

Tagungsbeitrag zu: Sitzung der Kommission VI, Wirkungsanalyse von Maßnahmen zur Umsetzung der Wasser-Rahmenrichtlinie (WRRL)

Titel der Tagung: Böden verstehen, Böden nutzen, Böden fit machen

Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft, 3. - 9. September 2011, Berlin

Berichte der DBG <http://www.dbqes.de>

Effizienzkontrolle von Maßnahmen zur Reduzierung landwirtschaftlicher Stoffeinträge in die Grundwasserkörper in Nordrhein-Westfalen

C. Nolte

Einleitung

Rund 30 % der Grundwasserkörper in NRW befinden sich derzeit in einem schlechten chemischen Zustand. Als Hauptursache sind erhöhte Nitratkonzentrationen in Verbindung mit diffusen Stoffeinträgen aus der landwirtschaftlichen Nutzung zu nennen.

Betroffen sind intensiv landwirtschaftlich genutzte Räume in den Teileinzugsgebieten Ems NRW, Deltarhein NRW / Issel-Zuflüsse, Lippe, Maas-Nord (Niers / Schwalm) und Rheingraben Nord.

Zur Zielerreichung werden im Maßnahmenprogramm neben der Umsetzung der Düngerverordnung und der Etablierung von Agrarumweltmaßnahmen die Reduzierung der "auswaschungsbedingten Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft" sowie die "Umsetzung und Aufrechterhaltung von spezifischen Wasserschutzmaßnahmen in Trinkwasserschutzgebieten" genannt **/1/**.

Derzeit ist innerhalb der o. g. Zielkulisse keine räumliche Differenzierung sowie belastungsbezogene Abstufung der zu ergreifenden Maßnahmen vorgesehen. Die langjährigen Erfahrungen insbesondere aus der Begleitung des kooperativen Gewässerschutzes in (Trink-)Wasserschutzgebieten (WSG) zeigen jedoch, dass die Berücksich-

IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH,

Moritzstraße 26, 45476 Mülheim a. d. Ruhr

Homepage: <http://www.iww-online.de>

Email: c.nolte@iww-online.de

tigung von standort- und nutzungsspezifischen Merkmalen für das Grundverständnis der sich an der Grundwasseroberfläche einstellenden (Nitrat-)Konzentrationen unabdingbar ist. Ohne eine derartige Betrachtung ist eine Priorisierung und / oder eine Effizienzkontrolle nicht möglich. Dies gilt auch für die im Sinne der WRRL geforderte Umsetzung von *kosteneffizienten* Maßnahmen.

Das Auftreten des Wasserinhaltsstoffes Nitrat wird maßgeblich durch das Filter-, Puffer- und Transformationsvermögen des Bodens bestimmt. Systemübergreifende Prozesse spielen zusätzlich eine wichtige Rolle. Im Sinne der Nachhaltigkeit sollten erkennbare Veränderungen mit in die Bewertung einfließen. Nur so ist es möglich die Zielerreichung des guten chemischen Zustandes bis zum Jahr 2027 nicht zu gefährden.

Neben der Vorstellung eines entsprechenden Priorisierungsansatzes werden ausgewählte, im IWW etablierte Instrumente bzw. die hiermit erzielten Ergebnisse vorgestellt. Dies sind:

- Bestimmung von Bodensättigungszeitpunkten zur Optimierung der Beprobungstermine für N_{\min} -Restwerte.
- Einsatz von Saugglanzen zur lokalen Beprobung der Grundwasseroberfläche.
- Multi-Parameter-Tiefenmessungen im Grundwasser.
- Hydrochemisches Monitoring über Vorfeldmessstellen und Brunnen.

Aussagen zur bisherigen Entwicklung der Wasserqualitäten sowie zur Wahrscheinlichkeit der Zielerreichung runden das Bild ab.

Methode

Seit Mitte der 90er Jahre werden am IWW die standort- und nutzungsspezifischen Gegebenheiten zahlreicher (Trink-)Wassergewinnungsgebiete ausgewertet und die resultierenden Beschaffenheiten des oberflächennahen Grundwassers erfasst. Die Gebiete liegen überwiegend in der o. g. Zielkulisse. Hierbei kommen die oben erwähnten Methoden zum Einsatz, die u. a. das Ziel haben, die Effizienz der seit Jahren umgesetzten kooperativen Gewässerschutzmaßnahmen zu erfassen. Der Schwerpunkt liegt auf Messungen in der ungesättigten Bodenzone sowie im Grundwasser, zum Teil

wird der Stofftransport modelliert. Reine Berechnungsverfahren (z. B. N-Bilanzen) spielen eine eher untergeordnete Rolle. Im Wesentlichen deckt sich das Vorgehen mit den in **12/** beschriebenen Methoden.

Ergebnisse

Die Aussagekraft des nach der Ernte im Boden vorliegenden und auswaschunggefährdeten mineralisierten Stickstoffgehaltes (= Rest N_{\min}) hängt entscheidend vom Probenahmeterrain ab. Wird zu früh beprobt wird in Folge der herbstlichen Mineralisation ein zu geringer Wert bestimmt, erfolgt die Entnahme erst nach eingetretener Bodensättigung bzw. Sickerung wird nur einer Teil der N-Menge erfasst **13/**. Eine Auswertung der in den Jahren 1994 - 2005 in einem Wasserschutzgebiet im Rheinland entnommenen ca. 1.100 N_{\min} -Proben ergab, dass in diesem Beispiel in vier Jahren optimal (= Beginn der Sickerung), in drei Jahren zu früh und in drei Jahren zu spät beprobt worden ist **14/**.

Um die Effizienz und Akzeptanz dieses Kontroll- und Beratungsinstrumentes zu steigern wurde empfohlen, zukünftig die Terminierung anhand einer angepassten Faustregel (z. B. Niederschlagssumme ca. 400 mm in den vorangegangenen Monaten) und / oder aktueller Berechnungen des Bodenwasserhaushaltes vorzunehmen.

Vor dem Hintergrund stark erhöhter Konzentrationen des Abbauproduktes DMS des PBSM-Wirkstoffes Tolyfluanid im Zustrom einer flach ausgebauten Grundwassermessstelle (ca. 60 - 100 $\mu\text{g/l}$, Messungen in den Jahren 2008 - 2011 **15/**) wurden schlagbezogene Sondierungen in einem WSG am Niederrhein bis zur Grundwasseroberfläche niedergebracht. Trotz Beachtung der hydrogeologischen Randbedingungen und Verweilzeiten gelang es nicht, die o. g. Konzentrationen reproduzierbar abzubilden (max. 10 $\mu\text{g/l}$ n = 6 Sondierungen).

Der Einsatz von Sondierungen / Sauglanzen ist aufwendig. Sowohl in diesem Fall - wie auch bei vorherigen Schadensfällen mit Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln (PBSM) - war diese Methode in Bezug auf die Identifikation der Eintragsquelle wenig aufschlussreich.

Deutlich vielversprechender ist hingegen der Einsatz einer Multi-Parameter-Sonde, mit der über ca. 30 m in vollverfilterten Messstellen tiefenorientiert die sich im Grundwasser einstellende Qualität erfasst wird. Gemessen werden in ca. 0,5 - 2,5 m Abständen die Parameter Leitfähigkeit, Sauerstoff, pH-Wert und das Redoxpotenzial, wobei die Elektroden in situ in der Messstelle herabgelassen werden. Die **Abbildung 1** zeigt ein entsprechendes Beispiel aus einem Gewinnungsgebiet am Niederrhein.

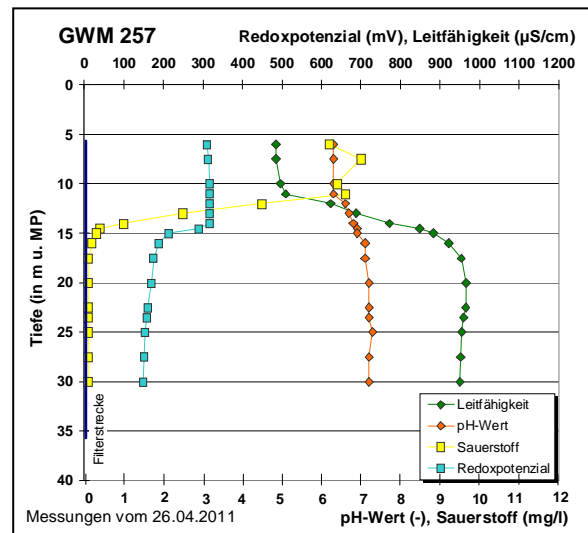


Abbildung 1: Tiefenprofile verschiedener Parameter im Grundwasser, Messungen vom April 2011

Im konkreten Beispiel lag im Zustrom dieser Messstelle der aktuelle Übergang von einem überwiegend oxidierten, nitratreichen zu einem reduzierten, nitratfreien Wasser bei ca. 14 m Tiefe. Der Aquifer weist eine deutliche hydrochemische Schichtung auf, wobei die Tiefenlage des Übergangs ausschließlich von der Eintragsituation sowie den Abbaukapazitäten des Untergrundes bestimmt wird. Aspekte wie der Messstellenausbau (= vollverfiltert) sowie das anstehenden Sediment (= homogener Sand / Kies) spielen eine untergeordnete Rolle.

Die hier beschriebenen Messungen werden i. d. R. halbjährlich durchgeführt (seit 2004). Die Tiefenlage der Schichtung hat sich in diesem Zeitraum an einzelnen Messstellen um ca. 1,7 - 2,5 m nach unten verschoben (= 0,3 - 0,4 m/a). Es ist davon auszugehen, dass diese Entwicklung irreversibel und ist sich je nach Eintragsbedingungen mehr oder weniger schnell in Richtung Aquiferbasis fortsetzt. Zu beachten ist, dass diese

kostengünstige Methode nur bei einer langfristigen Betrachtung sinnvoll ist, dann aber einen guten Bewertungsansatz darstellt.

Ein besonders aussagekräftiges und daher über Jahre etabliertes Kontrollinstrument ist die Entnahme von Wasserproben an flach ausgebauten (Vorfeld-)Messstellen. Es wird durch die Überwachung der an Brunnen entnommenen Rohwässer ergänzt. Die Proben werden auf ausgewählte Wasserinhaltsstoffe untersucht, wobei sog. Eintragsparameter (z. B. Nitrat, Chlorid, Sulfat) und redoxensitive Größen (Nitrat, Eisen, Redoxpotenzial, Sauerstoff etc.) unterschieden werden. Die **Abbildung 2** zeigt die Entwicklung der Eintragsparameter (hier als Median aller, in den Jahren 1996 und 2011 gemessenen Konzentrationen, n = 50 - 170 Proben/a, Niederrhein und Münsterland).

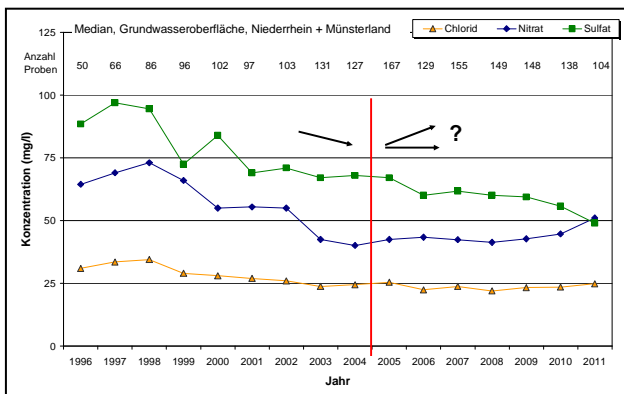


Abbildung 2: Konzentrationsentwicklung von Eintragsparametern im oberflächennahen Grundwasser /5/

Die gezeigten Ganglinien weisen bis zum Jahr 2004 eine Abnahme der Konzentrationen auf; seit 2005 stagnieren die Werte (Chlorid) oder nahmen leicht zu (Nitrat). Die Sulfatkonzentration nahm weiter ab. Vergleichbare Entwicklungen werden auch für zahlreiche Rohwässer am Niederrhein sowie im Münsterland beobachtet. Wichtig ist an dieser Stelle der Hinweis, dass bei der Konzeption derartiger Messnetze sowie der Interpretation der so erhobenen Daten sowohl die vorhandene Regelwerke /6/ /7/ als auch die standort- und nutzungspezifischen Randbedingungen beachtet werden müssen. Ist dies der Fall, liefert diese Methode belastbare Aussagen zur Qualität der anströmenden Wässer und damit zur Effizienz der ergriffenen Maßnahmen.

Abschließend soll auf die Identifizierung besonders kritischer Flächen eingegangen

werden, die maßgeblich zu hohen Stoffkonzentrationen im Grundwasser beitragen. Hierzu wurden bekannte und etablierte bodenkundliche und hydrochemische Auswertungsmethoden umgesetzt (insb. Austragsgefährdung nach DIN 19732 + Nitratabbau-potenzial im Boden / oberflächennahen Grundwasser /8/ /9/).

Die entsprechende Auswertung für Nordrhein-Westfalen ergab, dass ca. 35 % der maßnahmenrelevanten Gebieten (= außerhalb WSG etc.) mit Grundwasserkörpern im schlechten chemischen Zustand über einen nennenswerten Nitratabbau in der Bodenzone verfügen. Die Teileinzugsgebiete von Ems und Issel erreichen Anteile von ca. 65 bzw. 42 % (**Abbildung 3**). Bei Berücksichtigung des natürlichen Abbaupotenzials im Bodens - das i. d. R. zu sehr geringen bis nicht bestimmbar Nitratkonzentrationen im oberflächennahen Grundwassers führt - ließe sich die maßnahmenrelevante Fläche um ca. 190.000 ha reduzieren (= je nach Teileinzugsgebiet um ca. 3 - 65 %). Landesweit verblieben ca. 355.000 ha, auf die sich die zukünftigen Aktivitäten des Grundwasserschutzes in NRW vorerst konzentrieren sollten.

Stehen weitere finanzielle und personelle Ressourcen zur Verfügung ist es unbestritten, dass für einen nachhaltigen Grundwasserschutz auch die Stoffeinträge in den Gebieten zu minimieren sind, in denen derzeit Nitrat weitgehend abgebaut wird. Dies ergibt sich aus der Erkenntnis, dass die Abbaukapazitäten teilweise begrenzt sind und sich wichtige Randbedingungen verändern können (Bodensättigung, -temperatur etc.).

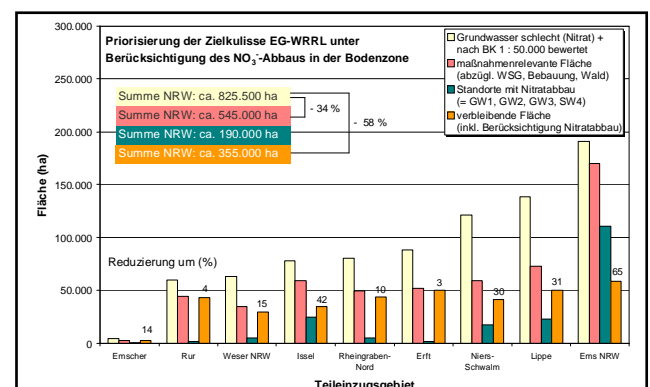


Abbildung 3: Reduzierung der maßnahmenrelevanten Fläche in Nordrhein-Westfalen unter Berücksichtigung von standörtlichen Faktoren (hier: Nitratabbau).

Zusammenfassung

Der Beitrag erörtert verschiedene Methoden, zur Effizienzkontrolle von Gewässerschutzmaßnahmen. Dabei lassen sich folgende Punkte festhalten:

- Es stehen ausgereifte Kontrollinstrumente zur Bewertung der Effizienz von Minderungsmaßnahmen zur Verfügung.
- Als besonderes aussagekräftig hat sich das langjährige Gütemonitoring im (oberflächennahen) Grundwasser erwiesen.
- Entscheidend hierbei ist ein geeignetes Überwachungskonzept (Messstellen + Parameter, s. DVGW W 108, W 112) sowie die umfassende Kenntnis der Faktoren Standort, Nutzung und Hydrochemie.
- Die bisherigen Aktivitäten zur Reduzierung der Stoffeinträge in Trinkwasserschutzgebieten zeigten bis ca. 2004 nennenswerte Erfolge; aktuell stagnieren die Werte.
- Es bestehen Hinweise darauf, dass sich einzelne wichtige Randbedingungen nachteilig verändern (u. a. NO_3^- -Abbau, Mineralisation).
- Insbesondere im Kontext der EG-WRRL sollten sich die weiteren Anstrengungen vorerst auf die kritischen Standorte konzentrieren (Stichwort: kosteneffiziente Maßnahmenplanung).
- Die Intensität der ergriffenen Maßnahmen muss in NRW deutlich gesteigert werden, um eine nennenswerte und langfristige Verbesserung der Grundwasserqualität zu erzielen.

Keywords: Grundwasserqualität, Nitrat, Landwirtschaft, Nordrhein-Westfalen, Standort, Nitratabbau, Effizienzkontrolle

Literatur

/1/ MUNLV Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (2008): Bewirtschaftungsplan und Maßnahmenprogramm für die Gewässer und das Grundwasser in Nordrhein-Westfalen <http://www.flussgebiete.nrw.de/Bewirtschaftungsplanung/index.jsp>, Düsseldorf.

/2/ ATV-DVWK (2004): Möglichkeiten der Effizienzkontrolle von Maßnahmen zur grundwasserschonenden Bodennutzung am Beispiel des Stickstoffs. ATV-DVWK-Themen, 28 S., Hennef.

/3/ LBEG (2011): Der internetgestützte Infodienst Grundwasserschutz. http://www.lbeg.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=708&article_id=624&psmand=4, Hannover.

/4/ IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser, Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH (2008): Wasserwirtschaftliches Gutachten zur Effizienzkontrolle der Kooperation Landwirtschaft / Wasserwirtschaft im Wasserschutzgebiet Auf dem Grund der Niederrheinisch-Bergischen Gemeinschaftswasserwerk GmbH. Gutachten im Auftrag der Niederrheinisch-Bergische Gemeinschaftswasserwerk GmbH 59. S. Mülheim a. d. Ruhr.

/5/ IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser, Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH (2011): Auszug aus der Analysendatenbank, Mülheim a. d. Ruhr.

/6/ DVGW (2003): Messnetze zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit in Wassergewinnungsgebieten, Technische Regel Arbeitsblatt W 108. Bonn.

/7/ DVGW (2001): Technische Mitteilung Merkblatt W 112 Entnahme von Wasserproben bei der Erschließung, Gewinnung und Überwachung von Grundwasser. Bonn.

/8/ DIN 19732 (1997): Bewertung des standörtlichen Verlagerungspotentials von nichtsorbiebaren Stoffen. 4 S., Berlin.

/9/ Gäth, S., Anthony, F., Becker, K.-W., Gerries, H., Höper, H., Kersebaum, C. Nieder, R. (1997): Bewertung des standörtlichen Denitrifikations- und Mineralisations-/Immobilisierungspotentials von Böden. Mitt. Dtsch. Bodenkdl. Gesellschaft, 85, III 1373 - 1376.