



Rapport 680182001/2009

A.C.M. de Nijs | P. van Beelen | A.M.A. van der Linden | S. Wuijts

Selectie van stoffen voor het KRW Meetnet Grondwater

RIVM-rapport 680182001/2009

Selectie van stoffen voor het KRW Meetnet Grondwater

A.C.M. de Nijs
P. van Beelen
A.M.A. van der Linden
S. Wuijts

Contact:
Ton de Nijs
Laboratorium voor Ecologische Risicobeoordeling
ton.de.nijs@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van de afdeling Duurzaam Produceren, VROM, in het kader van het project Grondwatermonitoring.

© RIVM 2009

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'.

Rapport in het kort

Selectie van stoffen voor het KRW Meetnet Grondwater

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) en Grondwaterrichtlijn (GWR) moeten ervoor zorgen dat de kwaliteit van het grondwater in Nederland op orde komt. Hiervoor zijn monitoringgegevens nodig van stoffen in het grondwater die mogelijk schadelijk zijn. Om het drinkwater en de ecosystemen in het oppervlaktewater en de natuurgebieden die afhankelijk zijn van grondwater te kunnen beschermen beveelt het RIVM aan om de huidige lijst met te monitoren stoffen uit te breiden. Het RIVM adviseert om in totaal 79 bestrijdingsmiddelen, 29 hoofd- en sporenelementen, waaronder een groot aantal metalen, en 16 overige parameters, zoals de zuurgraad, te monitoren. Deze lijst is in opdracht van het ministerie van VROM opgesteld in verband met de herziening van het zogeheten Draaiboek Monitoring Grondwater in 2009, waarin het monitoringprogramma staat beschreven.

In Nederland wordt het grondwater gemonitord in het KRW Monitoringprogramma Grondwaterkwaliteit (KMG). In dit programma worden de stoffen uit de lijst gemonitord om de toestand van het grondwater te kunnen bepalen, evenals het effect van eventuele maatregelen hierop. De stoffen uit de lijst zijn geselecteerd met behulp van een verkorte selectieprocedure. Hierin is op basis van meetgegevens gekeken in hoeverre de concentratie van toxische stoffen in het grondwater mogelijk een probleem vormt voor het drinkwater en de ecosystemen in het oppervlaktewater en de grondwaterafhankelijke natuurgebieden.

Volgens het RIVM zouden de meetmethoden zodanig moeten worden gekozen dat er tegelijkertijd zo veel mogelijk andere stoffen worden gemeten. Daarnaast wordt aanbevolen om de volledige procedure conform de Guidance on Pressures and Impacts uit te voeren om de stoffen te selecteren die in het grondwater zouden moeten worden gemeten. Daarbij zou specifiek gelet moeten worden op 'nieuw opkomende stoffen', zoals de diergeneesmiddelen en brandvertragers.

Trefwoorden: grondwater, kaderrichtlijn water, stoffen, monitoring, selectieprocedure

Abstract

Selection of parameters for the WFD Groundwater Monitoring Network

The Water Framework Directive (WFD) and the Groundwater Directive (GWD) require that the Netherlands achieves a good groundwater status. Monitoring data on potentially harmful substances are needed to meet this objective. For drinking water and aquatic and terrestrial ecosystems to be sufficiently protected, the RIVM recommends extending the current list of monitored substances to include a total of 79 pesticides and herbicides, 29 main and trace elements, including a large number of (heavy) metals, and 16 other parameters, such as acidity. This list has been compiled by order of the Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment and is directly associated with the revision of the 'Draaiboek' Monitoring Groundwater in 2009, which describes the monitoring programme.

Groundwater in the Netherlands is monitored within the framework of the WFD Monitoring Programme Groundwater Quality. In this programme, all determinants on the list are monitored to determine the status of the groundwater as well as the effect of possible measures. The substances on the list were selected in a shortened selection procedure that assessed the potential adverse effects of these substances in groundwater on drinking water and aquatic and terrestrial ecosystems. Monitoring data were used for this assessment.

The RIVM advises selecting measurement methods that measure as many substances as possible in addition to those on the list. The RIVM also recommends that the full procedure, according to the Guidance on Pressures and Impacts, be followed for selecting those substances to be monitored in the groundwater. Special attention should be given to emerging chemicals, such as animal pharmaceuticals and fire retardants.

Key words: groundwater, Water Framework Directive, chemicals, monitoring, selection

Inhoud

Samenvatting	6
1 Inleiding	7
2 Aanbevelingen uit de Guidance on Groundwater Monitoring	9
3 Selectie van overige grondwaterrelevante stoffen	12
3.1 Inleiding	12
3.2 De verkorte selectieprocedure	14
3.3 Emissies naar bodem	15
3.4 Grondwater	16
3.4.1 Hoofd- en sporenelementen	16
3.4.2 Bestrijdingsmiddelen	17
3.5 Drinkwater	19
3.6 Aquatische ecosystemen	21
3.7 Terrestrische ecosystemen	23
4 Conclusies en aanbevelingen	24
Literatuur	25
Bijlage 1. Stoffenlijst	27

Samenvatting

In 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW; EU, 2000) van kracht geworden en in 2006 de Grondwaterrichtlijn (GWR; EU, 2006a). Deze richtlijnen moeten er samen voor zorgen dat de kwaliteit van het grondwater op orde komt. Inmiddels zijn verschillende stappen genomen om de KRW en de GWR te implementeren. In al deze stappen spelen monitoringgegevens van het grondwater een grote rol. In Nederland vindt deze monitoring plaats in het KRW Monitoringprogramma Grondwaterkwaliteit (KMG). De uitwerking van dit monitoringprogramma wordt beschreven in het Draaiboek Monitoring Grondwater (VROM, 2006). Dit draaiboek geeft voor alle betrokkenen aan welke stappen doorlopen moeten worden om te komen tot een goede invulling van de grondwatermonitoring. In Nederland bestaat het KMG uit een selectie van de meetpunten uit het bestaande Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG) en de Provinciale Meetnetten Grondwaterkwaliteit (PMG). In deze meetnetten wordt de kwaliteit van het grondwater sinds de jaren 80 gemeten op circa 10 tot 25 meter onder maaiveld. Voor de herziening van het Draaiboek Monitoring is het RIVM gevraagd een lijst met stoffen op te stellen die in het KMG gemeten zou moeten worden.

Bij het opstellen van deze stoffenlijst heeft het RIVM de aanbevelingen uit de Guidance on Groundwater Monitoring (Bijlage 4, EU, 2007) gevolgd. Een beperkt aantal stoffen moet volgens de KRW en GWR verplicht gemonitord worden. Daarnaast zouden de stoffen gemonitord moeten worden waardoor het grondwater mogelijk niet in een goede toestand verkeert. Deze stoffen hadden tijdens de karakterisering van het grondwaterlichaam bij de ‘at risk’-bepaling geïdentificeerd moeten worden, echter de toxische stoffen zijn daarbij in Nederland niet meegenomen (V&W, 2005; Verweij en Reijnders, 2006). De ‘at risk’-bepaling zou voor de toxische stoffen in principe alsnog uitgevoerd moeten worden op basis van een Pressures and Impacts-analyse.

Naast de stoffen die de KRW en GWR voorschrijven zijn de overige grondwaterrelevante stoffen in dit rapport geselecteerd op basis van een verkorte selectieprocedure. In deze analyse is op basis van meetgegevens voor verschillende compartimenten, grondwater, oppervlaktewater, drinkwater en terrestrische ecosystemen gekeken in hoeverre de concentratie van toxische stoffen potentieel een probleem vormt. Bijlage 1 geeft een overzicht van de stoffen die in deze verkorte selectieprocedure geselecteerd zijn. De lijst omvat 79 bestrijdingsmiddelen, 29 hoofd- en sporenelementen waaronder een groot aantal metalen en 16 overige parameters inclusief de stoffen die nog nodig zijn om de ionenbalans te bepalen.

Het RIVM beveelt het aan om deze lijst met stoffen te monitoren in het KRW Monitoringprogramma Grondwater voor surveillance monitoring. De meetmethoden voor deze stoffen zouden zo gekozen moeten worden dat naast de geselecteerde stoffen zo veel mogelijk andere stoffen worden gemeten. De lijst met te monitoren stoffen kan aangepast worden op basis van nieuwe meetresultaten, kennis en inzichten.

Het RIVM beveelt het ook aan om een volledige risk assessment conform de Guidance on Pressures and Impacts uit te voeren. Hierbij dient specifiek gelet te worden op nieuw opkomende stoffen waaronder de diergeneesmiddelen en brandvertragers en ook aandacht te besteden aan stoffen waarvan de concentratie in het grondwater potentieel toeneemt.

1 Inleiding

In 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW; EU, 2000) van kracht geworden, die ervoor moet zorgen dat de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater in Europa in 2015 op orde komt. Om dit te bereiken stelt de KRW doelen voor het oppervlaktewater en het grondwater. Om ‘een goede toestand’ te bereiken moet grondwater voldoen aan criteria met betrekking tot de kwantiteit en de kwaliteit. Deze criteria worden nader gespecificeerd in de Grondwaterrichtlijn (GWR; EU, 2006a).

Vanaf 2000 zijn verschillende stappen genomen om de KRW en de GWR te implementeren. De stroomgebieden en grondwaterlichamen zijn gedefinieerd en er is een eerste inschatting gemaakt van de toestand van de grondwaterlichamen in 2015 (Meinardi en Van den Berg, 2008). Voor stoffen die een bedreiging vormen voor de toestand van het grondwater zijn er drempelwaarden afgeleid (Verweij et al., 2008) en er is een protocol ontwikkeld om de toestand van het grondwater te beoordelen (Zijp et al., 2008).

In al deze stappen spelen monitoringgegevens van het grondwater een grote rol. Binnen de KRW maakt men daarbij een onderscheid in twee soorten monitoring: toestand & trendmonitoring (ook wel surveillance monitoring genoemd) en operationele monitoring. Surveillance monitoring vindt minimaal eens in de zes jaar plaats. Indien een grondwaterlichaam ‘at risk’ is, vindt vervolgens minimaal eens per jaar operationele monitoring plaats. Operationele monitoring wordt ingericht in grondwaterlichamen die ‘at risk’ zijn en moet onder andere beoordelen of de beleidsmaatregelen het gewenste effect tot gevolg hebben (V&W en CSN, 2006).

In Nederland vindt deze surveillance en operationele monitoring plaats in het KRW Monitoringprogramma Grondwaterkwaliteit (KMG), waarbij zowel de kwantiteit als de kwaliteit van het grondwater wordt gemeten. De uitwerking van dit monitoringprogramma wordt beschreven in het Draaiboek Monitoring Grondwater (VROM, 2006). Dit draaiboek geeft voor alle betrokkenen aan welke stappen doorlopen moeten worden om te komen tot een goede invulling van de grondwatermonitoring. In Nederland is besloten een deel van de meetpunten uit het bestaande Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG) en het Provinciale Meetnetten Grondwaterkwaliteit (PMG) te gebruiken om de kwaliteit van het grondwater voor de KRW te meten. In deze meetnetten wordt de kwaliteit van het grondwater sinds de jaren 80 gemeten op circa 10 tot 25 meter onder maaiveld.

Nu de eerste stroomgebiedsbeheerplannen in concept gereed zijn is het volgens het ministerie van VROM tijd voor een herziening van het Draaiboek Monitoring, waarbij invulling gegeven kan worden aan de aanbevelingen uit de Collegiale Toetsen (Kleinendorst et al., 2006).

Voor de herziening van het Draaiboek is het RIVM gevraagd een lijst met stoffen op te stellen die in het KMG gemeten zou moeten worden.

Verankering projectresultaten

In overleg met de Werkgroep Grondwater is het project begeleid door een begeleidingscommissie bestaande uit vertegenwoordigers van VROM, Provincies, de Waterdienst en VEWIN. De conceptlijst met stoffen is besproken met de begeleidingscommissie en gepresenteerd op 12 mei 2009 tijdens de landelijke workshop met betrekking tot de herziening van het Draaiboek Monitoring (Verhagen et al., in prep). Het eindconceptrapport is in juni 2009 besproken met de opdrachtgever (VROM-projectbegeleider M. de Roos).

Opzet rapport

Dit rapport geeft in hoofdstuk 2 eerst een kort overzicht van de aanbevolen stoffen en parameters. Daarbij komt naar voren dat bij de ‘at risk’-bepaling nog onvoldoende is gekeken naar de toxische

stoffen in grondwater. In hoofdstuk 3 geeft een kort overzicht van de procedure die bij de ‘at risk’ bepaling gevolgd had moeten worden en beschrijft daarna de verkorte selectieprocedure en de resultaten daarvan. In hoofdstuk 4 worden de conclusies en aanbevelingen gepresenteerd.

2 Aanbevelingen uit de Guidance on Groundwater Monitoring

De Guidance on Groundwater Monitoring (EU, 2007) geeft in Bijlage 4 een goed overzicht van de stoffen en parameters die in het grondwater gemonitord zouden moeten worden (zie Tekstbox 2.1). Een deel van deze stoffen moet verplicht gemonitord worden op grond van de KRW en de GWR, maar de meeste stoffen vloeien voort uit de 'at risk'-beoordeling van het grondwatersysteem in de karakterisering van de grondwaterlichamen.

Het gaat bij de 'at risk'-beoordeling om die parameters waardoor het grondwaterlichaam mogelijk niet in een goede toestand verkeert. Belangrijk punt hierbij is dat de karakterisering van de grondwaterlichamen in Nederland slechts beperkt is uitgevoerd. Uit de karakteriseringsrapporten (V&W, 2005) blijkt dat de grondwaterlichamen 'at risk' zijn voor drie stoffen: stikstof, fosfaat en chloride. Er is niet gekeken naar toxische stoffen, zoals metalen en bestrijdingsmiddelen (Verweij en Reijnders, 2006). In principe betekent dit dat voor de toxische stoffen de 'at risk'-bepaling alsnog uitgevoerd zou moeten worden om de toxische stoffen, die relevant zijn voor de kwaliteit van het grondwater, te identificeren. Voor de leesbaarheid worden deze stoffen in dit rapport *de (overige) grondwaterrelevante stoffen* genoemd.

Dit hoofdstuk tracht enerzijds aan te geven welke stoffen en parameters vanuit de KRW, GWR en de guidances gemonitord zouden moeten worden, en anderzijds hoe de overige grondwaterrelevante stoffen geselecteerd zouden moeten worden.

Tekstbox 2.1 Aanbevelingen uit de Guidance on Groundwater Monitoring (EU, 2007) voor de selectie van de grondwaterrelevante stoffen voor het surveillance meetnet.

For surveillance monitoring it is therefore recommended that:

1. The core suite will comprise DO, pH, EC, nitrate, ammonium, temperature, a suite of major and trace ions plus, where appropriate, selected indicators.
2. Parameters indicative of the risks to and impacts on groundwater from pressures identified through the Annex II characterisation process where relevant taking into account the indicative list of pollutants identified in Annex VIII. At this stage it is very important to use the conceptual model. In order to identify each pressure influencing each sampling site, it is necessary to take into account of information provided by the conceptual model.
3. Temperature, DO, EC, pH should be measured in the field (at the sampling point), while the other parameters should be measured/analysed in the laboratory. Additional field parameters may also be included as necessary, e.g. redox potential (Eh) and turbidity.
4. It is not necessary to monitor each of the 33 priority substances mentioned in Annex X of the WFD. Among these parameters, those that should be included in the surveillance programme must be chosen on the basis of the characterisation and potential risks to groundwater and other associated receptors, e.g. surface waters.
5. Consideration is also given to both emerging substances and those that have been phased out and are no longer used

In de aanbevelingen in de Guidance on Groundwater Monitoring (Bijlage 4 en Tekstbox 2.1) wordt een overzicht gegeven van de stoffen die in het grondwater gemonitord zouden moeten worden. De aanbevelingen worden hier kort besproken.

Aanbeveling 1.

Volgens de KRW (Bijlage V 2.4.2) hoeft slechts een beperkt aantal parameters verplicht te worden gemonitord: zuurstofgehalte, pH-waarde, geleidbaarheid, nitraat en ammonium. De serie met hoofd- en sporenelementen is niet verplicht, maar wordt aanbevolen om informatie te hebben over de natuurlijke achtergrondconcentraties en om het conceptueel model op bepaalde onderdelen te verifiëren. Het conceptueel model vormt de basis van de monitoringstrategie.

Aanbeveling 2.

In de tweede aanbeveling gaat het om de stoffen die bij de ‘at risk’-bepaling naar boven komen en waardoor het grondwaterlichaam mogelijk niet in een goede toestand verkeert. In Nederland is deze ‘at risk’-beoordeling slechts beperkt uitgevoerd. De grondwaterlichamen in Nederland zijn ‘at risk’ voor drie stoffen stikstof, fosfaat en chloride. Voor deze stoffen zijn in Nederland drempelwaarden afgeleid. De GWR geeft in Bijlage IIB een minimumlijst met stoffen waarvoor de vaststelling van drempelwaarden overwogen moet worden. Van deze lijst met stoffen zijn in Nederland op dit moment voor arseen, cadmium, lood, nikkel en chloride drempelwaarden afgeleid. Daarnaast zijn naar aanleiding van de at-risk beoordeling voor fosfaat drempelwaarden afgeleid (Verweij et al., 2008; VROM, 2009). Het wordt aanbevolen om alle stoffen en parameters waarvoor drempelwaarden danwel grondwaterkwaliteitsnormen zijn vastgesteld op te nemen in de lijst met te monitoren stoffen, zodat de toestand van het grondwaterlichaam beoordeeld kan worden.

Daarnaast wordt in Nederland overwogen om drempelwaarden af te gaan leiden voor de stoffen boor, koper, zink, aluminium, sulfaat, kwik en ammonium. De GWR geeft in overweging om ook drempelwaarden af te leiden voor trichloorethyleen (tri) en tetrachloorethyleen (per). Beide stoffen werden echter niet aangetroffen in grondwatermonsters genomen uit provinciale en landelijke meetnetten in 2006 voor de KRW-rapportage en ook niet in 2007 in een bredere monitoring van putten in Drenthe (Van der Linden, 2009). Tri en per moeten dan ook meer gezien worden als lokale verontreinigingen, waarbij de verspreiding in het grondwater lokaal gemonitord wordt. Ze hoeven daarom niet opgenomen te worden in de lijst met te monitoren stoffen.

Met uitzondering van ammonium is het formeel nog niet verplicht om deze stoffen te monitoren, maar het wordt wel aangeraden in de Guidance on Groundwater Monitoring.

Zoals eerder aangegeven is bij de ‘at risk’-beoordeling niet gekeken naar toxische stoffen zoals metalen en bestrijdingsmiddelen (Verweij en Reijnders, 2006). In principe betekent dit dat voor de toxische stoffen de ‘at risk’-bepaling alsnog uitgevoerd zou moeten worden om de toxische stoffen, die relevant zijn voor het grondwater, te bepalen. Hoe deze stoffen volgens de Guidance on Pressures and Impacts geselecteerd zouden moeten worden en hoe ze praktisch zijn geselecteerd, wordt beschreven in hoofdstuk 3.

Aanbeveling 3.

Deze aanbeveling geeft aan dat temperatuur, opgelost zuurstof, geleidbaarheid en pH in het veld nabij het meetpunt gemeten moeten worden, de overige stoffen en parameters moeten in het laboratorium gemeten worden. Daarnaast kunnen ook andere veldmetingen toegevoegd worden als die noodzakelijk zijn zoals de redoxpotentiaal (Eh) en de troebelingsgraad (turbidity).

Aanbeveling 4.

Deze guidance geeft expliciet aan dat het niet noodzakelijk is om alle prioritaire stoffen uit Bijlage X van de KRW te monitoren, maar wel die stoffen die tijdens de karakterisering zijn geïdentificeerd op basis van de potentiële risico's voor het grondwater en de bijbehorende receptoren. Deze toxische stoffen zijn in Nederland niet meegenomen tijdens de karakterisering.

Aanbeveling 5.

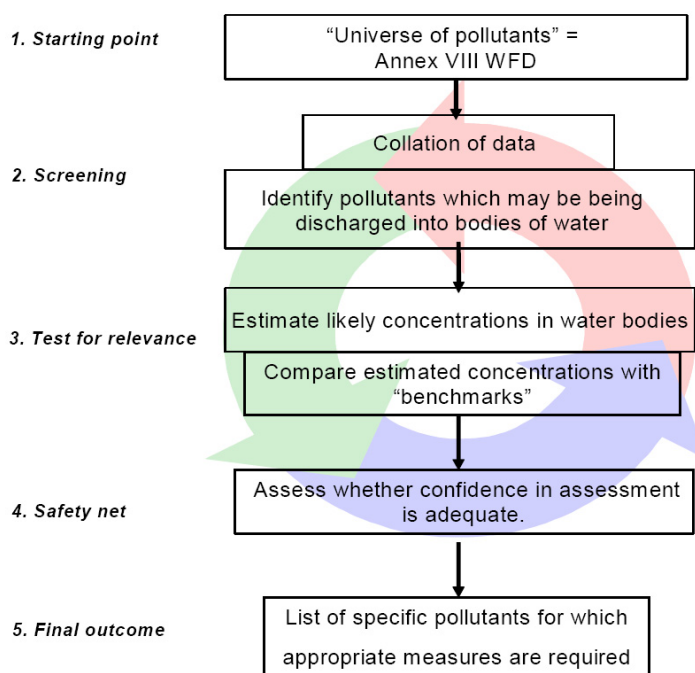
Het wordt aanbevolen om aandacht te schenken aan nieuw opkomende stoffen (emerging substances) alsook aan stoffen die uit productie zijn genomen en niet meer gebruikt worden.

De Guidance on Groundwater Monitoring (pag. 11) beveelt aan om bij de selectie van geschikte monitoring locaties te overwegen om eenmalig de ouderdom van het grondwater te bepalen (Visser, 2009). Voor een groot aantal locaties is de ouderdom van het grondwater al bekend (Meinardi, 2003). Vanuit het RIVM wordt aanbevolen om de meetmethoden zo te kiezen dat naast de geselecteerde grondwaterrelevante stoffen zo veel mogelijk andere stoffen worden meegenomen. Dit geldt voor de bestrijdingsmiddelen alsook voor de elementen die voor het merendeel goed met een ICP-MS (Inductively coupled plasma mass spectrometry) aangetoond kunnen worden. Het RIVM adviseert het om ook de parameters te monitoren die nodig zijn om de ionenbalans te controleren. Daarnaast beveelt het RIVM aan dat analyselaboratoria de gemeten resultaten opslaan ook als ze onder de onderste analysegrens liggen zelfs als die kleiner zijn dan nul, inclusief informatie over de onzekerheid. Dit is conform de aanbeveling in AMC Technical brief Analytical Committee No 5 Apr 2001 Royal Society of Chemistry (zie http://www.rsc.org/images/brief5_tcm18-25947.pdf).

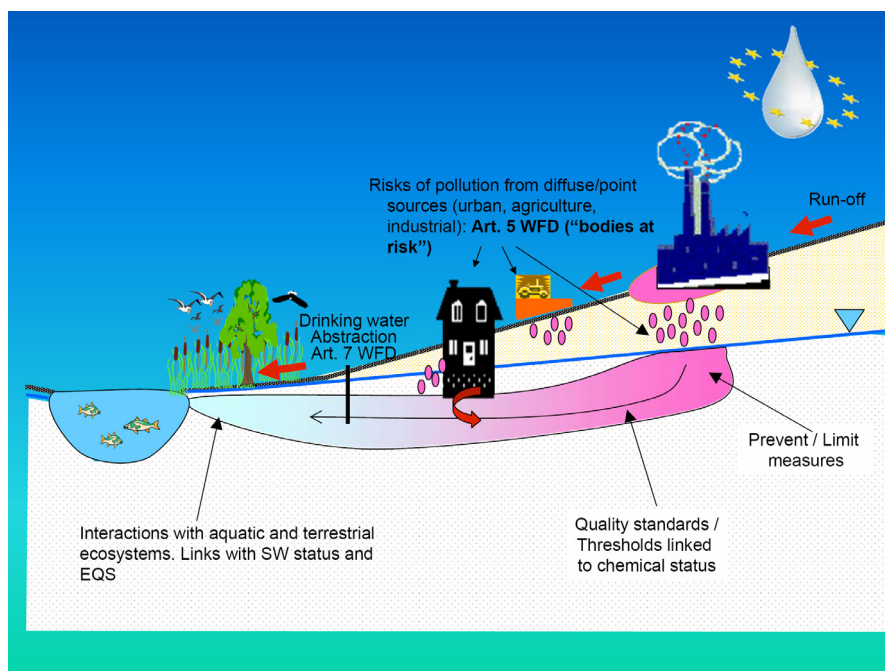
3 Selectie van overige grondwaterrelevante stoffen

3.1 Inleiding

Tijdens de ‘at risk’-bepaling zijn de toxische stoffen niet in beschouwing genomen (Verweij en Reijnders, 2006), waardoor de selectie van de overige grondwaterrelevante stoffen niet compleet is. Eigenlijk moet deze selectie plaatsvinden door de ‘at risk’-beoordeling nogmaals (voor de volgende planperiode) uit te voeren, volgens de Guidance on Impacts and Pressures (EU, 2003) waarbij de mogelijke risico’s voor het grondwater beoordeeld worden op basis van de beschikbare informatie voor alle stoffen zoals die in Bijlage 8 van de KRW worden genoemd (Figuur 3.1). Deze Impacts and Pressures-analyse, veelal ImPress-analyse genoemd, dient iteratief uitgevoerd te worden waarbij de bronnen, voor zover mogelijk, gerelateerd worden aan de effecten op de receptoren: de aquatische en grondwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen en drinkwater (Figuur 3.2).



Figuur 3.1 Schematische weergave van de noodzakelijke stappen om een lijst met grondwaterrelevante stoffen op te stellen (Guidance on Pressures and Impacts).



Figuur 3.2 Bronnen van vervuiling van het grondwater, verspreiding en effecten op aquatische en grondwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen.

Voor de prioritaire stoffen zoals kwik, cadmium en hexachloorbenzeen is de kennis ten aanzien van de bronnen, emissies en effecten verzameld in de Europese projecten zoals SOCOPSE (Source Control of Priority Pollutants in Europe) en ScorePP (Source Control Options for Reducing Emissions of Priority Pollutants). Voor veel van deze stoffen ontbreekt de noodzakelijke informatie om te beoordelen of ze relevant zijn voor de toestand/kwaliteit van het grondwater. In het kader van REACH (EU, 2006b) zijn 143.000 stoffen aangemeld door 65.000 bedrijven.

Top-down en bottom-up

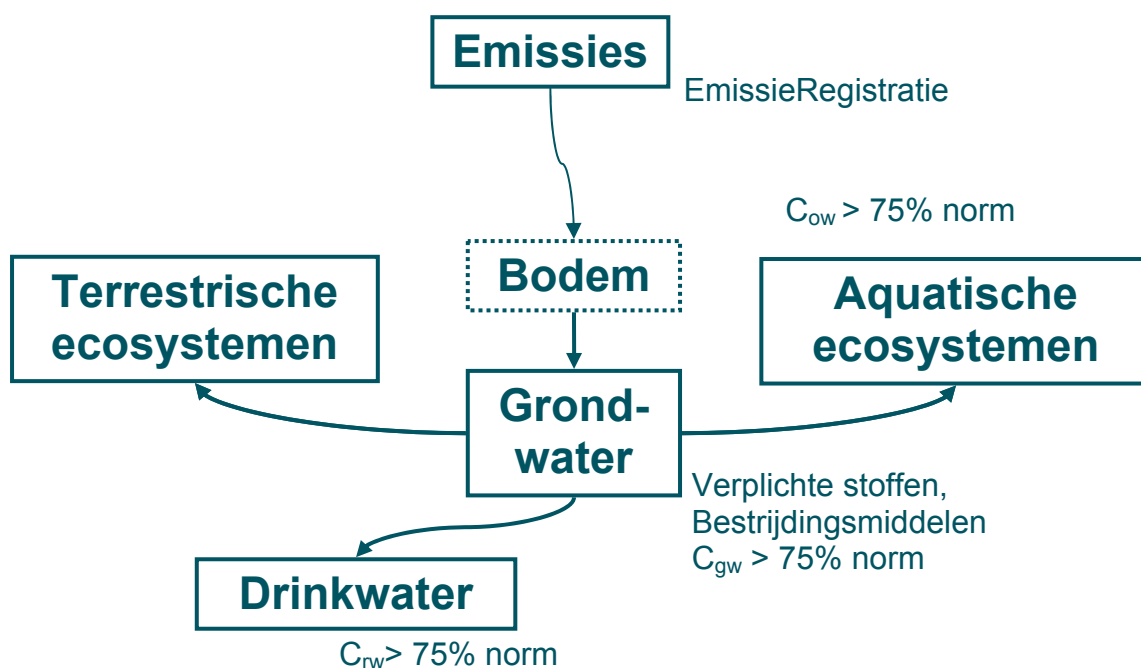
Deze werkwijze wordt in het guidance-document de top-downbenadering genoemd. Hiermee wordt dus bedoeld dat gewerkt wordt vanuit belastingen (top) die worden doorvertaald naar de impact op receptoren (down). De tweede beschreven werkwijze is de bottom-up-benadering. Bij deze benadering wordt bij het waarnemen van een impact op een receptor (bottom, bijvoorbeeld trend in drinkwaterput of effect in bioassay) teruggeredeneerd naar de belastingen (up). Het guidance-document gaat niet uitgebreid op deze benadering in. Door beide methoden te gebruiken, wordt een maximaal inzicht gecreëerd in wat de relevante stoffen voor het (deel)stroomgebied zijn.

Bij de 'at risk'-beoordeling in 2013 dient wederom een ImPress-analyse uitgevoerd te worden. Op basis van nieuwe meetresultaten, kennis en inzichten kan de lijst met te monitoren stoffen aangepast worden.

3.2 De verkorte selectieprocedure

Vanwege de korte doorlooptijd en het beperkte budget is gekozen voor een verkorte selectieprocedure waarbij de overige grondwaterrelevante stoffen zijn geselecteerd op basis van emissies naar de bodem en concentraties in grondwater, oppervlaktewater, drinkwater en terrestrische ecosystemen. Te zijner tijd is het raadzaam om een volledige risk assessment conform de Guidance on Pressures and Impacts uit te voeren. Afhankelijk van de voortgang zou de selectie van stoffen gebaseerd kunnen worden op de informatie die via REACH beschikbaar komt.

Figuur 3.1 schetst het gebruikte conceptuele model met de relaties tussen grondwater en de receptoren. Om de potentiële effecten op de receptoren te bepalen zijn de gemeten concentraties in het grondwater, oppervlaktewater en het drinkwater getoetst aan 75 % van de normen voor grondwater, oppervlaktewater en drinkwater. De 75 % is ontleend aan artikel 17 van de KRW (Strategieën ter voorkoming en beheersing van grondwaterverontreiniging) en lid 5 (trendomkering). Bepaalde stoffen waarvan de concentraties in het grondwater (nog) niet worden gemeten zijn geselecteerd op basis van andere informatie. In onderstaande paragrafen wordt de gehanteerde selectiemethode van grondwaterrelevante stoffen en het resultaat per compartiment/receptor nader beschreven.



Figuur 3.3 Selectie van grondwaterrelevante stoffen. C_{ow} is de concentratie in oppervlaktewater, C_{gw} is de concentratie in grondwater en C_{rw} is de concentratie in ruw water dat gebruikt wordt voor de bereiding van het drinkwater.

3.3 Emissies naar bodem

De emissies naar de bodem geven een indicatie van de stoffen die potentieel uitspoelen en in verhoogde concentraties in het grondwater voor kunnen komen. Tabel 3.1 geeft een overzicht van de emissie naar de bodem in kg/jaar uit de Emissieregistratie voor 2006 (www.emissieregistratie.nl). De onzekerheid van deze emissiegegevens is relatief groot en hangt af van de stof en de manier waarop de gegevens tot stand gekomen zijn. Factoren die volgens de Emissieregistratie van invloed zijn op de kwaliteit van de emissiecijfers zijn onder andere:

- de kwaliteit en de nauwkeurigheid van de metingen (van emissies of emissiefactoren);
- de toepasbaarheid van gehanteerde meetmethoden;
- de kwaliteit en de nauwkeurigheid van de dataverzameling (basisgegevens/activiteitendata);
- de mate van controle op fouten (bij conversies, in datastromen);
- de volledigheid van de emissieberekeningen (zijn alle bronnen bekend);
- de consistentie van de emissieberekeningen.

De lijst met stoffen in Tabel 3.1 is hoogstwaarschijnlijk niet compleet. De lijst wordt in de selectie voor grondwaterrelevante stoffen uitsluitend gebruikt om een beter idee te krijgen welke stoffen naar de bodem geëmitteerd worden. Het feit dat een stof niet op de lijst voorkomt betekent echter niet dat er geen emissies van die stof naar de bodem zijn. Niet alle stoffen die naar de bodem geëmitteerd worden spoelen uit naar het grondwater. De uitspoeling naar het grondwater wordt bepaald door de eigenschappen van de stof, de hydrologische omstandigheden en de eigenschappen van de bodem.

Tabel 3.1 Emissie van stoffen naar de bodem op basis van de Emissieregistratie 2006.

Stof	Emissie [kg/j]	Stof	Emissie [kg/j]
Antimoonverb. (als Sb)	5119	Fenanthreen	38040
Arsenverb. (als As)	25261	Anthraceen	3035
Cadmiumverb. (als Cd)	2815	Fluorantheen	23341
Chroomverb. (als Cr)	111769	Chryseen	455
Koperverb. (als Cu)	576209	Benzo(a)Anthraceen	769
Kwikverb. (als Hg)	1052	Benzo(a)Pyreen	666
Loodverb. (als Pb)	99000	Benzo(b)Fluorantheen	1033
Nikkelverb. (als Ni)	41400	Benzo(k)Fluorantheen	981
Seleenverb. (als Se)	994	Benzo(ghi)Peryleen	1074
Vanadiumverb. (als V)	5303	Naftaleen	63452
Zinkverb. (als Zn)	1122830	Chloorbenzenen	26
Bariumverb. (als Ba)	100604	Dichloormethaan	24
Strontiumverb. (als Sr)	24452	Halogeenverb.org.	260077
P - Totaal	41065300	Hexachloorcyclohexaan	195
N - Totaal	319174000	Tetrachloormethaan	2
Chloriden	1925390	Trichloormethaan	10
Ethylbenzeen	983	Chloorfenolen	670
Benzeen	40576	KWS alif.gehalogeneerd	259282
Fenol en Fenolaten	743	KWS arom.gehalogeneerd	795
Ftalaten	88	Chloorparaffines (C1-C3)	16
Tolueen	990	Trichloorbenzenen	8
Xylenen (Totaal)	984	Hexachloorbenzeen	8
Dibutylftalaat	7	Pentachloorfenol	669
		PCB's	100

3.4 Grondwater

3.4.1 Hoofd- en sporenelementen

Op basis van meetgegevens uit het Landelijke Meetnet Grondwater (LMG; Reijnders et al., 2004) en het Provinciaal Meetnet Grondwater (PMG) is een selectie gemaakt van de hoofd- en sporenelementen die een mogelijk risico voor de receptoren opleveren. Deze stoffen zijn geselecteerd omdat de concentratie in het grondwater een bepaalde kritische concentratie zouden kunnen overschrijden. Deze kritische concentratie is voor de verschillende stoffen afgeleid op basis van de zogenaamde ‘added – risk approach’ zoals die is gebruikt voor het afleiden van de drempelwaarden behalve voor sulfaat en fluoride waarbij is uitgegaan van de MTR-benadering (Verweij et al., 2008):

1. Per grondwaterlichaam danwel grondwatertype zijn eerst de achtergrondconcentraties (AC) bepaald uit de meetgegevens van het LMG en het PMG.
2. Per stof is de maximaal toelaatbare toevoeging (MTT) danwel het maximaal toelaatbaar risico (MTR) voor aquatische ecosystemen opgezocht op de website ‘www.rivm.nl/rvs’. Voor aluminium en strontium is de MTT geschat op basis van aquatisch toxicologische gegevens omdat er vooralsnog geen formeel vastgestelde MTT’s beschikbaar zijn.
3. Per stof, per grondwaterlichaam is de kritische concentratie voor de receptor aquatische ecosystemen bepaald. Deze kritische concentratie is de achtergrondconcentratie per grondwaterlichaam vermeerderd met de MTT voor aquatische ecosystemen ($AC + MTT_{\text{aquatisch}}$) behalve voor sulfaat en fluoride waarbij is uitgegaan van de MTR.
4. Per stof is de kritische concentratie voor de receptor drinkwater bepaald. Dit is de norm van de stof in het Drinkwaterbesluit (Tabel II).
5. Per stof per grondwaterlichaam is een kritische concentratie afgeleid. Dit is het minimum van de kritische concentratie voor de receptor aquatische ecosystemen en de receptor drinkwater.

Vervolgens is de mate van overschrijding van deze kritische concentratie per grondwaterlichaam bepaald, de overschrijdingsfactor ($OF_{\text{stof, gw}}$). Per grondwaterlichaam is hiertoe de 95-percentiel van de jaargemiddelde concentraties per waarnemingsfilter ($C_{\text{wp, jaar}}$) bepaald en gedeeld door 75 % van de kritische concentratie (C_{kritisch}):

$$OF_{\text{stof, GWL}} = \frac{P_{95, C_{\text{wp, jaar}}}}{75\% \cdot C_{\text{kritisch}}}$$

De potentiële effecten op de grondwater afhankelijke terrestrische ecosystemen worden in deze methodiek (nog) niet meegenomen. Tabel 3.2 geeft de overschrijdingsfactor per stof per grondwaterlichaam. Als de overschrijdingsfactor in één grondwaterlichaam groter is dan 1.00 dan wordt geadviseerd om de stof op te nemen in de lijst met te monitoren stoffen. Voor zilver en fluor blijft de overschrijdingsfactor onder de één maar voor een groot aantal grondwaterlichamen ontbreken de meetgegevens.

Tabel 3.2. Overschrijdingsfactor per stof per grondwaterlichaam. Als de overschrijdingsfactor groter is dan één dan is de waarde vet weergegeven.

GWL	B	SO4	Zn	Cu	Al	Ba	Cr	F	Sr	Ag ¹	Co	V
NLGW0001	0,6	1,5	9,5	4,7	1,5	1,1	0,4	-	1,7	0,6	2,8	1,5
NLGW0002	0,3	1,0	7,8	9,8	2,2	1,5	0,5	-	1,6	0,6	1,1	2,1
NLGW0003	0,3	1,7	7,1	2,9	2,0	1,0	0,4	0,2	1,8	-	4,0	1,6
NLGW0004	0,9	4,6	9,5	2,2	3,7	1,5	0,3	0,4	2,6	-	2,0	1,3
NLGW0005	0,4	1,0	8,8	2,4	11,6	0,8	0,6	0,6	2,2	-	8,9	1,3
NLGW0006	0,3	2,8	13,4	9,7	13,3	0,9	0,5	0,3	1,5	-	17,0	1,7
NLGW0007	10,5	13,7	4,7	5,8	0,9	3,0	0,4	-	3,5	0,6	0,7	0,7
NLGW0008	11,1	5,1	5,2	0,6	1,3	3,1	0,2	-	3,6	0,6	0,4	0,2
NLGW0009	0,5	0,6	27,8	1,3	0,6	1,0	0,5	-	0,7	0,6	0,3	2,3
NLGW0010	0,7	2,6	1,9	1,4	0,7	2,2	1,5	-	1,6	-	1,6	0,8
NLGW0011	3,9	4,1	2,7	1,3	0,7	2,6	0,7	-	2,5	-	0,3	1,8
NLGW0012	2,6	1,8	3,0	0,9	0,3	1,5	0,3	0,3	1,5	0,6	0,4	0,9
NLGW0013	1,9	1,5	0,7	0,6	0,2	4,4	0,1	-	1,3	-	0,1	0,4
NLGW0015	0,1	51,0	0,8	0,4	0,6	0,0	0,3	-	0,7	-	0,2	1,6
NLGW0016	3,9	3,0	3,2	1,1	0,3	1,2	0,3	-	1,6	-	0,5	3,9
NLGW0017	0,2	2,5	0,7	0,6	0,1	1,6	0,1	-	0,9	-	0,1	0,1
NLGW0018	0,7	0,2	0,8	1,4	-	-	0,1	0,2	-	-	0,2	-
NLGW0019	0,3	3,5	13,1	3,7	5,2	0,9	0,5	0,2	1,7	-	1,1	0,3
NLGWSC0001	0,3	4,1	5,2	4,0	0,3	0,3	0,6	-	7,4	-	0,2	0,3
NLGWSC0002	0,0	2,4	4,6	3,2	3,7	0,4	0,7	-	1,5	-	0,2	0,3
NLGWSC0003	2,2	4,9	2,1	4,2	0,6	0,8	4,3	-	8,7	-	0,1	2,2
NLGWSC0004	18,9	26,0	6,8	6,0	1,0	2,8	1,5	-	4,5	-	0,2	0,3
NLGWSC0005	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Deze overschrijdingsfactoren zijn gebaseerd op metingen van het Energie Centrum Nederland (ECN) van 1982.

3.4.2 Bestrijdingsmiddelen

Tabel 3.3 geeft de lijst met bestrijdingsmiddelen en gerelateerde stoffen die in het grondwater gemeten zouden moeten worden. De lijst moet beschouwd worden als een minimumlijst. Bij de samenstelling van het meetprogramma zouden de meetmethoden zo gekozen moeten worden dat in ieder geval deze stoffen worden aangetoond, maar waarbij gelijktijdig zoveel mogelijk andere bestrijdingsmiddelen en metabolieten mee worden gemeten. Waarschijnlijk komen er dan van een flink aantal andere bestrijdingsmiddelen ook meetgegevens beschikbaar.

Een ander deel van de stoffen in Tabel 3.3 is gebaseerd op de berekende uitspoeling van bestrijdingsmiddelen en / of hun metabolieten naar het grondwater met de Nationale Milieu Indicator (NMI). De Nationale Milieu Indicator is een rekenmodel/database waarmee emissies en potentiële milieueffecten als gevolg van het landbouwkundig gebruik van gewasbeschermingsmiddelen kunnen worden geschat op een gedetailleerde ruimtelijke schaal (zie www.nmi.alterra.nl).

De NMI is ontwikkeld en toegepast voor de Nota Duurzame Gewasbeschermingsmiddelen (Linden, A.M.A. van der et al., 2006). Voor de NMI wordt de uitspoeling naar het grondwater berekend met een metamodel van GeoPEARL (<http://www.pearl.pesticidemodels.eu/>) op basis van stofconstanten, omzetgegevens, de ruimtelijke verdeling van het gebruik op basis van het gewas en de verdeling over uitspoeling en drainage. De lijst is gebaseerd op de top 30 en wordt met name bepaald door de grootte van het gebruik en de mate van uitspoeling naar het grondwater.

Tabel 3.3. Lijst met bestrijdingsmiddelen en gerelateerde stoffen die in het grondwater gemeten zou moeten worden.

A. Stoffen die, voorzover mogelijk, met een LOQ van 0,01 µg/l bepaald moeten worden		
2,4-D ^{1,2}	carbendazim ¹	mecoprop ^{1,2}
aldicarb-sulfon ^{1,2}	chloridazon ^{1,2}	metalaxyl ¹
aldicarb-sulfoxide ^{1,2}	dicamba ²	metolachloor ^{1,2}
amitrol ²	ethofumesaat ¹	procymidon ^{1,2}
bentazon ^{1, 2}	isoproturon ^{1,2}	propyzamide ¹
captan ²	maleine-hydrazide ²	
B. Stoffen die, voorzover mogelijk, met een LOQ van 0,1 µg/l bepaald moeten worden		
1,2-dichloorpropaan ^{1, 3}	diuron ¹	metribuzin ²
dichlorprop ¹	dimethoat ^{1, 2}	metsulfuron-methyl ²
amidosulfuron ²	DMST ^{1, 2}	nicosulfuron ¹
asulam ²	endosulfan ¹	pencycuron ¹
atrazin ¹	ethopofos ²	pirimifos-methyl ²
bifenox ¹	florasulam ²	propachloor ¹
bromacil ¹	fluazifop-p-butyl ²	propoxur ^{1, 4}
broompropylaat ¹	fluroxypyr ²	prosulfocarb ¹
butocarboxim-sulfoxide ¹	flutolanil ¹	rimsulfuron ²
carbetamide ^{1,2}	foramsulfuron ²	simazin ¹
carbofuran ¹	glyfosaat ¹	sulcotrion ²
carfentrazone-ethyl ²	isoxaflutool ²	tebuconazool ¹
chloortoluron ¹	linuron ¹	tepraloxym ²
clopyralid ²	mcpa ²	terbuthylazin ²
daminozide ²	metaldehyde ²	thiofanaat-methyl ^{2,5}
dichlobenil ¹	metazachlor ¹	thiram ²
dicloran ¹	methiocarb ²	triadimenol ²
diethyltoluamide (deet) ^{1, 4}	metiram ²	triclopyr ²
difenoconazool ¹	metoxuron ¹	triflusafluron-methyl ²

1 Stof geselecteerd op basis van metingen; 2 Stof geselecteerd op basis van berekening met NMI (voor esters geldt dat het bijbehorende zuur gemeten dient te worden); 3 Geen gewasbeschermingsmiddel; 4 Geen gewasbeschermingsmiddel maar biocide, 5 Te meten: de metaboliet carbendazim.

De lijst is deels gebaseerd op de stoffen die zijn aangetroffen in het grondwater (dieper dan 7 m) in de metingen van de provincies, de zogenaamde nulmeting 2006, aangevuld met metingen voor Brabant en Zuid-Holland (Linden, A.M.A. van der, in druk). In de lijst met gemeten stoffen staat er een aantal die inmiddels niet meer zijn toegelaten (zie <http://www.ctgb.nl/>).

In het NMI wordt de som van de potentiële milieueffecten van de gewasbeschermingsmiddelen inclusief hun metabolieten uitgedrukt ten opzichte van de moederstof. Hierdoor staat bijvoorbeeld alleen thiofanaatmethyl in het lijstje en de metaboliet die feitelijk naar het grondwater uitspoelt, thiofanaat, niet.

Aminomethylfosfonzuur (AMPA) en 2,6 dichloorbenzamide (BAM) staan niet in de lijst met te monitoren stoffen omdat deze stoffen door het Ctgb niet relevant zijn verklaard en daarmee formeel geen bestrijdingsmiddel zijn. In de KRW daarentegen is het begrip *niet-relevant* niet formeel beschreven, waardoor niet duidelijk is of de betekenis voor de toelatingsbeoordeling en het waterbesluit ook voor de KRW geldt. Het verdient aanbeveling om binnen de KRW formeel te beschrijven hoe (niet-)relevantie van stoffen vastgesteld moet worden.

AMPA en BAM, alsook de brandvertragers die in sommige gebieden zijn aangetroffen, dienen niet in de somnorm voor gewasbeschermingsmiddelen meegenomen te worden. AMPA en BAM overschrijden soms de voorgestelde norm (1 µg/l) voor niet relevante metabolieten in drinkwater (Versteegh, persoonlijke mededeling, 07072009); BAM overschrijdt ook de norm (1 µg/l) voor gechloreerde monocyclische koolwaterstoffen in drinkwater. Deze stoffen zouden vanuit dat oogpunt op de lijst kunnen komen.

In Tabel 3.3 wordt een onderscheid gemaakt in bestrijdingsmiddelen die voor zover mogelijk met een LOQ van 0,1 en 0,01 µg/l bepaald moeten worden. In ieder geval moet geprobeerd worden om een LOQ van 0,1 µg/l, de normwaarde te bereiken. Bij hogere waarden kan men niet meer bepalen of er een probleem is. Voor de stoffen die de afgelopen jaren vaker zijn aangetoond of waarvan we vermoeden dat ze het grootste probleem veroorzaken in termen van aantallen overschrijdingen is gekozen voor een LOQ van 0.01 µg/l. De betere laboratoria bieden tegenwoordig (met STERLAB-certificaat) analyses met een LOQ van 0.01 aan. De LOD ligt daar in de meeste gevallen nog een factor 3 onder). Dit geldt voor veel stoffen, maar niet alle.

3.5 Drinkwater

In REWAB (Registratie waterkwaliteitsgegevens bedrijven) wordt informatie over de kwaliteit van de bronnen voor drinkwater in Nederland verzameld. Dit betreft de gemengde ruwwaterkwaliteit van het totaal onttrokken water en dus niet de waterkwaliteit per winput. Per parameter worden het aantal waarnemingen, het jaargemiddelde en het minimum en maximum gerapporteerd. Niet alle parameters worden elk jaar gemeten en gerapporteerd in het ruwwater. Het waterleidingbedrijf legt, voorafgaand aan het betreffende jaar, een meetprogramma ter goedkeuring voor aan de VROM-Inspectie. Dit meetprogramma bestaat uit een aantal wettelijke verplichtingen en wordt verder aangevuld met parameters die relevant zijn voor die specifieke winning, bijvoorbeeld afhankelijk van het landgebruik, de aanwezigheid van oude verontreinigingen, et cetera.

Ten aanzien van de resultaten is het goed het volgende in beeld te hebben:

- Over nieuwe winvelden wordt in REWAB nog niet gerapporteerd. Dit geldt ook voor calamiteitenvoorzieningen.
- In REWAB wordt gerapporteerd over 'gemengd ruw'. Dit meetpunt ligt over het algemeen kort voor het zuiveringsproces. Er kan sprake zijn van een mengmonster voor één winveld of voor meerdere winvelden (in hetzelfde watervoerende pakket of in verschillende watervoerende pakketten).

Uit REWAB is voor alle grondwater- en oevergrondwaterbronnen over de periode 2001 tot 2007 een zoekvraag (query) samengesteld van stoffen die zijn aangetroffen in het onttrokken water in gehalten boven de detectielimiet. Stoffen waarvan het evident is dat deze niet van antropogene herkomst zijn, zoals ijzer, mangaan, methaan, hardheid, kleur en zuurstof, zijn uit de query verwijderd. Ook microbiologische parameters zijn niet meegenomen.

Van de stoffen in de query is bepaald of het jaargemiddelde 75 % van de norm overschrijdt. De 75 % is ontleend aan artikel 17 van de KRW (Strategieën ter voorkoming en beheersing van grondwaterverontreiniging) en lid 5 (trendomkering). Voor deze stoffen en winningen is vervolgens bepaald of deze overschrijding ook bij andere winningen in het grondwater voorkomt. Afhankelijk van de omvang van het grondwaterlichaam en het percentage winningen waarbij de overschrijding voorkomt is vervolgens een inschatting gemaakt of het zinvol is om de betreffende parameter ook in het KMG op te nemen.

Tabel 3.4. Aantal (oever)grondwaterwinningen in Nederland (N) dat in de periode 2000-2006 één of meerdere jaren voor genoemde stoffen 75 % van de drinkwaternorm overschrijdt. Nederland heeft 234 (oever)grondwaterwinningen voor de openbare drinkwatervoorziening. Het wordt aanbevolen om de vetgedrukte stoffen mee te nemen in het monitoringprogramma van het KMG.

Stof	N	Stof	N
Mangaan	241	decaan	3
IJzer	223	mecoprop (MCP)	3
Ammonium	189	trichloormethaan	3
AOX (ads. org. geb. halog.)	164	1-(3,4-dichloorfenyl)ureum	2
Troebelingsgraad	45	1-(4-isopropylfenyl)ureum	2
Chloride	24	chloridazon	2
Oxideerbaarheid met KMnO ₄	21	Escherichia coli (direct plating)	2
bentazon	18	monuron	2
2,6-dichloorbenzamide (BAM)	16	naftaleen	2
1,2-dichloorpropaan	14	Tetra- en trichlooretheen (som)	2
dikegulac	14	trichlooretheen	2
Totaal alfa-aktiviteit	13	1,1,1-trichloorethaan	1
IJzer opgelost	12	1,2-dichloorethaan	1
2-chlooraniline	10	1,2-dichlooretheen	1
Boor	10	2-nitrofenol	1
Nikkel	8	aldrin	1
Nitraat	8	ametryn	1
aminomethylfosfonzuur (ampa)	6	Bromaat	1
Arseen	6	EGV (elek. geleid.verm., 20 °C)	1
tetrachlooretheen	6	glyfosaat	1
Aluminium	5	MCPB (4-(4-chloor-2-methylfenoxy)boterzuur)	1
Chlooretheen	5	methylbenzeen	1
cis-1,2-dichlooretheen	5	metobromuron	1
fenamifos	5	Natrium	1
Methyl-tertiair-butylether (MTBE)	5	pentachloorfenol	1
Nitriet	5	prometryn	1
Sulfaat	5	TCA (trichloorazijnzuur)	1
dichloormethaan	4	trans-1,2-dichlooretheen	1
VOX (vl. org. geb. halog.)	4	VAK	1
bromacil	3	Zink	1

Resultaten

Tabel 3.4 geeft een overzicht van de resultaten van de REWAB-analyse.

- Bij het analyseren van de gegevens uit REWAB kwam het regionale aspect sterk naar voren. Met uitzondering van ammonium en AOX (organohalogeenvverbindingen) zijn er geen parameters die

vanuit de receptor drinkwater relevant zijn om te worden gemonitord voor alle Nederlandse grondwaterlichamen.

- AOX is een verzamelparameter met de status van een signaleringswaarde. Deels komen deze verbindingen ook van nature voor. Wanneer deze stoffen worden aangetroffen, zal dit aanleiding geven tot nader onderzoek. Op basis van de bevindingen zal door de VROM-Inspectie in overleg met het waterleidingbedrijf worden vastgesteld of nadere maatregelen en/of monitoring noodzakelijk zijn. Het lijkt dus ook niet zinvol om deze parameter op te nemen in het KRW-monitoringprogramma.
- Ammonium is vanuit een andere invalshoek al opgenomen in het KRW-monitoringprogramma. Ammonium wordt bij de zuivering van grondwater goed verwijderd en hoeft dan ook niet te worden beschouwd als een mogelijke probleemparameter voor de receptor drinkwater.
- Voor parameters die frequenter op meerdere locaties worden aangetroffen is het mogelijk zinvol om deze voor het betreffende grondwaterlichaam in het monitoringprogramma op te nemen. Voor Deklaag Rijn West lijken bentazon, dikegulac en chloride hiervoor in aanmerking te komen.
- Voor parameters met overschrijdingen voor een individuele winning wordt voorgesteld om eerst op basis van beschikbare informatie een nadere analyse te doen omtrent de verspreiding van de parameter binnen het intrekgebied. Deze analyse zou kunnen worden uitgevoerd bij het opstellen van een gebiedsdossier. Op basis van de bevindingen kan worden besloten om de parameter alsnog op te nemen in het monitoringprogramma.
- Bij deze analyse is alleen gebruik gemaakt van REWAB-informatie. Dit zijn jaargemiddelde ruwwatergegevens van winningen over het verplichte meetprogramma van het Waterleidingbesluit. Uit andere studies blijkt met name voor oevergrondwater dat ook andere stoffen relevant kunnen zijn (Wuijts et al., 2007). De kwaliteit van oevergrondwater wordt sterk bepaald door de kwaliteit van het infiltrerende oppervlaktewater. In oevergrondwater komen daarom ook stoffen voor die niet in 'gewoon' grondwater worden aangetroffen. Zo wordt bij de oevergrondwaterwinningen in Zuid-Holland (Deklaag Rijn-West, Zand Rijn West) melding gemaakt van onder andere dikegulac, VGK's (vluchtige gehalogeneerde koolwaterstoffen), MTBE, diglyme, bestrijdingsmiddelen en sporen van geneesmiddelen (fenazon en jopamidol). Deze stoffen komen bij het beschouwen van alleen REWAB-data, niet naar voren.
- Ook in 'natuurlijk' grondwater blijken microverontreinigingen frequent voor te kunnen komen, (Versteegh et al., 2007; Puijker et al., 2008). Een aantal daarvan heeft ook een lage toxiciteitsdrempel, zoals 1,4-dioxaan, carbamazepine, PFOS/PFOA en benzeen. MTBE/ETBE zijn relevant vanwege de lage geur/smaak-drempel en het op grote schaal voorkomen in grond- en oppervlaktewater. Bij de karakterisering van GWL voor de volgende planperiode zouden dergelijke stoffen ook moeten worden meegenomen.

3.6 Aquatische ecosystemen

De stoffen die via het grondwater het oppervlaktewater negatief beïnvloeden zijn niet direct te selecteren op basis van hun concentratie in het oppervlaktewater. Naast uitspoeling van stoffen via het grondwater wordt de kwaliteit van het oppervlaktewater ook beïnvloed door afspoeling van stoffen van de bodem, depositie van stoffen uit de lucht en directe emissies naar het oppervlaktewater. De stoffen die het aquatisch ecosysteem potentieel negatief beïnvloeden zijn geselecteerd op basis van hun concentratie in het oppervlaktewater en de kans dat zij via het grondwater uitspoelen naar het oppervlaktewater. De stoffen die door uitspoeling vanuit het grondwater het aquatisch ecosysteem potentieel negatief beïnvloeden zijn geselecteerd op basis van een studie naar de risico's van toxische stoffen in het oppervlaktewater in het kader van de Ex-ante evaluatie KRW (Nijs, A.C.M. de et al., 2008) aangevuld met een studie van Schrap et al. (2007) van de Waterdienst naar het voorkomen van

metalen en andere elementen in het oppervlaktewater. Hierbij is aangenomen dat de metalen en andere elementen en de bestrijdingsmiddelen potentieel naar het oppervlaktewater uitspoelen en dat de polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) in het algemeen niet via het grondwater uitspoelen naar het oppervlaktewater.

Tabel 3.5 geeft de lijst met metalen en andere elementen die het oppervlaktewater potentieel negatief beïnvloeden. De tabel is gebaseerd op bovengenoemde studies van het RIVM (2008) en Schrap et al. (2007) en geeft alle stoffen met een COMMPS-score groter dan 21. Daarnaast geeft de tabel het percentage locaties waar de norm wordt overschreden, de emissie naar de bodem en of de stof routinematig in het oppervlaktewater wordt gemonitord in de landelijke meetnetten van Rijkswaterstaat (MWTL: Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands). De COMMPS-score (Combined Monitoring-based and Modeling-based Priority Setting, COMMPS, 1999; Barreveld et al., 2001; Schrap et al., 2007) geeft het risico voor het aquatisch ecosysteem en wordt berekend op basis van de aquatische toxiciteit van de stof en concentratie waarin de stof in het milieu wordt aangetroffen. Tabel 3.6 geeft een overzicht van de bestrijdingsmiddelen die via het grondwater naar het oppervlaktewater uitspoelen en die conform de BestrijdingsmiddelenAtlas (www.BestrijdingsmiddelenAtlas.nl) in het oppervlaktewater zijn aangetoond. Deze lijst met bestrijdingsmiddelen vormt een subset van de lijst in Tabel 3.3.

Voor grondwater wordt aanbevolen alle stoffen die conform Tabel 3.5 in het MWTL worden gemonitord (X en +) en alle stoffen uit Tabel 3.6 in het monitoringprogramma van het KMG op te nemen.

Tabel 3.5. Lijst met stoffen die in het aquatisch ecosysteem potentieel negatief beïnvloeden. COMMPS-score, beschrijving zie tekst. MTR: Maximaal Toelaatbaar Risico, percentage locaties waar de MTR wordt overschreden. Emissie betreft de emissie naar bodem. MWTL betreft de routinematige monitoring van de rijkswateren, X stoffen die al werden meegenomen en + stoffen die op basis van de studie van Schrap et al. (2008) zijn toegevoegd aan het oppervlaktewater meetnet.

Stof	COMMPS score	> MTR [%]	Emissie [kg/jaar]	MWTL	Stof	COMMPS score	> MTR [%]	Emissie [kg/jaar]	MWTL
Sr	40,77		24452	+	Mn	28			X
Cu	40,68	65	576209	X	Ag	28	89		X
Se	38,41		994	X	Co	26	5		X
B	38,35	12		X	U	26	23		X
Li	38,34			+	Pd	26			
Zn	37,31	25	1122830	X	Sc	26			
Cd	33,42	10	2815	X	Be	26	29		X
As	32,82	2	25261	X	Ba	24		100604	X
Ti	31,6	53		X	Hg	24		1052	X
Pb	30,16		99000	X	W	23			
Rb	30,01			+	T	23			X
Cr	29,94	0	111769	X	Sb	22		5119	X
V	29,49	18	5303	X	La	22			
Ni	28,93	14	41400	X	Sn	22			X

Tabel 3.6. Lijst met bestrijdingsmiddelen en metabolieten die in het oppervlaktewater zijn aangetoond en die via het grondwater uitspoelen.

Stof	Stof	Stof	Stof
aldicarb	carbofuran	endosulfansulfaat	pirimifos-methyl
aldicarbsulfon	chloortoluron	isoproturon	propoxur
aldicarbsulfoxide	dicamba	linuron	prosulfocarb
bifenox	difenoconazool	methiocarb	simazin
bromacil	DMST	metolachloor	terbutylazin
carbendazim	diuron	metribuzin	

3.7 Terrestrische ecosystemen

Tabel 3.7 geeft de lijst met stoffen die in het grondwater gemonitord zouden moeten worden omdat ze het terrestrisch ecosysteem potentieel negatief beïnvloeden. De lijst is gebaseerd op een studie naar de invloed van grondwaterverontreiniging op terrestrische ecosystemen (Van Beelen en Lieste, 2008). Het betreft een aantal nutriënten voor plantengroei. Daarnaast is ook de pH en de redoxpotentiaal van belang voor de vegetatie. Daarom moeten ook stoffen met een grote invloed op de redoxpotentiaal en de pH gemeten worden.

Tabel 3.7. Lijst met stoffen die in het grondwater gemonitord zouden moeten worden omdat ze het terrestrisch ecosysteem negatief kunnen beïnvloeden.

Stof	Stof
pH	nitriet
natrium	ammonium
kalium	P-totaal
chloride	ortho-fosfaat
N-totaal	sulfaat
nitraat	ijzer

4 Conclusies en aanbevelingen

De Guidance on Groundwater Monitoring (EU, 2007) geeft in Bijlage 4 heldere aanbevelingen ten aanzien van de stoffen die in het grondwater gemeten zouden moeten worden. Een deel van de stoffen genoemd in Bijlage 4 moeten volgens de KRW of GWR verplicht gemonitord worden. Daarnaast horen de stoffen gemonitord te worden, waardoor het grondwater mogelijk niet in een goede toestand verkeert. Deze stoffen dienen tijdens de karakterisering van het grondwaterlichaam bij de ‘at risk’-bepaling vastgesteld te worden. In Nederland is deze ‘at risk’-bepaling beperkt uitgevoerd, de toxische stoffen zijn daarbij niet meegenomen (V&W, 2005; Verweij en Reijnders, 2006). In principe betekent dit dat voor de toxische stoffen de ‘at risk’-bepaling alsnog uitgevoerd zou moeten worden om de toxische stoffen, die relevant zijn voor de toestand van het grondwater, te identificeren. Naast de stoffen die de KRW en GWR voorschrijven zijn de overige grondwaterrelevante stoffen in dit rapport geselecteerd op basis van een verkorte selectieprocedure. Bijlage 1 van dit rapport geeft een overzicht van de stoffen die in deze verkorte selectieprocedure geselecteerd zijn. De lijst omvat 79 bestrijdingsmiddelen, 29 hoofd- en sporenelementen waaronder een groot aantal metalen en 16 overige parameters inclusief de stoffen die nog nodig zijn om de ionenbalans te bepalen. De LOQ in deze lijst zijn op verzoek van de provincies zijn toegevoegd en zijn slechts indicatief. Primair is het van belang dat met de gekozen meetmethode aangetoond kan worden of de stof aan de gestelde kwaliteitseisen voldoet.

Het wordt aanbevolen om:

- de stoffen uit Bijlage 1 te monitoren in het KRW Monitoringprogramma Grondwater voor surveillance monitoring;
- de lijst met stoffen aan te passen op basis van nieuwe meetresultaten, kennis en inzichten bij de volgende ‘at risk’-beoordeling in 2013 wanneer wederom een ImPress analyse uitgevoerd moet worden;
- conform de Guidance on Groundwater Monitoring, temperatuur, zuurstof, EGV, pH en eventueel de redoxpotentiaal in het veld te meten;
- conform de Guidance on Groundwater Monitoring eenmalig de ouderdom van het grondwater te bepalen. Relatief oud grondwater zal minder antropogeen beïnvloed zijn dan jong grondwater (Visser, 2009). Voor een groot aantal locaties is de ouderdom van het grondwater al bekend (Meinardi, 2003);
- binnen de KRW formeel te beschrijven hoe (niet-)relevantie van stoffen vastgesteld moet worden zoals het Ctbg (niet-) relevantie van bestrijdingsmiddelen vast kan stellen;
- de meetmethoden zo te kiezen dat naast de stoffen uit Bijlage 1 zo veel mogelijk andere stoffen worden gemeten;
- een volledige risk assessment conform de Guidance on Pressures and Impacts uit te voeren. Hierbij zou de belasting bepaald moeten worden op basis van een conceptueel model en een stofstromenanalyse. Afhankelijk van de voortgang van REACH zou de selectie van stoffen gebaseerd kunnen worden op de informatie die via REACH beschikbaar komt. Hierbij wordt aangeraden om specifiek te letten op nieuw opkomende stoffen waaronder de diergeneesmiddelen en brandvertragers en ook aandacht te besteden aan stoffen waarvan de concentratie in het grondwater potentieel toeneemt;
- analyselaboratoria de gemeten resultaten inclusief informatie over de onzekerheid te laten rapporteren conform de aanbeveling (vijfde optie) in AMC Technical brief Analytical Committee No 5 Apr 2001 Royal Society of Chemistry.

Literatuur

- Barreveld H.L., Berbee R.P.M., Ferdinandy M.M.A., 2001. Vergeten stoffen in Nederlands oppervlaktewater, RIZA-rapport 2001.020X.
- Beelen P. van, Lieste R., 2008. De invloed van grondwaterverontreiniging op terrestrische ecosystemen. RIVM, Bilthoven. RIVM-rapport 607625001.
- COMMPS, 1999. Revised proposal for a list of priority substances in the context of the Water Framework Directive (COMMPS procedure). Fraunhofer-Institut, Rapport nr. 98/788/3040/DEB/E1.
- EU, 2000. Richtlijn 2000/60/EG van het Europees parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen L 327.
- EU, 2003 Guidance Document No 3. Analysis of Pressures and Impacts ISBN 92-894-5123-8 ISSN 1725-1087.
- EU, 2006a. Richtlijn 2006/118/EG van het Europees parlement en de Raad van 12 december 2006 betreffende de bescherming van het grondwater tegen verontreiniging en achteruitgang van de toestand. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen L 372.
- EU, 2006b. Verordening (EG) nr. 1907/2006 van het Europees Parlement en de Raad van 18 december 2006 inzake de registratie en beoordeling van en de autorisatie en beperkingen ten aanzien van chemische stoffen (REACH). Publicatieblad van de Europese Unie L 396.
- EU, 2007 Guidance Document No. 15. Guidance on Groundwater Monitoring. ISBN 92-79-04558-X ISSN 1725-1087.
- Kleinendorst, Th., Krikken, A., Broers H.P., 2006. Collegiale toets KRW Meetprogramma's Grondwater. Referentie: 9R7703.BO/N00001/.../DenB.
- Linden, A.M.A. van der, Beelen P. van, Berg G.A. van den, Boer M. de, Gaag D.J. van der, Groenwold J.G., Huijsmans J.F.M., Kalf D.F., Kool S.A.M. de, Kruijne R., Merkelbach R.C.M., Snoo G.R. de, Vijftigschild R.A.N., Vijver M.G., Wal A.J. van der, 2006. Evaluatie duurzame gewasbescherming 2006: milieu. RIVM, Bilthoven. RIVM-rapport 607016001.
- Linden, A.M.A. van der, 2009. Advies over opname tri, per en (dier)geneesmiddelen in grondwatermonitoring programma's. RIVM, Bilthoven. RIVM-briefrapport 607310002.
- Linden, A.M.A. van der, in druk. Residuen in het grondwater. RIVM, Bilthoven. RIVM-briefrapport 607310001.
- Meinardi, C., 2003. Reistijden in de bodem en aanvulling van het grondwater uit het Landelijk Meetnet (LMG) en de Provinciale Meetnetten Grondwaterkwaliteit (PMG). RIVM, Bilthoven. RIVM-rapport 714801027.
- Meinardi, C.R. en Berg, R. van den (red.), 2008. Basisdocument karakterisering grondwaterkwaliteit voor de Kaderrichtlijn Water. Planbureau voor de Leefomgeving.
- Nijs A.C.M. de, Driesprong A, Hollander HA den, Poorter LRM de, Verweij WHJ, Vonk JA, Zwart D de 2008. Risico's van toxische stoffen in de Nederlandse oppervlaktewateren RIVM, Bilthoven, RIVM-rapport 607340001.
- Puijker, L.M., Beek, C.G.E.M. van, Brandt, A., Heringa, M.B., Leerdam, J.A., 2008. Veilige waterwingebieden: bedreigingen door chemische verontreinigingen; Resultaten eerste fase. KWR, Nieuwegein. BTO 2008.060. Het rapport is niet openbaar.
- Reijnders H.F.R., Drecht G. van, Prins H.F., Bronswijk J.J.B., Boumans L.J.M., 2004. De kwaliteit van ondiep en middeldiep grond-water in Nederland in het jaar 2000 en verandering daarvan in de periode 1984-2000. RIVM Bilthoven, RIVM-rapport 714801030.
- Schrap, S.M., Osté, L.A., Beek, M.A., Epema, O.J., Miermans, K., 2007. Vergeten metalen in Nederlandse rijkswateren. Rijkswaterstaat Waterdienst. WD-rapport 2008.034.

- V&W 2005. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Karakterisering Werkgebied Rijndelta Hoofdrapport (2000/60/EG), maart 2005 RBO Rijn-Noord, 13 oktober 2004, Rapportage Kaderrichtlijn Water Rijn-Noord, 2004, Karakterisering deelstroomgebied; RBO Rijn-Oost, december 2004, Kaderrichtlijn Water Karakterisering deelstroomgebied Rijn-Oost, Zwolle; RBO Rijn-West, 1 december 2004, Karakterisering deelstroomgebied Rijn-West, Eindrapport; RBO Rijn-Midden, 22 december 2004, Karakterisering deelstroomgebied Rijn-Midden; RBO Schelde, november 2004, Karakterisering stroomgebied Schelde; RBO Maas, maart 2005, Karakterisering stroomgebied Maas (Nederland); Ministerie van Verkeer en Waterstaat, maart 2005, Karakterisering Deelstroomgebied Nedereems, Rapportage volgens artikel 5 van de kaderrichtlijn water (2000/60/EG).
- V&W en CSN, 2006. Samenvatting Achtergrondrapporten KRW Monitoring Rijndelta, Maas, Schelde en Eems.
- Verhagen, F. Th., Krikken, A., Broers H.P. (in prep), 2009. Draaiboek monitoring grondwater voor de kaderrichtlijn Water. Concept rapport, versie 1.3. juli 2009. Royal Haskoning, 's Hertogenbosch.
- Versteegh, J.F.M., Aa, N.G.F.M. van der, Dijkman, E., 2007. Geneesmiddelen in drinkwater en drinkwaterbronnen, Resultaten van het meetprogramma 2005/2006. RIVM Bilthoven. RIVM-rapport 703719016. www.rivm.nl (mei 2009).
- Verweij W., Reijnders H.F.R., Prins H.F., Boumans L.J.M., Janssen M.P.M., Moermond C.T.A., Nijs A.C.M. de, Pieters B.J., Verbruggen E.M.J., Zijp M.C., 2008. Advies voor drempelwaarden. RIVM, Bilthoven. RIVM-rapport 607300005.
- Verweij W. en Reijnders H.F.R., 2006. Drempelwaarden in grondwater: voor welke stoffen? RIVM, Bilthoven. RIVM-rapport 607300001.
- Visser, A. 2009. PhD thesis 'Trends in groundwater quality in relation to groundwater age', Faculty of Geosciences, Utrecht University.
- VROM, 2006. Draaiboek monitoring grondwater. Voor de kaderrichtlijn Water versie 1.2. 14 november 2006. Royal Haskoning in opdracht van het Ministerie van VROM. Referentie: 9S1139/R00001/ 900642/DenB.
- VROM, 2009. Besluit kwaliteit monitoring water BKMW. <http://www.vamil.nl/pagina.html?id=22484>, laatst geopend op 10 juli 2009.
- Wattel-Koekkoek, E.J.W., de Nijs, T., Zijp, M., Broers, H.P., Boumans, L.J.M., 2009. Representativiteit KRW Monitoring Grondwaterkwaliteit. RIVM, Bilthoven. RIVM-rapport 680721003.
- Wuijts, S., Rijswick, H.F.M.W. van, Dik, H.H.J., 2007. Gebiedsdossiers voor drinkwaterbronnen; Uitwerking van risico's en ontwikkeling van maatregelen. RIVM, Bilthoven. RIVM-Rapport 734301032. www.rivm.nl (januari 2009).
- Zijp, M.C., Beelen, van, P., Boumans, L.J.M. Nijs, de A.C.M., Verweij, W., Wuijts, S., 2008. Voorlopig protocol voor de beoordeling van de chemische toestand van grondwaterlichamen. RIVM, Bilthoven, RIVM-rapport 607300011.

Bijlage 1. Stoffenlijst

Stofnaam	LOQ ¹	Eenheid	Reg ²	GW ³	AQ ⁴	TE ⁵	DW ⁶
Bestrijdingsmiddelen							
1, 2-dichloorpropaan	0,1	µg/l		x			
2, 4-D	0,01	µg/l		x			
2, 6-dichloorbenzamide (BAM)	0,1	µg/l		x			x
2-chlooraniline	0,1	µg/l					x
aldicarb-sulfon	0,01	µg/l		x	x		
aldicarb-sulfoxide	0,01	µg/l		x	x		
amidosulfuron	0,1	µg/l		x			
aminomethylfosfonzuur (AMPA)	0,1	µg/l		x			
amitrol	0,01	µg/l		x			
asulam	0,1	µg/l		x			
atrazin	0,1	µg/l		x			
bentazon	0,01	µg/l		x			x
bifenox	0,1	µg/l		x	x		
bromacil	0,1	µg/l		x	x		
broompropylaat	0,1	µg/l		x			
butocarboxim-sulfoxide	0,1	µg/l		x			
captan	0,01	µg/l		x			
carbendazim	0,01	µg/l		x	x		
carbetamide	0,1	µg/l		x			
carbofuran	0,1	µg/l		x	x		
carfentrazone-ethyl ⁷	0,1	µg/l		x			
chloortoluron	0,1	µg/l		x	x		
chloridazon	0,01	µg/l		x			
clopyralid	0,1	µg/l		x			
daminozide	0,1	µg/l		x			
dicamba	0,01	µg/l		x	x		
dichlobenil	0,1	µg/l		x			
dichlorprop	0,1	µg/l		x			
dicloran	0,1	µg/l		x			
diethyltoluamide (deet)	0,1	µg/l		x			
difenoconazool	0,1	µg/l		x	x		
dikegulac	0,1	µg/l					x
dimethoat	0,1	µg/l		x			
diuron	0,1	µg/l		x	x		
DMST	0,1	µg/l		x	x		
endosulfan	0,1	µg/l		x			
endosulfansulfaat	0,1	µg/l			x		
ethofumesaat	0,01	µg/l		x			
ethoprosfos	0,1	µg/l		x			
fenamifos	0,1	µg/l					x
florasulam	0,1	µg/l		x			
fluazifop-p-butyl ⁷	0,1	µg/l		x			
fluroxypyr	0,1	µg/l		x			
flutolanil	0,1	µg/l		x			

Stofnaam	LOQ ¹	Eenheid	Reg ²	GW ³	AQ ⁴	TE ⁵	DW ⁶
foramsulfuron	0,1	µg/l		x			
glyfosaat	0,1	µg/l		x			
isoproturon	0,01	µg/l		x	x		
isoxaflutool	0,1	µg/l		x			
linuron	0,1	µg/l		x	x		
maleine-hydrazide	0,01	µg/l		x			
mcpa	0,1	µg/l		x			
mecoprop	0,01	µg/l		x			
metalaxyl	0,01	µg/l		x			
metaldehyde	0,1	µg/l		x			
metazachlor	0,1	µg/l		x			
methiocarb	0,1	µg/l		x	x		
metiram	0,1	µg/l		x			
metolachloor	0,01	µg/l		x	x		
metoxuron	0,1	µg/l		x		x	
metribuzin	0,1	µg/l		x	x		
metsulfuron-methyl ⁷	0,1	µg/l		x			
nicosulfuron	0,1	µg/l		x			
pencycuron	0,1	µg/l		x			
pirimifos-methyl ⁷	0,1	µg/l		x	x		
procymidon	0,01	µg/l		x			
propachloor	0,1	µg/l		x			
propoxur	0,1	µg/l		x	x	x	
propyzamide	0,01	µg/l		x			
prosulfocarb	0,1	µg/l		x	x		
rimsulfuron	0,1	µg/l		x			
simazin	0,1	µg/l		x	x		
sulcotrion	0,1	µg/l		x			
tebuconazool	0,1	µg/l		x			
tepraloxymid	0,1	µg/l		x			
terbutylazin	0,1	µg/l		x	x		
thiram	0,1	µg/l		x			
triadimenol	0,1	µg/l		x			
triclopyr	0,1	µg/l		x			
triflusafluron-methyl ⁷	0,1	µg/l		x			
Hoofd- en sporenelementen							
aluminium	15	mg/l		x			
antimoon	0,05	µg/l			x		
arsen	0,1	µg/l	x		x		
barium	10	µg/l		x	x		
beryllium	0,1	µg/l			x		
boor	5	µg/l		x	x		
cadmium	0,01	µg/l	x		x		
chrom	0,1	µg/l		x	x		
chloride	0,1	mg/l	x			x	
cobalt	0,1	µg/l		x	x		
ijzer	15	mg/l				x	
kalium	0,001- 0,1	mg/l				x	

Stofnaam	LOQ ¹	Eenheid	Reg ²	GW ³	AQ ⁴	TE ⁵	DW ⁶
koper	0,1	µg/l		x	x		
kwik	0,01	µg/l	x		x		
litium	5	µg/l			x		
lood	0,5	µg/l	x		x		
mangaan	5	µg/l			x		
natrium	0,05	mg/l				x	
nikkel	0,5	µg/l	x		x		x
rubidium	1	µg/l			x		
seleen	0,1	µg/l			x		
strontium	100	µg/l		x	x		
telluur	0,1	µg/l			x		
tin	0,1	µg/l			x		
titaan	10	µg/l			x		
uraan	0,1	µg/l			x		
vanadium	0,1	µg/l		x	x		
zilver	0,01	µg/l			x		
zink	1	µg/l		x	x		
Overig parameters							
ammonium	0,01-0,02	mg/l	x			x	
nitraat	0,003	mg/l	x			x	
nitriet	0,005	mg/l				x	
N-totaal		µg/l		x		x	
ortho-fosfaat	0,016	mg/l				x	
P-totaal	0,001-0,05	mg/l	x			x	
sulfaat	0,1	mg/l	x			x	
zuurstof		µg/l	x				
pH		pH	x			x	
EGV	6	mS/m	x				
Ionenbalans							
calcium	0,1	mg/l					
magnesium	0,1-1	mg/l					
opgelost organisch koolstof (DOC)	0,2	mg/l					
CO ₃	6	mg/l					
HCO ₃	2	mg/l					
HCO ₃ -veld	0,25	mg/l					

¹ Aanbevolen LOQ; ² Reg = Regulier; ³ GW = Grondwater; ⁴ AQ = Aquatisch; ⁵ TE = Terrestrisch; ⁶ DW = Drinkwater; ⁷ Voor alle genoemde esters geldt dat het overeenkomstige zuur gemeten dient te worden; de esters spoelen niet uit.

A solid yellow horizontal bar spanning the width of the page.

RIVM

Rijksinstituut
voor Volksgezondheid
en Milieu

Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl