

# DWA- Regelwerk

## Merkblatt DWA-M 911

Möglichkeiten der Effizienzkontrolle von Maßnahmen zur grundwasserschonenden Bodennutzung am Beispiel des Stickstoffs

August 2013





# DWA- Regelwerk



## **Merkblatt DWA-M 911**

### **Möglichkeiten der Effizienzkontrolle von Maßnahmen zur grundwasserschonenden Bodennutzung am Beispiel des Stickstoffs**

August 2013



Herausgabe und Vertrieb:  
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.  
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Deutschland  
Tel.: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100  
E-Mail: [info@dwa.de](mailto:info@dwa.de) · Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

Das Merkblatt DWA-M 911 und der Technische Hinweis DVGW-W 104-2 (M) sind inhaltlich gleich.

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

### Impressum

**Herausgeber und Vertrieb:**

DWA Deutsche Vereinigung für  
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.

Theodor-Heuss-Allee 17  
53773 Hennef, Deutschland

Tel.: +49 2242 872-333

Fax: +49 2242 872-100

E-Mail: [info@dwa.de](mailto:info@dwa.de)

Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

**Satz:**

DWA

**Druck:**

Druckhaus Köthen

**ISBN:**

978-3-944328-13-3

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2013

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Merkblattes darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.

## Vorwort

Trotz vieler Anstrengungen vor Ort liegen nach wie vor in einigen Regionen Deutschlands die Nitratkonzentrationen im Rohwasser von Trinkwasserwerken über dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 50 mg/l. Daher wurden Maßnahmen zur Verminderung des Nitrataustrags bei landwirtschaftlicher Nutzung wissenschaftlich erprobt und zur praktischen Anwendung empfohlen. Wieweit diese bekannten Maßnahmen zu dem gewünschten Erfolg führen, nämlich die Nitratkonzentration im Rohwasser und im Grundwasser generell flächendeckend auf Werte unter 50 mg NO<sub>3</sub>/l zu senken, muss durch entsprechende Kontrollen ständig überprüft werden. Dies gilt in gleichem Maße für alle Grundwasserkörper, für die aufgrund der Nitratkonzentration entsprechend den Vorgaben der EG-Wasserrahmenrichtlinie ein schlechter Zustand ausgewiesen wurde. Die Ergebnisse dieser Kontrollen dienen auch zur Weiterentwicklung bzw. zur Entwicklung neuer Maßnahmen zur Entlastung des Grundwassers mit Nitrat. Da viele Maßnahmen mit einer Einschränkung der landwirtschaftlichen Nutzung oder mit erhöhten Kosten für die Landwirte verbunden sind, müssen diese finanziell entschädigt werden. Dies geschieht in den einzelnen Bundesländern im Rahmen von freiwilligen Kooperationsvereinbarungen, aber auch durch gesetzliche Verpflichtungen.

In dem vorliegenden Merkblatt „Möglichkeiten der Effizienzkontrolle von Maßnahmen zur grundwasserschonenden Bodennutzung am Beispiel des Stickstoffs“ sind die zurzeit wichtigsten und effektivsten Kontrollmöglichkeiten einzeln aufgelistet. Diese werden bezüglich ihrer Vor- und Nachteile und hinsichtlich ihrer Eignung zur Effizienzkontrolle bewertet. Schließlich werden auch die Kosten abgeschätzt, die diese Kontrollmaßnahmen verursachen.

Die vorliegende Publikation wurde von Mitgliedern des DWA-Fachausschusses GB-6 „Bodennutzung und Wirkungen auf Grundwasser“ in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW) erstellt.

Dieses Merkblatt erscheint inhaltsgleich im DVGW-Regelwerk als Technischer Hinweis W 104-2 (M).

Viersen, 2013

Roland Schindler

### Frühere Ausgaben

Merkblatt DWA-M 911 (Entwurf 03/2012)

## Verfasser

Das Merkblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe GB-6.1 „Effizienzkontrolle von Verfahren zur Stickstoffeliminierung“ im DWA-Fachausschuss GB-6 „Bodennutzung und Wirkungen auf Grundwasser“ erstellt, der folgende Mitglieder angehören:

CREMER, Nils	Dr., Erftverband, Bergheim
DRECHSLER, Hartwig	Dr., Drechsler Ingenieurdienst, Göttingen
EULENSTEIN, Frank	Dr., ZALF Müncheberg, Institut für Landnutzungssysteme, Müncheberg
KNOBLAUCH, Steffi	Dr., Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Lysimeterstation Großobringen, Buttstedt
MEIßNER, Ralph	Prof. Dr., Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Department Bodenphysik, Lysimeterstation Falkenberg
REINSTORF, Frido	Prof. Dr., Hochschule Magdeburg-Stendal
SCHEFFER, Bernhard	Prof. Dr., Oyten
SCHINDLER, Roland	Dipl.-Geol., NEW NiederrheinWasser GmbH, Viersen (Sprecher)
SCHÖLER, Bruno	Dipl.-Ing. agr., Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Bonn

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

BARION, Dirk	Dipl.-Geogr., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
--------------	----------------------------------------------------------------

# Inhalt

Vorwort .....	3
Verfasser .....	4
Bilderverzeichnis .....	6
Tabellenverzeichnis .....	6
Benutzerhinweis .....	7
Einleitung .....	7
<b>1 Anwendungsbereich .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Verweisungen .....</b>	<b>8</b>
<b>3 Berechnungsmethoden .....</b>	<b>9</b>
3.1 Nährstoffbilanzen .....	9
3.1.1 Vorbemerkungen .....	9
3.1.2 Hoftorbilanzen .....	9
3.1.3 Feld-Stall-Bilanzen .....	11
3.1.4 Schlagbilanzen .....	12
3.1.4.1 Stickstoff-Schlagbilanzen .....	12
3.1.4.2 Phosphat-Schlagbilanzen als Indikator für die organische Stickstoffversorgung .....	14
3.2 Stofftransportmodellierung .....	15
<b>4 Messungen in der ungesättigten Bodenzone .....</b>	<b>17</b>
4.1 $N_{\min}$ -Bodenuntersuchungen .....	17
4.2 $N_{\min}$ -Tiefenprofile und Tracerversuche .....	21
4.3 Messungen im Sickerwasser .....	23
4.3.1 Bodenhydrologische Messplätze und Saugsonden .....	23
4.3.2 Lysimeter .....	24
<b>5 Messungen im Grundwasser .....</b>	<b>26</b>
5.1 Messungen im Vorfeld einer Grundwassergewinnung .....	26
5.1.1 Vorbemerkungen .....	26
5.1.2 Messungen an der Grundwasseroberfläche .....	26
5.1.2.1 Entnahme von Grundwasser mit der Sauglanze .....	26
5.1.2.2 Entnahme von Bodenproben im Bereich der Grundwasseroberfläche .....	27
5.1.3 Messungen im Grundwasserleiter .....	28
5.1.3.1 Grundwasserprobennahme mit Direct-Push-Verfahren .....	28
5.1.3.2 Grundwasserprobennahme aus Grundwassermessstellen .....	28
5.1.4 Grundwasserprobennahme aus Multi-Level-Messstellen .....	30
5.2 Messungen im Rohwasser .....	31
<b>6 Zusammenfassung .....</b>	<b>32</b>
<b>Recht .....</b>	<b>35</b>
Bundesrecht .....	35
<b>Technische Regeln .....</b>	<b>35</b>
<b>Literatur .....</b>	<b>35</b>

## Bilderverzeichnis

Bild 1:	Übersicht der Methoden zur Erfolgskontrolle (Zonenmodell) .....	8
Bild 2:	Bilanzglieder der Hoftorbilanz .....	10
Bild 3:	Bilanzglieder der Feld-Stall-Bilanz .....	11
Bild 4:	Bilanzglieder der Schlagbilanz .....	13
Bild 5:	Bestimmung des optimalen Probennahmezeitraums .....	18
Bild 6:	Repräsentative Flächenauswahl für eine gebietsbezogene Sickerwassergüteprognose .....	19
Bild 7:	Prinzipdarstellung zur Durchführung und Auswertung von Nitrat-Tiefenprofilen .....	21
Bild 8:	Beispiele für Chloridprofile unter Acker und Gras nach einem relativ niederschlagsreichen Winter (300 mm in 145 Tagen) in unterschiedlichen Böden im nordostdeutschen Tiefland .....	23
Bild 9:	Aufbau eines bodenhydrologischen Messplatzes .....	23
Bild 10:	Nitratkonzentration im Sickerwasser nach Extensivierung einer Ackerfläche .....	24
Bild 11:	Prinzipskizze eines wägbaren, monolithisch gewonnenen Lysimeters in Containerbauweise .....	25
Bild 12:	Erfassung der Grundwasserqualität im Anströmungsbereich eines Förderbrunnens mithilfe von Grundwassermessstellen im Vorfeld .....	29

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Notwendige Parameter zur Modellierung der Nitratverlagerung.....	16
Tabelle 2:	Mittlere jährliche Austauschhäufigkeiten (AH) des Bodenwassers in %, abhängig von Sickerwassermenge und Feldkapazität im effektiven Wurzelraum ( $FK_{w_e}$ ) .....	17
Tabelle 3:	Effizienzkontrolle von Maßnahmen zur grundwasserschonenden Bodennutzung .....	33
Tabelle 4:	Kostenübersicht der einzelnen Verfahren auf der Basis von Erfahrungswerten .....	34

## Benutzerhinweis

Dieses Merkblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung, Geschäftsordnung der DWA und dem Arbeitsblatt DWA-A 400) zustande gekommen ist. Für dieses besteht nach der Rechtsprechung eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig ist.

Jedermann steht die Anwendung des Merkblattes frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Dieses Merkblatt ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für fachgerechte Lösungen. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall; dies gilt insbesondere für den sachgerechten Umgang mit den im Merkblatt aufgezeigten Spielräumen.

## Einleitung

In vielen Bereichen der Bundesrepublik wurden insbesondere in Wasserschutzgebieten in den letzten Jahren Maßnahmen zur Verminderung von Stickstoffeinträgen aus landwirtschaftlicher Bewirtschaftung in das Grundwasser durchgeführt. Diese wurden entweder zentral durch die Erhebung von Wasserentnahmegebühren bzw. über Agrarumweltmaßnahmen finanziert oder direkt von den Wasserwerken durch Gründung von landwirtschaftlichen Kooperationen gefördert. Neben der Akzeptanz durch die Landwirte und konsequenter Einhaltung der vorgegebenen Anforderungen an eine grundwasserschonende Landbewirtschaftung ist der Nachweis der Auswirkungen von landbaulichen Maßnahmen auf die Beschaffenheit des Sicker- und Grundwassers von großer Bedeutung für die Wasserwirtschaft. Auch im Hinblick auf das Erreichen der Ziele der EG-Wasserrahmenrichtlinie muss ein entsprechender Nachweis zur Wirksamkeit der umgesetzten Maßnahmenprogramme in den Grundwasserkörpern geführt werden, bei denen aufgrund der Nitratkonzentration ein schlechter chemischer Zustand ausgewiesen wurde.

## 1 Anwendungsbereich

Das Merkblatt DWA-M 911 gilt für die Kontrolle der Wirkung von landwirtschaftlichen Maßnahmen auf die Nitratkonzentration im Sicker- und Grundwasser. Das Merkblatt richtet sich an alle Stellen, die im Rahmen von rechtlichen Regelungen oder freiwilligen Kooperationen die Effizienz landwirtschaftlicher Maßnahmen zu beurteilen haben.

Da in vielen Fällen der direkte Nachweis der Auswirkungen solcher Maßnahmen aufgrund von hohen Flurständen, geringen Verlagerungsgeschwindigkeiten im Boden, geringen Fließgeschwindigkeiten des Grundwassers oder mangels geeigneter Grundwassermessstellen in einem angemessenen Zeitraum nicht möglich ist, muss auf verschiedene Kontrollverfahren zurückgegriffen werden. Die zur Kontrolle geeigneten Methoden sind teilweise sehr ausführlich in dem Anwenderhandbuch für die Zusatzberatung des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie (NLÖ 2001) beschrieben. Effizienzkontrollen können von der Bilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe über Untersuchungen im Boden bis hin zu Messungen im Grundwasser in Abhängigkeit von den Standortbedingungen und den zu überprüfenden Maßnahmen auf verschiedenen Ebenen durchgeführt werden (Bild 1). In diesem Merkblatt werden insbesondere die bisher eingesetzten Methoden auf ihre Aussagekraft bezüglich der Beurteilung einer grundwasserschonenden Bodennutzung dargestellt und bewertet. Außerdem wird eine Kostenabschätzung der beschriebenen Kontrollmaßnahmen vorgenommen.

Dazu werden ausschließlich Berechnungen und technische Methoden hinsichtlich ihrer Aussagekraft zur Beurteilung der Effizienz von landwirtschaftlichen Maßnahmen auf die Grundwasserqualität beschrieben und bewertet. Es werden keine Orientierungs- und Grenzwerte zur Beurteilung einer grundwasserschonenden Landbewirtschaftung genannt.