

## Diffuse Stoffeinträge in Gewässer



### Landwirtschaft

Deutscher Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.  
in Zusammenarbeit mit der  
Deutschen Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V



# Inhalt

<b>1</b>	Einführung	3
<b>2</b>	Diffuse Stoffeinträge aus der Landwirtschaft	4
	2.1 Nährstoffe	5
	2.1.1 Stickstoff	6
	2.1.2 Phosphor	8
	2.2 Pflanzenschutzmittel	9
	2.3 Schwermetalle	11
	2.4 Organische Schadstoffe	12
	2.5 Tierarzneimittel	14
<b>3</b>	Anforderungen und Maßnahmen	14
<b>4</b>	Zusammenfassung	17
<b>5</b>	Glossar	18
<b>6</b>	Literatur	19
	Mitglieder der Arbeitsgruppe	20
	Impressum	20

# 1 Einführung

Nähr- und Schadstoffe gelangen punktförmig oder diffus in die Gewässer. Der Stoffeintrag über punktförmige Quellen (z.B. Kläranlagen) ist in den letzten Jahren deutlich vermindert worden, dagegen hat der Stoffeintrag über diffuse Quellen im Sinne eines flächigen Gewässerschutzes nicht im gleichen Maße abgenommen. Diffuse Stoffeinträge werden vor allem durch die Landbewirtschaftung verursacht. Daneben tragen auch die Forstwirtschaft, der Verkehr, die Industrie und Abschwemmungen aus überbauten Gebieten zum Eintrag bei.

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (ATV-DVWK) befasste sich bereits in ihren Vorläuferorganisationen intensiv mit den Fragen der diffusen Stoffeinträge in Gewässer. Sowohl Aussagen zu den Wirkungen von Nährstoff- und Pflanzenschutzmitteleinträgen, als auch Empfehlungen zur Vermeidung schädlicher Stofffrachten in Böden, Grund- und Oberflächengewässer wurden von den Fachgremien des Verbandes vorgelegt.

Zur Frage der Vermeidung überhöhter Stickstoff- und Phosphoreinträge aus landwirtschaftlicher Nutzung in die Gewässer liegen weitreichende Kenntnisse vor, deren Umsetzung in der Praxis jedoch teilweise noch am Anfang steht. Auch der unsachgemäße Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in den verschiedenen Anwendungsgebieten und deren Folgen für die Gewässerökologie ist von zahlreichen Fachleuten intensiv in den letzten Jahren erörtert worden. In dem unter Federführung des DVWK entstandenen Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft (Frede u. Dabbert, 1999) werden Ursachen und Maßnahmen zur

Verringerung des Nähr- und Pflanzenschutzmittelaustrages sehr eingehend beschrieben. Die hier genannten Forderungen sind aus der Sicht der Wasserwirtschaft noch nicht ausreichend, um einen flächendeckenden Gewässerschutz zu gewährleisten.

Neuere Untersuchungen befassen sich mit dem Umweltverhalten von Human- und Veterinärpharmaka. Hier stehen insbesondere Stoffe, die bereits in geringen Mengen hormonähnliche Wirkungen zeigen, aber auch antibiotische und schmerzstillende Wirkstoffe im Mittelpunkt der Betrachtung. Das Einbringen dieser Stoffe in die landwirtschaftliche Verwertung über den Pfad von Gülle, Festmist, Bioabfallkompost und Klärschlamm bildet den Schwerpunkt eines gegenwärtigen Verbundforschungsvorhabens der Verbände ATV-DVWK und DVGW.

Die vorliegenden Ausführungen zum Stoffaustausch aus landwirtschaftlich genutzten Böden sind das Ergebnis einer intensiven Diskussion in Expertengesprächen, Besprechungen mit den zuständigen Bundesministerien und einer Veröffentlichung in der *KA - Abwasser, Abfall* (ATV-DVWK, 2001), in der zu Stellungnahmen zu dem vorliegenden Papier aufgerufen wurde. Berücksichtigt wurden auch die Eckpunkte für eine zukunftsfähige Agrar- und Verbraucherschutzpolitik der Agrar- und Umweltministerkonferenz am 13. Juni 2001 in Potsdam (dort TOP 3, Abschnitt 2).

Eine gemeinsame Arbeitsgruppe aus Vertretern der ATV-DVWK und des DVGW haben die eingegangenen Anmerkungen und Ergänzungen gesichtet und bewertet und das nun vorliegende Papier erstellt.

# 2 Diffuse Stoffeinträge aus der Landwirtschaft

Bei der Betrachtung der diffusen Stoffeinträge stehen die Nährstoffe (vorrangig Stickstoff und Phosphor), die Pflanzenschutzmittel (PSM), Schwermetalle sowie organische Schadstoffe und Arzneimittel, die teilweise endokrin wirksam sind, im Mittelpunkt.

Die diffusen Stoffeinträge in Gewässer hängen von stoffspezifischen Einflussgrößen, wie dem allgemeinen Verteilungsverhalten, der Eintragsmenge sowie pfad- und regionalspezifischen Besonderheiten ab.

Das allgemeine Verteilungsverhalten wird bestimmt durch Vorgänge wie Sorption/Desorption, Abbau, Akkumulation, Verflüchtigung etc. und beruht überwiegend auf den Stoffeigenschaften eines Schadstoffes sowie auf hydro- und pedologischen Gegebenheiten. So sind Unterschiede in den Eintragskonzentrationen in das Grundwasser z.B. leicht durch Unterschiede im Substrat, aufgrund des Sand- bzw. Tongehaltes verbunden mit unterschiedlicher Wasserleitfähigkeit, zu erklären. Erhöhte Einträge

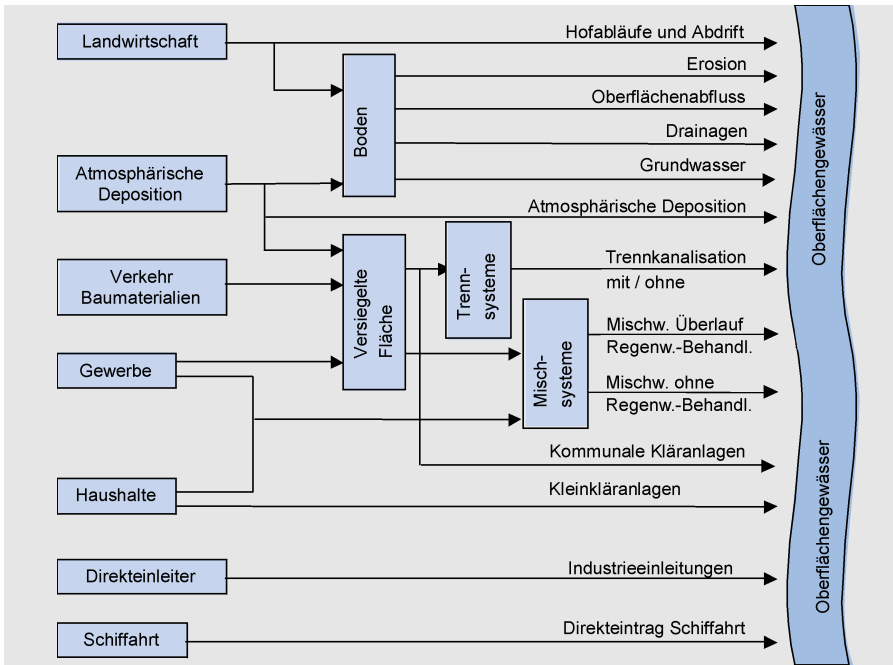


Abb. 1: Grundschema zur Quantifizierung der Stoffeinträge in Gewässer (Umweltbundesamt, ergänzt)

von Schadstoffen in Oberflächengewässer entstehen häufig aus schluffreichen Böden mit steilem Relief und unangepasster Bodenbearbeitung. Erhöhter Interflow aufgrund wasserstauender Schichten und Hangexposition (Oberflächenabfluss, Erosion) können zu stärkeren Einträgen in Oberflächenwasser beitragen. Auch ist der bevorzugte Stofftransport in schnellen Fließbahnen der Böden (preferential flow) von besonderer Bedeutung für den Eintrag stark sorbierender Stoffe.

Während die punktuellen Einträge aus kommunalen Kläranlagen und von industriellen Einleitern direkt in die Flüsse gelangen, ergeben sich die diffusen Einträge in die Oberflächengewässer aus der Summe verschiedener Eintragspfade, die über die einzelnen Komponenten des Abflusses erfolgen. So trägt die Landwirtschaft über Hofabläufe, Drift, Erosion, Dränung, Oberflächen- und Grundwasserabfluss noch zusätzlich zum Eintrag in die Oberflächen-

gewässer bei (s. Abb. 1). Durch Industrie, Gewerbe, Haushalte und Verkehr (Direkteinleiter) werden den Gewässern ebenfalls beachtliche Mengen an Stoffen zugeführt. Die unterschiedliche Verteilung von Betriebsstrukturen (Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Gewerbe und Industrie) sowie die Verkehrsdichte und die Versiegelungsdichte können Belastungen beeinflussen.

### 2.1 Nährstoffe

Hohe Konzentrationen der Nährstoffe Phosphor und Stickstoff verursachen in stehenden und langsam fließenden Binnengewässern verstärktes Algenwachstum. Mögliche negative Folgewirkungen sind Sauerstoffdefizite, die zu Artenverarmung und Fischsterben führen, sowie Einschränkungen bei der Trinkwasseraufbereitung und allergische Reaktionen bei Badenden verursachen. In Tabelle 1 sind die vom

	Stickstoff (in t / Jahr)	Phosphor (in t / Jahr)
<b>Diffuse Einträge</b>	<b>590 000 (72 %)</b>	<b>24 500 (66 %)</b>
▶ Landwirtschaft (insgesamt)	530 000 (67 %)	20 500 (55 %)
Abschwemmung	15 000 (2 %)	3 500 (9 %)
Dränung	120 000 (15 %)	3 500 (9 %)
Erosion	15 000 (2 %)	8 000 (22 %)
Grundwasser	395 000 (48 %)	5 500 (15 %)
▶ Atmosphärische Deposition	10 000 (1 %)	< 0,5
▶ Urbane Flächen	35 000 (4 %)	4 000 (11 %)
<b>Punkt förmige Einträge</b>	<b>230 000 (28 %)</b>	<b>12 500 (34 %)</b>
Industrie (direkt)	25 000 (3 %)	1 000 (3 %)
Kommunale Kläranlagen	205 000 (25 %)	11,5 (31 %)

Tab. 1: Stickstoff- und Phosphoreinträge in Oberflächengewässer in Deutschland (UBA, 2001)

Umweltbundesamt (2001) veröffentlichten aktuellen Stickstoff- und Phosphorbelastungen der Oberflächengewässer in Deutschland zusammengestellt.

### 2.1.1 Stickstoff

Stickstoff wird diffus als Nitrat aus dem Grundwasser, aus dem Oberflächenabfluss (neben Nitrat auch organisch gebundener Stickstoff = Humus) und über den Interflow (Dränwasser) in die Oberflächengewässer eingetragen. Weiter ist ein gasförmiger Eintrag als Ammoniak möglich.

Die Emission an Gesamtstickstoff in Deutschland betrug im Zeitraum 1993 - 1997 820 kt/a N, das ist eine Verringerung gegenüber dem Vergleichszeitraum 1983 - 1987 um 25 %. Das international vereinbarte Ziel, die Stickstoffeinträge in die Meere zwischen 1985 und 1995 zu halbieren wurde nicht erreicht, obwohl die Einträge über Punktquellen um 45 % reduziert werden konnten. Ihr Anteil beträgt heute nur noch 28 % am gesamten Eintrag.

Der Stickstoffüberschuss je ha/Jahr wurde seit 1988 von ca. 130 kg auf ca. 85 kg verringert. Nach Bach und Mitarbeitern (1997) sind die Stickstoffüberschüsse häufig

in den viehhaltenden Betrieben sehr hoch (Tab. 2). Mit einer besseren Verteilung von Wirtschaftsdüngern müssten die Stickstoffbilanzüberschüsse weiter zu senken sein. Eine weitere Reduzierung der Stickstoffüberschüsse wird daher mit einer Verringerung der Tierzahlen pro Flächeneinheit oder über den Transport von Wirtschaftsdüngern in vieharme Gegenden (Marktfruchtbetriebe) erreicht werden.

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht unter Berücksichtigung des 50 mg NO<sub>3</sub>-I-Wertes der Trinkwasserverordnung und der jährlichen Sickerwassermengen ergeben sich die in der Abb. 2 dargestellten tolerierbaren N-Flächenbilanzüberschüsse. Diese gelten nicht für einzelne Früchte sondern nur für Fruchtfolgen von mindestens 3 bis 6 Jahren, da bei einzelnen Kulturen erhebliche Schwankungsbreiten auftreten können. Auch der Witterungseinfluss muss mit berücksichtigt werden. So sind in trockenen Jahren die N-Überschüsse oft höher als in nassen Jahren, da die Pflanzen bei Wassermangel weniger Stickstoff aus dem Boden aufnehmen können. Auch der durch den Zwischenfruchtanbau bedingte zusätzliche Stickstoffeintrag oder Entzug beim Abernten ist in der Bilanz mit einzurechnen.

	Marktfrucht	Futterbau	Veredlung
Mineraldünger	131	95	97
Futtermittel	-	50	157
INPUT gesamt	141	171	265
Pflanzliche Marktproduktion	122	22	10
Tierische Marktproduktion	-	42	89
OUTPUT gesamt	122	64	99
<b>Überschuss</b>	<b>19</b>	<b>107</b>	<b>166</b>

Tab. 2: Hoftorbilanzen (Werte in kg N/ha LF\*a) nach Bach et al. (1997)

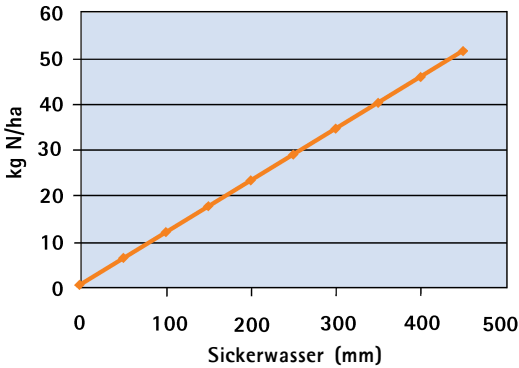


Abb. 2: Aus wasserwirtschaftlicher Sicht rechnerisch ermittelter tolerierbarer jährlicher N-Flächenbilanzüberschuss in kg N/ha in Abhängigkeit der Sickerwassermenge

Daraus leitet sich bei einer jährlichen Sickerwasserneubildung von 100 bis 350 mm die wasserwirtschaftliche Forderung nach 10 - 40 kg N/ha tolerierbaren N-Flächenbilanzüberschuss (je nach Standort und Nutzung) ab. Der tolerierbare N-Bilanzüberschuss muss für jede einzelne Nutzfläche gelten. Mit der Einführung solcher für den Gewässerschutz tolerierbaren N-Flächenbilanzüberschüsse erreicht man auch, dass die Böden nicht noch weiter mit organischen Stickstoffverbindungen angereichert werden und so das Risiko des Nitrataustrages noch weiter ansteigt. Demgegenüber stehen Stickstoffverluste, die abhängig von Standort, Nutzung, Boden etc. sind. Diese liegen teilweise sogar höher als die aus wasserwirtschaftlicher Sicht tolerierbaren Stickstoffbilanzüberschüsse.

Neben Stickstoffüberschüssen durch Düngung gibt es noch zusätzlich Stickstoffeintrag über die Luftimmission. Diese liegen für landwirtschaftliche Kulturen zur Zeit bei 15 bis 20 kg N/ha im Jahr. Unter Wald wird fast die doppelte Menge an Stickstoffeinträgen ermittelt. Dieser Stickstoffeintrag

über die Immission muss eigentlich auch bei der Ermittlung der tolerierbaren Stickstoffbilanzüberschüsse mit berücksichtigt werden. Da aber Stickstoffverluste durch Denitrifikation im Oberboden (Reduktion von Nitrat zu elementarem Stickstoff) in der gleichen Größenordnung liegen, kann man grob den Stickstoffeintrag durch Immission den N-Verlusten durch Denitrifikation gleich setzen und somit vernachlässigen.

Eine Halbierung der Stickstofffrachten und das Erreichen einer flächendeckend guten Gewässerqualität nach der Wasserrahmenrichtlinie sind mittels der bislang durchgeführten Maßnahmen auch mittelfristig nicht zu erwarten. Vielfach lassen sich diese Ziele nur durch eine Änderung der Landnutzung umsetzen.

Der Stickstoffaustrag kann durch Abbau des Stickstoffüberschusses regional verringert werden. Das angestrebte Ziel von 50 kg/ha N Stickstoffbilanzüberschuss wird bereits von über 30 % der Flächen, die reinen Ackerbau (Marktfruchtbetriebe) betreiben, weit unterboten. Problematisch bleiben die Futterbau- und Veredelungsbetriebe, hier kann nur über eine Reduzierung der Viehzahlen oder durch eine bessere Verteilung der Wirtschaftsdünger innerhalb des Betriebes oder in viehlose Gebiete eine Entlastung der Gewässer von Stickstoff erreicht werden.

Die als Maßnahme vorgeschlagene Verringerung der Viehzahlen soll mit dazu beitragen, dass die landwirtschaftlich genutzten Böden nicht noch weiter mit Stickstoffverbindungen angereichert werden. Auch der Stickstoff im Klärschlamm oder Biokomposten ist in die Bilanzen zur Ermittlung des Pflanzenbedarfs mit einzurechnen.

Eine weitere Verwertung von überschüssigem Wirtschaftsdünger ist die thermische Entsorgung mit vorgeschalteter Biogasanlage.

Jährlich gelangen bundesweit ca. 485 700 t N als Ammoniak mit den Niederschlägen

auf Böden und in Gewässer, das sind ca. 14 kg N/ha (UBA, 2001). Gasförmige Ammoniakemissionen entstehen durch die Tierhaltung, die Lagerung von Gülle und Stallmist und beim Ausbringen von Wirtschaftsdüngern (Gülle). Beim Ausbringen von Wirtschaftsdüngern können durch falsche Ausbringe-techniken 30 % des gesamten N-Gehaltes der Gülle gasförmig entweichen. Schleppschlauchtechniken, das sofortige Einarbeiten der Gülle in den Boden und Ausbringen von Gülle nicht bei trockenem Wetter und Sonnenschein verringern diese Ammoniakverluste um bis zu 80 % (Frede u. Dabbert, 1999).

### 2.1.2 Phosphor

Diffus gelangt Phosphor vorwiegend über Erosion in die Gewässer, der Transport ist auch durch Abschwemmung nach Düngung möglich. Phosphor wird ebenso über Dräne in oberirdische Gewässer eingetragen. Ein Phosphoreintrag ins Grundwasser wurde bisher auch bei Sandböden noch nicht beschrieben, ist aber nicht gänzlich auszuschließen, wenn der Phosphorgehalt der Krumböden weiter ansteigt. Aus Vorsorge sollten daher auch auf nicht abschwemmungsgefährdeten Gebieten zumindest die Regelungen aus dem Bundes-Bodenschutzgesetz – als "erster Instanz" für den Gewässerschutz – herangezogen werden. Die pflanzenverfügbaren Phosphorgehalte in den Böden sind daher auf Dauer in der "Versorgungsstufe C" zu halten (s.u.).

Die Einträge an Gesamtphosphor in die Flüsse in Deutschland sind in der Tab. 1 zusammengestellt; sie betragen im Zeitraum 1993 - 1997 etwa 37 kt/a P. Die in den letzten Jahrzehnten festgestellte Reduzierung der Phosphoreinträge in die Gewässer wurde ausschließlich durch eine verbesserte Klärtechnik und den Verzicht auf phosphathaltige Waschmittel erreicht. Der landwirtschaftliche Phosphorabtrag hat dagegen eher zugenommen, bedingt durch Erosion und Abschwemmungen von phosphathalti-



gen Düngemitteln nach Starkregeneignissen in hängigen Gebieten. Knapp 70 % der Einträge entstammen heute diffusen Eintragsquellen (UBA, 2001). Der Phosphorgehalt vieler Böden in der Krume ist in den letzten Jahrzehnten deutlich angestiegen als Folge einer verstärkten Tierhaltung und der gezielten Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit. Da bei pflanzenverfügbaren Phosphorgehalten von 7 bis 12 mg P/100 g Boden den Pflanzen mehr als ausreichend Phosphor zur Verfügung steht, ist die Forderung Rückführung der hohen Phosphorgehalte im Boden auf Gehaltsklasse C ökonomisch und ökologisch sinnvoll.

Wirkungsvolle Maßnahmen zur Entlastung der Oberflächengewässer mit Phosphor sind die Verminderung der Erosion und der Abschwemmung (z.B. durch Mulchsaat, Zwischenfrüchte, reduzierte Bodenbearbeitung, Umwandlung in Grünland etc.) und Uferstreifen.

Phosphor ist ein knappes Naturgut. Er sollte daher nur entsprechend dem Pflanzenbedarf und nicht übermäßig auf die Flächen gebracht werden. Auch die über Klärschlamm und Biokomposte auf landwirtschaftlich genutzte Böden gebrachte Phosphormenge sollte an den Pflanzenbedarf angepasst sein.



Ob Phosphor durch den Einsatz neuer Techniken z.B. aus Klärschlamm, GülLEN, GÄrrückständen oder Biokomposten mit technisch und wirtschaftlich sinnvollen Verfahren abgetrennt werden kann, prüft eine neu eingerichtete ATV-DVWK-Arbeitsgruppe.

## 2.2 Pflanzenschutzmittel

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht sind alle Pflanzenschutzmittel (PSM), die in die Gewässer gelangen, problematisch. Entsprechend der Reichhaltigkeit der Anwendungs- und Wirkmöglichkeiten gibt es eine große Vielfalt an akuten und chronischen Wirkungen von PSM auf aquatische Lebensgemeinschaften, in Abhängigkeit von der Konzentration.

Durch die Anreicherung in der Nahrungskette können lipophile PSM auch dem Menschen über den Umweg des Fischgenusses potenziell schaden. Im Trinkwasser ist der Grenzwert in der Trinkwasserverordnung für PSM-Einzelwirkstoffe pauschal mit 0,1 µg/l und in der Summe mit 0,5 µg/l festgesetzt.

In Deutschland werden gegenwärtig etwa 35.000 t pro Jahr an PSM-Wirkstoffen in der Landwirtschaft eingesetzt. Die Wirkstoffe werden in ca. 1.000 zugelassenen Produkten zur Bekämpfung von Insekten, unerwünschten Pflanzen und Pilzen überwiegend in der Landwirtschaft, teilweise im Garten-, Obst- und Weinbau und Forst, sowie im außerlandwirtschaftlichen Bereich (z.B. Haus- und Kleingärten, Gewerbe), eingesetzt.

Lokal werden eine größere Zahl herbizider Wirkstoffe in Konzentrationen über 1 µg / l in oberirdischen Gewässern ermittelt. Die Trinkwassernutzung dieser Gewässer ist z.T. nur mit hohem Reinigungsaufwand möglich. Für die Lebensgemeinschaften in Gewässern können bereits bei weit geringeren Konzentrationen als 1 µg/l an PSM Schädigungen auftreten.

Die PSM-Einträge in oberirdische Gewässer Deutschlands betragen etwa 30 t/a mit

Unsicherheitstoleranz von 10 bis 70 t/a. Dies entspricht etwa 0,1 % der eingesetzten Mengen (Quelle: Umweltbundesamt).

Einen wesentlichen Anteil an der Emission von PSM können die punktförmigen Einträge aus Hofabläufen von landwirtschaftlichen Betrieben haben, deren Beitrag regional (nach Ergebnissen aus Hessen und Rheinland-Pfalz) bis 70 % aller Einträge von PSM in die Gewässer ausmachen kann. Über die diffusen Pfade Abschwemmung, Spraydrift und Dränung werden etwa 15 t/a eingetragen (Unsicherheit 2 - 40 t/a). Dominant unter diesen Einträgen ist die Abschwemmung (Quelle: Umweltbundesamt). Pflanzenschutzmittel, die dagegen auf nicht abschwemmungsgefährdeten landwirtschaftlichen Flächen ohne Dränungen ausgebracht werden, werden im Allgemeinen nicht in das Grundwasser eingetragen, da offensichtlich innerhalb der Sickerzone wirksame Abbauvorgänge ablaufen. Dies kann an einer Vielzahl von Vorfeldmessstellen z. B. im südlichen Münsterland nachvollzogen werden. Voraussetzung hierfür ist neben den naturräumlichen Gegebenheiten auch der Einsatz von optimierter Gerätetechnik. Der PSM-Eintrag in Oberflächen-gewässer ist in Tab. 3 dargestellt.

Daneben kann besonders in Mittelgebirgs-lagen ein Eintrag über die Exfiltration des Grundwassers zu Belastungen des Oberflächenwassers beitragen. Über 50 % der Frachten konnte beispielsweise für kleinere Ruhrzuflüsse bei definierten hydrogeologi-



	Menge und Spannweiten (t)	in % des Gesamteintrages
<b>Einträge aus Landwirtschaft</b>		
Abschwemmung*	ca. 9 ( 1,5 – 19)	~ 30
Abdrift**	ca. 3,5 (0,5 – 6)	~ 10
Dränung***	ca. 1,5 (0,1 – 16)	~ 5
Hofabläufe****	ca. 10 (7 – 222)	~ 35
Diffuse Einträge	ca. 24 (9 – 65)	~ 85
<b>Sonstige Einträge</b>		
Punktförmige Einträge	> 4	~ 15
Industrie*****	> 4	~ 15
Kommunale Kläranlagen	keine Angaben	
<b>Gesamteinträge</b>	<b>ca. 28 (13 – 68)</b>	

\* Weinbauflächen, Börde-, Löss- und Marschgebiete mit hohem Zuckerrübenanteil, klimatisch ungünstige Mittelgebirgslagen; \*\* Obstbaugelände in den Marschen und Flächen mit dichten Grabennetzen; \*\*\* Gebiete der Flussniederungen im Münsterland, im Oberrheingraben und in der Lausitz; \*\*\*\* im Süden und Westen Deutschlands mit hoher Spritzgerätedichte; \*\*\*\*\* Einleitung der Hersteller von PSM

Tab. 3: Größenordnung der abgeschätzten Mengen in t und % an Pflanzenschutzmitteleinträgen in Oberflächengewässern in 1993/94, Schätzbreiten in Klammern nach Bach et al., (2000)

schen und witterungsbedingten Randsituationen diesem Eintragspfad zugeordnet werden.

Die PSM-Zulassung wird meist mit Anwendungsbestimmungen und Auflagen verbunden, z.B. Forderung nach einem bestimmten Abstand zum Gewässer. Da diese Auflagen schwer zu kontrollieren sind, so haben Praxistests gezeigt, werden hier vielfach Fehler beobachtet. Wichtig ist die Ergänzung der handlungsorientierten durch technisch orientierte Auflagen.

Weitere PSM-Belastungspfade stellen die Entsorgung von Restbrühen und die Spritzen-/Gerätereinigung nach der Ausbringung von PSM dar. Darüber hinaus ergeben sich aus der Lagerung und dem Umgang (z. B.

Spritzenbefüllung) zusätzliche Potenziale zum Eintrag von PSM in den Wasserkreislauf. Neben technischen Fortentwicklungen gilt es auch hier, weitere Aufklärungsarbeit zu leisten. Wichtig ist insbesondere, dass Spritzgeräte nicht auf dem Hof, sondern auf einem dafür geeigneten Feld gereinigt werden. Voraussetzung dafür ist, dass möglichst alle Feldspritzen mit zusätzlichen Einrichtungen zur Geräte- und Behälterreinigung ausgestattet werden. Ergänzend ist die Einhaltung der guten fachlichen Praxis im Umgang mit PSM stärker zu kontrollieren.

Tab. 4 enthält modellierte Pflanzenschutzmitteleinträge aus allen diffusen Quellen in die Oberflächengewässer.

Stromgebiet	Einträge (kg/Jahr)
Elbe bis Brunsbüttel	5500
Rhein bis Rees	3400
Donau bis Jochenstein	1600
Weser bis Bremen	1100
Küstennahe Flussgebiete Ostsee	1000
Küstennahe Flussgebiete Nordsee	500
Ems bis Versen	300
Deutsche Zuflüsse der Maas	200
Deutsche Zuflüsse der Issel	200
Oder bis Hohensaaten	100
<b>Gesamteinträge</b> aus 11 Feldkulturen, einschließlich Wein- und Obstbau für 42 Wirkstoffe	<b>13 900</b> (2000–42 000)

Tab. 4: Modellierte jährliche Pflanzenschutzmitteleinträge (Gesamteinträge) aus diffusen Quellen in die berflächengewässer von 10 großen Stromgebieten der Bundesrepublik Deutschland (Huber, 1998)

### 2.3 Schwermetalle

Einige Schwermetalle wie Kupfer und Zink sind in der Pflanzenproduktion als notwendige Spurennährstoffe wichtig und unverzichtbar. Sie können jedoch – im Übermaß aufgebracht – auf viele Ökosysteme toxisch wirken. Die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink gelangen geogen und pedogen bedingt (über Erosion) in Gewässer. Die anthropogene Belastung der Böden mit Schwermetallen stammt aus der Staubimmission, Düngemitteln (besonders Phosphatdünger), Klärschlämmen, Komposten und auch PSM. Weitere anthropogene Schwermetallbelastungen sind Bergbaurückstände, Spülgut und im Kleingartenbereich Hausbrandaschen.

Die anthropogenen diffusen Quellen haben einen Anteil von etwa 70 % bei Zn, Cu, Cd und Pb, sowie etwa 50 % bei Hg, Cr und Ni. Nach Addition der geogenen Quellen steigt der Anteil aller diffusen Einträge auf 70 bis 85 %. Im Durchschnitt stammen etwa 45 bis 70 % aller diffusen Belastungen aus landwirtschaftlichen Flächen, wobei die Erosion den größten Teil einnimmt. Oberflächenabfluss und Dränung sind vor allem beim Cadmium bedeutend.

Eine Verringerung der Bodenerosion bei landwirtschaftlicher Nutzung senkt auch hier den Schwermetalleintrag in die Gewässer.

Ziel ist entsprechend den Vorgaben des Bundesbodenschutzgesetzes, in dessen untergesetzlichen Verordnungen Vorsorgewerte für die Belastung der Böden mit anorganischen Schadstoffen genannt sind (Tab. 5), den Eintrag schwermetallhaltiger Stoffe in Böden langfristig zu senken.

Bodenart	Cd	Pb	Cr	Cu	Hg	Ni	Zn
Ton	1,5	100	100	60	1,0	70	200
Lehm	1,0	70	60	40	0,5	50	150
Sand	0,4	40	30	20	0,1	15	60

Tab. 5: Vorsorgewerte für Metalle in Böden (mg/kg TS, KW-Aufschluss)

### 2.4 Organische Schadstoffe

Organische Schadstoffe werden in oberirdische Gewässer einerseits über den Luftpfad – andererseits durch Düngemittel (z.B. Klärschlamm, Gülle, Kompost) auf Ackerflächen durch Erosion oder Dränwasseraustrag eingetragen. Die dominierenden Eintragspfade stellen die Kläranlagenabläufe und Mischwasserentlastungen dar, wobei auf diesen Pfaden insbesondere die an Feststoffe partikulär gebundenen Stoffe mit dem gereinigten Abwasser in die Gewässer gelangen. Die Stoffeigenschaften, die dieses Verhalten fördern, sind eine mittlere bis geringe Sorption sowie eine mittlere bis hohe Persistenz. Hohe Verbrauchsmengen und extreme Wirksamkeit, schon im niedrigsten Konzentrationsbereich kennzeichnen solche Stoffe. Für die aquatischen Nahrungsketten in den Gewässern sind insbesondere die endokrin wirksamen Stoffe wie Nonylphenol (-ethoxylate), Phthalate (z.B. Butylphthalat), Organozinnverbindungen (z.B. TBT) von Bedeutung. Daneben spielen auch weitere Stoffe eine Rolle, so z.B. die polybromierten Flammschutzmittel sowie die polyzyklischen Moschusverbindungen, die ebenfalls über die Kläranlagenabläufe in die Gewässer und Sedimente gelangen. Wie verschiedene Untersuchungen gezeigt haben, wirken sich diese Stoffe extrem schädlich auf Mollusken und Fische aus, so dass deren Populationen ernsthaft gefährdet sind.

Insbesondere für persistente Stoffe, wie die POPs (persistent organic pollutants) sowie die karzinogenen Stoffe gilt das Minimierungsgebot. Dies bedeutet, dass alle Anstrengungen unternommen werden müssen, solche Stoffe in den Umweltmedien zu vermeiden. Die Qualität von Sekundärrohstoffen, die den Eintrag dieser Gefahrstoffe in Gewässer ausschließt, kann durch ein Gütesystem für Sekundärrohstoffe sichergestellt werden. Die ATV-DVWK arbeitet gegenwärtig mit der VDLUFA an entsprechenden Konzepten.

### 2.5 Tierarzneimittel

Tierarzneimittel spielen in der Tierhaltung eine große Rolle. Sie werden zum Teil prophylaktisch oder zum Schutz des Herdenbestandes verabreicht. Für eine bundesweite Beurteilung fehlen die Daten. Nach Untersuchungen in einem vergleichsweise kleinen, landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebiet der Landwirtschaftskammer Weser-Ems wurden im Jahr 1997 schätzungsweise 150 – 200 t Wirkstoff verabreicht. Davon waren 91 % Antibiotika. 72 % aller eingesetzten Medikamente wurden an Schweine, und 27 % an Geflügel verabreicht. Überwiegend wurden Tetracycline und Sulfonamide dargereicht. Tetracyclin wies eine hohe Stabilität in Schweinegülle auf (Winckler u. Grafe, 2000). Der maximale Rückgang betrug über einen Zeitraum von 7 Wochen nur ca. 50 %.



Arzneimittel	Stoff	Wirtschaftsdünger		Boden		Verlagerungspotential ins Grundwasser
		Vorkommen	Abbau DT <sub>50</sub> [d]	Abbau DT <sub>50</sub> [d]	Sorption	
Antibiotika						
Sulfonamide	Sulfadimidin	●	>70	schwach	stark	mittel
	Sulfathiazol	●	> 70		stark	gering-mittel
Chloramphenicol		●	< 1		schwach	gering
β-Lactame	Penicillin			< 1		gering
Cephalosporine	Ceftofur		mittel	> 21		stark
Fluorchinolone	Enrofloxacin				stark	gering
Tetracyclin		●	?	>30	schwach	mittel
Makrolide	Erythromycin		?	12		?
	Tylosin			>5		gering
	Virginiamycin			87 – 173		mittel
Glykopeptide		●	gering			?
Aminoglykosid	Gentamycin	●	>50			?
Antiparasitika						
Avermectine	Ivermectin	●		mittel-schnell	stark	gering
	Avermectin	●			stark	gering

Tab. 6: Vorkommen und Verbleib ausgewählter Tierarzneimittel in Wirtschaftsdüngern sowie Abschätzung einer möglichen Verlagerung ins Grundwasser (Skark u. Zullei-Seibert, 2001)

Auch in Futtermitteln für die Tiernahrung sind teilweise pharmakologisch wirksame Futterzusatzstoffe enthalten. Für 1997 wurde ein hochgerechneter Gesamtaufwand von ca. 112.000 kg pharmakologisch wirksamen Futterzusatzstoffen ermittelt, der sich zu 47 % aus seit 1999 nicht mehr zugelassenen und daher nicht mehr eingesetzten Substanzen zusammensetzte. Der Anteil dotierter Futtermittel betrug im Erhebungszeitraum zwischen 91 % (Mast-rind / Schwein) und 71 % (Mastgeflügel). In der aktuellen Situation ist neben der

Verbotssituation für bestimmte Zusatzstoffe v.a. aufgrund von Marktbedingungen ein weiterer Rückgang zu erwarten.

Das Verhalten der Tierarzneimittel in Wirtschaftsdüngern und Böden ist teilweise noch nicht ausreichend untersucht. Skark und Zullei-Seibert (2001) haben in einer Literaturzusammenstellung eine Abschätzung der Tierarzneimittel in Gülle und Böden erstellt und daraus das Verlagerungspotential abgeschätzt (Tab. 6).

# 3 Anforderungen und Maßnahmen

Ziel der wasserwirtschaftlichen Planung ist gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) das Erreichen eines guten Zustandes der Gewässer. Eine der größten Herausforderungen nach weitgehender Reduzierung punktueller Eintragsquellen für Schadstoffe ist die Identifizierung und Minderung der diffusen Eintragsquellen und -pfade. Zwei wesentliche Herkunftsbereiche sind hierbei zu unterscheiden, die Landwirtschaft und der Komplex Industrie, Gewerbe, Verkehr und Energie. Diffuse Eintragsquellen in der Landwirtschaft bewirken vergleichsweise große Eintragsmengen aufgrund der großen Flächen in den Einzugsgebieten der Gewässer, aus denen die Stoffe ausgetragen werden. Hier sind geeignete flächendeckende Maßnahmen zur Reduzierung des Austrags anzusetzen.

Maßnahmen zur Reduzierung der diffusen Stoffeinträge aus dem Bereich der Landwirtschaft sind in den nachfolgenden Positionen aufgelistet. Diese aus der Sicht der Wasserwirtschaft notwendigen Maßnahmen lassen sich nicht ohne Einschränkungen der landwirtschaftlichen Bodennutzung durchführen. Es wird aber eine gemeinsame Aufgabe der Wasserwirtschaft und der Landwirtschaft sein nach Wegen zu suchen, wie diese Forderungen am besten umgesetzt werden können. Daraus leiten sich für die Landwirtschaft möglicherweise Entschädigungsansprüche ab, die nach gesellschaftlichem Konsens finanziell ausgeglichen werden müssen. Subventionen für die Landwirtschaft werden daher künftig aus wasserwirtschaftlicher Sicht mehr an Umwelt- und Gewässerschutzleistungen gebunden werden müssen.

Eine auf den Erhalt der hohen Bodenfruchtbarkeit und optimale Erträge (Gewinne) ausgerichtete nachhaltige Landwirtschaft ist mit den Forderungen der Wasserwirtschaft zur Zeit oft noch unvereinbar. Es wird daher Aufgabe der Betroffenen sein, hier nach pragmatischen Lösungen zu suchen.

Schwerpunkte der künftigen Arbeiten zum Stoffaustrag werden weiterhin Stickstoff (Nitrat, Ammoniak) aber auch Phosphor sein. Schwermetalle und organische Schadstoffe spielen keine so dominante Rolle bei der Betrachtung der diffusen Stoffausträge, da deren Eintrag in die Böden durch eine Reihe von Maßnahmen auf der Seite der Immission noch weiter begrenzt werden wird.





### 3.1. Pflanzenbau (Düngung und Pflanzenschutz)

- ▶ Optimierung des Einsatzes von Mineral- und insbesondere von Wirtschafts- und Sekundärrohstoffdüngern unter Berücksichtigung der N-Mineralisierung im Boden (z. B.  $N_{\min}$ -Gehalte im Frühjahr).
- ▶ Begrenzung der flächenbezogenen N-Bilanzüberschüsse je nach Standort und Nutzung auf 10 bis 40 kg N/ha und Jahr im Rahmen einer Fruchtfolge zur Erreichung von 50 mg/l  $NO_3$  im Sickerwasser unterhalb der Pflanzenwurzeln.
- ▶ Verzicht des Ausbringens von Wirtschaftsdüngern und Sekundärrohstoffen im Herbst auf Ackerflächen nach der Ernte der Hauptfrucht, wenn keine Zwischenfrüchte oder Winterraps nachgebaut werden.
- ▶ Einführung des Systems der durchgehenden Feldbegrünung mit Hilfe von Zwischenfrüchten zur Bindung etwaiger Nährstoffüberschüsse.
- ▶ Vermeiden des Umbruchs von Dauergrünland, trotzdem notwendiger Umbruch nur im Frühjahr unter Berücksichtigung der hohen N-Mineralisierung durch entsprechende Kulturen und Düngung.
- ▶ Verbot des Ausbringens von Düngemitteln auf gefrorene Böden im Frühjahr in hängigen Gebieten und auf wassergesättigte Böden.
- ▶ Verminderung der Phosphoreinträge über Erosion und Abschwemmungen (z. B. durch Mulch-, Direktsaat oder winterharte Zwischenfrüchte, reduzierte und nicht wendende Bodenbearbeitung).
- ▶ Kein direktes Ableiten von Oberflächenwasser aus Ackerflächen in Gewässer.
- ▶ Begrenzung der pflanzenverfügbaren Phosphorgehalte im Oberboden von Ackerböden auf die Gehaltsklasse C (7 bis 12 mg P/100 g Boden, gemessen als doppellactat- oder calciumacetat-lactatlöslicher Phosphor).
- ▶ Gewährleistung bei Neuzulassung und verlängerter Zulassung von Pflanzenschutzmitteln (PSM), dass beim Einsatz dieser Mittel keine Gewässerbelastungen auftreten können.
- ▶ Minimierung des Eintrags von PSM in die Gewässer durch die konsequente Regelung und Überwachung der guten fachlichen Praxis sowie Einführung moderner Anwendungstechniken. Durch den Einsatz moderner Düsentekniken kann bis zu 90 % der Abdrift verhindert werden. Zur guten fachlichen Praxis ist z. B. die Reinigung der Spritzen auf dem Feld anstatt auf dem Hof zu zählen. Feldspritzen sind mit zusätzlichen Einrichtungen zur Geräte- und Behälterreinigung auszustatten.
- ▶ Ausbringung von PSM nur noch von Personen mit entsprechender Sach- und Fachkunde.
- ▶ Einsatz schadstoffarmer Düngemittel und Sekundärrohstoffen, um flächenhafte Schwermetalleinträge zu vermindern.
- ▶ Vermeiden von Bodenverdichtungen zur Minderung der Wassererosion in hängigen Gebieten.

### 3.2 Tierhaltung

- ▶ Einführung einer flächengebundenen Tierhaltung mit dem Ziel flächenbezogene N-Bilanzüberschüsse je nach Standort und Nutzung von 10 bis 40 kg N/ha und Jahr im Rahmen einer Fruchtfolge nicht zu überschreiten.

- ▶ Verminderung der gasförmigen N-Verluste bei der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern durch entsprechende technische Vorkehrungen.
- ▶ Erhöhung der Lagerkapazität von Wirtschaftsdüngern (je nach Grünlandanteil mind. 6 bis 9 Monate).
- ▶ Entwicklung von Verfahren zur Verwertung von Wirtschaftsdüngern (speziell Gülle außerhalb der Landwirtschaft, z. B. Vergärung und anschließende thermische Entsorgung der Gärrückstände zur Energiegewinnung).
- ▶ Verringerung des Eintrags von Tierarzneimitteln aus Wirtschaftsdüngern in Boden und Gewässer und Bevorzugung von Tierhaltungssystemen, die einen geringeren Einsatz von Tierarzneimitteln erfordern.
- ▶ Abgaberegulation bei Tierarzneimitteln (z. B. Antibiotika und medikamentöse Futtermittelzusatzstoffe), die keine unkontrollierte Nutzung mehr ermöglichen.
- ▶ Entwicklung von Tierfütterungsstrategien mit dem Ziel, den Einsatz von Eiweiß, Phosphat und Kupfer im Futter zu optimieren und vor allem zu reduzieren.

### 3.3 Weitergehende Forderungen

- ▶ Verbesserung der Zusammenarbeit zwischen Wasserwirtschaft und Landwirtschaft vor Ort.
- ▶ Einrichtung langfristiger staatlicher Förderprogramme (z. B. Modulation) für eine gewässerschützende Landbewirtschaftung.
- ▶ Förderung der gewässerschützenden Landbewirtschaftungspraxis und des Absatzes dieser Produkte (z. B. ökologischer Landbau).
- ▶ Anlage von Uferstreifen zum Schutz der Gewässer vor Nähr- und Schadstoffeinträgen mit einer Breite von 3 bis 30 m, abhängig vom Relief und örtlichen Gegebenheiten.
- ▶ Steuerung der Umwandlung der Landnutzung bei Flächen, von denen eine Gewässergefährdung ausgeht, durch:
  - Aufforstung,
  - Umwandlung von Acker in Grünland,
  - gesteuerte Flächenstilllegung,
  - Anlage von Naturschutzflächen.
- ▶ Stärkere Einbindung von Flurneuordnungsverfahren zum Ziel des flächigen Gewässerschutzes.



# 4 Zusammenfassung

Zum langfristigen und nachhaltigen Gewässerschutz müssen die zur Zeit noch hohen Nährstoffausträge, die infolge einer intensiven landwirtschaftlichen Bodennutzung auftreten, langfristig deutlich vermindert werden. Dazu werden von Seiten der Wasserwirtschaft von der ATV-DVWK und dem DVGW konkrete Forderungen genannt, deren Umsetzung teilweise zu einem erheblichen Umdenken in der Landwirtschaft führen wird. Das übergeordnete Ziel ist, dass über Düngemittel, Klärschlämme und Komposte aber auch über die Immission Böden nicht zusätzlich mit Nähr- und vor allem Schadstoffen angereichert werden, denn die Senkenfunktionen der Böden für diese Stoffe sind begrenzt.

Diese Forderungen der Wasserwirtschaft können zu finanziellen Einbußen der Land-

wirtschaft führen. Letztlich muss die Politik entscheiden, ob langfristig der Schutz des Gewässers Priorität vor einer intensiven und auf einem hohen Selbstversorgungsgrad für die Bevölkerung beruhenden Landwirtschaft haben muss oder nicht.

Die erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Wasserwirtschaft und Landwirtschaft in vielen örtlichen Kooperationen in Deutschland zeigt jedoch, dass zumeist Lösungen gefunden werden, mit denen beides möglich ist: nachhaltiger Gewässerschutz und optimierte Gewinne in der Landwirtschaft.

Die aus den obigen Ausführungen abgeleiteten Forderungen an die Landwirtschaft im Einzelnen sind in einem Positionspapier der Verbände zusammengestellt.

# 5 Glossar

<p>▶ <b>anthropogen</b> Einflüsse des menschlichen Wirkens, z. B. Stoffe, die nur aufgrund menschlicher Aktivitäten in die Umwelt gelangen (= natürliche Einflüsse / Bedingungen).</p>	<p>▶ <b>Interflow</b> = Zwischenabfluss (auch Hangzugwasser): Grund- / Sickerwasseranteil, der oberflächennah im Boden (bzw. in der Verwitterungsdecke) dem nächsten oberirdischen Gewässer zufließt. DIN 4049-3 (1994)</p>
<p>▶ <b>Denitrifikation</b> Abbau von Nitrat zu Stickstoff und Sauerstoff durch Mikroorganismen</p>	<p>▶ <b>karzinogene Stoffe</b> krebsverursachende (-fördernde) Stoffe</p>
<p>▶ <b>Desorption</b> Die Vorgänge bei der Sorption und Desorption sind meist sehr komplexe physikalisch-chemische Prozesse. Bei der Desorption handelt es sich um <i>Stoffablösung</i> von aktiven Oberflächen der Bodenteilchen. -&gt; Rückführung in die <i>Bodenlösung</i>. (Siehe auch Sorption)</p>	<p>▶ <b>lipophile PSM</b> PSM = Pflanzenschutzmittel, die lipophil = "fettliebend" sind. Diese Pflanzenschutzmittel reichern sich bevorzugt in der Nahrungskette an, indem sie sich im Fettgewebe von Tieren anlagern.</p>
<p>▶ <b>geogen</b> aus dem Gestein stammend, z.B. Stoffe, die aus dem Untergrundgestein durch Verwitterung kontinuierlich in Böden und Gewässer nachgeliefert werden (= natürliche Einflüsse).</p>	<p>▶ <b>pedologische Gegebenheiten</b> von Pedon (griech. = Boden) Bodenbedingte Gegebenheiten</p>
<p>▶ <b>hydrologische Gegebenheiten</b> Standortbedingungen, die auf die Verfügbarkeit von - und Beeinflussung durch Wasser bestimmt werden</p>	<p>▶ <b>persistente Stoffe</b> Stoffe, die dauerhaft in der Umwelt verbleiben (nicht- oder nur schwer biologisch abbaubar sind)</p> <p>▶ <b>Sorption</b> Die Vorgänge bei der Sorption und Desorption sind meist sehr komplexe physikalisch-chemische Prozesse. Bei der Sorption handelt es sich um <i>Stoffanlagerungen</i> an die sog. aktiven Oberflächen von Bodenteilchen (Ton- oder Humuspartikel).</p>

# 6 Literatur

**Bach, M., H.G. Frede und G. Lang, 1997:**  
Entwicklung der Stickstoff-, Phosphor- und Kalium-Bilanz der Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland, *Gießen*

**Bach, M., A. Huber, H.-G. Frede, V. Mohaupt und N. Zullei-Seibert, 2000:**  
Schätzung der Einträge von Pflanzenschutzmitteln aus der Landwirtschaft in die Oberflächengewässer Deutschlands  
*UBA-Berichte 3/00, Erich Schmidt-Verlag, Berlin, Bielefeld*

**ATV-DVWK, D. (Hrsg.), 2001:**  
Diffuse Stoffeinträge in Gewässer aus dem Bereich der Landwirtschaft  
*KA 48, 1637 – 1643*

**Frede, H.G. und S. Dabbert (Hrsg.), 1999:**  
Handbuch zu Gewässerschutz in der Landwirtschaft  
*Ecomed-Verlag, Landsberg, 2. Auflage*

**Huber, A., 1998:**  
Belastung der Oberflächengewässer mit Pflanzenschutzmitteln in Deutschland – Modellierung der diffusen Einträge  
*Boden und Landschaft. Bd. 25, Gießen*

**Skark, C. und N. Zullei-Seibert, 2001:**  
Beeinflussung der Grundwasserqualität durch Wirtschaftsdünger und Sekundärrohstoffe unter besonderer Berücksichtigung problematischer Stoffgruppen  
*ATV-DVWK-Arbeitsbericht, GFA, Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik e.V.*

**Winckler M. und A. Grafe, 2000:**  
Charakterisierung und Verwertung von Abfällen aus der Massentierhaltung unter besonderer Berücksichtigung verschiedener Böden  
*UBA-Texte 44/00, Erich-Schmidt-Verlag, Berlin, Bielefeld;*

**Umweltbundesamt (UBA), 2001:**  
Daten zur Umwelt  
*Erich-Schmidt-Verlag.*

# Mitglieder der Arbeitsgruppe

Mitglieder der Arbeitsgruppe GB-6.4 *Diffuse Stoffeinträge in Gewässer* sind:

**Dipl.-Geogr. Dirk Barion,**  
ATV-DVWK, Abteilung Wasserwirtschaft,  
Abfall und Boden, Hennef

**Dipl.-Geol. Angela Herzberg,**  
RWW, Rheinisch-Westfälische Wasserwerks-  
gesellschaft mbH, Abt. Wassergüte und  
-technologie, Mülheim/Ruhr

**Dr. Norbert Litz,**  
UBA, Institut für Wasser, Boden, Lufthygiene,  
Berlin

**Dipl.-Geol. Berthold Niehues,**  
DVGW-Geschäftsstelle, Bonn

**Prof. Dr. Bernhard Scheffer** (Sprecher),  
Niedersächsisches Landesamt für Bodenfor-  
schung, Bodentechnologisches Institut, Bremen

**LD Bruno Schöler,**  
Landwirtschaftskammer Rheinland, Bonn

---

## Impressum

**Herausgeber und Vertrieb:**  
ATV-DVWK Deutsche Vereinigung für  
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.  
Theodor-Heuss-Allee 17  
53773 Hennef  
Tel.: 0 22 42/ 8 72-0  
Fax: 0 22 42/8 72-135  
E-Mail: [atvorg@atv.de](mailto:atvorg@atv.de)  
Internet: [www.atv-dvwk.de](http://www.atv-dvwk.de)

**Redaktion:**  
Dipl.-Geogr. Dirk H. Barion, ATV-DVWK, Hennef

**Layout/Satz:**  
Andrea Irslinger, ATV-DVWK, Hennef

**Druck:**  
dp Druckpartner Moser, Rheinbach

**Fotos:**  
Titel: aid-infodienst, Bonn  
S. 8: aid-infodienst, Bonn  
S. 9: Walter Stullerich  
S. 12: Eberhard Städtler, Euskirchen  
S. 14: ATV-DVWK, Hennef

**Auflage:**  
1. Auflage

© ATV-DVWK, Hennef, 2003



# FAXANTWORT

## 0 22 42/ 8 72-135

*Ja*, ich/wir interessiere(n)  
mich/uns für die  
Arbeit der ATV-DVWK  
und bitte(n)



### um nähere Information über

- fördernde ATV-DVWK-Mitgliedschaft
- persönliche ATV-DVWK-Mitgliedschaft

### um unverbindliche Zusendung

- der ATV-DVWK-Satzung
- des aktuellen ATV-DVWK-Jahrbuches
- des ATV-DVWK-Publikationsverzeichnis
- des Programms *Beruf und Bildung*

### um ein Probeexemplar

- KA - Abwasser, Abfall
- KA-Betriebs-Info
- Wasserwirtschaft
- gewässer-info
- ATV-DVWK-Branchenfürer



ATV-DVWK  
Deutsche Vereinigung für Wasser-  
wirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.  
Theodor-Heuss-Allee 17

53773 Hennef

\_\_\_\_\_  
Name/Vorname

\_\_\_\_\_  
Firma/Behörde

\_\_\_\_\_  
Straße

\_\_\_\_\_  
PLZ/Ort

\_\_\_\_\_  
Telefon

\_\_\_\_\_  
Fax/E-Mail