116,7	123,0	116,2	126,3	109,4	110,3
1978	111,9	102,7	130,4	96,1	107,3	91,6	108,3	109,3	72,4	65,4	115,1	139,4	125,8	134,6	127,5	127,0
1979	114,5	111,7	120,0	107,3	116,3	101,1	115,2	120,5	80,8	80,9	120,3	123,8	124,3	125,4	110,5	114,9
1980	128,4	125,5	133,9	118,0	130,5	111,4	130,7	137,7	88,9	89,3	134,1	144,3	129,6	142,5	126,2	129,1
1981	126,3	126,5	125,8	118,6	131,4	110,9	132,3	138,7	88,5	93,9	135,7	132,0	127,5	135,9	113,4	121,4
1982	112,0	107,6	120,6	100,9	112,1	92,9	112,1	117,8	75,2	79,8	118,1	126,0	112,1	134,3	114,1	124,3
1983	126,1	131,3	115,9	119,6	136,7	112,9	139,0	146,3	88,6	94,8	141,9	120,4	120,3	116,3	109,2	112,5
1984	110,5	113,1	105,3	103,3	117,9	95,4	120,5	125,2	78,4	82,9	122,6	109,4	104,2	114,4	93,7	110,2
1985	118,1	118,1	118,0	105,8	124,5	100,2	125,4	131,5	81,0	86,7	125,4	123,9	116,5	126,5	111,3	113,9
1986	121,1	123,3	116,9	111,5	128,7	102,9	132,3	139,1	82,5	90,2	129,9	120,5	121,9	121,0	107,7	112,6
1987	124,8	129,4	116,0	117,8	135,5	107,3	138,4	145,8	87,8	95,9	133,6	116,7	126,2	118,5	103,6	113,1
1988	130,0	123,2	143,0	112,3	130,4	99,7	130,7	138,6	82,4	91,0	128,9	145,1	139,0	146,1	143,0	146,3
1989 ^b	125,5	119,8	136,6	108,1	126,1	96,4	128,1	134,4	78,9	87,0	125,9	141,0	141,9	136,0	129,9	132,4
1990 ^b	88,7	118,1	22,4	104,9	123,2	93,9	127,3	132,7	76,7	84,7	125,5	17,5	22,9	20,9	22,7	22,8
1991	78,1	105,5	17,8	93,5	110,6	81,8	114,4	118,2	68,3	73,9	113,8	13,6	19,6	16,1	21,8	17,9
1992	83,8	106,1	33,7	94,5	110,4	83,7	114,3	120,4	70,6	76,1	112,4	27,9	33,1	40,3	32,4	39,1
1993	75,8	97,7	27,3	88,1	101,1	75,1	107,0	110,4	64,2	70,1	105,7	23,7	28,1	29,7	28,1	28,9
1994	78,8	94,7	44,9	85,4	98,0	72,8	104,8	106,5	63,5	66,8	102,2	40,4	42,1	52,4	43,6	50,1
1995 ^d	83,9	98,2	53,7	87,8	100,1	76,6	110,1	110,8	66,1	72,0	106,3	48,2	51,7	62,2	51,8	59,5
1996	81,7	92,9	59,8	83,2	94,4	72,4	102,4	103,8	62,0	67,8	99,0	55,3	56,1	70,3	56,5	66,9
1997	74,5	82,2	56,4	72,5	83,6	63,0	91,8	90,0	55,1	59,5	88,8	50,8	55,5	66,2	53,1	61,2
1998	74,4	81,9	57,0	71,7	83,8	65,8	91,3	88,6	55,1	58,8	88,3	51,7	56,3	66,0	53,6	61,8
1999 ^c	82,9	91,6	62,2	80,2	93,8	72,7	102,1	100,0	60,9	64,9	98,1	56,6	61,1	72,9	57,8	68,1

Abkürzungen: BW: Baden-Württemberg, BY: Bayern, HE: Hessen; NI: Niedersachsen, NW: Nordrhein-Westfalen, RP: Rheinland-Pfalz, SL: Saarland, SH: Schleswig-Holstein, BB: Brandenburg, MV: Mecklenburg-Vorpommern, SN: Sachsen, ST: Sachsen-Anhalt, TH: Thüringen

a) bis 1989: ehem. BRD und DDR zusammen

b) Angaben für die Länder der ehemaligen DDR z.T. geschätzt

c) 1999: vorläufige Werte

d) ab 1996 werden die statistischen Angaben nicht mehr für Landesteile F / N getrennt ausgewiesen; Bilanzen für alte und neue Bundesländer aus Ländersummen berechnet

e) bis 1989 Berlin nicht getrennt aufgeführt

f) einschl. Bremen

g) einschl. Hamburg

h) ab 1990 einschl. Berlin

Literatur

BACH, M., FREDE, H. G. & LANG, G. (1997a): Entwicklung der Stickstoff-, Phosphor und Kalium-Bilanz der Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland. Studie i.A. des Bundesarbeitskreises Düngung (BAD), Frankfurt a.M. Gesellschaft f. Boden- und Gewässerschutz e.V., Wettenberg

BACH, M., FREDE, H. G. & LANG, G. (1997b): Handbuch N-, P-, K-Bilanzierung. Gesellschaft f. Boden- und Gewässerschutz e.V., Wettenberg

BACH, M. & FREDE, H. G. (1998): Agricultural nitrogen, phosphorus and potassium balances in Germany – Methodology and trends 1970 to 1995. Z. Pflanzenernähr. Bodenkunde **161**, 385-393

BACH, M., FREDE, H. G., SCHWEIKART, U. & HUBER, A. (1998): Regional differenzierte Bilanzierung der Stickstoff- und Phosphorüberschüsse der Landwirtschaft in den Gemeinden/Kreisen in Deutschland. In: BEHRENDT, H., HUBER, P., LEY, M., OPITZ, D., SCHMOLL, O., SCHOLZ, G. & UEBE, R.: Nährstoffbilanzierung der Flussgebiete Deutschlands. UBA-texte, 75/99

MUSTER-VERWALTUNGSVORSCHRIFT für den Vollzug der Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung) vom 26.01.1996 (BGBl. I S. 118)

STATISTISCHES JAHRBUCH ÜBER ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN. Hrsg. vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BML), (versch. J.)

STATISTISCHES BUNDESAMT (HRSG.): Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland (versch. J.). W. Kohlhammer, Stuttgart, Mainz (bis 1988); Metzler-Poeschel, Stuttgart (ab 1989)

Ermittlung der Verzögerungszeiten zwischen den Änderungen der Nährstoffüberschüsse und den N-Konzentrationen in den Flüssen

Bei den punktuellen Nährstoffeinträgen ist davon auszugehen, dass Veränderungen in der Eintragssituation innerhalb sehr kurzer Zeiträume auch in Veränderungen der Konzentrationen und Frachten sichtbar werden. Bei den diffusen Einträgen können dagegen zwischen der Veränderung in der Eintragssituation und der Reaktion in den Flussgebieten Zeiträume von mehreren Jahren bis mehreren Jahrzehnten liegen (Kunkel & Wendland, 1999; Behrendt et al., 1999). Da die Stickstoffeinträge in die Oberflächengewässer vorwiegend über das Grundwasser erfolgen, können sich wegen der langen Verweilzeiten des Wasser im ungesättigten und gesättigten Bodenbereich Reduzierungen der Stickstoffüberschüsse auf der landwirtschaftlichen Fläche erst in längeren Zeiträumen in Frachtreduzierungen auswirken.

Mit einer Ausnahme liegen z.Zt. für die deutschen Stromgebiete noch keine detaillierten Modellabschätzungen zu den Aufenthaltszeiten des Wassers in der ungesättigten Zone und im Grundwasser vor. Nur für den Lockergesteinsbereich der Elbe erfolgte eine Verweilzeitenanalyse auf der Basis des für den Einsatz bei überregionalen (makroskaligen) Fragestellungen konzipierten Verweilzeitenmodells WEKU (Kunkel & Wendland, 1997). Nach diesen Untersuchungen ergeben sich im oberen Aquifer je nach Standortsituation Verweilzeiten zwischen weniger als einem Jahr und mehr als 250 Jahren. Das gewichtete Mittel beträgt ca. 25 Jahren. Die Gründe für hohe Verweilzeiten liegen zum einen in den großen Fließstrecken bis zum nächsten Fließgewässer, zum anderen aber auch in den in diesen Gebieten vorhandenen niedrigen mittleren Abstandsgeschwindigkeiten. Deutlich geringere Verweilzeiten im Bereich von weniger als ca. 10 Jahren treten vor allem in Regionen mit hohen hydraulischen Gradienten sowie in Gebieten in direkter Nachbarschaft zu einem Fließgewässer auf.

Um zumindest orientierende Werte bezüglich der zeitlichen Verzögerung von Ursache und Wirkung auch für andere Stromgebiete zu erhalten, sollen die Langzeitveränderungen der Nitratkonzentrationen in den Flüssen und der Nährstoffüberschüsse in ihren Einzugsgebieten miteinander verglichen werden. Eine näherungsweise Abschätzung der Verzögerungszeiten wird durch Zeitverschiebung zwischen beiden Reihen oder durch einen Vergleich der Langzeitveränderungen der Nitratkonzentration mit den Mittelwerten des Stickstoffüberschusses für eine bestimmte Anzahl von Vorjahren erhalten (Behrendt et al., 1999). Dazu sollen vor allem die Messstellen verwendet werden, für die Messwerte bis zum Beginn der siebziger Jahre vorliegen.

Abbildung 1 zeigt die Langzeitreihen für die Nitratkonzentration für einige ausgewählte Messstellen und die aus den Länderwerten ermittelten Stickstoffüberschüsse auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Einzugsgebiete oberhalb dieser Messstellen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die N-Überschüsse z.Zt. nur für die deutschen Teile der Flussgebiete ermittelt wurden. Bereits aus dieser Abbildung ist ersichtlich, dass lediglich für den Rhein davon auszugehen ist, dass zwischen Veränderungen in den N-Überschüssen und der Reaktion der Nitratkonzentration im Fluss nur ein kurzer Zeitraum liegt. Bei allen anderen Flüssen zeigt sich, dass zwischen beiden Größen eine zeitliche Verschiebung besteht. Die Entwicklung der Nitratkonzentration läuft der Entwicklung der Überschüsse hinterher. Besonders deutlich wird dies für die Elbe sichtbar.

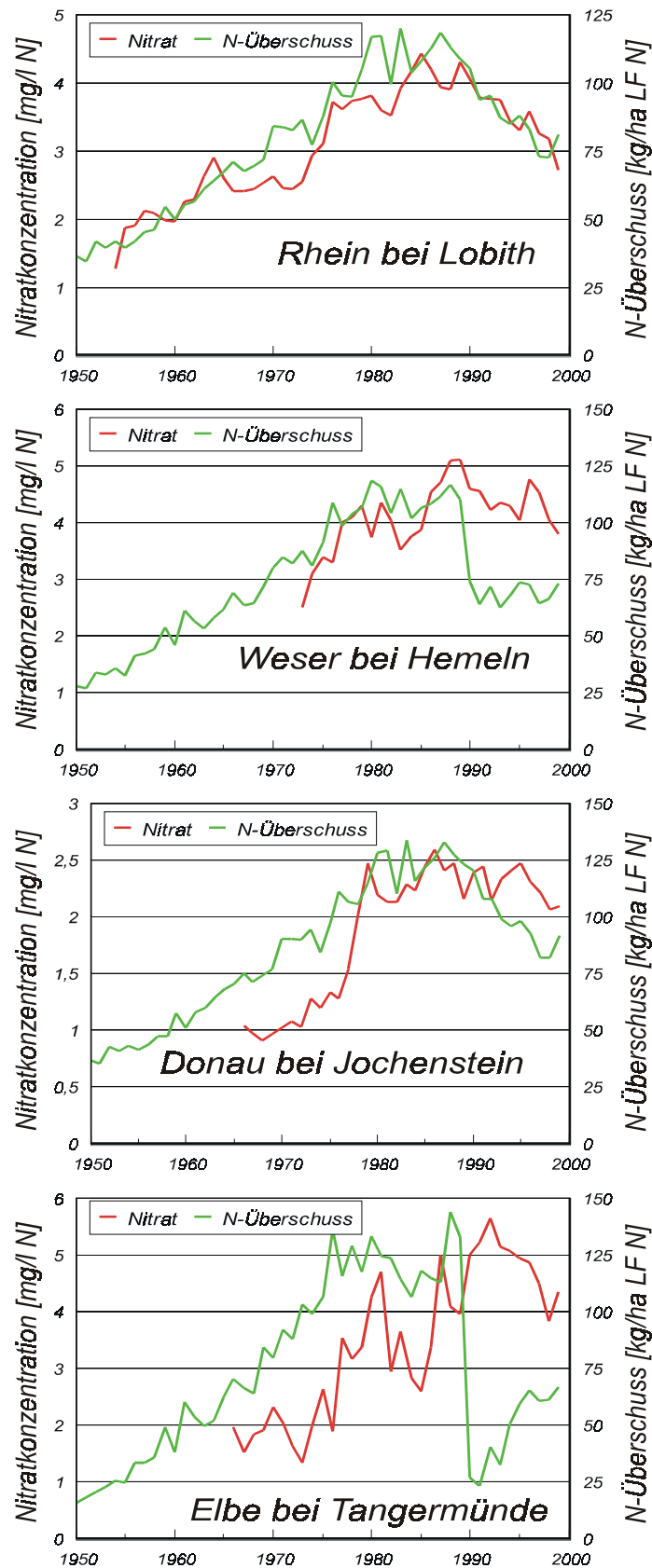


Abb.1: Langzeitveränderung der Nitratkonzentrationen und der Stickstoffüberschüsse auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche in einigen Flussgebieten Deutschlands

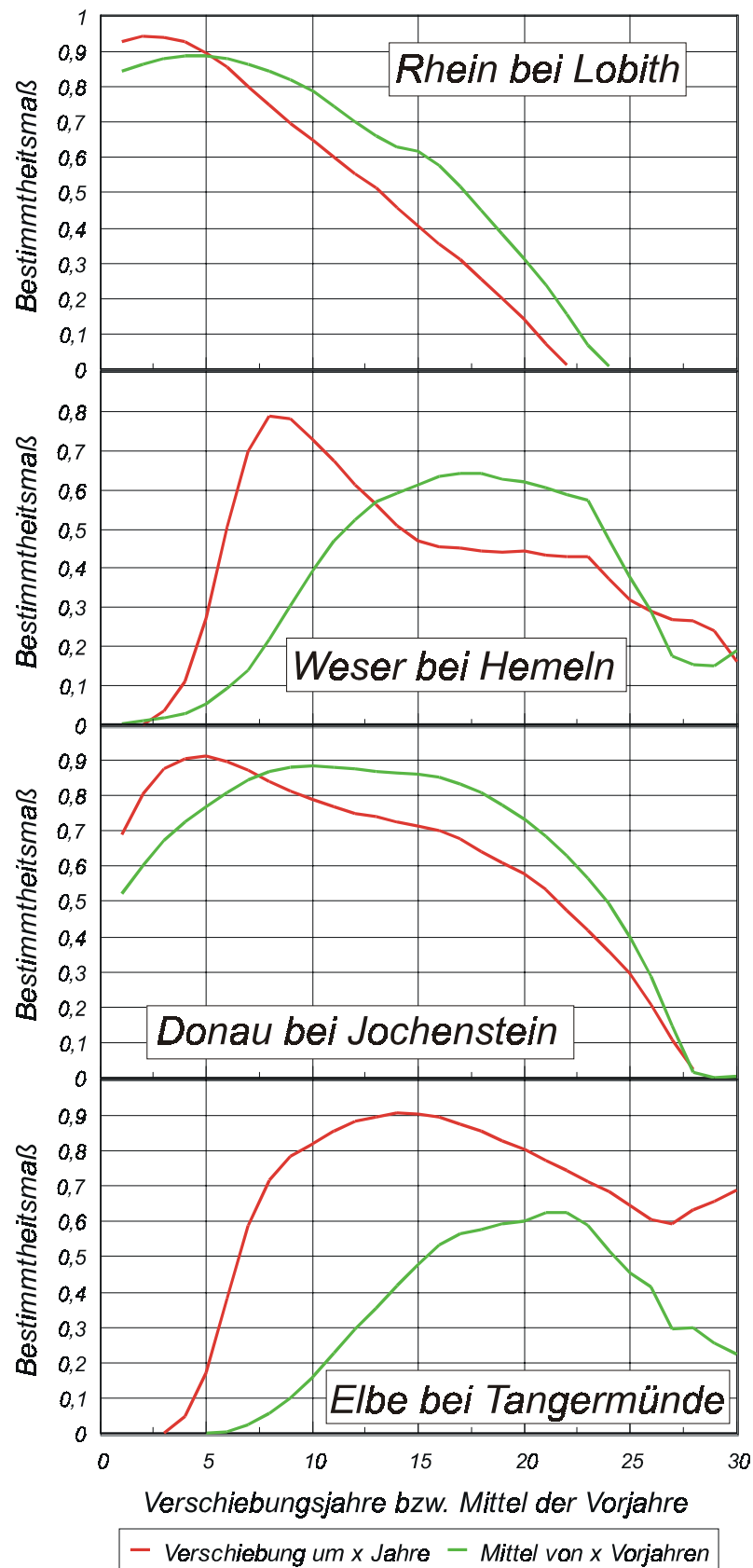


Abb.2: Veränderung des Bestimmtheitsmaßes des linearen Zusammenhanges zwischen der Nitratkonzentrationen in Flüssen und den Nährstoffüberschüssen in Abhängigkeit von der Zeitverschiebung zwischen beiden Reihen für Rhein, Mosel und Donau sowie Elbe, Saale und obere Weser

Für die Analyse der zeitlichen Verschiebung zwischen beiden Reihen wurden zwei Ansätze verwendet. Einerseits wurden die beiden Zeitreihen in Regressionen gegeneinander verschoben und der beste Zusammenhang ermittelt. Um kurzfristige Schwankungen durch unterschiedlich feuchte Jahre beim Nitrat und Nachfrageschwankungen in der Landwirtschaft auszugleichen, wurden zunächst beide Reihen mittels einer fünfjährigen gleitenden Mittelung geglättet. Im Anschluss wurde zwischen beiden Zeitreihen eine lineare Regressionsanalyse durchgeführt. Diese Analyse wurde mit einer Verschiebung der Zeitreihe der N-Überschüsse um jeweils ein Jahr wiederholt. Die Länge der vorhandenen Reihe für die N-Überschüsse gestattet dabei zur Zeit lediglich eine Verschiebung um maximal 30 Jahre, da bei größeren Verschiebungszeiten die Länge der vergleichbaren Zeitreihen unter 15 Jahre sinkt. Im Ergebnis der Regressionsanalyse wurde das Bestimmtheitsmaß des Zusammenhanges über die Anzahl der verschobenen Jahre graphisch aufgetragen.

Das Bestimmtheitsmaß für die Regression mit einer bestimmten Anzahl von Verschiebungsjahren für die Reihe der N-Überschüsse zeigt dabei an, wie viel der jeweiligen Varianz durch diese lineare Regression erklärt wird. Die Verschiebungszeiten mit den höchsten Bestimmtheitsmaßen können somit ein mögliches summarisches Maß für die Verweilzeit von Nitrat im Boden, der ungesättigten Zone und im Grundwasser sein.

Abbildung 2 zeigt diese Zusammenhänge für die untersuchten Flussgebiete.

Als zweiter Ansatz wurde eine Regressionsanalyse zwischen den Nitratkonzentrationen in den Flüssen und den Mittelwerten der N-Überschüsse in den Vorjahren durchgeführt. Dabei wurde die Anzahl der Vorjahre, die in die Mittelung einbezogen wurden, kontinuierlich erhöht. Auch aus dieser Analyse kann man aus der Höhe des jeweiligen Bestimmtheitsmaßes folgern, wie groß die zeitliche Differenz zwischen der Veränderung der N-Überschüsse und der Reaktion in den Flüssen als Änderung der Nitratkonzentration ist. Die Ergebnisse dieser Analyse sind ebenfalls in Abbildung 10 dargestellt.

Auffallend ist bei allen Flussgebieten, dass maximale Bestimmtheitsmaße für verschiedene Zeitverschiebungen bzw. verschiedene Vorjahresmittel vorliegen. Dies könnte ein Hinweis auf unterschiedliche Verweilzeiten von verschiedenen Abflusskomponenten bzw. aus verschiedenen Teilgebieten sein.

Für die Rheinstationen ist charakteristisch, dass bereits bei kleinen Zeitverschiebungen sehr hohe Bestimmtheitsmaße erreicht werden. Ein Maximum kann für den Rhein bereits bei 2 bis 5 Jahren beobachtet werden. Danach fällt das Bestimmtheitsmaß stark ab.

Für die Donau zeigt sich prinzipiell ein ganz ähnliches Bild. Die Maxima liegen bei 5 bzw. zwischen 10 und 15 Jahren. Wesentlich deutlicher als beim Rhein ergeben sich aber geringere Bestimmtheitsmaße für kleinere Zeitverschiebungen bzw. Vorjahreszeiträume.

Bei der Weser oberhalb von Hemeln setzt sich der Trend zu einer Verschiebung der maximalen Bestimmtheitsmasse zu längeren Zeitverschiebungen (8 bzw. 15-20 Jahre) fort.

Für die Elbe bei Tangermünde zeigen sich deutliche Maxima der Bestimmtheitsmasse bei einer Zeitverschiebung um 14–15 bzw. 18-22 Jahre. Die Ergebnisse für die Elbe stimmen erstaunlich gut mit den 25 Jahren überein, die Kunkel & Wendland (1997) als Medianwert ihrer detaillierten Verweilzeitanalysen ermittelten. Für die Elbe oberhalb von Tangermünde wäre nach Abbildung 10 eine mittlere Gesamtverweilzeit von Nitrat im Boden, der ungesättigten Zone und im Grundwasser von weniger als 5 bis 10 Jahren eher unwahrscheinlich.

Diese Ergebnisse sind z.Zt. noch mit entsprechender Vorsicht zu betrachten, da einerseits die N-Überschüsse in den ausländischen Teilen der Flussgebiete und deren Veränderung noch nicht einbezogen wurden. Andererseits müsste man für einen besseren Vergleich der in den Regressionen berücksichtigten Zeiträume auch die N-Überschüsse für den Zeitraum vor 1950 berechnen und in die Analyse einbeziehen.

Die Interpretation dieser Ergebnisse erschwert, dass bei fast allen berücksichtigten Messstellen zumindest in den siebziger und achtziger Jahren auch die Punktquellen einen hohen Anteil an den Stickstoffeinträgen haben und dieser verringert wurde. Zusätzlich wurden durch die drastische Reduzierung der organischen Belastung die Sauerstoffverhältnisse und damit auch die Nitrifikations- und die Denitrifikationsbedingungen verändert. Die Auswirkungen beider Änderungen sind quantitativ nicht bekannt. Die Nitratkonzentrationen können daher vor der Verweilzeitanalyse nicht bereinigt werden.

Literatur

- BEHRENDT, H., HUBER, P., LEY, M., OPITZ, D., SCHMOLL, O., SCHOLZ, G. & UEBE, R. (1999): Nährstoffbilanzierung der Flussgebiete Deutschlands. UBA-Texte, 75/99. Nutrient Emissions into River Basins of Germany. UBA-Texte, 23/00.
- KUNKEL, R., WENDLAND, F. (1999): Das Weg-/Zeitverhalten der unterirdischen Abflußkomponente im Elbeinzugsgebiet. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt, Vol. 19, 122 p., Jülich.

Anhang V

Messstellen in den Küstengewässern

Gewässer- bereich	Messstelle	Bun- des- land	Koordinaten		Messst.-Nr.
			Nördl. Breite	Östl. Länge	
Nordsee					BLMP-Nr.
Ostfriesisches Wattenmeer *)	Norderneyer Seegat (Busetief, Tonne 11)	NI	53°41'77"	07°08'60"	N 1.0 (3)
Ostfriesisches Wattenmeer *)	Otzumer Balje (Tonne 11)	NI	53°44'75"	07°41'45"	N 1.4 (4a)
Jade *)	Schillig (Jade Reede, Tonne 31)	NI	53°43 '32"	08°03 '78"	J 4.1 (6)
Elbe	Außenelbe, Tonne 5	SH	54°00'00"	08°18'50"	EI 2
Nordfriesisches Wattenmeer	Eider, Tonne 15	SH	54°13'50"	08°39'00"	N 3.2
Ostsee					OM-Nr./ BLMP-Nr.
Kieler Bucht	Kieler Bucht	SH	54°36,00'	10°27,00'	706
Lübecker Bucht	Walkyriengrund	SH	54°06,90'	11°04,10'	714
Mecklenburger Bucht	nördlich Warnemünde	MV	54°13,90'	12°04,00'	O 5
Greifswalder Bodden	Tonne Ariadne	MV	54°12,00'	13°34,00'	GB 19
Pommersche Bucht	nördlich Ahlbeck	MV	54°00,40'	14°14,00'	OB 4

*) Bei den NI-Messstellen sind ergänzende Bezeichnungen und neue Nummern in Klammern gesetzt; die Koordinaten wurden aktualisiert. Bei den übrigen Messstellen ergeben sich keine Änderungen

Verzeichnis der Grundwassermessstellen (common points)

Nr.:	Land	MST-Nr	Name der Messstelle	Hochwert	Rechtswert
1	BB	3039 0001	Schönhagen 1/95	5871811	4512300
2	BB	3148 1901	Lichterfelde	5860868	4616508
3	BB	3150 2038	Altglietzen	5857546	4641222
4	BB	3852 2802	Mixdorf	5787440	4663928
5	BB	3951 1825	Möllen	5774256	4653582
6	BB	4047 6201	Liedekahle OP	5754138	4604512
7	BW	0001/415-1	MO QF Bronnbachquelle Rottenburg 11/1	5374723	4271204
8	BW	0002/759-6	MO QF Obere Kesselfeldquelle	5432632	4364190
9	BW	0003/519-8	MO QF Hipfelsberg Mengen	5327687	4298703
10	BW	0008/671-0	MO P6-2 Kümmerzhofen Wachter	5307318	4328146
11	BW	0010/320-8	MO Quelfassung Blaesi/Aasen	5320865	4242459
12	BW	0011/604-0	MO QF Dittwar I (Pfarrbr., Wittesheimer)	5498258	4329960
13	BW	0014/421-7	MO GWM 1038/P9A Volkertshausen	5303717	4266228
14	BW	0014/714-5	MO QF Lonequelle Urspring	5381156	4344545
15	BW	0015/364-0	MO QF Wurstbrunnen, Altensteig-Wald	5386998	4254460
16	BW	0026/022-9	MO QF Sonnbergquelle Auggen	5304331	4170491
17	BW	0028/705-2	MO QF Moerike-Quelle Ebertsbronn	5479491	4351235
18	BW	0034/458-8	MO BBR Ortwein Grossgartach	5447763	4290506
19	BW	0048/623-2	MO 8906-Langenargen	5279171	4318244
20	BW	0080/162-3	MO BR Rösch Tiefenau	5411199	4217252
21	BW	0085/660-8	MO QF Wassergenoss. Kaeshoefle	5423247	4340797
22	BW	0099/619-2	MO BO11 Oggelshausen Bauernhag.	5329157	4325192
23	BW	0197/065-9	MO Neuried-Dundenheim 7	5375347	4191498
24	BW	0199/258-0	MO Friedrichstal 1	5447110	4243813
25	BW	0338/068-9	MO Neuer Pegel 3 Weisweil WSG	5347187	4178874
26	BW	1251/305-8	MO BR (Nord) Beregnungsbr. Dossenheim	5485516	4257758
27	BY	410159245018	Brunnen 2 Fuchsstadt	5556108	4351237
28	BY	410159260119	BRUNNEN II RANNUNGEN	5559490	4371433
29	BY	410159340427	Brunnen I (Marktleugast)	5558900	4475270
30	BY	410161201517	Brunnen 9 Schanzbuckel	5536649	4293174
31	BY	410161240028	Bohrbr. 2 Zellinger Becken	5530243	4340729
32	BY	410161327005	Br. III (bei Treppendorf)	5532560	4450270
33	BY	410163260031	Brunnen K5 in der Klinge	5511037	4365907
34	BY	410163306012	Brunnen IX Höchstadt	5508055	4412625
35	BY	410167305005	Br. 1 EG. III Reckenb. Gr.	5453265	4419570
36	BY	410171320316	Br. 1 Walting	5419170	4448660
37	BY	410171402053	Brunnen I Wörth a. d. Donau	5428300	4527280
38	BY	410173420001	Brunnen II Plattling	5405120	4561360
39	BY	410175360502	Brunnen II Stocket	5381440	4480600
40	BY	410177261010	Brunnen III Senden	5354351	4355736
41	BY	410177320002	Brunnen 1 Edenried	5357190	4432930
42	BY	410177360023	Brunnen II Vötting	5360705	4479410
43	BY	410177404012	Brunnen III Stieglholzen	5340970	4541915
44	BY	410177442025	Brunnen IV Pocking	5362500	4596160
45	BY	410179360020	Brunnen II Hohenbrunn	5321730	4477410
46	BY	410179403039	Tyrlaching, Brunnen 1	5325800	4546050
47	BY	410463220002	Bugquelle	5520193	4329435
48	BY	410463280003	Hummelquelle	5516309	4390499
49	BY	410467280006	Quelle Steinersdorf	5465660	4392480
50	BY	410467305021	Berghofquelle 3	5467250	4412700

Nr.:	Land	MST-Nr	Name der Messstelle	Hochwert	Rechtswert
51	BY	410475404005	Quelle I Eggenpoint	5371330	4533170
52	BY	410479302524	Qu.3 Kaufering	5327770	4416500
53	BY	711000005126	Rattelsdorf 136	5544350	4422540
54	BY	711000008152	WOERNITZSTEIN W2	5399410	4406150
55	BY	711000008200	Lechhausen 645	5364700	4418260
56	BY	711000008248	Gennach 978	5331940	4403360
57	BY	711000008693	Noerdlingen (Goldb.) 4	5415000	4388936
58	BY	711000015100	Offenstetten 141B	5407890	4492550
59	BY	711000015126	Niederleierndf. MU. S6	5409450	4507010
60	BY	711000016130	OBERMENZING 292	5337130	4459390
61	BY	711000017110	Wachendorf 117	5480400	4418130
62	BY	711000022105	Bruennstadt 75A	5530785	4377897
63	BY	711000025130	Wielenbach, Nr. 3 691	5305640	4437820
64	BY	711000027110	Hofstetten 167	5548956	4331439
65	BY	711000082821	MITTL.DONAU VOB 259A	5400130	4467050
66	HB	FLB 123	FLB 123 "EG"	5903723	4267000
67	HE	6245	Breitau	5660691	4359996
68	HE	7595	Pfordt	5616251	4329499
69	HE	8351	Gambach-Ober-Hörgern 2	5596979	4268790
70	HE	8355	Gambach-Ober-Hörgern 1	5596978	4268830
71	HE	8356	Weiher Ober-Hörgern	5597110	4269276
72	HE	9098	Lohmühle 2	5571042	4234973
73	HE	9105	IDSTEIN, STADT	5565300	3447640
74	HE	10378	OESTRICH-WINKEL, STADT	5542123	3431574
75	HE	10379	OESTRICH-WINKEL, STADT	5542160	3431565
76	HE	10610	WIESBADEN, LANDESHAUPTSTADT	5544920	3453480
77	HE	10612	WIESBADEN, LANDESHAUPTSTADT	5544990	3453780
78	HE	14344	OTZBERG	5524270	3491840
79	HH	5346	Hamburg	5952889	4373709
80	MV	17450016	Brandshagen	6013155	4576368
81	MV	22470007	Wusseken	5961145	4609199
82	MV	23450011	Hohenmin	5946188	4585685
83	MV	24310003	Lüttow	5933131	4425045
84	MV	24350013	Pinnow-Süd	5938780	4469650
85	MV	27330016	Grebs OP	5900745	4453600
86	NI	2217 5282	Nordholz I	5965997	4278364
87	NI	2422 5422	Schwinge I	5938774	4326080
88	NI	2617 5261	Driftsethe I	5921324	4273946
89	NI	2621 5871	Zeven	5912713	4319280
90	NI	2727 5491	Dachtmissen I	5903882	4388691
91	NI	2923 5211	Bothel	5884769	4333827
92	NI	3013 5071	Bösel I	5880866	4228540
93	NI	3015 5462	Großenkneten-Nord I	5875699	4249309
94	NI	3019 5843	Gödestorf I	5868804	4292337
95	NI	3116 5531	Rechterfeld	5862799	4256492
96	NI	3129 5781	Reinstorf (UE) I	5855177	4408283
97	NI	3221 5851	Gadesbünden	5846233	4315326
98	NI	3314 5761	Langwege	5838951	4237027
99	NI	3318 5081	Nordsulingen I	5844711	4284191
100	NI	3406 5181	Echtelerfeld I	5840476	4148620

Nr.:	Land	MST-Nr	Name der Messstelle	Hochwert	Rechtswert
101	NI	3410 5311	Brögbern I	5835267	4185171
102	NI	3518 5432	Nordel I	5818232	4276953
103	NI	3610 5522	Bexten	5811099	4184907
104	NI	3627 5352	Stederdorf I	5804511	4381042
105	NI	3630 5111	Ehmen I	5806808	4410581
106	NI	3631 5194	Bahrdorf I	5806454	4430862
107	NI	3724 5231	Pattensen I	5796001	4345228
108	NI	4426 5431	Drecksteinquelle Waake	5715559	4365794
109	NW	010202821	Orsbeck	5677706	4091468
110	NW	021171403	OL 289	5736045	4263435
111	NW	040100297	Obrigh BAW Nr 45	5738381	4133461
112	NW	060220909	HS/90 -Reken-	5755101	4157109
113	NW	070168817	LGD Dickopshof	5641947	4144897
114	NW	073305510	Puhl 373	5664406	4137744
115	NW	080100806	Pfalzdorf 033	5748955	4097381
116	NW	080201076	Hehn 0049	5687790	4107434
117	NW	080201570	Flothend 200	5700167	4100657
118	NW	080201581	Schmalenend 201	5696839	4100535
119	NW	080301060	Ehrenmal 254 HY	5717806	4101572
120	NW	091141709	1 14 170	5724149	4223392
121	NW	100140324	WG 34 Frotheim	5808200	4272967
122	NW	106520015	P1003F Timpen	5806471	4296529
123	NW	110040200	IV/20 -Ostbevern-	5773506	4215359
124	NW	110070094	VII / 9 -Albersloh-	5757018	4204890
125	NW	110070148	VII/14 -Westerode-	5781576	4195606
126	NW	273739013	RGW 510	5640508	4153320
127	NW	273741615	ZD 37	5646569	4151156
128	RP	2391263400	1451 Meckenheim	5479078	4224729
129	RP	2395164700	2017 Mettenheim	5517855	4237205
130	RP	2517250600	2512 Ingelheim	5546238	4220072
131	RP	2522200300	Q. Freimersheim	5514996	4217527
132	RP	2529210000	Q. 7 Elsheim	5539138	4221770
133	RP	2545110200	Br. 1 Meddersheim	5523956	4183143
134	RP	2549102700	Br. 1 Guldental	5536735	4202771
135	RP	2627260800	4503 Ferschweiler	5539786	4097460
136	RP	2642220100	3527 Großsteinhausen	5459509	4169439
137	RP	2713113500	5076 Mülheim-Kärlich	5593365	4181747
138	RP	2713162300	6063 Neuwied	5599033	4181565
139	SH	1292	Stadum-Süd	6069900	4309134
140	SH	3923	Hohenfiert	5987534	4344418
141	SH	3925	Wahlstedt-Streemweg	5983319	4381953
142	SH	3929	Holm-Nordost	5947527	4348975
143	SH	4623	Witzhave-Jahrensberg	5938851	4389287
144	SH	5239	Gangerschild F2	6060142	4357968
145	SH	5241	Ellingstedt-Wuhrenweg	6041458	4332931
146	SH	6101	Krogaspe	6003129	4364078
147	SH	Q400	WW Föhr, Beo 20a	6067985	4275018
148	SL	765	Weierweiler, Bohrung 2, Viehweide,	5488461	4126306
149	SL	1163	WW Ost, Brunnen 4,	5480104	4117691
150	SN	46420003	Canitz - Thallwitz P 303/92	5694940	4549160

Nr.:	Land	MST-Nr	Name der Messstelle	Hochwert	Rechtswert
151	SN	46466001	Wildenhain	5687026	4600742
152	SN	47556004	Kodersdorf	5683084	4701743
153	SN	48440165	Niederlütchera	5674247	4578741
154	SN	50422736	Oberelsdorf	5648640	4549400
155	SN	50452248	Kleinschirma	5641600	4590140
156	SN	52406001	Langenhessen	5626820	4526360
157	SN	55382001	Clara Quelle	5589300	4504140
158	ST	45360194	Steuden	5698363	4484405
159	ST	453310198	Lengefeld	5706477	4445451
160	ST	463511296	Grockstädt	5688337	4470486
161	ST	32330012	Quadendambeck	5848516	4447379
162	ST	36350084	Ellersell	5800495	4476290
163	ST	37375220	Pietzpuhl	5786130	4489490
164	ST	39360065	Schönebeck	5764100	4484100
165	ST	42330200	Hoym	5737450	4453950
166	ST	42371497	Klein Wülknitz	5734630	4494925
167	ST	45350194	Hornburg	5701956	4471372
168	ST	45380493	Reideburg	5705208	4503410
169	ST	46370194	Geusa	5689162	4495930
170	TH	4627230760	Heiligenstadt, Buchborn	5693067	4372870
171	TH	4731230721	Greußen	5680150	4423900
172	TH	5032210683	Mönchenholzhausen	5648530	4440650
173	TH	5132210675	Bösleben	5633175	4434150
174	TH	5227240532	Barchfeld	5629844	4380345
175	TH	5237220102	Struth (Frießnitz)	5627019	4497249
176	TH	5337220040	Löhma	5608775	4489500
177	TH	5529240508	Exdorf	5589922	4396627
178	TH	5529240511	Reurieth	5591950	4403825