



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

## **Gevolgen van vermessing voor drinkwaterwinning**

RIVM rapport 2014-0116

N.G.F.M. van der Aa | L.J.M. Boumans |

J.W. Claessens





Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

## **Gevolgen van vermessing voor drinkwaterwinning**

RIVM Rapport 2014-0116

## Colofon

© RIVM 2014

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

Monique van der Aa, Centrum Duurzaamheid Milieu en Gezondheid  
Leo Boumans, Centrum Milieukwaliteit  
Jacqueline Claessens, Centrum Milieukwaliteit

Contact:

Monique van der Aa  
Centrum Duurzaamheid Milieu en Gezondheid  
Monique.van.der.aa@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, in het kader van het project Drinkwater en Landbouw (M250006)

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

## Publiekssamenvatting

### **Gevolgen van vermesting voor drinkwaterwinning**

Dankzij het mestbeleid sinds de jaren negentig van de vorige eeuw komt er minder nitraat in het grondwater terecht. Door het vijfde Actieprogramma Nitraatrichtlijn (2014-2017) zal de nitraatconcentratie verder dalen en zullen grote gebieden van Nederland gemiddeld aan de norm voldoen. Uit een literatuurstudie uitgevoerd door het RIVM blijkt dat overschrijdingen in deelgebieden onder bepaalde omstandigheden kunnen voorkomen. Dit kan zich ook voordoen in de gebieden waar grondwater voor de drinkwaterbereiding wordt gewonnen, de zogeheten grondwaterbeschermingsgebieden.

Overschrijding van de nitraatnorm kan in de hand worden gewerkt door de teelt van specifieke gewassen op droge zandgronden waarbij veel nitraat uitspoelt naar het grondwater (uitspoelingsgevoelige gewassen).

In deze literatuurstudie is niet bekeken bij welke concrete drinkwaterwinningen de norm wordt overschreden en in welke mate. Dit is namelijk afhankelijk van de lokale omstandigheden. Het is ook nog niet duidelijk hoe en op welke termijn de gedaalde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater zich zal manifesteren bij de pompputten voor drinkwaterwinning, die dieper zijn gelegen. Evenmin is bekend of de ingezette daling voldoende is om het grondwater in de pompputten aan de norm te laten voldoen. Duidelijk is wel dat het beeld per winning zal verschillen.

Deze bevindingen blijken uit een literatuurstudie die in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) is uitgevoerd naar de stand van zaken van het effect van het mestbeleid op het grondwater. Het RIVM heeft deze studie in samenwerking met KWR Watercycle Research Institute en Deltares verricht. De huidige resultaten liggen in lijn met de conclusies van KWR uit 2012 (*De gevolgen van vermesting voor drinkwaterwinning in beeld*) en vullen deze aan met enkele bevindingen.

Kernwoorden: Mestbeleid, nitraat, grondwater, drinkwaterwinning, Nitraatrichtlijn

## Abstract

### **Consequences of overfertilization for drinking water extraction**

Thanks to the stricter manure policy adopted by the Dutch government in the 1990s, less nitrate is ending up in groundwater. The Fifth Nitrates Directive Action Programme (2014-2017) will result in a further decrease of nitrate concentrations, so that average concentrations in large parts of the Netherlands will meet the standard. A literature review conducted by the Dutch National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) has shown that the applicable limit values may be exceeded in certain regions, under specific circumstances. This can also occur in areas where groundwater is extracted for the purpose of producing drinking water ('drinking water protection areas').

Circumstances that may contribute to exceedances of the limit values include the cultivation of specific crops on dry sandy soils where large quantities of nitrate leach into the groundwater ('soils prone to leaching').

The literature review did not examine in which specific drinking water protection areas the standard is exceeded and to what extent, as this depends on local circumstances. In addition, it is still unclear how and in what timeframe the decreased nitrate concentrations in the top groundwater layer will become apparent at greater depths, where the drinking water extraction pumps are located. It is also unknown if the decrease is sufficient for the pump-extracted groundwater to meet the standard. What is clear, however, is that the situation will differ depending on the local circumstances.

These are some of the main findings of a survey of the scientific literature on the impact of manure policy on groundwater quality, commissioned by the Dutch Ministry of Infrastructure and the Environment. The RIVM conducted the study in collaboration with the KWR Water Cycle Research Institute and the Deltares Institute for Delta Technology. The current results confirm the conclusions of a study performed by KWR in 2012 on the consequences of overfertilization for drinking water extraction ('*De gevolgen van vermisting voor drinkwaterwinning in beeld*'), and also add some new findings.

Keywords: Manure policy, nitrate, groundwater, drinking water extraction, Nitrate Directive

## Inhoudsopgave

### **Samenvatting – 6**

#### **1 Inleiding – 8**

- 1.1 Aanleiding van dit rapport – 8
- 1.2 Bevindingen Van Loon (2012) – 8
- 1.3 Opzet van dit rapport – 9

#### **2 Overzicht literatuuronderzoek – 10**

- 2.1 Effecten van vermisting op de kwaliteit van grondwater als bron voor drinkwater – 10
- 2.2 Effecten nitraatbelasting die al onderweg is naar de pomputten voor drinkwaterwinning – 11
- 2.3 Verwachte nitraatconcentraties onder toekomstig beleid – 12

#### **3 Discussie – 13**

- 3.1 Duurzame drinkwaterwinning in relatie tot normoverschrijding – 13
- 3.2 Kennishiaten – 14

#### **4 Conclusies – 15**

#### **5 Literatuur – 16**

## Samenvatting

De afgelopen decennia is de problematiek van vermesting en drinkwaterwinning in diverse nationale en internationale publicaties beschreven. Met het rapport "De gevolgen van vermesting voor drinkwaterwinning in beeld" laat Van Loon (2012) zien dat deze problematiek nog altijd actueel is in intrekgebieden voor drinkwaterwinning, ondanks de aanscherping van de stikstofgebruiksnormen sinds de jaren 1990. Naar aanleiding van dit rapport heeft het Ministerie van IenM het RIVM gevraagd om deze bevindingen in perspectief te plaatsen van de huidige wetenschappelijke inzichten.

### **Bevindingen van Loon (2012)**

#### *Normoverschrijdingen voor met name nitraat en hardheid in individuele pompputten voor drinkwaterwinning*

Van Loon (2012) beschrijft dat de effecten van vermesting niet alleen hebben geleid tot normoverschrijdingen voor nitraat in het grondwater dat wordt onttrokken voor drinkwaterbereiding, maar vooral ook voor hardheid en in een aantal gevallen voor sulfaat en nikkel. Het rapport laat zien dat 1) normoverschrijdingen van nitraat, sulfaat, hardheid en nikkel voorkomen in individuele pompputten van drinkwaterwinningen en 2) dat deze vooral voorkomen bij drinkwaterwinningen in zandgronden met diepe grondwaterstanden, waar de nitraatconcentraties in het ondiepe grondwater significant hoger zijn dan het landelijk gemiddelde voor zandgronden.

#### *Effecten van vermesting op de kwaliteit van grondwater als bron voor drinkwater*

De stikstofgebruiksnormen volgens het vierde AP kunnen in intrekgebieden voor drinkwaterwinning met droge zandgronden en uitspoelingsgevoelige gewassen toch leiden tot normoverschrijdingen voor nitraat in het bovenste grondwater. De stikstofgebruiksnormen zijn in die gevallen te hoog om een maximale concentratie van 50 mg/l nitraat in het uitspoelingswater (ondiepe grondwater) te kunnen realiseren. Vermesting uit zich niet alleen in een toename van de concentratie nitraat in het grondwater, maar kan tevens – direct of indirect – leiden tot een toename van de hardheid (de som van calcium en magnesium) in het infiltrerende grondwater en verhoogde concentraties van stoffen als sulfaat, kalium, chloride en van sporenmatalen, zoals zink en koper.

#### *Effecten van nitraatbelasting die al onderweg is naar de pompputten voor drinkwaterwinning*

Dankzij het aangescherpte mestbeleid in het kader van de Europese Nitraatrichtlijn zijn de nitraatconcentraties in het water dat uitspoelt uit de wortelzone van landbouwpercelen tussen 1992 en 2010 sterk gedaald. Ook bij enkele drinkwaterwinningen wordt de komende decennia een daling en/of stabilisatie van hardheid en van nitraat- en sulfaatconcentraties in het onttrokken grondwater verwacht. Er zijn echter aanzienlijke verschillen tussen de winningen en de termijn waarop effecten te verwachten zijn. Zo zijn er ook winningen waar de concentraties nitraat en sulfaat nog toenemen.

### **Verwachte nitraatconcentraties onder toekomstig beleid**

Van Loon (2012) verwacht dat indien de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie van intrekgebieden gelijk is aan, of lager is dan, de normstelling voor nitraat, op termijn een voldoende kwaliteit van grondwater bedoeld voor menselijke consumptie met betrekking tot vermesting gerelateerde stoffen gegarandeerd is. Het vijfde Nederlandse Actieprogramma Nitraatrichtlijn omvat de hoofdlijnen van



het Nederlandse mestbeleid voor de periode 2014–2017. Modelverkenningen laten zien dat door een combinatie van maatregelen de nitraatconcentratie onder het landbouwareaal van het zuidelijk zand- en lössgebied vrijwel op de normconcentratie van 50 mg/l kan uitkomen. Als er echter binnen intrekgebieden voor drinkwaterwinning meer dan gemiddeld droge zandgronden voorkomen en er meer dan gemiddeld uitspoelingsgevoelige gewassen verbouwd worden, zal ook bij volledige uitvoering van het vijfde actieprogramma toch normoverschrijding plaatsvinden in het landbouwdeel van het intrekgebied.

### Conclusies

Concluderend worden in deze literatuurstudie de bevindingen van Van Loon (2012) onderschreven. In aanvulling hierop worden de volgende kennishiaten geconstateerd:

- Ondanks dat het mestbeleid volgens het vijfde actieprogramma er naar verwachting op termijn toe zal leiden dat de nitraatconcentratie in de zandregio *gemiddeld* 50 mg/l zal bedragen, is de verwachting dat in intrekgebieden voor drinkwaterwinning met droge zandgronden en uitspoelingsgevoelige gewassen in het bovenste grondwater toch normoverschrijdingen voor nitraat zullen optreden. De stikstofgebruiksnormen zijn in die gevallen te hoog om een maximale concentratie van 50 mg/l nitraat in het uitspoelingswater (ondiepe grondwater) te kunnen realiseren.
- Hoe en op welke termijn de sinds de jaren 1990 ingezette daling van de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater zich in de pompputten zal manifesteren, en of deze ook voldoende zal zijn om het grondwater in de pompputten aan de norm te laten voldoen, is voor de meeste winningen onbekend en zal verschillen per individuele winning. Het ontbreekt momenteel aan systematische kennis over deze gebiedsspecifieke omstandigheden voor veel drinkwaterwinningen, hoewel de benodigde methoden en technieken inmiddels beschikbaar zijn.
- Bij een daling van de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater zullen ook de mogelijke neveneffecten afnemen. Er zijn echter lokale omstandigheden mogelijk waarbij verhoogde hardheid, verhoogde sulfaat- en nikkelconcentraties en normoverschrijdingen kunnen optreden ten gevolge van andere bronnen dan vermesting, zoals natuurlijke oorzaken, de invloed van stedelijk gebied of verzuring.

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding van dit rapport

De afgelopen decennia is de problematiek van vermisting en drinkwaterwinning in diverse nationale en internationale publicaties beschreven. Met het rapport "De gevolgen van vermisting voor drinkwaterwinning in beeld" dat in opdracht van VEWIN is gemaakt, laat Van Loon (2012) zien dat deze problematiek nog altijd actueel is in intrekgebieden voor drinkwaterwinning, ondanks de aanscherping van de stikstofgebruiksnormen sinds de jaren 1990. Er wordt gerapporteerd dat 48 kwetsbare grondwaterwinningen in Nederland te maken hebben met de gevolgen van vermisting<sup>1</sup>. In de betreffende intrekgebieden wordt de norm van 50 mg/l nitraat niet gehaald in het bovenste grondwater en vinden er tevens normoverschrijdingen plaats in het diepere grondwater bij pompputten van drinkwaterwinningen. Er wordt gesteld dat het aanscherpen van de stikstofgebruiksnormen voor intrekgebieden van kwetsbare grondwaterwinningen in de zandregio op de middellange termijn kan bijdragen aan een voor de drinkwatersector acceptabele afname van de mestproblematiek. Naar aanleiding van dit rapport heeft het ministerie van IenM het RIVM gevraagd om de bevindingen van Van Loon (2012) in perspectief te plaatsen van de huidige wetenschappelijke inzichten. Het RIVM heeft in samenwerking met Deltares en KWR een literatuurstudie uitgevoerd om dit te doen.

## 1.2 Bevindingen Van Loon (2012)

Het onderzoek van Van Loon (2012) beschrijft dat de effecten van vermisting niet alleen hebben geleid tot normoverschrijdingen voor nitraat in het grondwater dat wordt onttrokken voor drinkwaterbereiding (ook wel aangeduid als ruwwater), maar vooral ook voor hardheid en in een aantal gevallen voor sulfaat en nikkel.

Het rapport laat zien dat 1) normoverschrijdingen van nitraat, sulfaat, hardheid en nikkel voorkomen in individuele pompputten van drinkwaterwinningen en 2) dat deze vooral voorkomen bij drinkwaterwinningen in zandgronden met diepe grondwaterstanden, waar de nitraatconcentraties in het ondiepe grondwater significant hoger zijn dan het landelijk gemiddelde voor zandgronden.

Er wordt gesteld dat alleen als de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie van intrekgebieden gelijk is aan of lager is dan de drinkwaternorm voor nitraat verwacht mag worden dat op de lange termijn normoverschrijdingen van nitraat, sulfaat, hardheid en nikkel worden voorkomen.

<sup>1</sup> Uit de analyse via de gebiedsdossiers (Wuijts *et al.*, 2014) blijkt dat bij 37 winningen een van de vermisting gerelateerde stoffen nitraat, sulfaat of nikkel als (potentiële) probleemstof is aangemerkt. De door Van Loon (2012) geïdentificeerde winningen met probleemstoffen nitraat, sulfaat en nikkel komen hierbij ook naar voren. In de analyses van de gebiedsdossiers is, in tegenstelling tot Van Loon (2012), hardheid niet meegenomen, aangezien hier inmiddels geen wettelijke bovengrens meer voor geldt. Zie verder Wuijts *et al.* (2014) voor een uitgebreide vergelijking tussen de winningen met probleemstoffen volgens de gebiedsdossiers en volgens Van Loon (2012).

**Tekstbox. Verschil grondwaterbeschermingsgebied en intrekgebied**

Het *grondwaterbeschermingsgebied* is meestal vastgesteld op basis van een berekende verblijftijd van een waterdeeltje in het bepompte pakket van 25 jaar. Het verticale transport van dit waterdeeltje is niet meegerekend. Deze contour is vervolgens 'vertaald' naar logische kenmerken in het landschap (wegen, perceelgrenzen etc.). Deze uiteindelijke contour vormt het uitgangspunt voor het beschermingsbeleid. Qua omvang moet worden gedacht aan een gebied van enkele tot enkele tientallen vierkante kilometer (5-100).

Voor zeer kwetsbare winningen is in een aantal provincies ook een 100-jaarszone als grondwaterbeschermingsgebied aangemerkt. Deze contour komt grotendeels overeen met *het intrekgebied* van de winning en wordt berekend als de contour van waterdeeltjes met een verblijftijd vanaf het maaiveld tot aan de onttrekkingsputten. In deze zone is het verticaal transport dus wel meegerekend.

### 1.3 Opzet van dit rapport

Dit rapport gaat in op de belangrijkste bevindingen van Van Loon (2012) in relatie tot de huidige wetenschappelijke inzichten en benoemt kennishiaten.

De volgende onderwerpen komen aan bod:

- de bevindingen van Van Loon (2012);
- de effecten van vermesting op de kwaliteit van grondwater als bron voor drinkwater;
- de effecten van nitraatbelasting die al onderweg is naar de pompputten voor drinkwaterwinning;
- de verwachte nitraatconcentraties onder toekomstig beleid;
- discussie;
- kennishiaten;
- conclusies.

## 2 Overzicht literatuuronderzoek

### 2.1 Effecten van vermesting op de kwaliteit van grondwater als bron voor drinkwater

Een overvloed aan Nederlandse en internationale publicaties laat zien dat het mestgebruik in de agrarische sector de dominante oorzaak is van verhoogde nitraatconcentraties in het grondwater in gebieden met intensieve landbouw en kan leiden tot overschrijding van de drinkwaternorm van 50 mg/l nitraat in nabijgelegen pompputten voor drinkwaterwinning (onder andere Van Duijvenbouden *et al.*, 1989, Baumann *et al.*, 2012; Hansen *et al.*, 1991; Mendizabal, 2011; Steenvoorden *et al.*, 1997; van Beek *et al.*, 2002; Van Drecht, 1993; Van der Grift en Broers, 2005; Zhang *et al.*, 2009 en 2012). Dit inzicht vormde de basis van de Europese Nitraatrichtlijn (EU, 1991) die als doel heeft de waterverontreiniging door nitraat uit de landbouw te verminderen en verdere verontreiniging te voorkomen.

Vermesting uit zich niet alleen in een toename van de concentratie nitraat in het grondwater, maar kan tevens – direct of indirect – leiden tot een toename van de hardheid (de som van calcium en magnesium) in het infiltrerende grondwater en verhoogde concentraties van veel andere stoffen als sulfaat, kalium, chloride en van sporenmatalen, zoals zink en koper. Dit is beschreven door onder meer Van Helvoort *et al.* (2000), Schipper *et al.* (2000), Van Beek *et al.* (2002), Broers *et al.* (2004), Mendizabal (2011), Visser *et al.* (2009) en Zhang (2013). Door de interactie tussen nitraat en de bodemmatrix kunnen met name de volgende stoffen vrijkomen in het grondwater: sulfaat, waterstofcarbonaat, calcium, magnesium en sporenelementen als arseen, kobalt, nikkel en zink. De aard van deze beïnvloeding is afhankelijk van de aanwezigheid van reactieve bestanddelen in de bodemmatrix, zoals ijzersulfiden (pyriet), sideriet, organisch materiaal en kalk. Zo resulteert vermesting bij een aantal winningen in hoge concentraties nitraat. Op andere locaties leidt het juist tot hoge concentraties sulfaat of een hoge hardheid. Deze verschillen zijn alleen te duiden als ook rekening wordt gehouden met de eigenschappen van de doorstroomde bodem. Samenvattend hangt de mate van beïnvloeding van het onttrokken grondwater voor drinkwaterwinning af van:

- de (historische) intensiteit van het landgebruik in het intrekgebied (bijvoorbeeld intensieve landbouw versus extensieve landbouw of natuur);
- de leeftijdsopbouw van het onttrokken grondwater;
- de geochemische eigenschappen (reactiviteit) van de ondergrond.

Het bovengrondse ruimtebeslag van grondwaterbeschermingsgebieden bedraagt ongeveer drie procent van het totaal landoppervlak van Nederland. Een belangrijk deel van deze grondwaterbeschermingsgebieden is in gebruik als agrarisch gebied, namelijk circa 45%. Het aandeel natuurgebied bedraagt circa 34% en overig landgebruik circa 21%. Van Beek *et al.* (2002) heeft voor kwetsbare grondwaterwinningen de bijdrage van vermesting aan de veranderingen in chemische samenstelling van het door de drinkwaterbedrijven onttrokken grondwater niet alleen kwalitatief beschreven, maar ook gekwantificeerd. Hierbij is tevens rekening gehouden met verdroging en verzuring, aangezien de genoemde veranderingen in grondwaterkwaliteit ook hierdoor kunnen ontstaan.

Omdat landgebruik, leeftijdsopbouw van het onttrokken grondwater en geochemische eigenschappen van de ondergrond regionaal variëren, heeft Van Beek *et al.* (2002, 2005) de winningen ingedeeld in verschillende groepen met bijbehorende geohydrochemische typering. De hoofdconclusies voor de circa tachtig kwetsbare grondwaterwinningen in de Nederlandse zandregio (exclusief de duin- en lössgebieden) waren:

- Vermesting levert de grootste bijdrage aan de aanwezigheid van nitraat in het onttrokken grondwater.
- Bij winningen met aanwezigheid van pyriet in de ondergrond levert vermisting eveneens de grootste bijdrage aan de toegenomen concentraties sulfaat en toegenomen hardheid van het onttrokken grondwater sinds de ingebruikname van de winningen. Een uitzondering vormt een zevental winningen in Oost-Nederland in de groep 'kleine stuwwallen', waar verdroging de grootste bijdrage levert aan de concentraties sulfaat en de hardheid van het onttrokken grondwater. Onder invloed van landbouwkundige ontwatering is hier de grondwaterstand gedaald, waardoor in de droogvallende zone aanwezig pyriet door luchtzuurstof en nitraat kan worden geoxideerd. Ook grondwateronttrekking ten behoeve van de openbare drinkwatervoorziening draagt bij aan de verlaging van de grondwaterstand.
- Bij winningen met kalkloze omstandigheden in de ondergrond is alle toegenomen hardheid sinds de ingebruikname van de winningen afkomstig van de landbouw.
- Bij winningen met kalk in de ondergrond levert vermisting de grootste bijdrage aan de toegenomen hardheid sinds de ingebruikname van de winningen.
- Bij winningen met aanwezigheid van pyriet in de ondergrond in combinatie met kalkloze omstandigheden wordt de aanwezigheid van nikkel in het onttrokken grondwater volledig toegeschreven aan vermisting.

## **2.2 Effecten nitraatbelasting die al onderweg is naar de pompputten voor drinkwaterwinning**

Dankzij het aangescherpte mestbeleid in het kader van de Europese Nitraatrichtlijn zijn de nitraatconcentraties in het water dat uitspoelt uit de wortelzone van landbouwpercelen tussen 1992 en 2010 sterk gedaald. Vooral in de zandregio is dit het geval: hier daalde de gemiddelde concentratie van 140 naar 60 mg/l (Baumann *et al.*, 2012). Nitraatconcentraties verschillen echter binnen de zandregio; ze zijn circa een factor 2 hoger in het gebied Zand zuid dan in de gebieden Zand midden en Zand noord (Baumann *et al.*, 2012; Van Loon, 2012). Ook zijn nitraatconcentraties op drogere zandgronden hoger dan op nattere zandgronden (Van Loon, 2012; Boumans en Fraters, 2011).

Mendizabal (2011) laat zien dat de verminderde nitraatbelasting van de afgelopen decennia zich vooralsnog in een zeer beperkt aantal ondiepe puttenvelden van drinkwaterwinningen manifesteert, omdat de meeste puttenvelden langere reistijden en meer menging met ouder grondwater kennen.

Zoals onder meer Wuijts en Versteegh (2013) constateren, vergt het nader onderzoek om de vraag te beantwoorden hoe en op welke termijn de door Baumann *et al.* (2012) beschreven daling in het bovenste grondwater zich in de pompputten zal manifesteren en of deze voldoende zal zijn om het grondwater in de pompputten aan de nitraatnorm te laten voldoen.

Om de effecten van de dalende stikstofbelasting vanuit de landbouw voor de kwaliteit van grondwater als bron voor drinkwater in beeld te brengen en te voorspellen zijn de afgelopen jaren verschillende meet- en modelstudies verschenen (onder andere Van den Brink, 2012; Broers *et al.*, 2012; Vink, 2007, De Jonge *et al.*, 2007). Voor een vijftal winningen is op deze manier doorgerekend wat de te verwachten effecten van de sinds de jaren 1990 verminderde nitraatbelasting zijn voor de concentraties nitraat, sulfaat en hardheid van het ruwwater. Hieruit komt naar voren dat bij enkele winningen de komende decennia een daling en/of stabilisatie van hardheid en van nitraat- en sulfaatconcentraties in het onttrokken grondwater wordt verwacht. Er zijn echter aanzienlijke verschillen tussen de winningen en de termijn waarop effecten te verwachten zijn. Zo zijn er ook winningen waar de concentraties nitraat en sulfaat nog toenemen. Als een van de mogelijke verklaringen wordt genoemd een toename van meststromen vanuit landbouwgebieden in het zuiden van het land naar de regio's midden en noord (Broers *et al.*, 2012; Roelsma *et al.*, 2011).

### 2.3 Verwachte nitraatconcentraties onder toekomstig beleid

Groenendijk *et al.* (2012) verwacht dat het mestbeleid voor de periode 2010 tot 2014 (vierde Nederlandse Actieprogramma Nitraatrichtlijn (Vierde AP) ertoe zal leiden dat in 2027 de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van landbouwgebieden in de zandregio als geheel gemiddeld 50 mg/l zal bedragen. Echter, in het zuidelijk zandgebied en in gebieden met droge zandgronden worden gemiddelde nitraatconcentraties verwacht die ook in de periode 2016-2030 nog de norm van 50 mg/l zullen overschrijden.

Het vijfde Nederlandse Actieprogramma Nitraatrichtlijn (Vijfde AP, concept 30-8-2013) omvat de hoofdlijnen van het Nederlandse mestbeleid voor de periode 2014-2017. Hierin is een aanscherping voor het zuidelijk zand- en lössgebied voorzien. De voorspelde nitraatconcentratie onder het landbouwareaal van het zuidelijk zand- en lössgebied kan door een combinatie van maatregelen vrijwel op de normconcentratie van 50 mg/l uitkomen (verhoging van de NWC [stikstofwerkingscoëfficiënt] van veelgebruikte organische mestsoorten van zeventig naar tachtig procent en een verlaging van de N-gebruiksnorm van uitspoelingsgevoelige akker- en tuinbouwgewassen en maïs met twintig procent). Deze verlaging van de N-gebruiksnorm kost circa zes procent en gemiddeld zeven procent opbrengst bij, respectievelijk, maïs en de uitspoelingsgevoelige akker- en tuinbouwgewassen.

Bij bovenstaande modelverkenningen is per zandgebied (noord, midden, zuid, löss) uitgegaan van het gemiddelde regionale bouwplan en de gemiddelde ratio tussen grondwatertrappen (Gt), dus alsof op ieder bedrijf precies dezelfde Gt-klassenverdeling aanwezig is en precies dezelfde gewassen verbouwd worden.

Per zandgebied wordt dan, gemiddeld genomen, ongeveer de nitraatnorm gehaald. Als er binnen intrekgebieden voor drinkwaterwinning meer dan gemiddeld droge zandgronden voorkomen en er meer dan gemiddeld uitspoelingsgevoelige gewassen worden verbouwd, zal ook bij volledige uitvoering van het vijfde AP toch normoverschrijding plaatsvinden in het landbouwdeel van het intrekgebied (mondelijke informatie J.J. Schröder, WUR). De stikstofgebruiksnormen zijn in die gevallen te hoog om een maximale concentratie van 50 mg/l nitraat in het uitspoelingswater (ondiep grondwater) te kunnen realiseren.

## 3 Discussie

### 3.1 Duurzame drinkwaterwinning in relatie tot normoverschrijding

Van Loon (2012) stelt dat een voldoende kwaliteit van grondwater, bedoeld voor menselijke consumptie, op de lange termijn alleen is gegarandeerd indien de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie van intrekgebieden<sup>2</sup> gelijk is aan, of lager is dan, de normstelling voor nitraat. Zoals eerder opgemerkt zal de snelheid waarmee en de mate waarin deze veranderingen in het ruwwater merkbaar zullen zijn per type winning variëren. Er zijn winningen waar op dit moment al een daling optreedt, maar er zijn ook winningen waar nitraatconcentraties nog toenemen. Hierbij is tevens de eis vanuit de Kaderrichtlijn Water (KRW artikel 7, lid 2 en 3) relevant, die stelt dat de kwaliteit van het onttrokken water niet achteruit mag gaan en op termijn moet verbeteren en daarnaast op het onttrekkingspunt moet voldoen aan de drinkwaterdoelstellingen. Dit is afhankelijk van gebiedsspecifieke verschillen in (historische) belasting en landgebruik, leeftijdsopbouw van het onttrokken grondwater en geochemische reactiviteit van de ondergrond ter plaatse. Informatie over deze gebiedsspecifieke omstandigheden is momenteel niet voor alle winningen voorhanden.

Bij winningen waar nitraatconcentraties in het bovenste grondwater nog toenemen, kan mogelijk ook overbemesting een rol spelen. In dit verband vormt ook het naleefgedrag van de mestwetgeving een aandachtspunt. De omvang van het niet naleven van de regelgeving en mogelijke effecten hiervan zijn momenteel niet goed in beeld.

Bij een daling van de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van intrekgebieden naar 50 mg/l zullen ook de mogelijke neveneffecten zoals verhoogde hardheid en verhoogde sulfaat- en nikkelconcentraties afnemen. Er zijn echter situaties mogelijk waarbij verhoogde hardheid, verhoogde sulfaat- en nikkelconcentraties en zelfs normoverschrijdingen kunnen optreden ten gevolge van andere bronnen dan vermesting, zoals natuurlijke oorzaken, de invloed van stedelijk gebied (hardheid) of verzuring (nikkel). Dit hangt af van gebiedsspecifieke omstandigheden.

Het valt tevens niet uit te sluiten dat bij sommige winningen de reeds ingezette daling van nitraatconcentraties in het bovenste grondwater ook voldoende zal zijn, bijvoorbeeld in het geval dat de ondergrond ter plaatse een hoeveelheid organisch materiaal bevat die leidt tot een extra afname van de nitraatconcentratie, alsmede mogelijk enige toename van de hardheid. Zoals Broers *et al.* (2004) en Van der Aa *et al.* (2003) beschrijven, heeft dit een afname van de denitrificatiecapaciteit van de ondergrond tot gevolg en is in die zin niet duurzaam. Het ontbreekt momenteel echter aan systematische kennis over de grootte van deze denitrificatiecapaciteit van de Nederlandse ondergrond op regionale schaal.

<sup>2</sup> Hiermee wordt bedoeld gemiddeld over het intrekgebied, gewogen naar grondwateraanvulling

### 3.2 Kennishiaten

Bij het uitvoeren van dit onderzoek zijn de volgende kennishiaten geconstateerd:

- Wat zijn de toekomstige nitraatconcentraties in het bovenste grondwater van intrekgebieden van drinkwaterwinningen, rekening houdend met bodemtype en landgebruik en met de aanname dat wordt voldaan aan de stikstofgebruiksnormen conform de inzet voor het vijfde Nitraatactieprogramma? In welke mate zullen nog steeds normoverschrijdingen voor nitraat in het bovenste grondwater optreden en wat zijn mogelijk aanvullende maatregelen, alsmede de haalbaarheid en consequenties hiervan?
- Hoe is het naleefgedrag van de mestwetgeving? Wat is de omvang van het niet naleven van de regelgeving en wat zijn mogelijke effecten hiervan?
- Op welke wijze zal de huidige golf van verontreiniging die al onderweg is zich manifesteren in het diepere grondwater dat wordt opgepompt voor drinkwaterwinning? Is hiermee een voldoende kwaliteit van grondwater bedoeld voor menselijke consumptie gegarandeerd en zo ja, op welke termijn (inclusief andere stoffen dan nitraat), of zijn er aanvullende maatregelen nodig? Dit zou gebiedsgericht voor het betreffende intrekgebied moeten worden onderzocht, rekening houdend met reeds geplande maatregelen (zoals vermeld in de gebiedsdossiers), de combinatie van historische maar ook toekomstige nitraatbelasting, landgebruik, leeftijdsopbouw van het onttrokken grondwater en geochemische reactiviteit van de ondergrond ter plaatse. Het ontbreekt momenteel aan systematische kennis over deze gebiedsspecifieke omstandigheden voor veel drinkwaterwinningen, hoewel de benodigde methoden en technieken inmiddels beschikbaar zijn.



## 4 Conclusies

Concluderend worden in dit rapport de bovengenoemde bevindingen van Van Loon (2012) onderschreven, namelijk:

- Het mestgebruik in de agrarische sector is de dominante oorzaak van verhoogde nitraatconcentraties in het grondwater in gebieden met intensieve landbouw.
- In een aantal pompputten voor drinkwaterwinning wordt hierdoor de drinkwaternorm van 50 mg/l nitraat overschreden.
- Vermesting kan direct of indirect via interactie met de bodemmatrix ook leiden tot een toename van concentraties sulfaat, waterstofcarbonaat, calcium, magnesium (samen hardheid) en sporenelementen, zoals arseen, kobalt, nikkel en zink. Deze veranderingen kunnen voor een deel ook worden veroorzaakt door verdroging en verzuring, afhankelijk van landgebruik en fysisch-geografische regio.
- Indien de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie van intrekgebieden gelijk is aan, of lager is dan, de normstelling voor nitraat, is op termijn een voldoende kwaliteit van grondwater bedoeld voor menselijke consumptie met betrekking tot vermisting gerelateerde stoffen gegarandeerd.
- De stikstofgebruiksnormen volgens het vierde AP kunnen in intrekgebieden voor drinkwaterwinning met droge zandgronden en uitspoelingsgevoelige gewassen toch leiden tot normoverschrijdingen voor nitraat in het bovenste grondwater. De stikstofgebruiksnormen zijn in die gevallen te hoog om een maximale concentratie van 50 mg/l nitraat in het uitspoelingswater (ondiep grondwater) te kunnen realiseren.

In aanvulling op de bevindingen van Van Loon (2012) wordt het volgende geconcludeerd:

- Ondanks dat het mestbeleid volgens het vijfde AP er naar verwachting op termijn toe zal leiden dat de nitraatconcentratie in de zandregio *gemiddeld* 50 mg/l zal bedragen, is de verwachting dat in intrekgebieden voor drinkwaterwinning met droge zandgronden en uitspoelingsgevoelige gewassen in het bovenste grondwater toch normoverschrijdingen voor nitraat zullen optreden. De stikstofgebruiksnormen zijn in die gevallen te hoog om een maximale concentratie van 50 mg/l nitraat in het uitspoelingswater (ondiep grondwater) te kunnen realiseren.
- Hoe en op welke termijn de sinds de jaren 1990 ingezette daling van de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater zich in de pompputten zal manifesteren en of deze ook voldoende zal zijn om het grondwater in de pompputten aan de nitraatnorm te laten voldoen, is voor de meeste winningen onbekend en zal verschillen per individuele winning.
- Bij een daling van de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater zullen ook de mogelijke neveneffecten afnemen. Er zijn echter lokale omstandigheden mogelijk waarbij verhoogde hardheid, verhoogde sulfaat- en nikkelconcentraties en zelfs normoverschrijdingen kunnen optreden ten gevolge van andere bronnen dan vermisting, zoals bijvoorbeeld natuurlijke oorzaken, de invloed van stedelijk gebied of verzuring.

## 5 Literatuur

- Baumann *et al.* (2012). 'Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland, periode 1992-2010.' *RIVM rapport* 680716007/2012.
- Boumans, L.J.M., en B. Fraters (2011). 'Nitratconcentraties in het bovenste grondwater van de zandregio en de invloed van het mestbeleid: Visualisatie afname in de periode 1992 tot 2009.' *RIVM Rapport* 680717020/2011.
- Broers, H.P., J. Griffioen, W.J. Willems en B. Fraters (2004). 'Naar een andere toetsdiepte voor nitraat in grondwater? Achtergronddocument voor de Evaluatie Meststoffenwet 2004.' *TNO-rapport* NITG 04-066-A.
- Broers, H.P., R. Heerdink, A. Visser en A. Marsman (2012). 'Aquatempo: grondwaterdatering voor waterwinningen.' *TNO-rapport* 2012-R10374.
- De Jonge, M., V. Lagendijk, K.J. Raat en C. Vink (2007). 'Testcase Respond. Goor, Herikerberg, Holten.' *Rapport Vitens Watertechnologie*.
- Europese Unie (1991) 'Richtlijn 91/676/EEC van de Raad van 12 december 1991 inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen.' *Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen*, nr. L375: 1-8.
- Groenendijk, P., L.V. Renaud, O.F. Schoumans, H.H. Luesink, T.J. de Koeijer en G. Kruseman (2012). 'MAMBO- en STONE-resultaten van rekenvarianten. Evaluatie Meststoffenwet 2012: eindrapport ex-ante.' Wageningen, Alterra, *Alterra-rapport* 2317. 138 blz.; 48 fig.; 23 tab.; 37 ref.
- Hansen, S., H.E. Jensen, N.E. Nielsen en H. Svendsen (1991). 'Simulation of the nitrogen dynamics and biomass production in winter wheat using the Danish simulation model DAISY.' *Fertiliser Research* 27: 245-259.
- Mendizabal, I. (2011). *Public supply well fields as a valuable groundwater quality monitoring network*. Dissertatie, Universiteit van Amsterdam.
- Roelsma, J., B. van der Grift, H.M. Mulder en T.P. van Tol-Leenders (2011). 'Nutriëntenhuishouding in de bodem en het oppervlaktewater van de Drentse Aa. Bronnen, routes en sturingsmogelijkheden.' *Alterra-rapport* 2218, ISSN 1566-7197. Reeks Monitoring Stroomgebieden 25-I.
- Schipper, P., P.J. Helvoort, C. Appelo en H.P. Broers (2000). 'Zware metalen in het grondwater: pyrietoxidatie en desorptie. 2. Geochemisch modelonderzoek Oostrum.' *H2O* 24: 19-22.
- Steenvoorden, J.H.A.M., C.W.J. Roest en P.C.M. Boers (1997). 'Simulation of nutrient losses to groundwaters and surface waters in The Netherlands. Freshwater Contamination (Proceedings of Rabat Symposium S4, April-May 1997).' *IAHS Publ.* No. 243, Wallingford, Oxfordshire, UK, 392 pp.

- Van Beek, C.G.E.M., J.G.R. Beemster, L. Bernhardt, J.W.N.M. Kappelhof, C. Vink en J.H.C Mülschlegel (2002). 'Verresting en grondwaterwinning, Invloed van meststoffen uit de landbouw op de kwaliteit van grondwater opgepompt door waterleidingbedrijven.' *KWR rapport*. KOA 01.116.
- Van Beek, K., G. van den Berg en P. Heslen (2005). 'Geohydrochemische typologie als hulpmiddel bij grondwaterkwaliteitsbeheer.' *Bodem* 5: 178-181.
- Van den Brink, C. (2012). *Land use and groundwater quality – How technical instrumentation and scientific knowledge can support groundwater planning*. Dissertatie, Universiteit Utrecht, ISBN 978-90-6266-262-3.
- Van der Aa, M., K. Verloop, J. Griffioen en H.P. Broers (2003). 'Omzetting van nitraat in de ondergrond; kunnen we daarop vertrouwen? - Discussie naar aanleiding van waarnemingen op proefboerderij De Marke.' *Bodem* (13) nr. 5.
- Van der Grift, B., en H.P. Broers (2005). 'Kwaliteit van de bodem en het grondwater in 8 zeer kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden in Noord Brabant.' *TNO rapport*. NITG 05-133-A.
- Van Drecht, G. (1993). 'Modelling of regional scale nitrate leaching from agricultural soils, The Netherlands,' *Applied Geochemistry*, Suppl. Issue (2): 175-178.
- Van Duivenbode, W. (ed), G.P. Beugelink, L.J.M. Boumans, W. van Duivenbode, H.A.C. Denier van der Gon, G. van Drecht, A.M. van Dijk-Looygaard, A.A.M. Kusse, P. Lagas, A.M.A. van der Linden, J.H.C. Mülschlegel, A.A. Peeters en H. Prins (1989). 'De kwaliteit van het grondwater in Nederland.' *RIVM rapport* 728820001.
- Van Helvoort, P.J., H.P. Broers, P. Schipper en C. Appelo (2000). 'Zware metalen in het grondwater: pyrietoxidatie en desorptie. 1. Veld- en laboratoriumonderzoek Oostrum.' *H2O* 24: 15-18.
- Van Loon, A. (2012). 'De gevolgen van verresting voor drinkwaterwinning in beeld.' *BTO* 2012.221(s).
- Vijfde Nederlandse AP betreffende de Nitraatrichtlijn (2014 – 2017) (concept d.d. 30-8-2013) <http://www.rijksoverheid.nl/bestanden/documenten-en-publicaties/rapporten/2013/10/07/5e-n>
- Vink, C. (2007). 'Grondwaterkwaliteit Goor Herikerberg Holten. Aanvullende berekeningen Respond.' *Rapport Kiwa Water Research KWR* 07.091.
- Visser, A., H.P. Broers, R. Heerdink en M.F.P. Bierkens (2009). 'Trends in pollutant concentration in relation to time of recharge and reactive transport at the groundwater body scale.' *Journal of Hydrology* 369 (2009) 427-439.
- Wuijts, S., en J.F.M. Versteegh (2013). 'Bescherming drinkwaterbronnen in het nationaal beleid.' *RIVM rapport* 609715005/2013.
- Wuijts, S., J.J. Bogte, H.H.J. Dik, W.H.J. Verweij en N.G.F.M. van der Aa (*in press* 2014). 'Eindevaluatie gebiedsdossiers drinkwaterwinningen.' *RIVM Rapport* 270005001/2014.

Zhang, Y.-C., C.P. Slomp, H.P. Broers, H.F. Passier en P. van Cappellen (2009). 'Denitrification coupled to pyrite oxidation and changes in groundwater quality in a shallow sandy aquifer.' *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 73. 6716-6726.

Zhang, Y.-C., C.P. Slomp, H.P. Broers, B. Bostick, H.F. Passier, M.E. Böttcher, E.O. Omoregie, J.R. Lloyd, D.A. Polya en P. van Cappellen (2012). 'Isotopic and microbiological signatures of pyrite-driven denitrification in a sandy aquifer.' *Chemical Geology*. 300-301. 123-132.

Zhang, Y.-C., H. Prommer, H.P. Broers, C.P. Slomp, J. Greskowiak, B. van der Grift en P. van Cappellen (2013). 'Model-Based Integration and Analysis of Biogeochemical and Isotopic Dynamics in a Nitrate-Polluted Pyritic Aquifer.' *Environmental Science and Technology*. 47. 10415-10422.



**RIVM**

*De zorg voor morgen begint vandaag*