

Stand und Entwicklung der Nitratbelastung des Grundwassers in Deutschland

R. MEISSNER

Abstract

Groundwater supplies more than 70% of the drinking water in Germany. The most important areas for groundwater recharge are agricultural and forestry used land. Because of intensive agricultural production on this sites the contamination of subsurface water with nitrate increased in the last years. Based on a statistical analysis of all federal states of Germany it can be shown, that in >10% of the groundwater measuring points the drinking-water limit value for nitrate with 50 mg NO₃⁻/l is crossed. Nitrogen balances for agriculture during the period 1970 to 1995 reached a maximum of surplus in the mid eighties and declined at the beginning of the nineties. Also in the future efforts are necessary to reduce groundwater contamination with nitrate, especially from diffuse sources.

Einleitung

In Deutschland erfolgt die Trinkwasserversorgung zu mehr als 70% aus dem Grundwasser. Es wird zum überwiegenden Anteil unter land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen gebildet. Diese Areale dienen einerseits der Erzeugung von Nahrungsmitteln bzw. industriellen Rohstoffen, andererseits der Grundwasserneubildung und damit der Produktion von Trinkwasser. Aufgrund dieser spezifischen Produktionsziele auf der gleichen Fläche sind Nutzungskonflikte zwischen den Produzenten nicht auszuschließen. Es entspricht jedoch dem Eigeninteresse des Bewirtschafters, daß die auf der Fläche zur Intensivierung der Produktion eingesetzten Nährstoffe bzw. Pflanzenschutzmittel am Einsatzort verbleiben und nicht über den Erosionspfad abgetragen oder mit dem Sickerwasser ausgewaschen werden, da sie teure Produktionsmittel darstellen und ihr Einsatz möglichst effektiv erfolgen sollte. Trotz des unterstellten sorgsam

Umgangs mit Agrochemikalien und organischen Düngemitteln ist es in den letzten Jahrzehnten zu einer erheblichen Belastung der Wasserressourcen mit diesen Stoffen gekommen. Nachfolgend wird der Stand der Nitratbelastung des Grundwassers in den einzelnen Bundesländern dargestellt, und es werden Schlußfolgerungen zur Verminderung des Eintrages abgeleitet.

Grenz- und Richtwerte für Nitrat

Neben den bereits erwähnten Pflanzenschutzmitteln ist hierbei vor allem das Nitrat wegen seiner hohen Mobilität im Boden sowie der davon ausgehenden Gefährdungen für die menschliche Gesundheit, besonders beim Genuß eines damit kontaminierten Trinkwassers, von Bedeutung. Um einen ausreichenden Schutz der Bevölkerung zu gewährleisten, hat daher der Gesetzgeber in Deutschland - in Übereinstimmung mit den Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und der Europäischen Gemeinschaft - den Nitratgrenzwert im Trinkwasser auf maximal 50 mg NO₃⁻/l festgelegt (TRINKWASSERVERORDNUNG-TrinkwV v. 5.12.1990, ber. 8.2.1991; EG Trinkwasser-Richtlinie 1980). Hinzuweisen ist in diesem Zusammenhang darauf, daß es sich hierbei um einen Vorsorgewert handelt, denn die Primärtoxizität von Nitrat selbst ist gering (ARMBRUSTER u.a. 1993). Gefahren für die Gesundheit beim Menschen bestehen vor allem dann, wenn bei steigender Zufuhr von Nitrat dieses im Körper oder bereits vorher durch bakterielle Tätigkeit zu Nitrit reduziert wird (Sekundärtoxizität). Nitrit reagiert mit Hämoglobin F (Vorstufe des Hämoglobins bei Säuglingen) zu Methämoglobin und kann damit die Methämoglobinämie (Blausucht, Cyanose) auslösen. Desweiteren besteht die Möglichkeit der sog-

nannten Tertiärtoxizität, in dem Nitrit mit sekundären Aminen bzw. Amiden Verbindungen eingeht, und es zur Bildung von kanzerogen wirkenden Nitrosaminen bzw. Nitrosamiden kommen kann. Um bei ansteigenden Nitratgehalten im Grundwasser rechtzeitig Gegenmaßnahmen einleiten zu können, wurde neben dem bereits genannten Grenzwert auch ein Nitratrichtwert für Trinkwasser in Höhe von 25 mg NO₃⁻/l festgelegt.

Geogene Grundbelastung

Obleich das Grundwasser von Boden- und Gesteinsschichten überdeckt ist, ist es häufig nicht ausreichend vor anthropogenen Beeinträchtigungen geschützt. Meist wird der natürliche Schutz überschätzt und Folgewirkungen werden erst spät erkannt. Oft sind auch Ursache und Ausmaß von Beeinträchtigungen des Grundwassers, vor allem aus diffusen Quellen, schwer zu ermitteln. Desweiteren ist zu beachten, daß im Vergleich zum Oberflächenwasser das Selbstreinigungspotential von Grundwasser eine deutliche Reduzierung aufweist (in der Regel Verlangsamung abiotischer und biotischer Umsetzungsvorgänge), und die Beseitigung eingetretener Schäden mit Hilfe von Grundwassersanierungen meist schwierig, langwierig, kostenintensiv und häufig wenig wirksam ist. Als Abhilfemaßnahme fordert daher der deutsche RAT VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN (SRU) in einem Sondergutachten vom Februar 1998 die Einführung und Durchsetzung eines „flächendeckend wirksamen Grundwasserschutzes“ (SRU, 1998). Gegenwärtig ist der Grundwasserschutz in Deutschland überwiegend nutzungsbezogen ausgerichtet, d.h. er beschränkt sich vor allem auf Schutzgebietsausweisungen für die Einzugsgebiete von Wassergewinnungsanlagen.

Autor: Prof. Dr. habil. Ralph MEISSNER, UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Sektion Bodenforschung, Lysimeterstation Falkenberg, Dorfstraße 55, D-39615 FALKENBERG

Tabelle 1: Geogene Grundbelastung mit Nitrat von Grundwässern aus petrographisch ähnlichen Grundwasserleitern (nach HÖLTING, 1991)

Vorherrschende Gesteinsart im Grundwasserleiter	Mittelwert (mg NO ₃ /l)	Minimalwert (mg NO ₃ /l)	Maximalwert (mg NO ₃ /l)
Magnetisches/Metamorphes Gestein (Kristallin), Quarzit	7,3	1	25
Vulkanit (Diabas, Basalt), Tuffit	2,5	0,4	4,5
Sandstein, Konglomerat	6,7	0,3	20
Grauwacken-, Ton-Kieselschiefer	5,9	<1,0	10,3
Ton-/Schluffstein	5,2	0,5	10
Carbonatgestein (Kalk-/Mergelstein)	11,8	0	24,2
Tertiärer und Pleistozäner Sand, Mergel	2,7	0	7,5

Ausgehend vom umwelpolitisch weitgehend anerkannten Umweltqualitätsziel des Erhalts bzw. der Wiederherstellung der „natürlichen Beschaffenheit des Grundwassers“ enthält *Tabelle 1* eine Zusammenstellung über die geogene Grundbelastung der für Deutschland relevanten Grundwasserleiter mit Nitrat.

Trotz der zum Teil beachtlichen Differenzierungen im Nitratgehalt zwischen den untersuchten Aquiferen wird deutlich, daß eine Überschreitung der gültigen Grenzwerte für Trinkwasser in tiefen Grundwässern gegenwärtig nicht zu verzeichnen ist. Auch die in den letzten Jahren durch zunehmende Protonengehalte saurer gewordenen Niederschläge haben bisher noch keine Auswirkungen auf die geogene Beschaffenheit des Grundwassers ausgeübt. Demgegenüber können sich diffuse Einträge aus der landwirtschaftlichen Düngung, Abwassereinträge oder die Versickerung grundwasserbelastender Stoffe regional stärker auswirken; allerdings bleiben auch sie nach gegenwärtigem Kenntnisstand auf die mehr oberflächennahen Grundwässer beschränkt (HÖLTING, 1991).

Anthropogene Belastung

Aus dem bereits zitierten SRU-Gutachten (1998) geht hervor, daß das „Grundwasser zumindest in den oberflächennahen Grundwasserleitern aufgrund langanhaltender und vielfältiger Bewirtschaftungseinflüsse nahezu überall anthropogen beeinflusst ist“. Deshalb wird vorgeschlagen, für den Grundwasserschutz das ursprüngliche Qualitätsziel „die natürliche Beschaffenheit des Grundwassers“ zu relativieren und dafür das Umweltqualitätsziel „anthropogen möglichst unbelastetes Grundwasser“ anzustreben. Dadurch soll eine weitere anthropogene Belastung des Grundwassers, auch in den oberflächennahen Be-

reichen, vermieden werden. Hierbei besteht Konsenz mit dem vom Bundesumweltministerium herausgegebenen Programm „NACHHALTIGE ENTWICKLUNG IN DEUTSCHLAND“ (1998), in dem ebenfalls „anthropogen weitgehend unbeeinflusstes Grundwasser“ als zukünftiges Qualitätsziel genannt wird. Desweiteren wird festgestellt, daß vor allem Nitrat das Grund- und Oberflächenwasser belastet und damit die Trinkwasserqualität gefährdet. In den letzten 30 Jahren nahm der Nitratgehalt im Grundwasser um etwa 0,5 - 1 mg/l pro Jahr zu. Zirka 25% der Grundwassermeßstellen zeigen deutliche bis starke Nitratbelastungen. Auch aus *Abbildung 1* wird deutlich, daß der Nitratgehalt im Trinkwasser im Wertebereich zwischen 20 und 50 mg/l eine kontinuierliche Zunahme zwischen 1915 und 1989 aufwies. Besonders angestiegen ist der Klassenbereich zwischen 20 und 50 mg NO₃/l, wahrscheinlich bedingt durch die zunehmende Intensivierung in der Landwirtschaft nach dem 2. Weltkrieg. Auch auf

dem Gebiet der früheren DDR zeichnet sich bezüglich der Nitratbelastung des Grundwassers eine ähnliche Tendenz wie in Westdeutschland ab (vgl. rechte Säule in *Abbildung 1*).

In der früheren DDR waren von den insgesamt dort lebenden 16,6 Mio. Einwohnern etwa 15,667 Mio Einwohner an zentrale Wasserversorgungsanlagen angeschlossen. Davon erhielten etwa 90,5% Trinkwasser mit einem Nitratgehalt unter dem damals staatlich festgelegten Grenzwert von 40 mg NO₃/l. Die Trinkwasserversorgung in Gebieten mit erhöhter Nitratbelastung erfolgte durch Verschnitt mit nitratärmeren Wasser oder über Tankfahrzeuge. Probleme bei der qualitätsgerechten Bereitstellung von Trinkwasser bestanden vor allem für die ca. 1 Mio. Einwohner, die ihr Wasser aus Eigenwasserversorgungsanlagen (Hausbrunnen) entnahmen.

Aufgrund der zunehmenden Gefährdung der Wasserversorgung durch steigende Nitratgehalte wurde seitens der LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft WASSER) eine Erhebung zur Erfassung des Ist-Zustandes in Deutschland durchgeführt (LAWA, 1995). In allen Bundesländern werden Meßstellen zur Grundwasserüberwachung betrieben, die einheitlich den folgenden Meßnetzen zugeordnet werden können:

Grundmeßnetze bestehend aus:

Basismeßstellen: Meßstellen zur Erfassung der natürlichen bzw. einer mög-

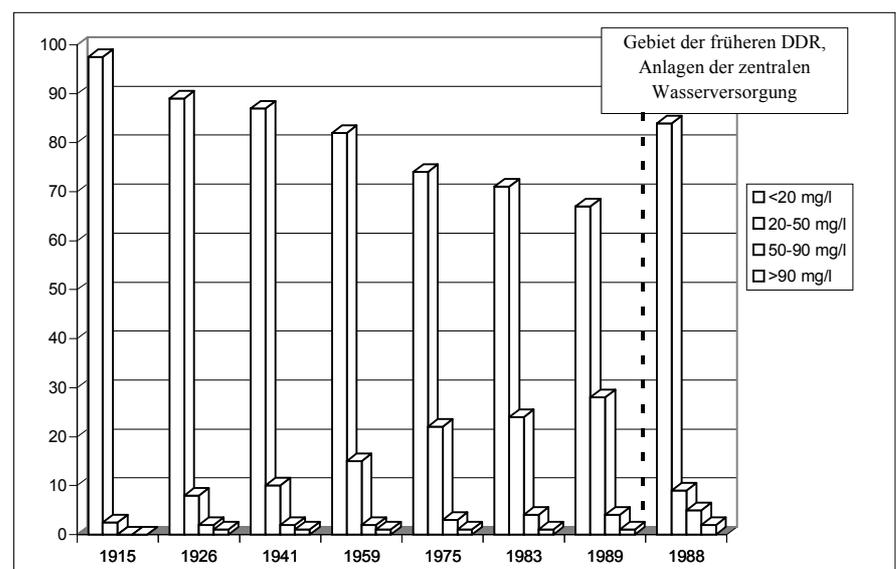


Abbildung 1: Entwicklung der Nitratgehalte des Trinkwassers in Deutschland (angelehnt an Informationen aus dem Bundesgesundheitsamt, 1992)

lichst wenig anthropogen beeinflussten Beschaffenheit

Trendmeßstellen: Meßstellen zur Erfassung diffuser anthropogener Einflüsse auf das Grundwasser

Sondermeßnetze bestehend aus:

Vorfeldmeßstellen: zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit im Zuflußbereich von Trinkwassergewinnungsanlagen

Emittenten- bzw. Belastungsmeßstellen: Meßstellen zur Überwachung von möglichen Verunreinigungsquellen bzw. zur Untersuchung von Grundwasserschadensfällen und deren Sanierung.

Desweiteren sind Meßstellen zur Rohwasserüberwachung und die Ergebnisse von Trinkwasseranalysen in die Untersuchungen einbezogen worden. Die einzelnen Bundesländer haben ihre Ergebnisse über die Nitratbelastung in Karten dargestellt. Die Auswahl der Meßstellen wurde so vorgenommen, daß

- oberflächennahes und tiefes Grundwasser
 - Lockergestein und Festgestein
 - belastete und unbelastete Gebiete
- angemessen Berücksichtigung fanden.

Eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse enthält *Tabelle 2*.

Die Zahlen verdeutlichen, daß an etwa 60% der Meßstellen keine erhöhte Nitratbelastung vorliegt. Jedoch ist hierbei zu beachten, daß sich ein Großteil die-

ser Meßstellen in Gebieten mit denitrifizierenden Grundwasserleitern oder unter Waldböden befindet (FREDE und DABBERT, 1998); d.h. trotz niedriger Nitratgehalte können erhebliche Mengen an Stickstoffverbindungen aus der Bodenzone ausgewaschen werden. An etwa 10% der Meßstellen wurden Grenzwertüberschreitungen festgestellt. Sie befinden sich meist in Regionen mit intensiver Landwirtschaft bzw. in Gebieten mit erhöhtem Anbau von Sonderkulturen wie Wein, Gemüse oder Obst.

In einem weiteren - entsprechend der EG-NITRAT-RICHTLINIE (91/676/EWG) eingerichteten Meßnetz - zur Erfassung des Status quo der Nitratbelastung, speziell unter landwirtschaftlich genutzten Flächen, lag der Nitratgehalt im oberflächennahen Grundwasser bei 35% Meßstellen im Bereich zwischen >50 - 90 mg NO₃⁻/l und bei 29% sogar >90 mg NO₃⁻/l.

Zukünftige Entwicklung

Dieses bedenklich erscheinende Ergebnis war auch ein Anlaß, um die besonders Anfang der 90iger Jahre einsetzenden Bemühungen zur Verminderung der Nitratbelastung im Bereich der Landwirtschaft weiter zu forcieren (z. B. Positionspapier der Verbände/Gesellschaften DAF, DVWK, DGL und FW zur notwendigen politischen Initiative „Landwirtschaft und Gewässerschutz“, Februar 1995). Zwischenzeitlich wird vor al-

lem aus dem Rheinland über erste Erfolge bei der Verbesserung der Rohwasserbeschaffenheit mit Nitrat berichtet (z.B. SCHÖLER u.a., 1997, o.V., 1998). Als wesentliche Gründe für diese Entwicklung werden die Bildung von Kooperationsgemeinschaften zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft auf Einzugsgebietsebene und die damit im Zusammenhang stehende Verbesserung des Düngungsmanagements genannt.

Die Tendenz einer Verringerung des Düngereinsatzes läßt sich auch im gesamten Bundesgebiet nachweisen, wie neuere Untersuchungsergebnisse zur Entwicklung der Stickstoff-, Phosphor- und Kalium-Bilanz der Landwirtschaft im Zeitraum von 1970 bis 1995 belegen (BACH und FREDE, 1998). So nahm beispielsweise der N-Mineraldüngereinsatz von 1987/88 bis 1994/95 um etwa 25% von 135 kg N/(ha LF.a) auf 105 kg N/(ha LF.a) ab. Während sowohl Hof- als auch Flächenbilanzen in den Altbundesländern ihre Maxima in den 80iger Jahren mit einem Überschuß von 167 bis 136 kg N/(ha LF.a) aufwiesen, verringerten sie sich bis 1995 auf 129 bzw. 100 kg N/(ha LF.a) und erreichten in ganz Deutschland sogar Werte von 111 bzw. 86 kg N/(ha LF.a) aufgrund des geringeren Viehbesatzes und der erhöhten Flächenstilllegung in den neuen Bundesländern.

Anzumerken bleibt, daß sich die Verringerung der Nährstoffüberschüsse wegen der langen Transitzeiten gegenwärtig noch nicht in einer generellen Verbesserung der Wasserbeschaffenheit zeigt. Die zur Zeit gemessenen Nitrat-Konzentrationen in den Grund- und Oberflächen-gewässern spiegeln vor allem die Nährstoffemissionen aus den siebziger und achtziger Jahren wider.

Schlußfolgerungen

- Zur nachhaltigen Sicherung der Trinkwasserversorgung, die in Deutschland zu etwa 70% aus dem Grundwasser erfolgt, sind weitere Anstrengungen zur Verringerung der Belastung mit Nähr- und Schadstoffen notwendig. Die hierzu laufenden Forschungsarbeiten sind fortzusetzen. Dabei ist zu sichern, daß die erzielten Ergebnisse auch in der Praxis Anwendung finden.

Tabelle 2: Häufigkeitsverteilung der Nitratgehalte in repräsentativen Grundwassermeßstellen Deutschlands (nach LAWA, 1995)

Bundesland	Nitratgehaltsklassen					
	< 1*	>1-10 *	>10-25*	>25-50*	>50-90*	>90*
Baden-Württemberg	7	23	30	29	9	2
Bayern	20	29,8	22,5	21,2	5,7	0,8
Berlin	71	19,2	4,3	3,3	1,1	1,1
Brandenburg**	47,1	24,6	2,6	18	6,4	1,3
Bremen	51	29	8	3	7	2
Hamburg	61,7	11,2	6,5	13,1	7,5	-
Hessen	32	35	18	7,5	4	3,5
Meckl.-Vorpommern**	68	18	5	2	7	-
Niedersachsen	51,3	14,3	5,8	6,2	8,9	13,5
Nordrhein-Westfalen	18	23	21	22	9	7
Rheinland-Pfalz	38,1	29	11,5	8,9	6,7	6,1
Saarland	10,9	30	32,7	23,6	2,7	-
Sachsen**	5,8	24,4	23,3	30,2	11,5	4,7
Sachsen-Anhalt**	33,3	35,2	1,8	14,8	5,6	9,3
Schleswig-Holstein	45	22	12	10	7	4
Thüringen**	15,8	25,1	22,5	21,9	9,7	4,9
Min.	6	11	2	2	1	0
Max.	71	35	33	30	12	14
Median	36	25	12	14	7	3
Durchschnitt	36	25	14	15	7	4

* Werte in mg/l NO₃⁻, Angaben für die Bundesländer in %
 ** neue Bundesländer

Eine wirksame Maßnahme zur Verbesserung der Wasserbeschaffenheit wird in der Abkehr vom „nutzungsbezogenen“ (Ausweisung von Schutzgebieten) und der Durchsetzung eines „flächendeckenden“ Grundwasserschutzes gesehen.

- Flächendeckender Grundwasserschutz erfordert nicht überall den gleichen, sondern einen standortangepaßten Schutzaufwand unter Gewährleistung eines einheitlichen Umweltqualitätsziels „anthropogen möglichst unbelastetes Grundwasser“.

Literatur

- ARMBRUSTER, J. u.a., 1993: Stoffeintrag und Grundwasserbewirtschaftung. DVWK-Schriften 104, 275 S.
- BACH, M. und H.-G. FREDE, 1998: Agricultural nitrogen, phosphorus and potassium balances in Germany, Methodology and trends 1970 to 1995. Z. Pflanzenernähr.Bodenk., 161, S. 385-393.
- FREDE, H.-G. und S. DABBERT, 1998: Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft. Ecomed Verlag, 451 S.
- HÖLTING, B., 1991: Geogene Grundwasserbeschaffenheit und ihre regionale Verbreitung in der Bundesrepublik Deutschland. Bodenschutz, Ergänzbare Handbuch; Erich Schmidt Verlag, 6.Lfg. I, Kap. 1300, S. 1 - 36.
- SCHÖLER, B., J. HESSE und G. ALSCHER, 1997: Kooperation - Landwirtschaft und Wasserwirtschaft im Rheinland. Hrsg. Landwirtschaftskammer Rheinland, Erfahrungsbericht, 31 S.
- LAWA, 1995: Arbeitskreis Grundwasserbeschaffenheit: Ber. zur Grundwasserbeschaffenheit Nitrat, Hrsg.: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Umweltministerium Baden-Württemberg, Nov. 1995, 104 S.
- SRU (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen), 1998: Flächendeckend wirksamer Grundwasserschutz - Ein Schritt zur umweltgerechten Entwicklung. Sondergutachten, Wiesbaden, Februar 1998, (Kurzfassung), 17 S.
- STADTWERKE VIERSEN GmbH (Hrsg.), 1998: Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft - Ein Weg zum nachhaltigen Grundwasserschutz, November 1998, 53 S.