



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu

*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Effecten van het landelijk mestbeleid op de grondwaterkwaliteit in grondwaterbeschermingsgebieden

RIVM Rapport 2016-0199

J. Claessens et al.



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

Effecten van het landelijk mestbeleid op de grondwaterkwaliteit in grondwaterbeschermingsgebieden

RIVM Rapport 2016-0199

Colofon

© RIVM 2017

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.

J. Claessens (auteur), RIVM
N.G.F.M. van der Aa (auteur), RIVM
P. Groenendijk (auteur), Alterra
L. Renaud (auteur), Alterra

Contact:
Jacqueline Claessens
jacqueline.claessens@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van ministerie van Economische Zaken, in het kader van het project vermessing bij kwetsbare winningen (M/350003/01/AA)

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Effecten van het landelijk mestbeleid op de grondwaterkwaliteit in grondwaterbeschermingsgebieden

Het 5^{de} Nitraatactieprogramma (2014-2017) is er onder andere op gericht om de kwaliteit van het grondwater wat nitraat betreft te verbeteren. De bestaande norm voor deze stof (50 milligram per liter) wordt niet gehaald in sommige gebieden waar grondwater voor de drinkwaterbereiding wordt gewonnen, de zogeheten grondwaterbeschermingsgebieden. Dat komt doordat nitraat sneller wegspoelt naar het grondwater als deze gebieden droge zandgronden hebben en gewassen die na de oogst in verhouding veel stikstof achterlaten in de bodem. Het RIVM en Alterra hebben daarom berekend hoe groot het effect is van het landelijke mestbeleid op de kwaliteit van het bovenste grondwater in deze gebieden, voor de periode 2010-2014 en in de toekomst (2026-2030). Deze informatie wordt gebruikt bij de voorbereidingen op het 6^{de} Nitraatactieprogramma.

Uit de berekeningen blijkt dat de norm (50 mg/l) tussen 2010-2014 in een kwart van de onderzochte grondwaterbeschermingsgebieden wordt overschreden. Door het huidige mestbeleid wordt de situatie in de toekomst beter en daalt dit aantal tussen 2026 en 2030 naar 7 procent. In een kwart van de andere grondwaterbeschermingsgebieden voldoet de nitraatconcentratie net aan de norm in de periode tussen 2010 en 2014. Naar de toekomst blijft deze situatie hetzelfde. Het aantal winningen met een nitraatconcentratie lager dan 25 mg/l is 18 %. Dit is de streefwaarde voor nitraat, die de drinkwaterbedrijven in hun interne bedrijfsvoering hanteren. Naar de toekomst toe stijgt dit aantal naar 24 %. Daarnaast geeft het onderzoek specifiek inzicht in de situatie bij grondwaterbeschermingsgebieden waarvan problemen in de ondergrond op de diepte van de winputten bekend zijn.

Vanwege onzekerheden in de berekeningen zijn deze resultaten slechts een indicatie van de omvang van de problematiek in de grondwaterbeschermingsgebieden. De informatie in het huidige onderzoek helpt bij het onderbouwen en nemen van maatregelen, hetzij landelijk hetzij lokaal, om te komen tot een duurzame drinkwaterwinning. Vanwege de lokale verschillen is het van belang een toekomstverwachting altijd specifiek per winning te onderzoeken. Ook is het zaak hierbij zoveel mogelijk aan te sluiten bij lopende trajecten, zoals de Europese Kaderrichtlijn Water en de nationale Delta-aanpak Waterkwaliteit.

Kernwoorden: nitraat, grondwaterbeschermingsgebieden, drinkwaterwinning, mestbeleid, zandgronden, Nitraatactieprogramma, gebiedsdossiers.

Synopsis

Effects of the national manure policy on the groundwater quality in groundwater protection areas

The 5th Nitrate Action Programme (2014-2017) aims, among other things, to improve the quality of the groundwater with respect to nitrate. The existing standard for this substance (50 mg/L) is not met in some areas where groundwater is used for the production of drinking water, the so-called groundwater protection areas. This is due to the fact that nitrate diffuses into the groundwater more quickly in areas of dry sandy soil in combination with crops that leave relatively large quantities of nitrogen behind in the soil after the harvest. RIVM and Alterra have therefore calculated the impact of the national manure policy on the quality of the uppermost groundwater in these areas for 2010-2014 and for the future (2026-2030). This information will be used in preparation for the 6th Nitrate Action Programme.

The calculations show that, for the 2010-2014 period, the standard is exceeded in 25% of the groundwater protection areas investigated. The present manure policy will lead to an improvement in the future situation, and the percentage will be reduced to 7% for the 2026-2030 period. For the 2010-2014 period, the nitrate concentration in one quarter of the other groundwater protection areas complies with the standard but only barely so. This situation will not improve in the future. In addition, the study provides specific insights into the situation in groundwater protection areas that are known to have problems in the subsoil at the depth of the production wells.

Due to uncertainties in the calculations, these results provide only an indication of the scale of the problems in the groundwater protection areas. The information from the present study helps to provide a basis for potential measures and their implementation, both on a local or national level, in order to realise a sustainable system for drinking water production. Due to local differences, it's important to ensure that studies resulting in prognoses for the future are always carried out per specific production area. Any such studies should also be coordinated, insofar as possible, with current programmes/guidelines, such as the European Water Framework Directive and the national Delta Water Quality Action Programme.

Key words: Nitrate, groundwater protection areas, drinking water production, manure policy, sandy soils, Nitrate Action Programme, area files.

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 15

- 1.1 Achtergrond — 15
- 1.2 Doelstelling en fasering — 16
- 1.3 Afbakening — 16
- 1.4 Leeswijzer — 17

2 Aanpak — 19

- 2.1 Toelichting selectie van winningen — 19
- 2.2 Het berekenen van gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties op basis van generiek beleid — 24
 - 2.2.1 Inventarisatie landgebruik (L), bodemtype (B) en grondwatertrap (G) in de gebieden — 24
 - 2.2.2 Koppeling van L-B-G-combinaties met STONE-plots — 25
 - 2.2.3 Berekening van de gemiddelde nitraatconcentraties in grondwater en percentielwaarden — 26
 - 2.2.4 Afzonderlijke berekening van nitraatconcentraties in bodemvocht van wingebeden in de Lössregio — 27
 - 2.2.5 Varianten — 27
- 2.3 In beeld brengen gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties van de winningen — 31
 - 2.3.1 Analyse trendlijnen — 31
 - 2.3.2 Vergelijking van de modelresultaten met getallen afgeleid van het LMM — 32

3 Resultaten — 33

- 3.1 Classificering van de winningen — 33
 - 3.1.1 Ruimtelijke verdeling van de (mogelijke) probleemwinningen — 34
- 3.2 Vergelijking van de modelresultaten met getallen berekend door Van Loon en Fraters (2016) — 39
- 3.3 Vergelijking met gebiedsdossiers — 41
 - 3.3.1 Winningen waar een van de stoffen nitraat, sulfaat of nikkel een (potentiële) probleemstof vormt — 41
 - 3.3.2 Winningen waar nitraat een (potentiële) probleemstof vormt — 43
- 3.4 Effecten van combinaties van landgebruik en grondwaterstanden voor de winning Breehei — 44

4 Discussie — 49

- 4.1 Onzekerheden van de modelberekeningen — 49
 - 4.1.1 Grondwaterbeschermingsgebieden versus intrekgebieden — 51
- 4.2 Overige aan mest gerelateerde stoffen en effecten op de kwaliteit van grondwater als bron voor drinkwater — 52
- 4.3 Regionaal beleid — 54
- 4.4 Naleefgedrag mestwetgeving — 54

5 Conclusies en mogelijke vervolgstappen — 55

- 5.1 Conclusies — 55
 - 5.1.1 Alle beschouwde grondwaterbeschermingsgebieden op de Nederlandse zand- en lössgronden — 55

- 5.1.2 Onzekerheden in de modelberekeningen — 56
- 5.1.3 Handelingsperspectief — 57
- 5.2 Mogelijke vervolgstappen — 58
- 5.2.1 Analysegevoelige combinaties landgebruik en bodemtype ter onderbouwing van maatregelen bij probleemwinningen — 58
- 5.2.2 Vergelijking modelresultaten met metingen — 58
- 5.2.3 Voor de probleemwinningen in beeld brengen hoe de nitraatverontreiniging zich zal manifesteren in het diepere grondwater van de winputten — 58

6 Literatuurlijst — 59

Bijlage 1: Kaart ligging geselecteerde winningen — 61

Bijlage 2: Provinciale milieubeschermingsgebieden voor drinkwater — 63

Bijlage 3: Gebiedsgemiddelde concentraties op basis van STONEberekeningen voor de periode 2010-2014 en toekomstig beleid (2026-2030) voor scenario A, B en C. — 66

Samenvatting

Achtergrond

Het 5^{de} Nitraatactieprogramma (2014-2017) heeft de stikstofgebruiksnormen op zandgrond aangescherpt, zodat ook binnen deze Zandregio verbetering van de gemiddelde grondwaterkwaliteit gerealiseerd wordt, richting de 50 mg/l in het bovenste grondwater. In grondwaterbeschermingsgebieden in de Zandregio met droge zandgronden en uitspoelingsgevoelige teelten is het echter de verwachting dat normoverschrijdingen voor nitraat zullen optreden in het bovenste grondwater. Het ministerie van EZ en het ministerie van IenM hebben het RIVM en Alterra daarom gevraagd te onderzoeken hoe groot het effect is van het generieke mestbeleid op de kwaliteit van het bovenste grondwater in deze gebieden. Deze informatie wordt gebruikt bij de voorbereidingen voor het 6^{de} Nitraatactieprogramma.

Doel van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek is het met modelberekeningen in beeld brengen van de drinkwaterwinningen waar de gebiedsgemiddelde concentratie van nitraat in het bovenste grondwater van het grondwaterbeschermingsgebied de norm van 50 mg/l overschrijdt, uitgaande van het generieke beleid. Hierbij wordt de periode 2010-2014 vergeleken met de toekomst (2026-2030). Voor de toekomst worden de drie mogelijke beleidsvarianten beschouwd, die worden gebruikt in het kader van de Evaluatie Meststoffenwet.

Werkwijze

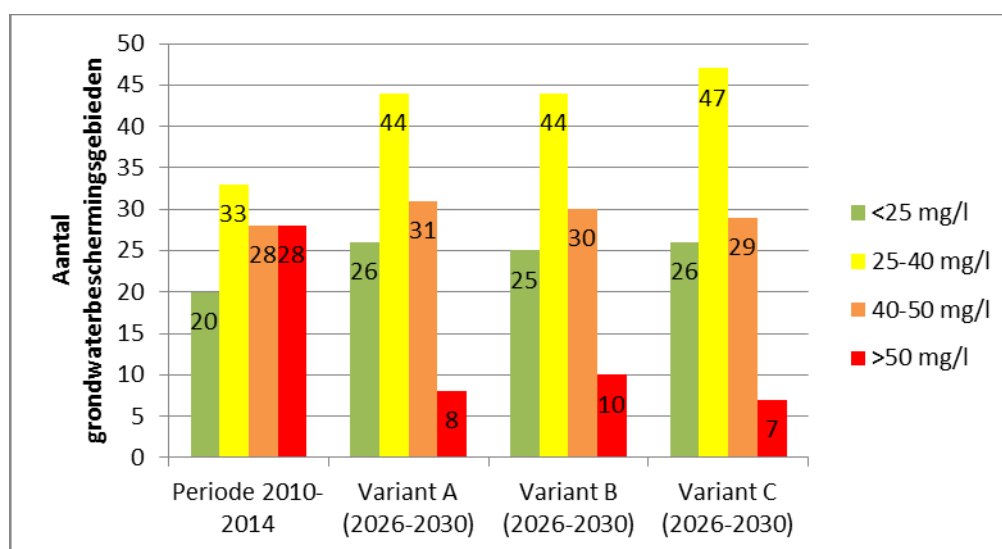
Er is uitgegaan van 109 grondwaterbeschermingsgebieden die zijn gelegen op de Nederlandse zandgronden en in de Lössregio. Dit bedraagt iets meer dan de helft van de in totaal circa 200 winningen in Nederland waar grondwater wordt gebruikt voor de productie van drinkwater. Andere grondwaterwinningen zijn bijvoorbeeld winningen in het rivierengebied of in de duingebieden.

Voor ieder grondwaterbeschermingsgebied zijn gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties in het bovenste grondwater uitgerekend voor de periode 1986 tot 2030. De nitraatconcentraties zijn bepaald door het koppelen van de in de grondwaterbeschermingsgebieden voorkomende combinaties landgebruik-bodemtype-grondwaterstand aan STONE-plots waarvan de nitraatconcentraties bekend zijn. De onderscheiden landgebruikstypen zijn akkerbouw, mais, gras en natuur. De grondwaterbeschermingsgebieden zijn vervolgens geclassificeerd in gebieden met een gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie < 25 mg/l, 25-40 mg/l, 40-50 mg/l en > 50 mg/l.

Conclusies alle beschouwde winningen

Voor 28 (26%) van de in totaal 109 grondwaterbeschermingsgebieden bedraagt de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in de periode 2010-2014 meer dan 50 mg/l (Figuur 5 uit de hoofdttekst is hieronder toegevoegd). Voor 28 andere gebieden (26%) ligt de nitraatconcentratie tussen 40-50 mg/l en voor de overige 53 gebieden (48%) is de nitraatconcentratie lager dan 40 mg/l. Van deze 53 gebieden is voor 20 gebieden de nitraatconcentratie lager dan

25 mg/l. Voor de toekomstige situatie (2026-2030) zijn deze aantallen 8 gebieden (7%) met een concentratie > 50 mg/l, 31 gebieden (28%) met een nitraatconcentratie tussen 40 en 50 mg/l en 70 gebieden (64%) met een nitraatconcentratie < 40 mg/l voor variant A. Van deze 70 gebieden zijn er 26 gebieden met een nitraatconcentratie lager dan 25 mg/l. Beleidsvariant B en C geven een vergelijkbaar beeld. In variant B zijn er 10 gebieden met een nitraatconcentratie van meer dan 50 mg/l, 30 gebieden met concentraties tussen 40-50 mg/l en 69 gebieden met concentraties lager dan 40 mg/l. In variant C zijn er 7 gebieden met nitraatconcentraties van meer dan 50 mg/l, 29 gebieden met concentraties tussen 40-50 mg/l en 73 gebieden met concentraties lager dan 40 mg/l. Hoewel het aantal winningen met een normoverschrijding naar de toekomst afneemt, zijn er nog steeds een behoorlijk aantal winningen met een concentratie groter dan 25 mg/l. Dit is de streefwaarde voor nitraat, die de drinkwaterbedrijven in hun interne bedrijfsvoering hanteren.



Aantal grondwaterbeschermingsgebieden waarbij de gebiedsgemiddelde concentratie < 25, 25-40, 40-50 of > 50 mg/l is voor de periode 2010-2014 en de toekomstige situatie (2026-2030) van de drie beleidsvarianten (Deze figuur komt overeen met Figuur 5 uit de hoofdttekst).

De ruimtelijke verdeling van de grondwaterbeschermingsgebieden > 50 mg/l in het bovenste grondwater over Nederland, laat zien dat deze zich concentreren in Zuid-Nederland (provincies Noord-Brabant en Limburg). Ook in Gelderland, Drenthe en Overijssel komen ze voor, maar dit betreft een kleiner aantal. Voor de toekomstige situatie volgens beleidsvariant A liggen de 8 grondwaterbeschermingsgebieden met gemiddelde nitraatconcentraties in het bovenste grondwater van meer dan 50 mg/l, in de provincies Noord-Brabant en Limburg.

Relatie met probleemwinningen volgens de gebiedsdossiers

In het onderzoek is tevens een relatie gelegd met de gebiedsdossiers voor drinkwaterwinningen. In de gebiedsdossiers zijn de winningen in beeld gebracht met problemen met aan vermisting gerelateerde stoffen op de diepte van de winputten. In de gebiedsdossiers is gekeken naar de stoffen nitraat, sulfaat en nikkel die in verband worden gebracht met vermisting.

Uit de gebiedsdossiers blijkt dat bij 37 (19%) van de 192 beschouwde grondwaterwinningen één van de stoffen nitraat, sulfaat of nikkel een (potentiële) probleemstof is. Bij 21 (11%) van deze winningen vormt nitraat een (potentiële) probleemstof. Het onderhavige onderzoek brengt voor deze probleemwinningen in beeld wat de concentraties in het bovenste grondwater zijn voor de periode 2010-2014 en naar de toekomst. Deze winningen zijn een deelverzameling van de in deze studie beschouwde 109 grondwaterbeschermingsgebieden. De resultaten hiervan worden getoond in Figuur 12 en 13.

Discussie

De nitraatconcentraties op basis van de modelberekeningen vertonen een significante correlatie met de getallen zoals afgeleid op basis van LMM-data door Van Loon en Fraters (2016). Desondanks geven de resultaten van het huidige onderzoek, vanwege onzekerheden in de modelberekeningen, uitsluitend een indicatie van de omvang van de problematiek in grondwaterbeschermingsgebieden. De indeling in de verschillende klassen met nitraatconcentraties wordt in deze studie slechts gebruikt om een ordening aan te brengen. Hiermee is in beeld gebracht wat het te verwachten effect is van de verschillende beleidsvarianten in het generieke (landelijke) beleid ten opzichte van elkaar. Ondanks de verschillende aannames, uitgangspunten en gebruiksnormen voor de landbouwgronden in de Zand- en Lössregio worden voor variant A, B en C ongeveer dezelfde nitraatconcentraties voorspeld. Het effect van de generieke aanscherping van de gebruiksnormen voor dierlijke mest in Zand Zuid (5^{de} Actieprogramma nitraat ten opzichte van 4^{de} Actieprogramma) wordt gecompenseerd door een toename van de stikstofgebruiksruimte door het beschikbaar komen van mestscheidingsproducten. Daar waar eerst fosfaat limiterend was voor het gebruik van stikstof uit dierlijke mest, kan door het beschikbaar komen van de dunne fractie van dierlijke mest meer worden toegediend. Daarnaast berekent MAMBO een toename van het gebruik van stikstofkunstmest. Een eventuele overschrijding van de stikstofgebruiksnorm door de aanwending van stikstofkunstmest wordt niet gecontroleerd. Het effect van de aanscherping van de gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat voor specifieke bodem-gewascombinaties (variant C ten opzichte van variant B) wordt grotendeels tenietgedaan door een verschuiving in de toepassing van de verschillende soorten meststoffen.

In dit onderzoek zijn de grondwaterbeschermingsgebieden beoordeeld op basis van de nitraatconcentraties. Vermesting kan echter ook leiden tot een toename van de hardheid in het infiltrerende grondwater en tot verhoogde concentraties van veel andere stoffen, zoals sulfaat, kalium, chloride en van sporenmetalen als zink, nikkel en koper in het diepere grondwater. De concentraties in het bovenste grondwater zijn in dit onderzoek ook niet vertaald naar de concentraties bij de winputten. De mate waarin de kwaliteit van het grondwater in de winputten uiteindelijk wordt beïnvloed, hangt af van de (historische) intensiteit van het landgebruik in het intrekgebied, de leeftijdsopbouw van het onttrokken grondwater en de geochemische eigenschappen (reactiviteit) van de ondergrond. Hoe lager de nitraatbelasting in het recente grondwater van het grondwaterbeschermingsgebied, hoe sneller een daling ook

zichtbaar wordt in het gezamenlijk onttrokken grondwater van de verschillende winputten.

In het geval dat er in een gebied aanvullend regionale maatregelen worden genomen, zullen de concentraties lager zijn en geeft het huidige onderzoek een overschatting van de problematiek. Het niet naleven van gebruiksnormen en/of voorschriften zal aan de andere kant leiden tot hogere concentraties. Onzekerheden in de modelberekeningen worden met name veroorzaakt door het niet kunnen matchen van het stedelijk gebied met een STONE-plot, de veranderingen in het landgebruik in de toekomst, de onzekerheden met betrekking tot het klimaat en de gevolgen daarvan op de weerscorrectie, en de onzekerheden in de afwijkende analysemethode die is gehanteerd voor het lössgebied.

Handelingsperspectieven

In dit onderzoek zijn de effecten in beeld gebracht van het generieke beleid op de huidige en toekomstige nitraatconcentraties van het bovenste grondwater van grondwaterbeschermingsgebieden. Het geeft hiermee een verkenning van de omvang van de nitraatproblematiek bij drinkwaterwinningen op de Nederlandse zandgronden en in de Lössregio in de toekomst.

Het is de verwachting dat er sprake kan zijn van een duurzame drinkwaterwinning met betrekking tot aan vermesting gerelateerde stoffen als in het bovenste grondwater van het intrekgebied, waarvan het grondwaterbeschermingsgebied een benadering vormt, gemiddeld genomen wordt voldaan aan de nitraatnorm. Gezien de grote regionale verschillen dient een dergelijke verwachting echter altijd specifiek per grondwaterbeschermingsgebied te worden onderzocht en gemonitord.

Hoe en op welke termijn de sinds de jaren 1990 verminderde nitraatbelasting van het bovenste grondwater zich zal manifesteren in het grondwater op de diepte van de winputten, verschilt per grondwaterbeschermingsgebied. Dit zou aanleiding kunnen geven voor nader onderzoek in het kader van de gebiedsdossiers. Het onttrokken grondwater is een mengeling van grondwater van verschillende leeftijden. Hoe lager de nitraatbelasting in het recente grondwater van het grondwaterbeschermingsgebied, hoe sneller een daling ook zichtbaar wordt in het gezamenlijk onttrokken grondwater van de verschillende winputten.

De informatie in het huidige onderzoek helpt bij het onderbouwen en nemen van maatregelen om te komen tot een duurzame drinkwaterwinning. Het is hierbij van belang zoveel mogelijk aan te sluiten bij lopende projecten, zoals maatregelen in het kader van de Kaderrichtlijn Water en Delta-aanpak Waterkwaliteit. Ook is deze informatie behulpzaam bij het vormgeven van de maatregelen in de gebiedsdossiers.

Mogelijke vervolgstappen

Vervolgonderzoek kan uitwijzen hoe groot de relatieve bijdrage is van de meer gevoelige combinaties (bijvoorbeeld bouwland op droge zandgronden) of juist de minder gevoelige combinaties (bijvoorbeeld gras of natuur op vernatte gronden) en wat dit betekent voor de

nitraatconcentraties in het gebied en de effecten van maatregelen. Om een vertaling te kunnen maken naar concentraties in het diepere grondwater bij de winputten, is het nodig gebiedsgericht onderzoek te doen. Vanwege de onzekerheden in de modelberekeningen wordt ook aanbevolen de modelresultaten te vergelijken met de meetdata.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Zoals Van Loon (2012) en Van Loon en Fraters (2016) laten zien, zijn in 30 grondwaterbeschermingsgebieden de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater over de periode 2007-2014 hoger dan de normstelling. Dit is gebaseerd op indicatieve berekeningen van meetwaarden uit de database van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM).

Voor de periode 2010-2014 waren de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater van 18 grondwaterbeschermingsgebieden hoger dan de normstelling. Deze grondwaterbeschermingsgebieden liggen op de uitspoelingsgevoelige zandgronden van de provincies Limburg, Noord-Brabant, Drenthe, Gelderland en Overijssel. Als belangrijkste oorzaak van de waargenomen overschrijdingen wordt vermessing genoemd. Deze bevindingen van KWR worden onderschreven door instituten als het RIVM en Deltares (Van der Aa, 2014) en zijn in dat rapport in breder perspectief geplaatst.

Het 5^{de} Nitraatactieprogramma (2014-2017) is er onder andere op gericht om de kwaliteit van het grondwater wat nitraat betreft te verbeteren. Van der Aa et al. (2014) bevestigen de conclusie van Van Loon (2012) dat het echter de verwachting is dat in intrekgebieden voor drinkwaterwinning in de Zandregio met droge zandgronden en uitspoelingsgevoelige gewassen, normoverschrijdingen voor nitraat zullen optreden in het bovenste grondwater. De stikstofgebruiksnormen hebben namelijk tot doel om gemiddeld in de Zandregio 50 mg/l te realiseren. De intrekgebieden voor drinkwaterwinning zijn deelgebieden binnen de zandgebieden. In deze specifieke intrekgebieden zijn, vanwege het voorkomen van uitspoelingsgevoelige gewassen op droge zandgronden, de stikstofgebruiksnormen te hoog om de concentratie van 50 mg/l nitraat in het bovenste grondwater te realiseren.

Om een uitspraak te kunnen doen over de invloed van het mestbeleid op de kwaliteit van het grondwater in relatie tot drinkwaterwinning, is het nodig de effecten van het mestbeleid op het grondwater te bepalen voor de specifieke combinaties van bodem en gewastype in de betreffende intrekgebieden.

De beleidsvraag is of en zo ja, hoe een situatie kan worden bereikt waarin de concentratie voor nitraat in het bovenste grondwater van intrekgebieden zodanig wordt beperkt, dat de gemiddelde nitraatconcentratie in het intrekgebied de norm niet overschrijdt. In een dergelijke situatie wordt namelijk voldaan aan het streven naar een eenvoudige zuivering conform de KRW. Het ministerie van EZ en het ministerie van IenM hebben het RIVM en Alterra daarom gevraagd te onderzoeken hoe groot het effect is van het generieke mestbeleid op de kwaliteit van het bovenste grondwater in grondwaterbeschermingsgebieden. Op dit moment wordt gewerkt aan de voorbereidingen voor het 6^{de} Nitraatactieprogramma. De resultaten

van het gevraagde onderzoek dienen meegenomen te worden bij de synthese van de evaluatie van de meststoffenwet.

Het onderzoek wordt begeleid door een begeleidingscommissie waaraan wordt deelgenomen door het ministerie van EZ, het ministerie van IenM (voorzitter), Vewin, Brabant Water, Vitens, provincies en ZLTO.

1.2 Doelstelling en fasering

Het doel van het onderzoek is het met modelberekeningen in beeld brengen van de drinkwaterwinningen waar de gebiedsgemiddelde concentratie van nitraat in het bovenste grondwater van het grondwaterbeschermingsgebied de norm van 50 mg/L overschrijdt, uitgaande van het generieke beleid. Hierbij wordt de periode 2010-2014 vergeleken met de toekomst (2026-2030), waarbij drie mogelijke beleidsvarianten worden beschouwd.

In stap 1 van het project worden de winningen met aan mest gerelateerde overschrijdingen van drinkwaternormen in beeld gebracht (nitraat, sulfaat, nikkel en eventueel hardheid). In stap 2 van het project zijn de gebiedsgemiddelde concentraties voor nitraat in het bovenste grondwater berekend voor de periode 1986 tot 2030.

1.3 Afbakening

Het onderzoek richt zich op de kwetsbare winningen. Dit zijn de winningen die gelegen zijn op de zandgronden en waarbij het freatische grondwater wordt onttrokken. Doordat een beschermde kleilaag ontbreekt, zijn deze winningen kwetsbaar voor verontreinigingen.

In dit onderzoek zijn de nitraatconcentraties berekend in het bovenste grondwater. De term bovenste grondwater wordt in dit rapport gebruikt voor het water dat uitspoelt uit de wortelzone. Voor gronden met diepe grondwaterstanden (> 5 m beneden maaiveld), zoals bijna alle gronden in de Lössregio, betreft het niet de bovenste meter van het grondwater maar het bodemvocht in de laag onder de wortelzone (1,5-3,0 m beneden maaiveld).

Het is bekend dat zeker voor het diepere grondwater naast nitraat ook sulfaat, nikkel en hardheid aan mest gerelateerde parameters zijn. Voor deze stoffen zijn echter geen berekeningen uitgevoerd.

De belangrijkste oorzaak van de hogere concentraties is het voorkomen van uitspoelingsgevoelige combinaties van bodemtypen (droge zandgronden) en gewassen (bouwland), waarvan bekend is dat – ook als de regels worden nageleefd – de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater meestal hoger is dan 50 mg/l (De Haan et al., 2010). Onder bouwland op zandgrond en lössgrond worden veelal hogere nitraatwaarden in het grondwater gemeten dan onder grasland. Oorzaken daarvan zijn onder andere het relatief grote aandeel van zogenaamde uitspoelingsgevoelige teelten op bouwland (zoals mais, aardappelen en sommige vollegrondsgroenten) en het gegeven dat bouwland gedurende het jaar veelal minder bedekt is met een groeiend gewas, zeker als dit op grote schaal en in een hoge frequentie plaats vindt op bodems die gevoelig zijn voor uitspoeling, zoals zandgronden.

In dit onderzoek wordt niet in details ingegaan op de oorzaak van de verhoogde concentraties.

In dit onderzoek is uitsluitend gekeken naar de effecten van het generieke mestbeleid op het bovenste grondwater en niet naar de effecten van aanvullende regionale maatregelen.

Ook zal niet per winning worden ingegaan op processen in de ondergrond, zoals verdunning en afbraak, maar wordt uitsluitend een algemene beschrijving gegeven van de processen in de ondergrond die van invloed kunnen zijn op een eventuele afname van de concentraties op basis van bestaande literatuur.

Er wordt verder alleen gekeken naar problemen die zich voordoen bij de winningen als gevolg van vermesting. Gerelateerde problemen, zoals verzuring, maken geen onderdeel uit van dit onderzoek.

1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt beschreven hoe de winningen zijn geselecteerd en hoe de gebiedsgemiddelde concentraties in de grondwaterbeschermingsgebieden worden berekend. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd. Tot slot worden in hoofdstuk 4 de resultaten bediscussieerd en worden mogelijke vervolgstappen gepresenteerd. Hoofdstuk 5 toont de conclusies.

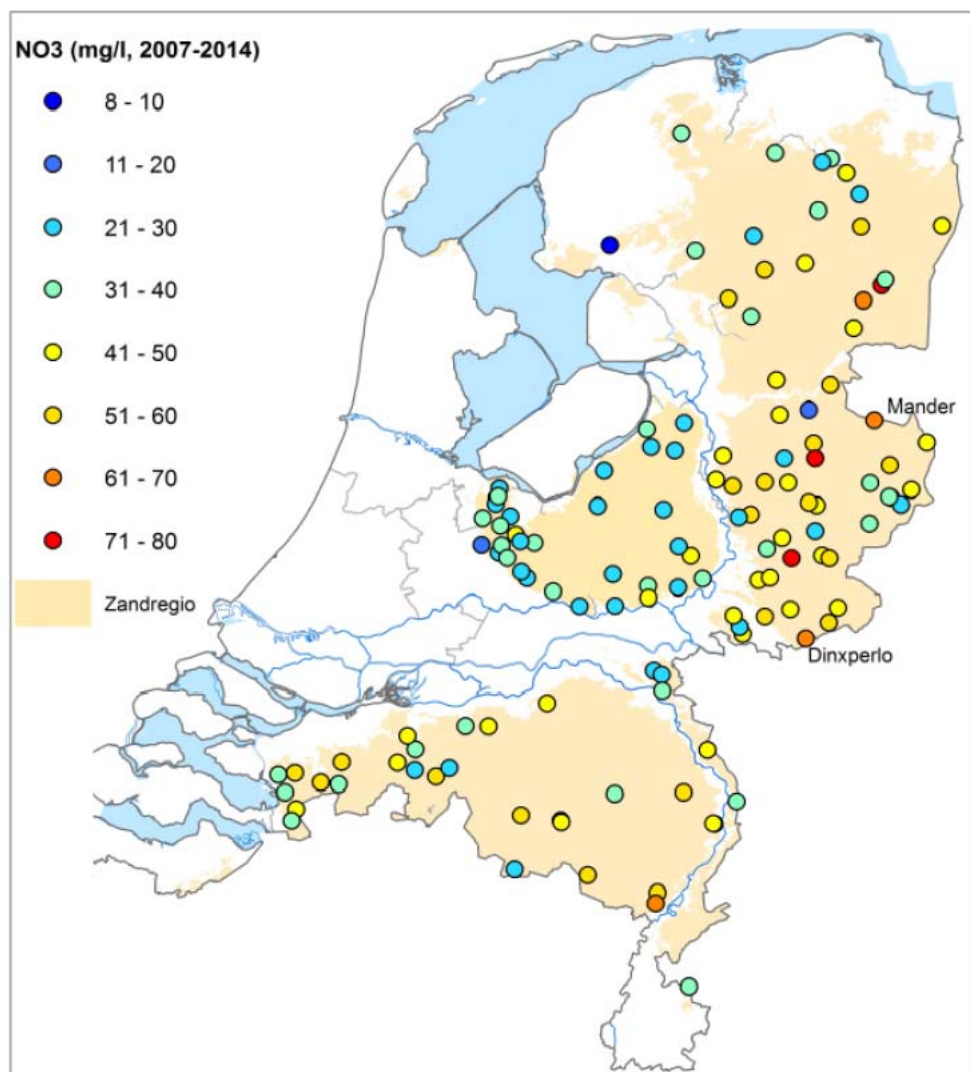
2 Aanpak

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de selectie van winningen tot stand is gekomen. Ook wordt aangegeven voor welke afbakening van de gebieden is gekozen om de berekeningen uit te voeren. Tevens wordt in dit hoofdstuk beschreven hoe de gebiedsgemiddelde concentraties zijn berekend voor de periode 2010-2014 en toekomstige situatie.

2.1 Toelichting selectie van winningen

In het onderliggende onderzoek zijn de nitraatconcentraties berekend in het bovenste grondwater van 109 grondwaterbeschermingsgebieden van kwetsbare winningen. In deze paragraaf wordt uitgelegd hoe de selectie van deze 109 grondwaterbeschermingsgebieden tot stand is gekomen. In eerste instantie is uitgegaan van de 128 winningen die ook zijn beschouwd in het KWR-onderzoek door Van Loon en Fraters (2016; zie Figuur 1). Dit betreft meer dan de 37 winningen die te maken hebben met aan mest gerelateerde overschrijdingen van drinkwaternormen volgens de gebiedsdossiers (Wuijts et al., 2014).

De keuze om uit te gaan van dezelfde winningen als in het KWR-onderzoek (Van Loon en Fraters, 2016) is om de resultaten van de beide onderzoeken te kunnen vergelijken. De berekende concentraties door Van Loon en Fraters (2016) zijn gebaseerd op meetgegevens over de periode 2007-2014 en zij brengen de periode 2010-2014 in beeld. Van Loon en Fraters (2016) berekenden voor 128 winningen de gemiddelde nitraatconcentratie in het uitspoelingswater van grondwaterbeschermingsgebieden. De vlakdekkende nitraatconcentraties zijn geschat door middel van ruimtelijke projectie van gemeten nitraatconcentraties in uitspoelingswater van landbouwbedrijven in de Zandregio. Voor deze projectie is gebruikgemaakt van landgebruiks- en grondwatertrappenkaarten en is onderscheid gemaakt tussen landbouwgebieden en natuurgebieden. Voor het bepalen van de nitraatconcentratie onder landbouwgrond is gebruikgemaakt van de LMM-database (Boumans en Fraters, 2011).



Figuur 1. Door Van Loon en Fraters (2016) berekende nitraatconcentraties in het bovenste grondwater van grondwaterbeschermingsgebieden in de Zandregio voor de periode 2007-2014.

Aangezien de lijst met winningen die is gebruikt door Van Loon en Fraters (2016) dateert uit 2012 en enkele winningen inmiddels zijn gesloten, is de lijst met winningen geactualiseerd. Inmiddels gesloten winningen zijn niet meegenomen. Dit betreft 13 winningen in de provincies Utrecht, Gelderland, Overijssel, Brabant en Limburg. Zoals Van Loon en Fraters (2016) beschrijven, speelde de gebrekkige ruwwaterkwaliteit als gevolg van meststoffen bij een aantal winningen van onder meer Vitens en Brabant Water een rol hierbij. Brabant Water heeft daarnaast bij enkele winningen de middeldiepe winputten gesloten en is op grotere diepte grondwater gaan winnen voor de productie van drinkwater.

De begrenzingen van de 128 grondwaterbeschermingsgebieden zijn geactualiseerd. De lijst is vervolgens aangevuld met 8 ontbrekende winningen waarvoor op basis van informatie uit de gebiedsdossiers één van de stoffen nitraat, sulfaat of nikkel is aangemerkt als (potentiële) probleemstof (Wuijts et al., 2014 en zie Figuur 2 en 3). Dit betreft

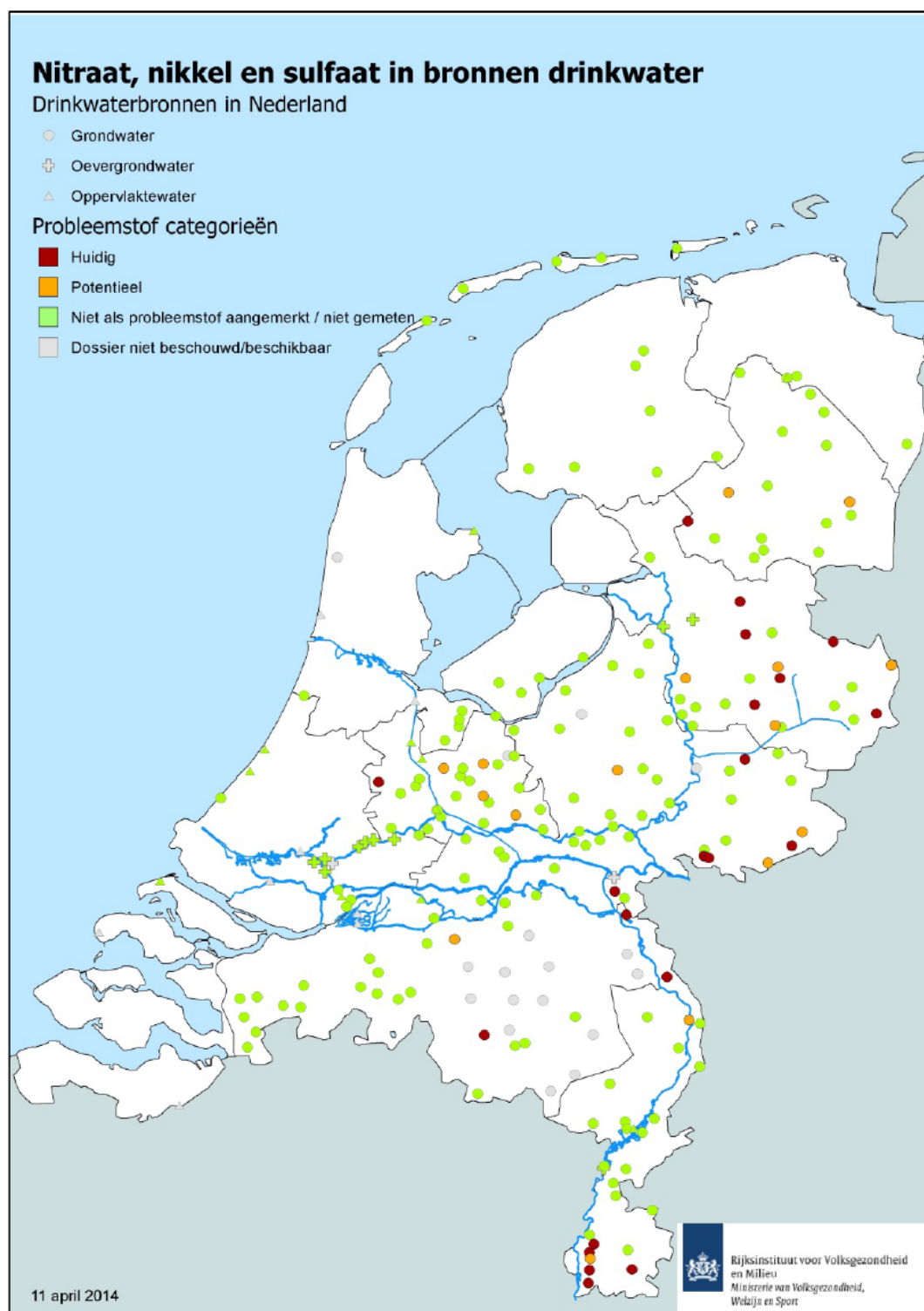
voornamelijk winningen in Zuid-Limburg. De winning Woerden-Kamerik is niet meegenomen aangezien deze winning zich niet in de Zand- maar in de Kleiregio bevindt. Bij deze winning is een van de stoffen sulfaat of nikkel aangemerkt als (potentiële) probleemstof, maar dit is waarschijnlijk niet aan mest gerelateerd.

Verschil grondwaterbeschermingsgebied en intrekgebied

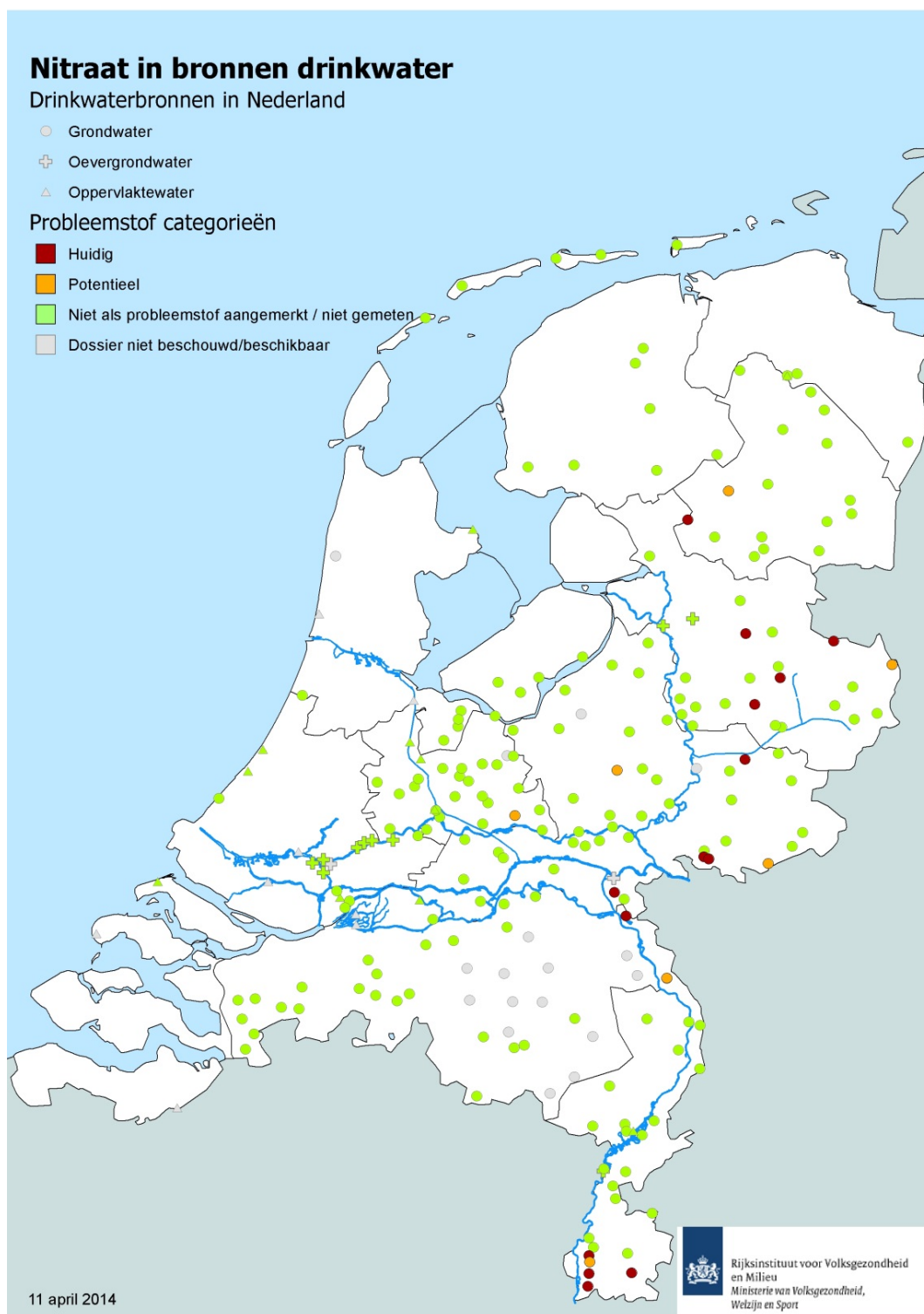
Er wordt uit praktische overwegingen uitgegaan van (actuele) grondwaterbeschermingsgebieden, omdat deze een beleidsstatus hebben, en omdat niet voor alle winningen intrekgebieden beschikbaar zijn. Grondwaterbeschermingsgebieden worden vastgesteld door provincies, meestal op basis van een berekende verblijftijd van 25 jaar in het watervoerende pakket waar de onttrekking plaatsvindt. Het verticale transport is niet meegerekend. Deze verblijftijd biedt ruimte om, in geval van ernstige verontreiniging, maatregelen te nemen of in het ergste geval een alternatieve watervoorziening te realiseren. Deze contour is vervolgens 'vertaald' naar logische kenmerken in het landschap (wegen, perceelgrenzen et cetera). Deze uiteindelijke contour vormt het uitgangspunt voor het beschermingsbeleid.

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 maaiveld tot aan de onttrekkingsputten. In deze zone is het verticaal transport dus wel meegerekend. Door deze verschillende uitgangspunten kunnen de grenzen van grondwaterbeschermingsgebieden en intrekgebieden soms gedeeltelijk samenvallen.

De regels die gelden binnen grondwaterbeschermingsgebieden zijn gebaseerd op de verschillende provinciale milieuverordeningen (op basis van de Wet milieubeheer) en ruimtelijke verordeningen (op basis van de Wet ruimtelijke ordening). Voor meer informatie hierover wordt verwezen naar Bijlage 2 en Van der Aa et al., (2014).



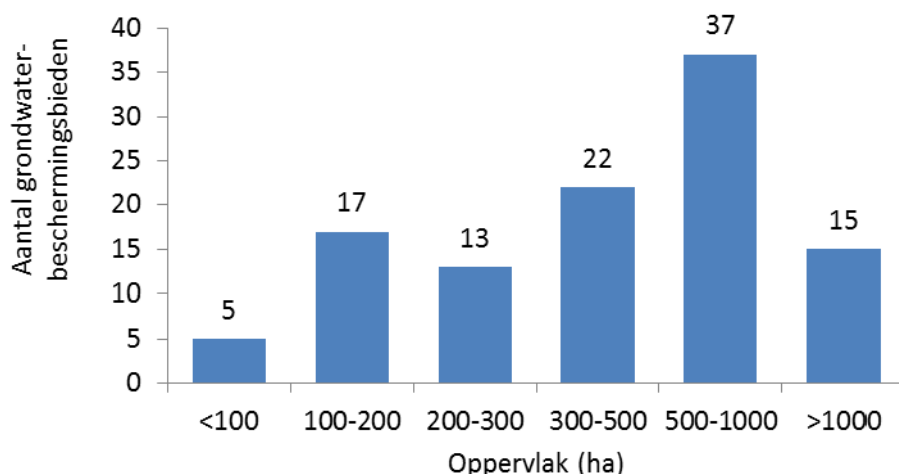
Figuur 2. Probleemwinningen gebiedsdossiers 2014 (nitraat, sulfaat, nikkel) als potentiële probleemstof (> 75% norm / in ruw water).



Figuur 3. Probleemwinningen gebiedsdossiers 2014 (nitraat als potentiële probleemstof (> 75% norm / in ruw water).

Voor 9 winningen in de provincies Brabant, Gelderland, Overijssel en Drenthe was geen grondwaterbeschermingsgebied maar alleen een boringsvrije zone aangewezen. Het instellen van een boringsvrije zone heeft met name zin als de winning wordt afgedekt door een scheidende (slecht doorlatende) laag. Doorboring van deze laag moet dan ook worden voorkomen. Een dergelijke afdichtende laag vormt namelijk een bescherming voor de winputten die vanaf grotere diepte grondwater oppompen voor de bereiding van drinkwater. Deze winningen zijn dan ook minder kwetsbaar voor verontreinigingen vanaf maaiveld, zoals nitraatuitspoeling vanuit landbouwgronden. Om deze reden zijn deze gebieden na overleg met de begeleidingscommissie, niet meegenomen.

Na correctie voor enkele dubbelingen resulteerde de definitieve selectie in totaal in 109 grondwaterbeschermingsgebieden. De 109 grondwaterbeschermingsgebieden horen bij drinkwaterwinningen op de Nederlandse zandgronden en in de Lössregio. Dit bedraagt iets meer dan de helft van de in totaal circa 200 winningen in Nederland waar grondwater wordt gebruikt voor de productie van drinkwater. Andere grondwaterwinningen zijn bijvoorbeeld winningen in het riviereengebied of in de duingebieden. Deze winningen worden niet beschouwd als kwetsbare winningen in verband met vermesting. De kaart in bijlage 1 toont de ligging van de 109 gebieden. De gebiedsgrootte varieert van minder dan 10 ha tot meer dan 1000 ha (zie Figuur 4).



Figuur 4. Frequentieverdeling van het oppervlak van de 109 grondwaterbeschermingsgebieden.

2.2 Het berekenen van gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties op basis van generiek beleid

In deze paragraaf wordt de methode beschreven die door Alterra is gebruikt om met behulp van het STONE-model de concentraties in het bovenste grondwater te berekenen.

2.2.1 Inventarisatie landgebruik (L), bodemtype (B) en grondwatertrap (G) in de gebieden

Voor de 109 gebieden is een overlay gemaakt met de landgebruikskaart LGN7 (Hazeu et al., 2014) en met de bodemkaart, gegenereerd voor het Nederlands Hydrologisch Instrumentarium (NHI) fase 1, waarop

bodemtypen en grondwatertrappen staan aangegeven. Deze kaart is gebaseerd op de Bodemkaart van Nederland met schaal 1:50000, versie 2006 (De Vries et al., 2003) en heeft een indeling van de bodemopbouw volgens de PAWN-indeling (Wösten et al., 1988) (zie ook: http://www.nhi.nu/documenten/DR11/NHI2008DR11_v1_%20Bodem.pdf). In de PAWN-indeling zijn 21 bodemeenheden gedefinieerd. Deze kaart bevat ook informatie over grondwatertrappen.

De grondwatertrappenkaart is niet volledig:

- voor het stedelijk gebied en voor het oppervlaktewater is een waarde "0" opgegeven
- voor bodems met een heel diepe grondwaterstand is een waarde "0" opgegeven

Van veel gebieden kon daarom geen volledige dekking van het areaal worden gevonden met informatie over bodemtype en grondwatertrap (zie Tabel 1).

Tabel 1. Aantal gebieden waarvoor van een bepaald areaal een L-B-G-waarde kon worden gevonden.

Geen oppervlak voor L-B-G-combinatie	Areaal van L-B-G-combinaties < 70% van gebied	Areaal van L-B-G-combinaties 70-90% van gebied	Areaal van L-B-G-combinaties > 90% van gebied
3	9	39	58

De gebieden waarvoor geen waarde was te vinden voor een deel van het areaal, zijn gelegen in het Zuid-Limburgse lössgebied. In deze gebieden is het grondwater dieper gelegen dan de diepte tot waaraan STONE rekent (zie ook paragraaf 2.2.4). Andere gebieden waarvoor slechts voor een klein deel een waarde was te vinden voor landgebruik, bodem en grondwatertrap (L-B-G) betreffen meestal beschermingsgebieden in het stedelijk gebied of in de directe nabijheid van grote rivieren. Voor deze gebieden geldt dat het ondiepe grondwater water niet, of voor een beperkt deel, aan landbouw is gerelateerd. Het dekkingspercentage van de gebieden waarvoor een L-B-G-combinatie kon worden geselecteerd, is bepaald. De berekende nitraatconcentraties hebben betrekking op dit deel van het gebied en is niet het gemiddelde van het totale areaal van een beschermingsgebied.

2.2.2

Koppeling van L-B-G-combinaties met STONE-plots

Per grondwaterbeschermingsgebied is een lijst opgesteld van L-B-G-combinaties. Met een zoekprocedure zijn deze combinaties gekoppeld aan STONE-plots in de gebieden en in de nabijheid van de gebieden. De maximale zoekruimte is het meteoriedistrict waarbinnen het beschermingsgebied of wingebied gelegen is. Indien voor een combinatie geen van de STONE-plots identieke kenmerken heeft, worden de zoekcriteria verruimd volgens een bepaalde volgorde. Als in een stap geen match gemaakt kan worden, wordt de zoekprocedure aangepast, net zolang totdat in een bepaalde stap een match wordt gemaakt. De stappen die achtereenvolgens uitgevoerd kunnen worden, zijn:

1. De bodemfysische eenheid wordt vervangen door de meest gelijkende eenheid.

2. De grondwatertrap wordt vervangen door de meest gelijkende grondwatertrap.
3. De combinatie van bodemfysische eenheid en grondwatertrap wordt vervangen door de meest gelijkende combinatie van deze kenmerken.
4. De bodemfysische eenheid als kenmerk wordt vervangen door het kenmerk van hoofd-bodemeenheid (zand, klei, veen, löss).
5. De combinatie van bodemfysische eenheid en grondwatertrap als kenmerk wordt vervangen door het kenmerk van hoofd-bodemeenheid (zand, klei, veen, löss) en de meest gelijkende grondwatertrap.
6. De grondwatertrap als kenmerk wordt achterwege gelaten.
7. De bodemfysische eenheid wordt vervangen door de meest gelijkende eenheid en de grondwatertrap als kenmerk wordt achterwege gelaten.
8. De bodemfysische eenheid als kenmerk wordt vervangen door het kenmerk van hoofd-bodemeenheid (zand, klei, veen, löss) en de grondwatertrap als kenmerk wordt achterwege gelaten.
9. De bodemfysische eenheid als kenmerk en de grondwatertrap als kenmerk worden achterwege gelaten.

Voor de L-B-G-combinaties van de grondwaterbeschermingsgebieden had 86% een directe match en 94% na stap 2 een match met STONE-plots. Voor de overige 6% was na stap 6 een volledige match gevonden. De procedure kan ertoe leiden dat meerdere STONE-plots binnen het meteodistrict aan de criteria van een L-B-G-combinatie voldoen.

2.2.3 *Berekening van de gemiddelde nitraatconcentraties in grondwater en percentielwaarden*

Voor L-B-G-combinatie worden de berekende nitraatconcentraties van het corresponderende STONE-plot genomen. Indien meerdere corresponderende STONE-plots aanwezig zijn binnen het meteo-district, wordt een gemiddelde waarde berekend. Vervolgens zijn areaalgewogen gemiddelde waarden berekend van de nitraatconcentratie per type landgebruik en per grondwaterklasse. De volgende clusters worden onderscheiden:

- landgebruik: akkerbouw, gras, natuur en alles
- grondwaterklasse: droog (GtVII;VII*;VIII) midden (GtVI), nat (GtI-V*)

Voor de periode 1985-2013 worden twee soorten resultaten gepresenteerd:

- De resultaten bij het werkelijke weer zoals dat zich heeft voorgedaan. Hiervoor wordt een gemiddelde waarde gepresenteerd.
- De resultaten genormaliseerd voor variaties van het weer. Hiervoor wordt een gemiddelde waarde gepresenteerd en een 5-, 25-, 50-, 75- en 95-percentielwaarde. Deze percentielwaarden hebben betrekking op de variatie van het weer.

De middeling voor de tweede optie is uitgevoerd door in de 30 STONE-runs¹ die ten grondslag liggen aan de resultaten, eerst de aggregatie naar de ruimtelijke clusters (landgebruik, grondwaterklasse) uit te voeren. Dit resulteert in 30 getallen voor een ruimtelijke cluster. Van deze 30 getallen is het gemiddelde berekend en zijn de percentielwaarden bepaald. Voor de periode 2014-2030 zijn alleen de resultaten volgens de tweede methode berekend.

2.2.4 *Afzonderlijke berekening van nitraatconcentraties in bodemvocht van wingebeden in de Lössregio*

Voor 7 grondwaterbeschermingsgebieden in het Zuid-Limburgse Lössgebied is een extra berekening uitgevoerd van de nitraatconcentratie in het bodemvocht op 1,5-3,0 meter diepte. Dit is het standaard bemonsteringstraject in het LMM (De Goffau et al., 2012). STONE berekent concentraties tot aan 13 meter diepte. In veel gevallen is in deze gebieden de bodem op deze diepte niet met water verzadigd.

Voor deze afzonderlijke berekeningen voor 7 gebieden in de Lössregio is geen berekening uitgevoerd van op weersvariatie gefilterde waarden, vanwege de bewerkelijkheid van de berekeningen. De trend is benaderd door het 30-jarig voortschrijdende gemiddelde te berekenen. De waarden zijn berekend voor de periode 1985-2045 en daaruit zijn 30-jarig voortschrijdende gemiddelde waarden berekend voor de periode 2000-2030. De vermelde waarde voor 2015 is berekend als gemiddelde over de periode 2001-2030 en voor de andere ook als gemiddelde van de waarden van 14 voorafgaande jaren, het jaar zelf en van 15 komende jaren. De resultaten geven een beeld van de trends en van de eventuele verschillen als gevolg van het landgebruik.

2.2.5 *Varianten*

In het kader van de Evaluatie van de Meststoffenwet 2016 is inzicht noodzakelijk in de gevolgen van het huidige beleid (stelsel gebruiksnormen van het 5^{de} Actieprogramma 2014-2017) voor de ontwikkeling van de milieukwaliteit op de langere termijn ten opzichte van het beleid dat in het 4^{de} Actieprogramma Nitraatrichtlijn is ingezet. Het doel hiervan is om het additionele effect van het 5^{de} Actieprogramma Nitraatrichtlijn inzichtelijk te maken. Omdat uit meetgegevens van het grondwater en het oppervlaktewater blijkt dat thans nog niet alle milieudoelen worden gerealiseerd, heeft het ministerie van EZ ook verzocht een analyse uit te voeren van de gevolgen van een eventueel verdere aanscherping van de stikstof- en fosfaatgebruiksnormen, zodat in deze studie de volgende rekenvarianten onderling worden beschouwd:

REF	Variant A	Nul-situatie van 5 ^{de} NAP (eind 4e NAP; beleidsverleden)
P-rechten	Variant B	gebruiksnormen 5 ^{de} NAP, inclusief invoering fosfaatrechten
NP-scherp	Variant C	Aanscherping gebruiksnormen van stikstof en fosfaat

¹ Voor het berekenen van trends waarin het effect van weersvariatie wordt uitgefilterd, wordt in STONE een methode toegepast van het rekenen met 30 rekenruns. In elk van de 30 rekenruns wordt in de meetreeks steeds een ander startjaar gekozen. Het eerste deel van de reeks, vóór het startjaar, wordt dan achter aan de reeks toegevoegd.

REF

Voor de referentiesituatie van de 5^{de} Actieprogramma Nitraatrichtlijn wordt uitgegaan van het beleid dat voorafgaat aan het 5^{de} Actieprogramma. Het betreft hier zowel de hoogte van de gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat als de maatregelen die gelden voor de wijze en periode van aanwending. De aannames voor bemesting zijn gebaseerd op de berekening met MAMBO voor EmissieRegistratie 2013. Hiervoor zijn de dieraantallen van 2013 en het kunstmestgebruik van 2012 en 2013 als modelinvoer gebruikt. In de MAMBO-berekeningen voor EmissieRegistratie 2013 is geen rekening gehouden met mestscheiding.

P-rechten

Gedurende het 5^{de} Actieprogramma (variant B), dat thans nog van kracht is, is het Europese melkquotum opgeheven. Het aanvankelijke voornemen om ook het dierrechtenstelsel te beëindigen, is niet geëffectueerd en thans is het dierrechtenstelsel voor varkens en pluimvee nog van kracht. Teneinde de mestproductie in de hand te houden, heeft de Rijksoverheid nieuwe regelgeving ingevoerd of in voorbereiding, te weten de invoering van de verplichte mestverwerking voor bedrijven met een fosfaatoverschot. Bij de aanvang van deze studie zouden per 1 januari 2017 fosfaatrechten worden ingevoerd. De gevolgen van deze ontwikkelingen en de nieuwe regelgeving zijn in de variant van het 5^{de} Actieprogramma (variant B) meegenomen door de ontwikkelingen voor de dieraantallen en de mestproductie in te schatten, en door de gevolgen voor de mestmarkt, de mestaanwending en het milieu te analyseren.

NP-scherp

De aanscherpingen van de Actieprogramma's Nitraatrichtlijn hebben geleid tot een verbeterde milieukwaliteit, echter nog niet overal wordt aan de normen voldaan. In Zand Zuid is de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie onder landbouwgronden nog hoger dan 50 mg/L. Om te voldoen aan doelstellingen aangaande het verminderen en voorkomen van eutrofiëring dient in de gebieden met zoet oppervlaktewater de stikstof- en de fosfaatbelasting van het oppervlaktewater verminderd te worden. In variant C is verkend wat de gevolgen zijn van verdere aanscherping van de stikstof- en fosfaatgebruiksnormen, waarbij gebruiksnormen voor stikstof gebiedspecifiek zijn aangescherpt en de gebruiksnormen voor fosfaat meer op de bemestingsadviezen zijn afgestemd dan in het huidige stelsel.

Belangrijkste verschillen variant A en B

In Tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste verschillen tussen de rekenvarianten A en B.

Tabel 2. Verschillen tussen de rekenvarianten A en B.

Aspect	Variant A	Variant B
Gebruiksnormen en gebruiksvoorschriften	4 ^{de} Actieprogramma Nitraatrichtlijn	5 ^{de} Actieprogramma Nitraatrichtlijn
Landbouwstructuur	Landbouwtelling 2013	Landbouwtelling 2015
Dieraantallen	2013	Inschatting voor de situatie 2020 (1,6 milj melkkoeien) rekening houdend met fosfaat-plafond voor melkvee en ontwikkelingen in leeftijds-opbouw van de veestapel en productiestijging
Mestverwerking	Nog niet verplicht	Verplicht, regiopercentages 2017
Mestscheiding	Niet in beschouwing genomen	Rekening gehouden met kosten van mestscheiding en gevolgen voor mestverdeling en met effecten van mestscheidings-producten op uitspoeling

In Variant A werd nog geen rekening gehouden met mestscheiding. In Variant B gebeurt dat wel en het aandeel onbewerkte graasveemest en onbewerkte varkensmest is veel kleiner dan in variant A. Daarvoor in de plaats wordt in variant B de dunne fractie van graasveemest en varkensmest gegeven. Door mestscheiding kan de dierlijke mest gemiddeld iets worden benut door de landbouwgewassen, maar kan het residu ook een hogere uitspoelingsgevoeligheid hebben. Zie Schoumans et al. (2017) voor verdere informatie hierover.

Toelichting verschillen variant A en B

Het grootste effect wordt veroorzaakt door een toename van het gebruik van kunstmeststikstof. In Variant A is het gebruik van kunstmeststikstof gebaseerd op de statistieken van 2012 en in Variant B op de statistieken van 2014. In de Zand- en Lössregio is het gebruik van kunstmeststikstof op grasland in variant B gemiddeld 20 kg/ha/jr hoger dan in variant A. Voor de Lössregio afzonderlijk is voor grasland een daling van de bemesting met kunstmeststikstof berekend van 35 kg/ha/jr (van 135 naar 100 kg/ha/jr). Voor de akkerbouw en tuinbouwteelten (open teelten) in de Zand- en Lössregio is een daling van 19 kg/ha/jr berekend.

Het uiteindelijke effect voor de voorspelde nitraatconcentraties in 2027 is dat ondanks de verschillende aannames, uitgangspunten en gebruiksnormen voor de landbouwgronden in de Zand- en Lössregio ongeveer dezelfde nitraatconcentratie wordt voorspeld. De daling ten opzichte van de voor 2013 berekende nitraatconcentratie zou voor variant A 14% bedragen en voor variant B 15%. De effecten van de aanscherping van de gebruiksnormen voor dierlijke mest op bedrijven met derogatie in Zand Zuid en Midden, en de gebruiksnormen voor stikstof voor snijmais in uitspoelingsgevoelige akker- en tuinbouwgewassen in Zand Zuid, worden gecompenseerd door een toename van de stikstofgebruiksruimte door het beschikbaar komen van mestscheidings-producten. Daar waar eerst fosfaat limiterend was voor het gebruik van stikstof uit dierlijke mest, kan door het beschikbaar komen van de dunne fractie van dierlijke mest meer worden toegediend. Daarnaast berekent MAMBO een toename van het gebruik van stikstofkunstmest. Een eventuele overschrijding van de stikstofgebruiksnorm door de aanwending van stikstofkunstmest wordt niet gecontroleerd. Wel wordt opgemerkt dat er onzekerheid bestaat over het doorvoeren van de maatregelen uit variant B.

Ten opzichte van 2013 wordt voor 2027 nog wel een afname van de nitraatconcentraties verwacht. Dit wordt grotendeels toegeschreven aan najlingseffecten van de afgenomen mestgiftten in de periode 2000–2010 en de verbeterde benutting van stikstof.

Uitgangspunten variant C

Voor de aanscherping van de stikstofgebruiksnormen is nagegaan bij welke bodem-gewas-combinaties in Zand Zuid verhoogde nitraatconcentraties in het grondwater worden berekend. Vervolgens is met de mestverdeling zoals die berekend was voor de studie van Groenendijk et al. (2015) verkend in hoeverre de gebruiksnorm moet worden gekort om gebiedsgemiddeld maximaal 50 mg nitraat per liter in het bovenste grondwater te realiseren. Dit leidde ertoe dat voor Zand Zuid het gebruik van graasdiermest op bedrijven met derogatie tot 215 kg ha⁻¹ jr⁻¹ stikstof zou moeten worden beperkt, dat in dit gebied voor snijmais en aardappelgewassen een korting van de gebruiksnorm voor stikstof van 10% zou moeten worden doorgevoerd en dat in de meest uitspoelingsgevoelige akker- en tuinbouwgewassen een korting van de stikstofgebruiksnorm van 25% zou moeten worden opgelegd. In het oostelijke zandgebied zou alleen voor aardappelgewassen en de meest uitspoelings-gevoelige akker- en tuinbouwgewassen een korting van de stikstofgebruiksnorm van 25% moeten worden opgelegd. In de andere gebieden zou een korting van de stikstofgebruiksnorm van 10%

volstaan. In deze analyse is nog geen rekening gehouden met de toename van het stikstofgebruik door het gebruik van de dunne fractie van dierlijke mest.

Voor de fosfaatgebruiksnormen is als uitgangspunt gekozen dat deze meer geënt zouden zijn op het bemestingsadvies. Een belangrijk uitgangspunt was dat uitgegaan is van de systematiek van het 5^{de} AP:

1. uitsluitend een onderscheid in gebruiksnormen voor grasland, maisland en bouwland;
2. beperkt aantal klassen voor de karakterisering van de fosfaattoestand van de bodem;
3. aanduiding van de fosfaattoestand van graslandpercelen met het PAL-getal en die van bouwland met het Pw-getal. De gebruiksnormen waar deze variant mee is doorgerekend, zijn vermeld in Tabel 3.

Tabel 3. Veronderstellingen voor de fosfaatklassen en de fosfaatgiften in rekenvariant C.

Grasland		Bouwland & maisland	
PAL-waarde	Fosfaatgift	Pw-waarde	Fosfaatgift
(mg P ₂ O ₅ per 100 gram grond)	(kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹ j ⁻¹)	(mg P ₂ O ₅ per liter grond)	kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹ j ⁻¹
< 27	120	< 20	120
27 - 40	90	20 - 40	75
41 - 50	75	41 - 60	40
> 50	50	> 60	20

2.3 In beeld brengen gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties van de winningen

2.3.1 Analyse trendlijnen

Van 1992 tot 2003 is de periode waarin de grootste daling in nitraatconcentraties heeft plaatsgevonden als gevolg van het mestbeleid dat in gang is gezet in de jaren 1980. In de periode daarna zijn de nitraatconcentraties stabiel gebleven tot 2008. Van 2008 tot 2011 zijn de concentraties verder gedaald, waarna ze weer stabiel zijn geworden (zie Figuur 4.4 in Fraters et al., 2016). Voor het huidige onderzoek zijn met name van belang de concentraties in het bovenste grondwater ten gevolge van het huidige mestbeleid en het toekomstige mestbeleid.

Uit de door Alterra aangeleverde nitraatconcentraties is per winning een gebiedsgemiddelde concentratie berekend over de periode 2010-2014 en 2026-2030 (eindpunt van toekomstige situatie) voor de drie beleidsvarianten. Voor zowel de periode 2010-2014 als de toekomstige situatie zijn de winningen geclassificeerd op basis van deze gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties. De gehanteerde classificering staat weergegeven in Tabel 4. Hierbij wordt opgemerkt dat de berekende concentraties slechts een modelbenadering zijn. De indeling in de verschillende klassen wordt in deze studie gebruikt om een ordening aan te brengen.

Tabel 4. Classificering van de gebiedsgemiddelde concentraties van de winningen.

Gebiedsgemiddelde concentratie
≤ 25 mg/l*
> 25 - ≤ 40 mg/l
> 40 - ≤ 50 mg/l
> 50 mg/l

* dit is de streefwaarde voor nitraat, die de drinkwaterbedrijven in hun interne bedrijfsvoering hanteren

Als voorbeeld wordt voor de winningen Wierden (Overijssel) en Breehei (Limburg) globaal ingegaan op de combinaties van landgebruik en grondwaterstanden die van invloed kunnen zijn op de nitraatconcentraties.

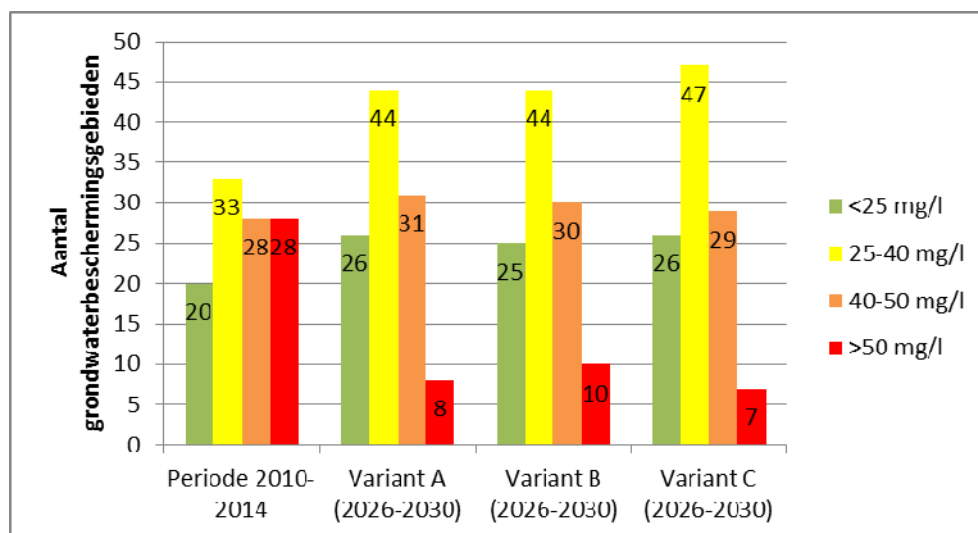
2.3.2

Vergelijking van de modelresultaten met getallen afgeleid van het LMM
 Voor alle winningen zijn de met STONE berekende concentraties over de periode 2010-2014 vergeleken met de berekende concentraties door Van Loon en Fraters (2016) over diezelfde periode. Van Loon en Fraters (2016) hebben de gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties in het uitspoelingswater berekend in de grondwaterbeschermingsgebieden op basis van interpolatie en extrapolatie van LMM-metingen met behulp van bodem-, gewas en grondwaterstandinformatie. Deze getallen geven daarom, net als de STONE-berekeningen, ook een indicatie van de huidige concentraties in het bovenste grondwater van de grondwaterbeschermingsgebieden. De STONE-modelberekeningen zijn daarom vergelijkbaar met de getallen die zijn afgeleid van het LMM.

3 Resultaten

3.1 Classificering van de winningen

In Bijlage 3 staan de berekende gebiedsgemiddelde concentraties voor de 109 grondwaterbeschermingsgebieden van de winningen weergegeven voor de periode 2010-2014 en de drie scenario's voor de toekomst (2026-2030). De drie scenario's zijn beschreven in hoofdstuk 2 (zie paragraaf 2.2.5). Figuur 5 toont een samenvattend overzicht van de analyse.



Figuur 5. Aantal winningen waarbij de gebiedsgemiddelde concentratie < 25, 25-40, 40-50 of > 50 mg/l is voor de periode 2010-2014 en de toekomstige situatie (2026-2030) van de drie beleidsvarianten.

Uit de STONE-modelberekeningen blijkt dat voor de periode 2010-2014 voor totaal 28 winningen de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in het grondwaterbeschermingsgebied meer dan 50 mg/l bedraagt (zie Figuur 5). Voor 28 andere winningen ligt de nitraatconcentratie tussen 40-50 mg/l en voor de overige 53 winningen is de nitraatconcentratie lager dan 40 mg/l. Van deze 53 winningen is de nitraatconcentratie van 20 winningen < 25 mg/l.

Voor de toekomstige situatie (2026-2030) is de verwachting volgens beleidsvariant A dat de nitraatconcentraties gemiddeld met circa 10% dalen. Het aantal winningen waar de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in het grondwaterbeschermingsgebied meer dan 50 mg/l bedraagt, zal dalen naar 8. Voor 31 winningen ligt de nitraatconcentratie dan tussen 40-50 mg/l en voor de overige 70 winningen is het de verwachting dat de nitraatconcentratie lager is dan 40 mg/l. Van deze 70 winningen is de nitraatconcentratie van 26 winningen < 25 mg/l.

Beleidsvariant B en C geven een vergelijkbaar beeld. In variant B zijn er 10 winningen met een nitraatconcentratie van meer dan 50 mg/l, 30 winningen met een nitraatconcentratie tussen 40-50 mg/l en

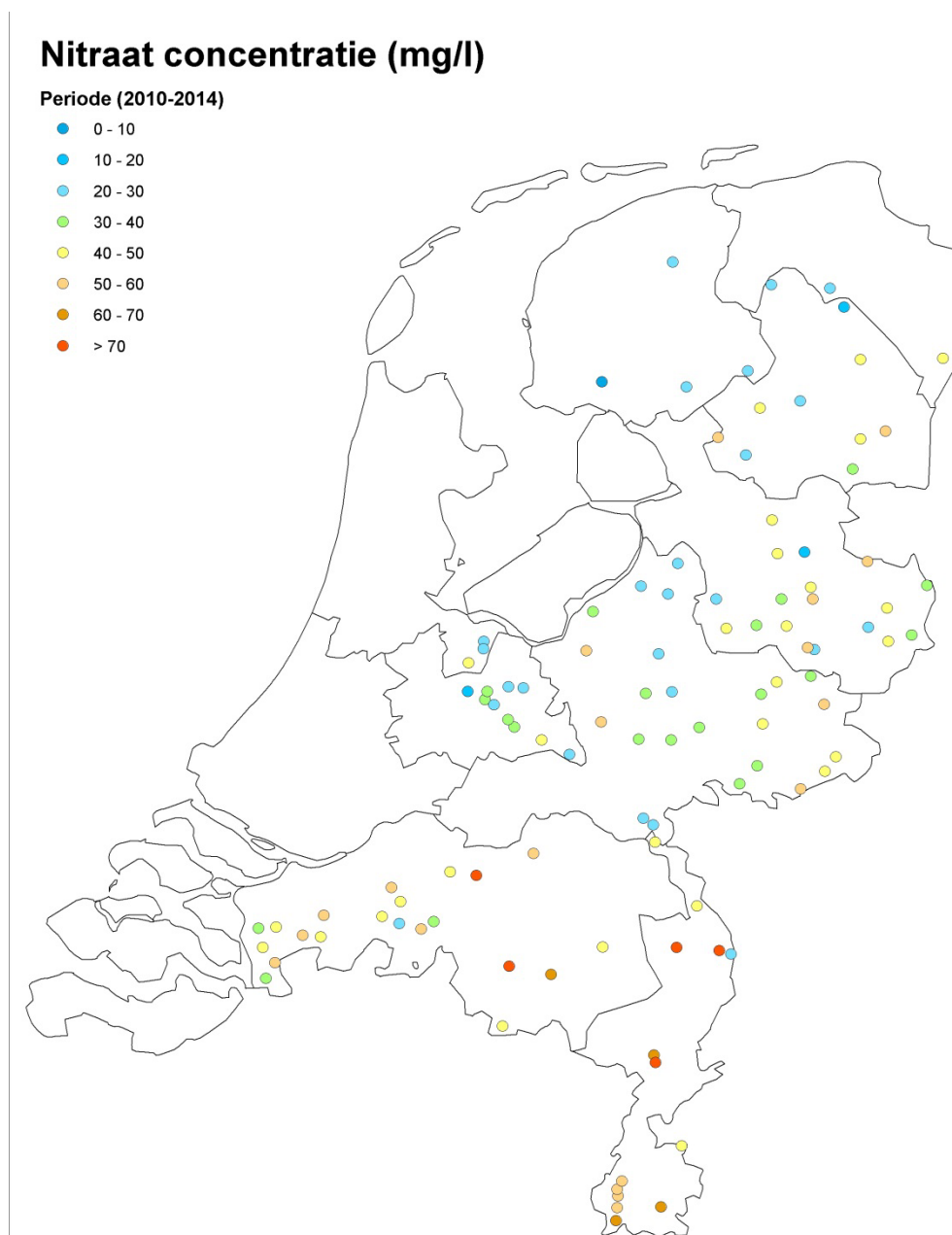
69 winningen met een nitraatconcentratie lager dan 40 mg/l. In variant C zijn er 7 winningen met een nitraatconcentraties van meer dan 50 mg/l, 29 winningen met een nitraatconcentratie tussen 40-50 mg/l en 73 winningen met een nitraatconcentratie lager dan 40 mg/l.

3.1.1

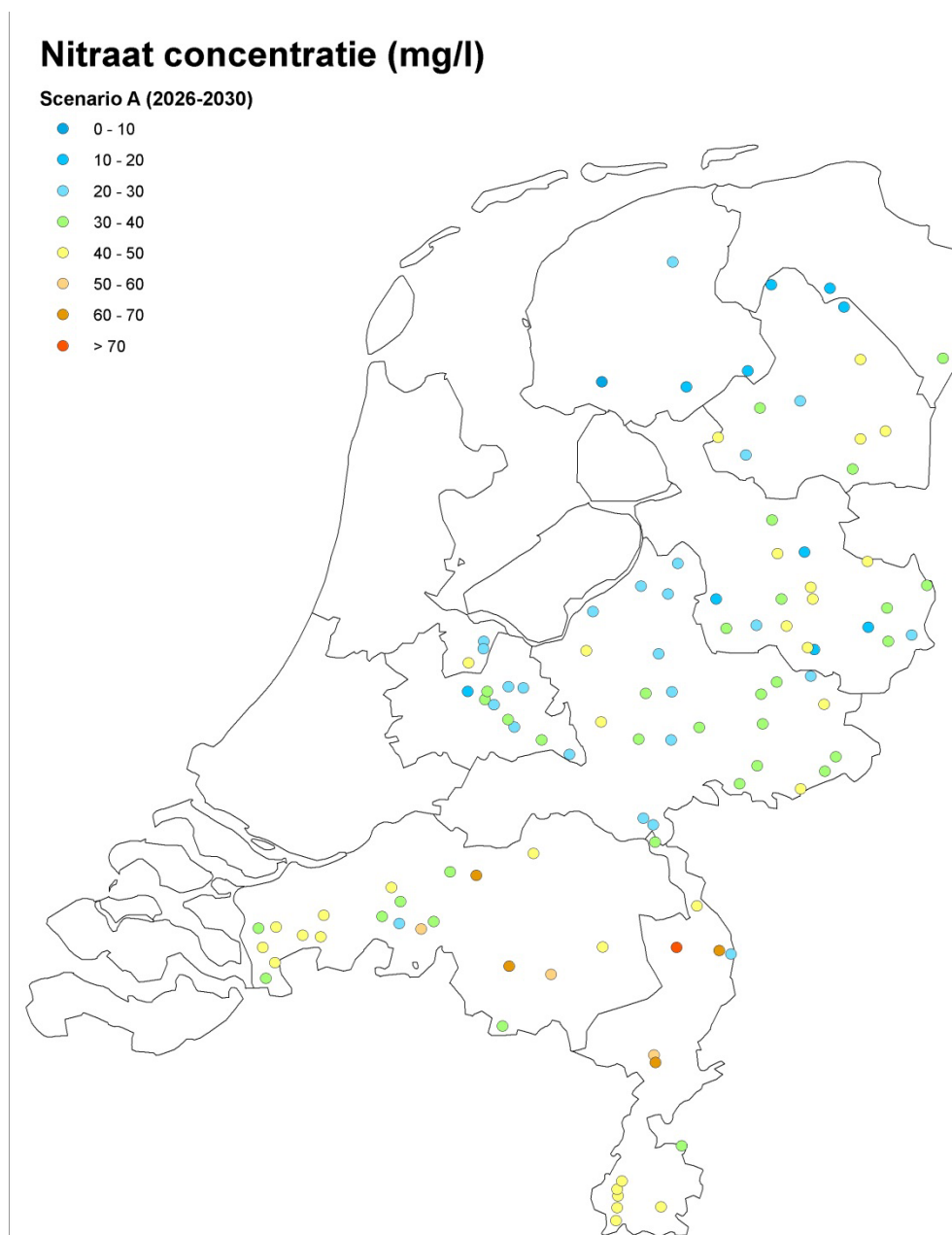
Ruimtelijke verdeling van de (mogelijke) probleemwinningen

Voor de periode 2010-2014 en de drie scenario's voor de toekomst zijn de concentraties ook weergegeven op onderstaande kaarten (zie Figuur 6-9). Ter vergelijking van de periode 2010-2014 is ook de kaart opgenomen uit Van Loon en Fraters (2016), waar de gebiedsgemiddelde concentraties zijn uitgerekend voor dezelfde periode (2010-2014) op basis van getallen uit het LMM (zie Figuur 10).

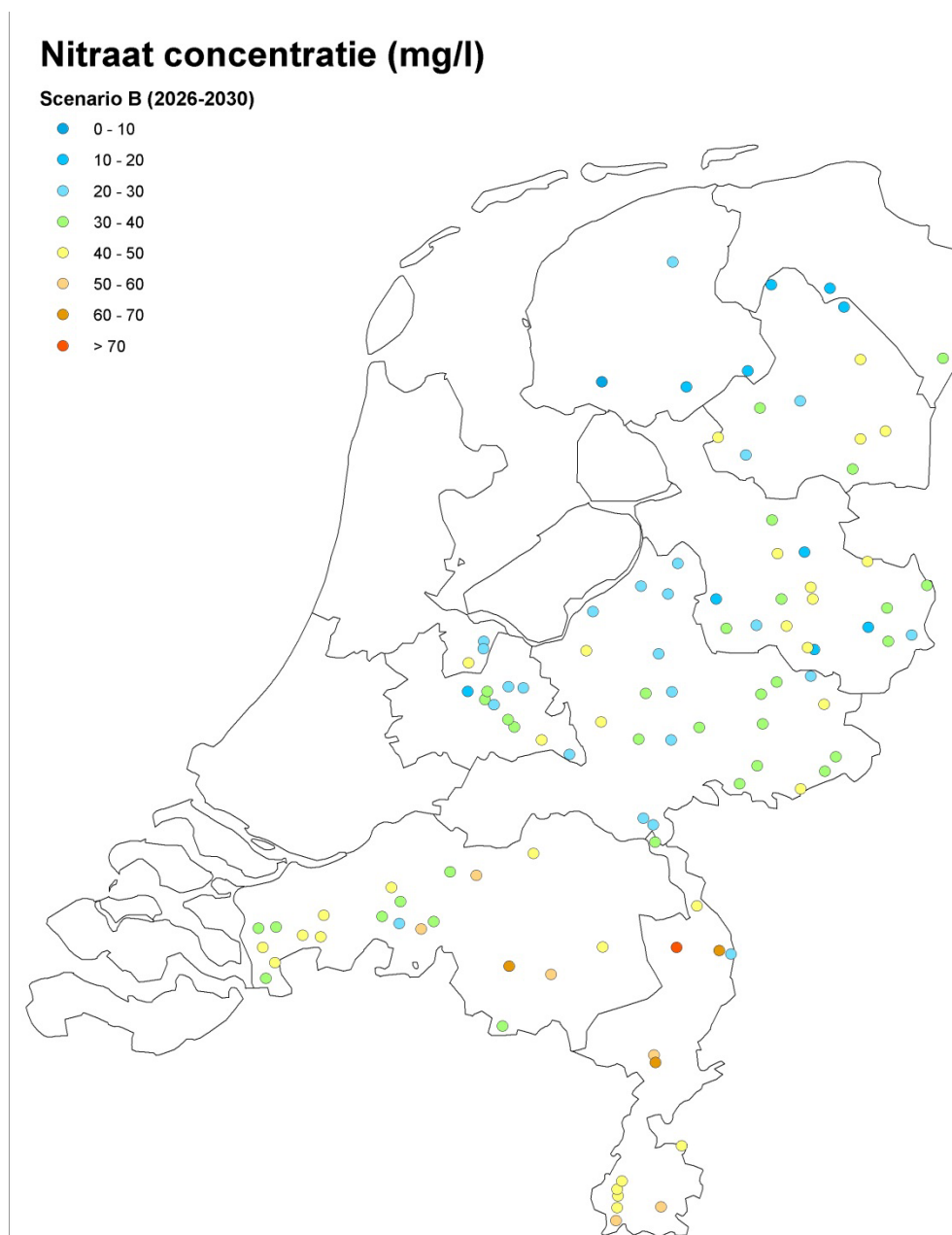
De ruimtelijke verdeling van de probleemwinningen over Nederland laat zien dat deze zich concentreren in Zuid-Nederland (provincies Noord-Brabant en Limburg). Ook in Gelderland, Drenthe en Overijssel komen normoverschrijdingen voor (zie Figuur 6), maar dit betreft een kleiner aantal. Voor de toekomstige situatie liggen de 8 winningen met gemiddelde nitraatconcentraties in het bovenste grondwater van meer dan 50 mg/l volgens beleidsvariant A in de provincies Noord-Brabant en Limburg (zie Figuur 7).



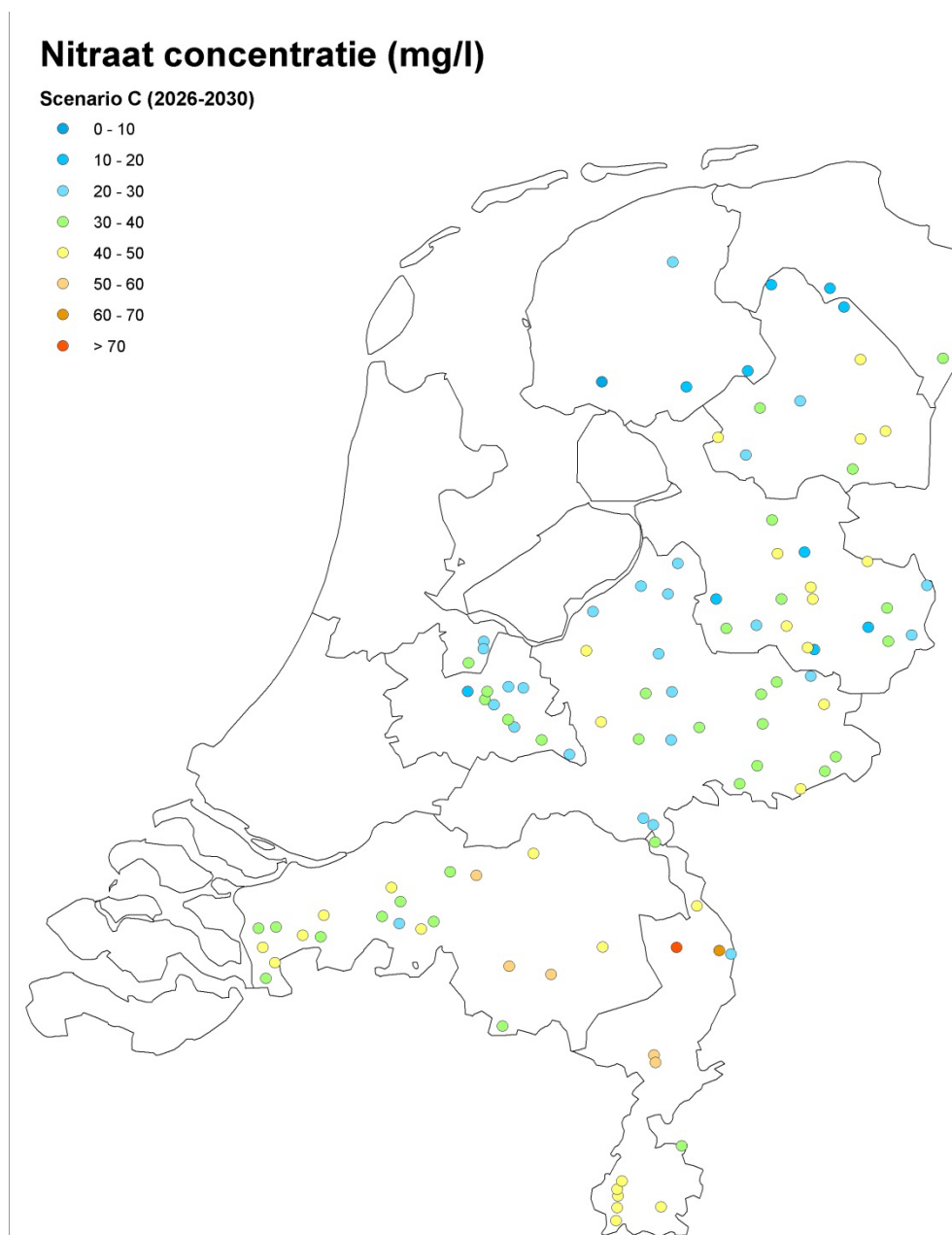
Figuur 6. Gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties voor de periode 2010-2014, op basis van STONE-berekeningen.



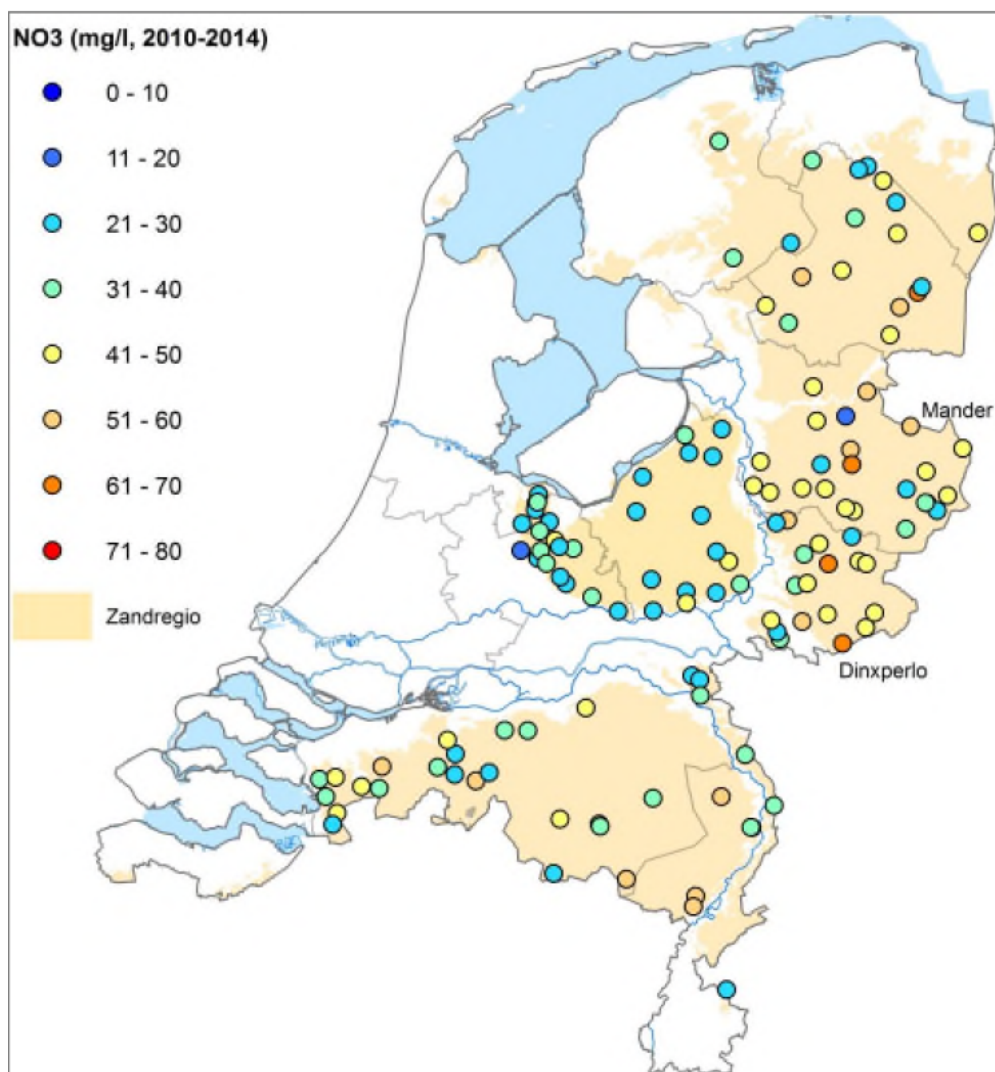
Figuur 7. Gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties voor de toekomstige situatie (2026-2030), op basis van STONE-berekeningen voor beleidsvariant A.



Figuur 8. Gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties voor de toekomstige situatie (2026-2030), op basis van STONE-berekeningen voor beleidsvariant B.



Figuur 9. Gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties voor de toekomstige situatie (2026-2030), op basis van STONE-berekeningen voor beleidsvariant C.



Figuur 10. Gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties voor de periode 2010-2014, op basis van berekeningen met LMM-meetgegevens voor de Zandregio (Van Loon en Fraters (2016)).

3.2 Vergelijking van de modelresultaten met getallen berekend door Van Loon en Fraters (2016)

Uit de berekeningen van Van Loon en Fraters (2016) voor de periode 2010-2014 blijkt dat de gemiddelde nitraatconcentratie in 18 van de 128 door hen beschouwde grondwaterbeschermingsgebieden (14%) de norm van 50 mg/L overschrijdt, terwijl voor 36 winningen net aan de normstelling wordt voldaan (tussen 40 en 50 mg/l). Van deze 18 winningen zijn er 4 inmiddels gesloten. Voor de 14 overgebleven winningen is de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in het grondwaterbeschermingsgebied voor de periode 2010-2014 ook volgens de STONE-modelberekeningen > 50 mg/l. Dit geldt echter voor nog meer winningen; in totaal 28 (zie Figuur 5).

Dit verschil in het aantal winningen met een normoverschrijding kan mogelijk worden verklaard doordat Van Loon en Fraters niet hebben gecorrigeerd voor weerseffecten, terwijl dat wel is gedaan voor de

STONE-berekeningen. Trends in het klimaat laten zien dat het steeds natter wordt, wat tot dalende nitraatconcentraties leidt (verduunningseffect). Voor de STONE-berekeningen is dit verduunningseffect eruit gehaald, terwijl dat niet is gedaan door Van Loon en Fraters (2016). Dit betekent dat door STONE hogere concentraties worden berekend dan door Van Loon en Fraters. Daardoor worden in de onderhavige studie mogelijk meer normoverschrijdingen aangetroffen dan door Van Loon en Fraters (2016) is aangetoond.

Eén andere mogelijke verklaring voor het verschil in het aantal winningen met een normoverschrijding kan zijn dat door Van Loon en Fraters (2016) voor natuurgebieden een gemiddelde nitraatconcentratie van 20 mg/l is aangenomen. Dit is de gemiddelde waarde voor natuurgebieden op zandgrond (Masselink et al., 2012). De variatie in natuurgebieden is groot en de gemeten nitraatconcentratie ligt voor 50% van de waarnemingen tussen de 6 mg/l (25-percentiel) en 27 mg/l (75-percentiel), terwijl 7% van de gebieden een concentratie had hoger dan 50 mg/l (Masselink et al., 2012). Het is bekend dat vooral in het zuiden en oosten van het land en aan de randen van de Gelderse Vallei hoge nitraatconcentraties voorkomen (Boumans, 1994). Dit verklaart mogelijk niet alleen het verschil in aantallen winningen met een normoverschrijding maar ook het verschil in de ruimtelijke verdeling. Volgens Van Loon en Fraters (2016) treden de grootste problemen op in Overijssel en Gelderland. Uit de STONE resultaten kan echter worden geconcludeerd dat de grootste problemen optreden in Noord-Brabant en Limburg.

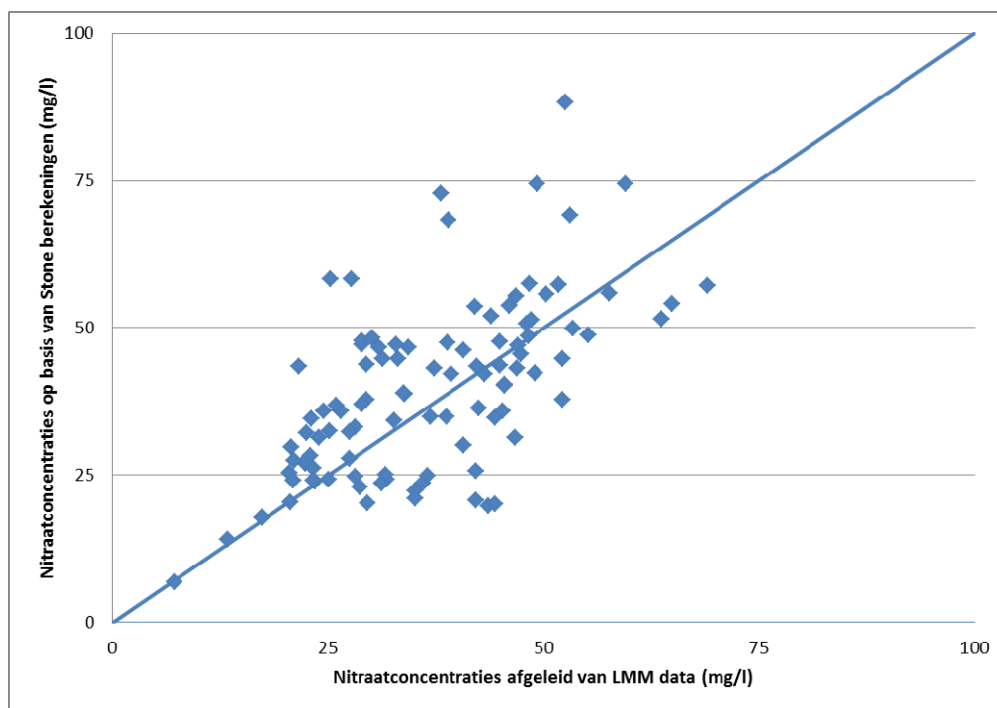
De benadering van Van Loon en Fraters (2016) houdt, net als het onderhavige onderzoek, rekening met regionale verschillen in de verhouding gewastypen, grondsoort en Gt-klassen (Tabel 5), belangrijke factoren die de mate van uitspoeling bepalen. Dit zijn ook de factoren die voor een deel de verschillen in nitraatconcentraties tussen Zand Zuid, -Midden en -Noord verklaren. Onderstaande tabel laat bijvoorbeeld zien dat fractie natte gronden (Gt I-V*) en fractie moerveengronden afneemt en dat fractie droge gronden (Gt VII en Gt VIII) en fractie zandgronden toeneemt van noord naar zuid op de LMM-bedrijven. Van Loon en Fraters (2016) houden geen rekening met regionale verschillen in mestverdeling die voor een ander deel de verschillen kunnen verklaren.

Tabel 5. Gemiddelde nitraatconcentraties en bodemtypen in de drie zandregio's, op basis van LMM-data 2010-2014 (Van Loon en Fraters, 2016).

Gebied	NO ₃ (mg/L)	Fractie natte gronden (Gt I-V*)	Fractie droge gronden (Gt VII en Gt VIII)	Fractie zand- gronden	Fractie moer- veen- gronden
Zand Noord	27	0,71	0,08	0,45	0,53
Zand Midden	36	0,66	0,12	0,73	0,17
Zand Zuid	69	0,61	0,16	0,85	0,07

STONE houdt wel rekening met regionale verschillen in bemesting, omdat via Mambo per gemeente, grondsoort en gewastype een bemesting wordt berekend met dierlijke mest en met kunstmest. Daarnaast zijn er ook regionale verschillen met betrekking tot de atmosferische N-depositie die als invoer in het STONE-model wordt gebruikt. Het onderzoeken van redenen voor verschillen tussen beide onderzoeken vormde echter geen onderdeel van de huidige opdracht en hier wordt daarom niet verder op ingegaan.

Wel zijn de gebiedsgemiddelde concentraties van de periode 2010-2014 vergeleken met de concentraties die berekend zijn door Van Loon en Fraters (2016), op basis van getallen uit het LMM over dezelfde periode. In Figuur 11 is de correlatie tussen de modelberekeningen op basis van STONE en de berekeningen op basis van het LMM weergegeven.



Figuur 11. Gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties, berekend op basis van LMM-metingen (Van Loon en Fraters, 2016) uitgezet tegen de gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties op basis van STONE-berekeningen. De doorgetrokken lijn is de 1:1 lijn.

Op basis van Figuur 11 kan worden geconcludeerd dat de correlatie tussen de resultaten van de STONE-modelberekeningen enerzijds en de getallen afgeleid van LMM-data door Van Loon en Fraters (2016) anderzijds, significant is ($y = 0,7499x + 12,044$, $R^2 = 0,38$).

3.3 Vergelijking met gebiedsdossiers

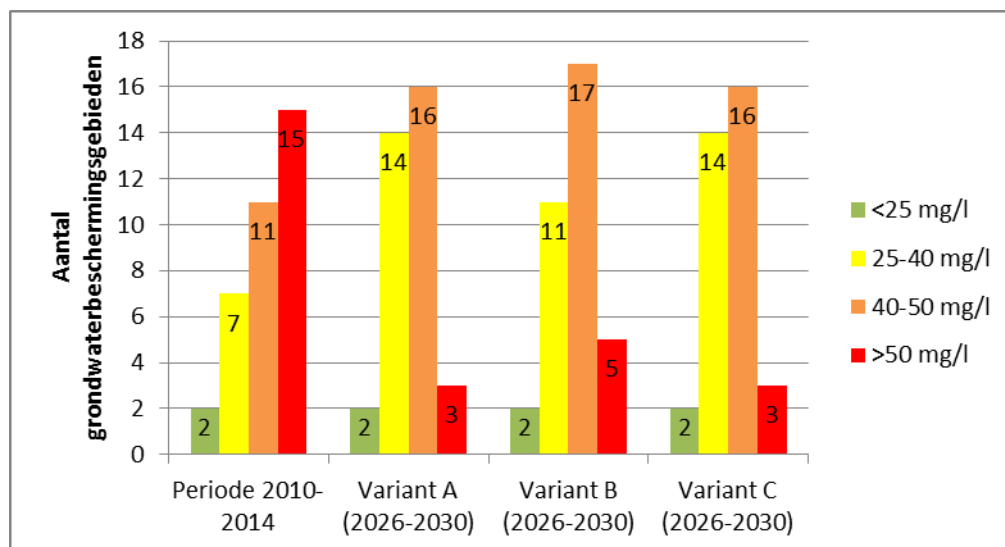
3.3.1 Winningen waar een van de stoffen nitraat, sulfaat of nikkel een (potentiële) probleemstof vormt

Het onderhavige onderzoek brengt de winningen in beeld waarbij op basis van het generieke beleid in het bovenste grondwater problemen zijn te verwachten in de toekomst. Het is echter de vraag wat dit betekent voor de concentraties bij de winputten. Richting de winputten

kunnen de concentraties namelijk afnemen door afbraak en verdunning, maar ook toenemen door de aanwezigheid van een historische belasting in de ondergrond (in paragraaf 4.2 wordt hier verder op ingegaan). In onderstaande paragraaf worden de winningen eruit gelicht waarvan op basis van de gebiedsdossiers al bekend is dat er problemen zijn met aan vermisting gerelateerde stoffen in de winputten. Deze winningen zijn dus een deelverzameling van de in totaal 109 beschouwde winningen van het onderliggende onderzoek (zie Figuur 5). Hiermee wordt specifiek voor deze winningen in beeld gebracht wat de verwachting is voor de toekomst in het bovenste grondwater.

Op basis van de gebiedsdossiers van 192 beschouwde grondwaterwinningen zijn door Wuijts et al. (2014) 37 winningen (19%) geïdentificeerd waarbij een van de stoffen nitraat, sulfaat of nikkel een (potentiële) probleemstof vormt. Deze winningen zijn weergegeven in Figuur 2. Figuur 12 toont een overzicht van de STONE-berekeningen van de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater van de grondwaterbeschermingsgebieden van de probleemwinningen volgens de gebiedsdossiers. Dit betreft 35 grondwaterbeschermingsgebieden. Van de 37 probleemwinningen volgens de gebiedsdossiers is namelijk één winning niet meegenomen (Woerden-Kamerik) aangezien deze winning zich niet in de Zand- maar in de Kleiregio bevindt (zie ook Hoofdstuk 2). De overgebleven 36 winningen bevinden zich in 35 grondwaterbeschermingsgebieden (de winningen Galgenberg en Dr. Van Heeck bevinden zich beide in grondwaterbeschermingsgebied Montferland/Dr. van Heeck).

Figuur 12 laat zien dat bij 15 grondwaterbeschermingsgebieden de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater voor de periode 2010-2014 volgens de STONE-modelberekeningen > 50 mg/l ligt. Voor 11 grondwaterbeschermingsgebieden ligt de nitraatconcentratie tussen 40 en 50 mg/l en voor 7 grondwaterbeschermingsgebieden tussen 25 en 40 mg/l. In de toekomstige situatie neemt het aantal grondwaterbeschermingsgebieden waar de gemiddelde nitraatconcentratie > 50 mg/l is volgens variant A af naar 3, terwijl voor 16 grondwaterbeschermingsgebieden de nitraatconcentratie tussen 40 en 50 mg/l ligt en voor 14 grondwaterbeschermingsgebieden tussen 25 en 40 mg/l. In de toekomstige situatie is het beeld volgens variant B en C vergelijkbaar.



Figuur 12. Gebiedsgemiddelde concentratie < 25, 25-40, 40-50 of > 50 mg/l voor de periode 2010-2014 en de toekomstige situatie (2026-2030) van de drie beleidsvarianten voor de 35 grondwaterbeschermingsgebieden waar volgens de gebiedsdossiers (Wuijts et al., 2014) nitraat, sulfaat of nikkel een (potentiële) probleemstof vormt. Deze winningen zijn een deelverzameling van de winningen die gepresenteerd zijn in Figuur 5.

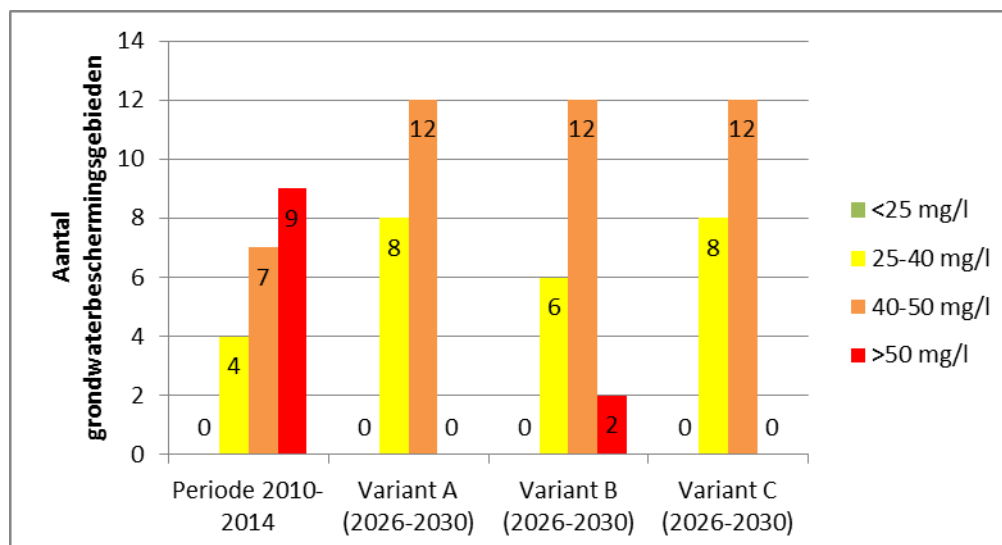
3.3.2

Winningen waar nitraat een (potentiële) probleemstof vormt

Op basis van de gebiedsdossiers van 192 beschouwde grondwaterwinningen zijn door Wuijts et al. (2014) 21 winningen (11%) geïdentificeerd waarbij nitraat een (potentiële) probleemstof vormt. Deze winningen zijn weergegeven in Figuur 3.

Figuur 13 toont een overzicht van de STONE-berekeningen van de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater van de grondwaterbeschermingsgebieden van de probleemwinningen volgens de gebiedsdossiers. Dit betreft 20 grondwaterbeschermingsgebieden. Deze winningen zijn een deelverzameling van de in totaal 109 beschouwde winningen van het onderliggende onderzoek.

Figuur 13 laat zien dat bij 9 grondwaterbeschermingsgebieden de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater voor de periode 2010-2014 volgens de STONE-modelberekeningen > 50 mg/l is. Voor 7 grondwaterbeschermingsgebieden ligt de nitraatconcentratie tussen 40 en 50 mg/l en voor 4 grondwaterbeschermingsgebieden tussen 25 en 40 mg/l. In de toekomstige situatie neemt het aantal grondwaterbeschermingsgebieden waar de gemiddelde nitraatconcentratie > 50 mg/l is, volgens variant A af naar 0, terwijl voor 12 grondwaterbeschermingsgebieden de nitraatconcentratie tussen 40 en 50 mg/l ligt en voor 8 grondwaterbeschermingsgebieden tussen 25 en 40 mg/l. In de toekomstige situatie is het beeld volgens variant B en C vergelijkbaar.



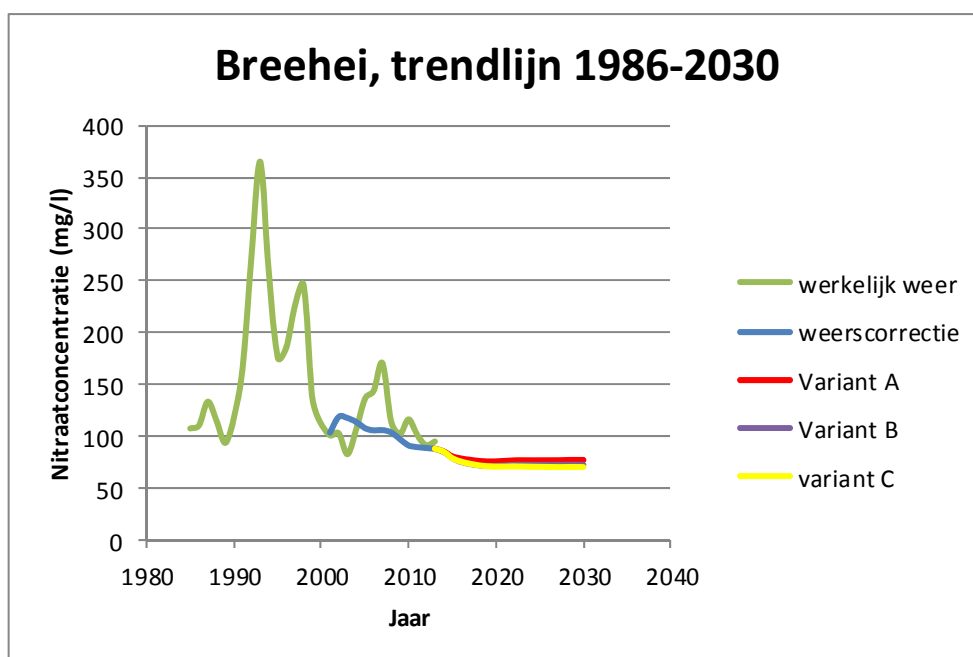
Figuur 13. Gebiedsgemiddelde concentratie < 25, 25-40, 40-50 of > 50 mg/l voor de periode 2010-2014 en de toekomstige situatie (2026-2030) van de drie beleidsvarianten voor de 20 grondwaterbeschermingsgebieden waar volgens de gebiedsdossiers (Wuijts et al., 2014) nitraat een (potentiële) probleemstof vormt. Deze winningen zijn een deelverzameling van de winningen die gepresenteerd zijn in Figuur 5.

Overigens zijn er ook 13 grondwaterbeschermingsgebieden die volgens de gebiedsdossiers niet zijn geïdentificeerd als probleemwinning met betrekking tot nitraat, sulfaat of nikkel, maar waar de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in het voor de periode 2010-2014 volgens de STONE-modelberekeningen wel > 50 mg/l is. Voor nog eens 17 andere grondwaterbeschermingsgebieden, die niet geïdentificeerd zijn als probleemwinning volgens de gebiedsdossiers, ligt de nitraatconcentratie tussen 40 en 50 mg/l. In de toekomstige situatie neemt dit aantal volgens variant A af naar respectievelijk 5 en 15. Dat deze winningen volgens de gebiedsdossiers niet zijn geïdentificeerd als probleemwinningen, kan verschillende redenen hebben. Een reden kan zijn dat het grondwater met nitraat nog niet de diepte van de winputten heeft bereikt, dat er afbraak van nitraat in de ondergrond plaatsvindt, of dat er geen gebiedsdossier beschikbaar is.

3.4 Effecten van combinaties van landgebruik en grondwaterstanden voor de winning Breehei

Het is bekend dat bepaalde combinaties van landgebruik-grondwaterstand-bodemtype gevoeliger zijn voor nitraatuitspoeling dan andere combinaties. Om hier meer inzicht in te krijgen, is ter illustratie voor 1 winning (Breehei) de nitraatconcentratie in de tijd weergegeven van de verschillende combinaties van landgebruik en grondwaterstanden. Deze informatie is van belang voor het interpreteren van de modelresultaten. Bij de toekomstscenario's wordt er bijvoorbeeld van uitgegaan dat er geen veranderingen optreden in landgebruik. In deze paragraaf wordt inzicht gegeven in wat het effect zou kunnen zijn van veranderingen in grondwaterstanden en landgebruik in de toekomst.

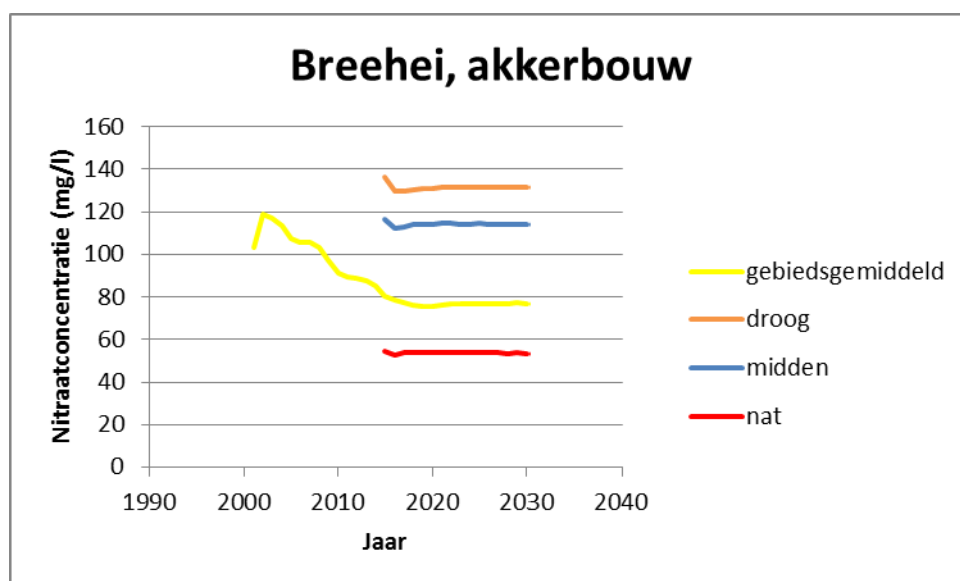
Voordat wordt ingegaan op de effecten van verschillende combinaties van landgebruik en grondwaterstand, wordt eerst de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie van deze winning in de tijd gepresenteerd voor de periode 1985 tot 2030 (zie Figuur 14). In Figuur 14 wordt onderscheid gemaakt in de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie bij het werkelijke weer (1985-2013) en de weersgecorrigeerde gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie (2001-2015). In deze figuur zijn ook de drie varianten naar de toekomst (2030) gepresenteerd. Deze figuur laat zien hoe groot het effect is van de weerscorrectie op de nitraatconcentratie.



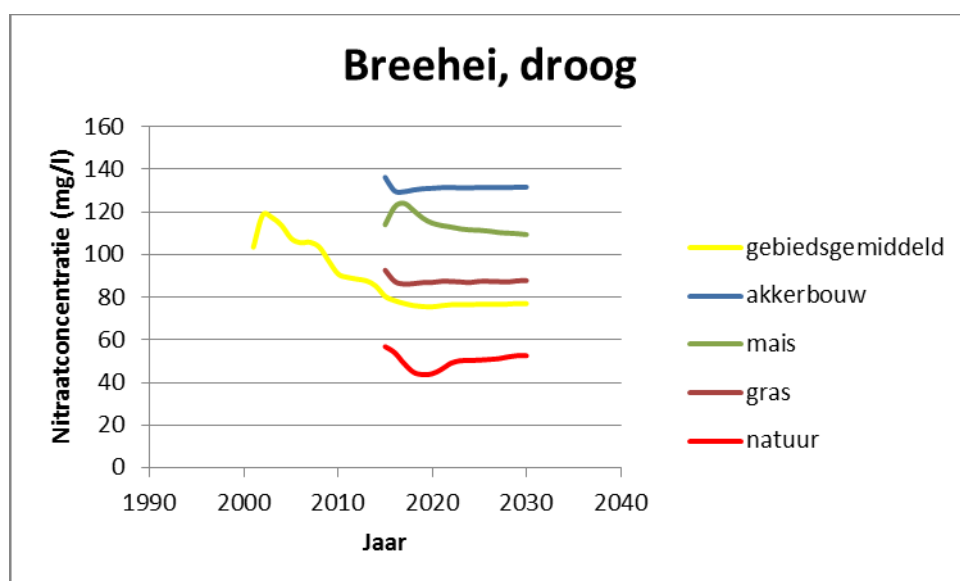
Figuur 14. Nitraatconcentratie in de tijd voor de winning Breehei over de periode 1985 tot 2030.

Om meer inzicht te krijgen in de verschillende combinaties van landgebruik en grondwaterstanden worden voor de winning Breehei de weersgecorrigeerde concentraties vanaf 2001 gebruikt en wordt voor de toekomst uitgegaan van beleidsvariant A. Vervolgens wordt voor de winning Breehei verder ingezoomd op de nitraatconcentraties bij de verschillende combinaties van landgebruik en grondwaterstanden (zie Figuur 15 en 16).

In Figuur 15 wordt voor de winning Breehei de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie gegeven voor de periode 2001 tot 2030. In de periode 2001 tot 2015 neemt de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater bij Breehei af en tussen 2015 tot 2030 blijft deze ongeveer gelijk. Daarnaast wordt voor de periode 2016-2030 de relatieve bijdrage van het landgebruik akkerbouw in combinatie met de grondwaterstanden droog, midden en nat weergegeven. De nitraatconcentraties zijn het hoogst voor de droge gronden en ze zijn lager naarmate de gronden natter worden. Deze resultaten geven enigszins inzicht in wat het effect van vernatten van het gebied op de nitraatconcentratie zou kunnen zijn.



Figuur 15. Gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties voor de winning Breehei over de periode 2001 tot 2030 en de nitraatconcentratie voor het landgebruikstype akkerbouw bij drie verschillende grondwaterstanden (nat, midden en droog). Voor de toekomstige situatie is uitgegaan van beleidsvariant A.



Figuur 16. Gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie voor de winning Breehei over de periode 2001 tot 2030 en de nitraatconcentraties voor droge gronden bij vier verschillende landgebruikstypen (akkerbouw, mais, gras en natuur). Voor de toekomstige situatie is uitgegaan van beleidsvariant A.

In Figuur 16 wordt nogmaals de gebiedsgemiddelde nitraatconcentratie van de winning Breehei weergegeven. Daarnaast wordt de relatieve bijdrage van de nitraatconcentraties gepresenteerd van de verschillende vormen van landgebruik (akkerbouw, mais, gras en natuur) op droge gronden. Hiermee wordt inzichtelijk gemaakt wat het effect zou kunnen zijn als in grondwaterbeschermingsgebied wordt overgegaan op een ander landgebruik. Over het algemeen zijn de concentraties voor het

landgebruik akkerbouw het hoogst en nemen af voor mais, grasland, en natuur.

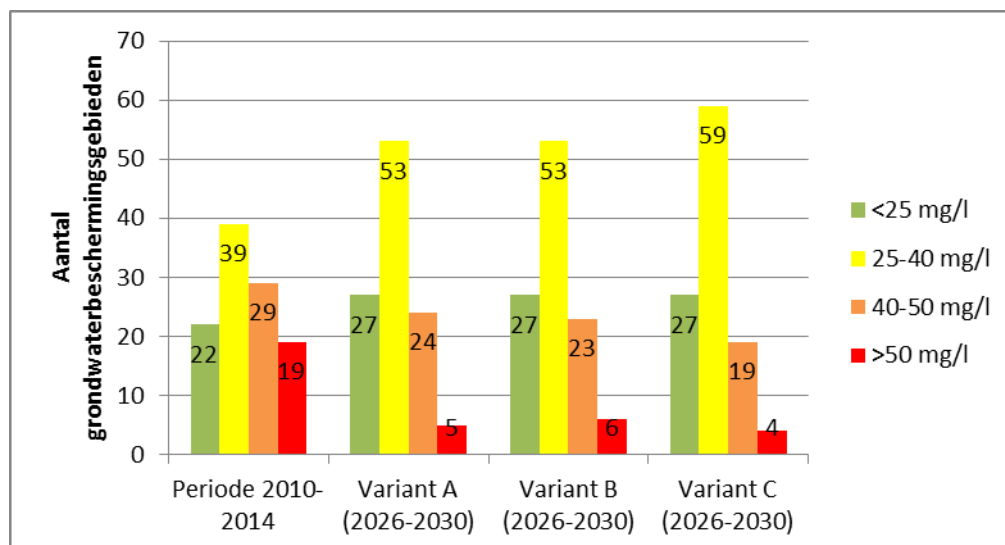
Bovenstaande figuren laten een voorbeeld zien van analyses die nu kunnen worden gedaan met de beschikbare data. Van iedere winning zijn de verschillende combinaties landgebruikstypen en grondwaterstanden doorgerekend. Van iedere winning is ook de relatieve bijdrage van deze verschillende combinaties bekend. Per winning kan dus worden gekeken hoe groot de relatieve bijdrage is van de verschillende combinaties, wat het effect kan zijn van veranderingen in landgebruik in de toekomst en wat dit betekent voor de effecten van maatregelen. Ook kan per winning worden gekeken wat het effect is van de verschillende beleidsvarianten (A, B en C). Een dergelijke meer gedetailleerde analyse maakt echter geen onderdeel uit van de huidige opdracht.

4 Discussie

4.1 Onzekerheden van de modelberekeningen

Voor de verschillende winningen is de ontwikkeling van de nitraatconcentraties in de loop van de tijd gegeven. Een van de onzekerheden in de modelberekeningen bestaat uit het niet kunnen koppelen van het hele grondwaterbeschermingsgebied aan een STONE-plot (zie Tabel 1). Vooral voor de winningen die zijn gelegen in het stedelijk gebied betekent dit een grote onzekerheid, aangezien stedelijk gebied niet is opgenomen in het STONE-model. Voor het gedeelte van het grondwaterbeschermingsgebied waarvoor geen koppeling gemaakt kan worden met een STONE-plot is, uitgegaan van een concentratie in het bovenste grondwater van 20 mg/l. De nitraatconcentratie in het bovenste grondwater van het stedelijk gebied zal deels worden bepaald door de aanwezigheid van natuur (parken, plantsoenen) in het stedelijk gebied. Daarom wordt voor het stedelijk gebied uitgegaan van een uniforme waarde van 20 mg/l, zoals door Van Loon en Fraters (2016) is gebruikt voor natuur. Deze waarde is gebaseerd op meetwaarden uit het Trendmeetnet Verzuring (TMV).

Als de aanname wordt gedaan dat het deel van het grondwaterbeschermingsgebied dat niet gelinkt kan worden aan een STONE-plot een concentratie heeft van 20 mg/l, dan verandert het resultaat ten opzichte van Figuur 5 aanzienlijk. In Figuur 17 wordt een overzicht gegeven van het aantal winningen in de verschillende concentratieklassen, rekening houdend met deze dekkingsgraad. In plaats van 28 winningen zijn er dan nog maar 19 waarbij de concentratie groter is dan 50 mg/l. Voor de categorie 40-50 mg/l stijgt het aantal winningen van 28 naar 29. Voor de toekomstige situatie (2026-2030) daalt het aantal winningen waar de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater meer dan 50 mg/l bedraagt, volgens beleidsvariant A, B en C naar 5 (variant A), 6 (variant B) en 4 (variant C).



Figuur 17. Aantal grondwaterbeschermingsgebieden waarbij de gebiedsgemiddelde concentratie < 25, 25-40, 40-50 of > 50 mg/l is voor de periode 2010-2014 en de toekomstige situatie (2026-2030) van de drie beleidsvarianten. In dit overzicht is een correctie uitgevoerd voor de dekkinggraad van het grondwaterbeschermingsgebied met een STONE-plot.

Een andere onzekerheid bij de voorspellingen van de toekomst (variant A en B) is de aanname dat het landgebruik in de toekomst niet verandert. Als er binnen een grondwaterbeschermingsgebied een verandering van landgebruik plaatsvindt in de toekomst, kan ook dit grote gevolgen hebben voor de nitraatconcentraties. Figuur 16 laat bijvoorbeeld zien dat de concentraties in Breehei onder grasland ongeveer 90 mg/l zijn, terwijl de concentraties onder akkerbouw ongeveer 130 mg/l zijn. Een verschuiving in het gebruik van grasland naar akkerbouw in dit gebied zal dus betekenen dat de huidige berekeningen de nitraatconcentraties onderschatten.

Ook het werkelijke weer zal in de toekomst anders zijn dan waarvan nu wordt uitgegaan met de weerscorrectie. Figuur 14 laat zien dat de concentraties bij het werkelijke weer behoorlijk fluctueren. Voor de vergelijking van de modelresultaten met meetwaarden is het nodig gebruik te maken van de berekende concentraties bij het werkelijke weer en niet met klimaat-gecorrigeerde getallen.

Zoals vermeld in paragraaf 2.2.4 is voor de 7 grondwaterbeschermingsgebieden in de Zuid-Limburgse Lössregio niet de grondwaterconcentratie gepresenteerd, maar de concentraties in het bodemvocht op 1,53,0 meter diepte. Bedacht moet worden dat de onzekerheid van de STONE-resultaten voor de Lössregio groter is dan voor de Zandregio, omdat:

- De met MAMBO berekende mestinvoer is gebaseerd op een relatief klein aantal BIN-bedrijven in de Lössregio.
- De hydrologie in het STONE-model is berekend met de modellen SWAP/NAGROM. Voor de Zuid-Limburgse Lössregio zijn de resultaten van deze modellen iets minder betrouwbaar dan voor de andere gebieden.

- Het aantal STONE-plots met akkerbouw, mais en grasland in de Zuid-Limburgse Lössregio klein is. Per grondgebruiksvorm zijn voor enkele STONE-rekenplots meetresultaten beschikbaar, terwijl voor de Zandregio per grondgebruiksvorm tientallen rekenplots aanwezig zijn, waarvan de resultaten gemiddeld kunnen worden. Door een groter aantal plots met resultaten wordt het risico op beïnvloeding door toevallige uitschieters kleiner. Omdat voor de Lössregio slechts enkele plots met resultaten beschikbaar zijn, is het risico op toevallige uitschieters groter en is daarmee de onzekerheid van de berekende concentraties groter.

Er zijn dus verschillende onzekerheden in het onderzoek. De absolute getallen in dit onderzoek moeten dus worden gezien als een indicatie van de omvang van het probleem. Anderzijds is het zo dat de correlatie van de met STONE berekende nitraatconcentraties en de getallen zoals berekend door Van Loon en Fraters (2016) goed is. Daarnaast zijn de aannames in de modelberekeningen gedaan om een vergelijking mogelijk te maken van het effect van generieke (landelijke) beleidsvarianten. De modelresultaten moeten dan ook worden geïnterpreteerd als een weergave van het te verwachten effect van deze verschillende beleidsvarianten.

4.1.1 *Grondwaterbeschermingsgebieden versus intrekgebieden*

Zoals besproken in Hoofdstuk 2, is uit praktische overwegingen uitgegaan van (actuele) grondwaterbeschermingsgebieden, omdat deze een beleidsstatus hebben, en omdat niet voor alle winningen intrekgebieden beschikbaar zijn. Het grondwaterbeschermingsgebied is een kleiner gebied dan het intrekgebied; het betreft het gedeelte van het intrekgebied op basis van een reistijd van circa 25 jaar in het watervoerende pakket waar de onttrekking plaatsvindt. Reistijden vanuit het gedeelte van het intrekgebied dat zich buiten het grondwaterbeschermingsgebied bevindt, zijn groter. Maatregelen die worden genomen in het grondwaterbeschermingsgebied zullen dan ook eerder effect hebben op de waterkwaliteit van de winputten, dan maatregelen in het gedeelte van het intrekgebied buiten het grondwaterbeschermingsgebied.

Voor enkele winningen konden berekende nitraatconcentraties in het bovenste grondwater van het grondwaterbeschermingsgebied worden vergeleken met het intrekgebied (100-jaarzone). Door Van Loon en Fraters (2016) is dit gedaan voor de winning Dinxperlo (Gelderland). De gemiddelde nitraatconcentratie in de periode 2010-2014 bedroeg in hun onderzoek 50 mg/l voor het grondwaterbeschermingsgebied en 62 mg/l voor het intrekgebied. Op basis van de gegevens van het onderhavige onderzoek kon dit worden gedaan voor de 100-jaarzone van winning 't Gooi, waarbinnen de grondwaterbeschermingsgebieden Huizen, Laarderhoogt en Laren zijn gelegen. De gemiddelde nitraatconcentraties op basis van de modelberekeningen in de periode 2010-2014 bedroegen respectievelijk 26, 24 en 24 mg/l voor de drie grondwaterbeschermingsgebieden, en 28 mg/L voor de 100-jaarzone. Deze twee voorbeelden laten een goede overeenkomst zien.

4.2 Overige aan mest gerelateerde stoffen en effecten op de kwaliteit van grondwater als bron voor drinkwater

In dit onderzoek, dat zich beperkt tot het bovenste grondwater, zijn de winningen uitsluitend beoordeeld op basis van de concentraties voor nitraat. Vermesting uit zich echter niet alleen in een toename van de concentratie nitraat in het grondwater. Vermesting kan tevens direct of indirect leiden tot een toename van de hardheid (de som van calcium en magnesium) in het infiltrerende grondwater en tot verhoogde concentraties van veel andere stoffen zoals sulfaat, kalium, chloride en van sporenmetalen als zink en koper in het diepere grondwater, zie onder meer Van Loon en Fraters (2016) en Van der Aa et al. (2014).

Bij de selectie van de winningen in dit onderzoek zijn de winningen met een overschrijding van een van de parameters sulfaat en nikkel in het grondwater op de diepte van de winputten, zoals beschreven in de gebiedsdossiers (Wuijts et al., 2014) wel meegenomen (zie paragraaf 2.1). Voor deze parameters zijn echter geen concentraties berekend voor het bovenste grondwater.

In dit onderzoek zijn de winningen in beeld gebracht waar de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater de norm overschrijden op basis van het huidige (4^{de} en 5^{de} NAP) en toekomstige generieke beleid. De nitraatconcentraties zijn modelmatig afgeleid met behulp van STONE. Bij de berekeningen is rekening gehouden met de grondsoort, het landgebruik en de grondwatertrapklasse. De concentraties in het bovenste grondwater kunnen echter niet direct worden vertaald naar de concentraties bij de winputten. De mate waarin de kwaliteit van het grondwater in de winputten uiteindelijk wordt beïnvloed, hangt af van:

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

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 anderen Van den Brink, 2012; Broers et al., 2012; Vink, 2007, De Jonge et al., 2007). Voor vijf winningen is op deze manier doorgerekend wat te verwachten effecten zijn van de verminderde nitraatbelasting sinds de jaren 1990 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, nitraat- en sulfaatconcentraties in het onttrokken grondwater worden verwacht. Er zijn echter aanzienlijke verschillen tussen de winningen en de termijn waarop effecten te verwachten zijn. Dit dient dan ook altijd specifiek per winning te worden onderzocht.

Er zijn de afgelopen jaren in diverse provincies ook winningen gesloten, of men is op grotere diepte grondwater gaan winnen, waarbij de gebrekkige ruwwaterkwaliteit als gevolg van meststoffen een rol speelde. Het onttrokken grondwater is vaak een mengeling van grondwater van verschillende ouderdom. Hoe lager de nitraatbelasting in het recente

grondwater, hoe sneller een daling ook zichtbaar wordt in het gezamenlijk onttrokken grondwater van de verschillende winputten.

Geochemische eigenschappen van de ondergrond

Door natuurlijke processen in de ondergrond, zoals menging met grondwater met een lagere nitraatconcentratie en denitrificatie, kunnen de concentraties verder dalen. Het valt niet uit te sluiten dat bij sommige winningen de ingezette daling van nitraatconcentraties in het bovenste grondwater voldoende zal zijn om bij de pompputten te voldoen aan de norm voor nitraat. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn als de ondergrond ter plaatse een hoeveelheid organisch materiaal bevat die leidt tot een extra afname van de nitraatconcentratie door denitrificatie. Het gevolg hiervan kan echter ook zijn dat de hardheid in enige mate toeneemt. 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 bufferend vermogen van de ondergrond is sterk regionaal bepaald en hangt samen met het type geologische afzetting. Op de Peelhorst en ook in westelijk Brabant blijkt pyrietoxidatie belangrijker dan degradatie van organisch materiaal (Broers et al., 1994). Op het Drents plateau komt weinig pyriet in de ondiepe ondergrond voor en is oxidatie van organisch materiaal waarschijnlijk bepalend voor de denitrificatie (Van Beek et al., 1994, Broers, 2002). Bovendien moet er rekening mee worden gehouden dat het totale gehalte aan organisch materiaal geen goede maat is voor het denitrificatievermogen. Dit komt doordat de aard van het organisch materiaal sterk kan variëren. Sommige componenten zijn makkelijk afbreekbaar en andere componenten zijn bijzonder persistent. Ook de aanwezigheid van pyriet is nog geen garantie voor een reductie van nitraat, aangezien bijvoorbeeld een beschermende coating om de kristallen de reactiviteit kan beïnvloeden. Om te kunnen vertrouwen op verdere nitraatreductie, zijn dus steeds gebiedsspecifieke studies nodig waarin de ruimtelijke variabiliteit in de nitraat-reductiecapaciteit met geschikte analysemethoden in beeld wordt gebracht (Van der Aa et al., 2003).

In de onderhavige studie is niet nagegaan of nitraatconcentraties lager dan 50 mg/l op termijn kunnen leiden tot overschrijding van normen in het diepere grondwater voor de andere aan mest gerelateerde parameters. Het is daarom mogelijk dat de problematiek met het huidige overzicht wordt onderschat. Wel is het de verwachting dat, indien in het bovenste grondwater van het intrekgebied – waarvan het grondwaterbeschermingsgebied een benadering vormt – gemiddeld genomen wordt voldaan aan de nitraatnorm, er sprake kan zijn van een duurzame drinkwaterwinning met betrekking tot aan vermisting gerelateerde stoffen. Deze verwachting wordt ingegeven doordat er vanuit wordt gegaan dat de nitraatconcentratie in de ondergrond op weg naar de winputten in elk geval niet verder zal toenemen, maar eerder zal afnemen. En ook omdat het de verwachting is dat er bij die nitraatconcentratie geen normoverschrijdingen zullen optreden voor de overige aan vermisting gerelateerde stoffen. Gezien de grote regionale verschillen zullen effecten in de praktijk onderzocht en getoetst moeten worden. Hierbij dient ook rekening te worden gehouden met de verhoogde nitraatbelasting uit het verleden die onderweg is naar de winputten. Hierbij geldt tevens dat hoe lager de nitraatbelasting in het

recente grondwater van het grondwaterbeschermingsgebied, hoe sneller een daling ook zichtbaar wordt in het gezamenlijk onttrokken grondwater van de verschillende winputten.

4.3 Regionaal beleid

In dit onderzoek zijn alleen de effecten in beeld gebracht van het generieke beleid op het bovenste grondwater. In verschillende regio's worden aanvullend regionale maatregelen getroffen. Van Loon en Fraters (2016) beschrijven dat de vier drinkwaterbedrijven op de Hoge Zandgronden (Vitens, WMD, Brabant Water en WML) in totaal in 11 regionale samenwerkingsprojecten met agrariërs participeren, waarbij onder andere gewerkt wordt aan het verminderen van de uitspoeling van nitraat naar het grondwater. Dit betreft projecten in onder meer de provincies Noord-Brabant, Drenthe, Limburg, Gelderland en Overijssel.

De provincie Overijssel probeert bijvoorbeeld via het project Boeren voor Drinkwater samen met Vitens en agrarische adviseurs de nitraatbelasting in de kwetsbare winningsgebieden Archemerberg, Hoge Hexel, Wierden, Herikerberg en Goor terug te dringen (provincie Overijssel, 2015). In dit project hebben agrariërs op vrijwillige basis hun bedrijfsvoering aangepast en de bemesting op hun landbouwgrond verlaagd van 155 kgN/ha in 2012 en 2013 naar 83 kgN/ha in 2014. Vervolgens zijn de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater gemeten op 170 extra ingerichte meetpunten. De tussentijdse evaluatie in 2015 laat zien dat de eerste resultaten van het project veelbelovend zijn. Vanaf de periode 2011-2013 is de concentratie nitraat afgenomen van 93-104 mg/l naar 83 mg/l in 2014. Een lagere nitraatconcentratie in het bovenste grondwater zal uiteindelijk leiden tot minder nitraat in de diepere grondwaterlagen en een schonere grondstof voor drinkwater. Deze waarden zijn hoger dan de landelijke nitraatcijfers voor de zandgronden, die rond de 50 mg/l liggen.

Dit wordt volgens de provincie Overijssel (2015) echter veroorzaakt door het grote aantal kwetsbare bodemtypen en drogere gronden die in de vijf Overijsselse kwetsbare gebieden aanwezig zijn. De zandgronden in Salland en Twente zijn over het algemeen droger en armer, waardoor nitraat makkelijk wordt doorgelaten.

In het onderhavige onderzoek zijn voor de betreffende winningen de volgende gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties berekend voor het bovenste grondwater (2010-2014): Wierden en Herikerberg respectievelijk 57 en 55 mg/l, Archemerberg en Hoge Hexel respectievelijk 46 en 50 mg/l en Goor 20 mg/l. Deze concentraties zijn weersgecorrigeerd en liggen lager dan de hierboven genoemde metingen in het project Boeren voor Drinkwater. De niet-weersgecorrigeerde concentraties zijn echter hoger en bedragen 64 mg/l voor Archemerberg, 68 mg/l voor Hoge Hexel, 79 mg/l voor Wierden, 75 mg/l voor Herikerberg en 26 mg/l voor Goor. In de toekomstige beleidsvarianten liggen de concentraties circa 10% lager.

4.4 Naleefgedrag mestwetgeving

Ook het naleefgedrag van de gebruiksnormen en/of voorschriften vormt een aandachtspunt. De omvang van het niet naleven van de regelgeving en de mogelijke effecten daarvan zijn niet in dit onderzoek meegenomen.

5 Conclusies en mogelijke vervolgstappen

5.1 Conclusies

5.1.1 *Alle beschouwde grondwaterbeschermingsgebieden op de Nederlandse zand- en lössgronden*

Uit de STONE-modelberekeningen (zie Figuur 5) blijkt dat voor de periode 2010-2014 voor 28 (26%) van de 109 beschouwde grondwaterbeschermingsgebieden op de Nederlandse zandgronden en in de Lössregio, de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater meer dan 50 mg/l bedraagt. Voor 28 andere grondwaterbeschermingsgebieden (26%) ligt de nitraatconcentratie tussen 40-50 mg/l en voor de overige 53

grondwaterbeschermingsgebieden (49%) is de nitraatconcentratie lager dan 40 mg/l. Van deze 53 gebieden zijn er 20 gebieden met een nitraatconcentratie < 25 mg/l. De grondwaterbeschermingsgebieden met nitraatconcentraties van meer dan 50 mg/l liggen voornamelijk in Zuid-Nederland (provincies Noord-Brabant en Limburg). Dit heeft te maken met regionale verschillen in de verhouding tussen de gewastypen en de fractie droge zand- en lössgronden die in Zuid-Nederland hoger is. Dit zijn samen met regionale verschillen in bemesting en atmosferische N-depositie, belangrijke factoren die de mate van uitspoeling bepalen.

Voor de toekomstige situatie (2026-2030) is de verwachting volgens beleidsvariant A dat nitraatconcentraties gemiddeld met circa 10% zullen dalen. Het aantal grondwaterbeschermingsgebieden waar de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in het grondwaterbeschermingsgebied meer dan 50 mg/l bedraagt, zal dan dalen naar 8 (7%). Voor 31 grondwaterbeschermingsgebieden (28%) ligt de nitraatconcentratie dan tussen 40-50 mg/l en voor de overige 70 grondwaterbeschermingsgebieden (64%) is het de verwachting dat de nitraatconcentratie lager is dan 40 mg/l. Van deze 70 gebieden zijn er 26 gebieden met een nitraatconcentratie < 25 mg/l.

Beleidsvariant B geeft een vergelijkbaar beeld; 10 grondwaterbeschermingsgebieden (9%) met nitraatconcentraties van meer dan 50 mg/l en 30 grondwaterbeschermingsgebieden (28%) tussen 40-50 mg/l en 69 lager dan 40 mg/l. Voor beleidsvariant C zijn deze aantallen 7 gebieden (> 50 mg/l), 29 gebieden (40-50 mg/l) en 73 gebieden (< 40 mg/l). Hoewel het aantal winningen met een normoverschrijding naar de toekomst afneemt, zijn er nog steeds een behoorlijk aantal winningen met een concentratie groter dan 25 mg/l.

De ruimtelijke verdeling van de grondwaterbeschermingsgebieden > 50 mg/l in het bovenste grondwater over Nederland laat zien dat deze zich concentreren in Zuid-Nederland (provincies Noord-Brabant en Limburg). Ook in Gelderland, Drenthe en Overijssel komen ze voor, maar dit betreft een kleiner aantal. Voor de toekomstige situatie liggen de 8 grondwaterbeschermingsgebieden met gemiddelde nitraatconcentraties in het bovenste grondwater van meer dan 50 mg/l, volgens beleidsvariant A in de provincies Noord-Brabant en Limburg.

In het onderzoek is tevens een relatie gelegd met de uitkomsten van de gebiedsdossiers voor drinkwaterwinningen. In de gebiedsdossiers zijn de winningen in beeld gebracht met problemen met aan vermesting gerelateerde stoffen op de diepte van de winputten. Dit is gebeurd voor in totaal 192 grondwaterwinningen. Bij 37 (19%) van de in totaal 192 grondwaterwinningen vormt een van de stoffen nitraat, sulfaat of nikkel een (potentiële) probleemstof. Bij 21 (11%) van de beschouwde winningen vormt nitraat een (potentiële) probleemstof.

Bij de 37 probleemwinningen horen volgens de gebiedsdossiers 35 grondwaterbeschermingsgebieden die zijn gelegen op de Nederlandse zandgronden. Als specifiek wordt ingezoomd op deze 35 gebieden, dan zijn er voor de periode 2010-2014 15 gebieden met in het bovenste grondwater een nitraatconcentratie > 50 mg/l, voor 11 gebieden zijn de nitraatconcentraties tussen 40 en 50 mg/l en voor 7 gebieden zijn de concentraties tussen 25 en 40 mg/l. In de toekomstige situatie zijn volgens variant A deze aantallen 3 gebieden (> 50 mg/l), 16 gebieden (40-50 mg/l) en 14 gebieden (25-40 mg/l). Variant B en C geven een vergelijkbaar beeld.

Bij de 21 probleemwinningen met betrekking tot nitraat, horen volgens de gebiedsdossiers 20 grondwaterbeschermingsgebieden die zijn gelegen op de Nederlandse zandgronden. Als specifiek wordt ingezoomd op deze 20 gebieden, dan zijn er voor de periode 2010-2014 9 gebieden met in het bovenste grondwater een nitraatconcentratie > 50 mg/l, voor 7 gebieden zijn de nitraatconcentraties tussen 40 en 50 mg/l en voor 4 gebieden zijn de concentraties tussen 25 en 40 mg/l. In de toekomstige situatie zijn deze aantallen volgens variant A 0 gebieden (> 50 mg/l), 12 gebieden (40-50 mg/l) en 8 gebieden (25-40 mg/l). In de toekomstige situatie is het beeld volgens varianten B en C vergelijkbaar.

Niet alle grondwaterbeschermingsgebieden waar de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater is verhoogd, hebben ook verhoogde nitraatconcentraties op de diepte van de winputten. Dit kan verschillende redenen hebben. Een reden kan zijn dat het grondwater met nitraat nog niet de diepte van de winputten heeft bereikt, of dat er afbraak van nitraat in de ondergrond plaatsvindt. Wat de reden is, zou per grondwaterbeschermingsgebied nader onderzocht moeten worden.

5.1.2 *Onzekerheden in de modelberekeningen*

Dit onderzoek vormde een verkenning van de omvang van de nitraatproblematiek bij drinkwaterwinningen in de toekomst. Onzekerheden in de modelberekeningen worden met name veroorzaakt door (1) het niet kunnen matchen van het volledige grondwaterbeschermingsgebied met een STONE-plot, (2) veranderingen in het landgebruik in de toekomst, (3) onzekerheden met betrekking tot het klimaat en de gevolgen daarvan op de weerscorrectie, en (4) onzekerheden in de afwijkende methode die is gehanteerd voor de Lössregio.

Doordat bij de modelberekeningen bepaalde aannames zijn gedaan, geven de resultaten van het huidige onderzoek uitsluitend een indicatie van de omvang van de problematiek rond vermesting bij kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden. Met deze studie is echter in beeld

gebracht wat het te verwachten effect is van de verschillende beleidsvarianten in het generieke (landelijke) beleid.

In het geval dat er in een gebied aanvullend regionale maatregelen worden genomen, zullen de concentraties lager zijn en geeft het huidige onderzoek een overschatting van de problematiek. In het huidige onderzoek wordt geen rekening gehouden in hoeverre naleving van de mestwetgeving plaatsvindt. Niet naleving van gebruiksnormen en/of voorschriften zal leiden tot hogere concentraties. Het huidige onderzoek geeft dan een onderschatting van de problematiek.

5.1.3 *Handelingsperspectief*

In dit onderzoek zijn de effecten in beeld gebracht van het generieke beleid op de huidige en toekomstige nitraatconcentraties van het bovenste grondwater van grondwaterbeschermingsgebieden. Het geeft hiermee een verkenning van de omvang van de nitraatproblematiek bij drinkwaterwinningen op de Nederlandse zandgronden en in de Lössregio in de toekomst.

Het is de verwachting dat er sprake kan zijn van een duurzame drinkwaterwinning als in het bovenste grondwater van het intrekgebied gemiddeld genomen wordt voldaan aan een gemiddelde concentratie van 50 mg/l. Deze verwachting wordt ingegeven doordat er vanuit wordt gegaan dat de nitraatconcentratie in de ondergrond op weg naar de winputten in elk geval niet verder zal toenemen, maar eerder zal afnemen. En ook omdat er vanuit wordt gegaan dat er bij die nitraatconcentratie geen problemen zullen ontstaan met de overige aan vermisting gerelateerde stoffen. Gezien de grote regionale verschillen dient een dergelijke verwachting echter altijd specifiek per winning te worden onderzocht.

Het onderzoek brengt op basis van de gebiedsdossiers ook in beeld in welke mate zich problemen voordoen met aan vermisting gerelateerde stoffen op de diepte van de winputten.

Hoe en op welke termijn de sinds de jaren 1990 verminderde nitraatbelasting van het bovenste grondwater zich zal manifesteren in het grondwater op de diepte van de winputten, verschilt per grondwaterbeschermingsgebied. Dit dient dan ook altijd specifiek per grondwaterbeschermingsgebied te worden onderzocht. Het onttrokken grondwater is een mengeling van grondwater van verschillende leeftijden. Hoe lager de nitraatbelasting in het recente grondwater van het grondwaterbeschermingsgebied, hoe sneller een daling ook zichtbaar wordt in het gezamenlijk onttrokken grondwater van de verschillende winputten.

De informatie uit deze studie helpt bij het onderbouwen en nemen van maatregelen om te komen tot een duurzame drinkwaterwinning. Het is hierbij van belang zoveel mogelijk aan te sluiten bij lopende projecten, zoals maatregelen in het kader van de Kaderrichtlijn Water en Delta-aanpak Waterkwaliteit. Ook is deze informatie behulpzaam bij het vormgeven van de maatregelen in de gebiedsdossiers. Hierbij dient een afweging gemaakt te worden tussen generiek (landelijk) en gebiedsgericht beleid. In verschillende regio's zijn al samenwerkingsprojecten met

agrariërs, waarbij onder andere wordt gewerkt aan het verminderen van de uitspoeling van nitraat naar het grondwater. De effecten hiervan zijn niet meegenomen in de onderhavige studie.

5.2 Mogelijke vervolgstappen

5.2.1 *Analysegevoelige combinaties landgebruik en bodemtype ter onderbouwing van maatregelen bij probleemwinningen*

Deze studie laat zien dat er grote verschillen bestaan tussen grondwaterbeschermingsgebieden. Een meer gedetailleerde analyse hiervan, in combinatie met beschikbare metingen zoals onder meer in het regionale project van de provincie Overijssel worden verzameld, kan bijdragen aan de onderbouwing van op de regio toegespitste maatregelen. Met behulp van de gegevens die zijn verzameld in het onderhavige onderzoek, kan per grondwaterbeschermingsgebied worden gekeken hoe groot de relatieve bijdrage is van de meer gevoelige combinaties (bijvoorbeeld uitspoelingsgevoelige teelten op droge zandgronden) of juist de minder gevoelige combinaties (bijvoorbeeld gras en vnatte gronden) en wat dit betekent voor de nitraatconcentraties in het gebied en de effecten van maatregelen.

5.2.2 *Vergelijking modelresultaten met metingen*

De gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties die zijn weergegeven in dit onderzoek zijn bepaald op basis van modelberekeningen van STONE. De correlatie van deze nitraatconcentraties en de getallen berekend door Van Loon en Fraters (2016) is goed. Echter, het wordt aanbevolen de modelresultaten ook te vergelijken met de meetdata. Deze vergelijking is met name van belang voor de Lössregio, omdat voor dit gebied bekend is dat STONE bepaalde aannames doet met betrekking tot grondwaterstanden die afwijken van de werkelijke situatie. Door Van Loon en Fraters (2016) zijn voor de Lössregio geen gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties berekend. In de Lössregio is de concentratie van LMM-bedrijven echter hoog (zie Figuur 4.14 in Fraters et al., 2016). Specifiek voor de grondwaterbeschermingsgebieden in de Lössregio is het aanbevelenswaardig de STONE-modelresultaten te vergelijken met meetgegevens van bedrijven in de Lössregio met vergelijkbare eigenschappen en omstandigheden.

5.2.3 *Voor de probleemwinningen in beeld brengen hoe de nitraatverontreiniging zich zal manifesteren in het diepere grondwater van de winputten*

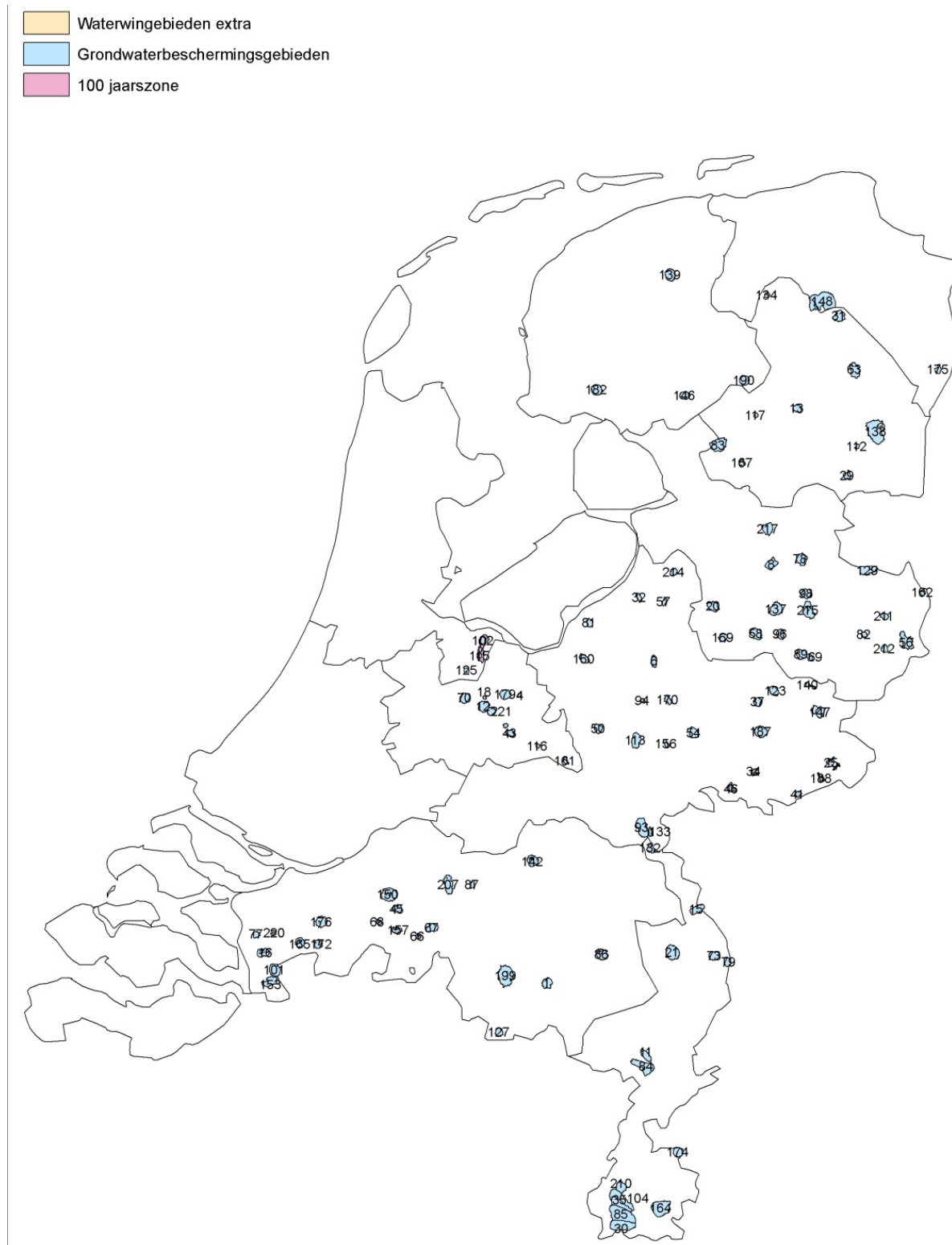
Deze studie richtte zich op de (nitraat)concentraties in het bovenste grondwater. Om een vertaling te kunnen maken naar concentraties in het diepere grondwater bij de winputten, is het nodig gebiedsgericht onderzoek te doen. Hierbij kan rekening worden gehouden met de historische en toekomstige belasting, alsmede geochemische eigenschappen van de ondergrond ter plaatse, die relevant zijn voor de afbraak van nitraat. Op basis hiervan kan in beeld worden gebracht of duurzame productie van drinkwater uit grondwater ter plaatse mogelijk is. De berekeningen van dit onderzoek hebben de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater in beeld gebracht vanaf 1986. Op basis van deze gegevens kan met behulp van hydrologische modellen een uitspraak worden gedaan over de toekomstige concentraties bij de winputten.

6 Literatuurlijst

- Aa, M. van der, 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
- Aa, N.G.F.M. van der, L.J.M Boumans, J.W.Claessens, (2014). Gevolgen van vermessing voor drinkwaterwinning. RIVM rapport 2014-0116
- Aa, N.G.F.M. van der, B.H. Tangena, S. Wuijts, A.C.M. de Nijs (2015). Scenario's drinkwatervraag 2040 en beschikbaarheid bronnen: Verkenning grondwatervoorraden voor drinkwater. RIVM Rapport 2015-0068
- Beek, C.G.E.M. van, J.G.R. Beemster, L. Bernhardi, J.W.N.M. Kappelhof, C. Vink, J.H.C Mülschlegel (2002). Vermesting en grondwaterwinning, Invloed van meststoffen uit de landbouw op de kwaliteit van grondwater opgepompt door waterleidingbedrijven. KWR rapport. KOA 01.116
- Beek, K. van, G. van den Berg & P. Hesen (2005). Geohydrochemische typologie als hulpmiddel bij grondwaterkwaliteitsbeheer. Bodem 5: 178-181
- Boumans, L.J.M., (1994). Nitraat in het bovenste grondwater onder natuurgebieden op zandgrond in Nederland. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, RIVM rapport 712300002
- Brink, C. van den, (2012). Land use and groundwater quality – How technical instrumentation and scientific knowledge can support groundwater planning. Dissertatie, UU, ISBN 978-90-6266-262-3
- Broers, H.P., J. Griffioen en E.A. Buijs (1994). Relaties tussen grondwatersamenstelling en sedimentsamenstelling voor 5 putlocaties van het provinciaal grondwaterkwaliteitsmeetnet Noord-Brabant. Instituut voor Grondwater en Geo-energie TNO, rapportno. OS94-38A
- Broers, H.P., (2002). Strategies for regional groundwater quality monitoring. Proefschrift Universiteit Utrecht, Nederlandse Geografische Studies no. 306
- Broers, H.P., J. Griffioen, W.J. Willems, 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, A. Marsman, (2012). Aquatempo: grondwaterdatering voor waterwinningen. TNO-rapport 2012-R10374
- Fraters, B., A.E.J. Hooijboer, A. Vrijhoef, J. Claessens, M.C. Kotte, Rijs G.B.J.et al., (2016). Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland; toestand (2012-2014) en trend (1992-2014): Resultaten van de monitoring voor de Nitraatrichtlijn. RIVM rapport 2016-0067
- Goffau, A. de, T.C. van Leeuwen, A. van den Ham, G.J. Doornewaard, B. Fraters, (2012). Minerals Policy Monitoring Programme Report 2007 – 2010. Methods and Procedures. National Institute for Public Health and the Environment, Bilthoven, the Netherlands, RIVM Report 680717018

- Groenendijk, P., L. Renaud, C. van der Salm, H. Luesink, P.W. Blokland, T. de Koeijer, 2015. Nitraat en N- en P-uitspoeling bij de gebruiksnormen van het 5de NAP; Modelberekeningen met MAMBO en STONE. Wageningen, Alterra Wageningen UR. Alterra-rapport 2647
- De Haan, J., W. van Geel, H. Verstegen, V. Hendriks, K. Zwart, (2010). Nitraatnorm op zand verdraagt geen intensieve landbouw. Wageningen Praktijkonderzoek Plant en Omgeving BV
- Hazeu, G.W., C. Schuiling, G.J. Dorland, G.J. Roerink, H.S.D. Naeff, R.A. Smidt, 2014. Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland versie 7 (LGN7); Vervaardiging, nauwkeurigheid en gebruik. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2548
- Jonge, M. de, V. Lagendijk, K.J. Raat & C. Vink (2007) Testcase Respond. Goor, Herikerberg, Holten. Rapport Vitens Watertechnologie
- Loon, A.H. van, (2012). De gevolgen van vermessing voor drinkwaterwinning in beeld. KWR rapport BTO 2012.005(s)
- Loon A.H. van, D. Fraters, (2016). De gevolgen van mestgebruik voor drinkwaterwinning. KWR rapport 2016.023
- Provincie Overijssel (2015). Evaluatie Boeren voor Drinkwater 2010-2014. <http://www.overijssel.nl/over-overijssel/cijfers-kaarten/virtuele-map/overijssels-feit-0/nieuwsbrief-ov-feit/overijssels-feit/2015-10-minder/>
- Schoumans, O.F., P.W. Blokland, P. Cleij, P. Groenendijk, T.J. de Koeijer, H.H. Luesink, et al., (2017) Ontwikkeling van de mestmarkt en bodem-, water- en luchtkwaliteit. Rekenvarianten voor de ex ante evaluatie van de Meststoffenwet 2016. In voorbereiding
- Vink, C., (2007). Grondwaterkwaliteit Goor Herikerberg Holten. Aanvullende berekeningen Respond. Rapport Kiwa Water Research KWR 07.091
- Vries, F. de, W.J.M. de Groot, T. Hoogland, J. Denneboom, (2003). De Bodem van Nederland digitaal. Toelichting bij inhoud, actualiteit en methodiek en korte beschrijving van additionele informatie. Alterra, Wageningen. Rapport 811
- Wösten, J.H.M., F. de Vries, J. Denneboom, A.F. van Holst, (1988). Generalisatie en bodemfysische vertaling van de Bodemkaart van Nederland, 1 : 250 000, ten behoeve van de Pawnstudie. Stiboka, Wageningen. Rapport 2055
- Wuijts, S., J.J. Bogte, H.H.J. Dik, W.H.J. Verweij, N.G.F.M van der Aa, (2014). Eindevaluatie gebiedsdossiers drinkwaterwinningen. RIVM rapport 270005001/2014

Bijlage 1: Kaart ligging geselecteerde winningen



NR NAAM

1	Aalsterweg knppt Leenderh	85	Heer-Vroendaal	172	Schijf
4	Amersfoort-Berg	86	Helmond	174	Schinveld
6	Amersfoortseweg	87	Helvoirt	175	Sellingen
8	Archemerberg	89	Herikerberg	176	Seppe
11	Beegden	92	Hettenheuvel	179	Soestduinen
12	Beerschoten	93	Heumensoord	182	Spannenburg
13	Beilen	94	Hoenderloo	187	't Klooster
15	Bergen	96	Holten	188	't Loohuis
16	Bergen op Zoom	98	Hooge Hexel	190	Terwisscha
18	Bilthoven	101	Huijbergen	199	Vessem
20	Boerhaar	102	Huizen	207	Waalwijk
21	Breehei	104	IJzeren Kuilen	210	Waterval
25	Corle	112	Kruidhaars (Sleen)	211	Weerselo
29	Dalen - de Loo	113	La Cabine	212	Weerseloseweg
30	De Dommel	114	Laarderhoogt	214	Wezep (Boele)
31	de Groeve	115	Laren	215	Wierden
32	De Haere	116	Leersum	217	Witharen
34	De Pol	117	Leggeloo	220	Wouw
35	De Tombe	123	Lochem	221	Zeist
37	Dennewater	125	Loosdrecht		
41	Dinxperlo	127	Luyksgestel		
43	Doorn	129	Manderheide en Manderveen		
45	Dorst	132	Plasmolen - Mookerheide		
46	Dr.v.Heeck	133	Muntberg		
47	Driebergen	134	Nietap		
50	Edese Bos	137	Nijverdal		
54	Ellecom	138	Noordbargeres		
56	Enschede-Losser	139	Noordbergum		
57	Epe	140	Noordijkerveld		
58	Espelose Broek	142	Nuland		
63	Gasselte	146	Oldeholtgade		
66	Gilze	147	Olden Eibergen		
67	Gilzerbaan	148	Onnen / De Punt		
68	Ginneken	150	Oosterhout		
69	Goor	153	Ossendrecht		
70	Groenekan	156	Pinkenberg		
73	Grubbenvorst	157	Prinsenbosch		
76	Haarlo	160	Putten		
77	Halsteren	161	Rhenen		
78	Hammerflief	162	Rodenmors		
79	Hanik	164	Roodborn		
81	Harderwijk	165	Roosendaal		
82	Hasselo	167	Ruinerwold		
83	Havelterberg	169	Schalkhaar		
84	Heel	170	Schalteberg		

Bijlage 2: Provinciale milieubeschermingsgebieden voor drinkwater

Figuur 2.1 toont een landelijk overzicht van de provinciale milieubeschermingsgebieden die relevant zijn voor drinkwaterwinning. Dit betreft de volgende typen gebieden (zie ook Figuur 2.2).

Het *waterwingebied* met een verblijftijd van het te onttrekken grondwater van ten minste zestig dagen in het watervoerende pakket. In dit gebied zijn alleen activiteiten toegestaan die noodzakelijk zijn voor de waterwinning en -productie. In sommige provincies zijn hierop uitzonderingen mogelijk.

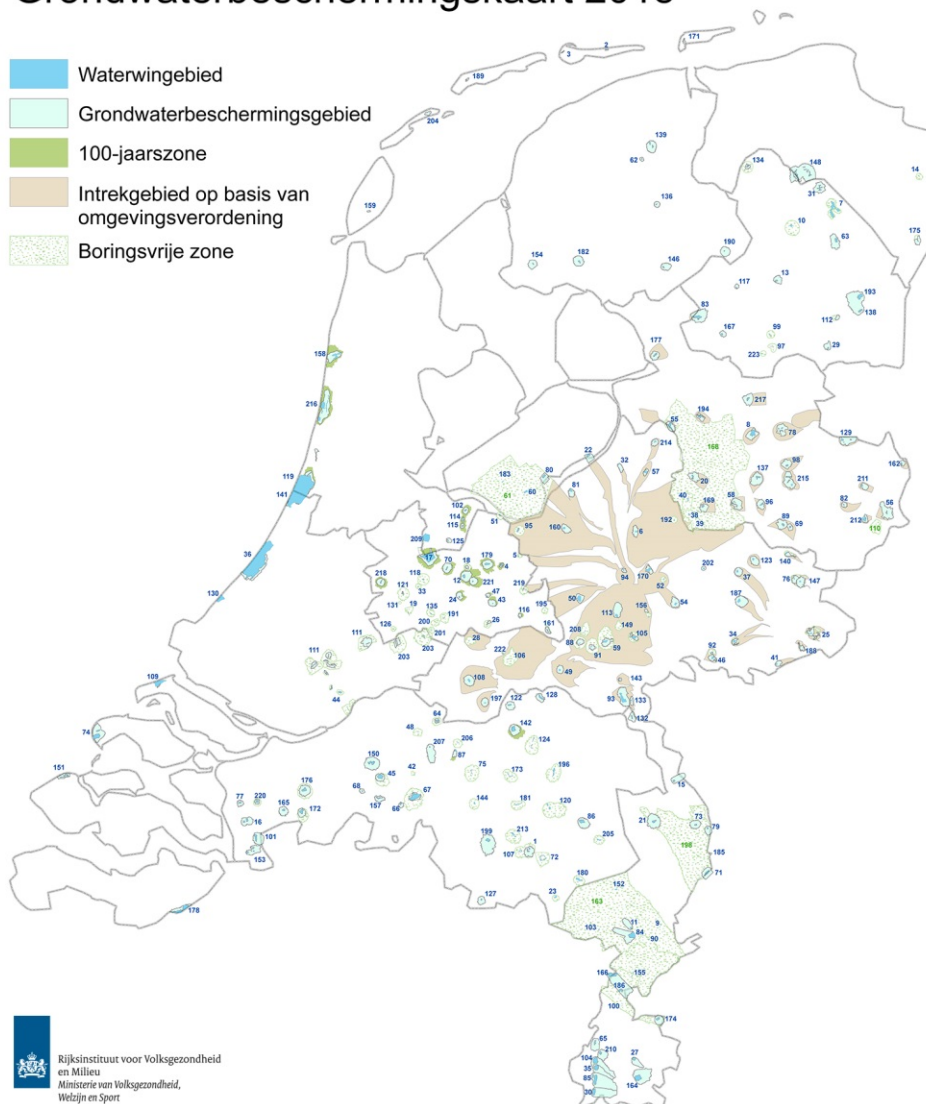
Het *grondwaterbeschermingsgebied* is meestal vastgesteld op basis van een berekende verblijftijd van een waterdeeltje van 25 jaar in het watervoerende pakket waar de onttrekking plaatsvindt. Het verticale transport van dit waterdeeltje is dan niet meegerekend bij het bepalen van de contour van het grondwaterbeschermingsgebied. Deze contour is vervolgens 'vertaald' naar logische kenmerken in het landschap (wegen, perceelgrenzen et cetera). Deze uiteindelijke contour vormt het uitgangspunt voor het beschermingsbeleid. Qua omvang moet worden gedacht aan een gebied van enkele tot enkele tientallen km² (5-100).

Voor zeer kwetsbare winningen is in een aantal provincies ook een *100 jaarzone* 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 maaiveld tot aan de onttrekkingsputten. In deze zone is het verticale transport dus wel meegerekend. Door deze verschillende uitgangspunten kunnen de grenzen van grondwaterbeschermingsgebieden en intrekgebieden soms gedeeltelijk samenvallen. Voor de provincies Gelderland en Overijssel is voor het deel van het intrekgebied dat buiten het grondwaterbeschermingsgebied valt, ruimtelijke bescherming geregeld via een omgevingsverordening.

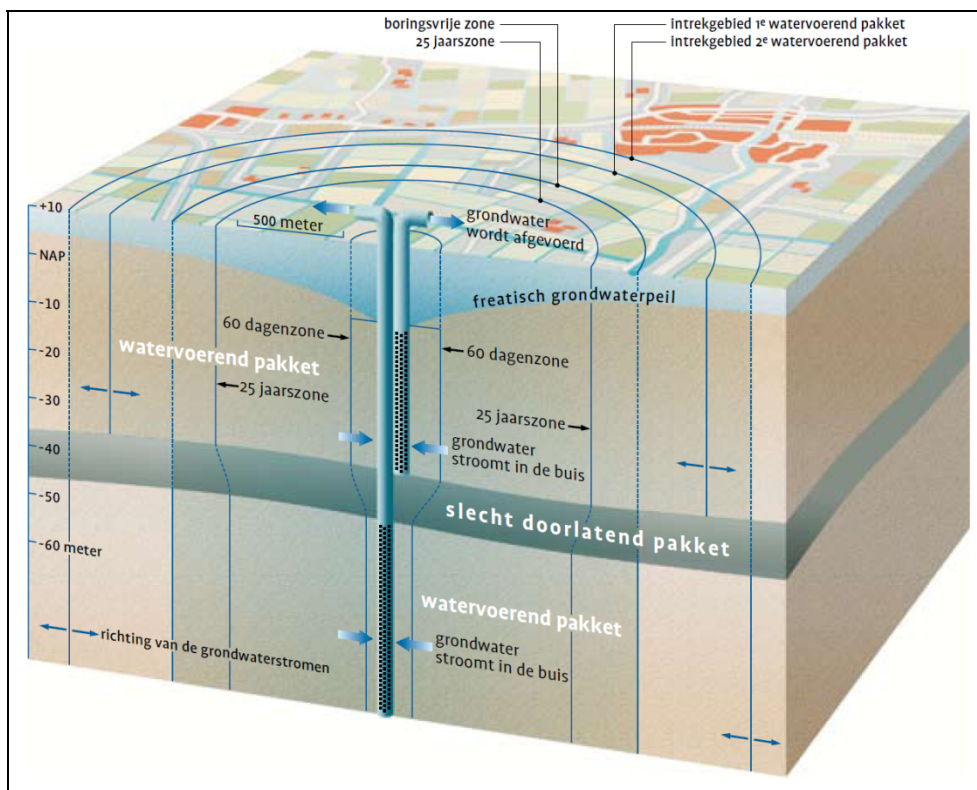
Het instellen van een *boringsvrije zone* heeft met name zin als de winning wordt afgedekt door een scheidende (slecht doorlatende) laag. Wanneer een dergelijke afdichtende laag wordt doorboord, kunnen verontreinigingen versneld toestromen naar de winning.

De wijze waarop de milieubeschermingsgebieden zijn bepaald, alsmede de regels die er gelden (het 'beschermingsregime') kunnen per provincie verschillen. Zie verder Van der Aa et al. (2015).

Grondwaterbeschermingskaart 2015



Figuur 2.1 Ruimtelijke begrenzing van milieubeschermingsgebieden relevant voor drinkwaterwinning (stand van zaken op basis van informatie provincies per 1 februari 2015). Zie Bijlage 1 voor namen van de gebieden.



Figuur 2.2 Schematische weergave milieubeschermingsgebieden voor drinkwater (Atlasproducties 2010).

Bijlage 3: Gebiedsgemiddelde concentraties op basis van STONE-berekeningen voor de periode 2010-2014 en toekomstig beleid (2026-2030) voor scenario A, B en C.

Nr	GWB kaart voor Alterra	NAAM	huidig	A	B	C
1		Aalsterweg knppts Leenderh	68.3	52.3	51.7	51.0
4		Amersfoort-Berg	24.2	22.3	22.3	22.2
6		Amersfoortseweg	27.0	24.5	24.6	24.5
8		Archemerberg	46.2	41.5	42.0	41.2
11		Beegden	69.1	59.2	56.2	53.6
12		Beerschoten	35.9	32.3	32.6	32.3
13		Beilen	25.8	22.7	23.1	22.4
15		Bergen	47.6	42.0	41.8	40.8
16		Bergen op Zoom	46.7	41.5	41.0	40.5
18		Bilthoven	34.2	30.7	30.7	30.8
20		Boerhaar	20.7	18.6	18.7	18.0
21		Breehei	88.4	76.9	72.3	70.2
25		Corle	40.3	35.1	34.4	33.3
29		Dalen - de Loo	36.3	32.2	32.9	31.9
30		De Dommel	60.7	47.1	51.2	46.6
31		de Groeve	19.8	17.3	17.6	17.4
32		De Haere	25.4	23.2	23.2	23.2
34		De Pol	37.9	35.3	35.4	34.9
35		De Tombe	55.9	44.3	47.9	43.9
37		Dennewater	35.0	31.0	30.9	30.2
41		Dinxperlo	51.5	44.7	43.7	41.6
43		Doorn	33.1	30.0	30.0	29.9
45		Dorst	43.8	39.0	38.7	38.1
46		Dr.v.Heeck	34.9	32.4	32.5	32.2
47		Driebergen	34.6	31.0	31.1	31.1
50		Edese Bos	58.4	49.2	49.2	49.2
54		Ellecom	38.7	37.1	37.5	37.5
56		Enschede-Losser	30.1	26.1	26.3	25.6
57		Epe	24.1	22.1	22.1	22.1
58		Espelose Broek	31.4	27.3	27.4	26.4
63		Gasselte	48.7	42.3	41.0	41.0
66		Gilze	57.4	50.6	50.0	47.3
67		Gilzerbaan	36.9	32.7	32.6	32.4
68		Ginneken	42.1	36.3	35.6	33.4
69		Goor	20.1	17.8	18.0	17.5
70		Groenekan	14.1	12.6	13.8	12.5
73		Grubbenvorst	76.1	65.4	62.8	61.1
76		Haarlo	34.7	30.9	31.0	30.7
77		Halsteren	38.9	34.1	33.8	32.2

78	Hammerflief	17.7	15.7	15.9	15.3
79	Hanik	23.6	21.4	22.1	22.9
81	Harderwijk	32.5	29.3	29.3	29.3
82	Hasselo	20.1	17.0	17.2	16.6
83	Havelterberg	50.7	42.6	42.7	41.3
84	Heel	74.5	63.4	60.4	58.1
85	Heer-Vroendaal	57.7	45.1	49.9	44.9
86	Helmond	47.2	42.5	41.6	41.3
87	Helvoirt	72.8	60.8	59.9	57.2
89	Herikerberg	55.3	47.5	47.4	45.9
92	Hettenheuvel	31.3	28.8	28.8	28.8
93	Heumensoord	27.7	25.8	25.7	25.8
94	Hoenderloo	39.9	36.0	36.3	35.3
96	Holten	47.7	41.8	42.1	40.9
98	Hooge Hexel	50.0	41.8	42.3	40.8
101	Huijbergen	52.0	46.0	45.9	40.7
102	Huizen	26.2	23.5	23.5	23.4
104	IJzeren Kuilen	56.1	44.2	48.4	44.0
112	Kruidhaars (Sleen)	48.8	43.0	43.9	41.9
113	La Cabine	37.9	34.4	34.3	33.7
114	Laarderhoogt	23.9	22.0	22.0	21.9
115	Laren	24.0	22.1	22.1	22.1
116	Leersum	46.8	37.9	41.0	37.2
117	Leggeloo	44.8	39.2	39.0	37.8
123	Lochem	43.7	39.1	38.8	38.8
125	Loosdrecht	47.1	40.2	41.0	39.5
127	Luyksgestel	43.5	39.7	39.6	39.3
129	Manderheide en Manderveen	56.0	47.9	47.9	46.9
133	Muntberg	27.2	25.3	25.3	25.3
134	Nietap	22.3	15.6	18.2	17.8
137	Nijverdal	35.9	31.7	31.6	31.4
138	Noordbargeres	54.2	46.9	46.4	44.8
139	Noordbergum	25.0	21.3	22.1	21.8
140	Noordijkerveld	32.4	29.3	29.3	28.7
142	Nuland	53.7	48.1	46.0	45.7
146	Oldeholtade	21.1	18.0	18.9	18.9
147	Olden Eibergen	51.5	45.3	45.0	44.0
148	Onnen / De Punt	22.9	18.3	19.5	19.0
150	Oosterhout	53.8	48.3	48.0	44.5
153	Ossendrecht	37.0	33.2	33.0	31.7
156	Pinkenberg	32.1	29.4	29.4	29.3
132	Plasmolen - Mookerheide	43.1	37.4	37.3	36.5
157	Prinsenbosch	24.7	21.6	21.4	21.3
160	Putten	58.2	48.8	49.0	48.6
161	Rhenen	27.5	24.9	25.4	24.7
162	Rodenmors	35.9	30.6	30.8	29.6
164	Roodborn	62.6	48.5	52.9	48.0
165	Roosendaal	57.5	49.7	49.3	43.1
167	Ruinerwold	23.6	21.1	21.2	20.8
169	Schalkhaar	43.1	38.0	38.3	37.0

170	Schalterberg	29.7	26.8	26.8	26.8
172	Schijf	44.7	40.0	40.1	36.7
174	Schinveld	47.5	38.8	40.2	38.0
175	Sellingen	42.1	36.7	37.2	36.8
176	Seppe	55.7	49.2	48.9	43.2
179	Soestduinen	28.3	25.6	25.7	25.8
182	Spannenburg	6.8	6.3	6.3	6.2
187	't Klooster	43.4	38.4	38.3	37.7
188	't Loohuis	45.6	39.4	38.8	36.9
190	Terwisscha	20.4	18.9	19.0	18.9
199	Vessem	74.5	63.3	61.3	57.8
207	Waalwijk	44.7	38.4	38.1	36.7
210	Waterval	58.5	45.9	48.3	45.1
211	Weerselo	42.3	35.5	35.4	33.8
212	Weerseloseweg	48.3	39.0	38.7	37.8
214	Wezep (Boele)	24.2	22.2	22.2	22.2
215	Wierden	57.2	48.6	48.6	46.4
217	Witharen	40.4	35.1	35.4	33.9
220	Wouw	47.1	40.2	39.6	34.4
221	Zeist	25.1	23.1	23.1	23.0

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag