

Karakterisering van het grondwater in het stroomgebieddistrict Maas

Kees Meinardi (RIVM)
Remco van Ek (RIZA)
Willem-Jan Zaadnoordijk (Royal Haskoning)

januari 2005



Voorwoord

Voor u ligt het rapport “Karakterisering van het grondwater in het stroomgebieddistrict Maas”. Dit rapport is opgesteld met als doel de begrenzing en karakterisering van grondwaterlichamen, zoals de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) dit vereist, gestalte te geven. Het rapport vormt het eindresultaat van uitgebreide studie naar de chemische en kwantitatieve toestand van het Nederlands grondwater en de wijze waarop dit binnen de KRW-criteria moet worden vormgeven. De rijksinstituten RIVM en RIZA hebben in opdracht van de landelijke KRW werkgroep grondwater het onderzoek uitgevoerd. De werkgroep grondwater heeft het proces van deze opdracht begeleid.

Bij de start van dit project is veel gesproken over de richting waarnaar en de wijze waarop het project moest worden uitgewerkt. Zo is o.a. besloten om bij de begrenzing en karakterisering te werken van “grof” nu, naar “fijn” later. Dit houdt in dat nu een voorlopige indeling van grondwaterlichamen is gemaakt, die later nog verfijnd kan worden als de stroomgebiedbeheersplannen opgesteld moeten worden. Hierdoor zal op regionale schaal maatwerk mogelijk blijven.

De werkgroep grondwater heeft de regionale productieteams bij het project betrokken door diverse workshops te organiseren. Zo zijn in een workshop in oktober 2003 diverse opties voorgelegd ten aanzien van de afbakening van grondwaterlichamen. Dit heeft er onder andere toe geleid dat bij de karakterisering een rolverdeling is overeengekomen tussen rijk en regio. Het rijk is verantwoordelijk voor de karakterisering van de “grote” grondwaterlichamen, terwijl de regio de “kleine” grondwaterlichamen ten behoeve van menselijke consumptie is gaan karakteriseren. Dergelijke besluiten zijn geaccordeerd door het Landelijk Bestuurlijk Overleg Water.

Het voorliggende rapport moet als kader worden beschouwd voor de door de regio opgestelde rapportage over grondwaterlichamen. In dit achtergrondrapport ligt de nadruk op de grote grondwaterlichamen.

Als opdrachtgevers zijn we tevreden over het geleverde resultaat. Er is veel werk verzet. Wij willen een ieder bedanken die een bijdrage aan het rapport hebben geleverd. Dit geldt in het bijzonder voor Kees Meinardi (RIVM) en Remco van Ek (RIZA), die zich enorm hebben ingezet om de opdracht tot een goed eindresultaat te brengen.

Murk de Roos (Ministerie van VROM, DGM)
opdrachtgever RIVM en voorzitter landelijke werkgroep grondwater

Luit-Jan Dijkhuis (Ministerie van V&W, DGW)
opdrachtgever RIZA

Samenvatting

De Kaderrichtlijn Water (KRW) eist dat Nederland voor eind 2004 een eerste en nadere karakterisering geeft van vooraf te bepalen grondwaterlichamen (GWL). RIVM en RIZA hebben de bepaling van GWL en de karakterisering uitgewerkt. De indeling van de GWL volgt de voor het oppervlaktewater aangehouden districten Eems, Rijn, Maas en Schelde, waarbij Rijn is verdeeld in Rijn-Noord, -Oost, -Midden en -West. Dit rapport behandelt het district Maas, waarin vier GWL liggen. GWL6 bevat de zandige bodemlagen buiten de zandlagen onder duinen en geestgronden, die een apart GWL17 vormen. GWL13 bestaat uit de toplagen van de Holocene klei- en veenlagen die het lokale overtollige water afvoeren. In Zuid-Limburg is een apart GWL19 onderscheiden. De karakterisering leidt tot een risicoanalyse die aangeeft of het grondwater in 2015 zal voldoen aan de in de KRW gestelde eisen. De hoedanigheid van het grondwater heeft kwantitatieve en kwalitatieve aspecten die meetellen bij de beoordeling van de huidige toestand en bij de risicoanalyse, waarbij geldt dat de toestand slecht is als één aspect onvoldoende is (one out, all out).

De toestand van het zandige GWL6 is goed ten aanzien van de vraag of de winning van grondwater in evenwicht is met de aanvulling, maar slecht met betrekking tot de beschikbaarheid van grondwater voor terrestrische ecosystemen in de VHR-gebieden. De concentraties voldoen aan de grenswaarden, maar de toestroming van stikstof uit de bodem naar het oppervlaktewater ligt boven de grenswaarde. Voor GWL13 in de klei- en veenlagen is de kwantitatieve toestand goed, maar ligt de uitstroming van totaal stikstof naar het oppervlaktewater boven de grenswaarde. Voor GWL17 onder de duinen is de kwalitatieve toestand goed, maar is de beschikbaarheid van grondwater voor terrestrische ecosystemen onvoldoende. Bij GWL19 liggen de nitraatconcentratie in het grondwater en ook de uitspoeling naar het oppervlaktewater boven de grenswaarde. De conclusie luidt dat de huidige toestand slecht is in alle GWL van het stroomgebied Maas.

De risicoanalyse volgt dezelfde lijnen als de beoordeling van de huidige kwaliteit. De GWL lopen geen gevaar van een uitputting van de voorraad grondwater. Wel lopen GWL6 en GWL17 misschien gevaar dat de beschikbaarheid van grondwater voor terrestrische ecosystemen onvoldoende zal zijn in 2015. De kwalitatieve beoordeling voor GWL6, GWL13 en GWL17 is gebaseerd op de toestand van het bovenste grondwater (early warning level) dat voor GWL13 ook de huidige toestand weergeeft. GWL6 loopt gevaar omdat de gemiddelde concentratie van nitraat te hoog is in het bovenste grondwater en GWL13 omdat de uitstroming van stikstof naar het open water de grenswaarde voor oppervlaktewater overschrijdt. GWL17 loopt gevaar omdat de uitstroming van fosfaat te hoog is. Dit GWL is ook kwetsbaar voor het optrekken van brak of zout grondwater. GWL19 in Zuid-

Limburg loopt gevaar vanwege te hoge nitraatconcentraties in het grondwater. De conclusie is dat alle GWL van het stroomgebied Maas gevaar lopen de goede toestand in 2015 niet te bereiken.

Ten behoeve van de aansluiting bij de door Duitsland (NordRhein Westfalen) en België (Vlaanderen) aangegeven grondwaterlichamen is GWL6 opgesplitst in drie deellichamen. De hierboven getrokken conclusies voor het gehele GWL6 gelden onverkort voor de drie deel-GWL in district Maas.

Inhoudsopgave

.....

1	Inleiding	1
2	Beschrijving van het stroomgebiedsdistrict	3
2.1	Klimaat, geologie en landschap	3
2.1.1	Klimaat	3
2.1.2	Geologie en bodemopbouw	3
2.1.3	Landschap en waterafvoer	9
3	Waterlichamen	13
3.1	Grondwaterlichamen	13
3.1.1	Methodiek begrenzing en karakterisering grondwaterlichamen	13
3.1.2	Algemene beschrijving grondwaterlichamen	14
3.1.3	Grensoverschrijdende grondwaterlichamen	23
3.1.4	Grondwaterlichamen met afhankelijke ecosystemen	28
3.1.5	Beschrijving van de huidige toestand van de grondwaterlichamen	30
4	Menselijke activiteiten en belasting	43
4.1	Belasting van het grondwater	43
4.1.1	Puntbronnen voor het grondwater	43
4.1.2	Diffuse belasting van het grondwater	43
4.1.3	Zoutwaterintrusie	46
4.2	Grondwateronttrekking en kunstmatige grondwateraanvulling	46
4.2.1	Belangrijkste belastingen van het grondwater	50
5	Effecten van menselijke activiteiten en ontwikkelingstrends	53
5.1	Grondwaterlichamen met risico niet bereiken goede toestand in 2015	53
5.1.1	Methodiek bepalen risico's niet bereiken goede toestand	53
5.1.2	Grondwaterlichamen met risico niet bereiken goede toestand	55
6	Beschermde gebieden	61
6.1	Waterlichamen met onttrekking voor menselijke consumptie	61
6.2	Beschermde gebieden voor soorten en habitats	61
7	Leemten in kennis en gegevens	63
7.1	Technische gegevens	63
7.2	Verschilpunten	64
8	Referenties	65
9	Bijlagen	67

1 Inleiding

Sinds december 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water (Richtlijn 2000/60/EG, KRW) van kracht in de Europese Unie (EU). De doelen van de KRW zijn geformuleerd in artikel 1. Doel van de KRW is vaststelling van een kader voor de bescherming van landoppervlaktewater, overgangswater, kustwateren en grondwater, waarmee:

- a. aquatische ecosystemen en, wat de waterbehoeften ervan betreft, terrestrische ecosystemen en waterrijke gebieden die rechtstreeks afhankelijk zijn van aquatische ecosystemen, voor verdere achteruitgang worden behoed en worden beschermd en verbeterd;
- b. duurzaam gebruik van water wordt bevorderd, op basis van bescherming van de beschikbare waterbronnen op lange termijn;
- c. verhoogde bescherming en verbetering van het aquatische milieu worden beoogd, onder andere door specifieke maatregelen voor de progressieve vermindering van lozingen, emissies en verliezen van prioritaire stoffen en door het stopzetten of geleidelijk beëindigen van lozingen, emissies of verliezen van prioritaire gevaarlijke stoffen;
- d. wordt gezorgd voor de progressieve vermindering van de verontreiniging van grondwater en verdere verontreiniging hiervan wordt voorkomen;
- e. wordt bijgedragen tot afzwakking van de gevolgen van overstromingen en perioden van droogte.

De KRW wil de genoemde doelen bereiken door een betere regulering van het waterbeheer. De beheerseenheden die de KRW voorziet, zijn stroomgebieden met daarbinnen grond- en oppervlaktewaterlichamen. De EC heeft voor de verdere uitwerking van de KRW een Strategische Coördinatiegroep ingesteld (Common Implementation Strategy, CIS). Onder deze vlag zijn verschillende werkgroepen ingesteld waarbinnen documenten (guidances) zijn opgesteld door experts uit de verschillende lidstaten. Doel van de CIS-guidances is om inhoudelijk nadere invulling te geven aan hoe om te gaan met de KRW.

Binnen Nederland is door de overheid een groep "Implementatie Kaderrichtlijn Water (IKW)" ingesteld bestaande uit vertegenwoordigers van verschillende (overheids-)instellingen. De IKW-projectgroep richt zich specifiek op de implementatie van de KRW in Nederland. Onder de IKW vielen 10 werkgroepen die verschillende aspecten van de KRW behandelen. De taken van de IKW zijn grotendeels overgenomen door het Landelijk Bestuurlijk Overleg Water (LBOW), waarin vertegenwoordigers van de nationale en van lagere overheden deelnemen. Het LBOW coördineert de werkzaamheden van Regionale Werkgroepen ten behoeve van de uitvoering van de KRW. Onder LBOW valt ook de door IKW ingestelde werkgroep grondwater (WGW). Deze werkgroep coördineert alle grondwateraspecten van belang voor de implementatie van de KRW in Nederland. Een eerste grote opgave was de invulling en uitwerking van art 5 "Kenmerken van het stroomgebieddistrict, beoordeling van de milieueffecten van menselijke

activiteiten". RIVM en RIZA hebben een projectvoorstel gemaakt om de technische aspecten van deze probleemanalyse nader uit te werken. De doelstellingen van het RIVM/ RIZA project voor de eerste en nadere karakterisering van het grondwater zijn:

1 Indeling in grondwaterlichamen (GWL)

Geven van een beredeneerde beschrijving van de indeling van bodem en grondwater van Nederland in grote hydrologische eenheden, die voldoet aan de Kaderrichtlijn Water. Het toedelen van die eenheden aan de (deel-)stroomgebieden en de benoeming van grondwaterlichamen (GWL) waartoe het volledige Nederlandse grondwater behoort.

2 Karakterisering

Opstellen van een eerste en nadere karakterisering van de kwalitatieve en kwantitatieve toestand van het grondwater met de nadruk op effecten van menselijke invloeden.

3 Uitwerking van een risicoanalyse voor het grondwater

De KRW onderscheidt kwantitatieve en kwalitatieve aspecten aan de hoedanigheid van het grondwater in GWL. Voor beide kan de toestand "goed" of "slecht" zijn. Daarnaast vraagt de KRW aan lidstaten om een risicoanalyse (risk assessment) uit te voeren met als doel een inschatting te maken of de voor 2015 gestelde doelen gehaald kunnen worden, dan wel te identificeren waar maatregelenpakketten moeten worden opgesteld en uitgewerkt.

4 Communicatie met nationale en Europese instellingen

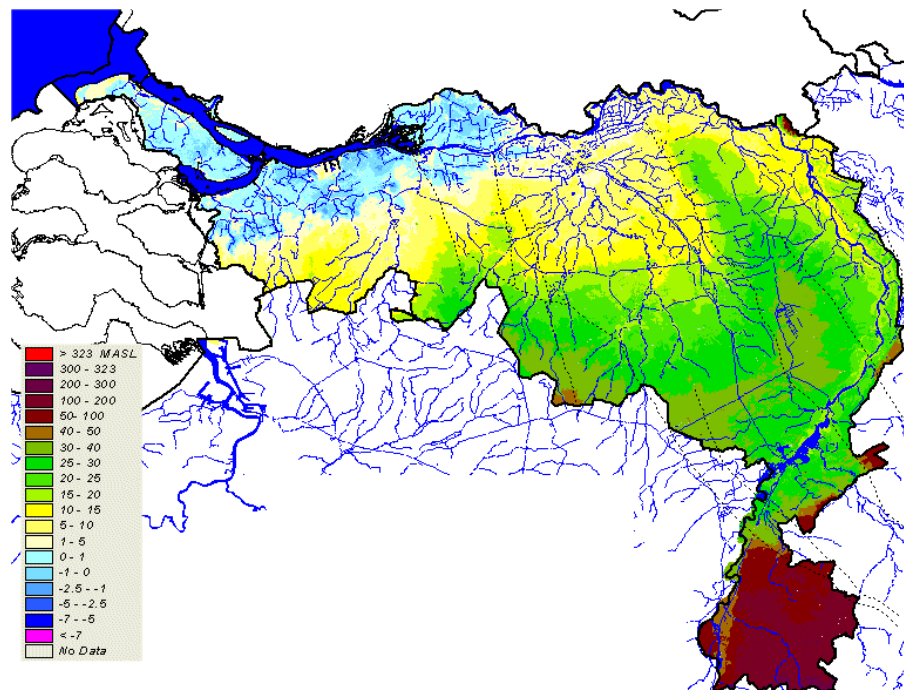
Verzorgen van tijdige en interactieve communicatie met Nederlandse (rijk, provincies, waterschappen) en Europese instellingen (EC groepen, buurlanden) die betrokken zijn bij invoering van de Kaderrichtlijn Water.

In dit rapport wordt verslag gedaan van de aanpak en uitkomsten van het RIVM / RIZA project. In hoofdstuk 2 wordt korte beschrijving geven van het stroomgebiedsdistrict, in hoofdstuk 3 wordt de huidige toestand beschreven, in hoofdstuk 4 de voornaamste menselijke belasting en hoofdstuk 5 de consequenties voor de risicobeoordeling van grondwaterlichamen. In hoofdstuk 6 wordt kort stil gestaan bij de beschermde gebieden en in hoofdstuk 7 wordt ingegaan op kennishiaten.

2 Beschrijving van het stroomgebieddistrict

2.1 Klimaat, geologie en landschap

Het stroomgebieddistrict Maas strekt zich uit van de rivier de Maas in het noorden, de Duitse grens in het oosten tot de Belgische grens in het zuiden (figuur 2.1).



Figuur 2.1 Ligging en maaiveldhoogte van stroomgebieddistrict Maas

2.1.1 Klimaat

Een beschrijving van het Nederlandse klimaat zal worden gegeven in de algemene Regionale Rapportages over de karakterisering van de deelstroomgebieden. Voor het grondwater zijn vooral de neerslag en de verdamping van belang. Voor gemiddelde waarden is gebruik gemaakt van de langjarige gemiddelden zoals die door het KNMI zijn gegeven en die zijn bewerkt in Meinardi (1994), waarin tevens de regionale variatie is gegeven. Meer gedetailleerde en meer recente waarden zijn waar nodig eveneens afgeleid uit de gegevens van het KNMI.

2.1.2 Geologie en bodemopbouw

Het geohydrologisch systeem (relevant voor deze karakterisering) wordt aan de onderkant begrensd door een hydrologisch ondoorlatende basis die zich in het zuiden bevindt binnen de Jong-Tertiaire en Vroeg-Pleistocene¹ afzettingen (o.a. Oosterhout Formatie) en naar het noorden over gaat in de Maassluis Formatie.

¹ Tertiaire afzettingen hebben betrekking op de periode van 65 tot 2.6 miljoen jaar geleden.

Afzettingen uit het Pleistoceen hebben betrekking op 2.6 miljoen jaar tot 10.000 jaar geleden en

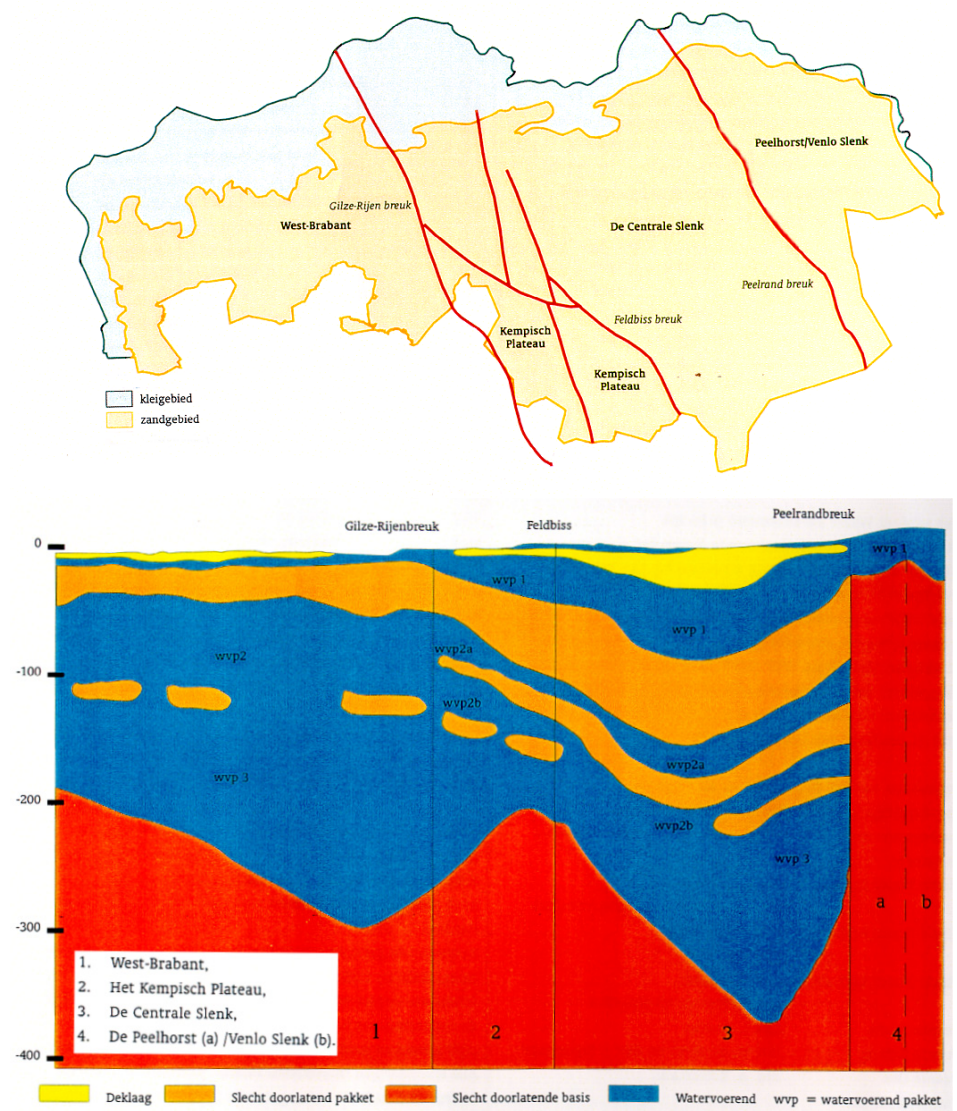
Grofweg kan de ondergrond van het Maassysteem in de verticaal worden verdeeld in drie watervoerende pakketten bestaande uit grove en fijne zanden afgezet door de zee (marine afzettingen: Oosterhout en Maassluis) en de rivieren Rijn en Maas (fluviatiele afzettingen: Veghel, Sterksel en Kreftenheije). Deze watervoerende lagen zijn gescheiden door slechtdoorlatende kleilagen zoals de formatie van Kedichem/Tegelen. Deze pakketten zijn weer afgedekt door een deklaag van fijnzandige afzettingen en fluviatiele lemen (beekafzettingen) die een dikte van 10 m kan bereiken. De fijnzandige afzettingen zijn veelal van eolische herkomst (eolische afzettingen = door de wind ontstane afzettingen). In het noordelijk deel van het Maassysteem zijn de zandige afzettingen afgedekt door Holocene rivier en zeelei afzettingen (zie ook tabel met laagopbouw deelstroomgebied Maas).

Verder lopen er in zuidoost-noordwest richting verschillende breuksystemen waardoor onderscheid is te maken in vier deelgebieden: West-Brabant, het Kempisch plateau, de Centrale slenk en de Peelhorst (zie figuur 2.2). Ter hoogte van midden Limburg wordt de Centrale slenk ook wel Roerdalslenk genoemd.

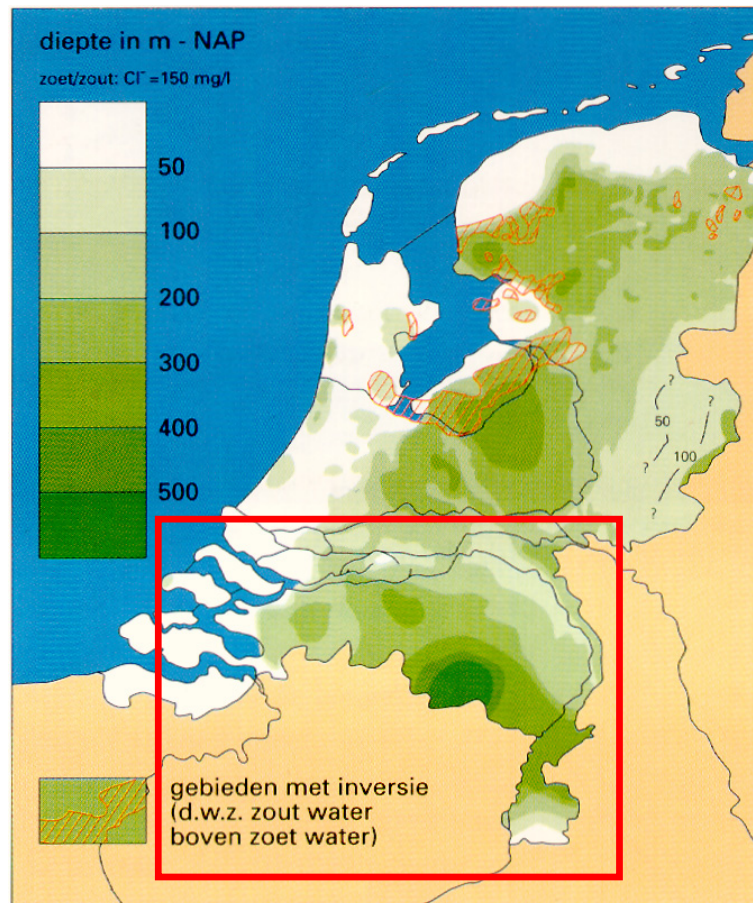
De zuidoost-noordwest gerichte breuksystemen in het Maassysteem vormen lokaal een lichte barrière voor de horizontale grondwaterbeweging. Verticaal zouden zij voor lekkage kunnen zorgen tussen het eerste en tweede watervoerende pakket. Dit is van belang in verband met de bescherming van het tweede watervoerende pakket tegen verontreiniging, daar waar het gebruikt wordt voor de drinkwatervoorziening.

De formatie van Breda wordt vaak gezien als de geohydrologische basis. Onder deze dikke slechtdoorlatende laag komt ook grondwater voor maar dit grondwater wordt niet gebruikt voor drinkwaterwinning vanwege de diepe ligging en (met name naar het noorden, zie figuur 2.3) het grotere aandeel brak water. Deze watervoerende pakketten vallen daardoor buiten het kader van de KRW. Deze diepe watervoerende pakketten worden evenwel wel beïnvloed door de bruinkoolwinningen in Duitsland en mogelijk interactie naar de bovenliggende watervoerende pakketten is voor nu en in de toekomst niet uitgesloten.

afzettingen uit het Holoceen hebben betrekking op de periode van 10.000 jaar geleden tot het heden.



Figuur 2.2 Dwarsdoorsnede (west-oost) van Noord-Brabant (uit: Stuurman et al., 2000)



Figuur 2.3 Diepteligging zoet/zout grensvlak (uit: Dufour, 1998)

Het neerslagoverschot in dit gebied wordt geschat op ca 250 mm/jaar. Naast de intensieve drainage naar de beken als de Mark, de Weerijs, de Dommel, de Aa en hun vertakkingen, is er een zwakke regionale grondwater beweging in de richting van de Rijn en de Maas. Op de overgang van de Pleistocene zandgronden naar de Holocene kleiafzettingen ligt een regionale kwelzone met veengronden (de naad van Brabant). Een meer lokaal systeem wordt gevormd vanuit de Peelhorst, aan de noordkant van de Roerdal Slenk. Door de relatief hooggelegen minder doorlatende Tertiaire afzettingen onder dit opgeheven gebied is de doorlaatcapaciteit kleiner dan 1000 m²/dag. Vanouds lag in een deel van dit vlakke en slecht ontwaterde gebied een hoogveendek dat inmiddels voor het overgrote deel is afgegraven. Aan de oostzijde van de Peelrandbreuk liggen natte gebieden waar ijzerrijke kwel het maaiveld kan bereiken (Wijstgronden). Voorts zijn diverse kwelgebieden te onderscheiden die samenhangen met hogere stuifzandruggen en ingesneden beekdalen. De zandige, goed doorlatende bovengrond maakt dat veel gebieden gevoelig voor zijn verontreiniging.

Zuid Limburg

Zuid Limburg is een uitloper van het opgeheven achterland van de Ardennen en het Leisteen Plateau. De topografie daalt van meer dan 300 m in het uiterste zuidoosten naar 20 m ter hoogte van de grens met de Roerdalslenk. De ondergrond bestaat voornamelijk uit verkarste² kalksteen uit het Krijt³, die in het zuidelijk deel aan maaiveld komt (dagzoomt) en een plateau vormt met typische “doline-depressies”. Het gebied wordt ontwaterd door de diep ingesneden dalen van de Maas en de Geul. De kalksteen heeft een dikte van ruim 100 m en wordt aan de onderzijde gescheiden van de onderliggende Carboon schalies⁴ door de kleig en fijnzandig ontwikkelde Formatie van Vaals. De Carboon lagen dagzomen in het uiterste zuidoosten in het dal van de Geul. Uit de steenkoolmijnen is bekend dat binnen de Carboonschalies zandsteenlagen voorkomen die aanzienlijke hoeveelheden, deels brak en zout, water kunnen leveren.

Naar het noorden duikt de kalksteen weg onder Oligocene⁵ kleilagen die een dikte bereiken van 100 m. Dit gebied wordt ontwaterd door de Geleenbeek. Verder naar het noorden volgen de Miocene, Pliocene⁶ en Pleistocene zanden die in dikte toenemen naar de Roerdalslenk (zie figuur 2.4 en 2.5). Verder worden in vrijwel het gehele gebied zandige terrasresten aangetroffen van de Maas.

De grondwatervoeding van het kalksteenplateau wordt geschat op ca 300 mm/jaar. Zuidwest-noordoost gerichte breuken vormen door verkarsting sterk doorlatende zones, terwijl zuidoost-noordwest gerichte breuken veelal obstructies vormen waarlangs verkarsting is opgetreden door stagnerend, naar bovengerichte stroming. Ontwatering in de ingesneden beekdalen vindt deels plaats via bronnen.

² Als kalksteen in aanraking komt met water waarin koolzuur is opgelost ontstaan er calcium en carbonaat ionen die in oplossing gaan. Gebieden waar kalksteen aan de aardoppervlakte is opgelost door water noemen we karstgebieden. Karst is de naam van een gebied in Noord-West Joegoslavië (tussen Triest en Ljubljana).

³ Krijt = geologische periode die betrekking heeft op 144 tot 65 miljoen jaar geleden.

⁴ Carboon = geologische periode die betrekking heeft op 354 tot 298 miljoen jaar geleden.

Schalie = kleiafzettingen die door samendrukking (compactie) harder worden totdat zich een hard gesteente vormt.

⁵ Oligoceen = geologische periode die betrekking heeft op 38 tot 26 miljoen jaar geleden.

⁶ Mioceen = geologische periode die betrekking heeft op 26 tot 7 miljoen jaar geleden. Pliocene = geologische periode die betrekking heeft op 7 tot 2,6 miljoen jaar geleden

Laagbouw

Onderstaande tabel geeft de laagopbouw van deelstroomgebied Maas.

supra-regio	Betuwe	Brabant			Limburg				
Model-laag		W. Brabant	N. deel Centrale Slenk	Z. deel Centrale slenk	Viersen Horst	Venlo Slenk	Peelhorst	Roerdal-slenk	Kempisch plateau, Zuid-Limburg
Deklaag	Westland	Westland	Westland, Betuwe, Kooibwijk, Singraven, Nuunen-groep	Kooibwijk, Singraven, Nuunen-groep	Kreften-heye (lokaal aanwezig)	Betuwe (Maasdal), Kreften-heye, Nuunen-groep, Singraven (veen)	Betuwe, Kreften-heye, Nuunen-groep, Oriënds-veen/ Singraven (veen)	Betuwe, Kreften-heye, Nuunen-groep, Singraven (veen)	Betuwe, Kreften-heye
Aq1	Steksel, Uik, Kreften-heye	Steksel	Kreften-heye, Veghel, Stekkel, Nuunen-groep (plaatselijk)	Kreften-heye, Veghel, Stekkel, Nuunen-groep (plaatselijk)	Nuunen-groep, Kreften-heye, Veghel, Stekkel	Nuunen-groep, Kreften-heye, Veghel, Stekkel, Venlo (waar zanden (waar afwezig), Oosterhout)	Kooibwijk, Nuunen-groep, Kreften-heye, Veghel, Stekkel, Nuunen-groep, Venlo, Schinveld, (waar niet bedekt door Reuveklei), Oosterhout, Breda-zanden	Kooibwijk, Nuunen-groep, Kreften-heye, Veghel, Stekkel, Nuunen-groep, (grove Maasaf-zettingen), Kreften-heye, Veghel, Stekkel, Kedichem, Tegelen, Schinveld (waar niet bedekt door Reuveklei)	Kreften-heye, Veghel, Stekkel, Kedichem (en) Kiezels-zooliet, Heksenberg, Breda
s1	Drente (glaciale bekkenklei), verschubde kleilagen (stuwwallen), Kedichem, Drente, Tegelen	Kedichem en Tegelen	Kedichem en Tegelen	Kedichem/ Tegelen (W), Belfeldklei (O.; ind. Tegelen grind), Bovenste Brunsum-klei (binnen gebied met Pey)	Tegelen-grind en Maassluis, Belfeld grind (NO deel), zanden van Pey (ZO deel)	Tegelenklei	Tegelenklei	Reuveklei, Bovenste Brunsum-klei	
Aq2	Tegelen, Hardenwijk, Kedichem	Tegelen-grind en Maassluis	Tegelen-grind & Belfeld grind), Maassluis	Tegelen-grind en Maassluis, Belfeld grind (NO deel), zanden van Pey (ZO deel)	Tegelen-grind en Maassluis, Belfeld grind (NO deel), zanden van Pey (ZO deel)	Tegelen-grind	Tegelen-grind	zanden van Pey	
s2	Tegelen (Tegelen klei of Belfeld klei)	Klei van Kallio, Oosterhout (top), Maassluis (basaal)	Klei van Kallio, Maassluis, Oosterhout	Onderste Brunsum Klei (O)	Onderste Brunsum Klei (O)	Venloklei	Reuveklei	Onderste Brunsum-klei	
Aq3	Oosterhout, Kiezels-zooliet, Maassluis, Tegelen grind	Oosterhout, Breda	Kiezels-zooliet, Oosterhout	Zanden Wubach, Oosterhout, Breda, Schinveld Zanden (O. deel Centrale slenk)	Zanden Wubach, Oosterhout, Breda, Schinveld Zanden (O. deel Centrale slenk)	Venlozanden (waar Venloklei aanwezig)	Schinveldzanden	grind van Wubach en zanden Wubach	
Basis		Boomsse Klei, Breda	Breda, Oosterhout	Breda	Breda	Breda, Oosterhout	Breda, Oosterhout	Breda, Heksenberg en Inden	Rupel, Tongeren

2.1.3 Landschap en waterafvoer

Het landschap is zeer gevarieerd binnen het stroomgebied van de Maas. In het westen zijn op het eiland Goeree-Overflakkee duinen en geestgronden aanwezig, maar ook zeekleigronden. In Noordwestbrabant liggen eveneens kleigronden waar Pleistocene zandlagen worden afgedekt door klei- en veenlagen van Holocene oorsprong. In de rest van Noord-Brabant en Limburg ligt een uitgestrekt landschap van dekzanden waarin nog grote onderdelen kunnen worden onderscheiden. Het zuiden van Limburg bestaat uit kleine en grote plateaus die doorsneden zijn met diepe dalen. De bodem bestaat deels uit kalksteen, waarin grondwater stroomt.

In het stroomgebied van de Maas hebben geologische factoren grote invloed gehad op de vorm van het landschap. Het meest uitgesproken voorbeeld is Zuid-Limburg, dat onderhevig is geweest aan opheffing, waardoor het nu het hoogste deel van Nederland is, met een top op NAP + 321 m. In de ondergrond van het gehele district zijn verder ook breuksystemen werkzaam (geweest). Tussen de zogenaamde Feldbiss- en de Peelrandbreuk liggen de Roerdal slenk en in Noord-Brabant de Centrale Slenk. Het opgeheven gebied de Peel ligt aan de oostzijde van de Peelrandbreuk. Ten oosten van de Peel ligt een complex van lagere

gebieden, waardoor de Maas stroomt en hogere terrassen langs de Duitse grens.

De combinatie van een daling van het maaiveld in de kustgebieden door afbraak van veenlagen en een verhoogde stormintensiteit heeft in de late middeleeuwen grote inbraken van de zee tot gevolg gehad. Grote delen van Zeeland en Zuid-Holland en Noordwestbrabant zijn overstroomd. De Biesbosch werd in de vijftiende eeuw gevormd.

In de kustvlakte was de natuurlijke afwatering zodanig slecht dat uitgestrekte veenmoerassen ontstonden en dikke veenlagen in de bodem. De rivieren Schelde en Maas liepen in de Romeinse tijd nog in relatief smalle geulen door die vlakte. Het eiland Goeree-Overflakkee is door relatief recente invloeden van de zee gevormd. De bodem bevat zeeklei en het land is gefixeerd na de bedijkingen in de Middeleeuwen wat echter niet betekent dat er geen overstromingen meer zijn geweest. De meest recente is die van 1953 die veel slachtoffers heeft geëist. De zee is in historische tijden meerdere malen in het huidige kustgebied binnengedrongen en heeft mariene kleilagen achtergelaten. De bodem van Noordwestbrabant bestaat uit een dunne laag zeeklei op veen, plaatselijk ligt nog veen aan de oppervlakte. Daarnaast zijn de diepe en brede zeearmen ontstaan die nu weer achter dammen liggen.

Het zuidelijk deel van Noordwestbrabant aan de westzijde van de Centrale Slenk is eveneens een opgeheven gebied (Kempisch Plateau). Oudere Pleistocene kleilagen liggen dicht onder het oppervlak. Deze situatie verhindert de verticale stroming van grondwater naar diepere zandlagen waardoor de grondwateraanvulling kleiner is dan het neerslagoverschot. Ook liggen om deze reden meerdere vennen in het gebied.

Door de opheffing van de Peel ontving de Centrale Slenk weinig sediment in geologisch recente tijden. In een groot deel van de Slenk liggen fijnzandige sedimenten van lokale oorsprong nabij de oppervlakte. De geologische term daarvoor is de Nuenen Groep die de zogenaamde Brabantse leem bevat. Ook in dit geval is de grondwateraanvulling beperkt in het gebied waar de toplagen slecht doorlatend zijn.

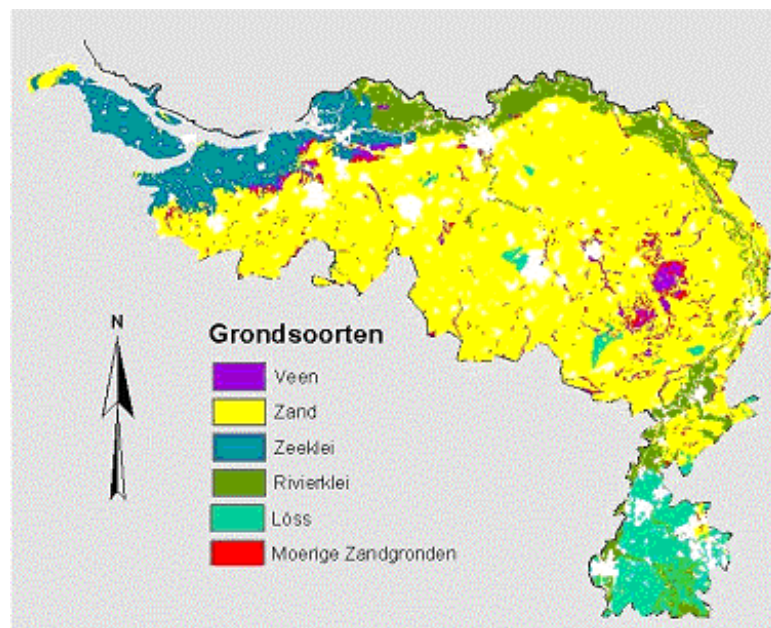
De Peel is een opgeheven gebied met relatief dunnen zandlagen boven oudere Tertiaire kleilagen met een top op circa 50 m onder maaiveld. In het gebied had zich nog geen natuurlijk drainagesysteem ontwikkeld. Het doorlaatvermogen van de bodem was echter zo gering dat plaatselijk nabij de waterscheiding hoogveen is ontstaan (Griendtsveen en Helenaveen). Dit veen is in de negentiende eeuw deels ontgonnen. De overgebleven resten zijn nu een natuurgebied. Overigens is door een combinatie van factoren weinig hoogveen gevormd in district Maas.

Een gevolg van de geologische opheffing van Zuid-Limburg was dat in de hogere delen van het gebied nauwelijks afzettingen van recente rivieren zijn te vinden en dat ouder rivierafzettingen nu hoog boven het grondwater liggen. In de laatste IJstijd zijn echter tot 20 m dikke pakketten van eolische afzettingen neergelegd, deze lagen van löss hebben gunstige eigenschappen voor de landbouw. Ten noorden van de

rivier de Geul liggen lösslagen op een zandige aquifer en ten zuiden zijn het lagen van kalksteen hoog in de bodem, die belangrijke aquifers vormen die het grondwater afvoeren naar bronnen langs de Plateaus.

De Maas heeft vooral zand en grind in oeverwallen afgezet en klei in relatief smalle gebieden ernaast. Stroomafwaarts worden de kleigebieden groter, maar daar bevatten ze deels ook afzettingen van de Rijn.

De geschiedenis van het landschap van Maas komt tot uiting in de bodemtypen en in het landgebruik. De overheersende bodemtypen zijn aangegeven in figuur 2.6. De grote lijn in het overheersende bodemtype is dat van oost naar west achtereenvolgens lössgronden, zand, klei op veen, zeeklei en duinen worden aangetroffen. Uiteraard zijn in detail nog veel lokale bijzonderheden op te merken.



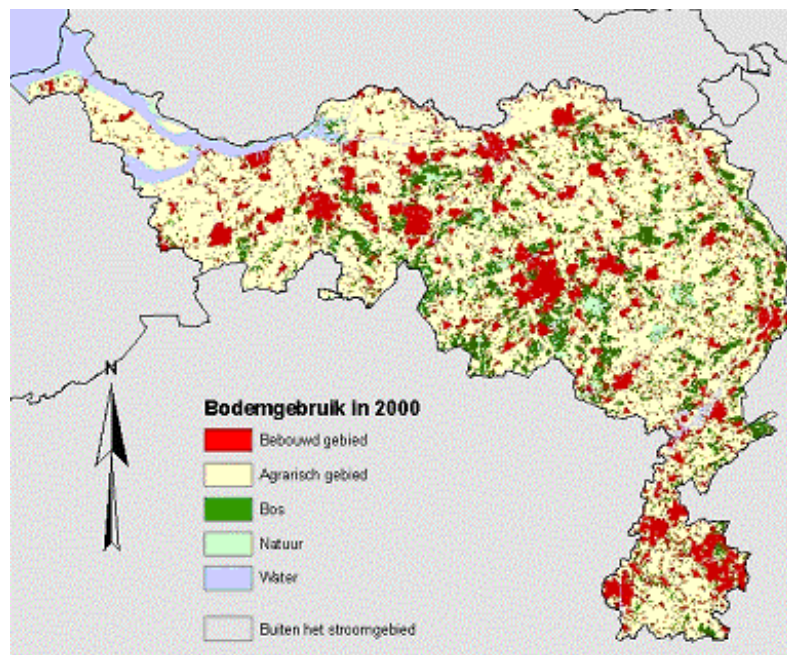
Figuur 2.6 Grondsoorten in stroomgebied Maas

Een belangrijk kenmerk van het grondgebruik in Maas is de dichte bevolking in veel delen van het gebied (figuur 2.7). Dicht bewoonde gebieden zijn ontstaan rond oude en nieuwe steden, doordat in dit gebied talrijke industrieën zijn gevestigd. Delen van Zuid-Limburg zijn vrijwel geheel verstedelijkt.

De ingedijkte zeekleigronden worden veelal gebruikt voor de akkerbouw, maar plaatselijk ook voor de veeteelt. Het eiland Goeree-Overflakkee en Noordwestbrabant zijn belangrijke akkerbouwgebieden. Op de zandgronden wordt veeteelt bedreven en op veel plaatsen ook (zeer) intensieve veeteelt. Die activiteiten kunnen een bedreiging vormen voor de kwaliteit van het grondwater.

De duinen fungeren als zeewering en zijn sinds enkele eeuwen overwegend met naaldbos beplant. In en nabij de duinen liggen waardevolle gebieden, ook op het eiland Goeree, dat deels ook wordt gebruikt voor de openbare watervoorziening, vroeger in de vorm van een

gewone winning van grondwater, maar thans vooral na de infiltratie van voorgezuiverd rivierwater.



Figuur 2.7 Landgebruik in het stroomgebied Maas

De toestand van het grondwater in het stroomgebied van de Maas hangt samen met de aard van het landschap dat zeer variabel is.

3 Waterlichamen

.....

3.1 Grondwaterlichamen

De Kaderrichtlijn hanteert de onderstaande definitie t.a.v. een grondwaterlichaam:

Een **grondwaterlichaam** is een afzonderlijke grondwatermassa in een of meer watervoerende lagen. Een **watervoerende laag** is een of meer ondergrondse rotslagen of andere geologische lagen die voldoende poreus en doorlatend zijn voor een belangrijke grondwaterstroming naar ecosystemen aan maaiveld en/of de onttrekking van aanzienlijke hoeveelheden grondwater

3.1.1 Methodiek begrenzing en karakterisering grondwaterlichamen

De EU geeft geen randvoorwaarden voor het aantal of de omvang van grondwaterlichamen. Lidstaten zijn vrij om dit zelf in te vullen. Wel behoudt de Europese commissie zich het recht voor GWL te aggregeren voor de rapportage indien zij dat wenselijk acht (EC, 2003).

Voor de begrenzing tussen GWL kunnen hydrogeologische barrières, stroomlijnen en toestandsverschillen (goede of slechte toestand) gehanteerd worden en verder zal elk GWL aan één bepaald stroomgebieddistrict moeten worden toegewezen. Voor Maas zijn geologische indelingscriteria minder relevant. Het harde gesteente zit zeer diep, behalve in Zuid-Limburg. Dat gebied wordt echter vrijwel in het geheel omzoomd door de landsgrenzen. De indeling in stroomgebieden is in de eerste plaats gebruikt als afbakeningscriterium. Grondwaterlichamen dienen bij een stroomgebieddistrict te horen om een zinvol stroomgebiedbeheersplan op te kunnen stellen.

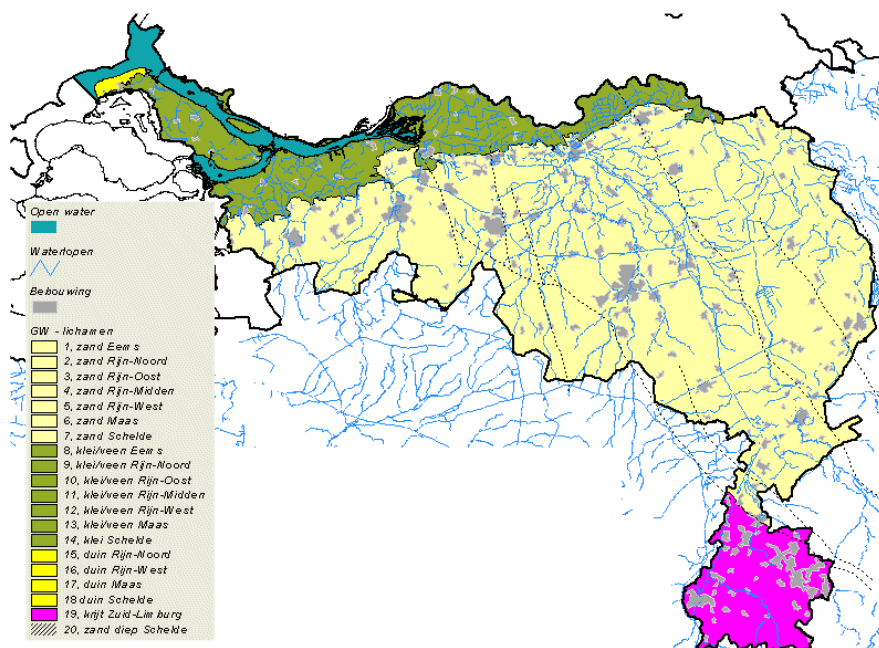
Verder zijn de GWL opgedeeld vanwege het verschillende karakter van het topsysteem (aanwezigheid holocene deklaag). De aard van de deklaag is gehanteerd als indelingscriterium aangezien gebieden met een dikke deklaag van veen en klei nauwelijks water van boven zal doordringen in de diepere zandpakketten. De doorlatendheid voor water van klei- en veenlagen is gering. Het overtollige water zal relatief snel in ontwateringsmiddelen terecht komen en dat is een relevant aspect in relatie tot de KRW. De ondergrens van deze systemen is gelegd op circa 3 m (de grens van de zone waar regenwater via het ondiepe grondwater naar de drainage zal stromen). Onder de deklaag liggen de diepere zand grondwaterlichamen die ook slecht doorlatende klei- en veenlagen bevatten, die echter wel een meer of minder grote uitwisseling van water over de verschillende aquifers toelaten. De verticale samenhang tussen de verschillende watervoerende zandlagen is relevant voor het beheer van deze grondwaterlichamen. Vandaar dat ze niet zijn opgedeeld en als één geheel worden beschouwd.

De duinen zijn daarnaast als een apart grondwaterlichaam beschouwd gezien hun speciale functie in relatie tot natuur en drinkwaterwinning en

de specifieke geohydrologische situatie (lens van zoet grondwater op zout grondwater).

Op basis van het bovenstaande zijn voor het stroomgebieddistrict Maas de volgende grondwaterlichamen onderscheiden (figuur 3.1):

- GWL6 Zand Maas
- GWL13 Klei/veen Maas
- GWL17 Duin Maas
- GWL19 Krijt Zuid-Limburg



Figuur 3.1 kaart van de "grote" grondwaterlichamen in Maas.

3.1.2 Algemene beschrijving grondwaterlichamen

De onderstaande tabel geeft de procentuele verdeling weer van de verschillende vormen van landgebruik per grondwaterlichaam voor het gebied wat aan maaiveld ligt (de zand-grondwaterlichamen lopen door onder de klei/veen grondwaterlichamen).

Tabel 3.1 Procentuele verdeling landgebruik per grondwaterlichaam

	GWL	Landbouw	Bos	Urbaan	Water	Natuur
Zand	GWL6	59	16	20	2	3
Klei/veen	GWL13	60	1	11	23	4
Duin	GWL17	30	4	18	1	47
Krijt	GWL19	54	9	34	2	1

Zand Maas grondwaterlichaam

Het zandige-GWL lichaam bevat de grootste hoeveelheid grondwater van het deelstroomgebied. Het reikt van de hydrologische basis tot maaiveld dan wel onderkant van het ondiepe klei- en veen-GWL. Het grenst lateraal aan het Duin-GWL in het westen en aan het Krijt-GWL in het oosten en beslaat Noord-Limburg, Noord-Brabant en Overflakkee in Zuid-Holland. Het landgebruik is overwegend landbouw, bos en bebouwd, terwijl het belangrijkste bodemtype de podzolgronden betreft.

De aanwezige breuklijnen spelen een belangrijke rol in de regionale hydrogeologie van het grondwaterlichaam. Op basis van de belangrijkste breuken kunnen de volgende gebieden worden onderscheiden:

- West-Brabant: gebied ten westen en zuidwesten van de Feldbiss-breuk.
- Centrale- en Roerdalslenk: gebied ingeklemd tussen de Feldbiss en de Peelrandbreuk. In Noord-Brabant wordt het gebied aangeduid als Centrale Slenk, in Limburg als Roerdalslenk. In de Roerdalslenk wordt het ondiepe watervoerende pakket (bestaande uit de Formaties van Veghel, Sterksel en Kreftenheye en Kedichem) gescheiden van de diepere watervoerende pakketten (Zanden van Pey en Waubach-zanden) door de Bovenste en Onderste Brunssum-klei. De Bovenste Brunssumklei heeft een hydraulische weerstand van 100.000 tot 300.000 dagen; de Onderste Brunssumklei een weerstand van 50.000 à 100.000 dagen. De diepere watervoerende pakketten hebben daardoor een natuurlijke bescherming.
- Peelhorst: gebied tussen de Peelrandbreuk en de Tegelenbreuk. In dit gebied is slechts één watervoerend pakket ontwikkeld. Het watervoerend pakket is dun en de waterwinning blijft beperkt tot de bovenste 30 tot 60 meter.
- Venloslenk: gebied ten noordoosten van de Tegelenbreuk. In het zuidelijk deel van de Venloslenk zorgen de Venlo-klei en de Tegelen-klei voor onderscheid in een ondiep en een dieper watervoerend pakket. Delen van dit diepere watervoerende pakket zijn door de provincie Limburg aangemerkt als strategische grondwatervoorraad. In het noordelijk deel van de Venloslenk komen geen scheidende lagen voor en is slechts één watervoerend pakket te onderscheiden.

Klei- en veen Maas grondwaterlichaam

Het ondiepe klei- en veen-GWL bestaat uit het grondwaterlichaam in de bovenste 3 meter van oppervlakkige klei- en veenlagen in het noordwestelijke deel van het deelstroomgebied. De grondwateraanvulling wordt grotendeels afgevoerd via buisdrainage en sloten. Het landgebruik is overwegend agrarisch. De belangrijkste bodemtypen zijn de homogene zavel- en lichte kleigronden.

Duin Maas grondwaterlichaam

Het Duin-GWL bestaat uit het grondwater in het duingebied van Goeree langs de Noordzeekust vanaf het maaiveld tot aan de geohydrologische basis (F van Breda). De oppervlakteafzettingen zijn Holocene duinafzettingen. Het zijn vrij afwaterende gebieden met meestal een positieve grondwateraanvulling naar het diepe grondwater. Lokaal is er enige oppervlakkige drainage via sloten. Het landgebruik is overwegend natuur, landbouw en bos, terwijl het bodemtype vooral stuifzand betreft.

Krijt Zuid-Limburg grondwaterlichaam

Het Krijt-GWL ligt ten zuiden van de Feldbiss en bestaat uit de kalksteen-aquifer (formaties van Maastricht, Houthem en Gulpen) met daarboven nabij de Maas een grind-aquifer (Maasgrinden van de Formaties van Veghel, Sterksel en Kreftenheye). Het grondgebruik is overwegend landbouw terwijl de belangrijkste bodemtypes vooral zavelgronden, lichte homogene kleigronden, kleigronden met een zware tussenlaag en kleigronden op veen betreffen. De bovenste delen van de kalksteen-

aquifer, bestaande uit de formaties van Maastricht en Houthem, zijn veruit het best doorlatend; het totale doorlaatvermogen van de kalksteen-aquifer wordt voor 80 à 90 % bepaald door deze geologische formaties. Met name de bovenste meters van het kalksteenpakket zijn als gevolg van infiltrerend neerslagwater sterk verkarst en daardoor goed doorlatend. Het onderste deel van de kalksteen-aquifer, gevormd door de Formatie van Gulpen, is aanzienlijk slechter doorlatend. Het doorlaatvermogen van deze geologische formatie wordt sterk bepaald door de frequent voorkomende breuken, niet alleen de grotere, op de geologische kaart weergegeven breuken, maar ook kleinere verschuivingen, die om de paar honderd meter voorkomen (zie figuur 2.5). Aan de onderzijde wordt de kalksteen-aquifer begrensd door de slecht doorlatende, kleiige en fijnzandig ontwikkelde Formatie van Vaals. Onder de Formatie van Vaals bevindt zich een goed ontwikkeld watervoerend pakket van zand- en kalksteen uit het Onder-Carboon. Het grondwater in deze aquifer is plaatselijk brak (Chloride-concentraties tot ca. 500 mg/l) en heeft relatief hoge concentraties van bepaalde zware metalen. Op enkele plaatsen in het Maasdal ten zuiden van Maastricht komt dit brakke water in bronnen aan de oppervlakte. In het pompstation Borgharen leidt kwel vanuit het diepere watervoerende pakket in enkele putten tot te hoge chloride-concentraties.

In het Provinciaal Omgevingsplan Limburg (POL) is een groot deel van het Krijt-GWL afgebakend als Bodembeschermingsgebied Mergelland. Binnen dit gebied is aanvullend beleid van toepassing gericht op vermindering van de belasting van het grondwater met o.m. nitraat en pesticiden.

Per GWL is een tabel aangemaakt waarin een aantal kerngegevens is samengevat. De (globale) geohydrologische karakterisering is afgeleid van de landelijke NAGROM schematisatie. Ten tijde van de analyse was dit bestand op landelijk consistente wijze ontsloten en beschikbaar. Voor toekomstige analyses wordt aanbevolen gebruik te maken van het REGIS data 2 model wat naar verwachting in de loop van 2005 gereed zal komen.

Tabel 3.2 Gegevens van de individuele grondwaterlichamen

	Laag	Waarde	eenheden
Algemeen			
Code		6	
Naam		zand Maas	
Dagzomend oppervlak		5501.6	km ²
Opp.onderKl/Veen		1427.6	km ²
Tot.oppervlak		6929.3	km ²
Deelstroomgebied(en)		Maas	
Stroomgebied(en)		Maas	
Provincie(s)		Zuid-Holland	
		Noord-Brabant	
		Limburg	

	Laag	Waarde	eenheden
Aantal aquifers		3	-
Waterschap		Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden met Waterschap Goeree-Overflakkee	
		Hoogheemraadschap Alm en Biesbosch	
		Waterschap Aa en Maas	
		Waterschap De Dommel	
		Hoogheemraadschap van West-Brabant	
		Waterschap Peel en Maasvallei	
Gemiddelde dikte		177	m
Volume Aquifer 1		69274	milj m ³
Volume Aquifer 2		346372	milj m ³
Volume Aquifer 3		692744	milj m ³
Deklaag weerstand			
C-Minimum		< 1	d
C-Gemiddelde		931	d
C-Maximum		24246	d
Diepte tot Grondwater			
Wintersituatie			
Maximum GHG		0	cm
Gemiddelde GHG		61	cm
Minimum GHG		150	cm
Zomersituatie			
Maximum GLG		0	cm
Gemiddelde GLG		128	cm
Minimum GLG		> 200	cm
Jaarlijkse grondwater fluctuatie			
Verschil GLG-GHG (per gridcel)			
Minimum		0	cm
Gemiddelde		67	cm
Maximum		100	cm
Verschil maxGLG-minGHG (per GWL)			
Minimum		0	cm
Maximum		> 200	cm
Max. verschil		> 200	cm
Aquifer1			
Gemiddelde dikte		10	m

	Laag	Waarde	eenheden
Gemiddelde transmissiviteit		200	m ² /dag
Gemiddelde k		20	m/d
Type		ondiep	
Aanvulling-type		topsysteem	
Aquifer2			
Gemiddelde dikte		50	m
Gemiddelde transmissiviteit		1133	m ² /dag
Gemiddelde k		22.7	m/d
Type		diep	
Aanvulling-type		geen	
Aquifer3			
Gemiddelde dikte		100	m
Gemiddelde transmissiviteit		1897	m ² /dag
Gemiddelde k		18.97	m/d
Type		diep	
Aanvulling-type		geen	
Waterbalans		in milj m3/jaar	
	In	Uit	Netto
Netto Neerslag	1393,6	0	1393,6
Grondw./Opp.w.	71,7	1321,1	-1249,4
Wegz.Klei/veen	94,8	0	94,8
Onttr.&Infilt.	0	317,8	-317,8
Lateraal (sluitpost)	-	-	78,8

	Laag	Waarde	eenheden
Algemeen			
Code		13	
Naam		klei/veen Maas	
Oppervlak		1427.6	km ²
Deelstroomgebied(en)		Maas	
Stroomgebied(en)		Maas	
Provincie(s)		Zuid-Holland	
		Noord-Brabant	
Aantal aquifers		1	-
Waterschap		Waterschap Aa en Maas	
		Hoogheemraadschap Alm en Biesbosch	
		Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden met Waterschap Goeree- Overflakkee	

	Laag	Waarde	eenheden
		Hoogheemraadschap van West-Brabant	
Gemiddelde dikte		3	m
Totaal Volume		4283	milj m ³
Deklaag weerstand		nvt	
Diepte tot Grondwater			
Wintersituatie			
Maximum GHG		0	cm
Gemiddelde GHG		37	cm
Minimum GHG		150	cm
Zomersituatie			
Maximum GLG		0	cm
Gemiddelde GLG		89	cm
Minimum GLG		> 200	cm
Jaarlijkse grondwater fluctuatie			
Vershil GLG-GHG (per gridcel)			
Minimum		0	cm
Gemiddelde		53	cm
Maximum		100	cm
Vershil maxGLG-minGHG (per GWL)			
Minimum		0	cm
Maximum		> 200	cm
Max. verschil		> 200	cm
Waterbalans		in milj m ³ /jaar	
	In	Uit	Netto
Netto Neerslag	298	0	298
Grondw./Opp.w.	11,1	214,3	-203,3
Wegzijging	0	94,8	-94,8
Onttr.&Infilt.	-	-	-

	Laag	Waarde	eenheden
Algemeen			
Code		17	
Naam		duin Maas	
Oppervlak		30	km ²
Deelstroomgebied(en)		Maas	
Stroomgebied(en)		Maas	
Provincie(s)		Zuid-Holland	
Aantal aquifers		3	-

	Laag	Waarde	eenheden
Waterschap		Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden en Waterschap Goeree-Overflakkee	
Gemiddelde dikte		180	m
Volume Aquifer 1		300	milj m ³
Volume Aquifer 2		1500	milj m ³
Volume Aquifer 3		3000	milj m ³
Deklaag weerstand			
C-Minimum		< 1	d
C-Gemiddelde		657	d
C-Maximum		4760	d
Diepte tot Grondwater			
Wintersituatie			
Maximum GHG		0	cm
Gemiddelde GHG		73	cm
Minimum GHG		150	cm
Zomersituatie			
Maximum GLG		0	cm
Gemiddelde GLG		116	cm
Minimum GLG		> 200	cm
Jaarlijkse grondwater fluctuatie			
Verschil GLG-GHG (per gridcel)			
Minimum		0	cm
Gemiddelde		44	cm
Maximum		100	cm
Verschil maxGLG-minGHG (per GWL)			
Minimum		0	cm
Maximum		> 200	cm
Max. verschil		> 200	cm
Aquifer1			
Gemiddelde dikte		10	m
Gemiddelde transmissiviteit		200	m ² /dag
Gemiddelde k		20	m/d
Type		ondiep	
Aanvulling-type		topsysteem	
Aquifer2			
Gemiddelde dikte		50	m
Gemiddelde transmissiviteit		800	m ² /dag
Gemiddelde k		16	m/d

	Laag	Waarde	eenheden
Type		diep	
Aanvulling-type		geen	
Aquifer3			
Gemiddelde dikte		100	m
Gemiddelde transmissiviteit		1600	m ² /dag
Gemiddelde k		16	m/d
Type		diep	
Aanvulling-type		geen	
Waterbalans		in milj m ³ /jaar	
	In	Uit	Netto
Netto Neerslag	6,9	0	6,9
Grondw./Opp.w.	0,5	5,7	-5,3
Onttr.&Infilt.	3,4	3,7	-0,3
Lateraal	-	-	-1,4

	Laag	Waarde	eenheden
Algemeen			
Code		19	
Naam		krijt Zuid-Limburg	
Oppervlak		703.8	km ²
Deelstroomgebied(en)		Maas	
Stroomgebied(en)		Maas	
Provincie(s)		Limburg	
Aantal aquifers		3	-
Waterschap		Waterschap Limburg	
Gemiddelde dikte		180	m
Volume Aquifer 1		7038	milj m ³
Volume Aquifer 2		35191	milj m ³
Volume Aquifer 3		70381	milj m ³
Deklaag weerstand			
C-Minimum		< 1	d
C-Gemiddelde		30	d
C-Maximum		1009	d
Diepte tot Grondwater			
Wintersituatie			
Maximum GHG		0	cm
Gemiddelde GHG		79	cm
Minimum GHG		150	cm

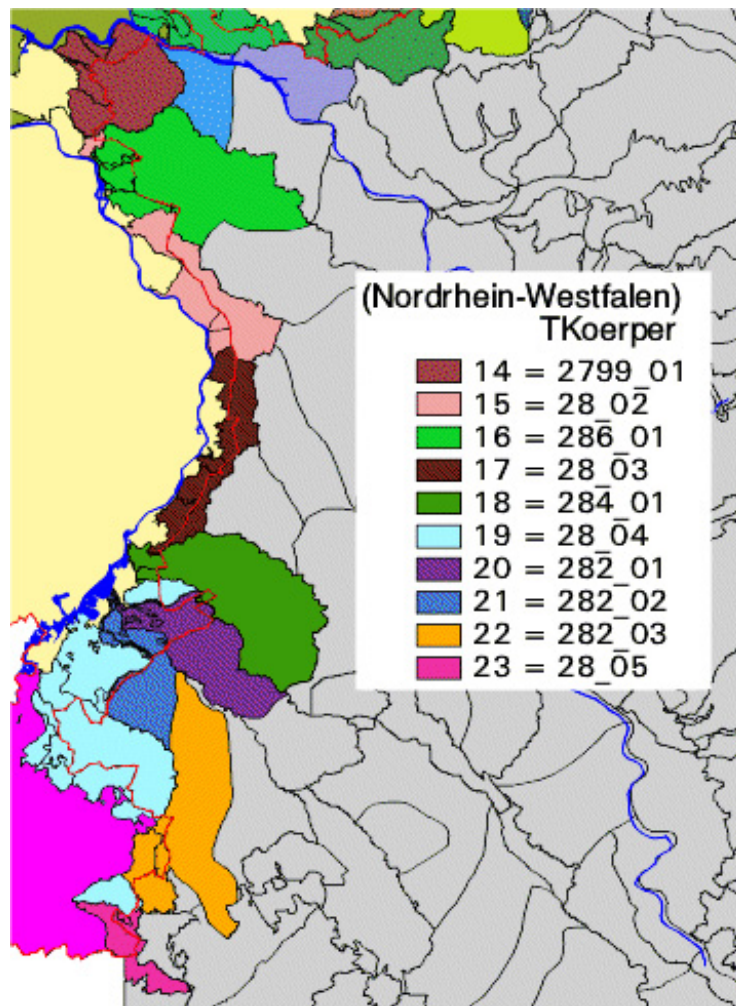
	Laag	Waarde	eenheden
Zomersituatie			
Maximum GLG		0	cm
Gemiddelde GLG		132	cm
Minimum GLG		> 200	cm
Jaarlijkse grondwater fluctuatie			
Verschil GLG-GHG (per gridcel)			
Minimum		0	cm
Gemiddelde		53	cm
Maximum		100	cm
Verschil maxGLG-minGHG (per GWL)			
Minimum		0	cm
Maximum		> 200	cm
Max. verschil		> 200	cm
Aquifer1			
Gemiddelde dikte		10	m
Gemiddelde transmissiviteit		200	m ² /dag
Gemiddelde k		20	m/d
Type		ondiep	
Aanvulling-type		topsysteem	
Aquifer2			
Gemiddelde dikte		50	m
Gemiddelde transmissiviteit		667	m ² /dag
Gemiddelde k		13.35	m/d
Type		diep	
Aanvulling-type		geen	
Aquifer3			
Gemiddelde dikte		100	m
Gemiddelde transmissiviteit		820	m ² /dag
Gemiddelde k		8.2	m/d
Type		diep	
Aanvulling-type		geen	
Waterbalans		in milj m ³ /jaar	
	In	Uit	Netto
Netto Neerslag	176,3	0	176,3
Grondw./Opp.w.	52,7	14,9	37,9
Onttr.&Infilt.	0	50,6	-50,6
Lateraal	-	-	-163,6

3.1.3 Grensoverschrijdende grondwaterlichamen

Het stroomgebiedsdistrict Maas is in het oosten begrensd door de Duitse deelstaat Nordrhein-Westfalen, en in het zuiden door België (merendeels Vlaanderen, kleine delen van Zuid-Limburg sluiten aan op Wallonië). De aanpak in afbakening (en daarmee ook afstemming) in grondwaterlichamen verschilt behoorlijk tussen Nordrhein-Westfalen, Vlaanderen en Wallonië.

Afstemming langs de Duitse grens

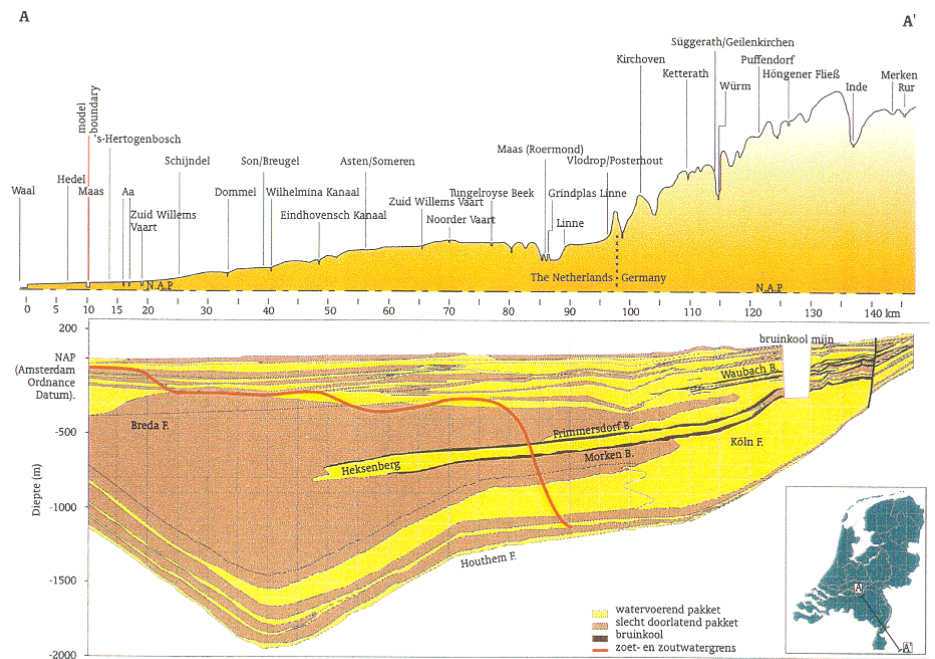
Probleem bij de afstemming is dat de Duitsers bij de afbakening van hun grondwaterlichamen nauwelijks aandacht besteden aan het diepe grondwater (dieper dan 10 m). Argument hiervoor is dat zij onvoldoende kennis en gegevens hebben van hun ondergrond. Tevens vereist de LAWA Handleiding voor afbakening dat de Duitse grondwaterlichamen relatief klein zijn en strak aansluiten op de omgrenzing van oppervlaktewaterlichamen. Bij de aansluiting met grondwaterlichamen in Nederland is daarom ook meer gekeken naar het ondiepe grondwater. Bij de afbakening is gebruik gemaakt van de kaart van afwateringseenheden volgens het Waterstaatskundig Informatie Systeem (WIS). Daarnaast is aanvullende informatie gebruikt zoals de ligging van waterlopen en een kaart uit het project Landelijke Hydrologische Karakterisering Topsysteem (NITG-TNO i.o.v. RIZA). Het resultaat van deze actie wordt getoond in de volgende figuur. Het resultaat is ter goedkeuring voorgelegd aan een contactpersoon bij Nordrhein-Westfalen (Bernd Linder - bernd.linder@gd.nrw.de). Op basis van het geleverde commentaar is de conceptkaart in overleg uiteindelijk aangepast tot een definitieve kaart (figuur 3.2).



Figuur 3.2 "Ondiepe" grensoverschrijdende GWL met Duitsland

De invloed van de bruinkoolwinning in Nederland

De bruinkool die wordt gewonnen nabij Jülich, is sinds het Carboon afgezet in een depressie in het landschap. Het omliggende gebied is opgeheven waardoor de afdekkende lagen dun zijn en dagbouw mogelijk is. In geologisch recente tijden hebben tectonische bewegingen ook invloed gehad op de aardlagen. Het gebied ligt nabij belangrijke breuksystemen, zoals de zogenaamde Feldbiss en de Peelrandbreuk. De lagen (zie figuur 3.3) hellen bovendien naar het zuidwesten (Dufour, 1998). Onder Nederland zijn de koollagen verdicht tot relatief dunne lagen steenkool die tot de jaren 1970 gewonnen zijn op een diepte van 500 tot 600 m. In de lagere delen van de Centrale Slenk zijn in het Tertiair en in het Kwartair dikke pakketten zand en klei afgezet die goede aquifers vormen waaruit grondwater wordt gewonnen.



Figuur 3.3 Dwarsdoorsnede (Zuid-west) van het gebied (bron: NITG-TNO).

NITG-TNO heeft onderzoek gedaan aan het effect van de bruinkoolwinning op grondwater in Nederland (Stuurman, 1996, samengevat in Dufour, 1998). Daaruit blijkt dat de standen van het grondwater in diepe aquifers onder Nederland, die in direct contact staan met de lagen waaruit bruinkool wordt gewonnen, enkele meters zijn gedaald. Deze daling gaat nog steeds door. De putten waarin de daling is geconstateerd liggen op een diepte van enkele honderden meters onder maaiveld in Limburg en de Centrale Slenk onder dikke pakketten van slecht doorlatende lagen. Dit heeft tot gevolg dat de standen van het erboven liggende ondiepe grondwater (nog) niet duidelijk merkbaar zijn beïnvloed door de winning van bruinkool in Duitsland. Blijkbaar maakt het vanuit diepe lagen toestromende water een vrij gering deel uit van de stroming in de hydrologische kringloop van het ondiepe grondwater.

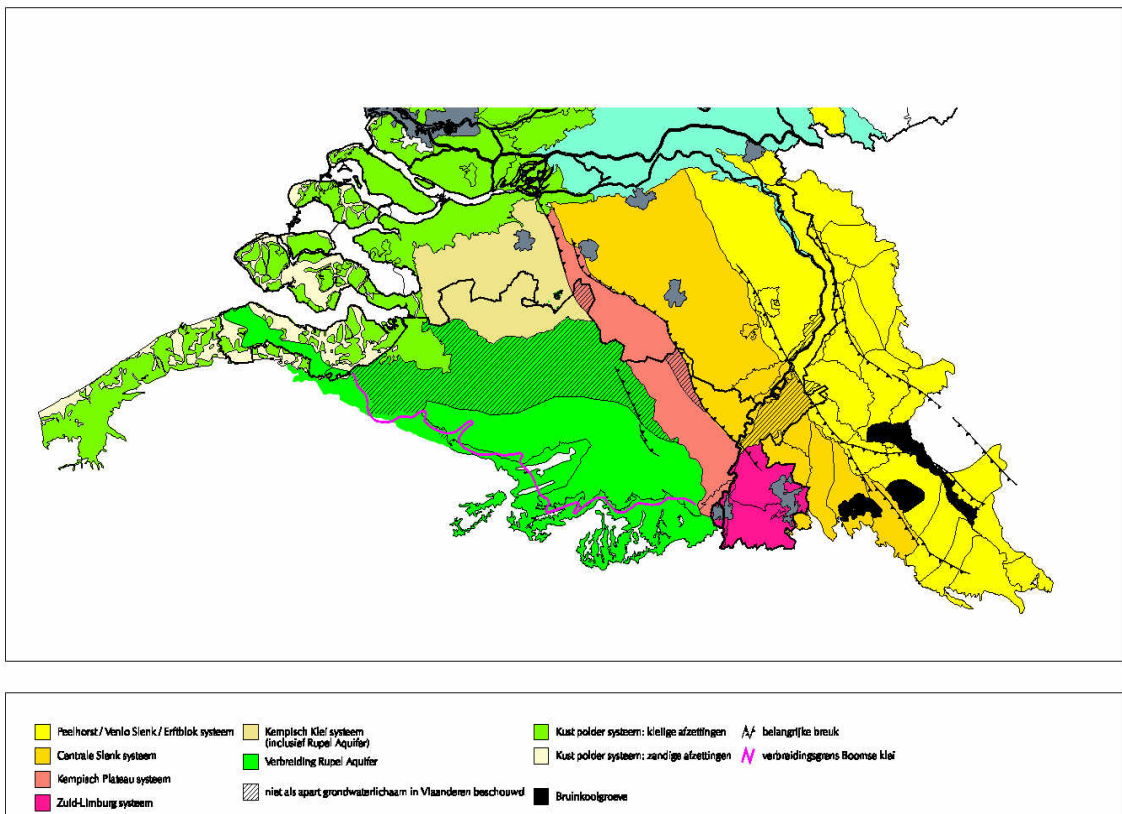
Enkele Limburgse natuurgebieden worden beïnvloed door grensoverschrijdend grondwater. Duidelijk is dat de bruinkoolwinning in Duitsland een enorme grondwateronttrekking is voor de regio, en ook grensoverschrijdende effecten heeft op het grondwater. De dalingen in de stijghoogte onder de Boomse klei zijn evenwel fors, en de mogelijke doorwerking naar het maaiveld (bijv. verticaal langs breukvlakken) dient een onderwerp voor verder onderzoek te zijn.

Afstemming langs de Belgische grens

De afstemming in grondwaterlichamen langs de grens met België is uitgevoerd door NITG-TNO (Roelof Stuurman). Daarbij is de grootschalige samenhang aangegeven in grondwatersystemen. De uitgangspunten voor de begrenzing van grondwaterlichamen blijken tussen Vlaanderen en Nederland sterk te verschillen. Met behulp van de digitale Vlaamse hydrogeologische bestanden, de Nederlandse en Duitse concept-begrenzings van grondwaterlichamen en de hydrogeologische

profieltypen uit de Noord-Brabantse Atlas 'Watersystemen in beeld' (Stuurman e.a., 2000) het onderstaande figuur samengesteld. Deze kaart vormt het eindresultaat van de voorgestelde afstemming. De volgende punten zijn hierbij van belang:

- In de kaart zijn de breuken aangebracht. Deze informatie is deels afkomstig van een grensoverschrijdend project en afkomstig uit Duitse kaarten. Van west naar oost kunnen 5 tektonisch blokken worden onderscheiden: (1) Zeeland/West-Brabant/Midden-West Vlaanderen, (2) het Kempisch Plateau dat aan de oostzijde wordt



begrensd door de Feldbiss en de westzijde de Gilze-Rijen breuk/Donderslag breuk, (3) de Centrale Slenk die in Limburg bekend staat als de Roerdal Slenk. De oostelijk grens wordt gevormd door de Peelrandbreuk, (4) Peelhorst/Venlo-Slenk die hier als één eenheid mogen worden beschouwd op basis van het geringe verval langs de Venlo breuk, (5) het oostelijkste blok dat in Duitsland ligt en aan de westzijde wordt begrensd door de zogenaamde Viersen breuk, ook wel grensbreuk genoemd.

- De breuken tonen dat de langgerekte, noordoostelijke bruinkoolgroeves in het Peel- en Venlo slenk tektonisch blok liggen. De middelste bruinkoolgroeve ligt in het Erft blok dat alleen in Duitsland voorkomt. De zuidelijkste groeves liggen in de Centrale Slenk. Overigens blijken de verlagingen in het Erft blok zich uit te strekken naar de naburige blokken.
- het Nederlandse deel van het Kempisch plateau is begrensd. De zone aan de grens waar het Vlaamse grondwaterlichaam ms-0200-gwl-1 niet goed aansluit is het Vlaamse deel dat meegenomen zou moeten

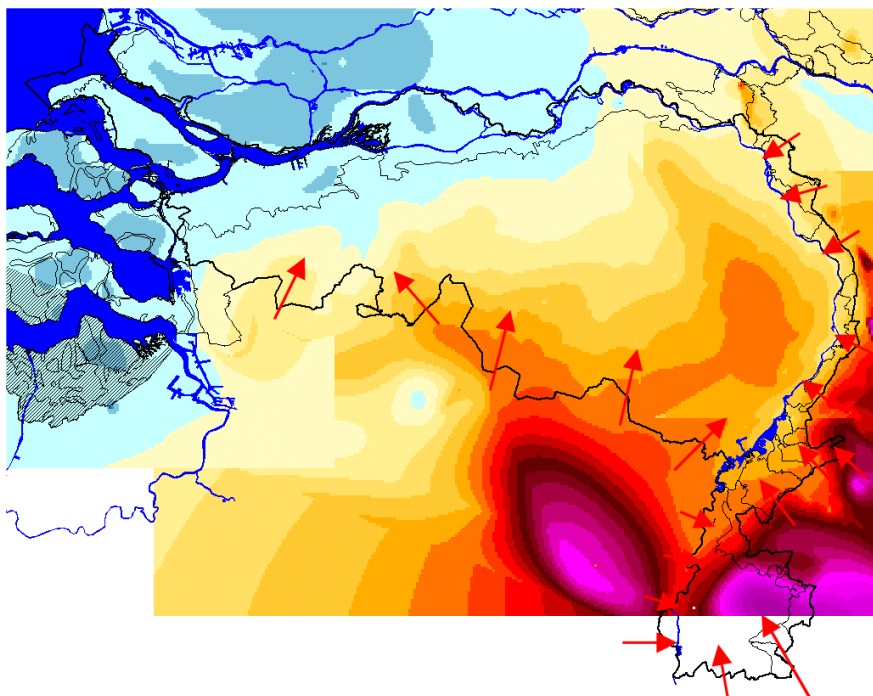
worden gearceerd en ingekleurd. Het verschil wordt veroorzaakt door andere inzichten over de ligging van de hoofdbreuk (Feldbiss).

- de Duitse grondwaterlichamen die in de Centrale Slenk liggen zijn apart ingekleurd. De noordgrens komt niet helemaal overeen met de Peelrandbreuk.
- het deel van de Centrale Slenk in Nederland ten zuiden van de Maas is gearceerd en bruin ingekleurd. Dit deel zou tot het Centrale Slenk grondwaterlichaam moeten behoren.
- De arcering langs de Maas is het deel dat bij de Maaslichamen als aparte eenheid wordt beschouwd. Hier bestaan 2 opties: (1) Maasdal wordt niet beschouwd, (2) we beschouwen het (grind-)Maasdal wel als aparte eenheid. Voor deze laatste optie valt wat te zeggen, immers het Maasdal heeft eigen karakter omdat het grondwater hier bestaat uit (terrestrisch) grondwater dat komt toestromen en uit geïnfiltreerd oppervlaktewater dat van meander naar meander stroomt of is geïnfiltreerd tijdens hoogwatergolven. Daarnaast heeft het Maasregiem een grote invloed op het grondwaterregiem.
- Van het Vlaamse grondwaterlichaam cks-0200-gwl-2 is een deel afgestaan aan het Kempisch plateau systeem. Dit lijkt TNO juist gezien de ligging van de westelijke breuk.
- Er is gecontroleerd of de subverdeling van de Holocene deklaag in het Vlaamse kustgebied aansluit op de subverdeling van de deklaag in Zeeland. Dit blijkt op hoofdlijnen het geval te zijn.

Naar aanleiding van een overleg met de Belgen en mensen van de provincie is voorgesteld om het zand grondwaterlichaam in Nederland op te delen in drie delen: West Brabant, Centrale slenk en de Peelhorst. Dit besluit is dermate laat genomen dat de kaart niet verder kon worden opgenomen in deze rapportage.

Nederland	België	Duitsland
Krijt-GWL	?	28_04, 282_03, 28_05
Duin-GWL	-	-
Ondiep klei- en veen-GWL	-	-
Zand-GWL	Meerdere GWL	28_02, 286_01, 28_03, 284_01, 28_04, 282_01, 282_02

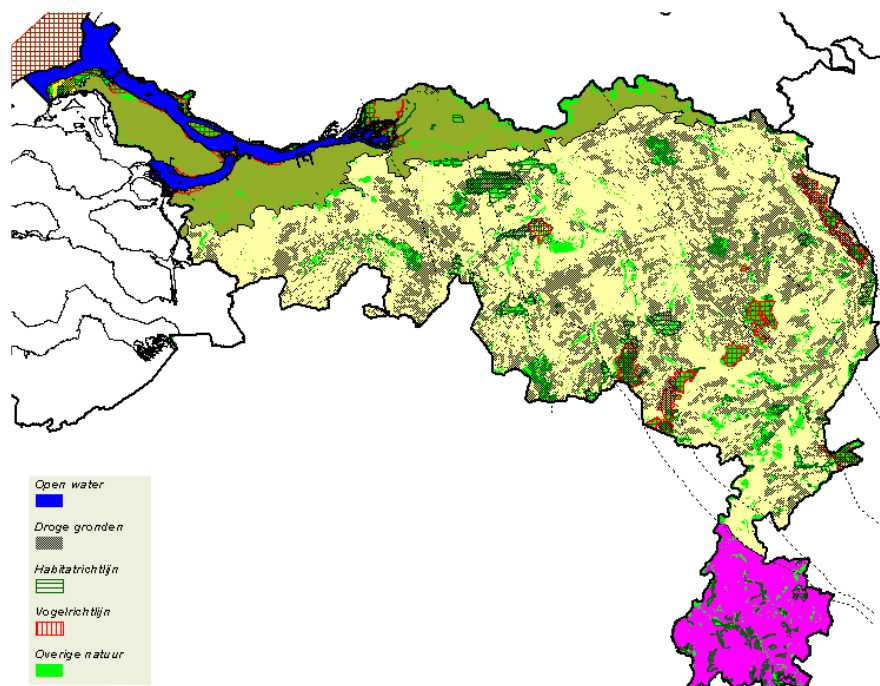
In het onderstaande figuur is de richting aangegeven van de grensoverschrijdende grondwaterstroming in het 1^{ste} WVP.



Figuur 3.4 Richting grensoverschrijdende grondwaterstroming in 1^{ste} WVP. De grootte van de grondwaterstroming over de landsgrens (verplicht volgens de KRW) is nog niet berekend.

3.1.4 Grondwaterlichamen met afhankelijke ecosystemen

Alle onderscheiden grondwaterlichamen binnen het stroomgebieddistrict Maas bevatten aquatische en terrestrische ecosystemen die afhankelijk zijn van het grondwater. Afhankelijk van het type gebied berust deze afhankelijkheid op grondwaterstand en omvang en kwaliteit van het toestromende grondwater. Wanneer we spreken over grond- en oppervlaktewater afhankelijke natuur dan moeten we onderscheid maken in de gebieden die vallen onder artikel 6 (beschermde gebieden) en gebieden die daar buiten vallen *maar wel beschermd dienen te worden volgens artikel 1 van de KRW*. In Figuur 3.5 staan deze gebieden aangegeven samen met de ligging van de drie grondwaterlichamen binnen stroomgebieddistrict Maas. De habitatrichtlijn gebieden worden apart beschreven aangezien de bescherming in eerste instantie vooral naar deze gebieden uitgaat (zie bijlage 2). De beschrijving van de vogelrichtlijngebieden dient nog nader te worden opgepakt (kennishiaat). De overige gebieden worden hier nog niet uitgebreid beschreven. Vooral nog is de ligging van de overige grondwaterafhankelijke natuur afgeleid van de natuurdoelenkaart van LNV (EC-LNV, 2000). Voor elk gebied is het aandeel aan grondwaterafhankelijke natuurdoeltypen bepaald. Alleen gebieden waarbij het aandeel aan grondwaterafhankelijke natuur meer dan 10% bedraagt zijn weergegeven op Figuur 3.3. In Figuur 3.5 zijn tevens de droge gronden weergegeven gebaseerd op Gt VII en VII* van de bodemkaart 1:50.000. Deze gebieden bevatten geen direct grondwaterafhankelijke natuur (m.a.w. geen direct contact met het grondwaterlichaam).



Figuur 3.5 Grondwaterlichamen met grondwaterafhankelijke aquatische of terrestrische ecosystemen.

In het deelstroomgebied komen de onderstaande gebieden voor de vallen onder de Habitatrictlijn (92/43/EEG) en de Vogelrichtlijn (79/409/EEC).

Habitatrictlijngebieden

- 4 Bemelerberg en Schiepersberg
- 5 Biesbosch
- 8 Brunssummerheide
- 15 Duinen Goeree
- 28 Geuldal
- 29 Grensmaas
- 31 Groote Heide - De Plateaux
- 32 Groote Peel
- 33 Haringvliet
- 35 Kampina en Oisterwijkse Bossen en Vennen
- 36 Kempenland
- 40 Krammer-Volkerak
- 41 Leudal
- 42 Loonse en Drunense Duinen, De Brand en De Leemkuilen
- 43 Maasduinen
- 45 Mariapeel en Deurnesepeel
- 47 Meinweg
- 53 Oosterschelde
- 55 Regte Heide en Rielse Laag
- 56 Ringselven en Kruispeel
- 59 Savelsbos
- 62 St. Pietersberg en Jekerdal
- 63 Strabrechtse Heide en Beuven
- 66 Vlijmens Ven, Moerputten en Bossche Broek
- 67 Voordelta
- 68 Voornes Duin

71 Weerterbos
 80 Abdij Lilbosch en Voormalig Klooster Mariahoop
 88 Boschhuizerbergen
 90 Bunder- en Elsloerbos
 94 Geleenbeekdal
 99 Hollands Diep (Oeverlanden)
 103 Kunderberg
 104 Langstraat Bij Sprang-Capelle
 111 Noorbeemden en Hoogbos
 113 Oeffeltermeent
 120 Roerdal
 121 Sarsven en De Banen
 123 Swalmdal
 125 Ulvenhoutse Bos
 133 Zeldersche Driessen
 135 Boezem Van Brakel, Pompveld en Kornsche Boezem
 138 St. Jansberg

Vogelrichtlijngebieden

3 Biesbosch
 5 Deurnese Peel
 12 Groote Peel
 13 Hamert
 14 Kampina
 16 Krammer-Volkerak
 17 Kwade Hoek
 19 Mariapeel
 20 Meinweggebied
 67 Haringvliet
 68 Hollands Diep
 72 Voornes Duin
 77 Leenderbos en Grote Heide
 78 Maasduinen
 79 Weerter- en Budelerbergen

3.1.5 Beschrijving van de huidige toestand van de grondwaterlichamen

a) Kwantitatieve toestand

In de KRW (bijlage V, lid 2) is een definitie gegeven (zie kader) van een goede kwantitatieve grondwatertoestand.

2.1.2. Definitie van kwantitatieve toestand

De grondwaterstand in het grondwaterlichaam is van dien aard dat de gemiddelde jaarlijkse onttrekking op lange termijn de beschikbare grondwatervoorraad niet overschrijdt.

Dienovereenkomstig ondergaat de grondwaterstand geen zodanige antropogene veranderingen dat:

- de milieudoelstellingen volgens artikel 4 voor bijbehorende oppervlaktewateren niet worden bereikt,

- de toestand van die wateren significant achteruitgaat,
- significante schade wordt toegebracht aan de terrestrische ecosystemen die rechtstreeks van het grondwaterlichaam afhankelijk zijn,

en er kunnen zich tijdelijk, of in een ruimtelijk beperkt gebied voortdurend, veranderingen voordoen in de stroomrichting ten gevolge van veranderingen in de grondwaterstand, maar zulke omkeringen veroorzaken geen intrusies van zout water of stoffen van andere aard en wijzen niet op een aanhoudende, duidelijk te constateren antropogene tendens in de stroomrichting die vermoedelijk tot zulke intrusies zal leiden.

Vanuit de bovenstaande definitie is geredeneerd dat voor het beantwoorden van de kwantitatieve grondwatertoestand voor nu (2000) en in 2015 (risicobeoordeling, zie paragraaf 5.3) het nodig is om voor elk grondwaterlichaam de onderstaande vragen te beantwoorden.

1. Is de grondwateronttrekking op de lange termijn in evenwicht met de grondwateraanvulling?
2. Ondergaat de grondwaterstand geen zodanige antropogene verandering dat de milieudoelstellingen volgens art 4 voor oppervlaktewateren niet worden bereikt, dan wel dat de toestand van die wateren significant achteruitgaat.
3. Ondergaat de grondwaterstand geen zodanige antropogene verandering dat significante schade wordt toegebracht aan de terrestrische ecosystemen die rechtstreeks van het grondwaterlichaam afhankelijk zijn.

Om vraag 1 te kunnen beantwoorden is vanuit de Horizontal Guidance on Waterbodies (EC, 2003) aangegeven dat hiertoe het zinvol kan zijn een hydrologisch conceptueel model op te stellen voor elk grondwaterlichaam. Dit is gedaan voor alle "grote" grondwaterlichamen. De aanpak is in detail weergegeven in bijlage 3. Door ons klimaat (neerslagoverschot), de aard van de geohydrologische ondergrond (geen afgesloten aquifers) en ons huidige grondwaterbeleid en beheer (onttrekking niet aanvulling laten overschrijden) is het niet waarschijnlijk dat we een negatieve score kunnen behalen voor de "waterbalans-vraag".

De huidige toestand van de grondwaterlichamen hangt naast de waterbalans ook af van de grondwaterstand en de relatie met ecosystemen. Het gaat hier om de vragen 2 en 3.

Vraag 2 kan nog niet worden beantwoord omdat de ligging en milieudoelstellingen van de oppervlaktewateren ten tijde van de rapportage nog niet bekend waren. Dit is op dit moment dus nog een kennishiaat.

Om vraag 3 te kunnen beantwoorden ligt het voor de hand aansluiting te zoeken met de GGOR systematiek. De Gewenste Grond- en Oppervlaktewater Regimes (GGOR) die voor heel Nederland dienen te worden vastgesteld beschrijven onder andere welke grondwaterstanden

gewenst zijn per landgebruiksvorm en ruimtelijke setting. De huidige toestand moet worden beschreven met het Actuele Grond en Oppervlaktewater Regime (AGOR). Deze termen zijn beschreven in de Waternood-systematiek (zie www.stowa.nl/waternood).

De GGORs en AGORs zijn echter nog niet op grote schaal beschikbaar. Daarom wordt voor het niet voldoen van grondwaterstanden teruggegrepen op een quick scan waarbij de focus is komen te liggen bij de habitatrictlijn gebieden. Voor deze gebieden zijn al natuurdoelen gedefinieerd en neergelegd bij de Europese commissie, inclusief de soorten en habitattypen die men er wil beschermen (zie [het gebiedendocument](#) van LNV). Er zijn echter nog geen duidelijke hydrologische randvoorwaarden geformuleerd. Voor deze gebieden moeten nog zogenaamde “instandhoudingsdoelstellingen” worden opgesteld waarin wordt aangegeven hoe en wat moet worden beschermd. Daarbij zal ook gekeken worden naar bedreigingen en relaties met omgevingsfactoren. Dit zal gebeuren in het LNV-project “Natura 2000, doelen tussen de oren” wat in de loop van 2005 zal worden afgerond. Ten behoeve van deze karakterisatie zal elk HR-gebied voorlopig worden gekarakteriseerd aan de hand van de onderstaande punten:

1. Korte typering van het gebied
2. Huidige knelpunten met de waterhuishouding
3. Aanduiding huidige toestand (goed of slecht)

De huidige toestand is als slecht aangemerkt wanneer er sprake is van enige mate van verdroging. Voor het typeren van de gebieden is gebruik gemaakt van de doelen conform het gebiedendocument (LNV), FLORBASE informatie, de GeBeVe rapportage, verdrogingskaart 2000 en eventuele aanvullende literatuur (bijv. plannen van aanpak verdroging). Tevens zijn de habitatrictlijngebieden besproken door een aantal deskundigen, te weten: Jan Streefkerk (SBB), Nicko Straathof (NM) en Han Runhaar (Alterra). De Vogelrichtlijngebieden zijn nog niet gekarakteriseerd.

In bijlage 2 zijn alle habitatrictlijngebieden in meer detail beschreven. In de onderstaande tabel zijn de resultaten van de beschrijving voor wat betreft de huidige toestand samengevat.

Tabel 3.3 Huidige toestand Habitatrictlijngebieden (92/43/EEG)

nr	naam	beh.inst.	huidige toestand
4	BEMELERBERG EN SCHIEPERSBERG	Landschap	nvt
5	BIESBOSCH	SBB	nvt
8	BRUNSSUMMERHEIDE	NM	G
15	DUINEN GOEREE	SBB	S
28	GEULDAL	NM	G
29	GRENSMAAS	NM	nvt
31	GROOTE HEIDE - DE PLATEAUX	Landschap	S
32	GROOTE PEEL	SBB	S
33	HARINGVLIET	STAAT	nvt
35	KAMPINA EN OISTERWIJKSE BOSSEN EN VENNEN	NM	S
36	KEMPENLAND	SBB	S

nr	naam	beh.inst.	huidige toestand
40	KRAMMER-VOLKERAK	STAAT	nvt
41	LEUDAL	SBB	S
42	LOONSE EN DRUNENSE DUINEN, DE BRAND EN DE LEEMKUILEN	NM	S
43	MAASDUINEN	SBB	S
45	MARIAPEEL EN DEURNESEPEEL	SBB	S
47	MEINWEG	SBB	S
53	OOSTERSCHELDE	STAAT	nvt
55	REGTE HEIDE EN RIELSE LAAG	Landschap	S
56	RINGSSELVEN EN KRUISPEEL	NM	nvt
59	SAVELSBOS	SBB	nvt
62	ST. PIETERSBERG EN JEKERDAL	NM	G
63	STRABRECHTSE HEIDE EN BEUVEN	SBB	S
66	VLIJMENS VEN, MOERPUTTEN EN BOSSCHE BROEK	SBB	S
67	VOORDELTA	STAAT	nvt
68	VOORNES DUIN	NM	G
71	WEERTERBOS	Landschap	S
80	ABDIJ LILBOSCH EN VOORMALIG KLOOSTER MARIAHOOP	?	nvt
88	BOSCHHUIZERBERGEN	?	nvt
90	BUNDER- EN ELSLOERBOS	SBB	S
94	GELEENBEEKDAL	NM	S
99	HOLLANDS DIEP (OEVERLANDEN)	STAAT	nvt
103	KUNDERBERG	SBB	nvt
104	LANGSTRAAT BIJ SPRANG-CAPELLE	SBB	S
111	NOORBEEMDEN EN HOOGBOS	NM	S
113	OEFFELTERMEENT	SBB	nvt
120	ROERDAL	SBB	S
121	SARSVEN EN DE BANEN	Landschap	S
123	SWALMDAL	SBB	S
125	ULVENHOUTSE BOS	SBB	S
133	ZELDERSCHE DRIESSEN	?	nvt
135	BOEZEM VAN BRAKEL, POMPELD EN KORNSCHE BOEZEM	Landschap	nvt
138	ST. JANSBERG	NM	S

G=goed, S=slecht, nvt = niet van toepassing want niet grondwaterafhankelijk

b) Chemische toestand

Beschrijving van de toetsdiepten

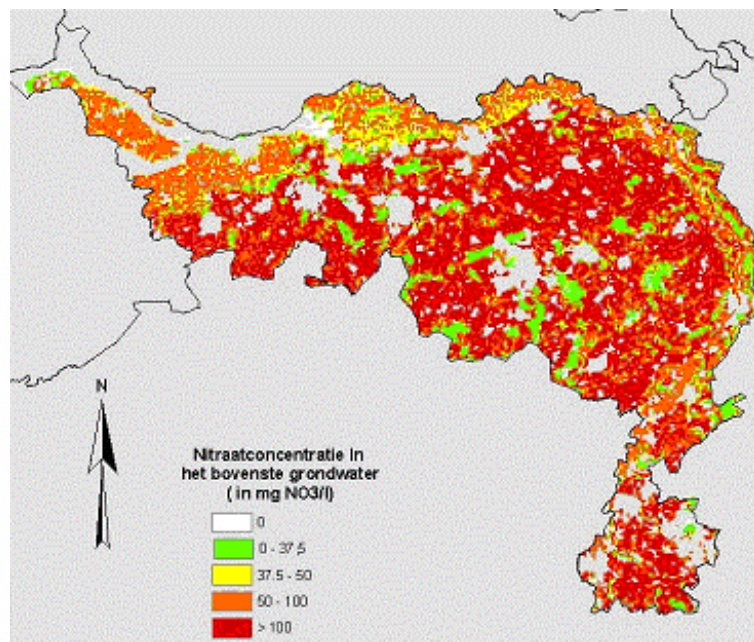
In het stroomgebied van de Maas komen meerdere grondwaterlichamen (GWL) voor die samenhangen met de aard van het landschap. Langs de kust zijn dat de duinen en meer binnenlands een ondiep klei-veen GWL boven een zand-GWL. In centraal Noord-Brabant is slechts één zand-GWL aanwezig. In Zuid-Limburg bestaat het GWL deels uit grondwater in kalksteen. In de klei- en veengebieden stroomt het neerslagoverschot naar sloten en tochten. Lokaal zijn grote verschillen aanwezig in de hydrologische situatie (schematisch aangeduid in Figuur 2.8) die ook invloed hebben op de kwaliteit van het grondwater.

De volgende toetsdiepten (*Compliance Checking Levels*, CCL) zijn aangehouden in aansluiting op het achtergrondrapport:

1. Het bovenste grondwater dat de toetsdiepte vormt voor de kwaliteit van het grondwater in de kleiveen GWL en in de zandgebieden het *Early Warning Level* voor de zandige GWL;
2. Het niveau van circa maaiveld min 10m (CCL-1);
3. Het niveau van circa maaiveld min 25m (CCL-2);
4. Het niveau waarop de openbare drinkwatervoorziening grondwater wint (CCL-3).

Het bovenste grondwater

De waarden van de parameters in het bovenste grondwater zijn afgeleid uit de meetnetten Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM), Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB) en Trend Meetnet Verzuring. Voor Zuid-Limburg was het niet mogelijk het bovenste grondwater te bemonsteren, daar zijn metingen aan het bodemvocht gebruikt. Waarnemingen uit de jaren 1998-2002 zijn genomen. De nitraatconcentraties zijn in meer in detail uitgewerkt dan de overige componenten. Voor nitraat is rekening gehouden met het neerslagoverschot in de beschouwde jaren en met geografische eigenschappen zoals landgebruik, bodemtype en vegetatie. Met behulp van statistische bewerkingen (Boumans en Van Drecht, 1998) zijn de meetgegevens geëxtrapoleerd naar cellen van 25 ha in de rest van het beschouwde gebied. Figuur 3.6 geeft de verwachte concentraties onder gemiddelde weersomstandigheden weer.



Figuur 3.6 Nitraatconcentraties in het bovenste grondwater voor een gemiddeld weerjaar

Voor de overige parameters zijn de waarden uit de meetnetten verdeeld in zes categorieën: Landbouw op zand; Landbouw op klei; Landbouw op veen; Natuur op zand; Natuur op klei; Natuur op veen. De gemiddelden voor de gekozen categorieën daarna toegedeeld aan het bovenste grondwater in de desbetreffende gebieden voor het zandgebied (intrekgebieden) en de klei/veengebieden bij “Maas” met behulp van gegevens over het landgebruik in het stroomgebied. Hierbij is ook

onderscheid gemaakt naar de apart onderscheiden regio's in het stroomgebied. De naar oppervlakte gewogen gemiddelden zijn opgenomen in Tabel 3.4 Voor Zuid-Limburg is een vergelijking mogelijk met de waarnemingen aan de bronnen van het Centraal Plateau (niet weergegeven) die het bovenste grondwater afvoeren (Meinardi, 2004). De waarnemingen blijken overeen te stemmen.

Tabel 3.4 Gemiddelde waarden van de concentraties in het bovenste grondwater

GWL	Naam	t-N	Al	As	Ca	Cd	Cl	Cu	EC	Fe	pH
Nr.	gebied	g/ m ³	mg/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	mS/ m	g/ m ³	
6	Zand	25	-	2,0	64	1,51	79	12	155	2,6	5,1
13	Klei/Veen	15		2,9	202	0,29	636	4	388	0,4	6,9
17	Duin	7	0	5,3	172	0,01	244	0,9	174	1,5	7,1
19	Krijt	19	22	1,0	140	0,04	40	2,3	80	0,4	7,1
6a	Peel+Midd.-Lb	24	-	2,1	80	1,41	51	11	184	2,5	5,4
6b	Centr.Slenk	25	-	1,9	54	1,60	47	12	143	2,7	5,0
6c	NWB	26	-	1,9	55	1,52	41	13	134	2,8	5,0

GWL	Naam	Mg	Mn	NH ₄	Ni	NO ₃	Pb	o-P	t-P	SO ₄	Zn
Nr.	gebied	g/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³
6	Zand	17	-	0,7	29	96	2,01	0,07	0,12	86	186
13	Klei/Veen	63		1,4	6	57	0,29	0,18	0,25	193	25
17	Duin	30	-	1,3	4	18	0,04	1,50	1,54	142	5
19	Krijt	12	-	0,0	2	84	0,39	0,06	0,06	70	11
6a	Peel+MLim	22	-	0,8	27	92	1,86	0,09	0,14	99	172
6b	Centr.Slenk	14	-	0,6	30	96	2,06	0,07	0,11	78	197
6c	NWB	14	-	0,6	31	103	2,13	0,07	0,11	78	188

De toetsdiepte op circa maaiveld min 10 meter

De grondwaterkwaliteit op het compliance checking level op circa maaiveld min 10 meter is afgeleid uit de metingen van het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG). Gemiddelde waarden zijn bepaald voor alle fysisch-geografische gebieden van Nederland voor de van belang zijnde parameters. Het stroomgebied van de Maas, waarin het zandige GWL6 ligt, is daarna verdeeld in onderdelen die behoren tot de beschouwde gebieden. De gemiddelde waarden van Tabel 3.5 zijn het resultaat van de bepaling van het naar oppervlakte gewogen gemiddelde voor de verschillende onderdelen van het gehele gebied.

Tabel 3.5 Gemiddelde concentraties in het grondwater op mv-10m

GWL	Naam	Al	As	Cd	Cl	Cu	EC	Fe	pH	Hardheid
Nr.	gebied	mg/ m ³	mg/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	mS/ m	g/ m ³		mmol/ dm ³
6	Zand	974	3,4	0,87	226	5,4	105	8	6,0	1,8
17	Duin	55	9,0	0,05	183	1,1	134	3	7,5	3,3
19	Krijt	99	0,4	0,05	30	1,1	75	1	7,0	4,3
6a	Peel+Midd.-Lb	1750	1,8	1,58	26	14,3	47	5	5,3	1,7

6b	Centr. Slenk	238	1.3	0.33	39	1.8	49	7	6.2	1.5
6c	NWB	2050	3.6	1.63	35	4.2	48	10	5.4	1.9

GWL	Naam	Hg	Mn	NH ₄	Ni	NO ₃	O ₂	Pb	o-P	t-P	SO ₄	Zn
Nr.	gebied	mg/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³
6	Zand	0,02	0,50	1,8	35,4	38	1,5	1,9	0,21	1,0	89	132
17	Duinen	0,03	0,25	2,7	1,4	0,2	0,3	0,2	1,95	4,7	51	12
19	Zd-Limbg	0,00	0,05	0,0	1,7	55	2,1	0,3	0,30	0,3	58	14
6a	Peel+M-Lb	0.03	0.5	0.2	61.5	65	2.6	5.5	0.2	0.3	105	149
6b	Centr. Sl.	0.2	0.4	0.5	5.1	25	1.2	0.6	0.3	0.5	60	175
6c	NWB	0.2	0,3	0.6	84.2	55	1.4	0,9	0.1	0.2	91	162

Tabel 3.5 betreft het gehele zandige GWL, dus met inbegrip van de zandlagen die onder de klei- en veenlagen liggen. Dit komt inderdaad naar voren in de waarden voor de diverse parameters. Het meest duidelijk is dat voor Cl, maar bijvoorbeeld ook de concentraties van P zijn relatief hoog doordat een grote bijdrage afkomstig is van het brakke grondwater uit het noordelijk deel van de GWL. Daarnaast is het echter ook mogelijk om uitsluitend het zoete grondwater van de zandgebieden in GWL6 weer te geven, de gemiddelde waarden zijn opgenomen in Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Gemiddelde waarden van de concentraties zoet grondwater op mv-10m

GWL	Naam	Al	As	Cd	Cl	Cu	EC	Fe	pH	Hardheid
Nr.		mg/ m ³	mg/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	mS/ m	g/ m ³		mmol/ dm ³
6	Zand	1089	3,0	0,97	35	6,0	51	8	5,8	1,9

GWL	Naam	Hg	Mn	NH ₄	Ni	NO ₃	O ₂	Pb	o-P	t-P	SO ₄	Zn
Nr.		mg/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³
6	Zand	0,02	0,47	0,5	39,9	42,8	1,7	2,1	0,31	0,5	81	148

Uit een vergelijking van Tabel 3.5 en Tabel 3.6 blijkt dat de verschillen vooral groot zijn bij de hoofdcomponenten zoals ook kon worden verwacht, maar veel minder bij de spoorelementen.

De toetsdiepte op circa maaiveld min 25 meter

De grondwaterkwaliteit op het "compliance checking level" op circa maaiveld min 25 meter is op dezelfde manier afgeleid uit de metingen van het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG) als die op een diepte van mv-10m. De gemiddelde waarden van Tabel 3.7 zijn het resultaat van de bepaling van het naar oppervlakte gewogen gemiddelde voor de verschillende onderdelen van het gehele gebied.

Tabel 3.7 Gemiddelde waarden van de concentraties in het grondwater op mv-25m

GWL-	Naam	Al	As	Cd	Cl	Cu	EC	Fe	pH	Hardheid
Nr.	gebied	mg/ m ³	mg/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	mS/ m	g/ m ³		mmol/ dm ³

6	Zand	356	3,4	0,19	487	1,5	104	11	6,4	1,4
17	Duinen	261	1,0	0,06	1290	2,4	591	2	7,6	7,3
19	Zd-Limburg.	34	0,3	0,05	24	0,9	65	1	7,0	3,9
6a	Peel+Midd.-Lb	53	8.3	0.05	25	1.1	34	19	6.2	1.2
6b	Centr. Slenk	38	0.8	0.05	30	1.1	36	7	6.3	1.3
6c	NWB	1450	1.3	0.74	31	2.7	37	7	6.0	1.4

GWL	Naam	Hg	Mn	NH ₄	Ni	NO ₃	O ₂	Pb	o-P	t-P	SO ₄	Zn
Nr.	gebied	mg/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³
6	Zand	0,02	0,47	1,4	18,2	2,9	0,1	0,4	0,22	1,3	106	42
17	Duin	0,02	0,27	5,9	2,1	0,3	0,1	1,7	4,54	4,8	191	19
19	Krijt	0,00	0,02	0,0	2,8	39	5,4	0,2	0,25	0,3	32	15
6a	Peel+ML	0.01	0.5	0.4	43.9	0.4	0.1	0.4	0.3	0.5	87	53
6b	Centr. Sl.	0.02	0.3	0.6	1.9	0.8	0.0	0.2	0.3	0.4	63	11
6c	NWB	0.02	0.2	0.4	28.5	9.7	0.0	0.5	0.2	0.3	73	81

Voor de toetsdiepte van mv-25m geldt hetzelfde als voor mv-10m, namelijk dat de variatie in het zoutgehalte ook van invloed is op de overige parameters. Ook in dit geval is een beeld te schetsen van het zoete grondwater in het gebied, zie Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Gemiddelde waarden van de concentraties in het zoete grondwater op mv-25m

GWL	Naam	Al	As	Cd	Cl	Cu	EC	Fe	pH	Hardheid
Nr.		mg/ m ³	mg/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	mS/ m	g/ m ³		mmol/ dm ³
6	Zand	371	3,7	0,21	32	1,4	40	11	6,3	1,5

GWL	Naam	Hg	Mn	NH ₄	Ni	NO ₃	O ₂	Pb	o-P	t-P	SO ₄	Zn
Nr.		mg/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³
6	Zand	0,02	0,42	0,5	20,5	3,2	0,1	0,3	0,30	0,5	71	40

De diepten waarop grondwater wordt gewonnen voor drinkwater

De grondwaterkwaliteit op het niveau waar de openbare watervoorziening grondwater zijn gegeven door KIWA (2004). De gemiddelde waarden van Tabel 3.9 zijn het rekenkundig gemiddelde van de parameters voor 49 winplaatsen in gebied van GWL6, 8 in Zuid-Limburg en 1 op Goeree (zonder weging naar de omvang van de winning). De filters liggen op variabele diepten onder maaiveld.

Tabel 3.9 Gemiddelde waarden van de concentraties op diepten waar grondwater wordt gewonnen voor drinkwater

GWL	Naam	tri	tetra	Al	As	Ca	Cd	Cl	Cu	EC	Fe
Nr		mg/ m ³	mg/ m ³	mg/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	mS/m	g/ m ³
6	wwpBr/Lb	0.05	0.05	5.4	5.4	62	0.10	24	0.5	38	4.6
19	wwp Zd-Lb	0.06	0.05	0.8	0.8	119	0.08	29	1.7	58	0.84
17	wwp duin	0.07	0.17	-	-	80	0.10	93	2.5	66	0.26

GWL	Naam	pH	Mg	Mn	NH ₄	NO ₃	O ₂	Pb	t-P	SO ₄	Zn
Nr.			g/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³	g/ m ³	g/ m ³	mg/ m ³
6	wwpBr/Lb	7.0	7.7		0.69	2.0	0.1	0.5	-	22	
19	wwp Zd-Lb	7.0	12.3		0.1	12	-	0.5	-	68	
17	wwp duin	7.4	9.5		0.2	4.0	4.3	1.0	-	51	

Gewasbeschermingsmiddelen

Het is om verschillende redenen niet goed mogelijk om een gedetailleerd beeld te schetsen van het voorkomen van gewasbeschermingsmiddelen in het grondwater van de stroomgebieden. De toegepaste middelen zijn talrijk en bovendien zijn veel middelen slechts enkele jaren in gebruik waarna ze vervangen worden door een ander middel met gunstiger eigenschappen. De bemonstering van het grondwater voor de bepaling van de concentraties moet nauwgezet gebeuren vanwege de relatie met de aard van de toepassing en de te verwachten lage concentraties. De analyse is gecompliceerd (en dus duur). Het gevolg is dat de concentraties van de middelen in geen van de eerder genoemde landelijke meetnetten worden bepaald (die daarvoor minder geschikt zijn). Het toelatingsbeleid voor gewasbeschermingsmiddelen (Meinardi et al., 2005) is erop gericht dat toegelaten middelen zodanig af worden gebroken in de bodem dat de naar het grondwater percolerende concentraties een waarde van 0.1 µg/l niet overschrijden. Hiervoor bestaat wel een controlesysteem, maar dat houdt niet in dat gewasbeschermingsmiddelen op reguliere basis worden bepaald in landelijke meetnetten voor de grondwaterkwaliteit.

De gemiddelde belasting met gewasbeschermingsmiddelen is niet te verwaarlozen in het stroomgebied van de Maas omdat in de veeteeltgebieden relatief veel maïs wordt verbouwd en de akkerbouw intensief is. Toch zullen de gemiddelde concentraties over de GWL waarschijnlijk beneden de drempelwaarde liggen. Modelberekeningen en metingen geven aan dat sommige middelen zich relatief conservatief gedragen bij de stroming met het verzadigde grondwater.

Stedelijk grondwater en puntbronnen

Uit het (Meinardi et al., 2005) kan worden afgeleid dat de gemiddelde kwaliteit van het grondwater onder stedelijk gebied niet significant verschilt van die onder het landelijk gebied. Hieruit volgt dat de gemiddelde waarden van de verschillende parameters in de GWL niet veel zullen veranderen als de stedelijke grondwaterkwaliteit mee in beschouwing zou worden genomen. De conclusie is daarom dat het voldoende is om voor het stroomgebied en de grondwaterlichamen het gemiddelde te nemen van de kwaliteit in het landelijk gebied.

Toevoer van water en stikstof naar het drainerende oppervlaktewater

Grondwater en het oppervlaktewater van de regionale wateren staan met elkaar in verband in Nederland en daarmee ook met het water van rivieren en meren. De basisafvoer uit het grondwater vormt een wisselend, maar steeds een groot deel van de totale afvoer van beken en sloten. De stoffen in het grondwater komen vroeg of laat in het oppervlaktewater terecht. Het oppervlaktewater bevat een mengsel van

grondwater dat verschillende reistijden in de bodem heeft doorgebracht. Dit houdt ook in dat actuele verontreinigingen van het maaiveld niet direct in de volle omvang merkbaar zijn in het oppervlaktewater. De reistijdverdeling in het grondwater is van belang en die kan verschillen per hydrologische situatie.

Het grondwater in de klei-veen GWL zal in het algemeen relatief korte reistijden in de bodem hebben (maximaal circa 5 jaar). Bovendien wordt het grondwater in dat GWL slechts op een diepte bemonsterd. De gegeven gemiddelde kwaliteit van het bovenste grondwater zal ook een goede benadering vormen van het grondwater dat naar het regionale water stroomt. Bijvoorbeeld in sommige veengebieden moet rekening worden gehouden met van elders toestromend water, maar op veel plaatsen zal het regionale water in de klei- en veengebieden sterk lijken op het bovenste grondwater. De toestroming van grondwater naar het drainerende oppervlaktewater in de zandgebieden is meer gecompliceerd omdat daar rekening moet worden gehouden met reistijden die deels tientallen jaren kunnen bedragen. Daarvoor is een beschouwing op te zetten via het model NPKRUN (Meinardi en Van den Eertwegh, 1995).

Resultaten per grondwaterlichaam

De resultaten van de berekeningen met NPKRUN om de stroming van water en stikstof te bepalen zijn samengevat voor de grondwaterlichamen (GWL) in de Tabellen 3.10 en 3.11. In Tabel 3.11 zijn de reistijden voor de ondergrondse afstroming weergegeven.

*Tabel 3.10 Waterstromen voor de GWL (gemiddeld over 1961-1990)
(P=neerslag; E_a= verdamping; I= grondwateraanvulling;
R_{opp}= oppervlakkige afvoer, ig= intrekgebied)*

GWL	Naam	Opp.	P	E _a	P-E _a	I	R _{opp}
nr		ha	mm/a	mm/a	mm/a	mm/a	mm/a
6a	N-L/Peel	174400	745	477	267	209	58
6b	Centr Sl.	184375	758	490	268	206	61
6c	NWB	119775	804	502	303	248	55
13	klei-veen	87900	780	478	301	141	161
17	duinen	2175	756	528	229	130	99
19	Zd-Lmbg	48800	829	479	350	257	93

Tabel 3.11 Water- en stikstofstromen in en naar de GWL, huidige situatie (2000) met historische belasting voor de diepe stroming (R_{opp} = oppervlakkige afvoer I_{0-20a} = grondwater, reistijd <20 jaar; I_{20-50a} = grondwater, reistijd 20 tot 50 jaar; $I_{>50a}$ = grondwater reistijd >50 jaar; N_{uitsp} = concentratie op freatisch vlak; N_{miner} = stikstofconcentratie door mineralisatie van bodem; N_{winter} = toevoer van stikstof naar open water in de winter; N_{zomer} = toevoer van stikstof in de zomer; P_{jaar} = gemiddelde toevoer van P naar open water per jaar)

GWL	I_{0-20a}	I_{20-50a}	$I_{>50a}$	Kwel	$N_{uitsp.}$	$N_{miner.}^1$	N_{winter}^2	N_{zomer}^2	P_{jaar}
nr	mm/a	mm/a	mm/a	mm/a	mg/l (N)	mg/l (N)	mg/l (N)	mg/l (N)	mg/l (P)
6a-Z	67	46	96	--	21	5	9	8	0.16
6b-Z	123	27	56	--	22	5	6	7	0.21
6c-Z	64	60	124	--	23	5	6	5	0.12
13	141	--	--	29	13	4	4 (15)*	4 (15)*	0.18
17	36	15	79	--	4	-	2	1	2.8
19ZL	78	29	150	--	19	-	11	9	0.06

*) tussen haakjes afgevoerde stikstof, uitgedrukt als N-totaal, dus met inbegrip van de concentraties van NH_4 en organisch gebonden stikstof

¹⁾ De waarde van $N_{miner.}$ (N als gevolg van mineralisatie van de bodem) is gelijk aan het verschil tussen de gemiddelde waarden van de concentraties van N_{tot} en NO_3 in het bovenste grondwater.

²⁾ Bij de berekeningen met NPKRUN waarvan de resultaten zijn samengevat in de voorgaande Tabel 3.11 is uitgegaan van een denitrificatie in het verzadigde grondwater die varieert over de verschillende Nederlandse regio's (Meinardi en Schotten, in prep.).

Vergelijking met MTR- en streefwaarden

Uit een vergelijking van de gemiddelde waarnemingen en de MTR- en streefwaarden (Meinardi et al., 2005) blijkt dat de gemiddelde concentraties van Cd, Cu, Ni en Zn in veel gevallen de streefwaarden overschrijden in het grondwater van GWL6. Ook bij GWL17 vinden overschrijdingen plaats, de vraag is echter of in dat gebied voldoende waarnemingen zijn gedaan. De gemiddelde Ni-concentratie in Zuid-Limburg overschrijdt de streefwaarde.

De uitspoeling van stikstof en fosfor naar het open water overschrijdt in alle GWL de richting gevende waarden, zoals die volgens de Vierde Nota Waterhuishouding moeten gelden voor een goede ecologische toestand van het oppervlaktewater.

Samenvatting

In de tabellen 3.12 t/m 3.14 zijn alle resultaten voor wat betreft de kwalitatieve en kwantitatieve toestand van de grondwaterlichamen samengevat, inclusief het uiteindelijke resultaat voor de toestand van de grondwaterlichamen. Met name de hoge nitraatbelasting en de verdroging zorgen ervoor dat de grondwaterlichamen niet in een goede toestand verkeren. Figuur 3.7 geeft ruimtelijk de huidige toestand van de grondwaterlichamen in deelstroomgebied Maas weer.

Tabel 3.12 Kwantitatieve toestand grondwaterlichamen

		Kwantiteit (G=goed, S=slecht, J=Ja, M=Misschien, N=nee)			
nr	Naam	toestand vr 1	toestand vr 2	toestand vr 3	kwantitatieve toestand
6	zand Maas	G	-	S	S
13	kleiv Maas	G	-	S	S
17	duin Maas	G	-	S	S
19	krijt Maas	G	-	S	S

Tabel 3.13 Kwalitatieve toestand grondwaterlichamen

		Kwaliteit (G=goed, S=slecht, J=Ja, M=Misschien, N=nee)			
nr	Naam	toestand vr 1	toestand vr 2	toestand vr 3	kwalitatieve toestand
6	zand Maas	G	S	-	S
13	kleiv Maas	G	S	-	S
17	duin Maas	G	S	-	S
19	krijt Maas	S	S	-	S

Tabel 3.14 Uiteindelijke toestand grondwaterlichamen

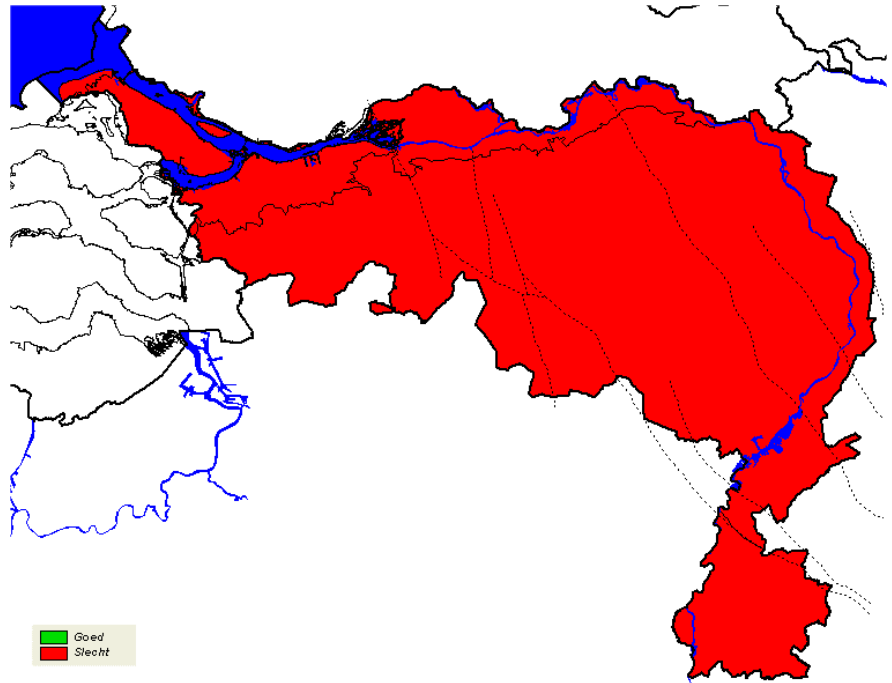
		Kwaliteit	Kwantiteit	TOTAAL
nr	Naam	toestand	toestand	toestand
6	zand Maas			
13	kleiv Maas			
17	duin Maas			
19	krijt Maas			

*

1. Is de grondwateronttrekking op de lange termijn in evenwicht met de grondwateraanvulling?
2. Ondergaat de grondwaterstand geen zodanige antropogene verandering dat de milieudoelstellingen volgens art 4 voor oppervlaktewateren niet worden bereikt, dan wel dat de toestand van die wateren significant achteruitgaat?
3. Ondergaat de grondwaterstand geen zodanige antropogene verandering dat significante schade wordt toegebracht aan de terrestrische ecosystemen die rechtstreeks van het grondwaterlichaam afhankelijk zijn?

**

1. Wat is het risico dat de kwaliteit van het grondwater niet voldoet aan de grenswaarden zoals die uit de KRW naar voren komen?
2. Wat is het risico dat de grondwaterkwaliteit een verslechtering oplevert voor aquatische ecosystemen die afhankelijk zijn van de toestroming van grondwater?
3. Wat is het risico dat de kwaliteit van het grondwater een verslechtering oplevert voor terrestrische ecosystemen die afhankelijk zijn van het grondwater?



Figuur 3.7 Huidige toestand van grondwaterlichamen in Maas.

4 Menselijke activiteiten en belasting

4.1 Belasting van het grondwater

4.1.1 Puntbronnen voor het grondwater

Er zijn veel activiteiten in het stedelijk gebied die direct of indirect de kwaliteit van het grondwater beïnvloeden. Dit kan een lichte verhoging ten opzichte van de achtergrond zijn, maar ze kunnen ook leiden tot ernstige verontreiniging van het grondwater (volgens de Wet bodembescherming). Deze potentiële bronnen en een kwalitatieve beschrijving van de mate van beïnvloeding van het grondwater wordt gegeven in (Meinardi et al., 2005). Hieruit komt een algemene lijn naar voren. Zo is het niet goed mogelijk de verschillende puntbelastingen van het grondwater in kaart te brengen en misschien is dat ook minder zinvol. Aard en omvang van puntbronnen voor het grondwater zijn zeer wisselend. In het algemeen hebben dergelijke bronnen vrijwel geen invloed op de algemene kwaliteit van het grondwater. Een eerste inventarisatie heeft opgeleverd dat in Nederland 66000 verdachte locaties aanwezig zijn (Otte et al., 2004). Daarvan is een klein deel reeds gesaneerd. Puntbronnen voor het grondwater worden in Nederland als een lokaal probleem gezien dat door lokale overheden dient te worden opgelost. Vandaar dat de conclusie is getrokken dat het praktisch onmogelijk is om puntbronnen aan te geven op de schaal van de onderscheiden GWL zonder nadere aanwijzingen over de te maken selectie.

4.1.2 Diffuse belasting van het grondwater

De diffuse belasting van het grondwater door diverse stoffen is sterk afhankelijk van het grondgebruik. Bemesting hangt vooral samen met landbouw. Atmosferische depositie vindt plaats over het gehele oppervlakte, maar de depositie op landbouwgronden zal vaak in het niet vallen bij belasting door bemesting. In gebieden met natuurlijke vegetatie is dat echter niet het geval, daar vormt atmosferische depositie de belangrijkste bron van diffuse belasting. Figuur 2.7 geeft een beeld van het grondgebruik in het stroomgebied van de Maas.

Uitgangspunt bij de berekening van de netto belasting van landbouwgronden is dat de regionale totalen overeenkomen met de totalen voor Nederland zoals het CBS die geeft voor 2000. De CBS cijfers voor de maaiveldbelasting zijn gebaseerd op een belasting met dierlijke mest, kunstmest, atmosferische depositie en overige bronnen. Bij berekening van de netto bodembelasting zijn de onttrekking door het gewas, de export en vervluchtiging daarvan afgetrokken. De landbouw brengt behalve meststoffen ook gewasbeschermingsmiddelen op het land. Een (klein) deel daarvan stroomt naar het grondwater.

De atmosferische depositie omvat hoofdcomponenten en spoor-elementen. De zwavel en stikstofverbindingen hebben een verzurende invloed die van belang is bij de mobiliteit van vooral de spoorelementen.

De depositie van stikstof is een belangrijke meststof voor natuurlijke vegetaties die daardoor van karakter kunnen veranderen.

Voor de diverse GWL is een specifieke schatting gemaakt van de gemiddelde maaiveldbelasting en de netto bodembelasting. Bij die berekening is uitgegaan van beschikbare areaalgegevens en van de mate waarin mest wordt geproduceerd in een gebied (concentratie-, overgang- of tekortgebied). In de praktijk wordt mest geëxporteerd van concentratiegebieden naar de tekortgebieden. De door modellen berekende bodembelasting laten zien dat die in de concentratie-gebieden hoger zijn dan in tekortgebieden ondanks transporten. Bij de berekening is uitgegaan van een hogere maaiveldbelasting en een hogere netto bodembelasting in concentratiegebieden van ongeveer 20% meer dan in een overgangsgebied. Nader onderzoek zou kunnen leiden tot een iets preciezer cijfer, maar vooralsnog is uitgegaan van dit percentage. De gemiddelde netto belasting bij toepassing van het genoemd percentage zijn in Tabel 4.1 weergegeven.

Voor de belasting van zandige GWL zijn uitsluitend de intrekgebieden aangehouden. De bruto belasting aan maaiveld (maaiveldbelasting in kg/ha) voor het stroomgebied van de Maas is aangegeven in Tabel 4.1. In die Tabel zijn eveneens waarden gegeven voor de netto belasting van het grondwater onder landbouwgebieden.

Tabel 4.1 Gemiddelde waarden van de belasting met N en P van het grondwater in de landbouwgebieden in het stroomgebied de Maas

GWL	Naam	N-bruto	P-bruto	N-netto	P-netto	N atm. dep	P atm. dep
Nr.		kg/ha/a	kg/ha/a	kg/ha/a	kg/ha/a	kg/ha/a	kg/ha/a
6	zand	535	145	226	64	circa 45	circa 0.5
13	klei/veen	461	125	195	55	circa 28	circa 0.5
17	duin	403	109	170	48	circa 15	circa 0.5
19	krijt	462	125	195	55	circa 40	circa 0.5

Dierlijke mest bevat ook spoorelementen, voor sommige is een schatting gemaakt in het Milieucompendium (RIVM, 2001). Deze waarden zijn opgenomen in Tabel 4.2 met tevens een indicatie van de atmosferische depositie van diverse stoffen en van de zuurdepositie in zuurequivalenten per ha.

Tabel 4.2 Gemiddelde waarden belasting met spoorelementen van het grondwater en zuurdepositie in stroomgebied van de Maas

GWL	Naam	Cd-bruto landb.	Cd in atm. dep.	Cd gemid-deld	Cu-bruto landb.	Cu in atm. dep.	Cu gemid-deld.
Nr.		g/ha/a	g/ha/a	g/ha/a	g/ha/a	g/ha/a	g/ha/a
6	zand	3.13	0.30	1.83	423	10	233
13	klei/veen	2.70	0.30	1.94	419	10	290
17	duin	2.36	0.30	0.82	562	10	151
19	krijt	2.70	0.30	1.49	358	10	183

GWL	Naam	Zn-bruto landb.	Zn in atm. dep.	Zn gemid-deld	Zuur depositie
Nr.		g/ha/a	g/ha/a	g/ha/a	z-eq./ha/a
6	zand	967	45	544	4000
13	klei/veen	833	45	585	3000
17	duin	728	45	219	2500
19	krijt	835	45	437	3000

Het is door gebrek aan gegevens niet mogelijk om een verantwoorde schatting te geven van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in de diverse stroomgebieden. Een indicatie van het totale gebruik in Nederland is vermeld in het Milieucompendium (RIVM, 2001). Verwacht mag worden dat het gebruik van grondontsmettingsmiddelen aanzienlijk zal zijn in het stroomgebied van de Maas, aangezien die veelvuldig worden toegepast in de fruitteelt (Zuid-Limburg), bij de teelt van aardappelen op de klei en bij maïsteelt voor de veeteelt. Uit de cijfers over diverse perioden voor Nederland in Tabel 4.3 wordt duidelijk dat het verbruik van deze middelen is afgenomen in de vermelde jaren.

Tabel 4.3 Emissie van bestrijdingsmiddelen in geheel Nederland, 1984-2000 in kg/a

	Belasting oppervlaktewater ²⁾			Belasting grondwater		
	1984-1988	1995-1998	2000	1984-1988	1995	1998-2000
Insecticiden						
Carbofuran	8	6	3	5	3	2
Oxamyl ⁴⁾	380	170	0	290	130	0
Propoxur	440	1200	260	300	820	180
Fungiciden						
Metalaxyl ⁴⁾	400	220	0	290	160	0
Herbiciden						
Atrazine ⁴⁾	820	870	0	570	610	0
Bentazon	830	690	290	570	480	200
Dalapon ⁴⁾	1300	0	0	400	0	0
Dichlobenil	44	33	29	3	2	2
Dinoseb (-acetaat) ⁴⁾	6400	0	0	3600	0	0
Lenacil ⁴⁾	490	1000	0	510	1040	0

	Belasting oppervlaktewater ²⁾			Belasting grondwater		
	1984-1988	1995-1998	2000	1984-1988	1995	1998-2000
MCPA	380	470	560	58	72	84
Mecoprop ⁵⁾	500	180	170	12	4	4
Metribuzin	180	150	150	64	54	53
Propachloor	6 300	12000	9 000	6 700	4 700	8 600
TCA ⁴⁾ 6)	36000	0	0	30000	0	0
Grondontsmettingsmiddelen						
Aldicarb	2800	2700	2300	4500	4300	3700
Dichloorpropeen	14000	2700	1800	3500	650	390
Ethoprophos	420	120	150	110	33	40
Metam-natrium ⁷⁾	3300	900	470	1500	420	240

2) Belasting van het oppervlaktewater als gevolg van de route drainage; de route drift is niet meegenomen.

3) Alle cijfers afgerond; berekening op basis van de gewasverdeling 1998.

4) Dalapon, dinoseb en TCA zijn sinds 1995 en atrazin, lenacil, metalaxyl en oxamyl sinds 2000 niet meer op de markt

5) Mecoprop omvat ook mecoprop-p.

6) TCA omvat ook chloralhydraat.

7) Metam-natrium omvat ook dazomet.

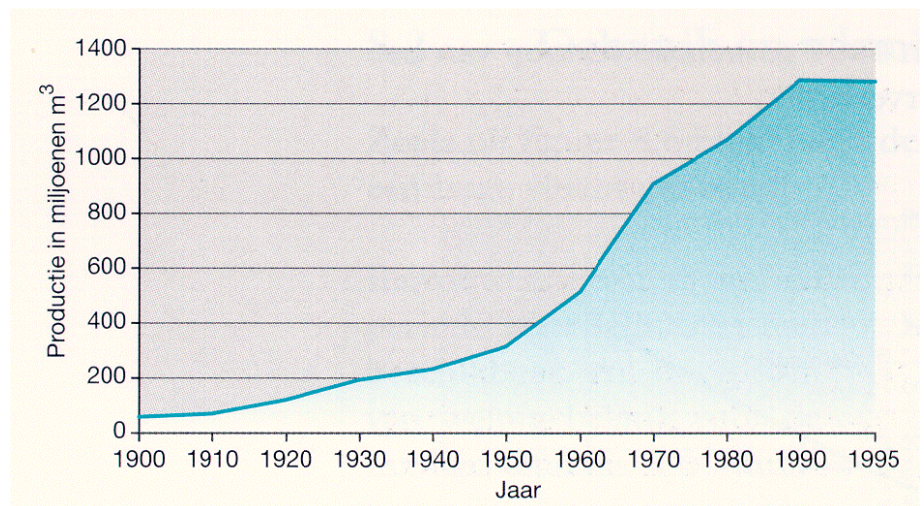
De vermindering in verbruik van grondontsmettingsmiddelen draagt sterk bij aan de reductie in uitspoeling en drainage; meer dan 50% (uitspoeling) respectievelijk 70% (drainage) van de reductie is veroorzaakt door het uit de markt halen van bepaalde middelen. In de akkerbouw op klei zullen de aardappelteelt en de maïsteelt in de zandgebieden vermoedelijk echter nog steeds relatief grote hoeveelheden grondontsmettingsmiddelen gebruiken.

4.1.3 Zoutwaterintrusie

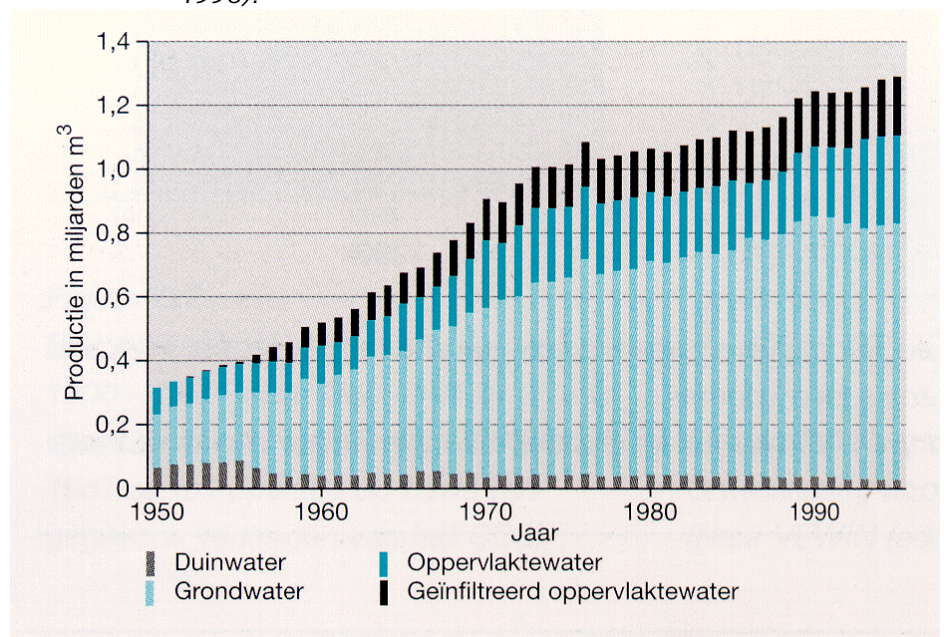
De aanwezigheid van brak en zout grondwater op geringe diepte is vooral een probleem op het eiland Goeree-Overflakkee, waar vrijwel al het grondwater brak is. Het grondwater is zoet tot grote diepte in de rest van het gebied, behalve onder de duinen en in Noordwestbrabant. Actuele ingrepen in de situatie van het grondwater (onttrekkingen) kunnen invloed hebben op de verdeling van zout grondwater in de bodem van het stroomgebied. Dit betreft echter geen intrusie van extern zout water, want dat brakke en zoute grondwater is van nature al aanwezig in de bodem.

4.2 Grondwateronttrekking en kunstmatige grondwateraanvulling

Sinds 1900 is de openbare watervoorziening van Nederland gegroeid van circa 50 naar 1300 miljoen m³ per jaar. Vanouds komt een belangrijk deel (meer dan 50%) van dit water uit het grondwater. Met name na de tweede wereldoorlog is er sprake geweest van een sterke groei (zie figuur 4.1 en 4.2). Inmiddels is deze groei, mede ingegeven door de



Figuur 4.1 Productie openbare watervoorziening 1900-1995 (Dufour, 1998).



Figuur 4.2 Herkomst van het water afgeleverd door de waterleidingbedrijven in de periode 1950-1995 (Dufour, 1998)

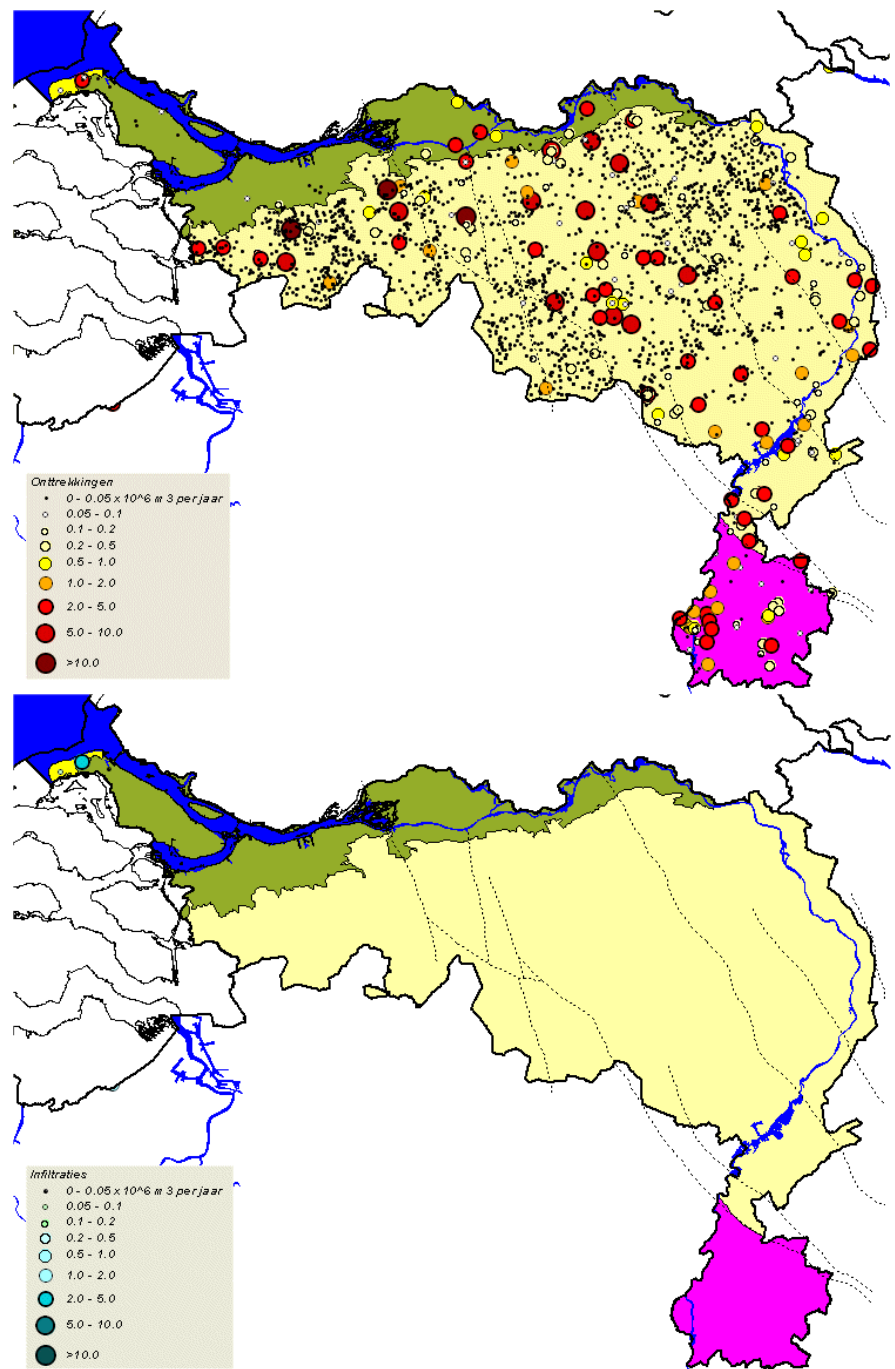
verdrogingsproblematiek die het met zich mee bracht, afgevlakt en is het beleid gericht op grondwaterbesparing. Om de grondwateronttrekkingen voor drinkwater en industriewater te verminderen is het streven naar een beëindiging van een groeiende onttrekking per 2000 vastgelegd in het 'Beleidsplan Drink- en Industriewatervoorziening' (1995). Daarnaast moet de industrie de winning voor eigen gebruik met tenminste 40% verminderen. De druk vanuit de drinkwaterwinningen wordt verkleind door in plaats van grondwater meer gebruik te maken van oppervlaktewater. Daartoe zijn o.a. systemen ontwikkeld waarbij voorgezuiverd oppervlaktewater wordt geïnfiltreerd in de bodem (diep infiltratie) om het vervolgens als grondwater te kunnen winnen. Hierdoor is de kwantitatieve druk op de zoetwatervoorraden, met name die in de duinen, afgenomen. De omvang in drinkwaterwinning is sinds 1990 op een stabiel niveau. Verder is de totale omvang van de industrie

grondwaterwinningen fors afgenomen door waterbesparende maatregelen. Het beleid lijkt dus effectief te zijn in het streven naar duurzaam beheer. Wel is de ongecontroleerde toename van kleine winningen op lokaal en regionaal niveau nog een punt van zorg aangezien deze kan leiden tot een vergroting van verdroging in gebieden met een natuurfunctie (CIW, 1999).

De bovenstaande ontwikkelingen gelden op hoofdlijnen ook voor het stroomgebieddistrict Maas. In de provincie Noord-Brabant is de Centrale Slenk een belangrijke bron van drinkwater. Het watervoerende pakket in de Centrale Slenk is zeer goed ontwikkeld en water wordt hier gewonnen tot op grote diepte (200 tot 300 meter beneden maaiveld). In het grondwaterbeleid van de provincie Limburg zijn de diepere pakketten in de Roerdalslenk bestemd voor hoogwaardige toepassingen, d.w.z. toepassingen waarop wettelijke kwaliteitsbepalingen van kracht zijn vanuit de Warenwet of de Drinkwaterwet. Delen van het diepere watervoerende pakket onderscheiden door de Venlo-klei en de Tegelen-klei zijn door de provincie Limburg aangemerkt als strategische grondwatervoorraad. Op figuur 4.3 staan de onttrekkingen en directe infiltraties aangegeven binnen het stroomgebieddistrict Maas. In de onderstaande tabel zijn de onttrekkingen gesommeerd per GWL gebaseerd op de gegevens uit het provinciaal grondwaterregister.

Tabel 4.1 Onttrekkingen in miljoen m³ / jaar per grondwaterlichaam (KWO = Koude warmte opslag).

	beveiliging	drinkwater	landbouw	industrie	KWO	recreatie	overig	natuur	totaal
duin Maas	0	4	0	1	0	0	0	0	4
zand Maas	29	243	0	1	7	0	0	0	280
klei/veen Maas	0	12	0	5	0	0	0	0	17
Krijt Zuid-Limburg	0	42	0	0	0	0	0	0	42
Totaal	29	300	0	7	7	1	0	0	344



Figuur 4.3 Onttrekking en kunstmatige aanvulling van grondwater

4.2.1 Belangrijkste belastingen van het grondwater

De belangrijkste belasting relevant voor de chemische toestand van het grondwater is de diffuse vervuiling met stikstof en fosfaat als gevolg van het intensieve agrarische landgebruik (hoge mestgift). Dit zorgt ervoor dat de milieudoelstellingen voor de grondwater- en oppervlaktewaterlichamen onder druk staan. Vervuiling door gewasbeschermingsmiddelen kan ook een probleem zijn maar hierover zijn betrekkelijk weinig harde gegevens beschikbaar. Vervuiling van het grondwater met zware metalen (Cd, Zn) als gevolg van puntbronnen kan lokaal een probleem zijn. Een voorbeeld is Pasminco Budel Zink (het voormalige Budelco) in Budel en enkele Belgische zinksmelterijen nabij de Nederlandse grens (Neerpelt, Overpelt en Wezel).

De belangrijkste kwantitatieve menselijke invloeden op het grondwater zijn het gevolg van landgebruik en grondwateronttrekkingen. Grondwateraanvulling kan verminderen als gevolg van een effectieve afwatering, toename urbaan (gerioleerd) gebied, de teelt van gewassen met een hoge waterconsumptie (beregening) en aanleg van naaldbossen (sterke verdamping). De ontwatering zorgt voor een daling in de grondwaterstand. Ontwatering van de infiltratiegebieden zorgt voor een verminderde kweldruk in kwelgebieden.

Directe grondwateronttrekkingen kunnen leiden tot een daling in grondwaterstanden en stijghoogten met als risico verdroging van natte natuurgebieden. Deze belastingen bedreigen het grondwater en de daaraan gekoppelde aquatische en terrestrische ecosystemen boven de Formatie van Breda. Daarnaast geldt voor deelstroomgebied Maas dat er sprake is van grensoverschrijdende grondwaterproblematiek. Bruinkoolwinning in Duitsland leidt daar tot enorme onttrekkingen van grondwater. In 2002 betrof dat 564 miljoen m³ maar de voorgaande jaren waren hoger. Ter vergelijking, de totale grondwateronttrekking voor drinkwater in Nederland bedraagt circa 750 miljoen m³/j. Deze onttrekking leidt tot grote dalingen in stijghoogten in de watervoerende pakketten onder de Formatie van Breda. Vooralsnog worden er nauwelijks negatieve effecten aan maaiveld waargenomen doordat de stijghoogtedalingen onder de hydrogeologische basis plaatsvindt. In een aantal Limburgse natuurgebieden is wel verdroging opgetreden als gevolg van de bruinkoolwinning (Meinweg, Schinveldse bossen, De Doort, Haeselaarsbroek en het IJzerenbosch), maar deze is grotendeels te niet gedaan door compenserende maatregelen aan Duitse zijde. *De ontwikkelingen moeten echter blijvend en nauwlettend worden gevolgd.*

Het beleid gericht op de kwantitatieve aspecten van het grondwater heeft geleid tot positieve resultaten (reductie grondwaterwinning). Belangrijkste zorgpunt blijft de verdroging van natte natuur die nog steeds last heeft van te weinig toestroom van schoon grondwater (kwel) en te lage grondwaterstanden als gevolg van drainage en grondwaterwinning.

Waterbalans

In de ondertaande tabellen zijn de waterbalansen weergegeven voor de vier grondwaterlichamen in het stroomgebiedsdistrict Maas (in mm/j). In bijlage 3 is de methodiek van de waterbalansberekening in detail

besproken. Bij de omrekening van de volumes (in Mm³/j) naar mm/j zijn de onderstaande oppervlakken aangehouden.

- GWL6 aan maaiveld = 5487 km²
- GWL13 aan maaiveld = 1173 km²
- GWL17 aan maaiveld = 27 km²
- GWL19 aan maaiveld = 632 km²

6 - Zand Maas

IN	Mm ³ /j	UIT	Mm ³ /j	NETTO
N	209		0	209
I _{ow}	11	D _{ow}	198	-188
W	14		0	14
Inf	0	Ontt	48	-48
R	-		-	12

13 – Klei/veen Maas

IN	Mm ³ /j	UIT	Mm ³ /j	NETTO
N	254		0	254
I _{ow}	9	D _{ow}	183	-173
W	0		81	-81
R	-		-	-

17 – Duin Maas

IN	Mm ³ /j	UIT	Mm ³ /j	NETTO
N	254		0	254
I _{ow}	18	D _{ow}	210	-192
W	0		0	0
Inf	125	Ontt	136	-11
R	-		-	-51

19 Krijt Maas

IN	Mm ³ /j	UIT	Mm ³ /j	NETTO
N	254		0	254
I _{ow}	76	D _{ow}	21	55
W	0		0	0
Inf	0	Ontt	73	-73
R	-		-	-236

N	Neerslagoverschot
I _{ow}	Infiltratie vanuit het oppervlaktewater naar het grondwater
W	Wegzijging vanuit klei/veen grondwaterlichamen naar diepere lagen (zand GWL)
Inf	Directe Infiltratie
D _{ow}	Drainage van het grondwater naar het oppervlaktewater
Ontt	Directe grondwateronttrekkingen
R	Restterm

Wanneer de netto restterm R negatief is dan duidt dit op een netto afstroom van lateraal grondwater (afvoerpost voor het grondwaterlichaam). Een positieve netto restterm R duidt op een netto toevoer van lateraal grondwater.

Voor het Krijt grondwaterlichaam roept de hoge negatieve waarde (overschot) voor de restterm R vragen op. Geconcludeerd zou kunnen worden dat er een relatief grote laterale grondwaterstroming plaatsvindt vanuit het Krijt grondwaterlichaam. Waarschijnlijk is dit niet veroorzaakt door de bruinkoolwinning in Duitsland, want die onttrekking vindt in diepere watervoerende pakketten plaats. Zeer waarschijnlijk is de balansterm N overschat (o.a. doordat de hydrologische modellen geen rekening houden met oppervlakkige afstroming (runoff)). De hoge waarde voor de laterale flux moet daarom als een artefact worden gezien.

Koude/warmte opslag

Warmte en koude opslag in de bodem is een gestaag groeiende vorm van energie in Nederland vanwege de financieel aantrekkelijke -en milieuvriendelijke aspecten aan deze vorm van energievoorziening. Er is ook een punt van zorg, namelijk dat bij onzorgvuldige installatie van een KWO installatie scheidende lagen (aquitards) worden doorboord en lek raken. Er is dan uitwisseling mogelijk tussen het schone diepe watervoerende pakket en het ondiepe (en vaak ook meer vervuilde) watervoerende pakket. De provincie Brabant heeft als beleid dat er duidelijke grenzen worden gesteld aan de diepte van de installaties van de systemen, dit om vooral de natuurlijke dynamiek van het diepe grondwater te waarborgen. Het aantal systemen is in Limburg is nog zeer beperkt. Geconcludeerd mag worden dat KWO's op dit moment geen bedreiging vormen op het grondwater in het deelstroomgebied. Echter bij een verwachte groei is het van belang dat richtlijnen rondom installaties verder worden uitgewerkt.

5 Effecten van menselijke activiteiten en ontwikkelingstrends

5.1 Grondwaterlichamen met risico niet bereiken goede toestand in 2015

5.1.1 Methodiek bepalen risico's niet bereiken goede toestand

Een grondwaterlichaam is 'at risk' wanneer dreigt dat de toestand niet goed is (kwantitatief of kwalitatief) in 2015.

a) Kwantitatieve toestand

Ten behoeve van de kwantitatieve aspecten dient een antwoord te worden gegeven op de onderstaande vragen.

1. Is de grondwateronttrekking op de lange termijn in evenwicht met de grondwateraanvulling?
2. Ondergaat de grondwaterstand geen zodanige antropogene verandering dat de milieudoelstellingen volgens art 4 voor oppervlaktewateren niet worden bereikt, dan wel dat de toestand van die wateren significant achteruitgaat.
3. Ondergaat de grondwaterstand geen zodanige antropogene verandering dat significante schade wordt toegebracht aan de terrestrische ecosystemen die rechtstreeks van het grondwaterlichaam afhankelijk zijn.

Door klimaatsverandering wordt er in de 21ste eeuw een toename in de neerslag verwacht wat gunstig kan zijn voor de grondwateraanvulling. Wel kan de klimaatsverandering voor meer droogtes zorgen vanwege de verwachting van hogere temperaturen, hogere verdamping en grotere neerslagtekorten voor de zomerperioden. Er is geen prognose gemaakt voor de ontwikkeling in onttrekkingen, maar gezien de ontwikkelingen in het grondwaterbeleid en -beheer is er geen directe aanleiding om de grote grondwaterlichamen voor dit onderdeel (waterbalansvraag) als 'at risk' aan te merken.

Vraag 2 is niet beantwoord vanwege onduidelijkheid rondom de ligging en milieudoelstellingen voor de oppervlaktewaterlichamen.

Voor vraag 3 is bekeken welke habitatrichtlijngebieden 'at risk' zijn. Daarbij is een onderscheid gemaakt in wel, niet en misschien 'at risk' (Figuur 5.1). Een gebied is als 'at risk' aangemerkt wanneer het voortbestaan van een habitatype (zogenaamd kritisch habitatype) opgegeven voor dit gebied (zie gebiedendocument en bijlage 1) onder druk staat en mogelijk niet of nauwelijks meer voorkomt in 2015. Een gebied is als "misschien at risk" aangemerkt wanneer de huidige toestand slecht is (in meer of mindere mate verdroogd) maar geen grote problemen worden verwacht voor het realiseren van de habitattypen in 2015 (mits adequate maatregelen worden getroffen). Voor het typeren



Figuur 5.1 Indelingscriterium voor habitatrictlijngebieden

van de gebieden is gebruik gemaakt van de doelen conform het Gebiedendocument (LNV), FLORBASE informatie, de GeBeVe rapportage, verdrogingskaart 2000 en eventuele aanvullende literatuur (bijv. plannen van aanpak verdroging). Tevens zijn de habitatrictlijngebieden besproken door een aantal deskundigen, te weten: Jan Streefkerk (SBB), Nicko Straathof (NM) en Han Runhaar (Alterra). De Vogelrichtlijngebieden zijn nog niet gekarakteriseerd.

De classificatie van Habitatrictlijn gebieden is gebruikt om aan te geven welke GWL's at risk zijn. Daarbij is uitgegaan van het principe "one out, all out" hetgeen inhoudt dat in 2015 alle gebieden behorende tot de Habitatrictlijn niet meer at risk mogen zijn. Deze gebieden liggen evenwel verspreid waardoor relatief veel GWL's als "at risk" worden geclassificeerd.

b) Chemische toestand

De beoordeling (risk assessment) of grondwaterkwaliteit zal voldoen aan de doelstelling van de KRW dat in 2015 een goede kwaliteit moet zijn bereikt, valt uiteen in drie vragen:

1. Wat is het risico dat de kwaliteit van het grondwater niet voldoet aan de grenswaarden zoals uit de KRW naar voren komen?
2. Wat is het risico dat de grondwaterkwaliteit een verslechtering oplevert voor aquatische ecosystemen die afhankelijk zijn van de toestroming van grondwater?
3. Wat is het risico dat de kwaliteit van het grondwater een verslechtering oplevert voor terrestrische ecosystemen die afhankelijk zijn van het grondwater?

De beantwoording van Vraag 1 heeft op dit moment uitsluitend betrekking op de gemiddelde concentraties van nitraat en van bestrijdingsmiddelen in het grondwater van de GWL. De EC heeft echter in een voorstel voor de dochterrichtlijn grondwater (DGW) gesteld dat ook voor andere stoffen grenswaarden moeten worden vastgesteld. Bovendien stelt ook de KRW dat de lidstaten desgewenst strengere

bepalingen kunnen vaststellen ten aanzien van de kwaliteit van het grondwater op hun grondgebied. Nederland heeft echter (nog) geen gebruik gemaakt van die mogelijkheid. In het volgende worden daarom uitsluitend de concentraties van nitraat nader beschouwd. Voor nitraat kan worden beschikt over landelijke metingen. De grenswaarde die de KRW stelt ten aanzien van nitraat in het grondwater is 50 mg/l.

De zandige GWL hebben een grote dikte. Daarin zijn verschillende niveaus onderscheiden voor de bepaling van de grondwaterkwaliteit (Compliance Checking Levels of CCL's). Het bovenste grondwater vormt het "early warning level" (EWL) dat gebruikt wordt voor de risk assessment. Voor de GWL in klei- en veenlagen is geen apart "early warning level" onderscheiden. Het bovenste grondwater representeert het totaal. Het wordt niet gebruikt voor winning van drinkwater, maar heeft wel effecten op de kwaliteit van het drainerende oppervlaktewater.

Bij het antwoord op Vraag 2 kan worden uitgegaan van de grenswaarden die voor het drainerende oppervlaktewater zijn vastgesteld. De Vierde Nota Waterhuishouding noemt als grenswaarden dat het water niet meer dan 2.2 mg/l aan stikstof (N) mag bevatten en niet meer dan 0.15 mg/l aan fosfaat (als P). Daarnaast zullen het regionale oppervlaktewater en de daarin aanwezige ecosystemen gevoelig zijn voor diverse ecotoxische verbindingen. De toevoer van N en P vanuit het grondwater naar het regionale water is modelmatig uitgewerkt voor de zandige GWL. Voor de klei-veen GWL is de kwaliteit van het naar het oppervlaktewater stromende grondwater gelijk aan die van het gemiddelde van het bovenste grondwater.

Voor de beantwoording van Vraag 3 ontbreken op dit moment de benodigde gegevens over de gevoeligheid van waardevolle terrestrische ecosystemen voor een verslechtering van de grondwaterkwaliteit. Toch moet dit aspect een rol spelen bij de beoordeling. Natuurlijke vegetaties in Nederland zijn in veel gevallen afhankelijk van de hoedanigheden van het grondwater en dus ook de terrestrische ecosystemen waar ze deel van uitmaken. En voorbeeld is de depositie van zuurvormende- en van voedingsstoffen door de neerslag. Het effect daarvan is dat het grondwater onder gebieden met natuurlijke vegetatie zuurder en/ of voedselrijker wordt, waardoor de vegetatie verandert (bijv. vergrassing van heidevelden).

5.1.2 Grondwaterlichamen met risico niet bereiken goede toestand

a) Kwantiteit

Voor wat betreft de waterbalansvraag is er binnen het Maas-systeem geen risico voor de in beschouwing genomen grondwaterlichamen. Dit komt door de specifieke geohydrologische en meteorologische omstandigheden van dit deelstroomgebied en door het gehanteerde grondwaterbeleid en beheer. Wanneer we kijken naar jaartotalen en de lange termijn dan fungeert de al dan niet kunstmatige drainage als dynamische sluitpost op de hydrologische waterbalans waardoor de totale hoeveelheid beschikbaar grondwater niet significant verandert bij te voorziene aanpassingen van winningen en waterhuishouding.

Voor vraag 2 zijn er nog geen resultaten.

De resultaten voor vraag 3 zijn in de onderstaande tabel per habitatrichtlijngebied aangegeven.

Tabel 5.1 Risicobeoordeling Habitatrichtlijngebieden (92/43/EEG)

nr	naam	beh.inst.	at risk
4	BEMELERBERG EN SCHIEPERSBERG	Landschap	nvt
5	BIESBOSCH	SBB	nvt
8	BRUNSSUMMERHEIDE	NM	N
15	DUINEN GOEREE	SBB	M
28	GEULDAL	NM	N
29	GRENSMAAS	NM	nvt
31	GROOTE HEIDE - DE PLATEAUX	Landschap	M
32	GROOTE PEEL	SBB	J
33	HARINGVLIET	STAAT	nvt
35	KAMPINA EN OISTERWIJKSE BOSSEN EN VENNEN	NM	J
36	KEMPENLAND	SBB	M
40	KRAMMER-VOLKERAK	STAAT	nvt
41	LEUDAL	SBB	M
42	LOONSE EN DRUNENSE DUINEN, DE BRAND EN DE LEEMKUILEN	NM	M
43	MAASDUINEN	SBB	J
45	MARIAPEEL EN DEURNESEPEEL	SBB	J
47	MEINWEG	SBB	J
53	OOSTERSCHDELDE	STAAT	nvt
55	REGTE HEIDE EN RIELSE LAAG	Landschap	M
56	RINGSSELVEN EN KRUISPEEL	NM	nvt
59	SAVELSBOS	SBB	nvt
62	ST. PIETERSBERG EN JEKERDAL	NM	G
63	STRABRECHTSE HEIDE EN BEUVEN	SBB	M
66	VLIJMENS VEN, MOERPUTTEN EN BOSSCHE BROEK	SBB	J
67	VOORDELTA	STAAT	nvt
68	VOORNES DUIN	NM	N
71	WEERTERBOS	Landschap	J
80	ABDIJ LILBOSCH EN VOORMALIG KLOOSTER MARIAHOOP	-9999	nvt
88	BOSCHHUIZERBERGEN	-9999	nvt
90	BUNDER- EN ELSLOERBOS	SBB	N
94	GELEENBEEKDAL	NM	M
99	HOLLANDS DIEP (OEVERLANDEN)	STAAT	nvt
103	KUNDERBERG	SBB	nvt
104	LANGSTRAAT BIJ SPRANG-CAPELLE	SBB	J
111	NOORBEEMDEN EN HOOGBOS	NM	M
113	OEFFELTERMEENT	SBB	nvt
120	ROERDAL	SBB	M
121	SARSVEN EN DE BANEN	Landschap	M
123	SWALMDAL	SBB	M
125	ULVENHOUTSE BOS	SBB	M
133	ZELDERSCHE DRIESSEN	-9999	nvt
135	BOEZEM VAN BRAKEL, POMPELD EN KORNISCHE BOEZEM	Landschap	nvt
138	ST. JANSBERG	NM	M

J=Ja, N=Nee, M = Mogelijk 'at risk', nvt = niet van toepassing, -9999 = nog onbekend

Deze informatie is vervolgens gebruikt om de grondwaterlichamen te klassificeren. Dit is gedaan door te kijken welke grondwaterlichamen habitatrichtlijngebieden bevatten die 'at risk' zijn. In de huidige benadering kan een groot grondwaterlichaam als 'at risk' worden aangemerkt op basis van een klein habitatrichtlijngebiedje. We moeten ons echter wel een aantal zaken realiseren:

1. Het rood kleuren van een groot grondwaterlichaam op basis van een klein gebied wil natuurlijk niet zeggen dat in het gehele grondwaterlichaam maatregelen moet worden getroffen. Hoewel de benadering "one out, all out" wellicht een pessimistisch beeld lijkt te geven maakt het voor de inspanning aan maatregelen die moet worden geleverd niets uit. Die zal zich moeten richten op herstel van het desbetreffende bedreigde habitatrichtlijn gebied. Daarbij kan worden beredeneerd dat het beter is rode grondwaterlichamen te hebben die we in de komende tijd met een haalbaar pakket aan maatregelen groen kunnen krijgen, dan groene grondwaterlichamen die achteraf rood blijken te zijn, of rode grondwaterlichamen die rood zijn en blijven.
2. De huidige inschatting van schade is al een onderschatting doordat er nog geen uitspraken zijn gedaan op basis van de vogelrichtlijngebieden en doordat de overige verdroogde natuurgebieden niet zijn beschouwd bij de toestandsbeoordeling.
3. Er kan natuurlijk ook worden gekozen voor een ander 'at risk' criterium dan het "one out, all out" criterium. Zo kan worden overwogen om een bepaalde arbitraire grens te hanteren (bijvoorbeeld: **Als** > 1/3 van de HR gebieden in het grondwaterlichaam 'at risk' **dan** grondwaterlichaam 'at risk'). Hierdoor zijn echter niet alle HR gebieden beschermd hetgeen vanuit de habitatrichtlijn tot bezwaren leidt.
4. Alsnog kleine grondwaterlichamen gaan onderscheiden rondom VHR gebieden is zeker geen oplossing om tot groene grondwaterlichamen te komen. De meeste (grote) grondwaterlichamen worden namelijk toch rood als gevolg van de nitraatproblematiek. Het afbakenen van grondwaterlichamen op basis van de ligging van HR gebieden is daarbij een hachelijke zaak aangezien we vaak niet precies weten door welke grondwatersystemen (diep? ondiep?) een HR gebied precies wordt beïnvloed. Daarnaast vergroot dit ook aanmerkelijk de administratieve last t.a.v. de karakterisering en de controle vanuit de EC.

b) Chemische toestand

De verschillende gegevens voor een risicoanalyse ten aanzien van stikstof- en fosfor-verbindingen zijn uitgewerkt in Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Gegevens van de GWL in het stroomgebied voor de risicoanalyse

GWL	gem. NO ₃ conc. in EWL mg/l (als NO ₃)	Uitspoeling N-t naar drainerend open water mg/l (als N)	Uitspoeling P-t naar drainerend open water mg/l (als P)
6 zand Maas	96	7	0.16
13 kleiv.Maas	57	15	0.18
17 duin Maas	18	1	2.8
19 krijt Maas	84	10	0.06

Voor het stroomgebied gelden de volgende overwegingen op basis van Tabel 5.2:

- De gemiddelde nitraatconcentraties in het bovenste grondwater van de zandgebieden, die het EWL uitmaken van de bijbehorende GWL-6, zijn (veel) hoger dan 50 mg/l. Bovendien overschrijdt de afvoer van stikstof en fosfor naar het open water de richting-gevende waarden uit de Vierde Nota Waterhuishouding.
Conclusie: het zandige GWL-6 is "at risk" vanwege te hoge nitraatconcentraties op het EWL en eveneens vanwege een te hoge belasting met N van het drainerende oppervlaktewater.
- Het bovenste GWL13 in de klei- en veengebieden is "at risk" aangezien dat niet voldoet aan de eis dat de gemiddelde concentratie in het grondwater minder moet zijn dan 2.2 mg/l (Vraag 2). De gemiddelde concentratie van fosfaat in het naar het open water toestromende grondwater is licht hoger is dan 0.15 mg/l (als P). *Conclusie: het klei-veen GWL 13 is "at risk" vanwege te hoge concentraties van N-totaal in de afvoer naar het oppervlaktewater.*
- Het duin GWL17 is "at risk" vanwege te hoge concentraties van fosfor in het grondwater dat naar het drainerende oppervlaktewater (in de vroongronden) toestroomt.
- GWL-19 in Zuid-Limburg is "at risk" omdat de gemiddelde nitraatconcentraties in het bovenste grondwater (veel) hoger zijn dan 50 mg/l. Dit blijkt behalve uit de waarnemingen op het EWL ook uit het ondiepe grondwater bemeten in het LMG en de vele bronnen die de Plateaus van Zuid-Limburg ontwateren. *Conclusie GW-19 in Zuid-Limburg is "at risk" vanwege te hoge nitraatconcentraties in het bovenste grondwater en de daaruit volgende toestroming naar de bronnen.*

Samenvatting

In de onderstaande tabellen worden de resultaten voor de risicobeoordeling samengevat. In Figuur 5.2 is ruimtelijk aangegeven welke grondwaterlichamen 'at risk' zijn.

Tabel 5.3 Risicobeoordeling voor kwantitatieve aspecten.

nr	Naam	Kwantiteit* (J=Ja, M=Misschien, N=nee)			
		at risk vr1	at risk vr 2	at risk vr 3	at risk
6	zand Maas	N	-	J	J
13	kleiv Maas	N	-	J	J
17	duin Maas	N	-	M	M
19	krijt Maas	N	-	J	J

Tabel 5.4 Risicobeoordeling voor kwalitatieve aspecten.

nr	Naam	Kwaliteit** (J=Ja, M=Misschien, N=nee)			
		at risk vr1	at risk vr 2	at risk vr 3	at risk
6	zand Maas	J	J	-	J
13	kleiv Maas	J	J	-	J
17	duin Maas	J	J	-	J
19	krijt Maas	J	J	-	J

Tabel 5.5 Uiteindelijke risicobeoordeling grondwaterlichamen

nr	Naam	Kwaliteit	Kwantiteit	TOTAAL
		at risk	at risk	at risk
6	zand Maas			
13	kleiv Maas			
17	duin Maas			
19	krijt Maas			

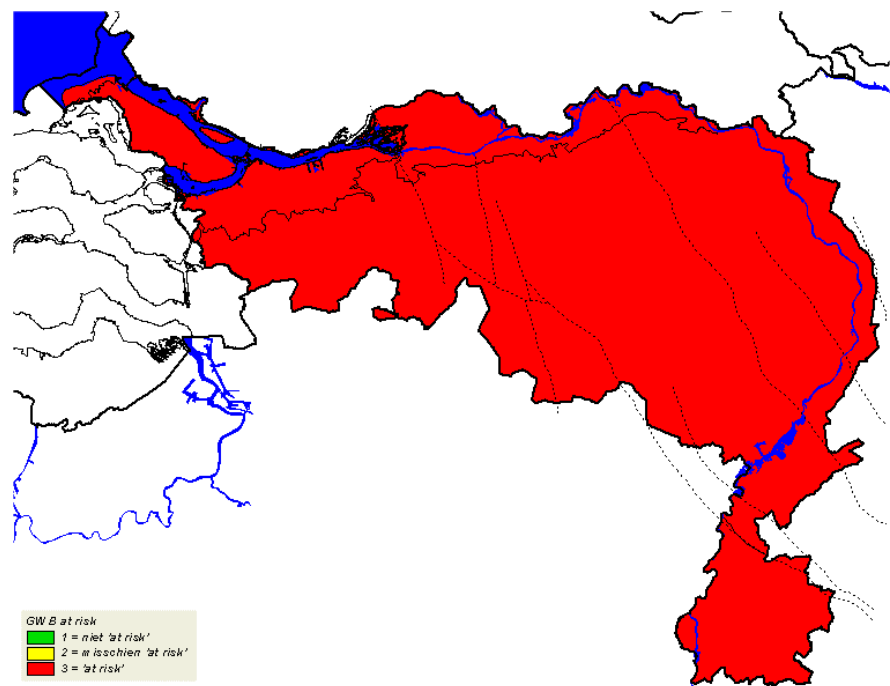
*

1. Is de grondwateronttrekking op de lange termijn in evenwicht met de grondwateraanvulling?
2. Ondergaat de grondwaterstand geen zodanige antropogene verandering dat de milieudoelstellingen volgens art 4 voor oppervlaktewateren niet worden bereikt, dan wel dat de toestand van die wateren significant achteruitgaat?
3. Ondergaat de grondwaterstand geen zodanige antropogene verandering dat significante schade wordt toegebracht aan de terrestrische ecosystemen die rechtstreeks van het grondwaterlichaam afhankelijk zijn?

**

1. Wat is het risico dat de kwaliteit van het grondwater niet voldoet aan de grenswaarden zoals die uit de KRW naar voren komen?
2. Wat is het risico dat de grondwaterkwaliteit een verslechtering oplevert voor aquatische ecosystemen die afhankelijk zijn van de toestroming van grondwater?
3. Wat is het risico dat de kwaliteit van het grondwater een verslechtering oplevert voor terrestrische ecosystemen die afhankelijk zijn van het grondwater?

In kaart 22 is de kaart met de huidige toestand van de grondwaterlichamen aangegeven.



Figuur 5.2 Overzichtskarta van de grondwaterlichamen met het risico van het niet bereiken van goede toestand in 2015

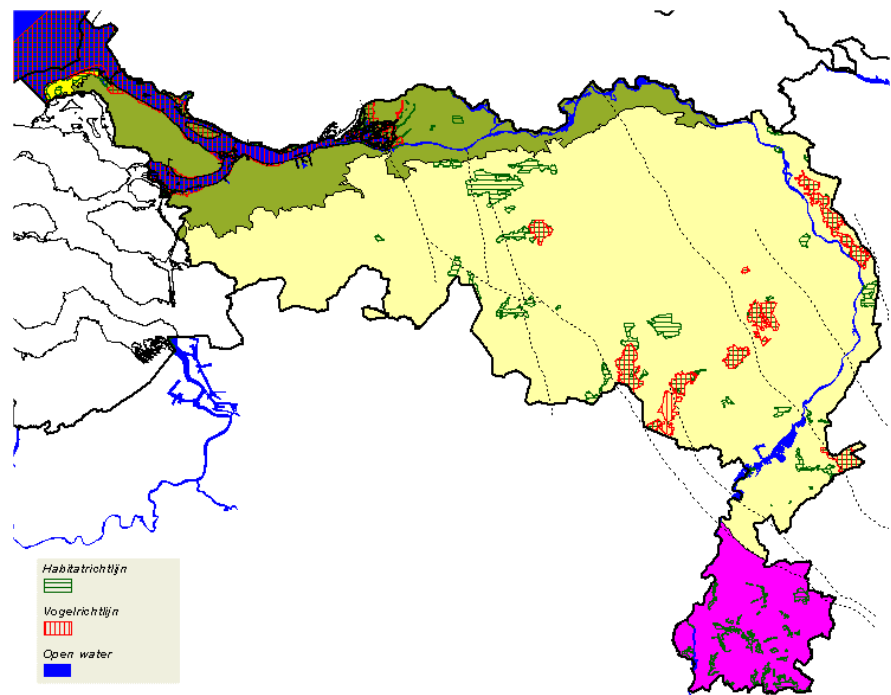
6 Beschermde gebieden

6.1 Waterlichamen met onttrekking voor menselijke consumptie

Deze kaart zal conform het LBOW besluit van 17 mei 2004 volgens optie 2 worden uitgewerkt. Dit zal gebeuren door de regio.

6.2 Beschermde gebieden voor soorten en habitats

Gebieden aangewezen ten behoeve van de Habitatrichtlijn en Vogelrichtlijn zijn weergegeven in Figuur 6.1



Figuur 6.1 Beschermde gebieden volgens Habitat- en vogelrichtlijn.

7 Leemten in kennis en gegevens

7.1 Technische gegevens

Er zijn nog enkele duidelijke "losse einden" te identificeren ten aanzien van de rapportage, c.q. aandachtspunten voor de verdere implementatie van de KRW in Nederland.

- De begrenzingen van de zandige grondwaterlichamen berusten op eenvoudige schematiseringen. In een aantal gevallen zijn verticale open hydrologische grenzen aanwezig waarover grondwater van het ene GWL naar het andere stroomt (bijv. Gooi- en Vecht streek). Deze grenzen en stromingen dienen nader te worden bepaald.
- De bovengrens van de zandige GWL dient nader vastgesteld te worden in gevallen dat een dunne afdekkende kleilaag aanwezig is. Nu is tamelijk willekeurig gesteld dat de afdekkende laag bij het zandige GWL behoort als afdekkende klei- en/of veenlagen dunner zijn dan 3 m. Dit aspect verdient nadere beschouwing.
- De ondergrens van de zandige GWL is bij de praktisch ondoorlatende basis van het geohydrologische systeem gelegd. Deze basis heeft echter een verschillend karakter in diverse delen van Nederland, die nader moet worden vastgelegd.
- De (globale) geohydrologische karakterisering is afgeleid van de landelijke NAGROM schematisatie. Dit was noodgedwongen aangezien ten tijde van de analyse alleen dit bestand op landelijk consistente wijze ontsloten en beschikbaar was. Voor toekomstige analyses wordt aanbevolen gebruik te maken van het REGIS data 2 model wat naar verwachting in de loop van 2005 gereed zal komen.
- De relatie tussen grondwater en oppervlaktewater is voor stikstof- en fosfaatverbindingen uitgewerkt met behulp van een eenvoudig model. Dit aspect is echter belangrijk voor de karakterisering. Het onderdeel heeft ook weinig aandacht gekregen vanwege onduidelijkheid rondom de milieudoelstellingen voor het oppervlaktewater. Deze relatie moet nader worden onderzocht nadat meer duidelijkheid is geschapen over de doelstellingen voor het oppervlaktewater.
- Nederland heeft geen gevolg gegeven aan de aanbeveling in Art.17 om aanvullend grenswaarden te bepalen voor stoffen die niet in EU regelgeving zijn genoemd.
- De afstemming bij de bepaling van grensoverschrijdende grondwaterlichamen is nog niet afgerond. De karakterisering van deze grondwaterlichamen is onvolledig. Richting en grootte van de grensoverschrijdende stroming en mogelijke effecten op het milieu dienen te worden vastgesteld in samenspraak met de buurlanden.
- De Vogelrichtlijngebieden zijn nog niet gekarakteriseerd.
- Beheer en onderhoud van de gegevens gebruikt voor de karakterisering zijn niet geregeld. Er zijn geen afspraken gemaakt hoe hier in de toekomst mee om te gaan. Met name voor de deelstroomgebieden Rijn-Oost, -West, -Midden en -Noord is het zinvol om een eenduidig format te hanteren zodat de informatie op

efficiënte wijze naar stroomgebieddistrictsniveau kan worden opgeschaald.

- Er is nog onvoldoende duidelijk hoe dient te worden omgegaan met derogatie c.q. lagere doelstellingen. Wat worden die lagere doelstellingen? Wat is realiseerbaar voor 2015 en wat daarna?
- Nadere aandacht dient te worden besteed aan het vaststellen van haalbare doelstellingen voor de VHR gebieden. De risico- en toestandsbepaling is nu gebaseerd op een “quick scan” van deskundigen. Er is een locatie specifieke verdiepingsslag nodig waarbij niet alleen gekeken wordt naar natuur-technische aspecten, maar ook naar sociaal-maatschappelijke (draagvlak) en financieel-economische aspecten (maatregelen betaalbaar?).
- Intrusie van zout water is onvoldoende beschreven bij “menselijke belasting” en dit geldt ook voor het voorkomen en de aard van brak grondwater.
- De interpretatie van de KRW voor de risicoanalyse (onder andere wat betreft “one out, all out”) verdient nadere beschouwing.

7.2 Verschilpunten

De regio heeft de informatie van de “grote” grondwaterlichamen grotendeels overgenomen en ingebracht voor bestuurlijke goedkeuring. Er zijn wel in enige mate verschillen mogelijk tussen de rapportage van de regio en dit rapport. Deze worden hieronder genoemd en verklaard.

1. In dit rapport wordt er van uitgegaan dat de kwantitatieve toestand van de grote grondwaterlichamen zand, krijt en klei/veen “at risk” is vanwege significante schade aan grondwaterafhankelijke terrestrische ecosystemen. In de rapportage van de regio wordt uitgegaan van “mogelijk at risk”. De regio wil dit aspect nader gaan kwantificeren.
2. Volgens de regio is de bepaling van de chemische toestand van grote grondwaterlichamen op basis van de relatie tussen grondwater en oppervlaktewater onvolledig. Zij gaan er daarom vanuit dat de grote grondwaterlichamen voor dit aspect “mogelijk at risk” zijn. In dit rapport is een expliciet criterium gehanteerd waarbij is uitgegaan van landelijk generieke normen voor totaal-P en totaal-N voor het oppervlaktewater conform de Vierde Nota Waterhuishouding. Op basis van de overschrijding van deze normen zijn de grote grondwaterlichamen voor wat betreft hun chemische toestand als “at risk” aangemerkt.

8 Referenties

.....

Boumans Leo J.M. Dico Fraters en and Gerard van Drecht, 2004, Nitrate leaching in agriculture to upper groundwater in the sandy regions of the Netherlands during the 1992-1995 period, Environmental Monitoring and Assessment

CIW, 1999. Kleine grondwaterwinningen. Advies over de aanpak van de toename in kleine grondwaterwinningen. Werkgroep IV, Commissie Integraal Waterbeheer, Den Haag.

De Bakker H. en M.W. van den Berg, 1982. Proceedings of the symposium on peat lands below sea level, ILRI, Wageningen

Dufour F.C., 1998. Grondwater in Nederland, onzichtbaar water waarop wij lopen. Geologie in Nederland, deel 3. Uitgave NITG-TNO, Delft, ISBN 9067435368.

EC, 2003. Horizontal guidance document on the application of the term "water body" in the context of the Water Framework Directive. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), 15 januari 2003, Brussels.

EC-LNV, 2000. Provinciale natuurdoelen op de kaart; eindrapportage van het project doeltoewijzing (implementatie programma beheer). projectgroep doeltoewijzing. EC-LNV, Den Haag / Wageningen

KIWA, 2004. Kwaliteit van de KRW-grondwaterlichamen op de diepte van de Nederlandse drinkwaterwinningen. KWR 04.014, KIWA, Nieuwegein.

Kremers A.H.M. en F.C. van Geer, 1998. Monitoring Actuele Grondwaterstanden 1998. Het grondwaterstandsverloop afgezet tegen de historische grondwaterkarakteristiek voor een aantal meetlocaties in Nederland en in 'verdrogingsgebieden'. NITG-TNO 99-103-B, Delft.

Kremers A.H.M. en F.C. van Geer, 2000. Trendontwikkeling Grondwater 2000 (analyseperiode 1955-2000), NITG-TNO 00-184-B, NITG-TNO Delft.

Kroon, T., P. Finke, I. Peereboom & A. Beusen, 2001. Redesign STONE: De nieuwe schematisatie voor STONE, de ruimtelijke indeling en de toekenning van hydrologische en bodemchemische parameters, RIZA rapport 2001.017, Lelystad.

Meinardi C.R., 1994. Groundwater recharge and travel times in the sandy regions of the Netherlands, Proefschrift VU, ook RIVM rapport 715501004

Meinardi C.R., C.G.J. Schotten (2004), Stromen van water en stikstof door de bodem naar het open water, (RIVM rapport in prep.)

Meinardi C.R., G.J. Born, L.J.M. Boumans, B. Fraters, J.P.A. Lijzen, A.M.A. van der Linden, P.F.M. Otte, H.F. Reijnders, C.G.J. Schotten, C.W. Versluijs (2004), Grondwaterkwaliteit in grondwaterlichamen voor de Kaderrichtlijn Water in Meinardi et al (2005), Basisdocument Grondwater voor de Kaderrichtlijn Water, RIVM rapport in voorbereiding).

Meinardi en Van den Eertwegh, 1995. Nutrient flows from the soil to draining surface water, Acta Un. Carolinae Geologica 39, p337

Otte P.F., J.P.A. Lijzen, C.W. Versluijs (2004), Verkenning grondwaterkwaliteit in het stedelijk gebied voor de Kaderrichtlijn Water, RIVM/ LERnotitie 03/04

Oude Essink, G.H.P., 1996. Impact of sea level rise on groundwater flow regimes. A sensitivity analysis for the Netherlands. proefschrift, Technische Universiteit Delft.

RIVM, CBS, 2001. Milieucompendium.

Rolf, H.L.M., 1989. Verlaging van de grondwaterstanden in Nederland. Onderzoek van DGV-TNO in opdracht van het Ministerie van Verkeer & Waterstaat

TNO, 1996. Landelijke Hydrologische Systeemanalyse, deelrapport 5. Deelgebied Noord-Brabant/Limburg. GG-R-96-66(B), Delft.

VROM, 1995. Beleidsplan Drink- en Industrierwatervoorziening. deel 3 Kabinetsstandpunt, Den Haag.

Internet

EU Kaderrichtlijn Water (2000/60/EG).
http://europa.eu.int/comm/environment/water/water-framework/index_en.html

de Habitatrichtlijn (92/43/EEG).
<http://europa.eu.int/scadplus/leg/nl/lvb/l28076.htm>

de Vogelrichtlijn (79/409/EEC)
<http://europa.eu.int/scadplus/leg/nl/lvb/l28046.htm>

Gebiedendocument van LNV
<http://www2.minlnv.nl/thema/groen/natuur/natura2000/gebieden/habgebieden.htm>

STOWA Waternood-systematiek
<http://www.stowa.nl/waternood>

9 Bijlagen

Bijlage 1. Overzicht van Nederlandse habitattypen

type omschrijving

- 1110 Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken
- 1130 Estuaria
- 1140 Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten
- 1160 Grote, ondiepe kreken en baaien
- 1310 Eenjarige pioniersvegetaties van slik- en zandgebieden met *Salicornia* spp. en andere zoutminnende soorten
- 1320 Schorren met slijkgrasvegetatie (*Spartinion maritimae*)
- 1330 Atlantische schorren (*Glauco-Puccinellietalia*)
- 2110 Embryonale wandelende duinen
- 2120 Wandelende duinen op de strandwal met *Ammophila arenaria* ("witte duinen")
- 2130 Vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie ("grijze duinen")
- 2140 Vastgelegde ontkalkte duinen met *Empetrum nigrum*
- 2150 Atlantische vastgelegde ontkalkte duinen (*Calluno-Ulicetea*)
- 2160 Duinen met *Hyppophaë rhamnoides*
- 2170 Duinen met *Salix repens* ssp. *argentea* (*Salicion arenariae*)
- 2180 Beboste duinen van het Atlantische, continentale en boreale gebied
- 2190 Vochtige duinvalleien
- 2310 Psammofiele heide met *Calluna*- en *Genista*-soorten
- 2320 Psammofiele heide met *Calluna*-soorten en *Empetrum nigrum*
- 2330 Open grasland met *Corynephorus*- en *Agrostis*-soorten op landduinen
- 3110 Mineraalarme oligotrofe wateren van de Atlantische zandvlakten (*Littorelletalia uniflorae*)
- 3130 Oligotrofe tot mesotrofe stilstaande wateren met vegetatie behorend tot het *Littorelletalia uniflorae* en/of *Isoëto-Nanojuncetea*
- 3140 Kalkhoudende oligo-mesotrofe wateren met bentische *Chara* spp. vegetaties
- 3150 Van nature eutrofe meren met vegetatie van het type *Magnopotamion* of *Hydrocharition*
- 3160 Dystrofe natuurlijke poelen en meren
- 3260 Submontane en laagland rivieren met vegetaties behorende tot het *Ranunculion fluitantis* en het *Callitricho-Batrachion*
- 3270 Rivieren met slikoevers met vegetaties behorende tot het *Chenopodietum rubri* p.p. en *Bidention* p.p.
- 4010 Noord-Atlantische vochtige heide met *Erica tetralix*
- 4030 Droge Europese heide
- 5130 *Juniperus communis*-formaties in heide of kalkgrasland
- 6110 Kalkminnend of basifiel grasland op rotsbodem behorend tot het *Alysso-Sedion albi*
- 6120 Kalkminnend grasland op dorre zandbodem
- 6130 Grasland op zinkhoudende bodem behorend tot het *Violetalia calaminariae*

- 6150 Boreo-alpien silicicool grasland
- 6210 Droge half-natuurlijke graslanden en struikvormende-facies op kalkhoudende bodems (*Festuco Brometalia*) (*gebieden waar zeldzame orchideeën groeien).
- 6230 Soortgelijke heischrale graslanden op arme bodems van berggebieden (en van submontane gebieden in het binnenland van Europa).
- 6410 Grasland met *Molinia* op kalkhoudende, venige, of lemige kleibodem (Eu-Molinion).
- 6430 Voedselrijke zoomvormende ruigten van het laagland, en van de montane en alpiene zones.
- 6510 Laaggelegen schraal hooiland (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*)
- 7110 Actief hoogveen.
- 7120 Aangetaast hoogveen waar natuurlijke regeneratie nog mogelijk is
- 7140 Overgangs- en trilveen.
- 7150 Slenken in veengronden met vegetatie behorend tot het *Rhynchosporion*
- 7210 Kalkhoudende moerassen met *Cladium mariscus* en soorten van het *Carex davalliana*
- 7220 Kalktufbronnen met tufsteenformatie (*Cratoneurion*)
- 7230 Alkalisch laagveen.
- 9110 Beukenbossen van het type *Luzulo-Fagetum*
- 9120 Zuurminnende Atlantische beukenbossen met ondergroei van *Ilex*-os soms *Taxus* (*Quercion robori-petraeae* of *Ilici-Fagion*)
- 9160 Sub-Atlantische en midden-Europese wintereikenbossen of eikenhaagbeukenbossen behorend tot het *Carpinion-betuli*
- 9190 Oude zuurminnende eikenbossen op zandvlakten met *Quercus robur*
- 91D0 Veenbossen
- 91E0 Alluviale bossen met *Alnus glutinosa* en *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)
- 91F0 Gemengde bossen langs grote rivieren met *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *Fraxinus excelsior* of *Fraxinus angustifolia* (*Ulmunion minoris*)

Bijlage 2. Beschrijving Habitatrichtlijngebieden (92/43/EEG)

4 Bemelerberg en Schiepersberg

Zeer waardevolle graslanden op steile kalkhelling. Niet grondwaterafhankelijk.

5 Biesbosch

Nationaal park de Biesbosch is een omvangrijk moerasgebied (zoetwatergetijdengebied of “wetland”) bestaande uit een stelsel van kreken en rivieren en daartussen eilanden met grotendeels wilgenbossen, afgewisseld met graslanden, rietvelden en ruigte. De vegetaties zijn veelal eutroof. Het gebied is vooral van belang voor vogels en zoogdieren. Het gebied is als verdroogd aangemerkt. Door de aanleg van de Haringvlietsluis is de Biesbosch sterk veranderd. Met het instellen van het spuibeheer werd de getijslag van circa. 1,8 meter gereduceerd tot ongeveer 0,3 meter. Daar bovenop werd de gemiddelde waterstand met 0,4 meter verhoogd. De geringere overspoelingsfrequentie deed de grondwaterspiegel dalen, waardoor er verdroging, versnelde rijping en inklinking van de bodem optrad.

Waren voorheen de processen van erosie en sedimentatie met elkaar in evenwicht, sinds de afsluiting streeft het systeem naar een nieuw evenwicht. De geulen worden geleidelijk opgevuld met sediment en door de geconcentreerde golfaanval kalven de oevers af. De geleidelijke overgangen van land naar water zijn hierdoor voor het merendeel verdwenen. De gewijzigde stroomsnelheden (een groot deel van het jaar is het bekken semi-stagnant) hebben een aanzienlijke sedimentatie veroorzaakt van, vooral in de jaren 1970 tot 1975 sterk verontreinigd, slib. De zandplaten kwamen boven water te liggen en de rietgorzen verruigden. De bovengenoemde aantasting van de oevers door golfaanval was zo hevig dat de biezen en riet na de afsluiting in een tijdsbestek van 10 jaar vrijwel volledig verloren zijn gegaan. Gebied is vooral door oppervlaktewater gestuurd.

8 Brunssummerheide

Sterk heuvelachtig terrein met bossen, beeklopen, venen, vennetjes, heidevelden en landbouwgronden. Delen van de Brunssummerheide zijn zeer vochtig tot nat. Natte en vochtige heide is er goed ontwikkeld (beenbreek, wolfsklauw). Het gebied omvat het zeer waardevolle brongebied van de Roode Beek en is ook zeer waardevol om zijn herpetofauna. Delen van het gebied heeft te kampen met verdroging door te lage grondwaterstanden vanwege ontwatering in de omgeving t.b.v. de landbouw. Huidige toestand is evenwel als relatief goed te typeren. Het gebied wordt daarom gekenmerkt als niet “at risk”.

15 Duinen Goeree

Binnen dit kalkrijke duingebied liggen enkele natuurreservaten (bv. Het Onland ten westen van Ouddorp, De Westduinen, etc) waaronder gebieden met botanisch waardevolle natte duinvalleien. De goede waterkwaliteit van de poelen geeft ruimte aan bijzondere levensgemeenschappen van kalkhoudend, zwak brak water. Talrijk aanwezig is de rugstreeppad, terwijl de flora soorten bevat als ongedoord hoornblad en ondergedoken moerasscherm. De Westduinen zijn botanisch gezien van groot belang, al is het alleen al

door het voorkomen van de herfstschroeforchis, waarvan Nederland slechts twee vindplaatsen kent. Een aantal van deze gebieden zijn in meer of mindere mate aangemerkt als verdroogd. Oorzaak is de te lage grondwaterstanden door de grondwaterwinning "Middel-/Oostduinen" en de drainerende werking van nabijgelegen polders. Er zijn diverse maatregelen ondernomen (vermindering grondwaterwinning, toename duininfiltratie, maaiveldverlaging). Toestand van het gebied is evenwel aangetast en mogelijk 'at risk'.

Het habitatrictlijngebied "15 Duinen Goeree" bevat ook het reservaat "Kwade Hoek". Dit dynamische getijdengebied werd vroeger 'de kwaaien hoek' genoemd vanwege de verraderlijke stroming. Aan de noordoostkant liggen slikken, schorren en kreken waar zoutminnende planten als lamsoor en echt lepelblad groeien. Hier broeden grutto, kluut en tureluur.

28 Geuldal

Het Geuldal is een diep uitgesleten beekdal in het Zuid-Limburgse heuvelland. Het betreft een vrij groot gebied. Het planten- en dierenleven is erg gevarieerd door de afwisseling in bodemgesteldheid en natte en droge delen. Door de jarenlange invloed van de Belgische zink- en loodmijnen komt er plaatselijk een zogeheten zinkflora voor met planten als zinkviooltje en zinkboerenkers. Dwars door het Geuldal loopt de Geul die gevoed wordt door 130 zijbeken, waaronder de Terzieterbeek. Bovendien wordt deze beek gevoed door oppervlakkige afstromingen die langs een helling naar beneden lopen. Het meanderende water zorgt voor steile buitenbochten. Soms stort er een stukje van de oever in het water. Vrij veel hellingen van het gebied zijn gedraineerd alsook lagergelegen percelen waardoor kwelsituaties verdwenen zijn. Het Brakerberggebied is een droogdal en bevat geen waterloop. Het gebied van Ingendaal is een natuurontwikkelingsgebied en in beheer bij het provinciaal landschap. Het betreft een inundatiegebied. Verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit is slecht voor de kwijnende zinkflora. Sommige gebieden zijn beroemd om hun rijkdom aan orchideeën (op vochtige, voedselarme zwak zure tot basische bodem). In het Geuldal worden maatregelen doorgevoerd gericht op meandering van de Geul ("loslaten van de Geul"). De toestand van het gebied is overwegend matig tot goed en niet at risk.

29 Grensmaas

Het Grensmaasgebied ligt op de grens van Nederland en België. In het gebied wil men grindwinning combineren met natuurontwikkeling (zie www.demaaswerken.nl). Het Eindplan Grensmaas laat de Grensmaas weer vrij, zodat zij een gedeelte van haar oorspronkelijke breedte kan herwinnen. Rivierverbreding zal zorgen voor een forse daling van hoogwaterpieken en meer veiligheid voor de omliggende dorpen. Uiteindelijk moet zo een groot aaneengesloten natuurgebied van 1250 hectaren ontstaan. Wanneer de koppeling gemaakt kan worden met de plannen aan de Vlaamse kant (plan "Levende Grensmaas") kan het nieuwe rivierpark zelfs uitgroeien tot meer dan 3000 hectaren nieuwe natuur. Verwacht wordt dat zeldzame dieren als de bever, zwarte wouw en de rugstreeppad dan definitief terugkeren langs de Grensmaas. De voorgenomen grindwinning kan volgens een MER-studie echter wel matig tot sterk negatieve effecten opleveren voor een aantal

verdrogingsgevoelige natuurgebieden in het achterland (Bunderbos, 't Brook, Grasbroek en Maaswinkel). Hierdoor moet het gebied worden aangemerkt als mogelijk 'at risk'.

31 Groote Heide - De Plateaux

Het natuurgebied Groote heide omvat naaldbossen, heide en vennen. Het natuurgebied Plateaux ligt op de overgang van droge zandgronden naar het vochtige beekdal van de Dommel. Samen met het Belgische natuurgebied Hageven vormt het een geheel. De Plateaux heeft een afwisselend landschap, met bos, heide, vloeiwiden en landbouwgrond. Met name de vloeiwiden hebben een interessante, grondwaterafhankelijke flora (o.a. herfststijloos). In het vochtige Hageven liggen moerassen, rietvelden, broekbossen en poelen. Het gebied is bijzonder voor wat betreft libellen. Door de zeer verschillende landschappen in het gebied, kom je hier ook wat betreft planten, vlinders en vogels een afwisselende hoeveelheid aan zeldzame soorten tegen. Het gebied is verdroogd door lage grondwaterstanden a.g.v. de landbouw. Toestand is slecht en mogelijk 'at risk'.

32 Groote Peel

Het Nationale park De Groote Peel bestaat uit een aaneengesloten restant hoogveen van ongeveer 1500 ha. De landschappelijke openheid en de alom bekende en bijzondere vogelrijkdom maken het tot een bijzonder gebied. In het gebied liggen vele veenputten gevuld met veenmos en verschillende andere zeldzame soorten planten zoals zonnedauw, veenbes en lavendelheide. Daar waar het veen bijna helemaal weg is gegraven, zijn nu uitgestrekte vlakten met het alles overheersende pijpestrootje ontstaan. De drogere delen zijn soms begroeid met hoge adelaarsvaren. Op hooggelegen delen, waar het veen helemaal is weggegraven bleef enkel schraal zandgrond over waar struikheide groeit. Op verschillende plaatsen binnen het nationaal park heeft zich bos ontwikkeld. Het gebied is in sterke mate verdroogd door de intensieve drainage in de nabije omgeving ten behoeve van de landbouw en de vele onttrekkingen t.b.v. beregening. Daarnaast is de hoge atmosferische depositie van stikstof-verbindingen een bedreiging voor het voedselarme hoogveen. Er zijn diverse maatregelen genomen om het waterpeil in het gebied stabiel en hoog te houden. Desondanks is de toestand van het gebied slecht en zeker 'at risk' vanwege het kritische habitatype 7120.

33 Haringvliet

Gestuurd door oppervlaktewater. Niet grondwater afhankelijk.

35 Kampina , Oisterwijkse Bossen en Vennen

Bos, vennen, grasland op dekzand. Inclusief beekdalsysteem "de Smalbroeken". Dit gebied is verdroogd. In de Smalbroeken is sprake van stijghoogteverlaging (kwelvermindering). Hier licht mogelijk een relatie met waterwinning Oirschot. Daarnaast heeft dit gebied last van de ontwatering in nabijgelegen landbouwpercelen. Inundaties die vroeger in het beekdal optraden zijn niet meer mogelijk i.v.m. verslechterde waterkwaliteit van het beekwater. De natte/vochtige heide in het intrekgebied hebben te maken met te lage waterpeilen. Hydrologisch gezien is het gebied dus door de mens aangetast waardoor de huidige

toestand van het gebied als slecht mag worden gekenmerkt. In het gebied worden vennen (3110, 3130) en kalkrijke bossen met Galigaan (7210) nagestreefd. Met name habitatype 7210 is een zeer kritisch type waardoor het gebied zeker als “at risk” moet worden aangemeld.

36 Kempenland

Omvat droge bossen op dekzandruggen, natte en vochtige heideterreinen zoals Mispeleindsche en de Neterselsche hei gelegen tussen de Reusel en de Grote Beerze, en de Landschotsche heide gelegen tussen de Kleine en de Grote Beerze. Dit zijn (tegenwoordig) vooral schijnspiegelsystemen. Tevens omvat het gebied delen van het beekdal van de Reusel en de Grote Beerze. Deze gebieden zijn kwelafhankelijk. Op de heide terreinen liggen ook een groot aantal vennen. In het verleden waren deze gebieden veel natter maar zijn door de grootschalige ontginning verdroogd (circa 30 cm grondwaterstandsaling). Er zijn in de vennen maatregelen uitgevoerd in het kader van het project ‘Effectgerichte Maatregelen Verzuring’. Het gebied heeft te maken met ontwatering in het kwelgebied en ontwatering in het infiltratiegebied. Verder is er sprake van beekpeilverlaging. Huidige toestand is slecht en is mogelijk “at risk”.

40 Krammer-Volkerak

Gestuurd door oppervlaktewater. Niet grondwater afhankelijk.

41 Leudal

Beekdalsysteem in midden Limburg. Kwelafhankelijk. Gebied heeft last van beekpeilverlaging, beregening en ontwatering in het kwelgebied. Het leeuwendeel van het verdrogingsprobleem wordt veroorzaakt door het Lateraal Kanaal. Huidige toestand is slecht en het gebied is “at risk” vanwege het habitatype 91E0.

42 Loonse en Drunense Duinen, De Brand en de Leemkuilen

Het Nationale park de Loonse en Drunense duinen is een droog, grondwaterafhankelijk stuifduin complex. Het kwelafhankelijke natte gebied De Brand is een gevarieerd gebied in het dal van de Zandkantsche Leij en bestaat uit bossen en moerassen, afgewisseld met vochtige graslanden. Vooral het oostelijke deel is zeer vochtig met overgangen van open water tot moerasbos. Met name in dit deel, waar veel riet groeit, komen bijzondere vogels voor zoals waterral en blauwborstje. Het is één van de laatste en gaafste restanten van het vroegere typische Brabantse broeklandschap. De leemrijke bodem maakt veel gronden weinig doorlatend, samen met het op veel plaatsen opborrelende kwelwater zorgt het voor een hoge vochtigheidsgraad in het gebied het gehele jaar door. De jonge afwatering de Zandleij heeft voor een zekere verdroging gezorgd. Door ontginning in de omgeving, ontwatering en verlaging in de stijghoogte is de invloed van het kwelwater afgenomen. De Leemkuilen zijn nat en bevat zeer recent gegraven plassen geschikt voor watervogels. De Brand is verdroogd. Huidige toestand slecht en ‘at risk’ vanwege het habitatype 91E0.

43 Maasduinen

Nationaal park. Gebied is grotendeels infiltratiegebied maar omvat ook natte slenken met grondwaterafhankelijke natuur. Binnen het gebied is er

–naast de regionale grondwaterstand- sprake van een lokale schijngrondwaterspiegel, die zich heeft ingesteld boven de venige leemlaag die zich over het oudere laagterras heeft uitgespreid. Op de droge heideterreinen groeit struikheide, hier en daar afgewisseld met schapegras, schermhavikskruid en bochtige smele. Op de natte delen groeit dopheide met veenpluis, witte snavelbies en pijpenstrootje. Ook komen er vennen voor in dit gebied. De vennen in het noordelijk deel (Meeuwenven) staan nog met de regionale grondwaterspiegel in contact. Klein deel is verdroogd, waaronder berkenbroekbos. Probleem is ontwatering in het infiltratiegebied. Over het algemeen ontwateren de terrasbeken te sterk door de diepe ligging en hebben ze een verdrogend effect op de natte vegetaties in de omgeving. Onderdeel van de Maasduinen zijn broekbossen aan de Maaszijde. Lommerbroek staat onder druk als gevolg van verlagingen van het Maasdal (ontgrondingen). Gebied staat zeker onder druk vanwege habitattype 91D0. Huidige toestand is slecht en zeker "at risk".

45 Mariapeel en Deurnesepeel

Hoogveen restant. Dit gebied gaat vooruit na maatregelen (compartmentering en peilopzet) maar is nog steeds verdroogd. Heeft last van ontwatering en bemesting van een in het gebied gelegen landbouwenclave. Verder is er nog sprake van ontwatering in het infiltratiegebied en kanaalpeilverlaging. Huidige toestand is slecht en het gebied is mogelijk "at risk" vanwege het habitattype 7120.

47 Meinweg

Nationaal park. Terrassenlandschap bestaande uit een hoog-, midden en laagterras, gevormd door de Maas en doorsneden door de Roode Beek en Boschbeek. De Roode Beek en de Boschbeek hebben beide een natuurlijk, meanderend karakter. In de dalen van deze beken komt natte en vochtige loofhoutbegroeiing voor. Op de natste plekken groeien voornamelijk zwarte elzen met een rijke onderbegroeiing van slanke sleutelbloem, boswederik en goudveil. De belangrijkste bedreiging voor De Meinweg is de verdroging. Natte, voedselarme heide- en moerasvegetaties met de zeldzame gevlekte orchis, zonnedaauw, klokjesgentiaan en beenbreek, veranderen door verdroging in vergraste en verboste terreinen. Door de bijzondere geologische opbouw van De Meinweg met allerlei slecht doorlaatbare lagen in de ondergrond heeft wateronttrekking heel diep in de grond mogelijk slechts beperkt invloed op de waterstand in de bovenste lagen van de bodem. Verdroging in het gebied wordt geweten aan interne ontwatering van dalflanken en drasse plekken, de toegenomen bebossing sinds 1930, de waterwinningen in Rothenbach (steenkoolmijn) en de bruinkoolwinningen. Het brongebied van de Roode beek is niet optimaal (licht verdroogd). Het gebied heeft te lijden van de ontwatering van een binnen het gebied gelegen landbouwenclave. Er zijn compenserende maatregelen getroffen om de verdroging als gevolg van de Duitse bruinkoolwinning op te heffen. Vanwege de geconstateerde verdroging is de huidige toestand van het gebied aangemerkt als slecht en is het gebied "at risk" vanwege het habitattype 91E0.

53 Oosterschelde

Gestuurd door oppervlaktewater. Niet grondwater afhankelijk.

55 Regte Heide en Rielse Laag

De Regte Heide is gelegen op een ongeveer 1 km brede dekzandrug, die de waterscheiding vormt tussen de Oude Leij (de bovenloop van de Donge) en de Poppelsche Leij. De overgang van de Regte Heide naar het beekdal van de Oude Leij, het Riels Laag, is nauwelijks vergraven. Over een lengte van 3 km grenst dit dal direct aan de Regte Heide, wat een, voor Brabantse begrippen, spectaculair hoogteverschil oplevert. Het betreft hier een zeer zeldzame overgang van hoge, droge en voedselarme heide naar laag, nat en voedselrijk beekdal. Dit gebied heeft last van te lage stijghoogte en verlaging grondwaterstanden (is dat nog steeds zo of is het gebied inmiddels structureel verbeterd?) Daardoor huidige toestand slecht en mogelijk "at risk".

56 Ringselven en Kruispeel

Kruispeel bevat een hoogveenrestant. Voor dit gebied is een puur kunstmatige situatie ontstaan waarbij het geheel afhankelijk is geworden van kalkrijke kanaalkwel. Ook het Ringselven is een volledig Maaswater gevoed systeem geworden. Daardoor oppervlaktewater afhankelijk (en dus niet grondwaterafhankelijk).

59 Savelsbos

Helling bos. Niet grondwaterafhankelijk.

62 St. Pietersberg en Jekerdal

De St. Pietersberg is niet grondwaterafhankelijk, maar het Jekerdal wel. Het Jekerdal ontleent zijn bijzondere landschappelijke waarde aan het samengaan van natuur en cultuur. Tot circa de 30-er jaren was de aanwezigheid van watermolens zeer bepalend voor natte omstandigheden in het gebied. Na de 30-er jaren zijn er watermolens verdwenen en daarmee ook de zeer natte condities. De grondwaterwinning van de ENCI voegt aan de verdwijning van die natte condities verder niet zo veel toe. De omslag van kwel naar infiltratie door een verlaging van de regionale grondwaterstand leidt vanwege de aanwezigheid van kalk in de bodem op een korte tot middellange termijn niet tot verzuring van de standplaats. Op een lange termijn zouden hoog gelegen daldelen die niet inunderen met basenrijk beekwater door ontkalking wel kunnen verzuren. Gezien de "droge" natuurdoelen die voor het gebied zijn opgegeven is de huidige toestand van het gebied goed en niet "at risk".

63 Strabrechtse Heide en Beuven

De Strabrechtse Heide is een uitgestrekt, deels vochtig heidegebied op zandgrond. Aan de oostelijke zijde van het gebied (Lieropse Heide) vinden we enkele bossen. Het Beuven is een uitgebaggerd en geschoond ven. Dit gebied is verdroogd omdat het heeft te lijden van een verkleining van het stroomgebied (afkoppeling bovenstroomse deel), ontwatering in het kwelgebied, ontwatering in het infiltratiegebied, beekpeilverlaging, de vele grondwaterwinningen in de centrale slenk en de verhoogde verdamping (= verminderde grondwateraanvulling) agv de aanplant van naaldbos. Ook zijn er problemen met de waterkwaliteit in de Peelrijt. De verdroging wordt aangepakt door het dempen van greppels in het natuurgebied, het veranderen van de drainagemaatregelen van het

riviertje de Witte Loop dat door de Strabrechtse Heide stroomt en maatregelen om water in landbouwgebieden te conserveren. Voor de langere termijn wordt gemikt op het verbeteren van de kwaliteit van het water in de Peelrijt, zodat ook die weer via een oude bedding door de Strabrechtse Heide kan uitmonden in de Witte Loop. Huidige toestand is slecht en mogelijk 'at risk'.

66 Vlijmens Ven, Moerputten en Bossche Broek

Moerasgebied (veen) met wilgenstruwelen, rietvelden, graslanden en waterplassen. Gebied bevat blauwgraslanden. Stijghoogte is niet optimaal (verlaagd). Gebied heeft last van grondwaterwinning en ontwatering in de polder. Er is sprake van een vervanging van grondwater door rivierwater hetgeen leidt tot interne eutrofiering. Huidige toestand is slecht en zeker at risk vanwege habitatype 6410.

67 Voordelta

Gestuurd door oppervlaktewater. Niet grondwater afhankelijk.

68 Voornes Duin

Natte kalkrijke duinvalleien die nooit te leiden hebben gehad van grondwaterwinning. Gebied is botanisch zeer bijzonder. Huidige toestand is goed en niet at risk. Aanlag tweede Maasvlakte mogelijk toch een bedreiging voor in de toekomst?

71 Weerterbos

Bos op kalkrijke leemlagen op de grens van Limburg met Noord-Brabant, ten noordwesten van Weert. De vroeger aanwezige vennen waren veelal veranderd in dicht wilgenstruweel, maar zullen komende jaren geleidelijk worden hersteld waardoor de variatie in het moerasige bos enorm wordt vergroot. Huidige toestand is slecht en evenwel 'at risk'. Kritisch habitatype is 6410.

80 Abdij Lilbosch en Voormalig Klooster Mariahoop

Gebied is aangewezen vanwege de bescherming van de Ingekorven Vleermuis. Geen grondwaterafhankelijk habitattypen aangewezen.

88 Boschhuizerbergen

Gebied met o.a. heide. Aangewezen ten behoeve van de bescherming van de Jeneversbes. Niet direct grondwaterafhankelijk.

90 Bunder- en Elsloerbos

Hellingbos en elzenbroekbos (kwelafhankelijk). Door nabijgelegen vliegveld (Maastricht Aachen airport) is sprake van een verminderde infiltratie en is er ontwatering in het infiltratiegebied. De bronvegetatie is licht verdroogd (o.a. verslechterde waterkwaliteit a.g.v. meststoffen). Huidige toestand is goed en niet at risk.

94 Geleenbeekdal

Verspreid rond de Geleenbeek liggen natte graslanden, hellingbossen en moerasbosjes. Gebied is kwelafhankelijk maar verdroogd door peilverlaging in nabijgelegen polder of landbouwgebied, intensieve ont- of afwatering in het natuurgebied zelf. Huidige toestand is slecht en misschien 'at risk'.

99 Hollands Diep (Oeverlanden)

Gestuurd door oppervlaktewater. Niet grondwater afhankelijk.

103 Kunderberg

Niet grondwaterafhankelijk.

104 Langstraat bij Sprang-Capelle

Gebied was kwelafhankelijk maar zwaar verdroogd door ontwatering infiltratiegebied en kwelgebied. Daarbij is het gebied omgeslagen van kwelgebied naar infiltratiegebied! Is nu een peilhorst geworden. Last van verlaging kanaalpeil (Zuiderafwateringskanaal). Vervanging van grondwater door rivierwater waardoor interne eutrofiering. Huidige toestand is slecht en zeker 'at risk'. Kritisch habitatype is 7140.

111 Noorbeemden en Hoogbos

Gebied met kwelafhankelijk elzenbroekbos. Gebied is aangetast doordat het beekpeil is verlaagd door insnijding van de beek. Tevens zijn de flanken zwaar bemest (probleem met grondwaterkwaliteit). Huidige toestand is slecht en misschien 'at risk'.

113 Oeffeltermeent

Niet grondwaterafhankelijk

120 Roerdal

In hoofdzaak wordt het lagere Roerdal bedoeld, gelegen ten westen van de Heinsbergerweg in Melick; vervolgens vanaf de Roerbrug naar St Odilienberg, zijn het de lager gelegen gronden inclusief de gronden rond boerderij Beatrixhof, het Herkenbosscher Broek, Tussen de Bruggen en Eemsrade. Het betreft lager gelegen gronden en broekbosgebieden. Er is sprake van ontwatering van kwel- en infiltratiegebied. Tevens is er beekpeilverlaging, maar hiertegen worden maatregelen getroffen (beekpeilverhoging). De broekbossen zijn licht verdroogd. Huidige toestand is slecht en is mogelijk "at risk".

121 Sarsven en de Banen

Ten zuidoosten van Nederweert-Eind liggen drie vennen van Het Limburgs Landschap, het Sarsven, de Banen en de Schoorkuilen. Deze vennen worden omringd door verlandingszones, bossen en graslanden. Er is een enorm contrast tussen de Banen en het Sarsven. Het eerste ven is in 1992 gerestaureerd en in 1998 is het uitgebreid met een noordelijke uitloper: Op een deel van de oever is de verlandingsvegetatie teruggedrongen en is de voor vennen natuurlijke waterhuishouding hersteld. De Banen heeft een zeldzame kwelafhankelijke begroeiing met soorten uit het oeverkruidverbond. Het slecht doorlatende karakter van de relatief ondiep liggende lemlagen zorgt er voor dat het grondwater relatief oppervlakkig afstroomt naar de laagten waarin de vennen liggen. Dankzij de lemige aard van het doorstroomde pakket is dit grondwater van nature zwak gebufferd en is het iets aangerijkt. Daarnaast stroomt er in potentie vanuit de Noordervaart ook nog wat kalkrijk kanaalwater toe via de diepere ondergrond.

Het Sarsven daarentegen is nog steeds een voedselrijk ven. Het Sarsven wordt nog altijd gevoed door hard, eutroof inlaatwater vanuit

de Noordervaart, dat ongehinderd het ven in- en aan de zuidzijde weer uitstroomt. Daardoor kent deze plas ook geen natuurlijke peilfluctuatie meer, in tegenstelling tot het herstelde systeem van de Banen. Enkel in de randzone komen zuurdere omstandigheden voor. Huidige toestand van het Sarsven is slecht en misschien at risk.

123 Swalmdal

De beek de Swalm heeft zich ingesneden in een reeks rivierterrassen van Maas en Rijn. Deze terrassen zijn opgebouwd uit overwegend voedselarme, grofzandige en grindige afzettingen. Met name waar de Swalm of een van de zijbeken deze terrassen aansnijdt en aan de rand van de terrassen zijn kwellokaties en concentraties van bronnen. In het grootste deel van het stroomgebied is sprake van lokale kwel. Plaatselijk is echter sprake van regionale kwel die zich kenmerkt door vrij hoge concentraties opgeloste mineralen. Dit is met name het geval ten westen van Swalmen, waar de Swalm dicht bij de Peelrandbreuk ligt, een breukvlak tussen de aardschollen van de Peelhorst en de Roerdalslenk. In het gehele stroomgebied, maar met name in de bovenloop, nemen de kwelstromen sterk af. Dit wordt veroorzaakt door ontwatering van landbouwgebieden en in toenemende mate door het oppompen van grondwater om de Duitse bruinkoolgroeven droog te houden. De effecten van de bruinkool worden gecompenseerd. Tevens kan de aanleg van de A73 zorgen voor verdrogende effecten in verband met ontwatering. Huidige toestand is slecht en is mogelijk "at risk".

125 Ulvenhoutse Bos

Loofbos op leemgrond. Moet intermediair gebied zijn met in voorjaar kwel. Deze kwel treedt niet meer op. Buffercapaciteit van de bodem is eindig. Huidige toestand is slecht en is mogelijk "at risk".

133 Zeldersche Driessen

Merendeel van dit gebied is niet grondwaterafhankelijk, uitgezonderd de strook vegetatie langs de Niers (zijrivier van de Maas). Dit gebied is geselecteerd voor het ontwikkelen van kalkminnende vegetaties (stroomdalgraslanden). De vegetatie is hier vooral door het oppervlaktewater gestuurd. Gebied dus niet grondwaterafhankelijk.

135 Boezem Van Brakel, Pompveld en Kornsche Boezem

Niet grondwaterafhankelijk.

138 St. Jansberg

De zuidrand van het gebied is sterk verdroogd (De Geuldert) door het graven van de Grote Siep. Hierdoor is de drainagebasis verlaagd, de stijghoogte in het 1^e WVP is verlaagd waardoor kweldruk is verdwenen. De huidige toestand van dit voormalige kwelafhankelijke gebied is slecht en misschien 'at risk'.

Bijlage 3 - Aanpak beantwoording 'waterbalans-vraag'

Algemeen uitgangspunten

In essentie komt de waterbalans neer op: $IN = UIT + BERGING$, waarbij BERGING de verandering van het volume in de beschouwde periode is. De IN- en UIT-stroom zijn veel groter dan de BERGING. De nauwkeurigheid waarmee deze stromen bepaald kunnen worden is beperkt en de marges in de getallen zijn veel groter dan de bergingsterm. De berging kan derhalve niet uit de waterbalans bepaald worden. Als alternatief voor het schatten van de berging kunnen de veranderingen in grondwaterstanden en de ligging van het zoet-brak grensvlak in de ondergrond worden beschouwd. Voor met name de ondiepe watervoerende pakketten op de hogere zandgronden is bekend dat m.n. vanwege de ruilverkaveling er een structurele daling in grondwaterstanden is opgetreden in orde grootte van 20-30 centimeter (Rolf, 1989, zie kader). Voor wat betreft de grondwaterstand kan momenteel niet meer worden geconcludeerd dat er sprake is van een landelijke daling (Kremers & Van Geer, 1998; 2000).

Er bestaan twee landelijke studies naar de ontwikkeling in grondwaterstanden en stijghoogten. (Rolf, 1989; Kremers & Van Geer, 1998; 2000). De studie van Rolf liet zien dat voor het bovenste watervoerend pakket op de hogere zandgronden sprake was van een structurele daling (dus onafhankelijk van meteorologische condities⁷) van grondwaterstanden en stijghoogtes. Als belangrijkste oorzaken werden de ruilverkavelingsprojecten en de permanente grondwaterwinning genoemd. Binnen de ruilverkavelingsprojecten is sprake van een gemiddelde daling van ca. 35 cm, maar ook daarbuiten is een structurele daling van ca. 20 cm aangetroffen (zgn. 'achtergrondverdroging'). Aanvullende factoren voor deze verdroging zijn mogelijk de toename in de gebiedsverdamping door bos en cultuurgronden. De toename in berekening sinds 1976 moet worden gezien als een extra bijdrage aan de gebiedsverdamping. Kremers & Van Geer hebben naar 57 locaties gekeken binnen en buiten de gebieden van de verdrogingskaart 1998. Hierbij is ook gekeken naar locaties in Holocene Nederland. Uit hun studie kwam een grilliger beeld naar voren. Er waren gebieden waar nog steeds sprake was van een structurele daling in de grondwaterstand, maar er kwamen ook gebieden voor waarbij sprake lijkt te zijn van een stabilisatie dan wel een stijging in de grondwaterstand. Binnen de verdroogde gebieden was het aandeel aan locaties met stijgende grondwaterstanden groter dan daarbuiten hetgeen ook verwacht mag worden gezien de vele anti-verdrogingsprojecten. Aanpassingen in de drainagesystemen alsook de vermindering of verplaatsing van grondwateronttrekkingen hebben schijnbaar enig effect gehad.

Voor west-Nederland is bekend dat vanwege de droogmakerijen aldaar intrusie van brak en zoutwater plaatsvindt, hetgeen een langzaam proces is wat nog honderden jaren zal doorgaan (Oude Essink, 1996). Voor het bepalen van de waterbalans maken we echter geen apart onderscheid in zoet en zoutwater. Mede daarom en het feit dat de bergingsterm zeer beperkt is in vergelijking tot de posten IN en UIT is aangenomen dat de in- en uitstroom in evenwicht zijn. De aanname van een evenwicht tussen in- en uitstroom is ook goed te verdedigen vanuit de geohydrologische randvoorwaarden in het grootste deel van Nederland. Nederland kent een neerslagoverschot (= neerslag minus verdamping) van circa 250-330 mm/j, het Nederlandse beleid ten aanzien van directe grondwateronttrekkingen is er op gericht dat de grondwaterwinning (landelijk circa 1300 Mm³/j ofwel 45 mm/j) niet de winbaar geachte hoeveelheid (circa 1950 Mm³/j ofwel 64 mm/j) overschrijdt. De drainage

⁷ Relevant is het te melden dat de tweede helft van de 20^e eeuw natter was dan de eerste helft, en dat verwacht wordt dat Nederland in de toekomst gemiddeld meer neerslag zal krijgen.

en oppervlakkige afvoer zijn gekoppeld aan de vaste hoogte van de drainagebasis en het maaiveld en controleren op deze wijze de grondwaterstand en daarmee het grondwatervolume. Bij de aanwezigheid van brak en zout grondwater wordt het volume zoet grondwater mede bepaald door de ligging van het zoet-brakgrensvlak. Ook de veranderingen hierin geven op de schaal van de GWLen geen significante verandering van het volume. Verder zijn de Nederlandse grondwatersystemen “open systemen” waarbij in geval van een watertekort water in de nabijheid versneld zal toestromen. Via laterale grondwaterstroming komt water binnen via België, Duitsland en de grote oppervlaktewateren (inclusief de Noordzee). *Kortom, met de huidige grote grondwaterlichamen is het niet waarschijnlijk dat we een negatieve score kunnen behalen voor de “waterbalans-vraag”.* Een te grote winning in de duinen kan natuurlijk wel leiden tot een verkleining van de zoetwatervoorraad aldaar, maar dat zal zich dan uiten in het opschuiven van het grensvlak zoet/zout naar het maaiveld, hetgeen ook niet is toegestaan vanuit de definitie van de kwantitatieve grondwatertoestand. Een dergelijke situatie heeft zich in het verleden in Nederland voorgedaan maar daar is tegenwoordig geen sprake meer van sinds het nemen van adequate maatregelen.

Om te bepalen of het bovenstaande ook geldig is voor alle grondwaterlichamen is per grondwaterlichaam een aparte waterbalans opgesteld.

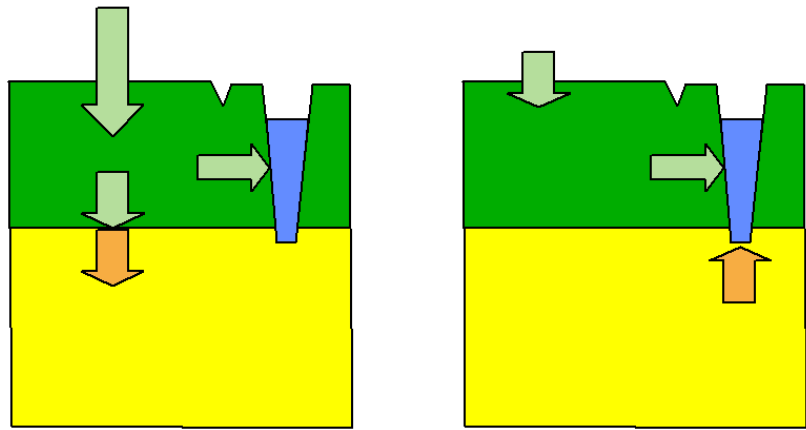
Waterbalans voor ondiep klei- en veen-GWL

De waterbalans voor de klei/veen grondwaterlichamen bevat slechts een beperkt aantal termen. Deze grondwaterlichamen zijn slechts 3 m diep en vooral onderscheiden om de relatie tussen het neerslagoverschot en de ondiepe grondwaterstroming naar het oppervlaktewater (drainage) in beeld te brengen. Hierbij is aangenomen dat er geen laterale uitwisseling is met omringende grondwaterlichamen en dat er geen onttrekkingen plaats vinden. Wel is er een verticale uitwisseling met het onderliggende zand grondwaterlichaam. Voor deze grondwaterlichamen is de volgende waterbalans opgesteld:

$$N + I_{ow} = D_{ow} + W$$

N	Neerslagoverschot;
I_{ow}	Infiltratie vanuit het oppervlaktewater naar het grondwater;
D_{ow}	Drainage van het grondwater naar het oppervlaktewater;
W	Wegzijging naar diepere lagen (het onderliggende zand-grondwaterlichaam).

Bij wegzijging naar het diepe grondwater is er dus sprake van een verticale grondwaterstroming vanuit het ondiepe klei/veen-grondwaterlichaam naar het onderliggende zand-grondwaterlichaam. Het omgekeerde komt niet voor omdat er is aangenomen dat de kwel afkomstig uit het onderliggende zand-grondwaterlichaam direct naar de waterlopen stroomt en niet via het klei/veen-grondwaterlichaam. Kwel vanuit het onderliggende zand-grondwaterlichaam is dus geen term in de waterbalans van een klei/veen grondwaterlichaam.



Wegzijging naar zand-GWL

Kwel vanuit zand-GWL

Relatie waterbalans ondiep Klei/veen-GWL met onderliggende zand-GWL

Het neerslagoverschot is bepaald met het hydrologisch modelinstrumentarium van het RIZA bepaald voor de periode 1990-2000. De berekeningen zijn gebaseerd op gemiddelden van gemeten neerslag en verdamping voor 15 klimatologische districten en een gewasfactor en interceptie (Kroon et al., 2001). Ook de wegzijging naar diepere lagen is bepaald met het RIZA-instrumentarium. Het jaargemiddelde is berekend met de neerslag en verdamping van het jaar 1967, welk jaar gekenschetst kan worden als een gemiddeld hydrologisch jaar. Deze berekening houdt geen rekening met het oppervlaktewater dat tot de rijkswateren behoort. De infiltratie vanuit de grote rivieren is dus niet terug te vinden in de resultaten, en ook zijn geen waarden geproduceerd voor bijv. de Zeeuwse zeearmen.

De drainage/infiltratie tussen grondwater van het ondiepe klei/veen-grondwaterlichaam en het oppervlaktewater is afgeleid uit het neerslag overschot en de wegzijging. Het verschil tussen het neerslagoverschot en de wegzijging naar de diepere watervoerende pakketten is berekend per gridcel van 500x500 m. Wanneer de wegzijging groter is dan het neerslagoverschot is er sprake van infiltratie ($I_{ow} = W - N$). Wanneer de wegzijging kleiner is dan het neerslagoverschot (of wanneer er geen wegzijging is maar kwel) dan is er sprake van drainage naar het oppervlaktewater. De drainage wordt dus berekend met $D_{ow} = N - W$ bij wegzijging en $D_{ow} = N$ bij kwel.

De getallen per gridcel van 500 x 500 m worden gesommeerd per grondwaterlichaam. De netto interactie tussen het grondwater van het ondiepe klei/veen-grondwaterlichaam en het oppervlaktewater is het verschil van de infiltratie en de drainage $I_{ow} - D_{ow}$. Een positieve netto waarde is dus een netto infiltratie, en een negatief getal een netto drainage, een netto stroming van het grondwater naar het oppervlaktewater.

Waterbalans voor zand- en duin GWL

De waterbalansvraag voor de zand en duin grondwaterlichamen bevat een groter aantal termen. In deze grondwaterlichamen bevinden zich een groot aantal onttrekkingen. De zandgrondwaterlichamen hebben bovendien een interactie met de ondiepe klei/veengrondwaterlichamen

waar deze zich boven de zandgrondwaterlichamen bevinden. De waterbalans voor de zandgrondwaterlichamen luidt als volgt:

$$N + I_{ow} + W + Inf + R = D_{ow} + Ontt$$

en voor het duin- grondwaterlichaam

$$N + I_{ow} + Inf + R = D_{ow} + Ontt$$

N	Neerslagoverschot
I_{ow}	Infiltratie vanuit het oppervlaktewater naar het grondwater
W	Toestroming vanuit bovengelige klei/veen grondwaterlichaam
Inf	Kunstmatige Infiltratie
D_{ow}	Drainage van het grondwater naar het oppervlaktewater
Ontt	Grondwateronttrekkingen
R	Restterm

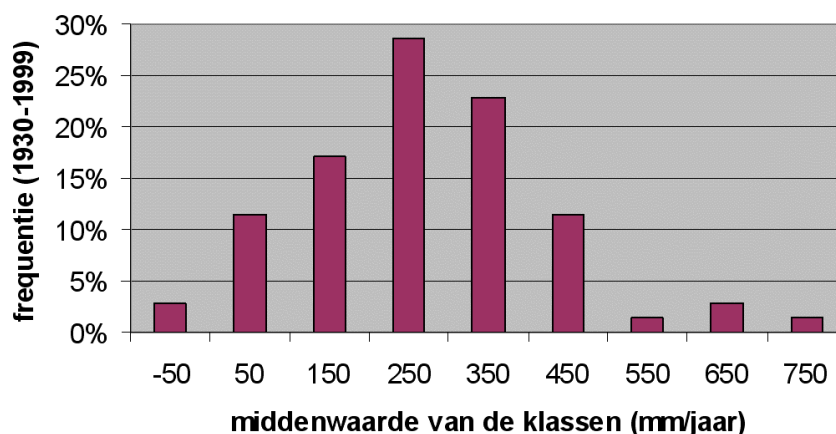
Het neerslagoverschot op dezelfde wijze bepaald als bij de klei/veen grondwaterlichamen. Alleen het deel van de zandgrondwaterlichamen aan maaiveld ontvangen een neerslagoverschot. Voor het deel waarbij het zandgrondwaterlichaam onder een klei/veen grondwaterlichaam ligt is de term $N = 0$ en ontvangt het zand grondwaterlichaam water via de toestroming vanuit het bovenliggende klei/veen grondwaterlichaam (de term W) of verliest het water via kwel naar het oppervlaktewater (D_{ow}). De interactie tussen grondwater en oppervlaktewater is, daar waar het zandgrondwaterlichaam aan maaiveld ligt, op eenzelfde manier berekend als voor het klei/veen grondwaterlichaam.

De berekening van de balanst termen voor het duin grondwaterlichamen is analoog aan die voor het deel van de zand grondwaterlichamen aan maaiveld. De grondwateronttrekkingen en kunstmatige infiltraties zijn afgeleid van de provinciale grondwater registers. Deze zijn bewerkt tot een consistente landelijke database. Er is een gemiddelde bepaald voor de periode 1995 tot en met 2002. In figuur 18 zijn de locaties van de onttrekkingen en infiltraties aangegeven.

Wanneer alle in- en uittermen worden gecombineerd blijft een restterm (R) over. Aangenomen wordt dat deze restterm indicatief is voor de netto laterale grondwaterstroming. Naast de laterale grondwaterstroming over de randen het grondwaterlichaam bevat de restterm ook de onnauwkeurigheden in de balanst termen. Een positieve restterm is een toestroming terwijl een negatieve rest term een netto grondwaterstroming vanuit het grondwaterlichaam naar buiten betekent.

Variatie in waterbalans

De figuur geeft de frequentieverdeling weer van het neerslagoverschot voor de periode 1930-1999. In geval van een zeer droog jaar kan er sprake zijn van een neerslagtekort in plaats van overschot. In een zeer nat jaar kan het neerslagoverschot oplopen tot 700 mm. Voor het ondiepe Klei- en veen-GWL is een toe of afname van de netto neerslag voornamelijk gekoppeld aan een toe- of afname van de drainage en in mindere mate aan een toe- of afname van de wegzijging naar het onderliggende zand-GWL. Op jaarbasis kan als gevolg van natte of droge jaren sprake zijn van een positieve of negatieve berging doordat de grondwaterstand wat stijgt of daalt. Op lange termijn middelen deze verschillen zich echter uit.



Variatie in potentieel neerslag overschot

De resultaten van de waterbalansberekeningen zijn weergegeven in paragraaf 3.1.2 en 4.1.5.

Colofon

Uitgave

VROM, V&W

Auteurs:

Kees Meinardi (RIVM)

Remco van Ek (RIZA)

Willem-Jan Zaadnoordijk (Royal Haskoning)

m.m.v.

Jan Streefkerk (SBB)

Nicko Straathof (NM)

Han Runhaar (Alterra)

Provincies